

Microfiltración en restauraciones clase II de composite fotopolimerizadas a través de un cono transparente

P. Drexler Prada¹, J. R. Boj Quesada², F. García-Godoy³, C. Canalda Sahl⁴, E. Espasa Suárez⁵

Facultad de Odontología de la
Universidad de Barcelona.
Pabellón Principal, 1ª planta.
Campus de Bellvitge.
08907 L'Hospitalet de Llobregat.
Barcelona (España).

RESUMEN

Estudios clínicos han demostrado la existencia de importantes problemas cuando el composite es utilizado en restauraciones posteriores. Dentro de ellos cabe destacar la contracción del material y la microfiltración. Una adecuada fotopolimerización de la resina influye positivamente en el resultado final de la restauración.

La utilización de un cono transparente de plástico ha sido sugerido por algunos autores como un procedimiento para mejorar la fotopolimerización de la resina a nivel del área gingival en las restauraciones clase II de composite, lográndose un aumento

en la dureza y nivel de conversión del material, así como una disminución de la brecha entre la restauración y las paredes cavitarias a ese nivel.

En el presente trabajo se investigaron los efectos de la utilización del cono transparente propuesto por Ericson en 1987, en la fotopolimerización de la resina y sus consecuencias en la microfiltración.

Los resultados mostraron una leve tendencia a la disminución de la microfiltración en el área cervical de las restauraciones clase II cuando el cono fue utilizado, aunque sin diferencias significativas respecto a la técnica convencional.

Palabras clave: Resina, fotopolimerización, cono transparente, microfiltración.

SUMMARY

Clinical studies show that major problems exist when composite resins are used for posterior restorations. Among them it should be outlined microleakage and material contraction. Good light curing of the composite would positively influence the final result of the restoration.

The use of a transparent plastic cone attached to the light-curing wand, has been suggested as a pro-

cedure to improve the polymerization of the resin at the gingival margin of class II restorations, improving the level of conversion of the material, its hardness, as well as reducing the marginal gap.

In the present study, the effects of the utilization of the cone on the polymerization of the resin and its consequences on microleakage were investigated.

The results showed a slight reduction of the microleakage when the cone is used to polymerize the cervical region of class II composite restorations, although no significant differences were found comparing this procedure with the conventional technique.

Key Words: Resin, fotopolymerization, transparent cone, microleakage.

Introducción

El composite como material de restauración fue introducido en la década de los años sesenta como un posible material sustituto de la amalgama de plata. Sin embargo a través de estudios clínicos se llegó a determinar que existían importantes problemas cuando el composite era utilizado como material de

¹ Máster Odontopediatría.

² Profesor Titular.

³ Jefe Servicio Odontopediatría (Health Science Center San Antonio, Universidad de Texas, USA).

⁴ Catedrático.

⁵ Profesor Asociado.

¹⁻²⁻⁴⁻⁵ Facultad de Odontología. Universidad de Barcelona).

restauración en los dientes posteriores. Dentro de estos problemas destacaban la presencia de caries secundaria (1) y el desgaste (2, 3, 4). Se ha demostrado también la aparición de decoloración y fractura del material o del diente (5) así como la presencia de microfiliación (1,4,6,7,8).

Las limitaciones clínicas que presentaba el composite cuando era utilizado en restauraciones posteriores condujo a muchos investigadores a proponer distintas mejoras en ciertas propiedades físicas y químicas del material. Se alteró la composición de la resina variando su relleno (9), se modificaron los diferentes mecanismos de adhesión a la dentina a través de la introducción de los nuevos adhesivos dentinarios, los agentes bifuncionales (llamados de esta manera por presentar un grupo hidrofílico que se une a la dentina y otro hidrofóbico que se une al composite) (10,11,12) y se propusieron modificaciones en las diferentes técnicas de aplicación del composite. A pesar de haberse logrado claros avances en la respuesta clínica, el composite actual sigue presentando algunas dificultades.

