

REVISIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE RESINAS COMPUESTAS BULK-FILL

STATE OF THE ART OF BULK-FILL RESIN-BASED COMPOSITES: A REVIEW

CAMILA CORRAL NÚÑEZ<sup>1</sup>, PATRICIO VILDÓSOLA GREZ<sup>2</sup>, CRISTIAN BERSEZIO MIRANDA<sup>3</sup>,

EDSON ALVES DOS CAMPOS<sup>4</sup>, EDUARDO FERNÁNDEZ GODOY<sup>5</sup>

**RESUMEN.** Recientemente han aparecido las resinas compuestas bulk-fill (RBFs), las cuales, de acuerdo a los fabricantes, se podrían utilizar para restaurar cavidades en incrementos de 4-5 mm. Esto significaría probablemente una simplificación importante de la técnica, con respecto a la técnica incremental. Sin embargo, las propiedades y modos de empleo de las RBFs varían significativamente entre ellas. Además, debido a su corta data de aparición en el mercado, todavía existe una escasez de estudios clínicos que avalen el desempeño clínico de estos materiales. Este artículo tiene como objetivo realizar una revisión del estado del arte de la literatura disponible en la base de datos Medline/Pubmed y ScIELO, publicados entre los años 2000 al 2014, detallándose la composición, clasificación y los resultados de las investigaciones publicadas actualmente.

**Palabras clave:** materiales dentales, restauración dental permanente, resinas sintéticas.

Corral C, Vildósola P, Bersezio C, Alves Dos Campos E, Fernández E., Revisión del estado actual de resinas compuestas Bulk-Fill. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2015; 27(1): 177-196. DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v27n1a9>

---

**Abstract.** Bulk-fill resin-based composites (RBCs) have recently been introduced on the market, and according to the manufacturers, they could be used to restore cavities in 4- or 5-mm thick increments. This would probably mean a major technique simplification compared to the incremental technique. However, the properties and modes of use of RBCs vary significantly between one and the other. In addition, due to their recent appearance on the market, there are not enough studies that validate the clinical performance of these materials. This article aims to conduct a state of the art review of the available literature on the Medline/Pubmed and ScIELO databases, published between 2000 and 2014, describing the composition, classification, and results of studies currently published.

**Key words:** dental materials, permanent dental restoration, synthetic resins.

Corral C, Vildósola P, Bersezio C, Alves Dos Campos E, Fernández E. State of the art of bulk-fill resin-based composites: a review. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2015; 27(1): 177-196. DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v27n1a9>

- 
1. Odontólogo, MClínDent. Ph.D (p) UNESP, Instructor, Departamento de Odontología Restauradora, Facultad de Odontología, Universidad de Chile, Chile
  2. Odontólogo, Ph.D (c). Profesor asistente, Departamento de Odontología Restauradora, Facultad de Odontología, Universidad de Chile, Chile.
  3. Odontólogo, Ph.D (c). Ayudante, Departamento de Odontología Restauradora, Facultad de Odontología, Universidad de Chile, Chile.
  4. Odontólogo, Ph.D. Profesor Livre Docencia, Departamento de Odontología Restauradora, UNESP- Araraquara, Brasil
  5. Odontólogo, Ph.D (c). Profesor asociado, Departamento de Odontología Restauradora, Facultad de Odontología, Universidad de Chile, Chile.

- 
1. DMD, MClínDent. Ph.D (p) UNESP, Instructor, Department of Restorative Dentistry, School of Dentistry, Universidad de Chile, Chile.
  2. DMD, Ph.D. (c). Assistant Professor, Department of Restorative Dentistry, School of Dentistry, Universidad de Chile, Chile.
  3. DMD, Ph.D. (c). Assistant Professor, Department of Restorative Dentistry, School of Dentistry, Universidad de Chile, Chile.
  4. DMD, Ph.D. Professor LD, Restorative Dentistry Department, School of Dentistry Araraquara, UNESP, Brazil.
  5. DMD, Ph.D. Associate Professor, Department of Restorative Dentistry, School of Dentistry, Universidad de Chile, Chile.

RECIBIDO: AGOSTO 5/2014-ACEPTADO: SEPTIEMBRE 16/2014

SUBMITTED: AUGUST 5/2014-ACCEPTED: SEPTEMBER 16/2014

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, la utilización de restauraciones en base a resinas compuestas (RCs) fotopolimerizables se ha masificado, incluyendo su uso en el sector de dientes posteriores, debido a su adecuado comportamiento mecánico y a sus atractivas características estéticas.<sup>1</sup> Sin embargo, la técnica de restauración en una preparación cavitaria es compleja, debiendo ser realizada mediante una técnica incremental.<sup>2</sup> Esta técnica se utiliza por dos grandes razones, primero debido a que la profundidad de curado de estos materiales es limitada, impidiendo la total polimerización de incrementos mayores, y segundo debido a que se intenta controlar los efectos de la contracción del material al producirse la reacción de polimerización.<sup>3-7</sup> De esta forma, tanto investigadores como clínicos en general, han concordado en la necesidad de aplicar este producto en incrementos de hasta 2 mm.<sup>2</sup> Es así como, en caso de preparaciones profundas o extensas, se deben aplicar varias capas del material, siendo un trabajo de alta complejidad técnica que consume tiempo al clínico, además de involucrar ciertos riesgos como la incorporación de burbujas de aire o contaminación entre capas.<sup>8,9</sup>

Como respuesta a estas dificultades, en el último tiempo ha aparecido una nueva generación de RCs, denominadas como “RC Bulk-Fill” (RBF).<sup>10</sup> Este término ha sido utilizado por los fabricantes para referirse a RCs que se podrían aplicar en un incremento de hasta 4-5 mm, mediante una técnica de monobloque o una capa. Sin embargo, se ha generado un gran debate respecto a si es posible aplicar este tipo de resina con incrementos del doble de grosor indicado en RCs convencionales, manteniendo las mismas características físicas, mecánicas y biológicas de las RCs convencionales.<sup>6,11-13</sup>

A la luz de los recientes esfuerzos de los fabricantes por promover el uso de RBF, es importante entonces analizar cuáles han sido los cambios en la tecnología de estos productos que han permitido realizar esta publicidad y verificar si su desempeño en situaciones clínicas es comparable a los resultados obtenidos por RCs convencionales usadas con técnica incremental.

## INTRODUCTION

The use of light-cured resin-based composite (RBC) restorations has recently become popular, including their use on teeth in the posterior region, due to their suitable mechanical behavior and their attractive aesthetic features.<sup>1</sup> However, restoring a cavity preparation is a complex task and must be carried out using an incremental technique.<sup>2</sup> This technique is used for two major reasons: first, because these materials have limited curing depth, preventing total polymerization of greater increments, and secondly because clinicians seek to control the material's shrinking effects due to polymerization reactions.<sup>3-7</sup> This is why researchers and clinicians alike have agreed on the need of applying this product in increments of up to 2 mm.<sup>2</sup> Therefore, in the case of deep or extensive preparations, several layers of the material must be applied, resulting in a highly-complex time-consuming work for the clinician, and involving certain risks such as the formation of air bubbles or contamination in between layers.<sup>8,9</sup>

In response to these difficulties, a new generation of RBCs has been introduced, known as “Bulk-Fill RBCs”.<sup>10</sup> This term has been used by manufacturers to refer to RBCs which could be used in 4- or 5-mm thick increments using a monoblock or single-layer technique. However, there is much debate as to whether it is possible to apply this type of resin with increments of twice the thickness indicated for conventional RBCs, maintaining the same physical, mechanical, and biological properties of conventional RBCs.<sup>6,11-13</sup>

In light of the recent efforts of manufacturers to promote the use of bulk-fill RBCs, it is important to analyze the recent changes in the technology of these products that have led to their advertising and to check if their performance in clinical situations is comparable to the results obtained by conventional RBCs used with the incremental technique.

Por consiguiente, el objetivo de la presente revisión es entregar información del estado del arte de las RBF proveniente de estudios de alto impacto, publicados a nivel global. La metodología de la revisión se diseñó en base a la búsqueda en la base de datos Medline/Pubmed y SciELO, entre enero 2000 y mayo 2014, utilizando las palabras claves “Bulk Fill”, “Bulk Fill Resin”, “Bulk Fill Composite (s)”, “Bulk Fill Dental”, “Bulk technique”.

## CLASIFICACION DE LAS RBFs:

Surefil® SDR® flow (Dentsply Caulk) apareció en el mercado en el 2010, convirtiéndose en la primera RC de este tipo que promulgó la posibilidad de ser aplicada en incrementos de hasta 4 mm.<sup>14</sup> Esta RBF, al igual que otras que aparecieron con posterioridad (x-tra base, VOCO; Filtek™ BulkFill Flowable, 3M ESPE; Venus® BulkFill, Heraeus Kulzer), tienen una consistencia similar a la de las resinas fluidas y han sido indicadas para ser usadas como base en cavidades clase I y II de Black, requiriendo una capa adicional de 2 mm de RC convencional en la cara oclusal.<sup>14-18</sup>

Posterior a esto, han aparecido otras resinas de consistencia normal como Tetric Evoceram® Bulkfill (Ivoclar Vivadent) y x-tra fil (VOCO) que se pueden usar en incrementos de hasta 4 mm sin la necesidad de una capa oclusal extra realizada con otro material.<sup>19, 20</sup> Junto con este tipo, existe una tercera variación, como es SonicFill™ (Kerr), que corresponde a una RBF que necesita de una pieza de mano sónica especial para su aplicación y que el fabricante incluso ha patrocinado que puede ser usado hasta en un incrementos de 5mm.<sup>21</sup> Esta es activada por medio de vibración sónica, produciéndose una baja momentánea en la viscosidad durante su aplicación. Esta resina también está indicada en clases I y II prescindiendo de una cubierta oclusal.<sup>21</sup>

De esta manera, es posible establecer una clasificación de acuerdo a su viscosidad, indicación de uso y técnica de aplicación de estos materiales (figura 1).

