



Efecto de blanqueamientos de oficina sobre el fosfato en el esmalte dental

Effect of in-office whitening (bleaching) on phosphate concentration in dental enamel

Tatiana Vargas-Koudriavtsev,* T Ledezma-Alfaro,[§] W Wu-WuSh,[§] OA Herrera-Sancho^{||}

RESUMEN

Objetivo: Analizar los cambios en la molécula de fosfato ν_1 en el esmalte dental luego de la aplicación de blanqueamiento dental de oficina a diferentes concentraciones y tipo de activación. **Material y métodos:** 30 piezas dentales humanas recién extraídas, libres de caries y pigmentaciones fueron distribuidas aleatoriamente en tres grupos experimentales. Los blanqueamientos dentales utilizados en cada grupo experimental fueron Zoom! WhiteSpeed (grupo 1), Pola Office con fotoactivación (grupo 2) y Pola Office sin fotoactivación (grupo 3). Los agentes blanqueadores fueron aplicados de acuerdo con las instrucciones del fabricante, con dos aplicaciones en la primera sesión y una aplicación en la segunda sesión. Se midió la concentración de la molécula de fosfato ν_1 en el esmalte dental previo al tratamiento y después de cada sesión de blanqueamiento por medio de espectroscopia Raman. Se realizó el análisis de varianza ANOVA para mediciones repetitivas ($p \leq 0.05$) y test de Bonferroni para comparaciones entre sesiones de tratamiento y semana control. **Resultados:** Los tres blanqueamientos de oficina utilizados causaron un incremento en la concentración de la molécula de fosfato ν_1 durante el proceso de blanqueamiento ($p \leq 0.05$). Pola Office, con ambos tipos de activación, causó un aumento significativo en fosfato durante todo el tratamiento. Zoom! WhiteSpeed mostró un incremento significativo respecto a la semana control, pero no entre la primera y segunda sesión ($p \leq 0.05$). **Conclusiones:** Dentro de las limitaciones de este estudio es posible concluir que los tres blanqueamientos de oficina estudiados provocaron un aumento de la molécula fosfato ν_1 . El tipo de activación no causó una diferencia significativa.

Palabras clave: Blanqueamiento de oficina, peróxido de hidrógeno, espectroscopia Raman, fosfato, esmalte dental.

Key words: In-office bleaching, hydrogen peroxide, Raman spectroscopy, phosphate, dental enamel.

ABSTRACT

Objective: To analyze changes in phosphate molecules in dental enamel after application of in-office dental bleach at different concentrations and type of activation. **Material and methods:** 30 recently extracted, human teeth free of caries and pigmentations were randomly distributed into three experimental groups. Tooth whitening materials used in each experimental group were Zoom! WhiteSpeed (group 1), Pola Office with light-activation (group 2) and Pola Office without light activation (group 3). Bleaching agents were applied according to manufacturer's instructions; two applications on the first sessions and one application in the second session. With Raman spectroscopy phosphate ν_1 molecule concentration was measured in tooth enamel before treatment and after each bleaching session. ANOVA variance analysis was used for repetitive measurements ($p \leq 0.05$); Bonferroni *post hoc* test was used for comparisons between treatment sessions and control week. **Results:** All three in-office bleachers elicited increase in phosphate ν_1 molecule concentration during bleaching process ($p \leq 0.05$), Pola Office, with both types of activation caused significant phosphate increase during the whole treatment. Zoom! WhiteSpeed showed significant increment with respect to control week, but did not show increase between first and second session ($p \leq 0.05$). **Conclusions:** Within the scope of this study's limitations, it is possible to conclude that all three studied in-office bleaching agents increased phosphate ν_1 molecule. Activation type did not elicit significant difference.

INTRODUCCIÓN

Los blanqueamientos dentales a base de peróxido de hidrógeno son el tratamiento más utilizado para modificar la apariencia de las piezas dentales de una manera conservadora. Existen dos maneras básicas para aplicar este procedimiento, uno de ellos es el uso casero a baja concentración y prolongado con uso de fundas en lapsos de tiempo diario por varias semanas, y el otro es la aplicación de agente blanqueador a alta concentración en la oficina dental por varios minutos.¹ La aplicación en la oficina se puede hacer en varias

* Máster en Prosthodontia, Máster en Salud Pública. Docente e Investigadora de la Facultad de Odontología.

[§] Estudiante de grado de la Carrera de Odontología.

