

# Estudio comparativo de profundidad de curado y dureza entre dos sistemas de resina "bulk-fill" con dos tiempos de polimerización usando una lámpara de alta intensidad

## Comparative study of depth of cure and hardness between two "bulk-fill" resin systems using a high intensity light with two different polymerization times

Alejandro Kogan B,\* Enrique Kogan F,\*\* Dulce Haydeé Gutiérrez Valdez.\*\*\*

\*Especialista en prótesis, \*\*Profesor de la especialidad de odontología restaurativa, \*\*\*Profesor investigador

\*Nova Southeastern University, FI

\*\*,\*\*UNITEC

### Resumen

**Introducción.** En las restauraciones de resina se recomienda colocar incrementos no mayores a dos milímetros, y polimerizar cada uno antes de aplicar nuevos; sin embargo, en los nuevos sistemas "Bulk-Fill" o aplicación en masa se afirma que pueden ser polimerizados en una sola intención con un límite de cinco milímetros. **Objetivo.** Comparar la profundidad de curado y dureza entre dos sistemas de resina "Bulk-fill" y su relación con el tiempo de polimerización usando una lámpara de foto-polimerización de alta intensidad. **Métodos.** Se incluyeron seis muestras de resina de dos sistemas "Bulk-Fill" (cuatro grupos): SonicFill de fotopolimerización (Kerr®) y Fill-Up de polimerizado dual (Coltène/Whaledent®) que fueron preparadas en cilindros prefabricados de acero inoxidable (8x4mm). Las muestras de ambos sistemas se fotopolimerizaron a tres segundos (3000 mW/cm<sup>2</sup>) y 15 segundos (1600 mW/cm<sup>2</sup>) usando lámpara LED S.P.E.C.3 (Coltène / Whaledent®), posteriormente fueron extraídas de los moldes. La longitud de resina polimerizada fue medida con calibrador digital. Las muestras fueron seccionadas longitudinalmente y se midió en milímetros la profundidad de curado y dureza presentada de uno a seis milímetros de profundidad. Para comparar los grupos se empleó la prueba ANOVA. **Resultados.** Se encontró mayor profundidad de curado en sistema Fill-Up a los tres segundos (7.96 ± 0.03 mm) y 15 segundos (7.95 ± 0.03 mm) comparado con el sistema SonicFill para ambos tiempos (6.28 ± 0.19 mm y 7.20 ± 0.41 mm respectivamente) encontrando diferencias estadísticamente significativas (p < 0.001). En la comparación múltiple de cada sistema a diferentes tiempos se encontraron diferencias entre las muestras de SonicFill (p < 0.001), no así con Fill-Up (p > 0.05). Con respecto a la dureza, se encontraron mejores resultados en Fill-Up con seis milímetros de profundidad para tres y 15 segundos (78.52 ± 4.20 y 85.08 ± 4.00) comparado con SonicFill (53.05 ± 2.24 y 69.20 ± 3.50) (p < 0.001). **Conclusiones.** El sistema Fill-Up a los tres y 15 segundos tiene mayor profundidad de curado y mejor dureza que permite incrementos de hasta seis milímetros que con el sistema SonicFill.