Therefore, the objective of this review is to provide information on the state of the art of bulk-fill RBCs based on high-impact studies published globally. The methodology for this review consists on searching the Medline/Pubmed and SciELO databases, between January 2000 and May 2014, using these key words: “Bulk Fill”, “Bulk Fill Resin”, “Bulk Fill Composite(s)”, “Bulk Fill Dental”, and “Bulk technique”.

## Classification of bulk-fill RBCs

Surefil SDR® flow (Dentsply Caulk) appeared on the market in 2010, becoming the first RBC of this type that touted the possibility of being applied in increments of up to 4 mm.<sup>14</sup> The consistency of this bulk-fill RBC, as well as that of others that appeared later (such as x-tra base, VOCO; Filtek™ BulkFill Flowable, 3M ESPE; Venus® BulkFill, Heraeus Kulzer), is similar to that of flowable resins and has been indicated as the base in class I and class II Black cavities, requiring an additional layer of 2 mm of conventional RBC in the occlusal side.<sup>14-18</sup>

Other resins of conventional consistency appeared later, including Tetric Evoceram® Bulkfill (Ivoclar Vivadent) and x-tra fil (VOCO), which can be used in increments of up to 4 mm without the need for an extra occlusal layer made of a different material.<sup>19, 20</sup> Yet there is a third variation: SonicFill™ (Kerr), a bulk-fill RBC that needs a special sonic handpiece for its application and whose manufacturer has even touted that it can be used in 5 mm increments.<sup>21</sup> It is activated by means of sound vibration, producing a momentary drop in viscosity during application. This resin is also indicated in classes I and II with no occlusal layer.<sup>21</sup>

It is then possible to establish a classification of these materials according to their viscosity, indication of use, and application technique (figure 1).

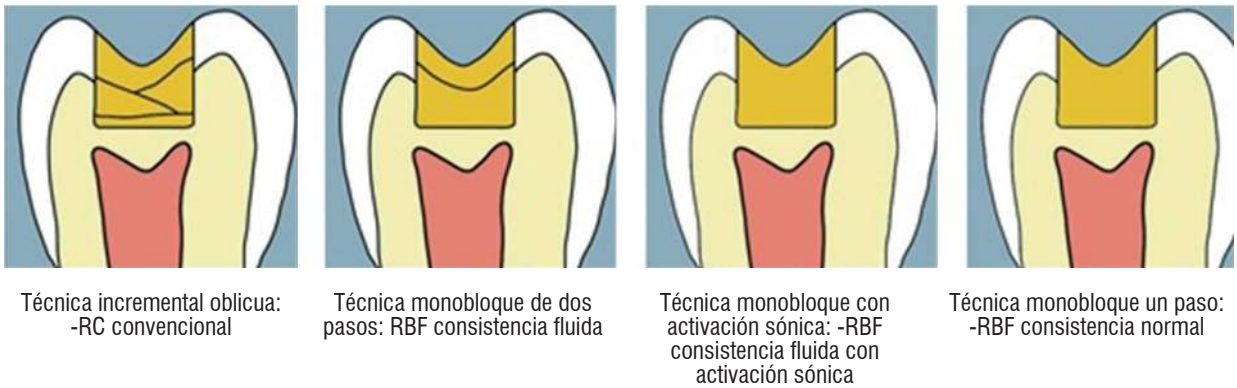


Figura 1. Ilustración de la técnica incremental oblicua de aplicación de RCs convencionales y de los tres tipos de técnicas de aplicación de RBFs

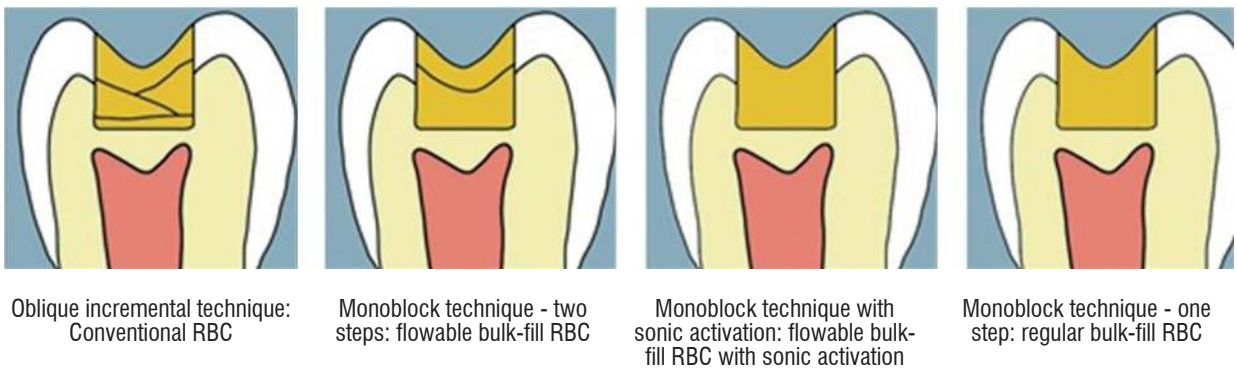


Figure 1. Illustration of the oblique incremental technique to apply conventional RBCs and the three types of bulk-fill RBCs application techniques

- RBF de viscosidad fluida para ser usada como base cavitaria.
  - RBF de viscosidad fluida activada sónicamente para ser usada como material de restauración directa.
  - RBF de viscosidad normal para ser usada como material de restauración directa. A pesar de que los fabricantes indican el uso de este material en toda la cavidad, hay que mencionar que se ha recomendado, en algunos casos, la adición de una última capa superficial de RC convencional para otorgar mejores propiedades estéticas.<sup>22</sup>
- Flowable bulk-fill RBC to be used as cavity base.
  - Flowable bulk-fill RBC with sonic activation to be used as direct restorative material.
  - Bulk-fill RBC of regular viscosity to be used as direct restorative material. While manufacturers indicate the use of this material in the entire cavity, it is important to mention that in some cases it has been recommended to add a final surface layer of conventional RBC to provide better esthetic properties.<sup>22</sup>

## COMPOSICIÓN DE RBFs

En términos generales, la composición de RBF no difiere mucho de las RC convencionales<sup>18</sup> (tabla 1). La matriz de estas resinas se basa principalmente en monómeros de Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, EBPDMA.<sup>18</sup> Sin embargo, en algunos casos se han agregado monómeros distintos y/o modificado el clásico monómero de Bowen (Bis-GMA:2,2-bis[4-(2-hydroxy-3-methacryloxyprpoxy) phenyl] propane)<sup>14, 15</sup> por monómeros de menor viscosidad.<sup>10, 23, 24</sup>

## COMPOSITION OF BULK-FILL RBCs

In general terms, the composition of bulk-fill RBCs does not differ much from that of conventional RBCs<sup>18</sup> (table 1). The matrix of these resins is mainly based on monomers of Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, and EBPDMA.<sup>18</sup> However, in some cases various monomers have been added and/or the classic Bowen monomer (Bis-GMA:2,2-bis[4-(2-hydroxy-3-methacryloxyprpoxy) phenyl] propane) has been modified<sup>14, 15</sup> by monomers of lower viscosity.<sup>10, 23, 24</sup>

Tabla 1. Clasificación de RBF de acuerdo a viscosidad

	Fabricante	Grosor de incremento (según fabricante en mm)	Matriz	Relleno	% de relleno inorgánico (por volumen/por peso)
<b>Resinas Bulk-Fill viscosidad fluidas</b>					
Venus Bulk Fill <sup>17</sup>	Heraeus Kulzer	4	UDMA, EBPDMA	Ba-Al-F- silicatos, YbF3, SiO2	38% /65%
Filtek Bulk-Fill flowable restorative <sup>15</sup>	3M ESPE	4	BisGMA, UDMA, BisEMA, Procylyat	Combinación de trifluoruro de Iterbio y partículas de Zirconia/Silice	42,5%/64,5%
Surefil® SDR® flow <sup>14, 38</sup>	Dentsply Caulk	4	UDMA Modificado, TEGDMA, EBPDMA	Bario y Estroncio F-Al- silicato	45%/68%
x-tra base <sup>16</sup>	VOCO	4	Matriz de metacrilatos	Relleno inorgánico	-/75%
<b>Resinas Bulk-Fill viscosidad fluida con activación sónica</b>					
Sonic Fill <sup>21, 38</sup>	Kerr	5	BisGMA, TEGDMA, EBPDMA	SiO2, vidrio, óxidos	- / 83,5%
<b>Resinas Bulk-Fill viscosidad normal</b>					
Tetric Evoceram Bulkfill <sup>18</sup>	Ivoclar-Vivadent	4	BisGMA, UDMA Dimetacrilatos	Vidrio de Bario, Trifluoruro de Iterbio, prepolimero y óxidos	80% (incluyendo prepolimero) /60%
x-tra fill <sup>20</sup>	VOCO	4	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA	Relleno inorgánico	70,1% / 86%