^{||} Doctor en Ciencias Naturales, Docente e Investigador de la Escuela de Física.

Universidad de Costa Rica.

Recibido: abril 2017.

Aceptado: septiembre 2017.

© 2018 Universidad Nacional Autónoma de México, [Facultad de Odontología]. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/facultadodontologiaunam>

sesiones y puede o no utilizarse luz para activarlos, según lo indique el fabricante, y dicho procedimiento es solicitado por los pacientes que desean resultados inmediatamente visibles o que simplemente no desean prolongar su tratamiento por mucho tiempo.²

Existen distintos estudios que comparan los blanqueamientos de casa y oficina, así como los efectos del tipo de activación sobre las características físicas de los dientes. Algunos investigadores reportan disminución en la microdureza dependiendo del tipo de fuente de luz,³ otros dicen que no hay cambios independientemente de la concentración y el tipo de luz usada para la activación.^{4,5}

La rugosidad superficial del esmalte también ha sido estudiada, donde podemos observar que algunos autores reportan que no hay diferencia entre blanqueamientos de casa y oficina,⁵⁻⁷ mientras que otros reportan que los blanqueamientos de oficina causan alteraciones mayores en la topografía superficial adamantina.⁸

Otro grupo de estudios reporta los efectos a nivel molecular, como las variaciones en moléculas de fosfato y carbonato, con resultados contradictorios.⁹⁻¹⁵ Dichos estudios se apoyan en la espectroscopia Raman, cuyos beneficios y funcionamiento fueron descritos en una publicación anterior,¹⁶ sin embargo, pocos analizan sus espectros calculando el área bajo la curva y en vez de ello cuantifican la altura de los picos, lo cual no es recomendable ya que aporta resultados inconsistentes.

En el año 2015 se publicó un estudio¹⁶ que reportó que los peróxidos de hidrógeno y de carbamida aplicados todos los días por cuatro semanas (blanqueamiento casero) causan una disminución significativa de la molécula de fosfato, resultados coincidentes con otras publicaciones.^{9,12,14} Otro estudio de los mismos autores¹⁷ reportó que mientras que los blanqueamientos de oficina causaban una reducción en la molécula de carbonato, los blanqueamientos de oficina causaban un incremento de ésta.

El objetivo del presente estudio es describir el efecto de los blanqueamientos de oficina sobre la molécula de fosfato en el esmalte dental utilizando espectroscopia Raman.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este protocolo de investigación fue aprobado por la Comisión de Investigación de la Facultad de Odontología de la Universidad de Costa Rica y fue ampliamente descrito en dos publicaciones anteriores.^{16,17} De manera resumida, se seleccionaron 30 piezas dentales sanas extraídas por motivos ortodónticos o periodontales del banco de piezas dentales de la universidad. Las piezas fueron inspeccionadas y desinfectadas y se dividieron aleatoriamente en tres grupos experimentales de acuerdo al agente de blanqueamiento de oficina a utilizar (*Cuadro I*).

Para facilitar las lecturas repetitivas en el microscopio Raman, se marcó la porción más bulbosa de cada pieza dental. De esta manera se podían hacer los espectros siempre en la misma posición. Además, cada pieza recibió una codificación, de tal manera que posteriormente se pudieran realizar análisis estadísticos de medidas repetitivas y que cada pieza funcionara como su propio control. En los periodos en los que las piezas no eran blanqueadas, éstas se almacenaban en agua destilada a 32 °C.

El primer grupo experimental se trató con el agente Zoom! WhiteSpeed (Philips-EUA), el cual se fotoactivó por 15 minutos con una fuente de luz LED (420-480 nm), después de lo cual la pieza se lavó con agua destilada y se volvió a repetir el proceso. Los grupos 2 y 3 se trataron con el blanqueamiento Pola Office (SDI North América Inc.) por ocho minutos, con la diferencia de que solamente el grupo 2 se fotoactivó. Ambos grupos recibieron dos aplicaciones, al igual que el primer grupo.

Una semana después se realizó una segunda sesión de blanqueamiento, en donde únicamente se aplicó el blanqueamiento una vez.

Las lecturas con el microscopio Raman se realizaron previo a la aplicación de los blanqueamientos e inmediatamente posterior a la primera y segunda sesión de blanqueamiento. Las características del microscopio y la técnica de medición se pueden revisar en una publicación anterior.¹⁶ El operador encargado de realizar las lecturas Raman no estaba informado del tratamiento que recibió cada pieza dental.