**Palabras clave:** resinas, Bulk-fill, polimerización, dureza.

### Abstract

**Introduction.** In resin restorations it is recommend to place no more than to two mm layers, and cure before applying next one; however, new "Bulk- Fill" systems or mass application states that can be polymerized in one intention with a limit of 5 mm. **Objective.** Compare the depth of cure and hardness between two "Bulk-fill" resin systems and its relation with exposure time using a high intensity photopolymerization unit. **Methods.** Six resin samples on four groups of two "Bulk-Fill" systems were included (two of each group): SonicFill photopolymerized resin (Kerr®) and Fill-Up dual cure resin (Coltène / Whaledent®) the were prepared in prefabricated stainless steel cylinders (8x4mm), light cured for three seconds (3000 mW/cm<sup>2</sup>) and 15 seconds (1600 mW/cm<sup>2</sup>) using LED lamp SPEC3 (Coltène/ Whaledent®) then were extracted from the molds. The length of polymerized resin was measured with digital calipers. The samples were sectioned longitudinally and measured in millimeters, depth of cure and hardness from one to 6 mm. To compare the groups ANOVA test was done. **Results.** Statistically significant differences (p < 0.001) were found in Fill-Up at three seconds (7.96 ± 0.03 mm) and 15 seconds (7.95 ± 0.03mm) compared to the SonicFill system for both time (6.28 ± 0.19mm and 7.20 ± 0.41mm respectively). In the multiple comparison of each system at different times, differences between SonicFill samples where found (p < 0.001), but not with Fill-Up (p > 0.05). With respect to the hardness, Fill-Up showed better results within 6 mm deep at 3 and 15 seconds (78.52 ± 4.20 and 85.08 ± 4.00) compared to SonicFill (53.05 ± 2.24 and 69.20 ± 3.50) (p < 0.001). **Conclusions.** Fill-up system at 3 and 15 seconds has greater depth of cure and hardness that allows better increments up to 6 mm tan SonicFill.

**Key words:** Resins, Bulk-fill, polymerization, hardness.

## INTRODUCCIÓN

Para la restauración de cavidades con resinas fotopolimerizables, la «regla de oro» ha consistido en aplicar y polimerizar incrementos no mayores a dos milímetros<sup>1,2</sup> en intensidades que pueden ir desde 100 mW/cm<sup>2</sup> hasta 800 mW/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, esta técnica podría presentar algunos problemas como: atrapamiento de aire, contaminación, aumento de tiempo clínico, posibilidad de insuficiente conversión polimérica. Por esto, diferentes compañías han introducido en los últimos años nuevos sistemas de resinas llamados «Bulk-Fill» o aplicación en masa, los cuales afirman que pueden ser curados en incrementos de cuatro o cinco milímetros.<sup>3-5</sup> Estudios para probar este tipo de resinas, llenan en un molde cilíndrico la resina a fotocurar, la muestra es sacada del molde y la resina no polimerizada es removida resultando en un espécimen con forma de bala. Finalmente, la longitud de la muestra es medida. El valor resultante es la profundidad de curado y define el máximo grosor de incremento.<sup>6-8</sup>

Para la completa polimerización de una resina, hay tres características importantes que cualquier unidad de curado debe poseer: una adecuada fuente de luz (intensidad), longitud de onda y tiempo de exposición.<sup>9</sup> Existen otros factores que pueden afectar la profundidad de curado como el tipo de resina, el color y translucidez, el grosor de cada incremento y la distancia de la punta de la unidad de curado a la resina.<sup>10</sup> Recientemente se introdujo una lámpara LED S.P.E.C.3 de alta intensidad (desde 1600-3000 mW/cm<sup>2</sup>) con la posibilidad de aplicarla en diferentes tiempos.<sup>11</sup>

Al utilizar estos sistemas, los incrementos y tiempos necesarios para restaurar una cavidad disminuyen comparado con los sistemas de resinas convencionales con técnicas de incrementos. El objetivo del estudio es comparar la profundidad de curado y dureza entre dos sistemas de resina «Bulk-fill» y su relación con el tiempo de polimerización usando una lámpara de foto-polimerización de alta intensidad.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio experimental *in vitro* en cuatro grupos de estudio: G1 resina Fill-Up (Coltène/Whaledent®), G2 Resina Fill-Up (Coltène/Whaledent®), G3 resina SonicFill(Kerr®) y G4 resina SonicFill(Kerr®). Con un bloque de acero se fabricaron seis cilindros de ocho milímetros de profundidad por cuatro milímetros de diámetro para cada grupo de estudio (**figura 1**) los cuales se rellenaron completamente, se cubrieron con una matriz de celuloide transparente por ambos lados para evitar que la resina se saliera y se colocó un cristal para dejar la resina al ras. La punta de la lámpara se mantuvo en contacto con la matriz de celuloide en cada uno de los cilindros durante la exposición a la luz.