Table 1. Bulk-fill RBC classification by viscosity

	Manufacturer	Thickness increment in mm (according to manufacturer)	Matrix	Filling	% of inorganic filler (by volume / weight)
<b>Flowable Bulk-Fill resins</b>					
Venus Bulk Fill <sup>17</sup>	Heraeus Kulzer	4	UDMA, EBPDMA	Ba-Al-F -silicates, YbF3, SiO2	38% / 65%
Filtek Bulk-Fill flowable restorative <sup>15</sup>	3M ESPE	4	BisGMA, UDMA, BisEMA, Procylyat	Combination of ytterbium trifluoride and Zirconia/silica particles	42.5% / 64.5%
Surefil® SDR® flow <sup>14, 38</sup>	Dentsply Caulk	4	Modified UDMA, TEGDMA, EBPDMA	Barium and strontium F-Al-silicate	45% / 68%
x-tra base <sup>16</sup>	VOCO	4	Matrix of methacrylates	Inorganic filler	-/ 75%
<b>Flowable Bulk-Fill resins with sonic activation</b>					
Sonic Fill <sup>21, 38</sup>	Kerr	5	BisGMA, TEGDMA, EBPDMA	SiO2, glass, oxides	-/ 83.5%
<b>Regular Bulk-Fill resins</b>					
Tetric Evoceram Bulkfill <sup>18</sup>	Ivoclar-Vivadent	4	BisGMA, UDMA Dimethacrylates	Barium glass, ytterbium trifluoride, prepolymer and oxides	80% (including prepolymer) / 60%
x-tra fill <sup>20</sup>	VOCO	4	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA	Inorganic filler	70.1% / 86%

El fabricante de la RBF Surefill SDR flow patentó una resina de dimetacrilato de uretano que, indica, posee la tecnología SDR (“stress decreasing resin”) que permitiría una mayor flexibilidad de la molécula disipando así el estrés generado al momento de polimerizar.<sup>10,14</sup> 3M ESPE declara que la composición de Filtek Bulkfill flowable se basa en 4 monómeros: BisGMA, UDMA, Procrylat y BisEMA, los cuales son de alto peso molecular, lo que le permite un menor desarrollo de contracción por polimerización. Junto con esto, la adición del monómero Procrylat permitiría una mayor fluidez y con ello un menor desarrollo de estrés por polimerización.<sup>25</sup>

En cuanto al sistema de iniciación de polimerización, mayores cambios no han sido declarados por los fabricantes, a excepción de Ivoclar Vivadent.<sup>18, 19</sup> Tetric Evoceram Bulkfill (Ivoclar Vivadent), posee un nuevo booster de iniciación de polimerización llamado Ivocerin, el cual es descrito como un sistema iniciador en base a Germanio de mayor reactividad que la canforoquinona, debido a su mayor absorción en el segmento de 400 a 450 nm.<sup>26</sup> Además, se indica, posee un filtro de contaminación de luz que asegura un adecuado tiempo de trabajo clínico.<sup>26</sup>

En relación a la cantidad de relleno de estas resinas, se han observado porcentajes de relleno menores a RC convencionales microhíbridas y nanohíbridas, comparables a las RC fluidas en porcentaje de relleno por volumen, pero mayores por peso.<sup>18</sup> Se ha propuesto que esta menor proporción de relleno, junto al aumento de tamaño (20µm) de este en algunas RBF, podrían aumentar la profundidad de curado al disminuir la diferencia de índice de refracción entre matriz y relleno, mejorando así la penetración de la luz.<sup>18, 27, 28</sup>

Sin embargo, a pesar de que los fabricantes han declarado algunos componentes con sus respectivas modificaciones, aún existen componentes específicos que son ampliamente desconocidos, los cuales pueden influir en el comportamiento clínico final.<sup>29</sup>

The manufacturer of RBC Surefil SDR flow patented a resin of dimethacrylate urethane that, as they indicate, includes the stress decreasing resin technology (SDR), which allows greater molecule flexibility thus avoiding the stress generated at the time of curing.<sup>10,14</sup> 3M ESPE claims that Filtek Bulkfill flowable is based on 4 monomers: BisGMA, UDMA, Procrylat, and BisEMA, which have high molecular weight, reducing the development of shrinkage by polymerization. Furthermore, the addition of the Procrylat monomer would allow greater fluidity and thus would lower polymerization stress.<sup>25</sup>

Concerning the polymerization initiation system, major changes have not been announced by the manufacturers, with the exception of Ivoclar Vivadent.<sup>18, 19</sup> Tetric Evoceram Bulkfill (Ivoclar Vivadent) has a new polymerization initiation booster called Ivocerin, which is described as an initiator system based on Germanium of greater reactivity than that of camphorquinone, due to its greater absorption of 400 to 450 nm.<sup>26</sup> It reportedly also has a filter of light pollution that ensures proper clinical work time.<sup>26</sup>

Concerning the amount of filling of these resins, filling percentages lower than conventional microhybrid and nanohybrid RBCs have been observed, comparable to the flowable RBCs in filling percentage by volume, but higher by weight.<sup>18</sup> It has been proposed that this lower proportion of filler, along with increased size (20µm) could increase curing depth in some bulk-fill RBCs by reducing the difference in refractive index between matrix and filling, thus improving light penetration.<sup>18, 27, 28</sup>

The materials are described according to manufacturer, suggested thickness increase, and composition. However, while the manufacturers have described some components and their respective modifications, there are still specific components that are widely unknown—something that can influence the final clinical behavior.<sup>29</sup>

## EVIDENCIA CIENTÍFICA SOBRE EL DESEMPEÑO DE RBF EN ESTUDIOS *IN VITRO*

### Profundidad de curado

Una de las características relevantes a evaluar en este tipo de resinas es verificar si es posible obtener una adecuada profundidad de curado en incrementos de resina de 4 mm o más como lo indican los fabricantes. Una de las históricas desventajas de las RC fotopolimerizables es su limitada profundidad de curado con la posibilidad de insuficiente conversión de monómero en el fondo de la preparación cavitaria,<sup>5</sup> lo cual es relevante, ya que se ha demostrado que una polimerización deficiente puede provocar: degradación de la RC, deficientes propiedades mecánicas y reacciones biológicas adversas debido a la liberación de componentes monoméricos que no han sido polimerizados.<sup>30-36</sup>

De acuerdo a la norma ISO 4049-2009, la profundidad de curado no debe ser menor a 0,5 mm menos de lo establecido por el fabricante.<sup>37</sup> Un estudio realizado recientemente por la ADA evaluó la profundidad de curado de 10 RBFs distintas.<sup>38</sup> Los resultados obtenidos mostraron valores de profundidad de curado igual o mayores a lo requerido por la ISO en las RBFs: Quixx Posterior Restorative, x-tra fill, Filtek Bulk Fill Flowable, Surefil SDR, Venus Bulk Fill y x-tra base. Sin embargo, las RBFs SonicFill, Tetric EvoCeram Bulkfill y Alert Condensable Composite no alcanzaron los valores requeridos por esta regulación.<sup>38</sup>

Otros estudios han ocupado también la metodología indicada por la especificación ISO, encontrando resultados similares. García y colaboradores<sup>39</sup> reportaron para SonicFill valores de profundidad de curado de 3,46 mm en promedio, estando así bajo la norma ISO, mientras que las resinas Surefil SDR y Venus Bulk fill arrojaron valores que cumplen con dicha especificación (profundidad de curado promedio: 5,01 mm). Los autores explican que la menor profundidad de curado de Sonic-Fill se puede deber a la menor transmisión de la luz por el material, debido a posibles pigmentos de la resina,

## SCIENTIFIC EVIDENCE ON THE PERFORMANCE OF BULK-FILL RBCs IN *IN VITRO* STUDIES

### Curing depth

One of the relevant characteristics that need to be assessed in this type of resins is whether it is possible to obtain adequate curing depth in resin increments of 4 mm or more as indicated by the manufacturers. One of the common disadvantages of photo-cured RBCs is their limited curing depth and the possibility of insufficient monomer conversion in the bottom of the cavity preparation,<sup>5</sup> this is relevant because it has been shown that poor photo-curing may cause RBC degradation, poor mechanical properties, and unwanted biological reactions due to the release of monomeric components that have not been polymerized.<sup>30-36</sup>

According to the ISO 4049-2009 standard, curing depth should not be less than 0.5 mm than what has been established by the manufacturer.<sup>37</sup> A study recently conducted by the ADA evaluated the curing depth of 10 different bulk-fill RBCs.<sup>38</sup> The results showed curing depth values equal or greater than what is required by the ISO in bulk-fill RBCs: Quixx Posterior Restorative, x-tra fill, Filtek Bulk Fill Flowable, Surefil SDR, Venus Bulk Fill, and x-tra base. However, SonicFill, Tetric EvoCeram Bulkfill, and Alert Condensable Composite did not reach the values required by this standard.<sup>38</sup>

Other studies have also used the methodology indicated by the ISO specification, obtaining similar results. Garcia et al<sup>39</sup> reported average curing depth values of 3.46 mm for SonicFill, which is under ISO, while Surefil SDR and Venus Bulk fill resins yielded values that comply with the specification (average depth of cure: 5.01 mm). The authors explain that the smaller curing depth of SonicFill may be due to the lower light transmission by the material, due to possible resin pigments,

lo cual está descrito que puede afectar directamente en la profundidad de curado,<sup>40, 41</sup> además de la existencia de un mayor contenido de relleno.

