

Riesgo ocular asociado con el uso de lámparas de fotocurado en el consultorio dental

Recibido: 02-04-2018
Aceptado: 15-02-2018

María Alejandra, Romero - González

C.D. Especialidad Odontopediatría
Universidad Científica del Sur, Lima-Perú.

Jeanette, Campos - Campos

C.D. Esp., Mg Odontopediatría UPCH,
Docente Universidad Científica del Sur,
Lima, Perú.

Eye risk associated with the use of photocurate lamps in the dental office

Resumen

Las lámparas de fotocurado son utilizadas diariamente en varias aplicaciones dentro de la odontología moderna. Las modalidades de fotocurado han cambiado mucho en los últimos 30 años con el desarrollo de diferentes tipos de fuentes de polimerización como la lámpara halógena, la lámpara de arco de plasma, la lámpara laser y la lámpara de luz emitida por diodos; sin embargo, los ojos de los operadores de las lámparas corren el riesgo de sufrir daños oculares acumulativos, principalmente debido a la reflexión de la luz azul.

Es por tal motivo, que el objetivo de este artículo es revisar la bibliografía actual sobre los conceptos de la longitud de onda en las lámparas de fotocurado durante los tratamientos dentales y los posibles riesgos para la salud, con énfasis en el daño ocular. Así como, proponer una guía para el uso adecuado de la luz de fotocurado y reducir el daño a la salud en particular el daño ocular.

Palabras clave: Radiación óptica, Riesgo laboral, Riesgo óptico, Lámpara de fotocurado dental, Protección ocular.

Abstract

The light curing lamps are used daily in several applications within modern dentistry. The shapes of frames have changed a lot in the last 30 years, with the development of different types of polymerization sources such as the halogen lamp, the plasma arc lamp, the laser lamp and the light lamp emitted by diodes; nevertheless, the lamp operators runs the risk of suffering cumulative eye damage, mainly due to the reflection of the blue light.

Citar como Romero M. Campos J. Riesgo ocular asociado con el uso de lámparas de fotocurado en el consultorio dental *Odontol Pediatr* 17(1) 2018; 61 - 69.

It is for this reason that the objective of this article is to review the current literature on the concepts of wavelength in light curing lamps during dental treatments and possible health risks, with emphasis on eye damage. As well as, propose a guide for the proper use of light curing and reduce the damage to health in particular, eye damage.

Keywords: Optical radiation, Occupational hazard, Optical hazard, Dental curing lights, Eye protection.

INTRODUCCIÓN

La lámpara de fotocurado es utilizada diariamente, en varias aplicaciones dentro de la odontología moderna, incluyendo la fotopolimerización de resinas, selladores de fosas y fisuras, restauraciones indirectas, cementado de brackets, blanqueamientos dentales, entre otras aplicaciones.¹

Las cuales van a depender de la polimerización de los monómeros, ya que mediante un sistema de activación lumínico, debido a que los fotoiniciadores contenidos en los materiales, al absorber la luz azul y la ultravioleta dan lugar a reacciones fotosensibilizantes.²

La mayoría de estas lámparas emiten luz azul en un rango de longitud de onda de 400 a 500 nm, y otras emiten luz ultravioleta^{3, 4} en un rango menor a 400 nm; sin embargo, la exposición prolongada de estas luces producen efectos adversos a la salud, en particular a los ojos.¹

A pesar de haberse dado a conocer en la literatura el daño ocular que podría causar la luz de fotocurado, la mayoría de los odontólogos no toman importancia sobre los riesgos que podría traer a la salud. Es por tal motivo, que en esta revisión se realizó un cuestionario con la finalidad de evaluar el nivel de conocimiento de las características técnicas de la

lámpara de fotocurado que utiliza el odontólogo en la consulta y conocer si utiliza protección ocular durante la fotopolimerización. El objetivo de este artículo es revisar la bibliografía actual sobre los conceptos de la longitud de onda en las lámparas de fotocurado durante los tratamientos dentales y los posibles riesgos para la salud, con énfasis en el daño ocular y proponer una guía con la finalidad de reducir los daños causados a la salud, especialmente a los ojos.

