

Revisiones Bibliográficas:

INFLUENCIA DE LA FOTOPOLIMERIZACIÓN GRADUAL EN EL ESTRÉS DE CONTRACCIÓN EN RESTAURACIONES DE RESINA COMPUESTA

Recibido para arbitraje: 09/10/06

Aprobado para publicación: 08/05/2007

- **Dra. Niéli Caetano de Souza** - Alumna de maestría en Dentística Faculdade de Odontologia de Araraquara- (FOAr) Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP).
- **Dr. Victor Grover Rene Clavijo** - Alumno de maestría en Dentística FOAr-UNESP.
- **Dra. Brenda López Ampuero** - Alumna de especialización en Prótesis Dentaria FOAr-UNESP.
- **Dr. Alexandre Henrique Susin** - Profesor orientador del Programa de Post- Graduación en Dentística - FOAr-UNESP /Profesor Adjunto del Departamento de Odontología Restauradora - Universidade Federal de Santa Maria.

RESUMEN

Cuando el factor estética es primordial, las resinas compuestas continúan siendo la opción restauradora más utilizada. Sin embargo, a pesar de su constante evolución aún presentan algunos inconvenientes, tales como: desgaste, contracción de polimerización e infiltración marginal.

Actualmente, nuevos conceptos relacionados a técnicas de fotopolimerización desarrollaron una mejor adaptación marginal asociada a la permanencia de sus propiedades mecánicas. La polimerización gradual, es decir, reducción inicial de la intensidad de luz, seguida por fotoactivación con mayor intensidad han demostrado ser una alternativa con buenos resultados clínicos. Este trabajo propone discutir las principales variables que pueden interferir en el proceso de fotopolimerización, con el objetivo de alertar a los odontólogos en cuanto a la necesidad de un constante control clínico, no solamente por la observación de la técnica incremental, sino principalmente, a través de la monitorización de la cantidad de energía luminosa empleada en el proceso de fotopolimerización. En este contexto, son presentados, mediante revisión de literatura, los principales factores relacionados a la contracción de polimerización y las técnicas de fotopolimerización disponibles para minimizar sus efectos.

Palabras Claves: Intensidad de luz, contracción de polimerización, adaptación marginal.

ABSTRACT

The composite resins are still the most used restorative option when the esthetic aspect is primordial. However, even their constant evolution they present some inconvenients like: wear, polymerization contraction and marginal leakage.

Today, new concepts related to light curing have developed a better marginal adaptation associated to the permanency of their mechanical properties. The gradual polymerization, which means, initial reduction at the light intensity, followed by the photoactivation with more intensity has demonstrated to be an alternative with good clinical results. This paper proposes to discuss the principal variables that could interfere at the light curing process, with the aim to alert the dentists about the necessity of a constant clinical control, not just by the observation of the incremental technique, but principally, through monitoring the quantity of light energy used at the polymerization process. In this context, are presented, by a literature revision, the principal factors related to the polymerization contraction and the available light curing techniques to minimize their effects.

Key words: Light intensity, polymerization contraction, marginal adaptation.

INTRODUCCIÓN

La búsqueda por tratamientos altamente estéticos, por medio de procedimientos poco invasivos, resultó en un extenso uso de restauraciones directas adhesivas con resina compuesta en los dientes anteriores y posteriores. Para obtener éxito funcional y una apariencia natural para las restauraciones directas, el profesional necesita comprender las propiedades de las resinas

compuestas, respetar los protocolos de los adhesivos dentinarios y adoptar una técnica de reconstrucción incremental racional y eficiente.

La contracción de polimerización de resina compuesta ha sido uno de los fenómenos más estudiados en la odontología en los últimos años. Actualmente, se sabe que varios factores influyen en las tensiones de contracción, tales como la configuración de la cavidad, la velocidad con que la polimerización ocurre además del módulo de elasticidad y la propia contracción, inherente al material resinoso (1, 2).

El estrés resultante de la tensión de contracción puede inducir fuerzas de tracción sobre las paredes laterales y en el piso de una preparación cavitaria y promover el surgimiento de hendiduras por la dislocación de los materiales restauradores o protectores (3). Estas hendiduras pueden causar infiltración de fluidos en la interfase, pigmentación marginal, sensibilidad post-operatoria, caries recurrentes además de poder provocar daños a los materiales protectores pulpares, eventualmente utilizados (4).

