

GRADO DE POLIMERIZACIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS HÍBRIDAS DEPENDIENDO DEL COLOR, TIEMPO Y FUENTE DE POLIMERIZACIÓN



COLEGIO ODONTOLÓGICO COLOMBIANO

Avila, HF^{*}, Cuervo, LH^{*}, García, HL^{*}, Moreno, RN^{*}
Guzmán, A^{**}
Hurtado, C^{***}
Pachón, M^{****}

Área: Prostodoncia

Línea de investigación: Biotecnología para dientes debilitados coronalmente y-o tratados endodónticamente.

Modalidad: Oral

Categoría: Postgrado

RESUMEN

Propósito: Evaluar el grado de polimerización de las resinas compuestas híbridas dependiendo de la fuente de polimerización, color y tiempo. **Materiales y Métodos:** Este estudio es de tipo experimental In Vitro, se utilizaron 40 especímenes de resina compuesta híbrida con un espesor de 2 mm y un área de 10 mm X 10 mm, divididos en 8 grupos de 5 especímenes cada uno, los cuales fueron polimerizados con dos lámparas (halógena *Spectrum 800 Dentsply*[®] y una LED *Bluephase Ivoclar Vivadent*[®]) a dos tiempos diferentes 20seg. y 40 seg. Posteriormente se almacenaron por 24 horas a temperatura ambiente y se determinó el grado de polimerización por medio del durímetro de Vickers. La prueba que se realizó para analizar los resultados del estudio fue ANOVA a una vía con tres variables (color, tiempo y fuente de polimerización), con un nivel de significancia de $p \leq 0,005$. **Resultados:** Se encontraron diferencias significativas entre los colores ajustando el tipo de lámpara y el tiempo ($p=0.000$). El grado de polimerización del universal fue significativamente mayor que el del Claro de blanqueamiento. El grado de polimerización realizado a los 20 segundos fue significativamente menor que a los 40 segundos. El grado de polimerización con la lámpara Halógena fue significativamente menor que el de la lámpara LED, no se encontró diferencias significativas entre las fuentes de polimerización, colores y tiempos al analizar los 8 grupos en conjunto. **Conclusiones:** Hubo una diferencia estadísticamente significativa entre los Grados de Polimerización según el color de la resina, el tipo de lámpara y el tiempo de fotocurado.

Palabras Clave: Grado de polimerización, Durímetro, Color, Tiempo, Fuente de polimerización.

ABSTRACT

Purpose: To evaluate the polymerization degree of hybrid composite resins according to thickness, color, curing time and polymerization source. **Materials and Methods:** This is an In Vitro investigation in which 40 hybrid resin samples with a 2mm thickness and a 10x10mm diameter were used and divided into eight groups, consisting of 5 samples each and polymerized using two different curing lights (*Spectrum 800* halogen lamp, *Dentsply*[®] and *Bluephase*[®], a LED lamp by Ivoclar-Vivadent) at two different periods of polymerization, 20 and 40 seconds. The samples were then stored at room temperature during 24 hours and the polymerization degree was measured by means of a Vicker's indenter. The results were analyzed using a three way ANOVA test (composite color, curing time and polymerization source) with a significance level of $p \leq 0,005$. No statistically significant differences were found between polymerization sources, resin colors and curing times when the 8 group were analyzed altogether. **Results:** Statistically significant differences were found between resin colors, when comparing type of lamp used and polymerization time ($p=0.000$). The polymerization degree of Universal color resin was significantly higher than that of Bleach color resin. The degree of polymerization at 20 seconds of light curing was significantly lower than at 40 seconds. When the halogen lamp was used, the polymerization degree was significantly lower than the one reached when the LED lamp was used. **Conclusions:** There were statistically significant differences between all polymerization degrees according to composite color, type of lamp used and the light curing period.

Key Words: Polymerization degree, Indenter, Color, Time, Polymerization source.

* Investigadores, Odontólogos Residentes de Prostodoncia.

** Asesor Científico, Odontólogo Magister en Materiales Dentales Especialista en Prostodoncia

*** Asesor Metodológico, Odontólogo Magister en Administración en Salud.

**** Asesor Estadístico, Estadístico.

INTRODUCCIÓN

El espesor de resina, el color, la intensidad y el tiempo de emisión de luz de fotopolimerización, son factores que influyen en el resultado final de una restauración, siendo necesario conocer las ventajas y desventajas de los nuevos sistemas de fotoactivación para poder tener un mejor criterio de selección de la fuente de luz a utilizar con un manejo específico del espesor, color y tiempo de exposición ya que no se sabe realmente si la nueva tecnología con los tiempos recomendados hace polimerizar igual que la luz halógena tradicional. En la actualidad existe una gran cantidad de unidades de polimerización, sin embargo el odontólogo tiene más acceso a la información suministrada por las casas comerciales, dicha información solo es acerca de la rapidez e intensidad aumentadas con el fin de disminuir el tiempo de trabajo. Por lo tanto es necesario preguntarse:

¿Cuál es el grado de polimerización de las resinas compuestas híbridas dependiendo de la fuente de polimerización, color y tiempo?