Todas las muestras fueron color A2 y polimerizadas usando la lámpara LED S.P.E.C.3 (Coltène/Whaledent®).

Los grupos 1 y 3 se expusieron por tres segundos a una intensidad de 3000 mW/cm<sup>2</sup> y los grupos 2 y 4 se expusieron por 15 segundos a una intensidad de 1600 mW/cm<sup>2</sup>.

Posteriormente, las muestras cilíndricas fueron empujadas afuera de los moldes y la resina que no logró ser polimerizada fue raspada con una espátula de plástico. (**Figura 2**).

La longitud de resina restante de cada muestra fue medida con un calibrador digital de exactitud  $\pm 0.01$ mm (Mitutoyo IP 65, Kawasaki, Japón). (**Figura 3**)

Las muestras fueron divididas por grupo y fijadas en un portaobjetos de microscopio con cianoacrilato (Cola Loca®) y fueron desgastadas longitudinalmente al mismo tiempo en un aparato Buehler (Buehler ITW Co.) de raspado y pulido a un grano final de 800. Posteriormente cada muestra fue sometida a un aparato de hendidura de micro-dureza Buehler (Buehler ITW Co.) (**figura 4**), cada muestra fue cargada con una fuerza de 50 gramos por 15 segundos. Se midió en milímetros la profundidad de curado y dureza, los valores fueron obtenidos en HV (Dureza Vickers) y se obtuvo una medida en cada milímetro de uno a seis milímetros de profundidad empezando en la parte más superficial de cada muestra (o el área más cercana a la lámpara de curado) y avanzando hacia la parte de resina sin polimerizar o más inferior de cada muestra.

Para comparar los grupos de estudio se utilizó el programa estadístico SPSS17.0 y se empleó la prueba ANOVA con ajuste Bonferroni ( $p < 0.05$ ).

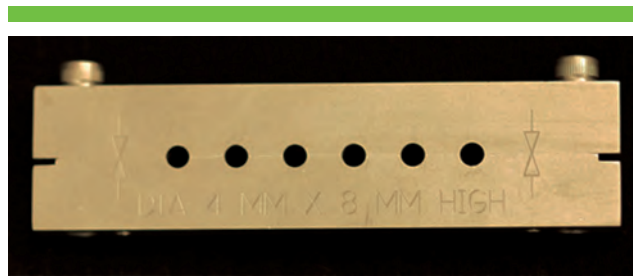


Figura 1. Bloque de acero.



Figura 2. Cilindro de resina.



Figura 3. Longitud de resina con un calibrador digital.



Figura 4. Aparato de micro-dureza Buehler.

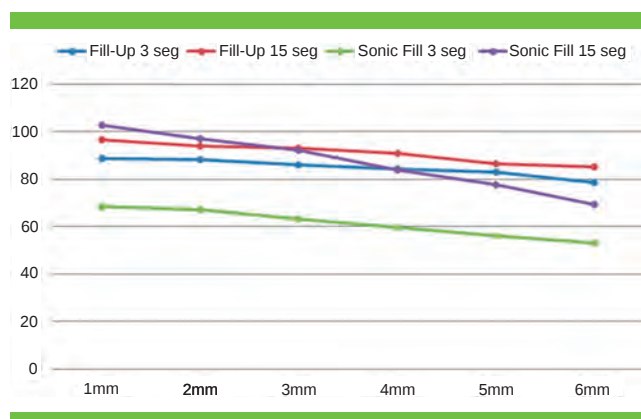


Figura 5. Promedio de dureza de curado.

entre los dos sistemas para ambos tiempos ( $p < 0.001$ ). En la comparación múltiple de cada sistema a diferentes tiempos se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las muestras SonicFill ( $p < 0.001$ ), no así para el sistema Fill-Up ( $p > 0.05$ ). (**Cuadro 1**).

