



TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

PROFUNDIDAD DE CURADO POR UNIDADES DE FOTOCURADO LED USADAS.
DEEP OF CURE OF DENTAL FROM USED LED CURING UNITS.

Oswaldo Mejias Rotundo¹

¹ Candidato a Doctor en Odontología. Universidad Central de Venezuela (arosis).

Correspondencia: mejiasrotundo@gmail.com

Volumen 10.
Número 1.
Enero - Abril 2021

Recibido: 17 octubre 2020
Aceptado: 30 noviembre 2020

RESUMEN

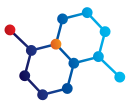
Objetivo: Determinar la profundidad de curado con diferentes unidades de fotocurado usadas. **Materiales y Métodos:** De acuerdo al "ISO 4049; profundidad de curado" de seis milímetros de resina compuesta A3 Opaco (Everglow, Coltene) curados por 40 segundos con tres lámparas de fotocurado: DB 685 Super y Ortho-dent-all (ocho años); SDI Radium-Plus (10 años); Coltene Coltolux (Nueva). Se aplicaron medidas descriptivas y una prueba ANOVA más comparación simultánea Bonferroni. **Resultados:** El promedio de profundidad en milímetros fue para Coltolux LED =1.892, DB 685 super = 1.52, Ortho-dent-all =1.607 y SDI Radium plus = 1.59. Así pues, existió diferencias significativas en la profundidad de curado. Ella fue mayor con la unidad nueva (Coltolux vs DB 685 Super = -0.3725; Coltolux vs Ortho-dent-all = -0.285; Coltolux vs SDI Radium-plus = -0.295). Entre las unidades de curado usada no hubo diferencia entre la profundidad. **Conclusión:** Las unidades de fotopolimerización usadas producen la misma profundidad de curado en esta resina opaca; el cual es inferior al producido por una unidad nueva.

Palabras claves: Resina dental compuesta, polimerización, LED, resina coltene everglow.

ABSTRACT

Objective: To determine dental composite deep of cure with different used wireless curing units. **Materials and Methods:** According "ISO 4049; deep of cure" six millimeters of A3 Opaque dental composite (Everglow, Coltene) cured for 40 seconds with three curing lamps: DB 685 Super and Ortho-dent-all (eight years); SDI Radium-Plus (10 years); Coltene Coltolux (New). Descriptive plus ANOVA with Bonferroni comparison was computed. **Results:** Mean depth in millimeters was Coltolux LED =1.892, DB 685 super = 1.52, Ortho-dent-all =1.607 y SDI Radium plus = 1.59. Therefore, a significant differences in deep of cure was found with greater polymerization with for the new unit (Coltolux vs DB 685 Super = -0.3725; Coltolux vs Ortho-dent-all = -0.285; Coltolux vs SDI Radium-plus = -0.295) **Conclusion:** Used curing lamps provide equal deep of cure for this resin; which is less than a new one.

Keywords: Composite dental resin, polymerization, LED, coltene everglow resin.



INTRODUCCIÓN

El uso de la odontología adhesiva con resinas compuestas fotopolimerizadas ha experimentado un gran progreso en las últimas décadas. Este enfoque promueve un diseño de cavidad conservador y poco invasivo; sin embargo, este proceso no es infalible. Este proceso tiene su pilar en la polimerización, una reacción química que forma radicales libres para convertir las moléculas de monómero en una red de polímeros con moléculas más cercanas. Para las resinas compuestas actuales, el proceso comienza por la activación del fotosensibilizante (ej: canforoquinona) inmerso en ella, usando la unidad de fotopolimerización (UF) o lámpara de fotocurado¹⁻³. De tal manera, las características inherentes a la resina (composición orgánica e inorgánica del material, tipo y morfología de los contenidos, color de relleno) más aquellas de la UF (tiempo de activación, tamaño del cabezal, espectro de luz, intensidad, fotones emitidos, irradiación y distancia de la punta a la restauración) determinan las propiedades físicas obtenidas en la restauración^{2,4,5}.

El conocimiento de las UF es determinante para un uso adecuado de las resinas. En sus inicios, ellas eran a base de luz halógena de tungsteno de cuarzo (QTH) que con su uso reportaban degradación de la intensidad de salida, grietas en el filtro y daños en las puntas de fibra óptica⁶. Dicho modelo fue reemplazado por dos tipos: arco de plasma (PAC) y diodo emisor de luz (LED), ofreciendo mayor intensidad a menor tiempo de polimerización. Sin embargo, de estos dos tipos se desconoce su comportamiento a largo plazo.