Tipos de lámparas de fotocurado

Se han desarrollado diferentes tipos de lámparas, siendo mencionadas a continuación:⁸

1. Lámparas halógenas: Pueden ser convencionales (400-500 mW/cm²) y de alta intensidad (sobre 500 mW/cm²).
2. Lámparas de arco de plasma.
3. Lámparas láser.
4. Lámparas de luz emitida por diodos (L.E.D.): Siendo las lámparas L.E.D las más utilizadas dentro de la práctica dental diaria.⁹

Tabla N°1. Tipos de lámparas de fotocurado

Tipos de lámparas de fotocurado	Lámpara halógena	Lámpara de arco de plasma	Lámpara láser	Lámpara L.E.D.
Características	Han sido unidades estándar por varios años. ¹⁰ Intensidad de luz de 0.4 a 1.1 W/cm ² . ²	Inicialmente desarrolladas para ahorrar tiempo de irradiación. ^{8, 17} Producen una potencia de 2000 mW/cm ²	Emiten una gran concentración de calor en un área pequeña. ⁸	Mayor eficiencia de fotopolimerización, en comparación con otras lámparas disponibles en el mercado. ¹²
Longitud de onda	Entre 370 y 550 nm, con picos entre los 470 y 490 nm. ¹²	Entre 380 y 500 nm. ⁸	Entre 450 y 500 nm. ²¹	Entre 400 y 500 nm, con un pico de 468 nm. ⁸
Ventajas	Desarrolladas con el fin de suplir los efectos negativos de las fuentes lumínicas en base a luz ultravioleta. ¹⁰	Los fabricantes recomiendan 3 segundos de exposición al material. ^{15, 17, 18, 19}	Baja producción de rayos infrarrojos. ⁸ Genera menos calor a los tejidos dentarios. ⁸	Vida útil de más 10 000 horas, experimentado poca degradación. ¹³ Consumen poca energía mientras están en uso. ¹³
Desventajas	Ineficiencia en la generación alta de calor por lo que traen incorporado en su estructura un ventilador mecánico. ^{10, 11} Vida útil limitada de 100 horas. ¹³ Requiere un filtro para limitar la longitud de onda y de esta manera ajustarse a la absorción del fotoiniciador. ¹²	No todos los materiales son sensibles a esta fuente lumínica. ^{15, 17, 18, 19} Requiere un filtro para reducir la longitud de onda a un espectro que abarque entre los 400 y 500 nm. ¹⁷	Su uso es muy cuestionado debido a la dificultad para polimerizar dado a que su espectro de luz está sobre el pico de excitación de los fotoiniciadores. ¹²	La luz azul emitida es muy intensa, dañando los fotorreceptores gravemente. ^{26, 27}

Peligro de la luz LED

Es bien conocido que, la luz LED difiere de las lámparas tradicionales, ya que estas emiten mayores proporciones de longitud de onda azul y, por lo tanto, es más probable que causen daño ocular.²⁸ Investigaciones realizadas han demostrado, que la luz puede causar daño a la retina, particularmente la luz azul.

El daño retiniano grave, llamado fotorretinitis, es producido debido a la exposición de la retina a longitudes de onda cortas en el espectro visible (luz violeta y azul).

La fotorretinitis puede empeorar, evolucionando a una cataractogénesis y producir opacificación transitoria o permanente del lente.⁶

Peligro de luz azul de la luz LED

El “riesgo de la luz azul”, conocido en inglés con las siglas BLH, es definido como la posibilidad de lesión retiniana debido a la longitud de onda de 400 a 500 nm de alta intensidad, ya que, al destruir los fopigmentos, los cuales actúan como radicales libres, producen daño irreversible a las células de la retina, pudiendo producir ceguera.^{28, 29}