Con respecto a la dureza de curado, se encontraron mejores resultados en Fill-Up con seis milímetros de profundidad a los tres y 15 segundos ( $78.5 \pm 4.20$  y  $85.1 \pm 4.0$ ) comparado con SonicFill ( $53.1 \pm 2.24$  y  $69.2 \pm 3.5$  respectivamente). (**Cuadro 2**) y (**Figura 5**).

Al milímetro se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.001$ ) entre la dureza de curado de Fill-Up a los tres segundos comparado con SonicFill a los tres y 15 s, así como SonicFill a los 15 s con SonicFill tres segundos.

A los dos, tres, cuatro y cinco milímetros se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.001$ ) entre SonicFill a tres

Cuadro 1. Comparación múltiple de profundidad de curado.

| Comparación                    | Diferencia | CI 95%      | p       |
|--------------------------------|------------|-------------|---------|
| Fill-Up 3 s/Fill-Up 15 s       | 0.00       | -0.38, 0.39 | 1.000   |
| Fill-Up 3 s/Sonic-Fill 3 s     | 1.68       | 1.30, 2.07  | < 0.001 |
| Fill-Up 3 s/Sonic-Fill 15 s    | 0.76       | 0.38, 1.14  | < 0.001 |
| Fill-Up 15 s/Sonic-Fill 3 s    | 1.68       | 1.30, 2.06  | < 0.001 |
| Fill-Up 15 s/Sonic-Fill 15 s   | 0.75       | 0.37, 1.14  | < 0.001 |
| Sonic-Fill 15 s/Sonic-Fill 3 s | 0.93       | 0.54, 1.31  | < 0.001 |

Cuadro 2. Dureza de curado.

| Grupos (n=6)   | 1 mm<br>media $\pm$ SD | 2 mm<br>media $\pm$ SD | 3 mm<br>media $\pm$ SD | 4 mm<br>media $\pm$ SD | 5 mm<br>media $\pm$ SD | 6 mm<br>media $\pm$ SD |
|----------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Fill-Up 3 s    | 88.8 $\pm$ 6.17        | 88.1 $\pm$ 6.34        | 86.1 $\pm$ 3.34        | 84.31 $\pm$ 3.03       | 82.9 $\pm$ 3.96        | 78.5 $\pm$ 4.20        |
| Fill-Up 15 s   | 96 $\pm$ 6.61          | 93.9 $\pm$ 6.12        | 93.0 $\pm$ 4.70        | 90.7 $\pm$ 5.40        | 86.3 $\pm$ 3.51        | 85.1 $\pm$ 4.00        |
| SonicFill 3 s  | 68.5 $\pm$ 5.13        | 67.1 $\pm$ 5.50        | 63.10 $\pm$ 4.02       | 59.6 $\pm$ 3.84        | 56.1 $\pm$ 3.34        | 53.1 $\pm$ 2.24        |
| SonicFill 15 s | 102.8 $\pm$ 5.76       | 97.2 $\pm$ 4.65        | 92.1 $\pm$ 4.90        | 83.8 $\pm$ 5.04        | 77.7 $\pm$ 5.82        | 69.2 $\pm$ 3.50        |

## RESULTADOS

Se encontró mayor profundidad de curado para el sistema Fill-Up tanto a los tres segundos ( $7.96 \pm 0.03$  mm) como a 15 segundos ( $7.95 \pm 0.03$  mm) comparado con el sistema SonicFill para ambos tiempos ( $6.28 \pm 0.19$  y  $7.20 \pm 0.41$  mm respectivamente).

En el análisis de comparación múltiple de profundidad se encontraron diferencias estadísticamente significativas

segundos con Fill-Up a tres segundos y con SonicFill a 15 segundos, así como Fill-Up a 15 segundos con SonicFill a los tres segundos.

Además, a los cinco milímetros se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre Fill-Up y SonicFill a los 15 segundos. En el caso de los seis milímetros de profundidad se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.001$ ) entre los sistemas a ambos tiempos. (**Cuadro 3**).