En el caso de las UF-LED, se comercializan desde el principio del año 2000. Ellas trabajan dentro del rango de luz azul (438-501nm) siendo sus principales ventajas: poca emisión de calor, ausencia de sistema de refrigeración, diversidad de emisión de ondas de luz, tales como mono ondas (420-495nm) o múltiples ondas (380-420nm) para activar los diversos fotosensibilizantes del mercado. Sin embargo, la mayoría de las resinas usan canforoquinona y a su vez, los odontólogos utilizan UF modelo mono ondas por cuestiones de oferta y precio⁷⁻⁹.

Vale la pena destacar que cuando la fotopolimerización es incompleta, los monómeros sin reaccionar actúan como plastificante ocasionando la reducción de las propiedades mecánicas del compuesto dental, longevidad clínica, estabilidad del color^{10,11}. Por tal razón se han desarrollado métodos para comprobar la polimerización⁹, siendo la profundidad de curado uno de los métodos obligatorio, estandarizado internacionalmente (ISO-4049) y no requiere equipos sofisticados. Su objetivo es identificar el espesor máximo que puede ser aplicada y fotoactivado una resina a fin de garantizar buenas propiedades mecánicas⁹.

Debido a que no existen publicaciones que determinen cual es el la profundidad de curado obtenido cuando se utiliza una UF-LED usada o de vieja data, esta investigación pretende aportar datos en él particular. En consecuencia, el objetivo fue determinar la profundidad de curado de una resina opaca producida por UF-LED usadas, para lo cual se planteo la siguiente hipótesis: Existe diferencia significativa en la profundidad de curado entre unidades de fotopolimerización usadas o nueva.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de investigación

Transversal no experimental

Muestra

18 especímenes de resina A3 Dentina Opaca (Everglow, Whal-dent Coltene). Dimensión partícula inorgánica = 0.02-1.5 μm . Contenido de relleno inorgánico por peso = 60%.

Variable principal

Profundidad de curado: Es el resultado de dividir entre dos la dimensión remanente de un cilindro resinoso confinado y fotocurado por la UF, una vez raspada toda la resina no endurecida.

Variable secundaria

Unidad de fotopolimerización (UF): equipo odontológico que emite una onda de luz que activa el compuesto fotosensibilizante

Unidad	Tiempo de uso	Tamaño cabezal	Onda de luz (nm)	Poder de luz (mW/cm ²)
Coltolux LED	Nueva	12.5 mm	450 a 470	
SDI Radian plus	Usada (10 años)	12 mm	440 a 480	1500
DB 685 super	Usada (8 años)	8 mm	440 a 480	>1200
Ortho dent all	Usada (8 años)	8.21 mm	440 a 480	>1200

Tabla 1. Características de las unidades de fotopolimerización al momento de compra



inmerso en la resina compuesta. Las características de las unidades evaluadas están en la Tabla 1. Tiempo de uso: tiempo desde la puesta en funcionamiento de la UF.

Procedimiento

Todo el experimento fue realizado en condiciones estandarizadas. Al no contar con radiómetro, se tomó la previsión de cargar las UF por más de 24 horas, además de estar en el soporte de carga entre cada preparación de espécimen.

Sobre una loseta de vidrio se apilaron y envolvieron con cinta adhesiva cilindros metálicos de seis milímetros de diámetro interno hasta llegar a los siete milímetros de altura. Por el orificio superior se llenaron hasta el borde con la resina mencionada y posteriormente, se colocó una banda celuloide sujeta firmemente por el operador.

La punta de la UF-LED se situó justo encima de la banda celuloide y se activó por 40 segundos ininterrumpidos. Posterior a

ello, se rasparon los segmentos blandos de resina y se midió el remanente con un tornillo micrométrico¹².

Análisis estadístico

Se obtuvo los valores descriptivos y se aplicó la prueba de normalidad Shapiro-Wilk por grupo. En base a este resultado, se procedió a decidir el estadístico de comparación. El software utilizado fue Stata 13.0.

