



Facultad de Ciencias de la Salud

Tema:

Efecto térmico de la polimerización con lámparas de fotocurado como factor causal de lesiones pulpares

Trabajo de Titulación para la obtención del Título de Odontólogo

Presentada por:

Dayana Rashell Castillo Lescano

Tutor:

Dra. Ana Armas

Cotutor:

Dr. Danny España

Quito, enero del 2022

RESUMEN

Objetivo: Establecer la influencia de la luz utilizada en las diferentes técnicas de fotopolimerización y el efecto que puede ocasionar en el tejido pulpar, mediante una revisión de literatura desde 2005 hasta 2021. **Materiales y métodos:** La búsqueda fue a partir de 2 fuentes de datos, Google académico y Pubmed dentro de los cuales luego de elegir y separar por los criterios inclusión y exclusión se llegó finalmente a obtener los artículos que brindan información del tema y participan en esta revisión literaria. **Discusión:** La temperatura máxima intrapulpar durante el curado de la resina es una función de la velocidad de polimerización y se debe a la reacción de polimerización exotérmica, la energía de la unidad de luz y el tiempo de exposición, por lo tanto, utilizando la técnica incremental y la técnica rampante con ayuda de las unidades LED pueden reducir el riesgo de lesiones pulpares debido a que causan un menor aumento de temperatura en la cámara pulpar. **Conclusión:** Se concluyó que la influencia de la luz para polimerizar ocasiona un aumento de temperatura en el complejo dentinopulpar ocasionando una pulpitis irreversible o una necrosis pulpar

Se utilizarán palabras clave como “cambios de temperatura”, “lámparas de fotocurado”, “polimerización”, “tiempo de exposición”, “fotopolimerización”.

DECLARACIÓN DE ACEPTACIÓN DE NORMA ÉTICA Y DERECHOS

El presente documento se ciñe a las normas éticas y reglamentarias de la Universidad Hemisferios. Así, declaro que lo contenido en este ha sido redactado con entera sujeción al respeto de los derechos de autor, citando adecuadamente las fuentes. Por tal motivo, autorizo a la Biblioteca a que haga pública su disponibilidad para lectura dentro de la institución, a la vez que autorizo el uso comercial de mi obra a la Universidad Hemisferios, siempre y cuando se me reconozca el cuarenta por ciento (40%) de los beneficios económicos resultantes de esta explotación.

Además, me comprometo a hacer constar, por todos los medios de publicación, difusión y distribución, que mi obra fue producida en el ámbito académico de la Universidad Hemisferios.

De comprobarse que no cumplí con las estipulaciones éticas, incurriendo en caso de plagio, me someto a las determinaciones que la propia Universidad plantee.

Dayana Rashell

Castillo Lescano

C.I. 1722381751

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedicó principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme la fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

A mi hermana por estar siempre presente, acompañándome y por el apoyo moral, que me supo brindar en el transcurso de mi carrera universitaria.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	2
DECLARACIÓN DE ACEPTACIÓN DE NORMA ÉTICA Y DERECHOS	3
DEDICATORIA	4
ÍNDICE DE CONTENIDO	5
RESUMEN:.....	6
ABSTRACT:.....	7
INTRODUCCIÓN:.....	8
MATERIALES Y MÉTODOS:.....	9
INFLAMACIÓN PULPAR:	9
FACTOR TERMICO DE LESIONES PULPARES:	11
LESIONES PULPARES:.....	12
FACTORES QUE ESTABLECEN LA POLIMERIZACIÓN	12
TECNICA INCREMENTAL Y RAMPANTE:	14
UNIDADES DE FOTOPOLIMERIZACIÓN:.....	15
DISCUSIÓN.....	16
CONCLUSION	18
REFERENCIAS:	19

Alteración por efecto térmico de la polimerización con lámparas de fotocurado para evadir lesiones pulpares: Revisión literaria

Autor

Castillo Lescano Dayana Rashell

Correo electrónico

drcastillo@estudiantes.uhemisferios.edu.ec

RESUMEN:

Objetivo: Establecer la influencia de la luz utilizada en las diferentes técnicas de fotopolimerización y el efecto que puede ocasionar en el tejido pulpar, mediante una revisión de literatura desde 2005 hasta 2021. **Materiales y métodos:** La búsqueda fue a partir de 2 fuentes de datos, Google académico y Pubmed dentro de los cuales luego de elegir y separar por los criterios inclusión y exclusión se llegó finalmente a obtener los artículos que brindan información del tema y participan en esta revisión literaria. **Discusión:** La temperatura máxima intrapulpar durante el curado de la resina es una función de la velocidad de polimerización y se debe a la reacción de polimerización exotérmica, la energía de la unidad de luz y el tiempo de exposición, por lo tanto, utilizando la técnica incremental y la técnica rampante con ayuda de las unidades LED pueden reducir el riesgo de lesiones pulpares debido a que causan un menor aumento de temperatura en la cámara pulpar. **Conclusión:** En relación a lo antes expuesto podemos deducir que la influencia de la luz utilizada para endurecer los materiales restauradores ocasiona un aumento de temperatura en el complejo dentinopulpar ocasionando una pulpitis irreversible o una necrosis pulpar.

Se utilizarán palabras clave como “cambios de temperatura”, “lámparas de fotocurado”, “polimerización”, “curado”, “tiempo de exposición”, “fotopolimerización”, “foto activación”.

ABSTRACT:

Objective: To establish the influence of the light used in the different photopolymerization techniques and the effect it can have on the pulp tissue, through a literature review from 2005 to 2021. **Materials and methods:** The search was from 2 data sources, academic Google and Pubmed within which, after choosing and separating by the inclusion and exclusion criteria, it was finally possible to obtain the articles that provide information on the subject and participate in this literary review. **Discussion:** The maximum intrapulpal temperature during the curing of the resin is a function of the polymerization rate and is due to the exothermic polymerization reaction, the energy of the light unit and the exposure time, therefore, using the technique Incremental and rampant technique with the help of LED units can reduce the risk of pulp lesions because they cause a lower temperature rise in the pulp chamber. **Conclusion:** In relation to the above we can deduce that the influence of the light used to harden the restorative materials causes an increase in temperature in the dentinopulp complex causing irreversible pulpitis or pulp necrosis.

Keywords such as "temperature changes", "curing lamps", "polymerization", "curing", "exposure time", "photopolymerization", "photo activation" will be used.

INTRODUCCIÓN:

Los efectos desfavorables ocasionados por el aumento de temperatura durante los procedimientos restauradores sobre los tejidos pulpares han sido y siguen siendo motivo de preocupación en Odontología. (Andre, 2018) Existen diversos estudios en los que se comprueba cómo el calor emitido durante la polimerización del composite (Maykon Dias, 2019), causan un incremento de la temperatura intrapulpar y cada efecto dependerá del grado de calor emitido por la lámpara de fotopolimerización que resulta perjudicial a la pulpa. (MUNGUÍA, 2008)

Al revisar la literatura cabe destacar los siguientes estudios. Mc Cabe utilizaba una técnica llamado DTA para estudiar el comportamiento de curado de los compuestos activados por luz y discernir los factores que afectan el rendimiento del curado para medir el aumento de temperatura (McCabe, 1985). Matsutani midió los aumentos de temperatura que se generaban en diferentes composites al aplicar varias fuentes de luz en un tiempo de exposición específico. (Masutani S, 2006)

Así mismo Jung y cols. en el 2006 determinaron que un aumento en el grosor del material tiene un efecto negativo en la profundidad de polimerizado y dureza en los diversos grados de intensidad utilizados en su estudio, lo cual puede dar de resultado una polimerización inadecuada y puede conducir a la formación de espacios, fugas marginales, caries recurrentes, inflamación pulpar y el fracaso final de la restauración. (AR Yazici, 2006)

De acuerdo con lo expuesto este estudio propone investigar los diversos estudios existentes acerca del efecto térmico ocasionado por las lámparas de polimerización al fotocurar los materiales restauradores y la usencia de consenso respecto a la más adecuada, nos llevan a mediante una revisión de literatura entre 2005 – 2021 para determinar la técnica que menos cambios de temperatura desencadenen en la cámara pulpar durante la fotopolimerización.

MATERIALES Y MÉTODOS:

Se realizó una búsqueda sistemática de tipo descriptiva, ya que esta forma parte de la investigación secundaria, la cual parte del estudio de las pruebas disponibles sobre esta investigación, (Seol-Ah Joa, 2019) dando, así como resultado el alcance de resolver y profundizar el tema de manera concreta, siguiendo una metodología explícita y rigurosa en cuanto a la revisión de la literatura, realizada en la fuente electrónica de información llamada PubMed, en las que se tomó en cuenta artículos entre los años 2005 al 2021.