**Cuadro 3.** Comparación múltiple de la dureza de curado.

| Profundidad | Comparación                    | Diferencia | IC 95%        | p       |
|-------------|--------------------------------|------------|---------------|---------|
| 1 mm        | Fill-Up 3 s/SonicFill 3 s      | 20.27      | 10.23, 30.31  | < 0.001 |
|             | Fill-Up 3 s/SonicFill 15 s     | -13.28     | -23.33, -3.24 | 0.006   |
|             | Sonic-Fill 15 s/Sonic-Fill 3 s | 33.55      | 23.51, 43.59  | < 0.001 |
| 2 mm        | Fill-Up 3 s/SonicFill 3 s      | 21.17      | 11.45, 30.70  | < 0.001 |
|             | Fill-Up 15 s/SonicFill 3 s     | 26.83      | 17.21, 36.45  | < 0.001 |
|             | Sonic-Fill 15 s/Sonic-Fill 3 s | 30.15      | 20.53, 39.77  | < 0.001 |
| 3 mm        | Fill-Up 3 s/SonicFill 3 s      | 23         | 15.76, 30.24  | < 0.001 |
|             | Fill-Up 15 s/SonicFill 3 s     | 29.88      | 22.64, 37.12  | < 0.001 |
|             | Sonic-Fill 15s/SonicFill 3 s   | 28.95      | 21.71, 36.19  | < 0.001 |
| 4 mm        | Fill-Up 3 s/SonicFill 3 s      | 24.73      | 17.25, 32.22  | < 0.001 |
|             | Fill-Up 15 s/SonicFill 3 s     | 31.1       | 23.61, 38.59  | < 0.001 |
|             | Sonic-Fill 15 s/Sonic-Fill 3 s | 24.17      | -31.65, -6.68 | < 0.001 |
| 5 mm        | Fill-Up 3 s/Sonic-Fill 3 s     | 26.77      | 19.55, 33.99  | < 0.001 |
|             | Fill-Up 15 s/Sonic-Fill 3 s    | 30.18      | 22.96, 37.40  | < 0.001 |
|             | Fill-Up 15 s/Sonic-Fill 15 s   | 8.58       | 1.36, 15.81   | 0.014   |
|             | Sonic-Fill 15 s/Sonic-Fill 3 s | 21.6       | 14.38, 28.82  | < 0.001 |
| 6 mm        | Fill-Up 3 s/Fill-Up 15 s       | -6.57      | -12.60, -0.53 | 0.028   |
|             | Fill-Up 3 s/Sonic-Fill 3 s     | 25.47      | 19.43, 31.50  | < 0.001 |
|             | Fill-Up 3 s/Sonic-Fill 15 s    | 9.32       | 3.28, 15.35   | 0.001   |
|             | Fill-Up 15 s/Sonic-Fill 3 s    | 32.03      | 26.00, 38.07  | < 0.001 |
|             | Fill-Up 15 s/Sonic-Fill 15 s   | 15.88      | 9.85, 21.92   | < 0.001 |
|             | Sonic-Fill 15 s/Sonic-Fill 3 s | 16.15      | 10.12, 22.18  | < 0.001 |

## DISCUSIÓN

Dentro de las limitaciones de este estudio, se encontraron diferencias significativas en la prueba de profundidad de curado dentro de los dos sistemas de resina, siendo mayor el Fill-Up sin importar el tiempo de exposición, mientras que el sistema SonicFill si mostró mejores resultados a la mayor exposición de la luz, esto se podría explicar, porque la exposición a tres segundos no es suficiente para hacer reaccionar a toda la resina, mientras que los 15 segundos si es un tiempo suficiente, por el otro lado no se encontraron diferencias en el grupo de Fill-Up porque este es un sistema de polimerizado dual el cual a pesar del poco tiempo de exposición el polimerizado continua por reacción química. Todas las muestras cumplieron el requerimiento ISO 4049:2000 de profundidad de curado no menor a 1.5 mm.<sup>6</sup>