RESULTADO

La distribución de datos está en la Tabla 2 y Figura 1. Ellas evidencian la mayor profundidad en la UF Coltolux seguida de por la Ortho-dent-all. Todos los valores reportaron normalidad estadística; por tal razón, se aplicó una prueba ANOVA más comparación simultánea Bonferroni (Tabla 3). Esta prueba reportó una diferencia significativa en la profundidad lograda por la unidad control contra todas las usadas (Coltolux vs DB 685 $P = 0.016$; Coltolux Vs SDI Radian plus $P = 0.062$; Coltolux Vs Ortho-dent-all $P = 0.087$

Unidad	Media	Desv Std	Min	Max	Shapiro-Wilk
Coltolux LED	1.892	0.327	1.425	2.25	0.273
SDI Radian plus	1.596	0.70	1.515	1.695	0.077
DB 685 super	1.52	0.745	1.425	1.655	0.476
Ortho dent all	1.607	0.149	1.45	1.85	0.077

Tabla 2. Distribución de la profundidad de curado de la muestra

	Coltolux	DB 685 super	Ortho dent all
DB 685 super	-0.3725 $P = 0.015$		
Ortho dent all	-0.285 $P = 0.076$	0.087 $P = 1.00$	
sdi Radian plus	-0.295 $P = 0.062$	0.0766 $P = 1.00$	-0.106 $P = 1.00$

Tabla 3. ANOVA más prueba de comparación simultánea Bonferroni

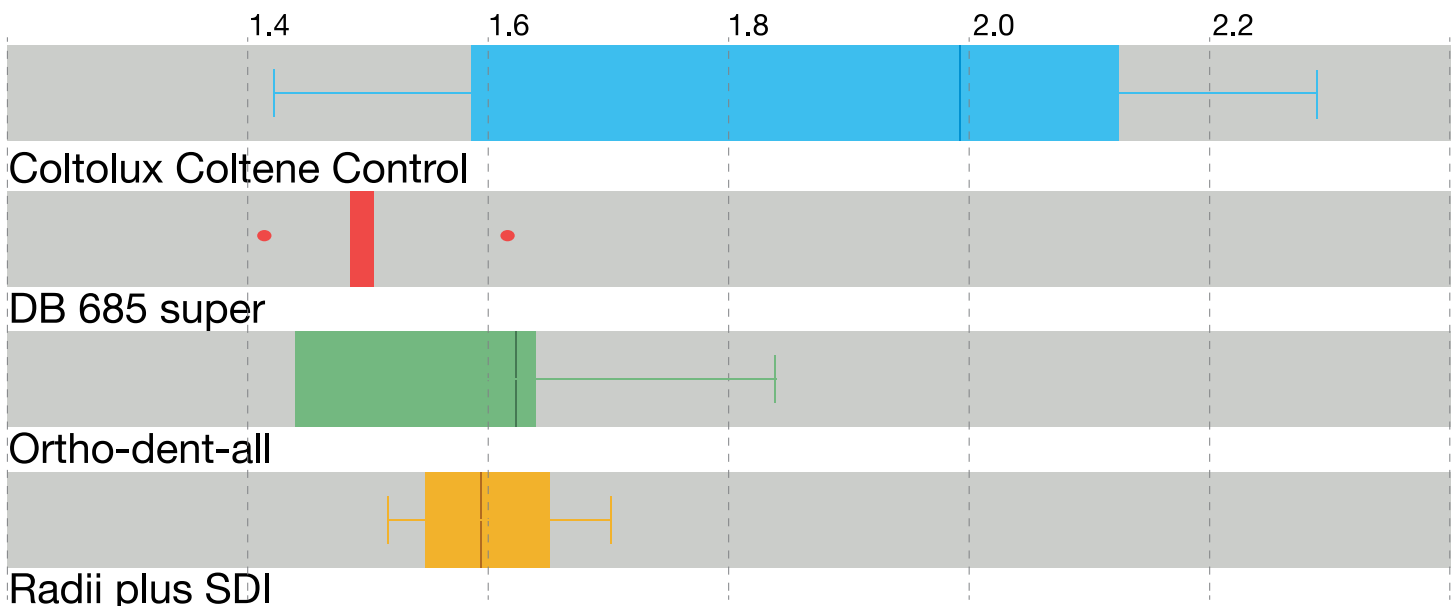
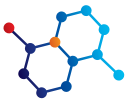