Ningún otro avance en la odontología cambió tan radicalmente la práctica como la "odontología adhesiva"⁽¹⁾. Desde su introducción se ha enfocado en dos áreas principales: contenido del relleno de las resinas y forma de polimerización⁽²⁾.

Las resinas inicialmente eran empacadas como dos componentes separados que, cuando se combinan, activan el proceso de polimerización después de un período inicial de tiempo de trabajo⁽³⁾.

La odontología tomó prestada tecnología de otras áreas para resolver el problema del largo tiempo de polimerización. Se observó que la fotopolimerización de tintas, y pinturas se realizaba con monómeros acrílicos y luz ultravioleta⁽²⁾.

Rueggeberg a finales de 1.970, desarrolló un sistema de fotopolimerizado cuya ventaja era que le permitía al Odontólogo dar "la orden de polimerización"⁽⁴⁾. Este estaba basado en la emisión de luz cuarzo-tungsteno-halógena (QTH) con un rango limitado de energía visible (400 a 500 nm). Es dentro de este rango donde el fotoiniciador más comúnmente utilizado, la camforoquinona (CQ), absorbe energía⁽⁵⁾.

Las resinas compuestas contienen tres componentes: una matriz de polímero, un agente de unión y partículas de relleno. El polímero se mezcla con las partículas de relleno y forman un material combinado de cerámica y polímero, denominado material de composite. Dentro de la matriz se encuentra el inhibidor que impide que el composite polimerice espontáneamente durante su almacenamiento (hidroquinonas)⁽⁶⁾.

Otro inhibidor es el oxígeno, que se transfiere al composite desde el medio ambiente. La inhibición por oxígeno en determinadas condiciones tiene importantes ventajas. La capa inhibida por el oxígeno posibilita que a un composite ya endurecido se le pueda colocar una nueva capa de composite fotopolimerizable⁽⁶⁾.

La activación comienza cuando las sustancias químicas sensibles a la luz (camforoquinonas) reciben irradiación de una determinada longitud de onda (468 nm). La reacción de polimerización solo terminará cuando dos radicales complejos estén próximos. Si el oxígeno estuviera presente, los radicales libres irían preferentemente a reaccionar con él, generando la capa inhibida. Cuanto mayor sea la intensidad de luz, mayor número de fotones estarán presentes y mayor número de camforoquinonas serán activadas⁽⁵⁾.

A temperatura ambiente ocurre polimerización en la oscuridad, por lo que la resina debe ser almacenada y no ser expuesta a la luz. Sin embargo, la intensidad de luz y la distancia de la fuente de luz afectan el número de radicales libres que se están formando, haciendo que esta sea una técnica sensible⁽⁷⁾.

La cantidad de luz necesaria para excitar el fotoiniciador es bastante reducida a medida que esta pasa desde la superficie al centro de la restauración, debido a la dispersión y a la absorción de la luz⁽⁵⁾.

Algunos autores reportan que la intensidad aumentada al doble incrementa la profundidad de activación en un 15% aproximadamente; a profundidades de 4.5mm las diferentes intensidades de luz no tienen diferencias significativas⁽⁶⁾. Al final del proceso de polimerización siempre quedan unidades de metacrilato sin reaccionar⁽⁵⁾.

Para las resinas fotoactivadas se dispone de una gran cantidad de unidades de polimerización con diferentes tipos de emisión de luz, pero dentro de esta gran variedad solo hay dos que se han reportado con resultados satisfactorios:

Lámparas Cuarzo-Tungsteno-Halógeno (QTH): Con estas se recomienda una exposición de 40 a 60 segundos por cada 2 mm de espesor⁽⁴⁾. Para reducir los rayos indeseables, se utilizan filtros, con el fin de que los rayos producidos queden restringidos al eje de luz visible, con la longitud de onda entre 400 a 500 nm. Tienen una vida útil relativamente alta (40 horas aproximadamente). El uso del radiómetro es importante para evaluar la intensidad de luz⁽⁵⁾.

Diodos emisores de luz azul (LED): Las ventajas de estas luces son su fácil transporte, sus mínimos requerimientos de mantenimiento y la larga vida así como la restricción de la energía emitida a solo la necesaria para la activación del fotoiniciador⁽⁴⁾.

Las LED producen la luz a través de semiconductores a diferencia de las lámparas halógenas que usan filamentos. Contiene diodos de galio-nitrito que producen un estrecho espectro de luz entre los 400 y 500 nm. Tienen como ventajas que concentran la luz en el rango específico de absorción de la camforquinona (468 nm), una vida útil de 10.000 horas, generan bajas cantidades de calor, no requieren filtros, pequeño tamaño, silenciosa y puede usar baterías⁽⁹⁾.