En la tentativa de reducir las tensiones generadas durante la polimerización de las resinas compuestas sin comprometer sus propiedades mecánicas, la técnica de polimerización gradual pasó a ser considerada. Ha sido evidenciada experimentalmente que una lenta reacción de polimerización puede causar daños menores a la interfase adhesiva por aumentar la posibilidad de escurrimiento del material, prolongar la fase pre-gel de la resina compuesta y consecuentemente, disminuir el estrés de contracción, resultando en menor inducción de estrés mecánico y por tanto, menores índices de fisuras e infiltración marginal (2, 5, 6,7).

La variación de velocidad de la reacción puede ser promovida a través de técnicas "soft-start" o de cualquier método que disminuya la cantidad de energía inicial en la resina compuesta en el momento de su activación y reorganización de cadenas poliméricas. El método "soft-start" consiste en iniciar la polimerización con una luz de baja intensidad (± 100 mW/cm²) seguida de la aplicación de una luz de alta intensidad (± 800 mW/cm²) (8, 9). Una mejor integridad marginal puede ser alcanzada con la utilización de ese método, sin comprometer las propiedades mecánicas, al mismo tiempo que se generan tensiones de contracción menores (10, 11).

Sobre lo expuesto, considerando que la contracción de polimerización puede ser influenciada por la modulación de la fotoactivación, juzgamos pertinente revisar a través de la literatura, la influencia de la polimerización gradual en restauraciones de resina compuesta.

DISCUSIÓN

La contracción de polimerización de las resinas compuestas se presenta como un gran problema sin solución efectiva (12). Esa contracción se realiza como consecuencia del re-ordenamiento molecular en un espacio menor de aquel que es requerido en la fase inicial de la reacción. Antes de la polimerización, la distancia entre las moléculas era de 0,3 a 0,4 nm, determinado por las fuerzas de Van der Waals. Cuando se establecen las uniones covalentes entre monómeros, la distancia entre ellos pasa a ser de 0,15 nm, resultando en la contracción, por el acortamiento de cadenas poliméricas, inherente a la reacción de polimerización (13). Clínicamente esta característica del material podría promover la formación de una hendidura marginal en las restauraciones, ya que las fuerzas de contracción consiguen ser mayores a la resistencia de unión brindada por el sistema adhesivo utilizado.

Se puede dividir la contracción de las resinas compuestas en dos fases, la pre-gel y la post-gel, siendo que la contracción del material implica la conjunción de ambas. Durante la contracción de polimerización, que ocurre en la fase denominada pre-gel, las moléculas se pueden deslizar y adquirir nuevas posiciones y orientaciones compensando la tensión de contracción de polimerización (3). En esta fase, la tensión generada no es transferida para la interfase de unión, debido a la capacidad de escurrimiento de las moléculas (2). El momento en que la resina pasa del estado fluido para el estado viscoso es conocido como punto gel y, a partir de él, en la denominada fase post-gel el material adquiere un alto módulo de elasticidad, pierde la capacidad de escurrimiento y pasa a transferir la tensión generada por el material para la interfase diente-restauración.

Considerando que las tensiones son transferidas para la interfase adhesiva a partir del punto gel, cuanto más extensa es la fase pre-gel, menor será la cantidad de tensiones transferidas, pues la conversión de los monómeros en polímeros se produciría lentamente, permitiendo un mejor escurrimiento del material y reducción de la tensión de contracción en la resina compuesta (14). Así, una importante característica de las resinas químicamente activas es la menor tensión de contracción desarrollada durante la polimerización, en virtud de que su fase pre-gel es más extensa una vez que estos materiales presentan una reacción de polimerización lenta y progresiva (2). Diferente de las resinas fotopolimerizables, que sufren una polimerización más rápida y la gelificación ocurre segundos después de la exposición del material a la fuente de luz, dificultando el control de la reacción de polimerización por el profesional (4, 15). Teóricamente, no hay tiempo suficiente para su escurrimiento y, cuanto menor esta capacidad, mayores las tensiones de contracción, las cuales pueden ser decisivas para el éxito del procedimiento adhesivo evitando la formación de hendiduras (10).

Bouschlicher et al. (7) verificaron que la utilización de una fuente de luz más intensa llevó al desarrollo más rápido de tensiones de contracción en las fases iniciales de la polimerización, cuando la unión entre los tejidos duros y resina compuesta aún se está estableciendo. Luo et al. (16), relataron una relación lineal entre la intensidad de luz empleada y la contracción de polimerización ocurrida., esto es, cuanto mayor la intensidad de luz, mayor sería la contracción encontrada.