Figura 1. Diagrama de caja de la profundidad de curado



DISCUSIÓN

La intensidad de la luz y los modos de fotocurado afectan directamente la reacción de polimerización y el grado de curado, pero también afectan al monómero de resina que penetra en la red de fibra de colágeno de la dentina al formar la capa híbrida, lo que influye en el rendimiento de la unión de la dentina¹³. En esta investigación se usó la modalidad de luz continua e intensidad normal; el cual ofrece mayor grado de conversión del monómero respecto a la luz de alta intensidad¹⁴. Por otro lado, la tensión de contracción durante el proceso de polimerización puede generar espacios en la interfaz de unión y en el interior del material; por lo tanto, la contracción de polimerización de una resina compuesta tiene muchos efectos negativos en aplicaciones clínicas, tales como: microfiltración, color del borde, fractura de dientes o materiales restauradores, sensibilidad postoperatoria y caries secundaria.

Los resultados expresan una menor capacidad de polimerizar la resina opaca, reflejado en menor profundidad de curado, por las UF-LED usadas respecto a la nueva, confirmando la hipótesis de investigación. Además, no existió diferencias en las profundidades cuando se compararon entre sí las UF-LED usadas, por tal razón, existe el supuesto acerca de esas muestras posean más monómero sin reaccionar y peor desempeño. Esta hipótesis se espera comprobar en una futura publicación. En general, las profundidades de curado obtenidas son menores al color A2^{12,15} así como para el color A3¹⁷ "herculite". Esto concuerda con Hyun et al.⁶, sobre la menor capacidad de transmisión de la luz al fondo del composite en tonos oscuros. En esta investigación se trabajó con el más oscuro dentro de la línea del fabricante, que requiere una exigencia mayor de las UF evaluadas.

De la misma manera, otros autores han escrito sobre la heterogénea irradiación en la punta de la UF contra la recibida por el espécimen, que produce una fotopolimerización desigual¹⁶; además del condicionamiento y subpolimerización por el perfil de emergencia de la punta activa de la UF¹⁷. Estas variables así como: el tamaño de la muestra, distancia muestra-UF, retiro de barreras de bioseguridad y protección contra la capa inhibitoria de oxígeno¹⁸⁻²¹ se controlaron y proporcionan validez a los resultados.

Es conveniente destacar que en condiciones clínicas posterior al grabado con ácido fosfórico, especialmente en restauraciones que involucran la dentina, las fibras colágenas quedan expuestas y se activan las metaloproteínas, cisteínas, capsinas más las telopeptidadas para degradar aquellas fibras que no sean cubiertas por el adhesivo²². El monómero sin reaccionar viajará, desde el adhesivo o futuras capas de resina hacia la capa híbrida y actuará como plastificante; comprometiendo la estabilidad de la interfase resina-dentina.

Por su parte Breschi²³ y Cadenaro²⁴ reportaron acerca del grado de polimerización incompleta que presente en todos los adhesivos y recalcan que cualquier factor que afecte en mayor medida el grado de conversión acelerará la degradación de la capa híbrida. La menor profundidad de curado por las UF-LED usadas es un indicio de la mayor probabilidad de falla de la restauración por degradación hidrolítica de la capa híbrida con menor longevidad de las restauración²²

Entrando en las limitaciones del estudio, se reconoce como de-

bilidad el no obtener lecturas previas por radiómetro de la intensidad de las UF. Ante esto se comenta que las lecturas por radiómetro son variables en función al equipo²⁵ y en promedio, las UF en consultorio poseen una potencia de luz inferior; condicionado adicionalmente por la geografía, a las utilizadas en investigaciones²⁵⁻²⁹. Adicionalmente en la investigación, se encontró que el precio de un radiómetro ronda los 400 y 750\$; el cual es mayor al precio de las UF evaluadas.

Por tal razón, se recomienda incluir en la estructura de mantenimiento de equipos una verificación de la UF con lo reportado por el fabricante³⁰; en términos de intensidad de luz o profundidad de curado; sobre todo si en la zona geográfica del consultorio es propensa a fallas eléctricas³¹ y de encontrar valores muy inferiores, un reemplazo de las UF.