Algunos fabricantes utilizan fotoiniciadores diferentes a la camforquinona. Estos fotoiniciadores alternativos (Lucerin y Propandiona) se desarrollaron para minimizar matices de las restauraciones donde se necesita translucidez como tonos de esmalte o resinas post-blanqueamiento⁽⁹⁾. Una controversia en el uso de las LED es que no emiten energía de la longitud de onda requerida por los iniciadores alternativos⁽¹⁰⁾.

La mayoría de las resinas están indicadas para fotopolimerizar entre 10 y 60 seg., el fabricante, con el fin de mercadeo acostumbra reducir el tiempo. Se recomienda aumentar el tiempo de polimerización en un 50% de lo recomendado por el fabricante⁽¹²⁾.

Mills en 1999 realizó un estudio donde comparó el grado de polimerización de las resinas por medio de dos lámparas (LED y halógena), donde se realizaron especímenes de 4 mm. de diámetro y 6 mm. de profundidad con una resina A2. Se le aplicó el test de dureza lo que dio como resultado que no hubo una diferencia en el grado de polimerización de ambas lámparas, ya que para la LED que las lámparas de LED tienen mayor⁽¹³⁾.

Charkey en el 2001 comparó dos tipos de lámparas (halógena y arco de plasma) con tres compuestos de resina fabricando un espécimen en forma de disco con una profundidad de 2 mm y 8 mm de diámetro. Utilizó un tiempo de fotopolimerización con la lámpara halógena de 30 seg. para 10 especímenes con la mayor intensidad, otros 10 especímenes con una intensidad media a 1.5 seg. y con una intensidad completa media y 3.5 seg. Se le realizaron pruebas con un durímetro de Vickers en su superficie y en la parte más profunda luego de ser almacenados por 7 días a una temperatura de 20 °C. Como resultado se pudo obtener que hubo una mejor polimerización por la lámpara halógena tanto en la superficie como en la parte más profunda que con la lámpara de arco de plasma⁽¹⁴⁾.

Kleverlaan en 2004 evaluó la polimerización de dos lámparas halógenas de alta intensidad Astralis 10 y Optilux 501 con tres diferentes tipos de resina, para cada material se realizaron 5 muestras que se polimerizaron por 10 seg. con cada lámpara. Después de esto se desgastó 0.1mm y se colocó en agua a 37 °C por 24 horas. Se utilizó el test de dureza para determinar la capacidad de polimerización de dichas lámparas, el cual dio como resultado que no hubo diferencia estadísticamente significativa para la capacidad de polimerización de las dos lámparas⁽¹⁵⁾.

La dureza es la cualidad que tienen los elementos para presentar mayor o menor resistencia al corte, a la abrasión, a la tracción, a la deformación, a la penetración o al rayado⁽¹⁶⁾. La escala de dureza Vickers es especialmente usada en trabajos de investigación y la ventaja sobre las demás, consiste específicamente en que permite tomar durezas en materiales muy duros y muy blandos sin cambiar de método⁽²⁾.

El objetivo de este estudio es evaluar el grado de polimerización de las resinas compuestas híbridas dependiendo de la fuente de polimerización, color y tiempo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio es de tipo experimental In Vitro, con un muestreo por aleatorización. Se estudió el Grado de Polimerización (variable dependiente), fuente de polimerización, color y tiempo (variables independientes). Se realizaron tres fases:

1^{era} Fase de elaboración de los moldes: Se confeccionaron moldes de acrílico negro cuadrados de 25 mm. X 25 mm. con un espesor de 2 mm. con orificios en el centro de 10 mm X 10 mm.

2^{da} Fase Prueba piloto: Se realizó con el propósito de ensayar el diseño del molde de acrílico para la elaboración de los especímenes, calibración de las lámparas y durímetro; para realizar las pruebas de dureza previas a las definitivas, evaluando así la factibilidad de llevar a cabo la investigación. Inicialmente se realizó una prueba piloto para evaluar el grado de polimerización por medio de espectrofotometría infrarroja de transformación Fourier, pero los especímenes requeridos para este procedimiento debían tener un espesor máximo de 40 a 70 micras, lo cual no puede ser extrapolado a la clínica.

Inicialmente se colocó el molde acrílico encima de un portaobjetos. Luego se empacó la resina en el molde con un instrumento FP3, para impedir la formación de burbujas de aire, se inició desde el centro del molde y cuidadosamente se presionó hacia los lados; se incorporó evitando que la resina se plegara sobre si misma, se mantuvo siempre una ligera presión desde el instrumento hacia los lados del molde para impedir que la resina se alejara de las paredes y para evitar la formación de burbujas (Fig. 1).



Figura 1.