La selección de los artículos inició a partir del título y resumen de los mismos tras esto se analizó cada uno basándose en la revisión literaria, el cual se refiere a los cambios térmicos que sufre la pulpa dental por la polimerización.

La búsqueda dio como resultado 56 artículos, tomando en cuenta esta metodología de análisis se excluyeron 30 artículos, porque sus objetivos se direccionaban a otros contenidos de estudio diferentes al tema planteado en esta investigación, de los cuales se incluyeron 27 artículos ya que cumplían con el objetivo de estudio de esta revisión literaria.

Se utilizaron palabras clave como “cambios de temperatura”, “lámparas de fotocurado”, “polimerización”, “curado”, “tiempo de exposición”, “light curing”, “foto activación”.

DESARROLLO:

INFLAMACIÓN PULPAR:

La reacción inflamatoria de la pulpa es debido a la posición anatómica de la pulpa dental, encerrada en una cámara de dentina rígida, los principales signos y síntomas de la inflamación son rubor, calor, inflamación y dolor. Si estas características de inflamación son aplicadas a la posición anatómica de la pulpa dental, la inflamación del tejido parece el signo arrollador que apoya esa teoría de "auto destrucción" o de necrosis pulpar, lo que se refiere a una presión dentro

de la cámara pulpar alta que permite corta la circulación pulpar, resultando en una total necrosis. (Marjorie Zanini, 2017)

La frecuencia de inflamación pulpar observada histopatológicamente sugiere que la pulpa cuando es sometida a injurias, el sistema inmunológico desatará una respuesta inflamatoria que limitará el daño de los tejidos por medio de la eliminación de los organismos que han invadido y de restos celulares. En primer lugar ocurre una respuesta vascular inmediatamente debajo del sitio de la lesión, evidenciado por un aumento en la permeabilidad vascular y extravasación de fluido, que dependiendo de su intensidad puede causar alteraciones en la capa odontoblástica por la elevación de la presión. Esta vasodilatación permite la disminución de la velocidad de circulación de la sangre y de sus células rojas, además de la marginación de leucocitos. (Marjorie Zanini, 2017)

Cuando la presión local en los tejidos sobrepasa la presión venosa local, los vasos tienden a sufrir colapso, y la sangre se aleja de la zona de mayor presión, hacia zonas de menor resistencia. La presión persistente obstaculiza la circulación, cuya consecuencia es mínima en los tejidos normales, pero grave en los tejidos inflamados, ya que, al obstruirse la circulación, se facilita la acumulación de factores irritantes como lo son las toxinas bacterianas, enzimas nocivas, factores quimiotóxicos, etc. Esta congestión venosa en la región apical, controlando el posible drenaje de la pulpa constituye el factor decisivo para el carácter regresivo o progresivo de la reacción inicial. (Marjorie Zanini, 2017)

Por lo tanto sabemos que la pulpa es un tejido conectivo con sus componentes básicos celulares, lo cual el dolor dentinal es presumiblemente debido a un diminuto flujo a través de los túbulos dentinales abiertos a la pulpa, (Vázquez de León, 2008) ya que el desplazamiento celular de los núcleos odontoblásticos hacia los túbulos dentinarios cortados es la mejor indicación de la gravedad de la inflamación pulpar. (Vázquez de León, 2008) Se consideran que este desplazamiento de células se debe al aumento de la presión intrapulpar por una reacción inflamatoria, y que el edema, la hiperemia y el exudado que se presentan en las proximidades de la pulpa fuerzan literalmente el paso de los

núcleos odontoblásticos y los eritrocitos hacia los túbulos dentinarios. (Ozturk, 2004)

FACTOR TERMICO DE LESIONES PULPARES:

El factor etiológico térmico de las lesiones pulpares es a causa del calor exotérmico por endurecimiento de materiales dentales, debido a que el tejido pulpar consiste en una cantidad relativamente grande de tejido con una pequeña circulación terminal vascular dentro de las paredes dentinarias duras (E. Armellin, 2016) , dicho esto el mecanismo que conduce al daño pulpar incluye coagulación, expansión del líquido en los túbulos dentinarios, daño vascular y necrosis tisular teniendo como consecuencia el comportamiento térmico de los dientes que es principalmente un proceso de conducción de calor junto con los procesos fisiológicos del diente (E. Armellin, 2016) lo cual es bien sabido que la tasa de flujo sanguíneo afecta la respuesta térmica de los tejidos vivos, siendo así que el intercambio de calor entre el tejido vivo y los vasos sanguíneos puede afectar el aumento de la temperatura pulpar durante el proceso de fotopolimerización. (Heintze, 2010)

