

Parámetros de interés de las lámparas de polimerizar (III): Altas intensidades y progresión de la intensidad

Se ha postulado que una alta intensidad pone excesiva tensión en la interfase diente-adhesivo-composite poniendo en peligro la adaptación de los composites y favoreciendo la microfiltración. Para tratar de evitar estos efectos indeseables han aparecido lámparas cuya intensidad va aumentando de forma progresiva. Analizaremos cual es el estado actual de estas dos modalidades de polimerización.

ALTAS INTENSIDADES

Ha habido la tendencia en los últimos años a aumentar la intensidad de la luz emitida por las lámparas con el fin de ahorrar tiempo, que en definitiva significa ahorrar dinero, y a la vez mejorar la polimerización de los materiales. Parece lógico pensar que cuanto más intensidad incide sobre un composite, más rápida y completa es la polimerización pero, a la vez, no hay que olvidar que mayores son las tensiones generadas en la interfase adhesivo-diente, lo que podría llevar a un fracaso en la adhesión y la aparición de microfiltración.

Analizaremos cómo, a la luz de los conocimientos actuales, repercuten las altas intensidades en la fuerza de adhesión, la contracción de polimerización, el riesgo de microfiltración, la dureza superficial, la profundidad de polimerización, el módulo de elasticidad, y el calor generado.

- **Fuerza de adhesión:** Se pueden conseguir fuerzas de adhesión similares a las obtenidas con las lámparas convencionales siempre y cuando se alarguen los tiempos de exposición recomendados por las casas comerciales. Así, cuando queramos polimerizar con lámparas de arco de plasma y trabajemos con composites híbridos será necesario alargarlo hasta los 10 segundos en lugar de los 3 segundos inicialmente propuestos (Reality 2001). Si se trata de composites de microrrelleno deberemos alargarlo aún más (hasta los 20 segundos). En esta situación, al tener que esperar entre disparos, se pierde la ventaja en cuanto a tiempo que se les suponía a las lámparas de plasma.
- **Contracción de polimerización:** A pesar de que inicialmente Uno y col. (1991) y Goracci y col. (1996) obtuvieron una menor contracción con

intensidades bajas, los estudios más recientes (Koran y col. 1998, CRA Newsletter 1999, Yap y col. 2001) no han hallado diferencias en cuanto a la contracción utilizando distintos tipos de lámparas. La contracción de polimerización depende más de la formulación del composite que no de la intensidad de la luz, esto es, se ha hallado que los composites de microrrelleno se contraen menos que los composites híbridos. Esta contracción se genera mayoritariamente dentro de los primeros segundos, de hecho más del 90% dentro de los primeros 10 segundos, aunque Dennison y col. (2000) han hallado que el plazo de tiempo es algo más largo (el 83.8% en los primeros 20 segundos para un composite híbrido).

- **Riesgo de microfiltración:** La contracción de polimerización condiciona en gran medida la microfiltración. Al igual que en el apartado anterior, a pesar de que los primeros estudios encontraron un aumento en el riesgo de microfiltración al utilizar altas intensidades, los resultados más recientes demuestran que el riesgo de microfiltración no se ve aumentado por ello (Reality 2001).
- **Dureza superficial:** Comparando lámparas convencionales con lámparas de alta intensidad se observa que se consiguen valores similares con ambos tipos siempre y cuando aumentemos los tiempos de exposición. Así, si queremos alcanzar una dureza superficial de 70KHN en un composite híbrido y utilizamos una lámpara de arco de plasma, hay que alargar la exposición hasta los 10 segundos (Reality 2001). Si se trata de composites de microrrelleno es aconsejable aumentar hasta 20 segundos.
- **Profundidad de polimerización:** La utilización de altas intensidades no permite aumentar la profundidad de polimerización por lo que el límite de 2mm en los incrementos de composite sigue siendo vigente independientemente del tipo de lámpara.
- **Módulo de elasticidad:** Al igual que ocurre con la contracción de polimerización, el módulo elástico no se ve afectado por la fuente de luz utilizada pero sí por la formulación del composite, es decir, se ha hallado que los composites de microrrelleno presentan un menor módulo de elasticidad que los composites híbridos (CRA Newsletter 1999).

- **Calor generado:** La polimerización de los composites mediante luz provoca un incremento de la temperatura secundario tanto a la reacción de fraguado, que es exotérmica, como al calor irradiado por la propia lámpara. Este último es tanto mayor cuanto mayor es la intensidad de la luz emitida. La importancia del calor generado radica en que si éste es excesivo puede llegar a lesionar la pulpa. Sabemos desde hace tiempo que un incremento de la temperatura pulpar de 5.5°C (hasta los 42.5°C) provoca cambios irreversibles en un 15% de casos.