Después se retiraron los excesos usando un bisturí, se puso este instrumento en el centro llevándolo hacia el borde del molde. Se colocó una lámina de acetato sobre el molde y se hizo presión con una loseta de vidrio, hasta que la resina presentó una superficie lisa y uniforme. Se llevó el espécimen a un dispositivo que se diseñó para la correcta ubicación de la lámpara con respecto a la superficie de la resina (1 cm).

Se polimerizó el espécimen de resina con la fuente de luz (Fig. 2).



Figura 2.

Las lámparas de fotopolimerización utilizadas fueron: halógena **Spectrum 800** (Dentsply®) con una intensidad de 500 mW/cm² y una longitud de onda de 470nm, una LED **Bluephase** (Ivoclar Vivadent®) con una intensidad de 900 mW/cm² y una longitud de onda comprendida entre 430 a 490nm. Ambas lámparas poseen un radiómetro con el que se pudo comprobar la intensidad de luz de cada una de ellas.

Se quitó el acetato y el portaobjeto. Luego se retiró el espécimen del molde y se les realizó una marca por el lado que recibió la irradiación para poder identificar el lado no irradiado.

Los especímenes fueron guardados en recipientes plásticos negros por un periodo de 24 horas para darle tiempo al proceso de polimerización oscura.

Se llevaron las muestras al durímetro de Vickers (Fig. 3) y se les realizaron indentaciones en dos puntos diferentes, una en el centro (Fig. 4) y la otra a un lado de la primera, por el lado opuesto al que fue irradiado el espécimen por la luz de

polimerización con una carga de 50 gramos, durante un tiempo de 15 segundos utilizando un indentador de microdureza Vickers LECON® M-400 A MICROHARDNESS TESTER (OBJ. LENS-55X), luego se chequearon las indentaciones.



Figura 3.

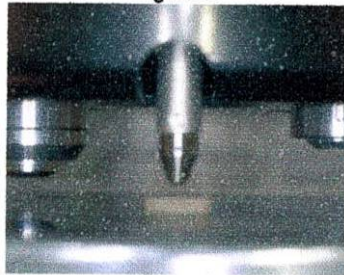


Figura 4.

Se observaron y examinaron las huérfas de los especímenes en el analizador de imágenes. Para calcular la dureza Vickers se dividió la carga aplicada por el área de la indentación que resulta de medir y promediar las diagonales de ésta (Fig. 5).

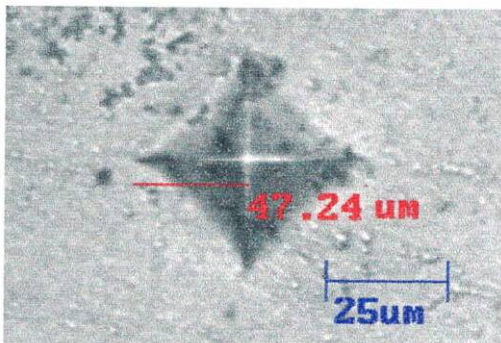


Figura 5.

3ª Fase experimental: esta fue similar a la prueba piloto con la diferencia que se utilizaron 40 especímenes de resina compuesta híbrida (color universal y claro de blanqueamiento Ivoclar Vivadent®) divididos en 8 grupos de 5 especímenes cada uno (tabla 1), los cuales fueron polimerizados con dos lámparas (halógena y una LED) a dos tiempos diferentes 20seg. y 40 seg.

Tabla 1: Distribución y conformación de los grupos

Grupo 1	LED + Color Universal + 20 seg.
Grupo 2	LED + Color Universal + 40 seg.
Grupo 3	LED + Claro blanqueamiento + 20 seg.
Grupo 4	LED + Claro blanqueamiento + 40 seg.
Grupo 5	Halógena + Color Universal + 40 se.
Grupo 6	Halógena + Color Universal + 20 seg.
Grupo 7	Halógena + Claro blanqueamiento + 20 seg.
Grupo 8	Halógena + Claro blanqueamiento + 40 seg.

Los datos fueron recolectados en una ficha técnica donde se anotó el color de resina del espécimen, tiempo de polimerización, tipo de lámpara utilizada y grado de dureza determinado.



Figura 6.

La prueba que se realizó para analizar los resultados del estudio fue ANOVA a tres vías (fuente de polimerización, color, tiempo). A un nivel de significancia de $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

Se encontró diferencias significativas entre los diferentes tipos de fuente de polimerización, color y tiempo ($p=0.000$) (Tabla 1).

Tabla 2: Análisis de varianza para el grado de polimerización según fuente de polimerización, color y tiempo.

