

Comparación de técnicas de fotopolimerización para disminuir la contracción de las resinas compuestas

Arellano Flores Alejandra**, Romo Castillo Denise Sarai**, Pérez Rendón Marco Julio***, Solano Villarruel Gabriela*, Flores Arriaga Juan Carlos*, Gaitán Fonseca César Iván*, Reyes Vela Enrique*, Yusa Koichiro****, Masuoka David*

Resumen

La técnica de fotopolimerización es importante para reducir el grado de contracción de curado, mejorando el éxito clínico y estético de las restauraciones de resina compuesta. Objetivo: Evaluar in vitro el efecto de cuatro técnicas de fotopolimerización en la profundidad de curado de una resina compuesta. Material y Métodos: Diez muestras de una resina compuesta se hicieron en cavidades cilíndricas preparadas en placas de cloruro de polivinilo (PVC) (3,0 x 7,0 mm) para cada técnica de fotopolimerización. Cuatro técnicas de fotoactivación se utilizaron en este estudio: de escalera, de rampa, de pulso retardo y tradicional. Las muestras fueron seccionadas longitudinalmente y pulidas para las mediciones de microdureza (kg/mm²), que se llevaron a cabo en 0.1, 1.0, 2.0 y 4.0 mm de la superficie irradiada. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y prueba de Tukey. Resultados: El efecto de los factores estudiados (método de curado y la distancia desde la superficie) y la interacción de estos factores fue estadísticamente significativa ($p < 0,05$). La técnica tradicional de curación registro valores mayores de microdureza (69.6 ± 2.5) en comparación con la técnica de escalera (63.5 ± 3.1) y de pulso retardado (63.9 ± 3.2) en todas las profundidades evaluadas, pero no difiere con la técnica rampa (66.7 ± 4.4) en 0.1 y 1.0 mm de profundidad. Conclusión: Todas las técnicas empleadas proporcionan un curado satisfactorio de la resina compuesta hasta la profundidad de 2.0 mm de la superficie irradiada. LUX MÉDICA AÑO 7, NÚMERO 22, SEPTIEMBRE-DICIEMBRE 2012 PP 11-17

Abstract

Light-curing technique is important to reduce the degree of curing shrinkage, improving clinical and aesthetic success of the composite resin restorations. Objective: Evaluate the effect in vitro of four techniques of curing depth of curing a composite resin. Material and methods: Ten samples of a composite resin were made in cylindrical cavities prepared in PVC (3.0 x 7.0 mm) plates for each light-curing technique. Four light techniques were used in this study: ladder, ramp, pulse delay and traditional. The samples were sectioned longitudinally and polished for the measurement of microhardness (kg/mm²), which were carried out at 0.1, 1.0, 2.0 and 4.0 mm from the irradiated surface. The data were subjected to analysis of variance and Tukey test. Results: The effect of the factors studied (method of curing and the distance from the surface) and the interaction of these factors was statistically significant ($p < 0,05$). Traditional healing technique of microhardness values registry (69.6 ± 2.5) in comparison with the technique of stair (63.5 ± 3.1) and delayed pulse (63.9 ± 3.2) in all evaluated depths, but does not differ with the technical ramp (66.7 ± 4.4) in 0.1 to 1.0 mm in depth. Conclusion: All techniques provide a satisfactory curing of resin composite to the depth of 2.0 mm from the irradiated surface. LUX MÉDICA AÑO 7, NÚMERO 22, SEPTIEMBRE-DICIEMBRE 2012 PP 11-17

Palabras Clave: resinas compuestas, fotopolimerización, contracción

Key words: resin compound, curing, shrinkage

* Profesores Investigadores del Departamento de Estomatología del Centro de Ciencias de la Salud de la Universidad Autónoma de Aguascalientes

** Estudiantes de pregrado, de la carrera de Estomatología del Centro de Ciencias de la Salud, de la Universidad Autónoma de Aguascalientes

*** Estudiante de Posgrado, Departamento de Estomatología del Centro de Ciencias de la Salud de la Universidad Autónoma de Aguascalientes

**** Investigador del Departamento de Prótesis Dental de la Escuela de Posgrado de la Universidad Médico Dental de Tokio,

Fecha de recibido: 1 de agosto de 2012

Fecha de aceptación: 30 de septiembre de 2012

Correspondencia: David Masuoka DDS, MMM, PhD

Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias de la Salud, Departamento de Estomatología, Unidad Médico Didáctica, Edif.101, Ciudad Universitaria Avenida Universidad 940, CP 20131 Aguascalientes, Ags. México. Tel: +52 (449) 910 8438 • david.masuoka@gmail.com • dmasuoka@correo.uaa.mx

Introducción

Las resinas compuestas de fotocurado se han considerado un material de gran importancia en la odontología restauradora, debido a sus propiedades estéticas. Sin embargo, el logro del éxito estético y clínico con este material consiste en varios aspectos, incluyendo la técnica de fotopolimerización.