En cuanto a la prueba de dureza, la literatura a usado valores de 0.80 para determinar una dureza clínicamente adecuada.<sup>12</sup> SonicFill con exposición a 15 segundos mostró una dureza superior a 80 HV hasta los cuatro

milímetros, la exposición a tres segundos mostró resultados menores a 80 HV en toda su longitud por lo que puede ser aplicado en incrementos de cuatro milímetros, mientras que Fill-Up tuvo una dureza adecuada hasta los seis milímetros de longitud, esto se podría explicar de forma similar a la prueba de profundidad de curado donde una resina (Fill-Up) es dual y continua su polimerizado a pesar del tiempo de exposición e intensidad de la luz, mientras que la otra necesita suficiente tiempo de exposición para tener un polimerizado adecuado.<sup>13</sup>

No hay aplicación clínica para el sistema SonicFill fotopolimerizado por tres segundos, independientemente de la intensidad de la luz.

Nuestros resultados muestran que la exposición a alta intensidad (3000 mW/cm<sup>2</sup>) no es relevante tanto como el tiempo de exposición puesto que la menor intensidad (1600 mW/cm<sup>2</sup>) a mayor tiempo de exposición arroja mejor profundidad de curado y dureza en el sistema SonicFill, pudiendo decir que en las resinas fotopolimerizado el tiempo es más significativo que la intensidad y en las resinas duales no hace diferencia. Se recomiendan más estudios en este campo.

### CONCLUSIONES

El sistema Fill-Up a los tres y 15 segundos tiene mayor profundidad de curado y mejor dureza que permite incrementos de hasta seis milímetros que con el sistema SonicFill.

El sistema Fill-Up puede ser aplicado en cavidades sumamente profundas, ya que el factor de polimerización dual asegurará la completa dureza en las partes más profundas de la restauración.

### BIBLIOGRAFÍA

1. Sakaguchi, R.L., Douglas, W.H., Peters, M.C. Curing light performance and polymerization of composite restorative materials. *J Dent.* 1992; 20: 183-88.
2. Pilo, R., Oelgiesser, D., Cardash, H.S. A survey of output intensity and potential for depth of cure among light-curing units in clinical use. *J Dent.* 1999; 27: 235-41.
3. Krämer, N., Lohbauer, U., Garcia-Godoy, F., Frankenberger, R. Light curing of resin-based composites in the LED era. *American Journal of Dentistry.* 2008; 21-3.
4. Tetric Evo Ceram Bulk Fill Press Release. IvoclarVivadent; 2011.
5. Surefil SDR flow Directions For Use. DentsplyCaulk; 2009.
6. ISO 4049:1988 (2.). Dentistry—resin-based filling materials. International Organization for Standardization; 1988.
7. DeWald, J.P., Ferracane, J.L. A comparison of four modes of evaluating depth of cure of light-activated composites. *J Dent Res.* 1987; 66: 727-30.
8. Bouschlicher, M.R., Rueggeberg, F.A., Wilson, B.M. Correlation of bottom-to-top surface microhardness and conversion ratios for a variety of resin composite compositions. *Oper Dent.* 2004; 29: 698-704.
9. Knezeviæ, A., Tarle, Z., Meniga, A., Sutalo, J., Pichler, G., Ristiæ, M. Degree of conversion and temperatura rise during polymerization of composite resin samples with blue diodes. *J Oral Rehabil.* 2001; 28: 586-91.
10. Martin, F.E. A survey of the efficiency of visible light curing units. *J Dent.* 1998; 26: 239-43.
11. S.P.E.C. 3. Coltène Whaledent technical manual 2014.
12. Lombardini M., Chiesa M. Influence of polymerization time and depth of cure of resin composites determined by Vickers hardness. *Dent Res J.* 2012 Nov; 9(6): 735-40.
13. Ilie, N., Stark, K. Curing behaviour of high-viscosity bulk-fill composites. *J Dent.* 2014; 42(8): 977-85.