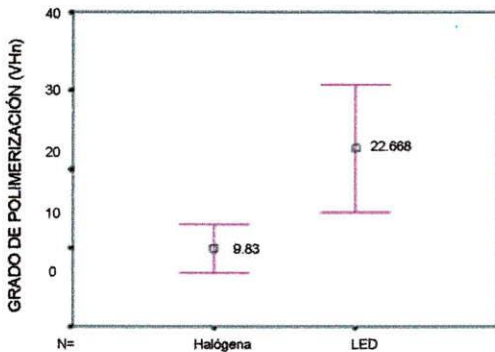
Variante dependiente: Grado de polimerización

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gf	Media cuadrática	F	Significación
Modelo	17667.487 ^a	8	2208.433	60.835	.000
Fuente P.	1646.346	1	1646.346	45.352	.000
Color	3817.725	1	3817.725	105.166	.000
Tiempo	426.932	1	426.932	11.761	.002
Fuente P *Color	581.559	1	581.559	16.020	.000
Fuente P *Tiempo	485.948	1	485.948	13.386	.001
Color *Tiempo	5.027	1	5.027	.138	.712
FuenteP*Color*Tiempo	138.831	1	138.831	3.824	.059
Error	1161.680	32	36.302		
*Total	18829.128	40			

^a R Cuadrado = .938 (R cuadrado corregida .923)

La media \pm el error estándar del grado de polimerización con la lámpara halógena fue de $9.836 \pm 1,815$ significativamente menor que con la lámpara LED la cual fue de $22.668 \pm 1,815$ (Grafica 1).

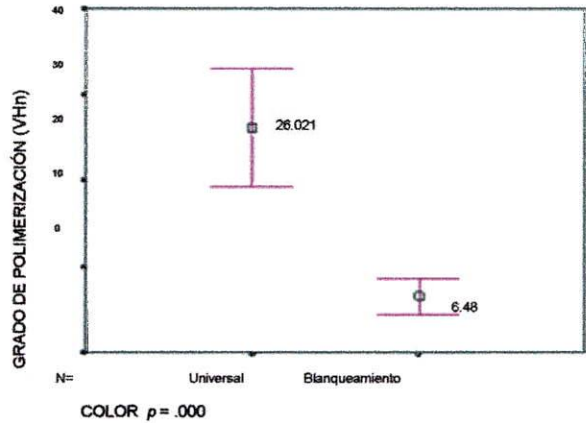
Grafica 1: Estimación de la media del grado de polimerización según la lámpara.



FUENTE DE POLIMERIZACIÓN $p = .000$

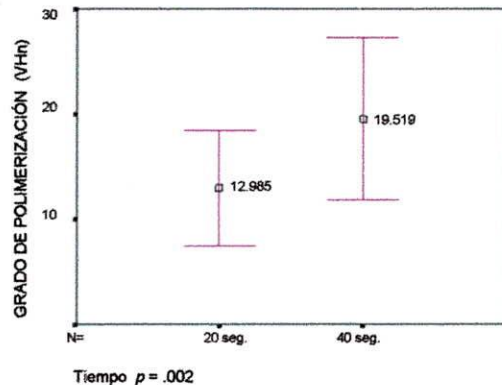
La media \pm el error estándar del grado de polimerización realizado con el Color universal fue de $26.021 \pm 1,815$ significativamente mayor que con el Color claro de blanqueamiento el cual fue de $6.483 \pm 1,815$ (Grafica 2).

Grafica 2: Estimación de la media del grado de polimerización según el color.



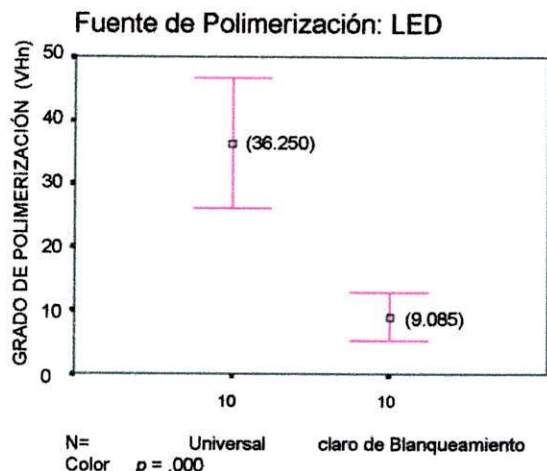
La media \pm el error estándar del grado de polimerización realizado a los 20 segundos fue de $12.985 \pm 1,815$ significativamente menor que a los 40 segundos el cual fue de $19.519 \pm 1,815$, (Grafica 3).

Grafica 3: Estimación de la media del grado de polimerización según el tiempo.



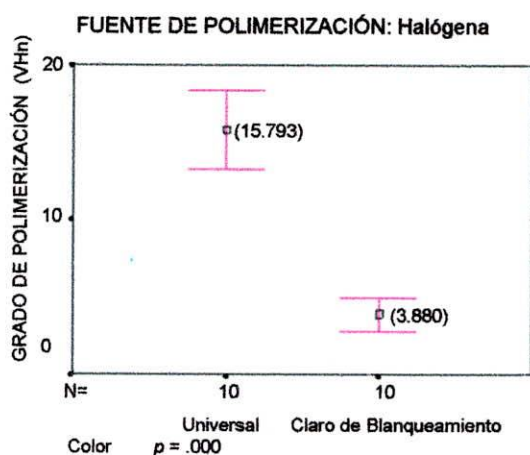
Para la lámpara LED se encontraron diferencias en el grado de polimerización para los dos colores, donde el color universal con un promedio de 36.250 ± 4.514 y el color claro de blanqueamiento con un promedio de $9,085 \pm 1.673$ (Grafica 4).