La polimerización de la resina compuesta ocasiona siempre una contracción. La contracción es una propiedad inherente de la resina y su valor oscila entre el 2,0 a 3,2% en volumen (9,13,14). Esta contracción da origen a la formación de brechas entre la restauración y las paredes cavitarias, así como la aparición de microfiliación.

La microfiliación de un material de restauración ha sido definida por Bauer y Henson en 1984, como «el paso de bacterias, fluidos, sustancias químicas, moléculas e iones entre el diente y su restauración» (15). Esta microfiliación es debida en parte a esta contracción en masa del composite y en parte a que ninguno de los materiales presentes en el mercado se adhieren completamente a las paredes cavitarias (8). Esto permite el desarrollo de caries secundaria, ruptura de los márgenes de la restauración y pa-

tología pulpar. En la contracción de polimerización pared a pared (wall-to-wall) tendremos que tener en cuenta los siguientes factores:

1) La brecha consecuencia de la contracción por polimerización a nivel de esmalte se reduce significativamente con la técnica de grabado ácido (16,17,18). Si bien es importante destacar que en la región cervical de las cavidades de clase II el esmalte es mucho más fino o inexistente y por lo tanto la magnitud de la brecha puede ser superior (11,12).

2) La utilización de ciertos agentes de unión a la dentina puede reducir la amplitud y la frecuencia de las brechas marginales, considerando que las fuerzas de unión entre dentina-agente de unión y entre agente de unión-composite deberán ser de una intensidad suficiente para soportar la contracción de polimerización del composite (19). Sin embargo se ha demostrado que, si bien la brecha es menor en las pequeñas cavidades, esta persiste a pesar de la utilización de los agentes de unión (20,21).

3) La dilución del monómero (unidad estructural de la resina) para disminuir la viscosidad de la resina, ocasionó un aumento de la contracción por polimerización. También se encontró que cuanto más grande es la molécula del monómero menor es la contracción del composite (22).

En cavidades clase II la brecha originada por la contracción ocurre generalmente en el margen cervical, a pesar de la utilización de adhesivos dentinarios o ionómeros de vidrio como bases (23,24,25).

En el área cervical de la caja proximal es muy difícil obtener una buena fotopolimerización. Es también sabido que las restauraciones que son polimerizadas insuficientemente presentan propiedades físicas y químicas deficientes y muestran un incremento en la microfiliación (26).

Diferentes métodos han sido propuestos para contrarrestar estas dificultades:

1) Aplicación y fotopolimerización de la resina en pequeños incrementos (27).

2) Fotopolimerización desde las caras vestibular y lingual a través del esmalte (26).

3) Utilización de matrices transparentes y cuñas transmisoras de luz (28).

4) Utilización de un cono transparente unido a la parte terminal de la lámpara de polimerización (29).

Un cono transparente unido a la parte terminal de la lámpara de fotopolimerización fue propuesto por Ericson en 1987 (29). La luz irradiada es concentrada en la punta del cono desde donde es distribuida en forma hemisférica. El objetivo era mejorar la fotopolimerización a nivel cervical de las restauraciones de clase II.

Ya que el cono de plástico dirige más luz hacia el área cervical de la restauración, es de suponer que se mejorará la polimerización en esta región y por lo tanto se disminuirá la microfiliación.

Propósito del estudio

El propósito de este estudio fue evaluar la microfiliación en las restauraciones clase II de resina compuesta cuando se transmite la luz de fotopolimerización a través del cono transparente propuesto por Ericson en 1987.

Material y método

Veinte terceros molares extraídos que no presentaban caries fueron utilizados para este estudio. Inmediatamente después de ser extraídos fueron almacenados entre 7 y 60 días en agua destilada, posteriormente limpiados con un bisturí para eliminar los restos de tejido adherido y por último pulidos con un contraángulo a baja velocidad con una copa de goma y polvos de piedra pómez.