En un estudio realizado por Flury y colaboradores,<sup>42</sup> se registraron valores de profundidad de curado aceptados por la norma para Tetric EvoCeram Bulkfill, Surefil SDR, Venus Bulk Fill, Quixxfill cuando se polimerizaba a un tiempo de 20 segundos, pero que al medir la dureza Vickers la norma ISO sobrestimaba este valor de profundidad de polimerización.

A pesar de lo anterior, otros estudios han utilizado otro tipo de metodologías para medir la profundidad de curado, los cuales han encontrado que estos materiales sí cumplen con profundidades de curado que indica el fabricante, incluyendo Tetric Evoceram Bulkfill, x-tra base,<sup>43, 44</sup> Venus Bulk Fill, Filtek Bulk Fill y SonicFill.<sup>43, 45</sup> Sin embargo se advierte que existe una gran variabilidad en las propiedades mecánicas resultantes al variar el grosor del incremento, tiempo de irradiación de luz y distancia de la punta de la lámpara al material.<sup>44, 46, 47</sup>

Diversas razones se han elaborado para explicar la mayor profundidad de curado observada en RBF en comparación a las convencionales. Principalmente, se han propuesto tres: la incorporación de sistemas de iniciación más eficientes en algunas resinas,<sup>43</sup> mayor translucidez, lo que permitiría una penetración más profunda de la luz al disminuir la absorción de luz por los pigmentos y la disminución de la superficie de interface matriz/relleno que desciende la refracción de la luz.<sup>18</sup>

### Contracción y estrés de polimerización

Una de las desventajas propias de la reacción de polimerización que ocurre en las RCs es el desarrollo de contracción y estrés en el material.<sup>48</sup> La magnitud del estrés es mediado por la rigidez de la RC, su capacidad de liberación de este y su tasa de curado, entre otros factores. Este efecto de estrés de polimerización se ha relatado que puede provocar diversos problemas como flexión cuspídea, fractura dentaria y filtración o

which has been described as directly affecting curing depth,<sup>40, 41</sup> in addition to the existence of a greater amount of filler.

A study conducted by Flury et al<sup>42</sup> recorded curing depth values accepted by the standard for Tetric EvoCeram Bulkfill, Surefil SDR, Venus Bulk Fill, Quixxfill when polymerizing at 20 seconds, but when measuring Vickers hardness the ISO standard overestimated the curing depth value.

Notwithstanding, other studies have used other types of methodologies to measure curing depth, finding out that these materials do comply with the curing depths indicated by the manufacturers, including Tetric Evoceram Bulkfill, x-tra base,<sup>43, 44</sup> Venus Bulk Fill, Filtek Bulk, Fill and SonicFill.<sup>43, 45</sup> However, it has been noted that there is great variability in the resulting mechanical properties when varying increment thickness, time of irradiation of light, and the lamp's tip distance to the material.<sup>44, 46, 47</sup>

Various reasons have been suggested to explain the greater curing depth observed in bulk-fill RBCs in comparison to conventional systems. Three main reasons have been proposed: the incorporation of more efficient initiation systems in some resins,<sup>43</sup> greater translucency—which would allow deeper light penetration by reducing light absorption by pigments—, and decreased matrix/fill surface interface, which reduces light refraction.<sup>18</sup>

### Shrinkage and polymerization stress

One of the disadvantages of the polymerization reaction occurring in RBCs is the development of shrinkage and stress in the material.<sup>48</sup> The amount of stress is mediated, among other factors, by the rigidity of the RBC, its releasing ability, and its curing rate. It has been reported that the effect of polymerization stress can cause various problems including cusp flexure, tooth fracture, and filtration or



reducción de las propiedades mecánicas del material, entre otros.<sup>49</sup> La técnica incremental se desarrolló como una de las estrategias para reducir estos efectos, la cual intenta reducir el factor C de una preparación (factor C: relación entre superficies adheridas/superficies no adheridas en una restauración).<sup>50</sup> La lógica aplicada en esta técnica es que la aplicación de pequeñas capas de incrementos de RC reduciría el factor C, aumentando la superficie de área libre no adherida a las paredes de una preparación, liberando así la contracción generada al contraerse hacia el material.<sup>50</sup>

A pesar de lo anterior, algunos autores han cuestionado la capacidad real de la técnica incremental de reducir o evitar los efectos de la contracción y estrés por polimerización.<sup>6, 11</sup> Sin embargo, hasta antes de la introducción de RBF era inevitable aplicar la RC en incrementos de hasta 2 mm, ya que este grosor permitía obtener una adecuada profundidad de curado. Ahora, con la aparición de las RBF que permiten realizar incrementos de 4-5 mm, la utilidad de la técnica incremental ha vuelto a ser tema de discusión.

Los estudios que evalúan contracción y estrés de polimerización en las RBF son todavía escasos. Al evaluar flexión cuspídea de premolares con restauraciones clase II restauradas con RBF, se han observado valores significativamente menores al comparar estas (aplicadas con técnica de monobloque) con RC convencional (técnica incremental).<sup>51</sup> Junto con esto, se ha observado que el desarrollo de estrés de polimerización es menor en RBF en comparación con RCs convencionales y RCs convencionales fluidas.<sup>52, 53</sup>

Sin embargo, los valores de contracción de polimerización encontrados al compararlos con RCs convencionales fluidas varían significativamente de acuerdo al producto. En el estudio de Garcia y colaboradores<sup>39</sup> hubo RBFs con valores menores, mayores y similares de contracción de polimerización a RCs convencionales fluidas. De este modo, se hizo patente la relación entre la proporción de relleno y contracción de polimerización: las resinas con menor cantidad de relleno y por ello mayor proporción de matriz resinosa,

reduction of the material's mechanical properties.<sup>49</sup> The incremental technique was developed as one of the strategies to reduce these effects, attempting to reduce the C factor of preparations (C factor: relationship between adhering surfaces / surfaces not adhering to a restoration).<sup>50</sup> The rationale for this technique is that the application of thin layers of RBC increments would reduce the C factor, increasing the surface of free area not adhered to the walls of the preparation, thus releasing the shrinkage generated by contracting toward the material.<sup>50</sup>

Nevertheless, some authors have questioned the actual capacity of the incremental technique to reduce or avoid the effects of shrinkage and stress by polymerization.<sup>6, 11</sup> However, even before the introduction of bulk-fill RBCs it was inevitable to apply the RBC in increments of up to 2 mm, since this thickness allowed a proper depth of cure. With the emergence of bulk-fill RBCs which allow 4-5 mm increments, the usefulness of the incremental technique is now controversial.

Studies evaluating shrinkage and polymerization stress in bulk-fill RBCs are still scarce. When evaluating cusp flexure in premolars with class II restorations restored with bulk-fill RBCs, significantly lower values have been observed in comparing these (applied with the monoblock technique) with conventional RBCs (incremental technique).<sup>51</sup> It has also been observed that the development of polymerization stress is lower in bulk-fill RBCs in comparison with conventional RBCs and conventional flowable RBCs.<sup>52, 53</sup>

However, the polymerization shrinkage values found when compared to conventional flowable RBCs vary significantly according to the product. In the study by Garcia et al<sup>39</sup> there were bulk-fill RBCs with polymerization shrinkage values that are smaller, larger and similar to those of conventional flowable RBCs. Thus the relationship between the proportion of filler and polymerization shrinkage became apparent: the resins with the least amount of filling, and therefore with the greater proportion of resinous matrix,

experimentaron mayor grado de contracción por polimerización y viceversa. SonicFill experimentó una contracción por polimerización (promedio 1,76%) considerablemente menor a las RBF fluidas (Venus Bulk Fill 4,4% y Surefil SDR 3,57%) con menor cantidad de relleno.

Con los resultados de las investigaciones disponibles es difícil determinar si la menor flexión cuspídea observada por Moorthy y colaboradores<sup>51</sup> al ocupar RBF se debe a una menor contracción de la resina o al cambio en el modo de aplicación del material. Versluis y colaboradores<sup>11</sup>, ya en 1996, determinaron la existencia de un menor cambio en distancia intercuspídea al aplicar RC con técnica de monobloque en comparación con la de manera incremental, se explicó este fenómeno aseverando que cada incremento estaría causando una deformación en las paredes de la cavidad con un movimiento de las paredes hacia abajo y adentro, lo que va disminuyendo el volumen total de la cavidad, lo que no ocurre al realizarlo en un solo incremento. Sin embargo, en ese momento, otras razones no relacionadas a la contracción por polimerización y deformación, como el obtener una adecuada adaptación y profundidad de curado, hacían preferir el uso de técnica incremental.

De acuerdo a lo expresado anteriormente, es posible que la menor deformación cuspídea observada con RBF<sup>51</sup> se deba solo o en gran parte al cambio de técnica de aplicación de la RC. No obstante, más investigación al respecto es necesaria, pues ayudaría a corroborar los resultados obtenidos y dilucidar si los cambios son producto de la técnica de aplicación o de la composición de RBF.

## Integridad marginal

La capacidad de generar una adecuada integridad marginal está íntimamente relacionada con el desarrollo de contracción y estrés por polimerización de estos productos, debido a que estos materiales han sido indicados para rellenar cavidades clase I y II en un solo incremento. Se espera que sean capaces de generar

experienced higher levels of shrinkage by polymerization, and vice versa. SonicFill experienced a shrinkage by polymerization (1.76% in average) considerably lower than that of flowable bulk-fill RBCs (Venus Bulk Fill 4.4% and Surefil SDR 3.57%) with a smaller amount of filling.