El proceso de fotocurado de las resinas compuestas se produce en tres fases principales: pre-gel, el punto de gel y post-gel. Durante la fase de pre-gel, el material puede fluir y se somete a cambio molecular, con el fin de compensar las fuerzas de contracción. Durante esta fase, hay un predominio de las cadenas poliméricas lineales. Posteriormente, la resina pasa del estado fluido (pre-gel), al estado viscoso (post-gel), que establece su punto de gel. Durante la fase de post-gel, la resina presenta un alto módulo de elasticidad, pierde su capacidad de fluir y transmite la tensión generada por la contracción de la polimerización en la interfase de restauración y el diente.¹⁻³ En esta etapa, hay un predominio de enlaces cruzados en la estructura del polímero.

Diversos estudios han demostrado que la técnica de curado puede influir en la contracción de polimerización de la resina compuesta.^{2,4-9} El curado incompleto de las resinas compuestas se asocia a una reducción de sus propiedades mecánicas y de biocompatibilidad, el aumento de contenido de monómeros residuales y el rendimiento estético clínico reducido, con una alta tendencia a la pigmentación de la superficie y la posibilidad de filtración marginal. Por lo tanto, diferentes técnicas de fotopolimerización se han sugerido para superar los problemas relacionados con la contracción de la polimerización, así como la sensibilidad postoperatoria y la filtración marginal.^{1,4,5,10,11}

- Técnica de escalera, consiste en una baja intensidad de luz que se aplica por un período determinado, seguido por una intensidad alta de luz por un período adicional determinado.
- Técnica en rampa (progresivo), consiste en una baja intensidad inicial, la cual se aumenta gradualmente durante un período determinado hasta que se alcanza una intensidad alta que se mantienen hasta la finalización de la exposición.
- Técnica de pulso retardo, consiste en una baja intensidad inicial que se aplica durante un período determinado, lo cual es suficiente para permitir el curado de la superficie. Se deja que suceda una polimerización interna durante tres a cinco minutos, realizando el acabado y pulido durante este período, seguido por una segunda exposición con una alta intensidad de luz.

El objetivo de estas técnicas que comprenden el iniciar el fotocurado a una intensidad baja de luz y un tiempo de retardo, es permitir la aparición de la fase de pre-gel, cual proporciona una baja tasa de conversión de monómeros y así permite el flujo de material, dando una baja tensión interna de contracción, proporcionando una buena adaptación marginal. En la etapa final de es-

tas técnicas, la terminación de curado a una alta intensidad de luz proporcionaría un grado adecuado de conversión, que se requiere para lograr propiedades físicas y mecánicas satisfactorias.^{1,8-12} La medición de la microdureza es un indicador de las propiedades mecánicas, físicas y biológicas de un restaurador material.¹¹ La prueba de dureza es un método indirecto que indica el grado de polimerización.¹³ La aplicación de este examen como un parámetro para el análisis de la polimerización está justificada, ya que los estudios han indicado una buena correlación entre el número de dureza Knoop (KHN=kg/mm²) y la espectroscopia de infrarrojo, un método directo que evalúa el grado de conversión del monómero.¹⁰ El objetivo de este estudio fue evaluar in vitro el efecto de cuatro técnicas de fotopolimerización sobre la profundidad de curado de una resina compuesta por medio de pruebas de microdureza.

Material y métodos

Diseño experimental

La hipótesis nula es que no hay diferencia entre las técnicas de curado diferentes entre las diferentes profundidades de cura de la superficie de la resina compuesta. Para probar esta hipótesis nula, en este estudio se utilizó un factorial de 4x4 y los factores de estudio fueron la técnica de polimerización en 4 niveles: Tradicional / continua (T), rampa (R), escalera (E) y pulso retardado (PD). Se tomó en cuenta cuatro niveles de profundidad de polimerizado de 0.1, 1.0, 2.0 y 4.0 mm desde la superficie iluminada, resultando en 16 grupos.