La temperatura que se registra en la superficie del composite es diferente de la de la cámara pulpar y depende del tipo de lámpara y del tiempo de exposición. De hecho, las lámparas de arco de plasma y las de láser argon producen un mayor incremento de la temperatura en la superficie del composite (debido a la mayor intensidad de la luz emitida), mientras que las halógenas producen un mayor incremento a nivel de la cámara pulpar (debido a los mayores tiempos de exposición).

A modo de ejemplo, podemos observar en la siguiente tabla (CRA Newsletter 1999) como según el tipo de lámpara varía el calor detectado tanto a nivel de la superficie del composite como a nivel de la cámara pulpar, pero siempre nos movemos dentro de unos valores que no son lesivos para la pulpa:

| Lámpara | Superficie composite | Cámara pulpar |
|--------------------------|-----------------------------|----------------------|
| Arc Light II (5seg.) | 17.2°C | 1.1°C |
| Apollo 95E (3seg.) | 13.2°C | 0.6°C |
| Accucure Elite (10seg.) | 7.7°C | 0.8°C |
| Elipar Trilight (40seg.) | 9.2°C | 2.2°C |
| Spectrum 800 (40seg.) | 6.3°C | 2.0°C |
| Optilux 400 (40seg.) | 5.3°C | 1.6°C |

PROGRESIÓN DE LA INTENSIDAD

La necesidad de mejorar el comportamiento clínico de los materiales fotopolimerizables ha llevado a indagar como repercute la variación en la progresión de la intensidad de la luz emitida. Han salido al mercado lámparas que ofrecen modalidades distintas a las ya tradicionales lámparas de emisión de intensidad continua (la intensidad es la misma en todo momento):

- **En dos pasos:** La intensidad inicial, más baja, se mantiene unos 10seg. y luego salta a la intensidad máxima (p.e. 10seg. a $150\text{mW}/\text{cm}^2$ y el resto a $700\text{mW}/\text{cm}^2$). Se ha fraccionado de esta manera sobre la base de que el 90% de la contracción se produce durante los 10 primeros segundos (fig.1).
- **En rampa o progresiva:** La intensidad inicial, más baja, se mantiene 2-5seg. y luego asciende progresivamente hasta alcanzar la intensidad máxima.
- **Pulsado diferido:** Engloba diferentes modalidades aunque, en principio, persigue realizar polimerizaciones durante pocos segundos en cada capa de composite dejando un tiempo de espera entre irradiación e irradiación, para acabar polimerizando en bloque hasta completar el tiempo recomendado.

La lámpara VIP de Bisco utiliza esta técnica. Realiza una corta exposición (3 segundos) a $200\text{mW}/\text{cm}^2$, esperamos 3 minutos y luego acaba de polimerizar a $600\text{mW}/\text{cm}^2$ durante 30 segundos. El problema radica en que si hay que repetir este proceso con cada capa de composite, la realización de una obturación se alargará en exceso.

Una variante de esta técnica que se ha planteado y que se puede utilizar con cualquier lámpara halógena convencional es la siguiente: Si se trata de una cavidad en la cual hay que hacer tres incrementos de 2mm, colocamos el primero, polimerizamos durante 10 segundos a la máxima intensidad de la lámpara halógena convencional (unos $600\text{--}700\text{mW}/\text{cm}^2$), ponemos el segundo incremento e irradiamos 10 segundos más y luego ya el último. Modelamos, ajustamos la oclusión y, luego, polimerizamos durante 30 segundos más.

Pero se nos plantea una doble duda respecto a esta variante:

- * ¿Se polimerizarán suficientemente bien las capas de composite más profundas? Parece dudoso si recordamos lo dicho al respecto de la

intensidad en el anterior artículo (ver Parámetros de interés de las lámparas de polimerizar (II): Intensidad de la luz).

- * ¿Tiene sentido este régimen de 10 segundos a máxima potencia desde el momento en que sabemos que más del 90% de la contracción se produce dentro de los 10 primeros segundos?.

Si tenemos una lámpara convencional y queremos disfrutar de un aumento progresivo de la intensidad, es suficiente separar la punta de la guía de luz de la superficie de la obturación con lo que disminuirá la intensidad de la luz que llegue al composite (ver en Parámetros de interés de las lámparas de polimerizar (II): Intensidad de la luz, la tabla que muestra el descenso en la intensidad en función de la distancia existente entre la guía y la superficie del composite). El inconveniente que tendría este método casero es que es menos preciso.