With the results from the available research, it is difficult to determine if the lower cusp flexure observed by Moorthy et al<sup>51</sup> by using bulk-fill RBC is due to a smaller contraction of the resin or to changes in the mode of application of the material. In 1996, Versluis et al<sup>11</sup> determined the existence of a smaller change in inter-cusp distance by applying RBC with the monoblock technique compared with the incremental method; this phenomenon was implemented by asserting that each increment would be causing deformation in the cavity's walls with a movement of the walls downwards and towards the inside, which decreases the total volume of the cavity, and does not happen when applying it in a single increment. However, at that time, other reasons not related to shrinkage by polymerization and deformation, such as obtaining adequate adaptation and curing depth, made the use of the incremental technique preferable.

Therefore, it may be possible that the smaller cusp deformation observed with bulk-fill RBC<sup>51</sup> is due only or largely to the change in technique of application of the RBC. However, more research on this subject is needed, as it would help corroborate the results and whether the changes are due to the application technique or to bulk-fill RBC composition.

## Marginal integrity

The ability to generate adequate marginal integrity is closely related to the development of shrinkage and stress by polymerization of these products, as these materials have been indicated to fill class I and class II cavities in a single increment. They are expected to be able to generate

una adecuada integridad marginal en condiciones de diseño cavitario adverso con alto factor C. Diversos estudios han testeado estos productos comparándolos con RC convencionales. En general, los resultados no han mostrado diferencias significativas en integridad marginal al ocupar RBFs o RCs convencionales.<sup>22, 51, 54-56</sup>

Furness y colaboradores<sup>55</sup> compararon tanto RBFs como RCs convencionales usadas en cavidades clase I con técnica de monobloque e incremental. En este estudio no se encontraron diferencias significativas en la integridad de los márgenes de las restauraciones. Con ambas técnicas se observaron mayores proporciones de márgenes libres de brecha en las paredes de esmalte y dentina comparados con la pared pulpar. En la pared pulpar, los valores de porcentaje de márgenes libres de brecha fueron bajos para ambas técnicas (promedio 18% técnica incremental y 9% con monobloque), sin diferencias significativas entre ellas, lo que muestra que el uso de RBF no elimina el potencial de formación de brechas en las paredes internas de la cavidad.

También se ha evaluado la microfiliación de RBF en la pared cervical de restauraciones clase II, y tampoco se han encontrado diferencias significativas entre RBFs y RCs convencionales usadas con técnica de monobloque e incremental respectivamente.<sup>51</sup> Lo que concuerda con otros dos estudios que evaluaron sellado marginal de cavidades clase II usando RBF, con un incremento de 4mm y con un incremento oclusal de 2mm de resina convencional, mostrando que, en términos de porcentaje de márgenes continuos, no existen diferencias significativas entre las RBFs testeadas con RCs convencionales.<sup>22, 54</sup>

Con resultados similares, la investigación realizada por Arslan y colaboradores<sup>56</sup> evaluó la microfiliación marginal observada en restauraciones clase V, usando una RBF como liner cavitario. No se encontraron diferencias significativas en la microfiliación marginal al usar liners de RBFs de resinas fluidas o sin liner, tanto en esmalte como en dentina.

proper marginal integrity in adverse cavity conditions with a high C factor. Several studies have tested these products comparing them with conventional RBCs. In general, the results have not shown significant differences in marginal integrity when using bulk-fill RBCs or conventional RBCs.<sup>22, 51, 54-56</sup>

Furness et al<sup>55</sup> compared bulk-fill RBCs and conventional RBCs used in class I cavities with both monoblock and incremental techniques. Their study did not show significant differences in terms of the restorations' marginal integrity. Both techniques yielded higher proportions of margins free of gaps in enamel and dentin walls compared with pulp walls. On pulp walls, the percentage values of gap-free margins were low for both techniques (the average was 18% with the incremental technique and 9% with the monoblock technique), with no significant differences between them, showing that the use of bulk-fill RBCs does not eliminate the potential formation of gaps in the inner walls of the cavity.

Microleakage of bulk-fill RBCs in the cervical wall of class II restorations has also been evaluated, with no significant differences between bulk-fill RBCs and conventional RBCs used with the monoblock and the incremental techniques respectively.<sup>51</sup> This is consistent with two other studies that evaluated marginal sealing in class II cavities using bulk-fill RBC, with a 4-mm increase and an occlusal increase of 2-mm of conventional resin, showing that, in terms of percentage of continuous margins, there are no significant differences between the tested bulk-fill RBCs and the conventional RBCs.<sup>22, 54</sup>

With similar results, the study conducted by Arslan et al<sup>56</sup> evaluated marginal microleakage observed in class V restorations, using a bulk-fill RBC as a cavity liner. No significant differences in marginal microleakage were found when using bulk-fill RBC liners of flowable resin or no liner at all, both in enamel and dentin.

Resumiendo, los estudios *in vitro* publicados parecen concordar en que las RBF son capaces de proveer un sellado marginal comparable al de resinas convencionales usadas con técnica incremental, la cual se mantiene después de ser sometidas a ciclos de carga y temperatura. Sin embargo, estudios *in vivo* que evalúen esta propiedad en condiciones clínicas no se han publicado a la fecha.

### Propiedades mecánicas

Otra de las características importantes a tener en cuenta en RBF son sus propiedades mecánicas. Ya que estas RC están indicadas para restaurar piezas posteriores, y en especial las RBF de viscosidad normal que se indican para recibir carga oclusal directamente, es importante evaluar si poseen las propiedades mecánicas apropiadas para recibir alta carga oclusal.

La evaluación del grado de conversión de monómero a polímero entre estas RBF no sería muy decidor de sus propiedades mecánicas, debido a que al presentar distintos monómeros y/o modificaciones en ellos, se expresan en propiedades y conformación molecular distinta, por lo que un mayor grado de conversión en una resina compuesta con distintos componentes no significa necesariamente mejores propiedades mecánicas.<sup>27</sup>

Una evaluación realizada por la ADA en cuanto a la resistencia de flexión en RBFs encontró valores mayores a 80 MPa (valor de la norma de acuerdo a ISO) para todas las resinas testeadas: Quixx Posterior Restorative, x-tra fill, Filtek Bulk Fill Flowable, Surefil SDR, Venus Bulk Fill, x-tra base, SonicFill, Tetric Evoceram Bulkfill y Alert Condensable Composite.<sup>18, 38</sup> Los valores de resistencia a la flexión de RBFs fueron comparables a RCs convencionales nanohíbridas y microhíbridas y mayores a los de RCs fluidas convencionales.<sup>18</sup>

En cuanto a la dureza superficial de las RBF de viscosidad normal, la cual es relevante debido a que estas

In short, the *in vitro* studies seem to agree that bulk-fill RBCs are able to provide marginal sealing comparable to that of conventional resins used with the incremental technique, which remains even after being subjected to load and temperature cycles. However, *in vivo* studies evaluating this property in clinical conditions have not been published to date.

### Mechanical properties

Other important characteristics of bulk-fill RBCs that need to be taken into account are their mechanical properties. Since these RBCs are indicated for restoring posterior teeth, (and especially normal viscosity RBCs, which are intended to directly receive occlusal charge), it is important to assess whether they possess the appropriate mechanical properties to receive heavy occlusal loads.

The evaluation of the degree of conversion from monomer to polymer among these bulk-fill RBCs would not provide enough information on their mechanical properties, because since they have different monomers and/or modifications therein, they are expressed in different molecular conformations, and therefore a greater level of conversion in a composite resin with different components does not necessarily mean better mechanical properties.<sup>27</sup>

An evaluation conducted by the ADA in terms of bending strength in bulk-fill RBCs found greater values at 80 MPa (according to the ISO standard value) for all the tested resins: Quixx Posterior Restorative, x-tra fill, Filtek Bulk Fill Flowable, Surefil SDR, Venus Bulk Fill, x-tra base, SonicFill, Tetric Evoceram Bulkfill, and Alert Condensable Composite.<sup>18, 38</sup> The bending strength values of bulk-fill RBCs were similar to those of conventional nanohybrid and microhybrid RBCs, and higher than those of conventional flowable RBCs.<sup>18</sup>

The ADA also conducted an evaluation of surface hardness of normal-viscosity bulk-fill RBCs—

pueden ser ocupadas sin una cubierta de resina convencional, la ADA también realizó una evaluación de esta característica, encontrando que las RBFs (Quixx Posterior Restorative, x-tra fill, Filtek Bulk Fill Flowable, Surefil SDR, Venus Bulk Fill, x-tra base, SonicFill y Alert Condensable Composite) cumplen con las especificaciones.<sup>38</sup>

En general, la cantidad de relleno se ha disminuido en las RBF, lo que se hace más evidente en este tipo de resinas de consistencia fluida.

En un estudio realizado por Ilie y colaboradores<sup>18</sup> se evaluaron siete RBFs. Se estableció que los valores de módulo flexural, módulo de indentación y dureza Vickers de las RBF se encontraban entre las RC híbridas y las resinas fluidas.<sup>18</sup> Resultados concordantes fueron obtenidos por Czasch y colaboradores,<sup>27</sup> quienes evaluaron dos RBFs de consistencia fluida, encontrándose una relación directa entre resistencia a la flexión, módulo de indentación y dureza Vicker con respecto al porcentaje de relleno en volumen.