Grafica 4: Estimación de la media del grado de polimerización según fuente de polimerización (LED) y el color.



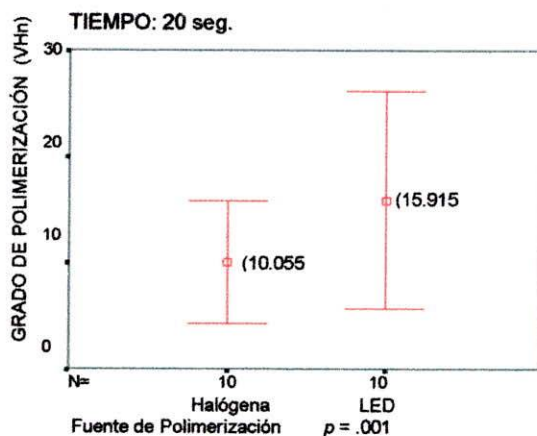
Para la lámpara halógena se encontraron diferencias en el grado de polimerización en los dos colores, donde el universal con un promedio de 15.793 ± 1.114 y color claro de blanqueamiento con un promedio de 3.880 ± 0.479 (Grafica 5).

Grafica 5: Estimación de la media del grado de polimerización según fuente de polimerización (halógena) y el color.



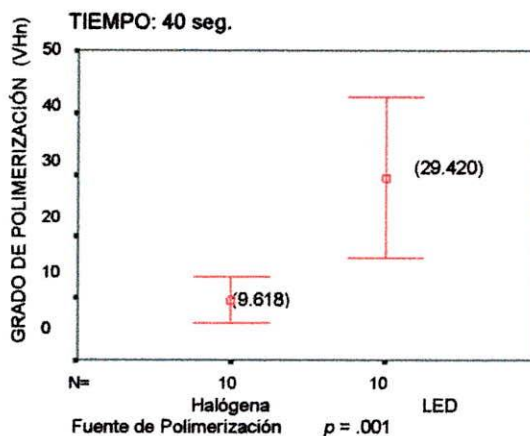
Para los 20 seg. se encontraron diferencias en el grado de polimerización para las dos fuentes de polimerización, donde la lámpara LED presento un promedio de 15.915 ± 4.568 y halógena con un promedio de 10.055 ± 2.570 (Grafica 6).

Grafica 6: Estimación de la media del grado de polimerización según fuente de polimerización (halógena y LED) y el tiempo (20 seg.).



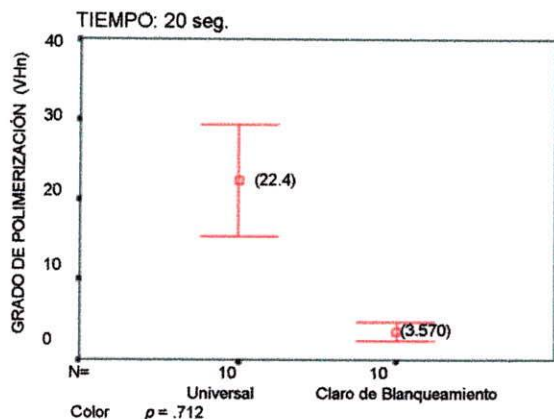
Para los 40 seg. se encontraron diferencias en el grado de polimerización para las dos fuentes de polimerización, donde la lámpara LED presento un promedio de 29.420 ± 5.760 y halógena con un promedio de 9.618 ± 1.655 (Grafica 7).

Grafica 7: Estimación de la media del grado de polimerización según fuente de polimerización (halógena y LED) y el tiempo (40 seg.).



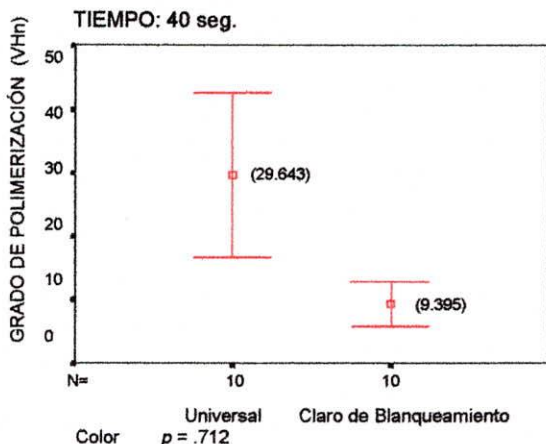
Para los 20 seg. se encontraron diferencias en el grado de polimerización para los dos colores, donde el color universal con un promedio de 22.4 ± 3.063 y claro de blanqueamiento con un promedio de 3.570 ± 0.550 (Grafica 8).