CINÉTICA DE LA REACCIÓN DE POLIMERIZACIÓN

El origen de estas tres modalidades alternativas a la irradiación continua, sobretodo la de dos pasos, está en el comportamiento de los composites durante la polimerización. En ella se pueden distinguir **dos fases**:

- **Fase pre-gel**
- **Fase post-gel**

Durante la primera, el composite tiene capacidad de fluir, es flexible, con lo que puede absorber las tensiones generadas por al propia polimerización (de hecho, por la contracción secundaria). Una vez estamos en la fase post-gel, es decir, después de la gelación, ya no hay capacidad de fluir y la rigidez del material polimerizado impide que se disipen esas tensiones con lo que las fuerzas generadas por la contracción actúan directamente sobre la interfase diente-composite y, por tanto, sobre el propio diente. La consecuencia puede ser un fallo en la adhesión con la consiguiente microfiltración pero, si la adhesión es suficientemente buena, no habrá despegamiento sino que se producirán fisuras en el esmalte que rodea la obturación.

Así pues, hay interés por evitar poner excesiva tensión y de golpe sobre las uniones entre el adhesivo y el diente a causa de la contracción de polimerización. De esta manera, un inicio a baja intensidad trataría de alargar la

fase pre-gel con lo que las tensiones secundarias a la contracción de polimerización se liberarían más lentamente y así evitaría poner en peligro esas uniones. Después, una mayor intensidad aseguraría la completa y adecuada polimerización del composite con el fin de conseguir unas buenas propiedades mecánicas. El alargamiento de la fase pre-gel mediante una baja intensidad de luz ha sido confirmado por Koran y col. (1998) y por Kunzelmann y col. (2002), entre otros.

RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS SOBRE LA PROGRESIÓN DE LA INTENSIDAD

Partiendo de la base teórica citada, se ha valorado como influye la progresión de la intensidad en la dureza superficial, la contracción de polimerización, el grado de conversión y la fuerza de adhesión:

- **Dureza superficial:** La dureza superficial no se ve influida por la progresión de la intensidad siempre y cuando se asegure una densidad energética de al menos $17\text{J}/\text{cm}^2$ ($425\text{mW}/\text{cm}^2$ durante 40 segundos). De hecho, Mehl y col. (1995) ya comprobaron como la dureza superficial al igual que las demás propiedades mecánicas no se veían afectadas por el hecho de realizar una primera polimerización a baja intensidad siempre y cuando se realizara posteriormente una segunda polimerización a plena intensidad durante al menos 20 segundos.
- **Contracción de polimerización:** Tal y como ya se ha comentado en un apartado anterior, los resultados obtenidos en los diferentes estudios que han valorado la contracción de polimerización en función de la intensidad de la luz emitida son contradictorios (Uno y col. (1991), Goracci y col. (1996), Koran y col. 1998, CRA Newsletter 1999, Yap y col. 2001). En concreto, Koran y col. han comprobado como la contracción total es la misma independientemente de si se polimeriza primero con luz de baja intensidad, aunque también es cierto que, en este caso, la contracción se desarrolla de manera más progresiva y no de forma tan súbita como cuando se utiliza la fotoactivación continua. Esto redundaría en una mejor adaptación marginal.
- **Grado de conversión:** El grado de conversión al final de la exposición de la luz es similar con cualquier modalidad siempre y cuando se

asegure una mínima densidad energética. Pero se ha hallado que a los 10 segundos de iniciar la irradiación el grado de conversión obtenido en una polimerización en dos pasos es un 60% de la total mientras que en una polimerización continua es un 80% del total (Koran y col., 1998). Esto nos indicaría que la reacción de polimerización se produce más lentamente. Todo ello se acompaña del hecho que se ha constatado que también la viscosidad del material de obturación aumenta más lentamente cuando se polimeriza en dos pasos. Esto redundaría en una mejor adaptación marginal.

- **Fuerza de adhesión:** La fuerza de adhesión no se ve influida por las distintas modalidades de polimerización (Price y col., 2000 y Caldwell y col., 2001). Aún así, Koran y col. (1998) y Silikas y col.(2000) consideran que una menor intensidad inicial mejoraría la adaptación marginal, seguramente debido a la evolución más favorable de la contracción y del grado de conversión.

CONCLUSIÓN

Si bien es cierto que las **altas intensidades** no comportan un descenso en los valores de adhesión (aunque debemos alargar los tiempos de exposición a 10 e incluso 20 segundos), ni un aumento en la contracción ni en el riesgo de microfiltración o de lesión pulpar por el calor generado, tampoco suponen una mejora en la calidad de la polimerización ni de las propiedades del composite. Si a ello le unimos un coste mayor en relación a las lámparas halógenas convencionales y que, en algunos casos, no hay estudios a largo plazo, hay que considerar que no serán por ahora una herramienta de primera elección frente a las convencionales.