Las propiedades termo físicas de los dientes varían entre diferentes capas como es el esmalte y dentina que dependen de sus microestructuras (Andre, 2018) lo cual un aumento de la temperatura intrapulpar superior a 42,5°C puede resultar en un daño estructuralmente irreversible en el tejido pulpar y durante la polimerización del compuesto de resina activada por luz, el proceso de reacción exotérmica y la absorción de energía durante la irradiación pueden causar un aumento importante de temperatura en la cámara pulpar, que se ha cuantificado en un rango de 2,9 a 7,8.°C. (E. Armellin, 2016) Por tanto, es posible que la radiación en la longitud de onda en el rango de activación máxima sea de 440 a 500 nm. (Heintze, 2010)

LESIONES PULPARES:

Los estudios indican que ante el aumento no controlado de temperatura y el estímulo mecánico se produce una respuesta inflamatoria pulpar, un desplazamiento de los núcleos odontoblásticos hacia los túbulos dentinarios como resultado del aumento de presión pulpar y lesión de la membrana celular. (Vázquez de León, 2008) En cavidades profundas se pueden llegar a lesionar directamente las prolongaciones odontoblásticas, por ello se puede inducir a una pulpitis irreversible asintomática que es cuando la pulpa está inflamada de forma aguda o sintomática cuando ya es crónica esto debido al sobrecalentamiento pulpar que se generó por el endurecimiento de los materiales restauradores, ya que existen pruebas histológicas de que un aumento en la temperatura intrapulpar de 6.67°C provocando daño irreversible (Ozturk, 2004)

Así mismo se pudo evidenciar en diferentes estudios que tanto por el tiempo de exposición y la técnica utilizada para la restauración se puede efectuar una muerte pulpar, definida como una necrosis pulpar siendo el resultado de una pulpitis irreversible no tratada, así como una lesión traumática o cualquier suceso que cause una interrupción prolongada del aporte sanguíneo a la pulpa. (Vázquez de León, 2008)

FACTORES QUE ESTABLECEN LA POLIMERIZACIÓN

Existen tres factores fundamentales para obtener éxito en la fotopolimerización del material restaurador: intensidad de radiación, longitud de onda y tiempo de exposición. Por lo tanto, la cantidad de energía lumínica que recibe un composite fotopolimerizable se relaciona con la dureza máxima y el grado de conversión de cada resina, por ello es muy importante conocer la magnitud de la intensidad, dicho esto una baja intensidad produce un grado de conversión bajo y unas propiedades mecánicas finales de la restauración insuficiente, que desencadenará un fallo mecánico. (Ozturk, 2004) Del mismo

modo, con una alta intensidad se puede producir la transmisión de tensiones indeseables en la interfase diente-material, con un posible fallo adhesivo que traerá como resultado microfiltración, hipersensibilidad, decoloración o caries marginal. La cantidad de energía aportada por la lámpara se define como el producto de la intensidad por el tiempo de exposición. La radiación se desplaza en forma de onda que al pasar a través de aire u objetos sólidos traslúcidos van perdiendo intensidad. (Melara Munguía, 2008)

Se demostró que la microdureza del composite utilizado en su estudio disminuyó a partir del momento en que la resina recibió menos de 50 mW/cm² de energía lumínica en un periodo de 60 segundos. (R.B. Price, 2015) Experimentos in vitro han demostrado que una intensidad lumínica inferior a 100 mW/cm², afecta negativamente a la resistencia compresiva en la unión amelodentinaria en espesores de composite de 3,25 mm. (Antheunis Versluis, 2006) Otros autores como Harris consideran que se necesitan intensidades superiores a 180 mW/cm² para polimerizar de forma correcta composites de 2 mm de espesor. Sin embargo, el fabricante de la lámpara de polimerización Demetron® sugiere que se requieren intensidades superiores a 300 mW/cm² para polimerizar incrementos de composite de hasta 3 mm de espesor. (Richard B.T. Price, 2004)