Se prepararon cavidades de clase II modernas para amalgama, con los ángulos redondeados y sin biselar, utilizando una fresa de carburo de

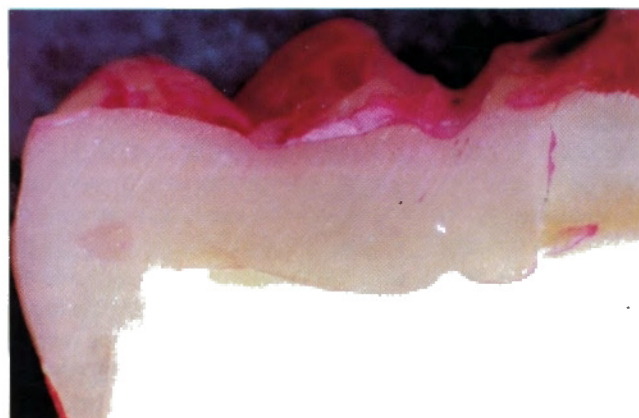
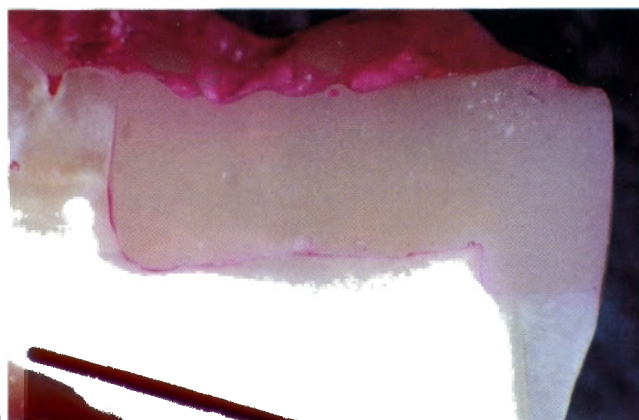
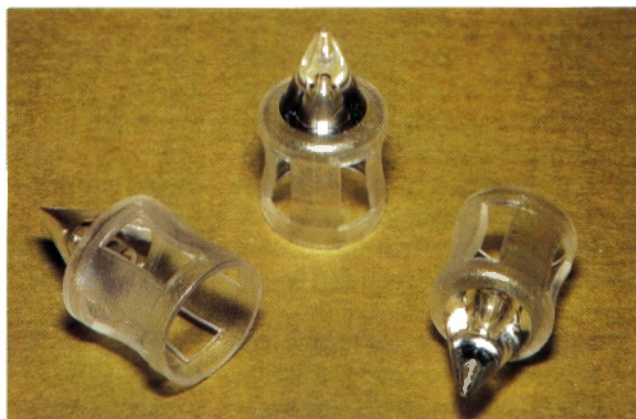


Fig. 1 - Dispositivo de acrílico con resina de modelado donde se colocaron los dientes para su obturación. Cono transparente aplicado a la porción terminal de la lámpara de fotopolimerización.

Fig. 2 - Cono transparente utilizado en el estudio, presentado en tres tamaños diferentes.

Fig. 3 - Imagen de microscopía óptica a una magnificación de 16 aumentos donde se observa la ausencia de microfiltración en una de las muestras del grupo 2.

Fig. 4 - Nivel 3 de microfiltración gingival en una muestra del grupo 2 (16x).

Fig. 5 - Nivel 1 de microfiltración oclusal en una muestra del grupo 2 (16x).

Fig. 6 - Microfiltración nivel 2 en gingival en una muestra del grupo 1 (16x).

Fig. 7 - Muestra del grupo 2 en la que no se observa ni microfiltración ni tinción del bonding (16x).

tungsteno nº 500-314-232001-008 (Marca Komet, nº 330) a alta velocidad y con refrigeración. La preparación se realizó en forma estandarizada de manera que las cavidades en la caja oclusal presentaban una profundidad de 3 mm, mientras que en la caja proximal la profundidad era de 5 mm.