Fotosensibilización: reacción fototóxica y fotoalérgica

La fotosensibilización es la reacción exagerada de la piel a la luz, es el término utilizado para las reacciones que dependen de la presencia de ciertos fotoquímicos y la acción de la radiación óptica en el rango de 320 a 800 nm. La reacción adversa es provocada por la luz visible y la luz UV que involucran la presencia de radicales libre, siendo estas sustancias tóxicas que pueden dañar las biomoléculas.^{2, 30}

Las reacciones fotosensibilizantes se dividen en reacciones fototóxicas y fotoalérgicas, las reacciones fotoalérgicas usualmente ocurren dentro de las 24 y 48 horas, y las reacciones fototóxicas ocurren en cuestión de minutos o días en dosis más altas del químico y de la irradiación. A diferencia de las reacciones fotoalérgicas, las reacciones fototóxicas pueden ocurrir en la primera exposición y las características clínicas difieren entre estos dos tipos de reacciones.²

Es importante mencionar, que existe una serie de fármacos que son fotosensibilizantes, como los mencionados a continuación: los antidepresivos, los medicamentos contra el cáncer, los antimicrobianos, los antipsicóticos, los diuréticos y los anticonceptivos orales.³⁰

Efectos potenciales al tejido dérmico oral

Los efectos secundarios potenciales a los tejidos blandos provocados por la luz dispersa y reflejada, dependen de la longitud de onda, el tiempo y la intensidad de la exposición a la irradiación.² Por otro lado, la transferencia de calor depende de la vascularización, que varía con la edad y la calidad de los tejidos.³¹ Según estudios realizados, del 10 al 30% de la luz de fotocurado se refleja hacia el operador,³² por lo que se recomienda cubrir el campo con un objeto oscuro. Una forma simple pero efectiva de proporcionar protección contra la luz de fotocurado es cubrir el campo con el lado reflectante de un espejo bucal, esto evita que el exceso de luz azul se refleje al operador y mejora la polimerización.⁸

Las instrucciones de las diferentes lámparas de fotocurado no indican que la exposición de la irradiación de la luz en la piel, podría alcanzar un valor límite.⁵ La fracción UV de la lámpara de fotocurado con la intensidad más alta aplicada cerca de la piel del operador alcanzaría su límite en 11 minutos,³² este límite de exposición ocupacional fue establecida para operadores no vulnerables a la fotosensibilidad; sin embargo, para los trabajadores que sufren de fotosensibilidad o están en tratamiento con medicamentos fotosensibles, este límites no es aplicable.²

Los tejidos orales difieren de un sitio a otro según el grosor de la capa epitelial, el grado de queratinización, hidratación y vascularización. Estos factores pueden representar diferencias en comparación con la piel con respecto a la absorción de la luz, la dispersión y la reflexión.² La sensibilización alérgica mediante la exposición de la luz de fotocurado es mayor en la piel que en la mucosa, debido aparentemente a la diferencia en la concentración de células de Langerhans. Además, una reacción retardada no

se provoca tan fácilmente en la superficie de la mucosa como en la piel, ya que la mucosa oral ha experimentado una tolerancia menos evolutiva a las reacciones provocadas por la irradiación y, por lo tanto, los mecanismos de reparación pueden no haberse desarrollado en la misma medida que en la piel.²

Normalmente, no se esperan efectos térmicos en ninguno de los tejidos porque la temperatura del proceso de fotocurado no alcanza un nivel que conduzca a la coagulación del tejido. Sin embargo, la transferencia de calor desde el área irradiada es un factor de gran importancia para influir en el aumento de temperatura causado por la irradiación.²

Efectos potenciales a la vista

Los ojos del personal dental pueden exponerse fácilmente a niveles acumulativos inseguros de radiación debido al uso sin protección de las lámparas de fotocurado, es por tal motivo que debe ser considerada una obligación proteger los ojos contra los posibles daños, ya que los efectos adversos en la vista, son el aspecto más importante de la lesión biológica.