Autores como Manga demuestran que se requieren intensidades de por lo menos 600 mW/cm² para polimerizar el composite de 2 mm de espesor. en el que recomendó que la fuente de luz sea como mínimo de 400 mW/cm² para polimerizar el material restaurador. (MUNGUÍA, 2008) Otro factor que debemos considerar es la distancia entre la guía de luz y el composite. Está demostrado que, al aumentar la distancia entre la lámpara y el material de obturación, disminuye la intensidad de fotopolimerización y la penetrabilidad de los fotones en el proceso de activación. Se observa que existen otros factores como el grosor del conducto óptico y el ángulo de inclinación que también influirán en el éxito de la polimerización (WIGGINS, 2004)

En su estudio realizado por Matsutani concluyeron que al utilizar una guía de luz turbo que tiene una abertura de entrada de 13 mm de diámetro en comparación con la abertura de entrada de 8 mm de una guía de luz estándar, se

transmitía aproximadamente un 42% más de energía lumínica que producía la polimerización óptima del composite. (Masutani S, 2006) También se observó que esta energía transmitida a través de siete resinas diferentes, disminuyó exponencialmente a medida que el grosor del material aumentaba. (Masutani S, 2006)

Entre los últimos factores que influyen en el éxito de polimerización se encuentra el efecto post-curado de la resina de composite. Cuando se expone la resina a una determinada longitud de onda e intensidad, el composite va a iniciar una serie de reacciones, estimulándose los radicales libres que desencadenan la reacción de polimerización y posterior endurecimiento del material. De este modo podemos establecer que en grados de conversión mayores; las propiedades físicas, mecánicas y biológicas finales de los composites serán idóneas (Masutani S, 2006) Como conclusión el post-curado dependerá de la cantidad de radicales libres generados al aplicarse la radiación, la temperatura almacenada y la reactividad en la cadena de polímeros, por lo tanto concluyeron que el grado de conversión y post-curado del composite dependerá del tipo de fotoactivación aplicada. (Masutani S, 2006)

TECNICA INCREMENTAL Y RAMPANTE:

La fotoactivación progresiva o rampante, se caracteriza por ser continua, pero iniciando a una baja intensidad y se aumenta gradualmente hasta alcanzar una alta intensidad en un determinado tiempo. (Andre, 2018) Este proceso permite el curado despacio de la resina reduciendo el stress inicial y la formación de cadenas de polímeros más largas que resulta en una resina más estable. (Carlos Carrillo, 2009) Otra forma similar de fotoactivación, es la técnica por incrementos de aproximadamente 2 mm fotopolimerizado a 600 mW/cm² por 10 segundos cada uno, lo cual cada incremento restante, se polimeriza a la misma intensidad por más de 20 segundos y el último incremento que puede ser menor a 2 mm, se polimeriza a 200 mW/cm² y solo por 3 o 5 segundos dependiendo del grosor y se procede a efectuar el ajuste y modelado y una vez terminado, se procede a aplicar luz a una intensidad mayor a 600

mW/cm² proveniente de distintas direcciones a totalizar en este último ciclo en 40 segundo y que no solo depende de la intensidad y del tiempo de exposición. (Carlos Carrillo, 2009)

Por lo tanto, se puede determinar que la técnica incremental y rampante pueden reducir el riesgo de lesiones pulpaes debido al menor aumento de temperatura en comparación con otras técnicas. Sin embargo, la información es limitada a pocos reportes de casos clínicos, por lo que se necesita, ahondar más en este tipo de investigaciones para delimitar de mejor manera la técnica de fotoactivación que menos cambios de temperatura desencadene en la cámara pulpar.

UNIDADES DE FOTOPOLIMERIZACIÓN:

Las unidades de fotopolimerización más utilizadas se basan en lámparas halógenas de tungsteno de cuarzo y las LCU de diodos emisores de luz LED, relativamente nuevas que emiten una longitud de onda de luz estrecha que se correlaciona con el rango de absorción espectral de la canforquinona, (L. F. Schneider, 2006) lo cual las lámparas de polimerización dentales ofrecen diversos grados de falta de homogeneidad del haz de luz lo que se debe verificar que la LCU entregue la salida indicada por el fabricante o medir la salida con un radiómetro dental, (R.B. Price, 2015) algunas lámparas de fotocurado, utilizadas en tratamientos odontológicos, superan los 42 grados centígrados, lo que puede derivar en la muerte de la pulpa dental, también se mostró las diferencias que existen entre la luz emitida lo que ha defendido que los LED azules tienen toda la pureza espectral para un curado altamente eficiente de compuestos con la ventaja adicional de prevenir el sobrecalentamiento, en comparación con las LCU QTH. (L. F. Schneider, 2006)