Tras la preparación, los dientes fueron almacenados en agua destilada durante 48 horas a temperatura ambiente. A continuación fueron secados con aire comprimido libre de aceite y divididos al azar en 2 grupos de 20 dientes cada uno.

Durante el procedimiento de obturación los dientes fueron montados en un dispositivo de acrílico (Fig. 1) con resina de modelado (Tray, Dough, The Higienic Corporation, Akron, OH, USA), para simular la presencia de un diente vecino y así respetar el punto de contacto proximal de dientes adyacentes.

La técnica de obturación fue la misma para cada grupo, teniendo en cuenta las siguientes variantes:

Grupo 1

El esmalte y la dentina fueron grabados durante 30 segundos con un gel de ácido fosfórico al 10% (Caulk, Dentsply, International, Milford, DE, USA) utilizando pinceles desechables. Las preparaciones fueron después aclaradas con agua y secadas durante 1 segundo con una jeringa de aire comprimido (sin deshidratar). Inmediatamente, se aplicaron dos capas consecutivas de ProBond Primer (Caulk, Dentsply) sobre la superficie de la cavidad húmeda, para secar a continuación con aire comprimido durante 5 segundos para eliminar el exceso de solvente y desplazar el agua.

Posteriormente, se aplicó una capa de ProBond bonding (Caulk, Dentsply) con pinceles desechables y se polimerizó durante 30 segundos con una lámpara de luz halógena (Optilux 400, Demetron, Danbury, CT, USA). A continuación se adaptó una matriz trans-

parente al cliente (Caulk, Dentsply) utilizando cuñas de plástico también transparentes (Caulk, Dentsply).

El composite TPH (Caulk, Dentsply) de tipo híbrido fue colocado en la caja proximal de la cavidad con condensadores de amalgama cubriendo 1-2 mm del área gingival. Esta capa fue polimerizada durante 40 segundos a través de la cuña de plástico. La siguiente capa fue colocada diagonalmente en la pared vestibular de la caja proximal y se polimerizó durante 40 segundos desde la cara vestibular. Una capa similar fue colocada en la pared lingual para completar la caja proximal y fue polimerizada desde la cara lingual. La parte oclusal de la restauración fue obturada diagonalmente y cada incremento (el vestibular y el lingual) fue polimerizado durante 40 segundos desde oclusal.

La matriz transparente y las cuñas fueron retiradas y la restauración pulida con discos, copas y puntas destinadas al acabado de composites. (Enhance, Composite Finishing & Polishing System. Caulk, Dentsply).

Grupo 2

Con este grupo se realizó el mismo procedimiento inicial de grabado ácido, colocación de primer, bonding y adaptación de matriz transparente.

El composite TPH de tipo híbrido (Caulk, Dentsply) fue colocado en la caja proximal de la cavidad utilizando condensadores de amalgama cubriendo 1-2 mm del área gingival. Un cono transparente (Fig. 2) fue aplicado a la parte terminal de la lámpara de fotopolimerización y colocado en la caja proximal dentro de la resina (Fig. 1), polimerizándose durante 40 segundos a través del cono. El cono fue presionado dentro de la cavidad y de la resina llegando casi al suelo de la caja proximal. De esta manera a medida que el cono ejercía esta presión la matriz interproximal era presionada hacia el diente vecino estableciéndose también un correcto punto de contacto. Tras la polimerización

a través del cono, este fue retirado y el resto de la cavidad fue obturado con composite y fotopolimerizado de forma convencional. Esta capa fue colocada en el espacio que quedó después de retirar el cono y se polimerizó durante 40 segundos sin la presencia del mismo. La parte oclusal de la restauración fue obturada diagonalmente y cada incremento fue polimerizado durante 40 segundos desde oclusal. La matriz transparente y las cuñas fueron retiradas y la restauración terminada con discos, copas y puntas. (Enhance, Composite Finishing & Polishing System. Caulk, Dentsply).