De manera similar, al evaluar resistencia al creep en RBFs se encontró también una relación directa con la proporción de relleno en volumen.<sup>57</sup> Las RBFs de consistencia fluida (Venus Bulk-Fill, y Surefil SDR) mostraron una menor resistencia al compararlas con RBFs de viscosidad normal (Tetric Evoceram), y de viscosidad fluida pero con mayor porcentaje de relleno (x-tra base). Aun así la resistencia al *creep* de Tetric Evoceram y x-tra base fueron adecuadas, de aproximadamente de 1%, comparable con RCs convencionales nanohíbridas.<sup>57</sup>

Si bien en términos de resistencia a la flexión las RBFs se comparan a las RCs híbridas convencionales,<sup>18, 38</sup> en cuanto a los valores de módulo de indentación, dureza, módulo flexural y *creep*, estas se encuentran en directa proporción a la cantidad de relleno por volumen de las resinas, el cual está significativamente reducido en algunas RBFs.<sup>18, 27</sup> De esta forma, se hace evidente la necesidad, tal como lo sugiere el fabricante, de adicionar una capa oclusal de resina convencional en las resinas con menor porcentaje de relleno, que corresponden a las de consistencia fluida, para otorgar las propiedades mecánicas que requieren zonas con alta carga oclusal.<sup>29</sup>

which is relevant as they may be used with no conventional resin cover—finding out that bulk-fill RBCs (Quixx Posterior Restorative, x-tra fill, Filtek Bulk Fill Flowable, Surefil SDR, Venus Bulk Fill, x-tra base, SonicFill y Alert Condensable Composite) comply with the specifications.<sup>38</sup>

In general, the amount of filling has been reduced in bulk-fill RBCs, something that becomes more evident in this type of flowable resins.

Seven bulk-fill RBCs were evaluated in a study carried out by Ilie et al.<sup>18</sup> They established that the values of flexural modulus, modulus of indentation, and Vickers hardness of bulk-fill RBCs were somewhere in between the hybrid RBCs and the flowable resins.<sup>18</sup> Similar results were obtained by Czasch et al,<sup>27</sup> who evaluated two flowable bulk-fill RBCs, finding out a direct relationship between flexural strength, indentation module, and Vickers hardness with respect to the percentage of filling by volume.

Similarly, in evaluating creep resistance in bulk-fill RBCs, a direct relationship was found with the proportion of filler by volume.<sup>57</sup> Flowable bulk-fill RBCs (Venus Bulk-Fill and Surefil SDR) showed lower resistance when compared with normal viscosity bulk-fill RBCs (Tetric Evoceram), as well as with flowable bulk-fill RBCs with higher percentage of filling (x-tra base). However, the creep resistance of Tetric Evoceram and x-tra base were appropriate, of approximately of 1%, in comparison with conventional nanohybrid RBCs.<sup>57</sup>

In terms of flexural strength, bulk-fill RBCs are similar to conventional hybrid RBCs,<sup>18, 38</sup> but in terms of indentation module values, hardness, flexural modulus, and creep, they are in direct proportion to the amount of filling by resin volume, which is significantly reduced in some bulk-fill RBCs.<sup>18, 27</sup> It is therefore necessary, as the manufacturer suggests, to add one occlusal layer of conventional resin in resins with lower percentage of filling, it is the flowable ones, to provide the mechanical properties required in areas with high occlusal loads.<sup>29</sup>

## Propiedades de manipulación

Las resinas compuestas son utilizadas para restaurar piezas dentarias imitando la anatomía natural. Se han descrito una serie de características que favorecen su empleo, entre ellas fácil aplicación en la cavidad, fácil de modelar, adherencia a la superficie del diente y no al instrumento y que sea capaz de mantener la forma esculpida.<sup>58</sup>

En un estudio en donde se comparó la viscosidad, la resina Filtek Bulkfill presentó menor viscosidad con respecto a resinas nanohíbridas y microhíbridas, esto fue explicado por los autores por la relativa baja carga de relleno en volumen de la RBF, la cual parece ser más cercana a la de las RC fluidas convencionales.<sup>58</sup> Si bien las resinas fluidas al ser aplicadas con una jeringa son útiles en situaciones de difícil acceso o donde se requiere buena penetración del material, son difíciles de esculpir.

Petrovic y colaboradores,<sup>59</sup> al evaluar las propiedades viscoelásticas de la RBF Surefill SDR, encontraron que su comportamiento era distinto al de otras resinas compuestas fluidas, lo que le permitiría en condiciones clínicas ser capaz de “autonivelarse” en la cavidad.

Los estudios que evalúan las características de manejo clínico de estos materiales son escasos, por lo que la información disponible en este aspecto es mínima.

## DISCUSIÓN

La aparición de RBF ha sido motivo de investigación de una serie de estudios *in vitro*. Sin embargo, a la fecha no se han publicado estudios *in vivo* que podrían otorgar información más relevante sobre el desempeño de estos materiales en situaciones clínicas.

La introducción de RBF que puede usarse en incrementos de 4-5 mm trajo consigo dos grandes interrogantes. Primero, con respecto a la capacidad de ser fotopolimerizadas adecuadamente en dicho grosor de incremento

## Handling properties

Composite resins are used to restore teeth imitating natural anatomy. A series of characteristics that favor their use have been described, including easy application in cavity, easy modelling, adhesion to tooth surface instead of to the instrument and capability of maintaining shape.<sup>58</sup>

In a study comparing viscosity, Filtek Bulkfill resin presented the lowest viscosity compared to nanohybrid and microhybrid resins; according to the authors, this is due to the bulk-fill RBC's relative low load of filling by volume, which seems to be closest to that of conventional flowable RBCs.<sup>58</sup> While flowable resins applied with a syringe are useful in situations in which access is difficult or where good penetration of the material is required, they are difficult to shape.

Petrovic et al,<sup>59</sup> in assessing the viscoelastic properties of RBF Surefil SDR, found out that its behavior differs from other flowable composite resins, which in clinical conditions would allow it to “self-level” in the cavity.

Studies evaluating the clinical management characteristics of these materials are scarce, so the information available here is minimal.

## DISCUSSION

The emergence of bulk-fill RBCs has prompted a series of *in vitro* studies. However, to date no *in vivo* studies have been published, even though they could provide more relevant information on the performance of these materials in clinical situations.

The introduction of bulk-fill RBCs that can be used in 4-5 mm increments raised two major questions. The first one is related to the capacity of being properly cured in such thickness increments

y, segundo, si la aplicación de resinas con técnica de monobloque sería perjudicial. La aplicación de resinas con técnica incremental surgió como una estrategia para controlar la contracción y el estrés de polimerización generado en RC;<sup>2</sup> sin embargo, la evidencia científica actual sobre su eficacia en este sentido aún no ha sido concluyente.<sup>4, 6, 11</sup>

Los estudios que han intentado dilucidar los efectos en contracción y estrés de polimerización en RBFs son escasos y los resultados son, en muchos casos, difíciles de interpretar.<sup>39, 52, 53</sup> Estudios han encontrado valores de estrés de contracción menores y valores de contracción de polimerización mayores.<sup>39, 53</sup> Sin embargo, la flexión cuspídea resultante al restaurar con RBF usando técnica de monobloque es significativamente menor al compararla con RCs convencionales usando técnica incremental. Estos resultados están en absoluta concordancia con lo ya observado a mediados de los 90s por Versluis,<sup>11</sup> por lo que es posible que esto se deba al cambio en la técnica de aplicación de la RC, más que a cambios en la RC propiamente.

El uso de una técnica de monobloque con RBFs podría potencialmente superar algunas de las desventajas que conlleva el uso de la técnica incremental, como por ejemplo: la aumentada probabilidad de incorporar espacios o contaminantes entre los incrementos, la potencial falla cohesiva entre los incrementos, la dificultad en la aplicación de la resina en cavidades conservadoras, el tiempo clínico prolongado para la correcta aplicación de la resina en capas y la posterior fotopolimerización de cada incremento.<sup>57, 60, 61</sup>

Con respecto a la ventaja de disminuir los tiempos operatorios, sería de interés evaluar si realmente la técnica de monobloque significa un ahorro en términos de tiempos clínicos. En el caso de las RBFs fluidas, requieren de una capa oclusal de 2 mm con resina convencional adicional, por lo que necesariamente se obturarían cavidades con a lo menos dos incrementos, con distintas resinas, lo cual podría no distar mucho de los tiempos operatorios necesarios para cavidades de 4 mm, obturados con resinas convencionales, por esto se sugieren estudios futuros.

and the second one is if the application of resins with a monoblock technique would be detrimental. The application of resins with the incremental technique emerged as a strategy to control shrinkage and the polymerization stress generated by RBCs;<sup>2</sup> however, the current scientific evidence on its effectiveness in this sense is not yet conclusive.<sup>4, 6, 11</sup>

The studies that have attempted to elucidate the effects on shrinkage and stress of polymerization in bulk-fill RBCs are scarce and in many cases the results are difficult to interpret.<sup>39, 52, 53</sup> Some studies have found lower shrinkage stress values and higher polymerization shrinkage values.<sup>39, 53</sup> However, cusp flexure resulting after restoring with bulk-fill RBC using a monoblock technique is significantly lower compared with conventional RBCs using an incremental technique. These results totally agree with the observations by Versluis<sup>11</sup> in the mid-1990s, so maybe this is due to the change in the RBC application technique, rather than to changes in the RBCs themselves.

