

Resistencia compresiva del mineral trióxido agregado en combinación con lidocaína o clorhexidina 2%.

Compressive strength of mineral trioxide aggregate in combination with 2% lidocaine or chlorhexidine.

Demetrio Alfonso Barcha Barreto,* Laura Cristina Cataño Maya,** Miguel Ángel Simancas Pallares***

RESUMEN

Antecedentes: El mineral trióxido agregado sigue siendo el material de elección para la reparación de perforación de furcas y formación radicular de dientes inmaduros. Su mejor comportamiento biomecánico se obtiene cuando es mezclado con agua destilada, no obstante, diversas investigaciones muestran la posibilidad de ser combinado con sustancias como clorhexidina o incluso hipoclorito. **Objetivo:** Comparar la resistencia compresiva (RC) del mineral trióxido agregado (MTA) combinado con agua destilada, lidocaína al 2% más epinefrina 1:80,000 y clorhexidina al 2%. **Material y métodos:** Estudio experimental de laboratorio *in vitro*. Se fabricaron 30 discos de MTA mezclados con las tres sustancias a comparar ($n = 10$), con un tamaño de 4 mm de diámetro x 6 mm de alto, envueltos con gasa húmeda y dejando fraguar por 72 horas a 37 °C al 100% de humedad. Posteriormente se midió la resistencia compresiva de las unidades muestrales en una máquina de ensayo universal (*Shimadzu Scientific Instruments, INC. Columbia, NY, USA*). Las muestras fueron comprimidas a una velocidad de 1 mm/min y la RC se registró en megapascles (MPa). El análisis estadístico se realizó a través de análisis de varianzas (ANOVA) de una vía en el paquete estadístico *Stata™ v.13.1* para Windows. **Resultados:** El grupo que tuvo mayor resistencia compresiva fue al combinar con agua destilada (8.32 ± 3.62 MPa) seguido del grupo de lidocaína al 2% y epinefrina 1:80,000 (6.60 ± 3.42 MPa), y por último el grupo de clorhexidina al 2% (5.15 ± 2.25 MPa). Sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p = 0.09$). **Conclusiones:** Teniendo en cuenta los resultados arrojados del presente estudio es posible inferir que el MTA al combinarse con agua destilada sigue ofreciendo las mejores propiedades físicas, lo que sugiere mejor comportamiento clínico endodóncico. Sin embargo, al no detectar diferencias estadísticamente significativas, es posible que otros materiales puedan ser considerados como agentes de mezcla.

Palabras clave: Clorhexidina, lidocaína, agua destilada, endodoncia.

ABSTRACT

Background: Mineral trioxide aggregate remains the material of choice for repairing furcal perforations and ensure the continued root development of immature teeth. Its effect on biomechanical behavior is optimized when mixed with distilled water. Nevertheless, various studies have looked at the possibility of combining it with other mixing agents, such as chlorhexidine and even hypochlorite solution. **Objective:** To compare the compressive strength (CS) of mineral trioxide aggregate (MTA) combined with distilled water, 2% lidocaine plus 1:80,000 epinephrine, and 2% chlorhexidine. **Material and methods:** *In vitro* experimental laboratory study. We prepared 30 discs of gray MTA (G-MTA) mixed with the three substances ($n = 10$). Each disc was 4 mm in diameter and 6 mm high, wrapped in a moist gauze, and then left to set for 72 hours at 37 °C and 100% humidity. The compressive strength of each sample was subsequently measured using a universal testing machine (*Shimadzu Scientific Instruments, INC., Columbia, NY, USA*). The samples were then compressed at a rate of 1 mm/min and the CS was recorded in megapascals (MPa). Statistical analysis was performed by one-way analysis of variance (ANOVA) using *Stata V.13.1* for Windows. **Results:** The distilled water group showed the highest CS values (8.32 ± 3.62 MPa), followed by the 2% lidocaine plus 1:80,000 epinephrine group (6.60 ± 3.42 MPa), and finally the 2% chlorhexidine group (5.15 ± 2.25 MPa). Nevertheless, these differences were not statistically significant ($p = 0.09$). **Conclusions:** Based on the results obtained in this study, we can conclude that G-MTA mixed with distilled water continues to provide superior physical properties, which suggests it is the best option for endodontic procedures. However, given the lack of statistically significant differences, there are other materials that could potentially be regarded as acceptable mixing agents.

Key words: Chlorhexidine, lidocaine, distilled water, endodontics.

* Odontólogo. Especialista en Endodoncia. Candidato a Magíster en Auditoria y Calidad en Salud. Profesor Asociado. Departamento de Endodoncia. Universidad del Síntu Elías Bechara Zainum – Seccional Cartagena. Profesor Catedrático. Universidad de Cartagena. Cartagena, Colombia.

** Odontóloga Consultora. Universidad del Síntu Elías Bechara Zainum – Seccional Cartagena. Cartagena, Colombia.

*** Odontólogo. Especialista en Estadística Aplicada. Magíster en Epidemiología Clínica. Profesor Auxiliar. Investigador Asociado. Departamento de Investigación. Grupo de Interdisciplinario de Investigaciones y Tratamientos Odontológicos. Universidad de Cartagena - GITOUIC. Facultad de Odontología. Universidad de Cartagena. Cartagena, Colombia.