Normalmente, los pacientes no necesitan usar protección ocular durante el fotocurado, ya que, la guía de luz presenta un diámetro de aproximadamente 1 cm y se mantiene dentro de la boca; sin embargo, durante el tratamiento de blanqueamiento dental, el paciente debe usar protección para los ojos, debido a que el procedimiento puede durar hasta 1 hora y la emisión de irradiación puede ser 15 veces mayor, ya que se refleja la luz fuera de la boca.³⁴

El daño ocular se explica por la anatomía y la función del ojo, ya que la luz visible alcanza fotorreceptores

específicos en la retina que pueden estar sujetos a una lesión fotoquímica si la intensidad de la radiación es lo suficientemente alta o si se produce una exposición moderada durante un tiempo prolongado, pudiendo aparecer efectos nocivos después de varios días y continuando durante semanas. En casos severos, el daño ocular genera una lesión retiniana permanente que se percibe como un punto ciego en el centro del campo visual.²

Es importante mencionar, que la exposición de la luz azul produce procesos degenerativos en el ojo y la absorción de la radiación UV provoca lesiones corneales.^{2,35} La lesión transitoria de la córnea, fotoqueratitis, se observa después de la exposición a la radiación UV en el rango de 180 a 400 nm y normalmente desaparece dentro de 48 horas.² Sin embargo, se ha discutido la posibilidad de una lesión permanente después de exposiciones repetidas^{36, 37}. Estudios bioquímicos indican que la radiación UVA (320-400 nm) también contribuye al envejecimiento del lente ocular y la cataractogénesis relacionada con la edad.³⁸

Límites de exposición de la luz de fotocurado

Basados en la guía de límites de exposición, establecidos en la Conferencia Americana de Higienistas Industriales y Gubernamentales, con las siglas en inglés ACGIH, y la Comisión Internacional de Protección contra la Radiación No Ionizante, con las siglas en inglés ICNIRP. Se realizaron cálculos, suponiendo una distancia de aproximadamente 30 cm entre el área de fotocurado y los ojos del operador. Llegaron a la conclusión, que el máximo de exposición de luz azul reflejada para los ojos es de 1 min/día, mientras que para una exposición directa (accidental) a la luz azul con una distancia de 0 cm a los ojos no debe exceder de 1 segundo.^{2, 5, 6}

Guía Clínica para reducir el daño ocular

El uso de las lámparas de fotocurado en la práctica dental genera un posible daño fotobiológico ocular. Es por tal motivo, que los fabricantes de estos dispositivos dentales deben ser obligados a proporcionar información técnica de fácil comprensión para el profesional considerando las propiedades espectrales de la fuente y el posible “riesgo de la luz azul” para de esta manera disminuir los posibles daños a la salud, especialmente a los ojos.²²

Los ojos presentan mecanismos de protección contra longitudes de ondas menores a 400 nm y contra la luz brillante con longitudes de ondas color verde; sin embargo, los ojos son vulnerables a la luz azul, la cual presenta longitudes de ondas que oscilan entre los 400 y 500 nm.⁴⁰

Proteger los ojos es extremadamente importante. La luz emitida por la lámpara de fotocurado es dañina para los ojos y está demostrado que reduce la agudeza visual. Es sabido que, el lente del ojo puede reemplazarse con lentes artificiales; sin embargo, no hay retinas artificiales disponibles que puedan ser utilizadas para su reemplazo.⁴⁰

Con la finalidad de minimizar los riesgos potenciales del uso de la luz de fotocurado, es recomendable seguir las pautas que se enumeran a continuación:^{16, 25}

1. Restringir la irradiación al área de la cavidad oral a la que se destina el tratamiento clínico, no debe dirigirse hacia los ojos.
2. Evitar la irradiación de los tejidos blandos ya que la exposición excesiva puede causar daño o irritación.
3. Apagar la lámpara de fotocurado cuando no se use activamente.

4. No usar en pacientes con antecedentes de reacciones fotobiológicas, o que estén tomando medicamentos fotosensibles (incluido 8-metoxipsoraleno o dimetilclorotetraciclina).