Using a monoblock technique with bulk-fill RBCs could potentially help overcome some of the disadvantages associated with the use of the incremental technique, such as increased probability of adding gaps or contaminants between increments, potential cohesive failure between increments, difficulty in the application of the resin in conservative cavities, extended clinical time for a correct application of the resin in layers, and the subsequent light-curing in each increment.<sup>57, 60, 61</sup>

Concerning the advantages of reducing operation times, it would be interesting to assess whether the monoblock technique really means clinical time reduction. In the case of flowable bulk-fill RBCs, they require a 2-mm occlusal layer with additional conventional resin, so it would be necessary to seal cavities with at least two increments and different resins, which could not be far from the operative time needed for 4-mm cavities, sealed with conventional resins; this is why further studies are suggested.

Una evaluación más en profundidad de estos materiales es necesaria. A pesar de que la mayoría de las RBFs sí estarían cumpliendo con la especificación de la ISO sobre la capacidad de obtener una profundidad de curado adecuada con incrementos de 4 mm,<sup>38, 39, 42, 44</sup> algunos estudios dejan entrever que no todos los tipos RBFs estarían cumpliendo con las restricciones impuestas por la ISO.<sup>38</sup> Esto deja una vez más en evidencia la importancia de la investigación independiente para avalar el uso de nuevos materiales y/o tecnologías.

Los estudios *in vitro* realizados que evalúan la integridad marginal han obtenido resultados comparables con RC convencionales.<sup>51, 54, 55</sup> No así los estudios que han evaluado sus propiedades mecánicas, las cuales se podrían relacionar directamente con la proporción de relleno de las resinas. Por la razón anterior es que, en el caso de las RBFs de consistencia fluidas, se ha recomendado el uso de una capa oclusal de RC convencional para obtener propiedades mecánicas adecuadas para restaurar piezas posteriores.

Como en toda técnica nueva, es de vital importancia seguir las instrucciones apropiadas para esta. Los sistemas de RBFs varían en su composición, teniendo algunos sistemas de fotoiniciadores distintos, por lo que es necesario asegurar el uso de la apropiada fuente de luz para lograr resultados consistentes. Otro punto a tener en cuenta es que la viscosidad de algunas de estas resinas es más fluida, por lo que es esencial un adecuado uso de bandas matrices para obtener puntos de contacto proximales apropiados, tema que hasta el momento no ha sido discutido en trabajos científicos debido a la falta de estudios clínicos.

Es de esperar que en el futuro próximo los resultados de investigaciones clínicas realizadas con estos productos sean publicados. De acuerdo a estos resultados, y en lo posible con ensayos clínicos randomizados a largo plazo, será posible emitir juicios con mayor base científica sobre los eventuales beneficios o dificultades de utilizar estos nuevos materiales mediante la técnica de monobloque.

A more in-depth evaluation of these materials is required. While most bulk-fill RBCs do comply with the ISO specification on the ability to obtain a proper depth of cure with 4-mm increments,<sup>38, 39, 42, 44</sup> some studies suggest that not all types of bulk-fill RBCs would comply with the restrictions indicated by the ISO.<sup>38</sup> This shows once again the importance of independent research to support the use of new materials or technologies.

The *in vitro* studies evaluating marginal integrity have yielded results comparable to those of conventional RBCs.<sup>51, 54, 55</sup> This is not the same for the studies that have evaluated their mechanical properties, which could be directly related to the resins' filling proportion. This is why, in the case of flowable bulk-fill RBCs, the use of an occlusal layer of conventional RBC has been recommended in order to obtain the appropriate mechanical properties for restoring posterior teeth.

As with any new technique, it is vital to follow instructions closely. Bulk-fill RBC systems vary in their composition and have different photoinitiators systems; this is why it is necessary to ensure the use of the appropriate light source to achieve consistent results. Another aspect to keep in mind is that the viscosity of some of these resins is more flowable, so the proper use of band matrices is essential for proximal contact points— a topic that has not been discussed yet in scientific analysis due to lack of clinical studies—.

The results of clinical research on these products are expected to be published in the near future. According to these results, and hopefully with long-term randomized clinical trials, it will be possible to judge with greater scientific basis any benefits or difficulties of applying these new materials using the monoblock technique.



## CONCLUSIONES

A pesar de que el uso de estos materiales podría significar una importante simplificación de la técnica, al prescindir de la necesidad de aplicar el material en pequeños incrementos, su eficacia clínica aún está en duda debido a la ausencia de estudios clínicos que lo avalen. Si bien los estudios *in vitro* publicados son prometedores, ensayos clínicos a largo plazo son necesarios para generar evidencia que avalen su comportamiento clínico.

Debido a las diferencias en composición y comportamiento observado en estudios *in vitro* no es posible generalizar los resultados obtenidos por un tipo de RBFs a la gama de productos que se etiquetan como tales. Por lo que los resultados que se obtienen con un producto no son extrapolables para hacer generalizaciones. Finalmente, se sugiere esperar por evidencia más consistente para estos productos, con el fin de que ayuden al clínico en la toma correcta de decisiones.

## CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

## CORRESPONDENCIA

Camila Corral Núñez  
Facultad de Odontología  
Departamento de Odontología Restauradora  
Teléfono: + 56 2 9781742  
Correo electrónico: camila.corral@u.uchile.cl  
Sergio Livingstone Pohlhammer 943  
Independencia, Santiago, Región Metropolitana  
Chile

## CONCLUSIONS

While using these materials could mean a significant simplification of the technique, by disregarding the need of applying the material in small increments, its clinical efficacy is still in doubt due to the absence of clinical studies that support it. Although the published *in vitro* studies are promising, long-term clinical trials are necessary to provide evidence that support their clinical behavior.

Due to differences in composition and behavior observed in *in vitro* studies, it is not possible to generalize the results obtained for a given type of bulk-fill RBC to the range of products that are labeled as such. The results obtained with a product cannot be extrapolated as generalizations. Finally, it is suggested to wait for more consistent evidence on these products, in order to help clinicians in making correct decisions.

## CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

## CORRESPONDING AUTHOR

Camila Corral Núñez  
School of Dentistry  
Department of Restorative Dentistry  
Phone: + 56 2 9781742  
Email address: camila.corral@u.uchile.cl  
Sergio Livingstone Pohlhammer 943  
Independencia, Santiago, Región Metropolitana  
Chile

## REFERENCIAS / REFERENCES

- Malhotra N, Mala K, Acharya S. Resin-based composite as a direct esthetic restorative material. *Compend Contin Educ Dent* 2011; 32(5): 14-23.
- Malhotra N, Kundabala M, Shashirashmi A. Strategies to overcome polymerization shrinkage-materials and techniques. A review. *Dent Update* 2010; 37(2): 115-118.
- Moore BK, Platt JA, Borges G, Chu TM, Katsilieris I. Depth of cure of dental resin composites: ISO 4049 depth and microhardness of types of materials and shades. *Oper Dent* 2008; 33(4): 408-412.
- 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(10): 962-970.
- Lindberg A, Peutzfeldt A, van Dijken JW. Effect of power density of curing unit, exposure duration, and light guide distance on composite depth of cure. *Clin Oral Investig* 2005; 9(2): 71-76.
- Park J, Chang J, Ferracane J, Lee IB. How should composite be layered to reduce shrinkage stress: incremental or bulk filling? *Dent Mater* 2008; 24(11): 1501-1505
- Leprince JG, Leveque P, Nysten B, Gallez B, Devaux J, Leloup G. New insight into the “depth of cure” of dimethacrylate-based dental composites. *Dent Mater* 2012; 28(5): 512-520.
- Sakaguchi RL, Douglas WH, Peters MC. Curing light performance and polymerization of composite restorative materials. *J Dent* 1992; 20(3): 183-188.
- Pilo R, Oelgiesser D, Cardash HS. A survey of output intensity and potential for depth of cure among light-curing units in clinical use. *J Dent* 1999; 27(3): 235-241.
- Ilie N, Hickel R. Investigations on a methacrylate-based flowable composite based on the SDR™ technology. *Dent Mater* 2011; 27(4): 348-355.
- Versluis A, Douglas WH, Cross M, Sakaguchi RL. Does an incremental filling technique reduce polymerization shrinkage stresses? *J Dent Res* 1996; 75(3): 871-878.
- Loguercio AD, Reis A, Ballester RY. Polymerization shrinkage: effects of constraint and filling technique in composite restorations. *Dent Mater* 2004; 20(3): 236-243.
- Rees JS, Jagger DC, Williams DR, Brown G, Duguid W. A reappraisal of the incremental packing technique for light cured composite resins. *J Oral Rehabil* 2004; 31(1): 81-84.
- Dentsply. SureFil SDR flow: posterior bulk fill flowable base [internet]. Milford: DENTSPLY; 2011 [Consultado 2014 mar 10]. Disponible en: [http://www.surefilstrflow.com/sites/default/files/SureFil\\_Technical\\_Manual.pdf](http://www.surefilstrflow.com/sites/default/files/SureFil_Technical_Manual.pdf)
- 3M ESPE. Filtek Bulk Fill Flowable Restorative 3M ESPE, Instructions. [Internet]. [Consultado 2014 Mar 10]. Disponible en: [http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?mwsId=SSSSSufSevTsZxtUoYtUn8\\_GevUqevTSevTSevTSevTSSESSSS--](http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?mwsId=SSSSSufSevTsZxtUoYtUn8_GevUqevTSevTSevTSevTSSESSSS--).
- Voco. X-tra base: in accordance with DIN EN ISO 4049: instructions for use. Cuxhaven, Alemania: Voco; [Consultado 2014 mar 10]. Disponible en: [http://www.voco.com/southam/product/x-tra\\_base/GI\\_x-tra\\_base\\_22spr\\_0811.pdf](http://www.voco.com/southam/product/x-tra_base/GI_x-tra_base_22spr_0811.pdf)
- Heraeus. Venus Bulk Fill, Heraeus. [Internet]. [Consultado 2014 Mar 10]. Disponible en: [http://venusbulkfill.com/media/webmedia\\_local/media/pdfs/VenusBulkFillDFU\\_English.pdf](http://venusbulkfill.com/media/webmedia_local/media/pdfs/VenusBulkFillDFU_English.pdf).
- Ilie N, Bucuta S, Draenert M. Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance. *Oper Dent* 2013; 38(6): 618-625.
- Ivoclar Vivadent. Tetric Evoceram Bulkfill, Instructions for use. [Internet]. [Consultado 2014 Mar 11]. Disponible en: <http://www.ivoclarvivadent.us/en-us/composites/restorative-materials/tetric-evoceram-bulk-fill>
- VOCO. x-tra fil VOCO. [Internet]. [Consultado 2014 Mar 11]. Disponible en: [http://www.voco.com/en/products/\\_products/x\\_tra\\_fil/x-tra\\_fil\\_22spr\\_049.pdf](http://www.voco.com/en/products/_products/x_tra_fil/x-tra_fil_22spr_049.pdf)
- Kerr. Sonic Fill Composite Kerr. [Internet]. [Consultado 2014 Mar 11]. Disponible en: [http://www.kerrdental.com/cms-file-system-action?file=/kerrdental-products-dfu/2011\\_SonicFill\\_%5BNA%5D.pdf](http://www.kerrdental.com/cms-file-system-action?file=/kerrdental-products-dfu/2011_SonicFill_%5BNA%5D.pdf)
- Roggendorf MJ, Kramer N, Appelt A, Naumann M, Frankenberger R. Marginal quality of flowable 4-mm base vs. conventionally layered resin composite. *J Dent* 2011; 39(10): 643-647.
- Burgess J, Cakir D. Comparative properties of low-shrinkage composite resins. *Compend Contin Educ Dent* 2010; 31(2): 10-15.
- Peutzfeldt A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. *Eur J Oral Sci* 1997; 105(2): 97-116.
- 3M ESPE. Filtek Bulk Fill Flowable Restorative, Technical Product Profile. [Internet]. [Consultado 2014