Grafica 8: Estimación de la media del grado de polimerización según el tiempo (20 seg.) y el color (universal y claro de blanqueamiento).



Para los 40 seg. no se encontraron diferencias en el grado de polimerización para los dos colores, donde el color universal con un promedio de 29.643 ± 5.707 y claro de blanqueamiento con un promedio de 9.395 ± 1.532 (Grafica 9).

Grafica 9: Estimación de la media del grado de polimerización según el tiempo (40 seg.) y el color (universal y claro de blanqueamiento).

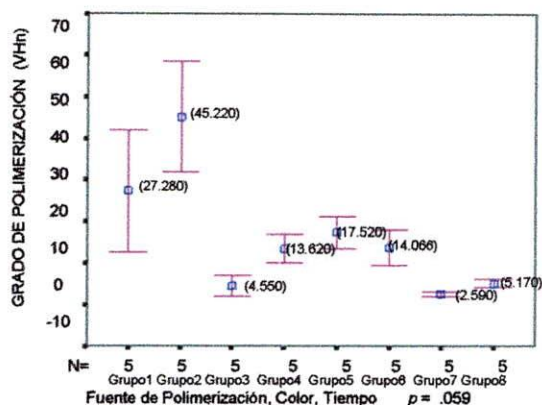


No se encontró diferencias significativas entre las fuentes de polimerización, colores y tiempos al analizar los 8 grupos en conjunto (Tabla 2).

La media \pm el error estándar del grado de dureza del grupo 1 fue de 27.280 ± 5.338 , para el grupo 2 fue de 45.220 ± 4.793 , el grupo 3 de 4.550 ± 0.913 , grupo 4 de 13.620 ± 1.216 , grupo

5 de 17.520 ± 1.344 , grupo 6 14.066 ± 1.513 , grupo 7 con una media de 2.590 ± 0.220 y el grupo 8 de 5.170 ± 0.390 (Grafica 10).

Grafica 10: Estimación de la media del grado de polimerización según fuente de polimerización (halógena y LED), color (universal y claro de blanqueamiento) y tiempo (20 seg. y 40 seg.).



DISCUSIÓN

Este estudio evaluó el grado de polimerización por medio de la elaboración de especímenes con resina compuestas híbridas dependiendo del color, tiempo y fuente de polimerización, por medio de la utilización del test de dureza con un durímetro de Vickers utilizado por Kurachi en 2000⁽¹⁷⁾, Mills en 1999⁽¹³⁾, Sharkey en 2001⁽¹⁴⁾, Jandt en 2000⁽¹⁸⁾, Kleverlaan en 2004⁽¹⁵⁾.

Kurachi en 2000 al comparar 5 lámparas de diodos con una halógena por medio del test de dureza para especímenes con diferente espesor y tiempo de fotopolimerización, concluyó que los especímenes irradiados con lámparas LED mostraron una dureza inferior que aquellos que fueron polimerizados con una halógena convencional, y que el mínimo tiempo de polimerización con una LED es de 22 seg. con espesores delgados de resina y así obtener un adecuado grado de polimerización⁽¹⁷⁾. A diferencia de la presente investigación donde se encontró que la LED demostró tener un mayor grado de polimerización que la halógena teniendo un solo espesor con 2 tiempos. Pero hay que tener en cuenta la recomendación dada por Kurachi.⁽¹⁷⁾ del tiempo mínimo de las LED ya que se pudo ver en este estudio que con el

espesor trabajado de 2 mm. con un tiempo de 20 seg. arrojó resultados de dureza muy bajos para obtener adecuados resultados clínicos. Es por esto que los especímenes a los cuales se les aplicó una polimerización con un mayor tiempo de exposición (40 seg.) obtuvieron un grado de polimerización significativamente mayor que aquellos a los que se les aplicó un periodo de fotopolimerización menor (20 seg.).

En la presente investigación se observó que con el color de resina claro de blanqueamiento se produjo un menor grado de polimerización que con el color universal, y que las LED dieron una mayor dureza que las halógenas, contrario a lo observado por Jandt en 2000 quien evaluó la profundidad de polimerización de los composites dentales de diferente color (A2 y A4) por medio de una luz emitida por diodos y una halógena, esta última polimerizó mas que la LED, mientras que el color más claro (A2) dió mayor dureza que el oscuro (A4)⁽¹⁸⁾.

Diferente al estudio realizado por Jandt en 2000 donde se observó que el color mas claro tenía mayor grado de polimerización, en el presente estudio el menor grado de polimerización en la resina de color claro de blanqueamiento, pudo ser ocasionado por el tipo de foto iniciador presente en ella (lucerin), ya que este presenta un rango de activación de 430 nm menor que el de la camforoquinona (470 nm) presente en las resinas de color mas oscuro (A3.5), esto se debe a que las lámparas utilizadas por Jandt concentran la longitud de onda en el rango de la camforoquinona.