Actualmente, la explicación más aceptada para tal hecho envuelve el concepto de punto gel, aquí colocado como el momento durante a polimerización cuando la resina compuesta deja de presentarse en la forma de una pasta viscosa y pasa para un estado sólido viscoelástico rígido (17).

La velocidad con que una resina foto-activada alcanza el punto gel depende de la intensidad de luz aplicada en el momento inicial de la polimerización (3). De esta manera, algunos estudios han sugerido que la adaptación marginal de las resinas compuestas puede ser mejorada a través de la fotoactivación del material solamente en baja intensidad de luz, pues la conversión de los monómeros en polímeros acontecería lentamente, permitiendo mejor escurrimiento del material y reducción de la tensión de contracción en la resina compuesta (9, 18). Sin embargo, la baja intensidad de luz puede no proporcionar una adecuada polimerización de la resina compuesta (19), corriéndose el riesgo de una incompleta conversión y, consecuentemente reduciendo la longevidad de la restauración por el comprometimiento de las propiedades mecánicas y físicas del material (5, 14, 20). Se cree que esos problemas pueden ser minimizados por el aumento de tiempo o por una irradiación adicional con alta intensidad de luz (14, 21).

Diversos autores afirman que la fotoactivación inicial del material con baja intensidad de luz, seguida por la alta intensidad, minimiza las tensiones generadas por la contracción, debido al prolongamiento de la fase pre-gel de la resina compuesta (6, 10, 22). En este sentido, la reducción en la velocidad de polimerización de la resina, con el uso de la técnica gradual, permitiría un mayor alivio de las tensiones, al lograr un mayor escurrimiento de las moléculas por la superficie no adherida, reduciendo la tensión proveniente de la contracción (8, 9). Esto resultaría en menor formación de hendiduras marginales y en una mejor adaptación del material a las paredes cavitarias (23), sin, por eso, perjudicar sus propiedades físico- mecánicas y la profundidad de polimerización (5).

En los últimos años, los fabricantes han producido aparatos fotoactivadores con programas que permiten graduar la intensidad de luz, posibilitando la utilización de diferentes técnicas graduales de fotoactivación: pasos, rampa y en pulsos. El aumento de la intensidad en los pasos significa reducir la potencia una y disponibilizarla por un determinado período. En seguida, el aparato eleva esa potencia para niveles máximos, que son mantenidos hasta el final del ciclo. En la técnica rampa, hay un aumento gradual de la intensidad de luz hasta alcanzar el nivel máximo, el cual también se mantiene por un determinado período, hasta que un grado de conversión sea alcanzado. Por último, el aumento de la potencia en pulsos, también denominado de pulso tardío, implica la emisión reducida de luz por algunos segundos (3-5 segundos), seguida de un período de espera (3-5 minutos), para en seguida exponer la resina compuesta a la máxima potencia de luz, completando la reacción de conversión (24). Así, se puede observar que son varias las alternativas para disminuir la velocidad de reacción de polimerización. Sin embargo, es importante entender que el principio básico, está relacionado con la reducción inicial de la densidad de potencia seguida de una elevación a niveles adecuados, para asegurar un grado satisfactorio de conversión de la resina compuesta.

La utilización de nuevos métodos de fotoactivación en la búsqueda de reducción de la contracción de polimerización de restauraciones de resina compuesta impulsa a continuar con las investigaciones científicas para la obtención de procedimientos restauradores con mayor longevidad clínica.

CONCLUSION

Se puede evidenciar que en los últimos años se ha manifestado una gran preocupación en reducir la contracción de polimerización inherente a las resinas compuestas utilizando nuevos recursos, tales como la alteración de su composición o la modulación de la fotopolimerización. Como ya fue mencionado, las técnicas de fotoactivación gradual son capaces de reducir el estrés de contracción cuando comparadas con la técnica convencional, lo que sugiere un mejor comportamiento clínico de la restauración, sobretodo en lo que respecta a la formación de hendiduras marginales y su potencial de microinfiltración.