Sin embargo, la mayoría de los estudios que han comparado los aumentos de temperatura durante la fotoactivación las cuales emplearon diferentes densidades de energía y no proporcionan ninguna información sobre las propiedades mecánicas, (L. F. Schneider, 2006) dicho esto el aumento de temperatura en muestras compuestas curadas por LED y QTH LCU, se obtuvo valores de temperatura más bajos con LED LCU, por lo tanto las unidades LED

pueden reducir el riesgo de lesiones pulpares debido al menor aumento de temperatura en comparación con las unidades halógenas. Aunque los resultados de este estudio sugieren que las unidades de curado por arco de plasma y LED causan un menor aumento de temperatura en la cámara pulpar, también es importante evaluar las propiedades físicas y mecánicas de los compuestos de resina curada. (AR Yazici, 2006)

Durante diferentes estudios también se pudo analizar el calor y la intensidad en diferentes tipos de lámparas, pero con mayor énfasis en las lámparas LED (ARIKAWA, 2008), que son las más utilizadas en la actualidad y se logró comprobar que algunas lámparas que son utilizadas para la polimerización de diferentes materiales empleados en los tratamientos llegan hasta los 72 grados centígrados, lo cual podría causar necrosis pulpar. (Kopperud, 2013)

Por tanto, es importante caracterizar el aumento de temperatura producido por diferentes LCU al producir un curado similar. (L. F. Schneider, 2006) Una producción a temperatura más baja podría estar relacionada con un bajo grado de conversión y, por tanto, con las malas propiedades mecánicas del compuesto fotoactivado. (A. Mavropoulos, 2005) Para lograr resultados similares para el grado de curado, podría usarse una densidad de energía constante densidad de potencia frente al tiempo de exposición, ya que se ha afirmado que el proceso de fotopolimerización de los composites dentales parece depender de la densidad de energía. (R.B. Price, 2015) A medida que aumentaba la dentina restante, disminuía el aumento de temperatura dentro de la cámara pulpar. Una preparación de la cavidad más conservadora, que permita una dentina más gruesa que cubra la cámara pulpar, ayudaría a prevenir el aumento de la temperatura térmica en la pulpa durante el curado. (AR Yazici, 2006)

DISCUSIÓN

La temperatura máxima intrapulpar durante el curado de la resina es una función de la velocidad de polimerización y se debe a la reacción de polimerización exotérmica, la energía de la unidad de luz y el tiempo de

exposición, (Galvão, 2017) es decir la cantidad de calor generada es influenciada por las características de la unidad de fotocurado. (Hernández, 2016) por lo tanto, utilizando la técnica incremental y la técnica rampante con ayuda de las unidades LED pueden reducir el riesgo de lesiones pulpares debido a que causan un menor aumento de temperatura en la cámara pulpar. (D. N. RATIH, 2007)

Autores como Manga demuestra que se requieren intensidades de por lo menos 600 mW/cm² para polimerizar el composite de 2 mm de espesor, en cambio (Masutani S, 2006) Rueggeber recomendó que la fuente de luz sea como mínimo de 400 mW/cm² para polimerizar el material restaurador. En un estudio realizado por Abalos y colaboradores demostraron que las lámparas de fotopolimerización que utilizaran intensidades de salida entre 300 y 800 mW/cm² , para el color A3 de la resina Tetric Ceram®, alcanzan profundidades de 4,5 a 5,5 mm. (AR Yazici, 2006)

Por lo tanto mediante la revisión bibliográfica realizada la técnica incremental se caracteriza por la construcción progresiva de la restauración, agregando pequeños incrementos menores a 2mm de grosor de material en capas sucesivas, (Tanoue, 2006) los cuales se van fotoactivado de manera consecutiva, con el fin de disminuir la magnitud del efecto térmico a causa de la polimerización y con ello atenuar la tensión residual entre diente y restauración, mejorando así el sellado marginal de la restauración y reduciendo la posibilidad de microfiltración marginal, (Pardo, 2014) a su vez la fotoactivación progresiva o rampante, se caracteriza por ser continua, pero iniciando a una baja intensidad y se aumenta gradualmente hasta alcanzar una alta intensidad en un determinado tiempo. (Andre, 2018) Este proceso permite el curado despacio de la resina reduciendo el stress inicial y la formación de cadenas de polímeros más largas que resulta en una resina más estable. (Carlos Carrillo, 2009)

Este estudio posee relevancia clínica para el área de odontología, porque los operadores deben tener en consideración las técnicas y los tiempos de fotocurado para evitar lesiones a tejidos, debido a su sobrecalentamiento.