La lámpara LED utilizada en este estudio comparado con la halógena mostró un grado de polimerización mayor debido a que su longitud de onda va desde 430 nm hasta los 490 nm, abarcando el espectro tanto del lucerin como de la camforoquinona.

CONCLUSIONES

El grado de polimerización fue significativamente mayor para el color universal que para el color claro de blanqueamiento.

El grado de polimerización fue significativamente mayor para el tiempo exposición de 40 seg. que para el tiempo de exposición de 20 seg.

El grado de polimerización fue significativamente mayor para la lámpara LED que para la lámpara de luz halógena.

Para ambas lámpara LED se encontraron diferencias en el grado de polimerización para los dos colores, donde el color universal tuvo mayor grado de polimerización que el color claro de blanqueamiento.

Tanto a los 20 seg. como a los 40 seg. se encontraron diferencias en el grado de polimerización en las dos fuentes de polimerización, donde la LED presentó un promedio mayor que la halógena.

Para los 20 seg. se encontraron diferencias en el grado de polimerización para los dos colores, donde el color universal fue mayor que el claro de blanqueamiento. Para los 40 seg. no se encontraron diferencias en el grado de polimerización para los dos colores.

No se encontró diferencias significativas entre las fuentes de polimerización, colores y tiempos.

RECOMENDACIONES

Los investigadores recomiendan hacer un estudio similar en el cual se utilicen diferentes espesores y diferentes marcas comerciales de resinas.

REFERENCIAS

- 1- BUONOCURE MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent. Res.* 1955; 34: 849-53.
- 2- CRAIG RG. Restorative dental materials. 10th ed. St. Louis: Mosby; 1997. Pag 244-80.
- 3- PAFFENBARGER GC, Rupp NW. Composite restorative materials in dental practiced review. *Int Dent Journals.* 1974; 24: 01-17.
- 4- RUEGGERBERG FA, from vulcanite of vinyl, a history of resins in restorative dentistry. *Journal of Prosthetic Dentistry* 2002; 87(4); 364-79.
- 5- RUEGGERBERG E. Contemporary issues in photo-curing. *Compend Contin Educ Dent, Vol 20, No 25, Pag. 4-15-1999.*

- 6- SODERHOLM KJ, Schmidseeder J. composites: materials. En: Schmidseeder J. Atlas de odontología estética. 1999. Editorial MASSON, S.A. Barcelona, España.
- 7- KALIYANA V. Effect of initiator concentration, exposure time and particular size of the filler upon the mechanical properties of a light-curing radiopaque dental composite. J Oral Rehabilitation. Pag. 747-751. 1998.
- 8- UNTERBRINK GL., Muessner R. Influence of light intensity on restorative system. Journal of Dentistry. Vol 23: No 3. Pag. 183-189. 1995.
- 9- VILLAROEI M; Castañeda JC, Mondelli J. Comparacao das forcas de polimerizacao de uma resina composta utilizando aparelho halógeno e a base de LEDs. 20 Reviu da sociedade brasileira de pegusa odontologico-SBPQO Abstract 2253, agosto-2003.
- 10- ALVERS HF. Resin bonding to dentin: past history and development in tooth-colored restorative. 8th ed Santa Rosa: Alto books 1996. P. 752-1.
- 11- SILIKAS N, Eliades G, Watts DC. Light intensity effects on resin-composite degree of conversion and shrinkage strain. Dental Materials 2000; 16:292-296.
- 12- MILLS RW, Jandt KD, AshWorth SH. Dental composite depth of cure with halogen and blue light emitting diode technology. British Dental Journal. 1999; 186: 388-391.
- 13- SHARKEY S., Ray N., Burke F., BdentSc., Ziada H., Hannigan A. Surface Hardness of light-activated resin composites cured by two different visible-light sources: An in vitro study. 2001; 32: 401-05.
- 14- KLEVERLAAN CJ and cols. Curing efficiency and heat generation of various resin composites cured with high-intensity halogen lights. 2004; 112: 84-88.
- 15- NORMAS ICONTEC: 3, 4 y 19. 2000.
- 16- KURACHI C, Tuboy AM, Magalhaes DV, Bagnato Vs. Hardness evaluation of a dental composite polymerized with experimental LED- based devices. 2000; 17: 309-315.
- 17- JANDT KD, Mills RW, Blackwell GB, Ashworth. Depth of cure and compressive strength of dental

composites cured with blue light emitting diodes (LEDs). Dental Materials 2000; 16:41-47.

Harold Ávila: hafavi@hotmail.com
 Hortensia García: juancaji@hotmail.com
 Luz Cuervo: luzh_cuervo@yahoo.com
 Rafael Moreno: rafamoreno@msn.com