CONCLUSIÓN

Las unidades de fotopolimerización LED usadas logran la misma profundidad de curado al usar una resina compuesta opaca, pero fue inferior al producido por una unidad de polimerización nueva (Coltolux Led). Esto se comprobó por la diferencia significativa en la prueba ANOVA/Bonferroni.

La duración del curado es crucial para lograr una profundidad de curado adecuada, ya que mejora el grado de conversión. Por tal motivo, los incrementos de resinas compuestas no deben ser mayores de 2 mm para proporcionar una dureza homogénea.

AGRADECIMIENTOS

Od. Gherdi Santoyo por facilitar una de las UF para el desarrollo de la investigación.

Dr. Luis Calatrava por la revisión y comentarios durante la redacción del manuscrito)



REFERENCIAS

1. Donly K, Sasa I. Dental materials. En: Nowak A, Christensen J, Mabry T, Townsend J, Wells M. Pediatric dentistry: Infancy through adolescence. 6th Ed. 2019 p. 293-303
2. Cadenaro M, Maravic T, Comba A, Mazzoni A, Fanfoni L, et al. The role of polymerization in adhesive dentistry. *Dental Materials* 2019;35:e1-22 doi: 10.1016/j.dental.2018.11.012
3. Ceballos L, Fuentes MV, Tafalla H, Martinez A, Flores J, et al. Curing effectiveness of resin composites at different exposure times using LED and halogen units. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2009;14(1):e51-56
4. Rullman I, Patyna M, Janssen B, Willershausen B. Determination of polymerization shrinkage of different composites using a photoelastic method. *Am J Dent*. 2017;30(1):16-22
5. Özduman ZC, Kazak M, Fildisi MA, Özlen RH, Dalkilic E, Donmez N. Effect of Polymerization Time and Home Bleaching Agent on the Microhardness and Surface Roughness of Bulk-Fill Composites: A Scanning Electron Microscopy Study. *Scanning*. 2019;2019:2307305.
6. Hyun HK, Cristoferson CK, Pfeifer CS, Felix C, Ferracane JL. Effect of shade, opacity and layer thickness on light transmission through a nano-hybrid dental composite du-ring curing. *J Esther Restor Dent* 2017;1-6 doi: 10.1111/jerd.1231
7. Dorst T, Reimann S, Frentzen M, Meister J. Effectiveness of photopolymerization in composite resins using a novel 445-nm diode laser in comparison to LED and halogen bulb technology. *Lasers in Medical Science*. 2018 doi: 10.1007/s10103-018-2651-1
8. Gutierrez-Leiva A, Pomacóndor-Hernández C. Comparación de la profundidad de curado de resinas compuestas obtenidas con dos unidades de fotoactivación LED: polwawe versus monowawe. *Odontol Sanmarquina* 2020;23(2):131-138. doi: 10.15381/os.v23i2.17757
9. Lucey S, Santini A, Roebuck EM. Degree of conversion of resin-based materials cured with dual-peak or single-peak LED light-curing units. *International Journal of Pediatric Dentistry* 2014;1-10 doi: 10.1111/ipd.12104
10. Prasanna N., Pallavi Reddy Y., Kavitha S., Lakshmi Narayanan L. Degree of conversion and residual stress of preheated and room-temperature composites. *Indian J. Dent. Res.* 2007;18:173–176.
11. Moldovan M, Balazsi R, Soanca A, et al. Evaluation of the Degree of Conversion, Residual Monomers and Mechanical Properties of Some Light-Cured Dental Resin Composites. *Materials (Base)*. 2019;12(13):2109.
12. Flury S, Hayoz S, Peutzfeldt A, Hüler J, Lussi A. Depth of cure of resin composite: Is the ISO 4049 method suitable for bulk fill materials. *Dental Materials* 2012;28(5):521-58 Doi:10.1016/j.dental.2012.02.002
13. Li MZ, Wang JR, Liu H, et al. Effects of light curing modes and ethanol-wet bonding on dentin bonding properties. *J Zhejiang Univ Sci B*. 2016;17(9):703-711. doi:10.1631/jzus.B1600055
14. Kopperud HM, Jhonsen GF, Lamolle S, Kleven IS, Wellendorf H, Haugen HJ. Effect of short LED lamp exposure on wear resistance, residual monomer and degree of conversion for Filtek Z250 and Tetric EvoCeram composites. *Dent mater*. 2013 Aug;29(8):824-34. doi: 10.1016/j.dental.2013.04.022