CONCLUSION

La influencia de la luz mayor a los 400 mW/cm² utilizada para polimerizar, ocasiona un aumento de temperatura en el tejido pulpar que podría causar una lesión, así las técnicas tanto incremental cuanto rampante causan un menor aumento de temperatura en la cámara pulpar, tomando en cuenta que existen varios factores relacionados al tema como el operador, técnica de polimerización y el uso correcto de las unidades de fotocurado para poder evadir las lesiones pulpares.

REFERENCIAS:

- A. Mavropoulos, C. B. (2005). Light curing time reduction: in vitro evaluation of new intensive light-emitting diode curing units. *European Journal of Orthodontic*, 408-412. Recuperado el 2021, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15961571/>
- Andre, C. (2018). Stability of the Light Output, Oral Cavity Tip Accessibility in Posterior Region and Emission Spectrum of Light-Curing Units. *Operative Dentistry*, 398-407. Recuperado el 2021, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29630482/>
- Antheunis Versluis, W. H. (2006). Thermal expansion coefficient of dental composites measured with strain gauges. *Dent Mater* 1, 290-294,. Recuperado el 2021, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9170996/>
- AR Yazici, A. M. (2006). Comparison of Temperature Changes in the Pulp Chamber Induced by Various Light Curing Units, In Vitro. *Operative Dentistry*,, 261-265. Recuperado el 2021, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16827031/>
- ARIKAWA, H. (2008). Efecto de la falta de homogeneidad de la luz de las unidades de fotopolimerización en la dureza de la superficie de la. *Diario de materiales dentales*, 21-28. Recuperado el 2021, de <https://www.actaodontologica.com/ediciones/2012/1/art-4/>
- B. Wendl, H. D. (2004). A comparative study of polymerization lamps to determine the degree of cure of composites using infrared. *Revista europea de ortodoncia*, 545-551. Recuperado el 2021, de https://www.researchgate.net/publication/51368114_A_comparative_study_of_polymerization_lamps_to_determine_the_degree_of_cure_of_composites_using_infrared_spectroscopy
- Carlos Carrillo, M. M. (2009). Métodos de activación de la fotopolimerización. *REVISTA ADM*, 18-29. Recuperado el 07 de 2021, de <https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2009/od95d.pdf>.
- D. N. RATIH, J. E. (2007). Temperature change, dentinal fluid flow and cuspal displacement during resin composite restoration. *Journal of Oral Rehabilitation*, 693-701. Recuperado el 2021, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17716269/>
- E. Armellin, 1. B. (2016). LED Curing Lights and Temperature Changes in Different Tooth Sites. *Hindawi Publishing Corporation*, 1-10. Recuperado el 2021, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27195282/>
- Galvão, C. A. (2017). Light curing in dentistry and clinical implications: a literature review. *Critical Review*, 64-91. Recuperado el 2021, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28902241/>
- Giulliana P. Soares, G. G. (2014). Effect of polymerization mode and time of adhesive system on microleakage in composite resin restorations. *Revista de Odontología Clínica y de Investigación*, 289-294. Recuperado el 2021, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23946239/>