Los dientes ya obturados fueron sometidos a 500 ciclos de termociclado en agua desionizada alternando temperaturas de 5°C y 55°C, con un tiempo de inmersión de 30 segundos en cada temperatura.

Los especímenes fueron pincelados con un barniz de uñas ácido resistente (Nat Robbins, Great American Cosmetic Inc., Westbury, N. Y), hasta 0,5-1 mm de los límites de la restauración. Una vez seco el barniz, los dientes fueron colocados en una solución acuosa de fucsina básica al 2% durante 48 horas a temperatura ambiente. El nivel de la fucsina fue establecido de manera que sólo cubriese la parte coronal del cliente incluyendo toda la restauración de composite, evitando así la penetración de fucsina por el ápice radicular de los dientes. Seguidamente se retiraron las muestras de la solución acuosa de fucsina y se eliminó el exceso de tinción, cepillando los dientes durante 20 segundos bajo un chorro de agua corriente.

A continuación, la corona de cada diente fue seccionada mesiodistalmente en dos localizaciones distintas a través de las restauraciones de clase II (un corte aproximadamente a 1 mm de la pared vestibular de la restauración y el otro corte a 1 mm de la pared lingual de la misma), con una hoja diamantada a baja velocidad

(235 r.p.m.) y refrigeración (Silverstone - Taylor Hard Tissue Microtome, Scientific Fabrication, Little Town, CO, USA). La corona fue separada de la raíz y las tres secciones obtenidas fueron pulidas con papel de lija (WP 14-A Waterproof Sanding Sheets, Nic Sand Inc, Cleveland, OH, USA) para eliminar el exceso de colorante.

La microfiliación de cada sección fue evaluada en el margen gingival y oclusal utilizando un estereomicroscopio (Modelo 239328, Olympus Co., Tokyo, Japón) a 16 aumentos. El análisis de las muestras fue realizado al azar y a doble ciego, donde los examinadores no conocían la naturaleza de los especímenes.

La tinción a lo largo de la interfase de la restauración fue registrada siguiendo el criterio presentado por Hallett y García-Godoy en 1993 (30):

0= sin penetración de colorante

1= penetración parcial de colorante a lo largo del suelo de las cajas oclusales y gingivales.

2= penetración de colorante a lo largo del suelo de las cajas oclusales y gingivales sin incluir la pared axial.

3= penetración del colorante a lo largo de la pared axial.

El análisis estadístico aplicado fue el test no paramétrico de Wilcoxon (Rank Sums).

Resultados

Los valores de la microfiliación a nivel gingival y oclusal obtenidos en este estudio, son presentados en las tablas 1 y 2 respectivamente.

Los valores obtenidos tanto para gingival y oclusal demostraron una leve tendencia a la disminución de la microfiliación, cuando se utilizó el cono transparente en la fotopolimerización de la resina. Los resultados tratados con el test estadístico no paramétrico de Wilcoxon (Rank Sums) no dieron valores significativos ($p < 0,05$).

Tabla 1 - Grado de microfiliación a nivel de la pared gingival. (Valores de 0 a 3 descritos en el texto del artículo)

MICROFILTRACION A NIVEL DE LA PARED GINGIVAL					
	n (número de muestras)	Grado de microfiliación			
		0	1	2	3
Grupo 1: Ausencia de cono	20	17	0	2	1
Grupo 2: Presencia de cono	20	18	1	0	1

Tabla 2 - Grado de microfiliación a nivel de la pared oclusal. (Valores de 0 a 3 descritos en el texto del artículo)

MICROFILTRACION A NIVEL DE LA PARED OCLUSAL					
	n (número de muestras)	Grado de microfiliación			
		0	1	2	3
Grupo 1: Ausencia de cono	20	18	0	2	0
Grupo 2: Presencia de cono	20	18	1	1	0

La mayoría de las muestras en el grupo en que se utilizó el cono transparente (Grupo 2), presentaron niveles de microfiliación nulos o muy bajos. La ausencia de microfiliación a nivel gingival en una de las muestras de este grupo se observa en la figura 3. La figura 4 muestra un nivel 3 de microfiliación gingival en un espécimen de este mismo grupo. En la figura 5 se puede observar una de las muestras del grupo 2 que presentó nivel 1 en oclusal.