Diez muestras cilíndricas se prepararon utilizando la resina compuesta para cada técnica de polimerización. Las muestras fueron seccionadas longitudinalmente, pulidas y se le realizaron las mediciones de microdureza en las distancias establecidas. Seis marcas se realizaron en cada distancia y el promedio fue obtenido.

La preparación de las muestras

Se utilizó en este estudio la resina compuesta CLEARFIL AP-X (Kuraray, Tokio, Japón). Las muestras fueron fabricados en cavidades cilíndricas (3,0 mm de diámetro x 7,0 mm de altura) preparado en placas de cloruro de polivinilo (PVC). Diez mues-

tras fueron fabricadas para cada método de fotopolimerización: tradicional (continua), rampa (exponencial), dio un paso (dos etapas) y pulso retrasado (retraso del pulso). La técnica de curado tradicional se realizó con la lámpara Lite 2500 (3M/ESPE, Minnesota, EE.UU.). La intensidad se mantuvo constante a 600 mW/cm² durante un período de constante y continuo de 40seg. Para la técnica de rampa se utilizó la función de la lámpara Optilux 501 (Demetron, Kerr, California, EE.UU.). Mediante esta función, la intensidad de la luz aplicada fue exponencial, llegando a 1000 mW/cm² durante los 10 segundos iniciales, seguidos de otros 10 segundos en esta intensidad. La técnica escalera (E) se aplicó con la unidad de VIP (Bisco Inc., Schaumburg, Illinois, EE.UU.), de manera similar a la técnica de pulso retardado. La intensidad de la luz empleada para esta técnica fue seguida por dos etapas, siendo la primera a baja intensidad y la última a una alta intensidad de luz. Los valores de esta intensidad fueron de 200 mW/cm² durante 10 segundos y 600 mW/cm² durante 30 segundos, respectivamente. La técnica de pulso de retardo comprende el tratamiento a altas y bajas intensidades de luz con un intervalo de tiempo. Se aplicó con la unidad de VIP

(Bisco Inc). Las intensidades aplicadas fueron 100 mW/cm² durante 5 seg., seguido por un intervalo de tiempo de tres minutos y un final de luz de curado a 600 mW/cm² durante 30 segundos.

Después del curado, las placas de PVC fueron seccionados longitudinalmente con discos de diamante (Discos Diamond, 15HC # 11-4244; Buehler Ltd., Lake Bluff, Illinois, EE.UU.), junto a una sierra (Isomet vio; Buehler Ltd. EEUU). Ambas mitades de cada muestra fueron fijadas en un disco de acrílico con cera pegajosa. Las superficies de corte de los ejemplares se terminaron y se pulieron en una máquina de pulido (APL Arotec 4; Arotec Ind. Com, São Paulo, SP, Brasil), con los papeles de carburo de silicio en serie de abrasividad (grano 320, 400, 600 y 1200) y fieltro (6µm, 3µm, 1µm) con una suspensión de diamante (Buehler Medadi; Buehler Ltd. EE.UU.) con granos que corresponden a los fieltros. Las muestras se almacenaron bajo condiciones de humedad en ± 37°C durante 24 h antes de la determinación de microdureza.

La medición de microdureza

La profundidad de polimerización se determinó mediante un probador de microdureza (Future Tech con el software de

FM-ARS) con una carga de 25 gr. durante 5 segundos. Este dispositivo proporciona la dureza de Knopp (Kg/mm²). Para cada medio de la muestra se hizo tres marcas, resultando en seis marcas por espécimen. Éstas se hicieron a las profundidades de 0,1, 1,0, 2,0 y 4,0mm de la superficie donde se efectuó la polimerización. Las seis marcas se promediaron (n=10 para cada profundidad). La relación de dureza a 1,0, 2,0 y 4,0mm de la superficie en relación con el valor correspondiente a 0,1 mm fue calculado y el valor > 0,80 (80%) se consideró como aceptable.

Análisis estadístico

Las variables estudiadas fueron: técnica de polimerización en cuatro niveles y la profundidad en la muestra en cuatro niveles con diez repeticiones, lo que resulta en un número de la muestra de 4 x 4 x 10.