5. Las personas con antecedentes de enfermedad retinal y cirugía de cataratas deben consultar a su oftalmólogo antes de operar la lámpara de fotocurado. Este grupo de personas debe tener extremo cuidado y cumplir con todas las precauciones de seguridad.

6. Proteger los ojos del operador, del asistente y del paciente que podrían estar expuestos a la luz con lentes que presenten filtros bloqueadores de luz azul contra las longitudes de onda más agresivas.

7. El máximo de exposición de luz azul reflejada para los ojos es de 1 min/día.

DISCUSIÓN

En nuestro país no existen estudios sobre el riesgo de daño ocular asociado al uso de las lámparas de fotocurado. Es por tal motivo, que se llevó a cabo una encuesta cerrada en noviembre del año 2017 que recogía datos sobre la edad, el género, el nivel de conocimiento de la irradiación emitida por sus lámparas de fotocurado y la protección que utilizaba cada dentista frente a los rayos. Fue una muestra aleatoria de 50 odontólogos, docentes y alumnos de programas de especialización.

La edad de los encuestados estuvo en un rango de edades comprendidas entre los 22 y 56 años, con una edad promedio de 28,94. De los cuales, el 14% fueron varones y el 86% mujeres. Los resultados del cuestionario revelaron que el 92% no conoce la longitud de onda emitida por su lámpara de fotocurado y el 8% si la conoce. Al preguntar a los

encuestados si utilizaban protección contra los rayos el 62% respondió que siempre utilizaba y el 38% que a veces utilizaba. Además, se encontró que el 6% utilizaba el escudo de mano, el 18% los lentes con filtro, el 38% el protector que se incorpora a la fibra óptica y el 38% combina tanto la utilización de los lentes con el protector que se incorpora a la fibra. Finalmente, se encontró quién utilizaba los lentes mayormente era el operador, seguido por el paciente y luego el asistente dental.

Kopperud et al. realizaron un cuestionario precodificado en Noruega en el año 2015, el rango de edades de los participantes fueron de 25 a 77 años con un promedio de 42 años, el 30,4% fueron varones y el 69,9% fueron mujeres. El 78.3% respondió que no conoce la longitud de onda emita por su lámpara de fotocurado, en nuestra encuesta realizada el 92% no conocía la longitud de onda, siendo este dato de conocimiento esencial pues nos permite asegurar una correcta polimerización del material y por otro lado, evitar posible daño al tejido dérmico oral.⁴¹

Además encontraron, que el 33% de los odontólogos encuestados no utilizaban una correcta protección ocular al momento de utilizar la lámpara de fotocurado, a diferencia de nuestra encuesta realizada en la cual se encontró que el 38% no utilizaban una correcta protección ocular.

Dada la importancia de los datos revisados en el artículo se recomienda tomar una mayor importancia sobre los riesgos que esta luz podría traer a la salud especialmente a los ojos, debido al creciente riesgo de desarrollar fotorretinitis aguda, degeneración macular, fotoqueratitis, cataractogénesis y opacidad transitoria o permanente del lente. Asimismo, los fabricantes deben proporcionar mayor información técnica de fácil comprensión sobre las especificaciones de las propiedades de transmisión de las lámparas de fotocurado. Con la finalidad de tener una suficiente protección ocular es recomendable utilizar ambos métodos, los lentes con filtro y el uso del protector que se incorpora a la fibra.⁴¹

CONCLUSIONES

La odontología moderna demanda la utilización de la luz de fotocurado diariamente debido a la variedad de aplicaciones de esta. Es por tal motivo, que existe un riesgo creciente para el profesional dental de daño ocular inducido por dicha luz, debido a la ampliación mediante lupas dentales y microscopios quirúrgicos, el aumento del reflejo y los antecedentes de enfermedad retinal y cirugía de catarata.^{22, 25}

RECOMENDACIONES

Los filtros de protección deben acompañar siempre la utilización de las lámparas de fotocurado; se recomienda el uso de lentes con filtros bloqueadores y el uso del protector. Cuando utilice una lámpara que pueda producir un aumento de temperatura perjudicial, se debe proteger la mucosa oral de la luz con gasa y esperar varios segundos entre cada ciclo de fotocurado con la finalidad de generar menos calor a los tejidos dentarios. Por otro lado, los fabricantes de estos dispositivos dentales deben proporcionar información técnica de fácil comprensión sobre las especificaciones de las propiedades de transmisión.