En cuanto al grupo 1, donde el cono no fue utilizado para la polimerización, encontramos en dos de las muestras niveles de microfiliación 2 a nivel gingival (Fig. 6).

Es posible observar en las figuras 3, 4, 5 y 6 una línea de tinción que separa la resina de las paredes cavitarias (correspondería a la coloración del bonding). En la figura 7 se observa una de las muestras que no presentó coloración del bonding.

Discusión

Los estudios de microfiliación *in vitro* son utilizados en un intento de predecir la capacidad de sellado marginal de las restauraciones. La ausencia del mismo promueve la decoloración del diente, una respuesta pulpar adversa, sensibilidad postoperatoria y caries recurrente (31, 32).

La mayoría de las muestras investigadas presentaron niveles nulos o bajos de microfiliación. Si bien los resultados mostraron que la presencia del cono de plástico durante la polimerización no constituyó un factor preponderante en la disminución de la microfiliación, se pudo observar una leve tendencia a la reducción de la misma.

Estudios en el pasado han demostrado que la utilización del cono de plástico transparente aumenta la dureza de las restauraciones clase II de composite en el área cervical y tam-

bién disminuye el número de porosidades superficiales de la resina (33). Por otro lado Ericson en 1991 (34) utilizando el mismo cono transparente demostró una reducción de más de la mitad de la brecha gingival originado por contracción en restauraciones de composite de clase II.

La luz de irradiación determina un incremento en el nivel de conversión de la resina, lo que explicaría una disminución en la brecha por contracción, un aumento de la dureza (35), y por lo tanto una disminución en la microfiliación.

En el presente estudio si bien no se constató una reducción significativa en la microfiliación por la presencia del cono, los niveles en general fueron bajos. La microfiliación encontrada pudo deberse a las siguientes consideraciones:

1) La inserción del cono desplaza el centro de la luz de fotopolimerización hacia la parte más profunda de la caja proximal. Esto determinaría que la fotopolimerización se iniciase en la parte cervical de la restauración en lugar de en la zona oclusal.

Como la contracción es menor cerca de la fuente lumínica (36), y en este caso la luz se encuentra en el área cervical de la restauración, la microfiliación a este nivel se vió levemente reducida.

2) La presencia de un cono de plástico rígido en el centro del composite facilitaría la condensación de la resina hacia las paredes cavitarias y por lo tanto sólo una pequeña capa de resina fue polimerizada inicialmente en comparación con el grupo control, determinando un menor volumen de material, una menor contracción asociada (34) y por lo tanto una menor microfiliación.

3) Las buenas propiedades inherentes del composite utilizado en el trabajo.

A nivel oclusal los resultados globales con y sin la presencia del cono mostraron niveles de microfiliación menores que a nivel gingival. Esto

puede explicarse debido a la presencia en oclusal de mayor cantidad de esmalte disponible para ser grabado, en comparación con gingival donde el esmalte es mucho más reducido o inexistente. Esto señalaría la importancia del grabado ácido en la adaptación del composite y su relación en la reducción de la microfiliación, quizás con mayor influencia que la utilización o no del cono transparente como ayuda en la polimerización.