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza de dos vías con nivel de significancia del 5%, para la observación de la relación entre la microdureza, la profundidad y la interacción entre los métodos de fotopolimerización, se realizó una prueba de Tukey. El programa SAS (versión 8.02, SAS Institute Inc, Cary, EE.UU.) se utilizó para el análisis y el nivel de significancia del 5%.

Resultados

Los valores registrados de la escala de Knoop de las muestras que se utilizaron en los cuatro métodos de estudio, así como la desviación estándar y el porcentaje de polimerización en relación con la región más superficial se presentan en la Tabla 1. Hasta la profundidad de 2,0 mm, todas las técnicas de polimerización mostraron una dureza relativamente aceptable en comparación con el valor de 0,1 mm (≥0,80) (Tabla 1).

Hubo un efecto estadísticamente significativo para el método de la interacción entre la distancia de polimerizado des-

de la superficie y de los factores aislados (p<0,05). Para todas las profundidades de polimerización, el método tradicional presentó una mayor escala de Knoop en comparación con los valores de las nuevas técnicas de fotopolimerización, como son la técnica de escalera y la de pulso (p<0,05). La técnica de rampa fue similar al método tradicional, a profundidades de 0,1 y 1,0 mm (p>0,05), pero presentó valores bajos en la parte más profunda (p<0,05). Los valores de microdureza independientemente de la técnica de polimerización utilizada, disminuyeron de acuerdo con la distancia desde la superficie externa (p<0,05).

Tabla 1

Profundidad (mm)	Técnicas de Polimerización			
	Tradicional	Rampa	Pulso retardado	Escalonado
0.1	73.5 ± 3.3 Aa	71.7 ± 6.0 Aab	68.2 ± 3.7 Ab	67.7 ± 3.2 Ab
1.0	69.3 ± 2.4 Ba [0.94]*	66.6 ± 3.4 Bab [0.93]*	63.2 ± 3.2 Bb [0.93]*	63.0 ± 3.3 Bb [0.93]*
2.0	66.0 ± 1.9 Ca [0.90]*	61.9 ± 3.8 Cb [0.86]*	60.4 ± 2.8 Cb [0.88]*	59.8 ± 2.9 Cb [0.88]*
4.0	58.8 ± 2.6 Da [0.80]*	48.7 ± 4.7 Db [0.68]*	51.5 ± 3.1 Db [0.77]*	50.9 ± 3.0 Db [0.75]*

La microdureza de Knoop (Kg/mm²) significa (\pm desviación estándar, n=10) de las muestras, de acuerdo con las técnicas de polimerización y la profundidad (mm) de la superficie externa irradiada.

Las diferentes letras indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$); las mayúsculas comparan el efecto de la profundidad de curado para cada técnica de polimerización (en columnas) y las letras minúsculas comparan las técnicas de polimerización para cada profundidad de curado (dentro de los carriles). * [Rango de microdureza con respecto al valor de 0,1 mm]

Discusión

Idealmente, el grado de polimerización debe ser la misma en toda la profundidad de la restauración, y la relación de dureza (más externa / más interna) debe ser igual a 1 ó un valor cercano. Cuando un incremento de resina compuesta es polimerizado, la luz pasa a través de su interior y pierde intensidad debido a la dispersión, dando lugar a una polimerización efectivamente inferior.¹⁴ Esta dispersión de la luz en el interior de la masa del material conduce a la diferencia de microdureza entre las superficies externas e internas. La fotopolimerización de las resinas compuestas se considera adecuada cuando esta proporción es igual o superior al 80% (n=0,80).^{11,14} Con respecto a los valores promedio en la escala de Knoop sobre la profundidad y los métodos evaluados, la relación de polimerización hasta la profundidad de 2,0 mm (Tabla 1), fue mayor que el reportado por algunos autores. Estos datos confirman la recomendación de que los incrementos de resina debería limitarse a un espesor máximo de 2,0 mm para lograr resultados de polimerización satisfactorios.^{2, 4,5,8,10,11,14}

En cuanto a la eficacia de las nuevas técnicas modulatorias de polimerización, los resultados del presente estudio indicaron que son favorables, como se demuestra con la prueba de dureza de Knoop, cuando estas técnicas se aplicaron utilizando los mismos tiempos de curado, intensidades y materiales, como ha sido reportado en otros estudios.^{2-5,11,12,15}