- Heintze, S.-H. P.-F. (2010). Parameters Influencing Increase in Pulp Chamber Temperature. *Operative Dentistry*, 354-487. Recuperado el 2021, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20533637/>
- Hernández, D. J. (2016). Aumento de la temperatura en la superficie dental durante la fotopolimerización. *Odontología Vital*, :17-22. Recuperado el 2021, de <file:///C:/Users/HP/Downloads/1659-0775-odov-25-17.pdf>
- Konstantinos Michalakis, D. P. (2006). Comparison of temperature increase in the pulp chamber during the polymerization of materials used for the direct fabrication. *THE JOURNAL OF PROSTHETIC DENTISTRY*, 418-423. Recuperado el 2021, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17174659/>
- Kopperud, H. M. (2013). Effect of short LED lamp exposure on wear resistance, residual monomer and degree of conversion for Filtek Z250 and Tetric EvoCeram composites. *Dental Material*, 824-834. Recuperado el 2021, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23764027/>
- L. F. Schneider, S. C. (2006). Halogen and LED light curing of composite: temperature increase and Knoop hardness. *Clinic oral Invest*, 66-72. Recuperado el 2021, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16402230/>
- Marjorie Zanini, D. M. (2017). Pulp Inflammation Diagnosis from Clinical to Inflammatory Mediators: A Systematic Review. *Dental Pulp Inflammation Diagnosis*, 1033-1051. Recuperado el 2021, de <https://sci-hub.se/10.1016/j.joen.2017.02.009>
- Masutani S, S. J. (25 de July de 2006). Temperature rise during polymerization of visible lightactivated composite resins. *Department of Operative Dentistry*, 174-178. Recuperado el 2021, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3251804/>
- Maykon Dias, J. J. (2019). Real-time pulp temperature change at different tooth sites during fabrication of temporary resin crowns. *Heliyon*, 2405-8440. Recuperado el 2021, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844019366307#:~:text=For%20direct%20fabricated%20crowns%2C%20the,%C2%B0C%E2%80%9345.1%20C%20C.>
- McCabe. (30 de mayo de 1985). Cure performance of lightactivated composites by differential thermal analysis. *Dental Materials Science Unit*, 231-234. Recuperado el 07 de 2021, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3868632/>
- Melara Munguía, M. A. (2008). Actualización de los diferentes tipos de lámparas de fotopolimerización. Revisión de la literatura. *ODONTOLOGÍA PEDIÁTRICA*, 140-152. Recuperado el 2021, de https://www.odontologiapediatrica.com/wp-content/uploads/2018/05/123_revrevision1.pdf
- MUNGUÍA, A. J. (15 de 07 de 2008). Actualización de los diferentes tipos de lámparas de. (L. J. Dalmau, Ed.) *ODONTOL PEDIÁTR*, 140-152. Recuperado el 114 de 11 de 2021, de https://www.odontologiapediatrica.com/wp-content/uploads/2018/05/123_revrevision1.pdf
- Ozturk, B. (2004). Temperature rise during adhesive and resin composite polymerization with various light curing sources. *Oper Dent*, 325-32. Recuperado el 2021, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15195734/>

- Pardo, M. A. (2014). ANÁLISIS COMPARATIVO IN VITRO DEL SELLADO MARGINAL DE RESTAURACIONES CLASE II DE RESINA COMPUESTA REALIZADAS CON. *UNIVERSIDAD DE CHILE*, 1-47. Recuperado el 2021, de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/130131/An%C3%A1lisis-comparativo-in-vitro-del-sellado-marginal-de-restauraciones-clase-II-d-resina-compuesta-.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La%20t%C3%A9cnica%20incremental%20se%20caracteriza,contrac>
- R.B. Price, J. F. (2015). Light-Curing Units: A Review of What We Need to Know. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 1179–1186. Recuperado el 2021, de <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.990.7469&rep=rep1&type=pdf>
- Richard B.T. Pricea, *. C. (2004). Effects of resin composite composition and irradiation distance on the performance of curing lights. *ELSEVIER*, 4465–4477. Recuperado el 2021, de file:///C:/Users/HP/Downloads/Price-2004-Effectsofresincom.pdf
- Seol-Ah Joa, C.-H. L.-J.-B. (2019). Effect of pulse-width-modulated LED light on the temperature change of composite in tooth cavitiesSeol-. *ScienceDirect*, 554–563. Recuperado el 2021, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30711271/>
- Tanoue, N. (2006). Effectiveness of polymerization of a prosthetic composite using three polymerization systems. *Revista de ciencia oral*, 25-29. Recuperado el 2021, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10479262/>
- Vázquez de León, A. G. (2008). Actualización sobre afecciones pulpares. *Revista Electrónica de las Ciencias Médicas en Cienfuegos I*, 1-27. Recuperado el 2021, de <https://www.redalyc.org/pdf/1800/180020304023.pdf>
- WIGGINS. (October de 2004). Curing performance of a new-generation light-emitting diode dental curing unit. *American Dental Association.*, 1471-1479. Recuperado el 2021, de <https://sci-hub.se/10.14219/jada.archive.2004.0059>