Cabe destacar la presencia en casi todas las muestras de una línea de tinción entre el composite y las paredes cavitarias correspondiendo a la colaboración del bonding. Esto podría explicarse en base a la propiedad hidrofílica del bonding y por lo tanto, su afinidad con el agua, en este caso agua conteniendo una solución acuosa de fucsina básica. Si bien durante el proceso de inmersión de los dientes en el colorante se cuidó estrictamente que no hubiese contacto con las raíces para evitar la penetración del colorante por los ápices radiculares y de esta forma generar falsos positivos, esta tinción del bonding pudo haber ocurrido una vez que se seccionaron las muestras y se colocaron nuevamente en agua destilada para evitar su deshidratación. Como fue casi imposible eliminar totalmente los excesos de fucsina de las muestras, algún resto de colorante pudo haber ocasionado la coloración del agua de almacenamiento y por lo tanto la tinción del bonding. Este hecho debe tenerse en cuenta en futuros estudios de microfiliación ya que podría dar origen a consideraciones erróneas de los resultados obtenidos.

El paso de la luz a través del cono transparente en la fotopolimerización del área gingival en las restauraciones de clase II de composite, produce una disminución de la brecha y de la microfiliación a este nivel, aunque la diferencia no es significativa.

En próximos estudios sería interesante incrementar el número de

muestras y añadir variables a la investigación tales como distintos tiempos de grabado y grabado de la dentina.

Bibliografía

1. MOFFA J. P., JENKINS W. A., HAMILTON J. C.: The longevity of composite resin for the restoration of posterior teeth (Abstract nº 253). *J Dent Res*, 63: 199, 1984.
2. PHILIPS R. W.: Observations on a class II: three year report. *J Prosthet Dent*, 30: 891-897, 1973.
3. LEINFELDER K. F.: Clinical evaluation of resin composite materials anterior and posterior restorative materials. *J Prosthet Dent*, 33: 406-416, 1975.
4. LEINFELDER K. F., SLUDER T. B., SANTOS J. F. F., WALL J. T.: Five year evaluation of anterior and posterior restorations of composite resin. *Oper Dent*, 5: 57-65, 1980.
5. JORGENSEN K. D., ASMUSSEN E., SHIMOKOBE H.: Enamel damages caused by contractive restorative resins. *Scand J Dent Res*, 83: 120-122, 1975.
6. THIRTA R., FAN P. L., DENNISON J., BOWERS J. M.: Depth of cure of photoactivated composites. *J Dent Res*, 62: 1184-1187, 1982.
7. LEINFELDER K. F.: Evaluation of criteria used for assessing the clinical performance of composite resin in posterior teeth. *Quint Int*, 18: 531-536, 1987.
8. BROWNE R. M., TOBIAS T. S.: Microbial microleakage and pulpal inflammation. A review. *Endod Dent Traumatol*, 2: 177-183, 1986.
9. MUNSKGAARD E. C., HANSEN E. K., KATO H.: Wall to wall polymerization contraction of composite resins versus filler content. *Scand J Dent Res*, 95: 526-531, 1987.
10. DAVIDSON C. L., DE GEE A. J., FEILZER A. J.: The competition between the composite-dentin bond strength and polymerization contraction stress. *J Dent Res*, 63: 1396-1399, 1986.
11. GROSS J. D., RETIEF D. H., BRADLEY E. L.: Microleakage of posterior composite restorations. *Dent Mater*, 1: 7-10, 1985.
12. PHAIR C. B., FULLER J. L.: Microleakage of composite restorations with cementum margins. *J Prosthet Dent*, 53: 361-364, 1985.