Por lo que se refiere a las diferentes modalidades de **progresión de la intensidad**, a pesar de las buenas intenciones de los fabricantes y que la idea es prometedora, éstas no han demostrado de forma clara en los diferentes estudios que puedan ofrecer mejores resultados que los obtenidos con la fotoactivación continua, por lo que elegir una u otra lámpara en base a ello aún no está del todo claro.

Dr. Ernest Mallat Callís
Médico-Odontólogo

- Abate P.F., Zahra V.N., Macchi R.L. Effect of photopolymerization variables on composite hardness. *J Prosthet Dent* 2001; 86: 632-635.
- Caldwell R., Kuljarni G., Titley K. Does single versus stepped curing of composite resins affect their shear bond strength. *J Can Dent Assoc* 2001; 67: 588-592.
- CRANewsletter. Problems associated with resin curing - June 1999.
- Chen R.S., Liu C.C., Tseng W.Y., Hong C.Y., Hsieh C.C., Jeng J.H. The effect of curing-light intensity on the cytotoxicity of a dentin-bonding agent. *Oper Dent* 2001; 26: 505-510.
- Dennison J.B., Yaman P., Seir R., Hamilton J.C. Effect of variable light intensity on composite shrinkage. *J Prosthet Dent* 2000; 84: 499-505.
- Goracci G., Mori G., Casa de Martinis L. Curing light intensity and marginal leakage of resin composite restorations. *Quintessence Int* 1996; 27: 355-362.
- Keogh T.P. Polimerización iniciada mediante luz: Claros y oscuros de la nuevas técnicas. *Ideas y trabajos odontoestomatológicos* 2001; 2: 29-37.
- Koran P., Kürschner R. Effect of sequential vs. Continuous irradiation of a light-cured resin composite on shrinkage, viscosity, adhesion and degree of polymerisation. *Am J Dent* 1998; 10: 17-22.
- Kunzelmann K.H., Kaaden C., Hiebsch M., Hickel R. Effects of different polymerization regimes on composite shrinkage forces. [IADR/AADR/CADR 80th General Session \(March 6-9, 2002\)](http://www.adr.org/ADR/CADR/80th%20General%20Session%20(March%206-9,%202002).htm).
- Leonard D.L., Charlton D.G., Roberts H.R., Hilton T.J., Zionic A. Determination of the minimum irradiance required for adequate polymerisation of a hybrid and microfilled composite. *Oper Dent* 2001; 26: 176-180.
- Mehl A., Hickel R., Kunzelmann K.H. Physical properties and gap formation of light cured composites with and without softstart polymerization. *J Dent* 1997; 25: 321-330.
- Nomoto R., Uchida K., Hirasawa T. Effect of light intensity on polymerization of light-cured composite resins. *Dent Mater J* 1994;13: 198-203.
- Pilo R., Cardash H.S. Post-irradiation polymerization of different anterior and posterior visible light-activated resin composites. *Dent Mater* 1992; 8: 299-304.
- Price R.B., Bannerman R.A., Rizkalla A.S., Hall G.C. Effect of stepped vs. Continuous light curing exposure on bond strengths to dentin. *Am J Dent* 2000; 13: 123-128.
- Reality now. High powered curing lights. May 1999.
- Reality. Curing lights. Reality Publishing Co. 2001: 149-172.
- Rueggeberg F.A., Caughman W.F., Curtis J.W., Davis H.C. Effect of light intensity and exposure duration on cure of resin composite. *Oper Dent* 1994a; 19: 26-32.
- Silikas N., Eliades G., Watts D.C. Light intensity effects on resin composite degree of conversion and shrinkage strain. *Dent Mater* 2000; 16: 292-296.
- Uno S., Asmussen E. Marginal adaptation of a restorative resin polymerized at a reduced rate. *Scand J Dent Res* 1991; 99: 440-444.
- Yap A.U.J., Ng S.C., Siow K.S. Soft-start polymerisation: Influence of effectiveness of cure and post-gel shrinkage. *Oper Dent* 2001; 26: 260-266.
- Yap A.U.J., Wang H.B., Siow K.S., Gan L.M. Polymerization shrinkage of visible light-cured composites. *Oper Dent* 2000; 35: 98-103.

Publicado el 23/07/2002 en Geodental.com <http://www.geodental.net/article-5937.html>