Con respecto a las nuevas técnicas de fotopolimerización en el presente estudio, la técnica de rampa fue capaz de polimerizar 2,0 mm de resina compuesta en un tiempo más corto (20 seg), incluso con una menor densidad de luz, al compararla con la técnica tradicional, por otra parte, los valores de microdureza obtenidos también fueron satisfactorios. Teniendo en cuenta que mientras mayor es el grado de conversión, mayor es la microdureza, los resultados actuales confirman los resultados obtenidos por Bouschlicher, y cols.⁴ De manera similar a los valores de microdureza obtenidos para las técnicas de rampa y tradicional de hasta 2 mm de profundidad en nuestro estudio, estos autores encontraron un grado similar de conversión entre estos dos métodos,

estableciendo que es posible reducir la tasa de conversión de hasta 1 mm por debajo de la superficie más externa por medio de la técnica de rampa. Sin embargo, esto no afectó significativamente la conversión total del material con el uso de ambas técnicas. Inicialmente, la baja tasa de conversión con la técnica de rampa permite una reducción en la tasa de tensión y contracción máxima, sin dañar las propiedades físicas de la resina compuesta.^{2,10,15-17} Otros estudios investigaron las fuerzas generadas durante la contracción de la polimerización, y demostraron que la fase de pre-gel es extremadamente rápida en las resinas compuestas polimerizadas con altas intensidades de luz, tal como se utiliza en la técnica convencional de luz continua (600mw/cm² - 40 seg), siendo esto es un aspecto negativo de esta técnica.^{6,8,15,16}

Los valores de microdureza obtenidos por la técnica de escalera y de pulso fueron menores que los obtenidos con la técnica tradicional. A pesar de la diferencia numérica entre los grupos como se ve en la tabla 1, dichas técnicas proporcionan una polimerización satisfactoria, como fue demostrado por De Wald, y cols¹¹ y Rueggeberg, y cols¹⁴ Los cuales estudiaron esto con el fin de validar el comportamiento mecánico de la resina compuesta, sin embargo, desde un punto de vista clínico, esto no puede ser considerado como un elemento aislado que afecta el comportamiento de una restauración. Con respecto a la técnica de escalera, los resultados encontrados por Bouschlincher, y cols², que comprende la comparación de la intensidad de la fuerza y la fuerza máxima de contracción, no demostró ninguna diferencia entre la técnica tradicional y de escalera.

A pesar de la baja intensidad de luz inicial, las técnicas de polimerización pueden dar lugar a reducir la contracción de polimerización debido al alivio de la tensión, ya que esto permite que se produzcan el flujo durante su colocación.^{4,5,6} Sin embar-

go, las propiedades de algunos materiales químicos y físicos podrían verse afectadas negativamente, produciendo un polímero mecánicamente más frágil. Un estudio reciente encontró que una baja densidad de potencia aplicada a la resina compuesta en los períodos iniciales de la reacción de polimerización, resultó en polímeros con una mayor susceptibilidad al ablandamiento en etanol, a pesar de lograr un grado comparable de polimerización a la de la técnica convencional continua.¹⁸ Se ha postulado que la polimerización de inicio lento, probablemente esta relativamente asociada con pocos centros de crecimiento del polímero, lo que genera un pequeño número de radicales libres, dando lugar a una estructura polimérica más lineal con una menor densidad de unión cruzada, como se demuestra con la temperatura de transición vítrea reducida y el aumento a la susceptibilidad a la degradación con etanol.¹⁸⁻²⁰

Aunque la técnica de pulso dio valores más bajos de microdureza que los alcanzados por el método tradicional, debido a la menor densidad de luz, el material presenta también un grado aceptable de polimerización (n=0,80).^{11,14} Los resultados de otros estudios corroboran este hallazgo, donde se ha reportado que la intensidad inicial con poca luz no da lugar a una disminución considerable en las propiedades mecánicas.^{2,3,8,11,12,14,15} Por otra parte, existe literatura específica que ha reportado que las técnicas de fotopolimerización que comprenden la poca intensidad inicial de luz proporcionan un mejor sellado marginal que aquellos que utilizan una alta intensidad de luz.^{1,4,5,7-11,13,16,18}

Este estudio evaluó con profundidad la microdureza de las resinas compuestas con diversas técnicas de fotopolimerización. Sin embargo, es necesario realizar estudios clínicos y de laboratorio sobre los vectores de fuerza y contracción, y las diferencias producidas por la característica inherente a este material, con el fin de determinar el

rendimiento real de las técnicas de polimerización en relación a la contracción y el

rendimiento de las restauraciones de resina compuesta a largo plazo.