13. WALLS A. W., McCABE J. F., MURRAY J. J.: The polymerization contraction of visible-light composite resins. *J. Dent*, 16: 177-181, 1988.
14. BAUSH, J. R.: Clinical significance of polymerization shrinkage of composite resins. *J Prosthet Dent*, 48: 59-62, 1982.
15. BAUER J. F., HENSON J. L.: Microleakage: A measure of the performance of direct filling material. *Oper Dent*, 9: 2-9, 1984.
16. GALAN J. Jr., MONDELLI J., CORADAZZI J. L.: Marginal leakage of two composite restorative systems. *J Dent Res*, 55: 74, 1976.
17. HEMBREE J. H., ANDREWS J. T.: Microleakage of several acid-etch composite resin systems: A laboratory study. *Oper Dent*, 1: 91, 1976.
18. ORTIZ R. F., PHILLIPS R. W., SWARTZ M. L., OSBORNE J. M.: Effect of composite resin bond agent on microleakage and bond strength. *J Prosthet Dent*, 41: 51, 1979.
19. MUNSKGAARD E. C., ITOH K., ASMUSSEN E., JORGENSEN K. D.: Effect of combining dentin bonding agent. *Scand J Dent Res*, 93: 377-380, 1985.
20. MUNSKGAARD E. C., HANSEN E. K., ASMUSSEN E.: Effect of five adhesives on adaptation of resin in dentin cavities. *Scand J Dent Res*, 92: 544-548, 1984.
21. KOMATSU T., FINGER H.: Dentin bonding agents: correlation of early bond strength with marginal gaps. *Dent Mater*, 222: 57-62, 1986.
22. ASSMUSSEN E.: Composite restorative resins. Composition versus wall-to-wall polymerization contraction. *Acta Odontol Scand*, 33: 377-344, 1975.
23. EHRTFORD L., DERAND T.: Cervical gap formation in class II composite resin restorations. *Swed Dent J*, 222: 57-62, 1984.
24. DARBYSHIRE P A, MESSER L. B., and DOUGLAS W. H.: Microleakage in class II composite resin bonded using thermal and load cycling. *J Dent Res*, 67: 585-587, 1988.
25. TORSTENSON B., BRANNSTROM M.: Composite resin gaps measured with a fluorescent resin technique. *Dent Mater*, 4: 238-242, 1988.
26. SWARTZ M. L., PHILLIPS R. W., and RHODES B.: Visible light-activated resins depth of cure. *J Am Dent Assoc*, 106: 634-637, 1983.
27. HASSAN R., MANTE F., LIST G., DHURU V.: A modified incremental technique for class II restorations. *J Prosthet Dent*, 58: 153-156, 1987.
28. LLUTZ F., KREJCI I., OLDENBURG T. R.: Elimination of polymerization stresses at the margins of posterior composite resin restorations: a new restorative technique. *Quint Int*, 17: 777-784, 1986.
29. ERICSON D.: Method and apparatus for polymerizing light-curing dental fillings of class II type in composite material. US patent 4, 666, 405, 1987.
30. HALLET K. B., GARCIA-GODOY F.: Microleakage of resin-modified glass ionomer cement restorations: an in vitro study. *Dent Mater*, 9: 306-311, 1993.
31. ERIKSEN H. M., PEARS G.: Caries related to marginal leakage around composite resin restorations. *J Oral Rehab*, 5: 15-20, 1978.
32. BRÄNNSTRÖM M.: Communication between the oral cavity and the dental pulp associated with restorative treatment. *Oper Dent*, 9: 57-68, 1984.
33. VON BEETZEN M., NICANDER J. L. I., SUNDSTRÖM F.: Microhardness and porosity of class II light-cured composite restorations cured with a transparent cone attached to the light curing wand. *Oper Dent*, 18: 103-109.
34. ERICSON D., DERAND T.: Reduction of cervical gaps in class II composite resin restorations. *J Prosthet Dent*, 65: 33-37, 1991.
35. ASSMUSEN E.: Restorative resins: hardness and strength vs quantity of remaining double bonds. *Scand J Dent Res*, 90: 484-489Z, 1982.
36. HANSEN E. K.: Visible light-cured composite resins: polymerization contraction, pattern and hygroscopic expansion. *Scand J Dent Res*, 90: 329-335, 1982.

Correspondencia:

Dr. J. R. Boj Quesada
 Facultad de Odontología de la Universidad de Barcelona
 Pabellón Principal, 1.^a planta
 Campus de Bellvitge
 08907 L'Hospitalet de Llobregat
 Barcelona (España)