REFERENCIAS

1. Labrie D, Moe J, Price RB, Young ME, Felix CM. Evaluation of ocular hazards from 4 types of curing lights. *J Can Dent Assoc.* 2011;77(116):1-9.
2. Bruzell EM, Jacobsen N, Hensten-Pettersen A. Health hazards associated with curing light in the dental clinic. *Clin Oral Invest.* 2004; 8:113-17.
3. Vandewalle KS, Roberts HW, Andrus JL, Dunn WJ. Effect of light dispersion of LED curing lights on resin composite polymerization. *J Esthet Restor Dent.* 2005;17(4):244-54.
4. Price RB, Felix CA, Andreou P. Third-generation vs a second generation LED curing light: effect on Knoop microhardness. *Compend Contin Educ Dent.* 2006;27(9):490-6.
5. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. Cincinnati, OH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists; 2008. p. 146-55.
6. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines on limits of exposure to broadband incoherent optical radiation (0.38 to 3 μm). *Health Physics* 1997;73(3):539-54.
7. Ham WT Jr, Ruffolo JJ Jr, Mueller HA, Clarke AM, Moon ME. Histologic analysis of photochemical lesions produced in rhesus retina by short-wave-length light. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1978;17(10):1029-35.
8. Singh TK, Ataide I, Marina Fernandes M, Lambor RT. Light Curing Devices-A Clinical Review. *Journal of Orofacial Research.* 2011; 1(1): 15-9.
9. Jung H, Friedl KH, Hiller KA, Furch H, Bernhart S, Schmalz G. Polymerization efficiency of different photocuring units through ceramic discs. *Oper Dent.* 2006;31(1):68-77.
10. Strydom C. Prerequisites for proper curing. *SADJ*2005; 60: 254-55.
11. Vandewalle KS, Roberts HW, Miniotis N, Swift EJ. Quartz-tungsten-halogen and light-emitting diode curing lights. *J Esthet Restor Dent.* 2006;18(3):161-7.
12. Neumann MG, Schmitt CC, Ferreira GC, Corrêa IC. The initiating radical yields and the efficiency of polymerization for various dental photoinitiators excited by different light curing units. *Dent Mater.* 2006;22(6):576.
13. Dunn WJ, Bush AC. A comparison of polymerisation by LED and Halogen based light curing units. *J Am Dent Assoc.* 2002;133:335-41.
14. Mills RW, Uhl A, Jandt KD. Optical power outputs, spectra and dental composite depths of cure, obtained with blue light emitting diode (LED) and halogen light curing units (LCUs). *Br Dent J.* 2002;193(8):459-63.
15. Burgess JO, Walker RS, Porche CJ, Rappold AJ. Light curing--an update. *Compend Contin Educ Dent.* 2002;23(10):889-92.
16. Rueggeberg FA. Contemporary issues in photocuring. *Compend Contin Educ Dent Suppl.* 1999; 20: S4.
17. Rueggeberg FA. From vulcanite to vinyl, a history of resins in restorative dentistry. *J Prosth Dent.* 2002; 87(4): 364-79.
18. Danesh G, Davids H, Reinhardt KJ, Ott K, Schäfer E. Polymerisation characteristics of resin composites polymerised with different curing units. *J Dent.* 2004; 32(6):479-88.
19. Peutzfeldt A, Sahafi A, Asmussen E. Characterization of resin composites polymerized with plasma arc curing units. *Dent Mater.* 2000;16(5):330-6.
20. Katahira N, Foxton RM, Inai N, Otsuki M, Tagami J. Comparison of PAC and QTH light sources on polymerization of resin composites. *Am J Dent.* 2004;17(2):113-7