- Mar 27]. Disponible en: [http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?mwsId=SSSSSufSevTsZxtUoY\\_vmx2UevUqevTSevTSeSSSSSS--&fn=Filtek\\_bulk\\_fill\\_flowable\\_tpp\\_R2.pdf](http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?mwsId=SSSSSufSevTsZxtUoY_vmx2UevUqevTSevTSeSSSSSS--&fn=Filtek_bulk_fill_flowable_tpp_R2.pdf)
26. Moszner N, Fischer UK, Ganster B, Liska R, Rheinberger V. Benzoyl germanium derivatives as novel visible light photoinitiators for dental materials. *Dent Mater* 2008; 24(7): 901-907.
  27. Czasch P, Ilie N. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. *Clin Oral Investig* 2013; 17(1): 227-235.
  28. Ilie N, Hickel R. Investigations on mechanical behaviour of dental composites. *Clin Oral Investig* 2009; 13(4): 427-438.
  29. Leprince JG, Palin WM, Vanacker J, Sabbagh J, Devaux J, Leloup G. Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites. *J Dent* 2014; 42(8): 993-1000.
  30. Ferracane JL, Mitchem JC, Condon JR, Todd R. Wear and marginal breakdown of composites with various degrees of cure. *J Dent Res* 1997; 76(8): 1508-1516.
  31. Ilie N, Hickel R. Quality of curing in relation to hardness, degree of cure and polymerization depth measured on a nano-hybrid composite. *Am J Dent* 2007; 20(4): 263-268.
  32. Durner J, Obermaier J, Draenert M, Ilie N. Correlation of the degree of conversion with the amount of elutable substances in nano-hybrid dental composites. *Dent Mater* 2012; 28(11): 1146-1153.
  33. Aranha AM, Giro EM, Hebling J, Lessa FC, Costa CA. Effects of light-curing time on the cytotoxicity of a restorative composite resin on odontoblast-like cells. *J Appl Oral Sci* 2010; 18(5): 461-466.
  34. Kovarik RE, Ergle JW. Fracture toughness of posterior composite resins fabricated by incremental layering. *J Prosthet Dent* 1993; 69(6): 557-560.
  35. St-Georges AJ, Swift EJ Jr., Thompson JY, Heymann HO. Curing light intensity effects on wear resistance of two resin composites. *Oper Dent* 2002; 27(4): 410-417.
  36. Geurtsen W. Biocompatibility of resin-modified filling materials. *Crit Rev Oral Biol Med* 2000; 11(3): 333-355.
  37. International Organization for Standardization. ISO 4049:2009 Dentistry-Polymer-based restorative materials. Ginebra: ISO; 2009.
  38. Tiba A, Zeller G, Estrich C, Hong A. A laboratory evaluation of bulk-fill versus traditional multi-increment-fill resin-based-composites. *J Am Dent Assoc* 2013; 8(3): 13-26.
  39. Garcia D, Yaman P, Dennison J, Neiva G. Polymerization shrinkage and depth of cure of bulk fill flowable composite resins. *Oper Dent* 2014; 39(4): 441-448.
  40. DeWald JP, Ferracane JL. A comparison of four modes of evaluating depth of cure of light-activated composites. *J Dent Res* 1987; 66(3): 727-730.
  41. Ferracane JL, Aday P, Matsumoto H, Marker VA. Relationship between shade and depth of cure for light-activated dental composite resins. *Dent Mater* 1986; 2(2): 80-84.
  42. Flury S, Hayoz S, Peutzfeldt A, Hüslér J, Lussi A. Depth of cure of resin composites: is the ISO 4049 method suitable for bulk fill materials? *Dent Mater* 2012; 28(5): 521-528.
  43. Alrahlah A, Silikas N, Watts DC. Post-cure depth of cure of bulk fill dental resin-composites. *Dent Mater* 2014; 30(2): 149-154.
  44. Ilie N, Keßler A, Durner J. Influence of various irradiation processes on the mechanical properties and polymerisation kinetics of bulk-fill resin based composites. *J Dent* 2013; 41(8): 695-702.
  45. Goracci C, Cadenaro M, Fontanive L, Giangrosso G, Juloski J, Vichi A et al. Polymerization efficiency and flexural strength of low-stress restorative composites. *Dent Mater* 2014; 30(6): 688-694.
  46. Martin FE. A survey of the efficiency of visible light curing units. *J Dent* 1998; 26(3): 239-243.
  47. Krämer N, Lohbauer U, García-Godoy F, Frankenberger R. Light curing of resin-based composites in the LED era. *Am J Dent* 2008; 21(3): 135-142.
  48. Ferracane JL. Developing a more complete understanding of stresses produced in dental composites during polymerization. *Dent Mater* 2005; 21(1): 36-42.
  49. Ferracane JL. Buonocore Lecture. Placing dental composites-a stressful experience. *Oper Dent* 2008; 33(3): 247-257.
  50. Anusavice K. Phillips' science of dental materials. 11 ed. St. Louis: Saunders; 2003.
  51. Moorthy A, Hogg CH, Dowling AH, Grufferty BF, Benetti AR, Fleming GJ. Cuspal deflection and microleakage in premolar teeth restored with bulk-fill

- flowable resin-based composite base materials. *J Dent* 2012; 40(6): 500-505.
52. Ilie N, Hickel R. Investigations on a methacrylate-based flowable composite based on the SDR technology. *Dent Mater* 2011;27(4):348-355.
53. El-Damanhoury H, Platt J. Polymerization shrinkage stress kinetics and related properties of Bulk-Fill resin composites. *Oper Dent* 2014; 39(4): 374-382.
54. Campos EA, Ardu S, Lefever D, Jassé FF, Bortolotto T, Krejci I. Marginal adaptation of class II cavities restored with bulk-fill composites. *J Dent* 2014; 42(5): 575-581.
55. Furness A, Tadros MY, Looney SW, Rueggeberg FA. Effect of bulk/incremental fill on internal gap formation of bulk-fill composites. *J Dent* 2014; 42(4): 439-449.
56. Arslan S, Demirbuga S, Ustun Y, Dincer AN, Canakci BC, Zorba YO. The effect of a new-generation flowable composite resin on microleakage in Class V composite restorations as an intermediate layer. *J Conserv Dent* 2013; 16(3): 189-193.
57. El-Safty S, Silikas N, Watts DC. Creep deformation of restorative resin-composites intended for bulk-fill placement. *Dent Mater* 2012; 28(8): 928-935.
58. Al-Ahdal K, Silikas N, Watts DC. Rheological properties of resin composites according to variations in composition and temperature. *Dent Mater* 2014; 30(5): 517-524.
59. Petrovic LM, Zorica DM, Stojanac IL, Krstonosic VS, Hadnadjev MS, Atanackovic TM. A model of the viscoelastic behavior of flowable resin composites prior to setting. *Dent Mater* 2013; 29(9): 929-934.
60. Sadowsky SJ. An overview of treatment considerations for esthetic restorations: a review of the literature. *J Prosthet Dent* 2006; 96(6): 433-442.
61. Abbas G, Fleming GJ, Harrington E, Shortall AC, Burke FJ. Cuspal movement and microleakage in premolar teeth restored with a packable composite cured in bulk or in increments. *J Dent* 2003; 31(6): 437-444.