En el procesamiento de los datos se calculó el área bajo la curva del pico de fosfato. Se realizó el test de

Cuadro I. Materiales usados y tipo de activación del blanqueamiento.

Grupo	Producto	Gel blanqueador	Tipo de activación	Número de lote
1	Zoom! WhiteSpeed	Peróxido de hidrógeno 25%	Luz	15112019
2	Pola Office	Peróxido de hidrógeno 35%	Luz	151633
3	Pola Office	Peróxido de hidrógeno 35%	Química	151633

Levene para analizar homogeneidad de varianzas y test de esfericidad de Mauchly para determinar si es posible realizar un análisis de varianza (ANOVA).

Posteriormente se realizó análisis de varianza de medidas repetitivas con el fin de analizar la variación en el contenido de fosfato a lo largo de las sesiones de blanqueamiento para cada grupo experimental. Se realizó prueba de Bonferroni para detectar diferencias estadísticamente significativas entre las sesiones.

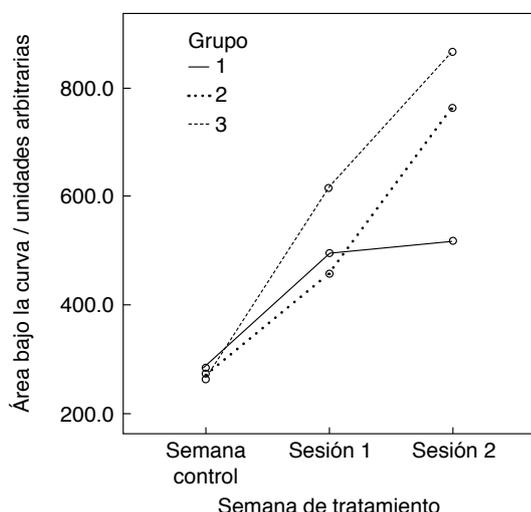


Figura 1. Variación del fosfato a lo largo de las sesiones de tratamiento según grupo experimental.

Cuadro II. Análisis de varianza general de los valores de fosfato.

Variable	Sig.
Semana de tratamiento	0.000
Semana de tratamiento*grupo	0.033

* p ≤ 0.05.

Cuadro III. Prueba *post hoc*: comparaciones pareadas de semanas de tratamiento según el grupo experimental.

Grupo	Momento del tratamiento	Momento del tratamiento	Sig. ^a	Intervalo de confianza 95%	
				Límite inferior	Límite superior
1	Semana control	Semana 1	.025	-388,040	-33,448
		Semana 2	.006	-384,442	-84,034
	Semana 1	Semana 2	.758	-190,552	143,564
2	Semana control	Semana 1	.007	-384,145	-82,129
		Semana 2	.000	-644,688	-340,129
	Semana 1	Semana 2	.010	-439,067	-79,476
3	Semana control	Semana 1	.000	-464,069	-240,868
		Semana 2	.000	-670,255	-364,431
	Semana 1	Semana 2	.034	-314,427	-15,323

^a p ≤ 0.05.

RESULTADOS

Las variaciones en la molécula de fosfato a lo largo de las sesiones de blanqueamiento se pueden observar en la *figura 1*. Se puede encontrar un aumento en la molécula en los tres grupos experimentales respecto a la semana control. El aumento fue significativo ($p \leq 0.05$) conforme progresaron las sesiones (*Cuadro II*). A la segunda sesión de blanqueamiento el aumento fue significativamente mayor para los grupos tratados con Pola Office respecto a la semana control (*Cuadro III*). El grupo tratado con Zoom! WhiteSpeed aumentó la concentración de fosfato significativamente luego de la primera sesión, pero no causó diferencia significativa para la segunda.

DISCUSIÓN

El esmalte dental se compone en un 98% de hidroxiapatita, la cual a su vez se compone de moléculas de fosfato, hidroxilo e iones de calcio. Si el esmalte se diluye por causa de factores extrínsecos cambiará la composición de moléculas de fosfato, por lo tanto, analizar la presencia estas moléculas antes y después del tratamiento con agentes de superficie, nos ayuda a comprender el efecto químico de distintas sustancias en la integridad adamantina.

Este estudio complementa el publicado en el año 2015¹⁶ en el que se observó que los blanqueamientos de uso casero, aplicados diariamente por varias semanas disminuyen la cantidad de molécula de fosfato en el esmalte dental. La presente investigación sugiere, que al contrario de los blanqueamientos caseros, los blanqueamientos de oficina que se utilizaron causan un aumento en la molécula de fosfato.