21. Meniga A, Tarle Z, Ristic M, Sutalo J, Pichler G. Pulsed blue laser curing of hybrid composite resins. *Bio-materials*. 1997;18(20):1349-54.
22. Stamatacos C, Harrison JL. The Possible Ocular Hazards of LED Dental Illumination Applications. *J Tenn* .
23. "LED". The American heritage science dictionary. Houghton Mifflin Company. 2005. "[http://dictionary.reference.com/ browse/led](http://dictionary.reference.com/browse/led) and.
24. Color Quality of White LEDs. U.S. department of Energy, Energy Efficiency and Renewable Energy, Building Technologies Program; 2008. http://www.iald.org/.../05_color_quality_of_white_leds.pdf. .
25. Mathew J, Nair M, Nair NA, James B, Syriac G. Ocular hazards from use of light-emitting diodes in dental operator. *J Indian Acad Dent Spec Res*. 2017;4:28-31.
26. Grimm C, Wenzel A, Williams TP, Rol PO, Hafezi F & Reme´ CE. Rhodopsin mediated blue-light damage to the rat retina: effect of photoreversal bleaching. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2001; 42: 497-505.
27. Wenzel A, Grimm C, Samardzija M& Reme´ CE. Molecular mechanisms of light-induced photoreceptor apoptosis and neuroprotection for retinal degeneration. *Prog Retin Eye Res*. 2005; 24: 275-306.
28. Optical safety of LED lighting. (CELMA) European Lamp Companies; 2011. "<http://www.celma.org>.
29. Behar-Cohen F, Martinsons C, Viénot F, Zissis G, BarlierSalsi A, Cesarini JP, Enouf OL, Garcia M, Picaud S, Attia D. Light-emitting diodes (LED) for domestic lighting: Any risks for the eye? *Prog Retin Eye Res*. 2011; 30:239-57.
30. DeLeo V (2000) Occupational phototoxicity and photoallergy. In: Kanerva L, Elsner P, Wahlberg JE, Maibach HI (eds) *Handbook of occupational dermatology*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, pp 314-24.
31. Mosley H, Strang R, MacDonald I. Evaluation of the risk associated with the use of blue light polymerizing sources. *J Dent Res*. 1987;15:12-5.
32. Christensen T, Dahl JE, Roll EB. Blue light curing of dental biomaterials. *Biophysical interactions* 2002.
33. Roll EB, Dahl JE, Johnsen B, Christensen T. Watch out for the light from the light curing units). *Nor Tann-legeforen Tid*. 2002;102:576-80.
34. Bruzell EM, Johnsen B, Aalerud TN, Christensen T. Evaluation of eye protection filters for use with dental curing and bleaching lamps. *J Occup Environ Hyg*. 2007;4(6):432-9.
35. Mainster MA. Spectral transmission of intraocular lenses and retinal damage from intense light sources. *Am J Ophtalmol*. 1987;85:167-170.
36. Ringvold A. Damage of the cornea epithelium caused by ultraviolet radiation. *Acta Ophtalmol*. 1983;61:898.
37. Sliney DH. Ultraviolet radiation effects upon the eye: problems of dosimetry. 1997;72:197-206.
38. Roberts JE, Finley EL, Patat SA, Schey KL. Photooxidation of lens proteins with xanthurenic acid: a putative chromophore for cataractogenesis. *Photochem Photobiol*. 2001;74: 740-4
39. Price RB. Light curing guidelines for practitioners: a consensus statement from the 2014 symposium on light curing in dentistry, Dalhousie University, Halifax, Canada. *J Can Dent Assoc*. 2014;80:e61
40. Chang, BJ. President, General Scientific Corporation. SurgiTel®, Division of General Scientific Corporation. Via communications and correspondences. January 2013.
41. Kopperud SE, Rukke HV, Kopperud HM, Bruzell EM. Light curing procedures - performance, knowledge level and safety awareness among dentists. *J Dent*. 2017; 58: 67-73.