15. AlQahatani MQ, Michaud PL, Sullivan B, Labrie D, AlShaafi MM, et al. Effect of high irradiance on depth of cure of a conventional and a bulk fill resin-based composite. *Operative dentistry* 2015;40(5):1-11 doi: 10.2341/14-244-L
16. Price RB, Ferracane JL, Shortall AC. Light-Curing Units: A Review of What We Need to Know. *J Dent Res*. 2015;94(9):1179-1186.
17. Eshmawi YT, Al-Zain AO, Eckert GJ, Platt JA. Variation in composite degree of conversion and microflexural strength for different curing lights and surface locations. *J Am Dent Assoc*. 2018;149(10):893-902
18. Al-Zain AO, Eckert GJ, Platt JA. The influence of distance on radiant exposure and degree of conversion using different light-emitting-diode curing units. *Operative Dentistry*. doi: 10.2341/18-004-L
19. Faria-e-Silva AL, Fanger C, Nguyen L, Howerton D, Pfeifer CS. Impact of material shade and distance from light curing unit tip on the depth of polymerization of composites. *Brazilian Dental Journal* 2017;28(5):632-637 doi: 10.1590/0103-6440201701727
20. Alquria T, Al Gady M, Khabeer A, MClintDent, Ali S. Types of polymerisation units and their intensity output in private dental clinics of twin cities in eastern province, KSA; a pilot study. *Journal of Taibah University Medical Sciences* 2019;14(1):47-51
21. Suliman A, Abdo AA, Elmasari HA. Effect of contamination, damage and barriers on the light output of light curing units. *The Open Dentistry Journal* 2019;13:196-202 doi: 10.2174/1874210601913010196,
22. Breschi L, Maravic T, Ribeiro S, Comba A, Cadenaro M, et al. Dentin bonding systems: from dentin collagen structure to bond preservation and clinical applications. *Dental Materials* 2017. doi: 10.1016/j.dental.2017.11.005
23. Breschi, L., Mazzoni, A., Ruggeri, A., Cadenaro, M., Di Lenarda, R., De Stefano Dorigo, E., 2008. Dental adhesion review: Aging and stability of the bonded interface. *Dent. Mater.* 24, 90–101.
24. Cadenaro, M., Antonioli, F., Sauro, S., Tay, F.R., Di Lenarda, R., Prati, C., Biasotto, M., Contardo, L., Breschi, L., 2005. Degree of conversion and permeability of dental adhesives. *Eur. J. Oral Sci.* 113, 525–530
25. Hegde V, Jadhav S, Aher G. A clinical survey of the output intensity of 200 light curing units in dental offices across maharashtra. *J Conserv Dent*. 2009;12(3):105-108. Doi: 10.4103/0972-0707.57633
26. André CB, Nima G, Sebold M, Giannini M, Price RB. Stability of the light output, oral cavity tip accessibility in posterior region and emission spectrum of light-curing units. *Operative Dentistry*. doi: 10.2341/17-033-L
27. Shimokaga CAK, Harlow JE, Turbino ML, Price RB. Ability of four dental radiometers to measure the light output from nine curing lights. *Journal of Dentistry* 2016;54:48-55 doi: 10.1016/j.jdent.2016.08.010
28. Maghaireh GA, Alzraikat H, Taha NA. Assessing the irradiance delivered from light-curing units in private dental offices in Jordan. *JADA* 2013;144(8):922-927
29. Matallana JJ, Ortiz AH, Rincon MF, Sanchez AC, Aránzazu GC, et al. Intensidad de luz emitida por lámparas de fotocurado en los consultorios odontológicos de Bucaramanga y su área metropolitana. *Revista Ustasalud* 2010;9:41-49
30. Shortall AC, Price RB, MacKenzie L, Burke FJT. Guidelines for the selection, use, and maintenance of LED light-curing units - Part 1. *British Dental Journal* 2016;221(8):453-460. doi: 10.1038/sj.bdj.2016.772
31. Raza F, Hasan M, Azam SI. The effect of different shades, voltages and increment thickness on the polymerization depth of a microhybrid composite. *Int J Prosthodont Restor Dent* 2012;2(2):52-56 doi: 10.5005/jp-journals-10019-1048