Estos resultados causan una interrogante acerca de los aditivos presentes en los geles de blanquea-

miento. A pesar de que los fabricantes de ambos blanqueamientos utilizados en el presente estudio solamente reportan de manera clara como parte de su contenido agua y peróxido de hidrógeno, también se menciona que está presente algún agente desensibilizante. La composición de los agentes adicionales para reducir la sensibilidad no es clara y existe la duda de si este agente posee moléculas de fosfato que hayan podido incorporarse a la superficie estudiada.

En un estudio anterior¹⁷ se había reportado un comportamiento similar en la molécula de carbonato, donde los blanqueamientos de casa afectaban la concentración negativamente y los de oficina la aumentaban. Una posible explicación es que la aplicación de blanqueamientos por tiempo prolongado va en detrimento de la integridad adamantina si lo comparamos con blanqueamientos que se aplican en pocas sesiones y por menos tiempo, aunque tengan una mayor concentración del agente.

Además, los blanqueamientos utilizados en la presente investigación se comportaron de manera similar independientemente del uso de luz para la activación del proceso. En nuestro caso se utilizó Pola Office, indicado por el fabricante para uso con y sin lámpara LED, dando similares resultados desde el punto de vista de significancia estadística.

Los resultados de nuestro estudio no siempre son comparables con otras investigaciones revisadas, ello puede deberse a diferencias en los niveles de pH de algunos blanqueamientos, así como la composición de sus agentes desensibilizantes. Así mismo, no todos los estudios aplican los blanqueamientos de manera clínicamente relevante, ya que no todos siguen las indicaciones de los fabricantes.

Hay que recalcar que una de las limitaciones del presente estudio es la ausencia de saliva en los periodos fuera de las aplicaciones. La saliva está compuesta principalmente por agua y otros componentes como sodio, potasio, calcio, magnesio, bicarbonato, fosfatos, inmunoglobulinas, proteínas, enzimas, mucinas, urea y amonio. El pH de la saliva es aproximadamente de 6 o 7 y una de sus funciones es la de mantener el proceso de equilibrio desmineralización-remineración.¹⁸ Attin y colaboradores discuten el impacto de utilizar saliva natural o artificial en los estudios acerca del efecto de blanqueamientos dentales sobre la microdureza del esmalte dental y concluye que los estudios que reprodujeron de mejor manera las condiciones orales presentaron resultados con menos detrimento adamantino.¹⁹

A pesar de lo anterior y debido a que la saliva natural y artificial también actuaría como una variable cuya composición exacta es desconocida, nuestro grupo de

investigación decidió analizar únicamente el efecto del peróxido de hidrógeno de manera aislada.

Debido a que la composición de los blanqueamientos dentales varía entre las casas comerciales, los resultados del presente estudio solamente pueden limitarse a los agentes blanqueadores utilizados.

Dentro de las limitaciones del presente estudio *in vitro* se puede concluir que los blanqueamientos de oficina utilizados a base de peróxido de hidrógeno causaron un aumento significativo en la molécula de fosfato a lo largo de las sesiones de blanqueamiento. El tipo de activación utilizada (luz versus química) no causó un efecto significativo sobre el comportamiento de la molécula estudiada.

Agradecimientos

Este proyecto es financiado por el Fondo Especial de Estímulo a la Investigación de la Universidad de Costa Rica.

Los autores agradecen la colaboración del personal del Laboratorio de Infraestructura Vial del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LANAMME), Víctor Rodríguez del Laboratorio Mecánico de Precisión de la Escuela de Física, Universidad de Costa Rica, así como a los estudiantes Carlos Arias Jiménez y Geisel Corrales Monge de la Facultad de Odontología, Universidad de Costa Rica.

Fuente de financiamiento

Este proyecto fue financiado con el Fondo Especial de Estímulo a la Investigación 2014, otorgado por la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica.