Conclusiones

Con este estudio pudimos concluir que:

1. La polimerización de la resina compuesta por medio de las cuatro técnicas de fotopolimerización proporcionaron los medios decrecientes de microdureza en relación a la superficie, de acuerdo con el aumento de la profundidad analizada.
2. En cuanto a la profundidad correspondiente al incremento resina recomendado por el fabricante (2,0 mm), todas las técnicas de fotopolimerización proporcionaron una dureza de satisfactoria.
3. El uso de una baja intensidad inicial para la polimerización de las resinas compuestas no pone en peligro la microdureza hasta una profundidad de 2,0 mm.

Bibliografía

- 1 Davidson CL, Feilzer AJ. Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restorations. *J Dent.* 1997;25(6):435-40.
- 2 Sakaguchi RL, Berge HX. Reduced light energy density decreases post-gel contraction while maintaining degree of conversion in composites. *J Dent.* 1998;26(8):695-700.
- 3 Soh MS, Yap AUJ. Influence of curing modes on crosslink density in polymer structures. *J Dent.* 2004;32(4):321-6.
- 4 Bouschlicher MR, Rueggeberg FA. Effect of ramped light intensity on polymerization force and conversion in a photoactivated composite. *J Esthet Dent.* 2000;12(6):328-39.
- 5 Bouschlicher MR, Rueggeberg FA. Effect of stepped light intensity on polymerization force and conversion in a photoactivated composite. *J Esthet Dent.* 2000;12(1):23-32.
- 6 Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite resin for two different curing modes. *Dent Mater.* 1993;9(1):2-5.
- 7 Feilzer AJ, Dooren LH, De Gee AJ, Davidson CL. Influence of light intensity on polymerization shrinkage and integrity of restoration-cavity interface. *Eur J Oral Sci.* 1995;103(5):322-6.
- 8 Kanca J 3rd, Suh BI. Pulse activation: reducing resin-based composite contraction stresses at the enamel cavosurface margins. *Am J Dent.* 1999;12(3):107-12.
- 9 Lim BS, Ferracane JL, Sakaguchi RL, Condon JR. Reduction of polymerization contraction stress for dental composites by two-step light activation. *Dent Mater.* 2002;18(6):436-44.
- 10 Davidson CL, De Gee AJ. Relaxation of polymerization contraction stresses by flow in dental composites. *J Dent Res.* 1984;63(2):146-8.
- 11 De Wald JP, Ferracane JL. A comparison of four modes of evaluating depth of cure of light-cured restorative materials. *J Prosthet Dent.* 1987;66(3):727-30.
- 12 Witzel MF, Calheiros FC, Gonçalves F, Wawano Y, Braga RR. Influence of photoactivation method on conversion, mechanical properties, degradation in ethanol and contraction of resin-based materials. *J Dent.* 2005;33(9):773-9.
- 13 Asmussen E. Composite restorative resins: composition versus wall-to-wall polymerization contraction. *Acta Odontol Scand.* 1975;33(6):337-44.
- 14 Rueggeberg FA, Caughman WF, Curtis JW, Davis HC. Factors affecting cure at depths within light-activated resin composites. *Am J Dent.* 1993;6(2):91-5.
- 15 Yap AUJ, Soh MS, Siow KS. Post gel shrinkage with pulse activation and soft-start polymerization. *Oper Dent.* 2002;27(1):81-7.
- 16 Kinomoto Y, Torri M. Photoelastic analysis of polymerization contraction stresses in resin composite restorations. *J Dent.* 1998;26(2):165-71.
- 17 Ferracane JL. Elution of leachable components from composites. *J Oral Rehabil.* 1994;21(4):441-52.
- 18 Asmussen E, Peutzfeldt A. Influence of pulse-delay curing on softening of polymer structures. *J Dent Res.* 2001;80(6):1570-3.
- 19 Kamath U, Sheth H. Role of delayed light polymerization of dual-cured composite base on marginal adaptation of class II posterior composite open-sandwich restoration. *Indian J Dent Res.* 2012;23(2):296.
- 20 Lee DS, Jeong TS, Kim S, Kim HI, Kwon YH. Effect of dual-peak LED unit on the polymerization of co-initiator-containing composite resins. *Dent Mater J.* 2012;31(4):656-61.

LUX MÉDICA