REFERENCIAS

1. GIACHETTI L, SCAMINACI RUSSO D, BAMBI C, GRANDINI R. A review of polymerization shrinkage stress: current techniques for posterior direct resin restorations. *J Contemp Dent Pract.* (2006); 7: 79-88.
2. 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: 962-70.
3. FERRACANE JL, MITCHEM JC. Relationship between composite contraction stress and leakage in Class V cavities. *Am J Dent.* (2003); 16: 239-43.
4. ERNST CP, BRAND N, FROMMATOR U, RIPPIN G, WILLERSHAUSEN B. Reduction of polymerization shrinkage stress and marginal microleakage using soft-start polymerization. *J*

- Esthet Restor Dent. (2003); 15: 93-103.
5. NALCACI A, SALBAS M, ULUSOY N. The effects of soft-start vs continuous-light polymerization on microleakage in Class II resin composite restorations. J Adhes Dent. (2005); 7: 309-14.
 6. BOUSCHLICHER MR, RUIGGERBERG FA, BOYER DB. Effect of stepped light intensity on polymerization force and conversion in a photoactivated composite. J Esthet Dent. (2000); 12: 23-32.
 7. BOUSCHLICHER MR, RUIGGERBERG FA. Effect of ramped intensity on polymerization force and conversion in a photoactivated composite. J Esthet Dent. (2000); 12(6): 328-39.
 8. OBICI AC, SINHORETI MA, GOES MF, CONSANI S, SOBRINO LC. Effect of the photo - activation on polymerization shrinkage of restorative composites. Oper Dent. (2002); 27: 192-8.
 9. YAP AUJ, SOH MS, SLOW KS. Post-Gel shrinkage with pulse activation and soft-start polymerization. Oper Dent. (2002); 27: 81-7.
 10. FENG L, SUH BI. A mechanism on why slower polymerization of a dental composite produces lower contraction stress. J Biomed Mater Res B Appl Biomater. (2006); 78: 63-9.
 11. NEO BJ, SOH MS, TEO JW, YAP AU. Effectiveness of composite cure associated with different light-curing regimes. Oper Dent. (2005); 30: 671-5.
 12. CHIKAWA H, INAI N, CHO E, KISHIKAWA R, OTSUKI M, FOXTON RM, TAGAMI J. Effect of incremental filling technique on adhesion of light-cured resin composite to cavity floor. Dent Mater. (2006); 25: 503-8.
 13. LINDEN LA, JAKUBIAK J. Contraction (shrinkage) in polymerization. Part II. Dental resin composites. Polimery. (2001); 46(9): 590-5.
 14. FRIELD KH, SCHMALZ G, HILLER KA, MARKL A. Marginal adaptation of class V restorations with and without "soft-polymerization". Oper Dent. (2000); 25: 26-32.
 15. YAP AUJ, WONG NY, SLOW KS. Composite cure and shrinkage associated with high intensity curing light. Oper Dent. (2002); 28: 357-64.
 16. LUO Y, LO EC, WEI SH, TAY FR. Comparison of pulse activation vs. conventional light-curing on marginal adaptation of a compomer conditioned using a total-etch or self-etch technique. Dent Mater. (2002); 18: 36-48.
 17. LIM BS, FERRACANE JL, SACAGUSHI RL, CONDON JR. Reduction of polymerization contraction stress for dental composites by two step light - activation. Dent Mater. (2002); 18(6): 436-44.
 18. FEILZER A J, DOOREN LH, GEE CL, DAVIDSON CL. Influence of light intensity on polymerization shrinkage and integrity of restoration-cavity interface. Eur J Oral Sci. (1995); 103: 322-6.
 19. NEO BJ, SOH MS, TEO JW, YAP AU. Effectiveness of composite cure associated with different light-curing regimes. Oper Dent. (2005); 30: 671-5.
 20. WATTS DC, MAROUF AS, AL-HINDI AM. Photo-polymerization shrinkage-stress kinetics in resin-composites: methods development. Dent Mater. (2003); 19: 1-11.
 21. MAZUR RF, SAAD JRC, VIEIRA S, SOUZA EM, LIU J. Microinfiltração marginal e cavidades classe V, com resina composta submetida a diferentes intensidades de luz. Revisão de literatura. J Bras Clin Odont Int. (2001); 5: 307-10.
 22. DAVIDSON CL, DE GEE AJ.: Light curing units, polymerization and clinical implications. J Adhes

Dent. (2000); 2: 167-73.

23. LEONARD DL, CHARLTON DG, ROBERTS HR, HILTON TJ, ZIONIC A. Determination of the minimum irradiance required for adequate polymerization of a hybrid and a microfill composite. Oper Dent. (2001); 26: 176-180.
24. SANTOS MJMC, SOUZA JR MHS, MONDELLI RFL. Novos conceitos relacionados à fotopolimerização das resinas compostas. J Bras Dent Estet. (2002); 1: 14-21.