REFERENCIAS

1. Goldstein RE, Gaber DA. *Complete dental bleaching*. Chicago: Quintessence Publishing Co.; 1995. pp. 25-32.
2. Buchalla W, Attin T. External bleaching therapy with activation by heat, light or laser--a systematic review. *Dent Mater*. 2007; 23 (5): 586-596.
3. Araujo Fde O, Baratieri LN, Araújo E. *In situ* study of in-office bleaching procedures using light sources on human enamel microhardness. *Oper Dent*. 2010; 35 (2): 139-146.
4. Silva AF, Demarco FF, Meereis CT, Cenci MS, Piva E. Light-activated bleaching: effects on surface mineral change on enamel. *J Contemp Dent Pract*. 2014; 15 (5): 567-572.
5. Faraoni-Romano JJ, Da Silveira AG, Turssi CP, Serra MC. Bleaching agents with varying concentrations of carbamide and/or hydrogen peroxides: effect on dental microhardness and roughness. *J Esthet Restor Dent*. 2008; 20 (6): 395-402; discussion 403-404.
6. Machado LS, Anchieta RB, dos Santos PH, Briso AL, Tovar N, Janal MN et al. Clinical comparison of at-home and in-office dental bleaching procedures: a randomized trial of a split-

- mouth design. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2016; 36 (2): 251-260.
7. Cadenaro M, Breschi L, Nucci C, Antonioli F, Visintini E, Prati C et al. Effect of two in-office whitening agents on the enamel surface *in vivo*: a morphological and non-contact profilometric study. *Oper Dent*. 2008; 33 (2): 127-134.
 8. Pinto CF, Oliveira Rd, Cavalli V, Giannini M. Peroxide bleaching agent effects on enamel surface microhardness, roughness and morphology. *Braz Oral Res*. 2004; 18 (4): 306-311.
 9. Jiang T, Ma X, Wang Y, Tong H, Shen X, Hu Y et al. Investigation of the effects of 30% hydrogen peroxide on human tooth enamel by Raman scattering and laser-induced fluorescence. *J Biomed Opt*. 2008; 13 (1): 014019.
 10. Goo DH, Kwon TY, Nam SH, Kim HJ, Kim KH, Kim YJ. The efficiency of 10% carbamide peroxide gel on dental enamel. *Dent Mater J*. 2004; 23 (4): 522-527.
 11. Park HJ, Kwon TY, Nam SH, Kim HJ, Kim KH, Kim YJ. Changes in bovine enamel after treatment with a 30% hydrogen peroxide bleaching agent. *Dent Mater J*. 2004; 23 (4): 517-521.
 12. Venkatesan SM, Narayan GS, Ramachandran AK, Indira R. The effect of two bleaching agents on the phosphate concentration of the enamel evaluated by Raman spectroscopy: An *ex vivo* study. *Contemp Clin Dent*. 2012; 3 (Suppl 2): S172-S176.
 13. Götz H, Duschner H, White DJ, Klukowska MA. Effects of elevated hydrogen peroxide 'strip' bleaching on surface and subsurface enamel including subsurface histomorphology, micro-chemical composition and fluorescence changes. *J Dent*. 2007; 35 (6): 457-466.
 14. Santini A, Pulham CR, Rajab A, Ibbetson R. The effect of a 10% carbamide peroxide bleaching agent on the phosphate concentration of tooth enamel assessed by Raman spectroscopy. *Dent Traumatol*. 2008; 24 (2): 220-223.
 15. Xu B, Li Q, Wang Y. Effects of pH values of hydrogen peroxide bleaching agents on enamel surface properties. *Oper Dent*. 2011; 36 (5): 554-562.
 16. Vargas-Koudriavtsev T, Durán-Sedó R, Sáenz-Bonilla P, Bonilla-Mora V, Guevara-Bertsch M, Jiménez-Corrales RA et al. Efecto de agentes de blanqueamiento dental sobre la concentración de fosfato en el esmalte dental por medio de espectroscopia Raman. *Rev Odont Mex*. 2015; 19 (4): 232-239.
 17. Vargas-Koudriavtsev T, Herrera-Sancho ÓA. Effect of tooth-bleaching on the carbonate concentration in dental enamel by Raman spectroscopy. *J Clin Exp Dent*. 2017; 9 (1): e101-e106.
 18. Benn AM, Thomson WM. Saliva: an overview. *N Z Dent J*. 2014; 110 (3): 92-96.
 19. Attin T, Schmidlin PR, Wegehaupt F, Wiegand A. Influence of study design on the impact of bleaching agents on dental enamel microhardness: a review. *Dent Mater*. 2009; 25 (2): 143-157.

Dirección para correspondencia:
Tatiana Vargas-Koudriavtsev
E-mail: tatiana.vargas_k@ucr.ac.cr