Recibido: Marzo 2015. Aceptado para publicación: Diciembre 2015.

INTRODUCCIÓN

El tratamiento endodóntico de un diente con formación radicular incompleta se considera un reto debido a los ápices abiertos y las paredes dentinales delgadas y debilitadas.¹ Así, numerosos materiales y procedimientos se recomiendan para inducir la apexificación en estos órganos dentarios.^{2,3} Usualmente, el biomaterial de elección para este procedimiento es el hidróxido de calcio [Ca(OH)₂]. Sin embargo, estudios recientes evidencian que los dientes tratados con este biomaterial muestran hasta 50% de reducción en la resistencia en comparación con dientes control después de un año. Asimismo, tienen mayor probabilidad de sufrir fracturas radiculares en el tercio cervical debido a los cambios en la matriz orgánica de la dentina.⁴

Teniendo en cuenta esto, los esfuerzos científicos por encontrar un material que minimice este tipo de reacciones se centran en el mineral trióxido agregado (MTA), el cual es un polvo compuesto de silicato tricálcico, óxido de bismuto, silicato dicálcico, aluminato tetracálcico, aluminoferrita tetracálcica y sulfato de calcio, que mezclado con agua destilada ejerce su efecto antibacteriano y de liberación de minerales que promuevan la formación de tejido duro.⁵ En este sentido, la habilidad del MTA de reforzar la estructura dentaria se ha estudiado con resultados controversiales.⁶ White y cols. en 2002 evidenciaron debilitamiento de la dentina a corto plazo y atribuyeron este efecto a la alteración estructural de las proteínas de la dentina debido a su alcalinidad.⁷

Investigaciones recientes estudian los efectos de la mezcla del MTA con otros compuestos tales como clorhexidina, lidocaína, hipoclorito de sodio, lubricantes solubles en agua, entre otros, como un esfuerzo de aumentar la resistencia a la fractura (RF) de este material y disminuir la potencial alteración de las proteínas de la dentina.⁸⁻¹⁰ Así, Holt y cols. en 2007 evidenciaron *in vitro* la RF del MTA en combinación con agua destilada y clorhexidina, obteniendo como resultado mejor desempeño del MTA al ser mezclado con agua destilada.¹¹

Es de resaltar entonces que los esfuerzos científicos deben dirigirse en estudiar la RC del MTA en combinación con diferentes materiales a fin de proveer un mayor comportamiento físico-químico traduciéndose esto en aumento de la sobrevida de los dientes con formación radicular incompleta al estar físicamente debilitados.^{1,2}

En este sentido, el objetivo del presente estudio fue comparar la RC del MTA en combinación con agua destilada, clorhexidina al 2% y lidocaína al 2% con epinefrina 1:80,000.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo de estudio: experimental de laboratorio *in vitro*.

Muestra: 30 discos de MTA divididos en tres grupos de 10 unidades muestrales cada uno así: clorhexidina al 2%, lidocaína 2% y epinefrina 1:80,000 y agua destilada.

Variables: como variable dependiente se definió la resistencia compresiva (RC) medida en megapascles (MPa).

Protocolo del estudio: inicialmente se fabricaron 30 discos de MTA gris (ProRoot MTA - Dentsply - York, PA - USA) en combinación con tres sustancias; 10 unidades muestrales por cada una. Así, se conformaron tres grupos:

- Grupo I (AD): 10 discos de MTA en combinación con agua destilada como grupo control (Baxter Healthcare Corporation, Deerfield, IL, USA).
- Grupo II (CHX): 10 discos de MTA combinado con clorhexidina al 2% (Clorhexol - Farpag Laboratorios Bogotá DC, Colombia).
- Grupo III (LD): 10 discos de MTA combinado con lidocaína 2% y epinefrina 1:80,000 (roxicaína 2% - Rophson Therapeutics Ltd - Bogotá DC - Colombia).

Los 30 discos se fabricaron con las siguientes dimensiones: 4 mm de diámetro y 6 mm de alto. Lo anterior debido a que en condiciones clínicas de apexificación el MTA queda conformado al interior del canal radicular en discos de aproximadamente esas dimensiones. Adicionalmente, investigaciones recientes describen el uso de estas especificaciones.¹¹

Para la elaboración de los discos se siguieron las especificaciones del fabricante respetando las proporciones de polvo (tres unidades) y líquido (una unidad) en cada grupo de estudio. Una vez obtenida la consistencia de masilla, se utilizó un molde de plástico prefabricado con estas mismas especificaciones en diámetro y altura, y posteriormente se dejó fraguar el material en gasas húmedas (Higietex Laboratorios, Itagüí - Antioquia - Colombia) durante 72 horas a 37 °C y 100% de humedad relativa. Los discos fueron elaborados por una sola persona, especialista en endodoncia y con amplia experiencia en el manejo del material.

Fraguados completamente los discos, fueron sometidos a pruebas de resistencia a la fractura en una máquina universal de ensayos (MUE) Autograph AG-I (Shimadzu Scientific Instruments, INC. Columbia, NY, USA) a una velocidad de 1 mm/minuto e inmediatamente se registró la máxima carga soportada a la fractura en megapascles (MPa) (*Figura 1*).

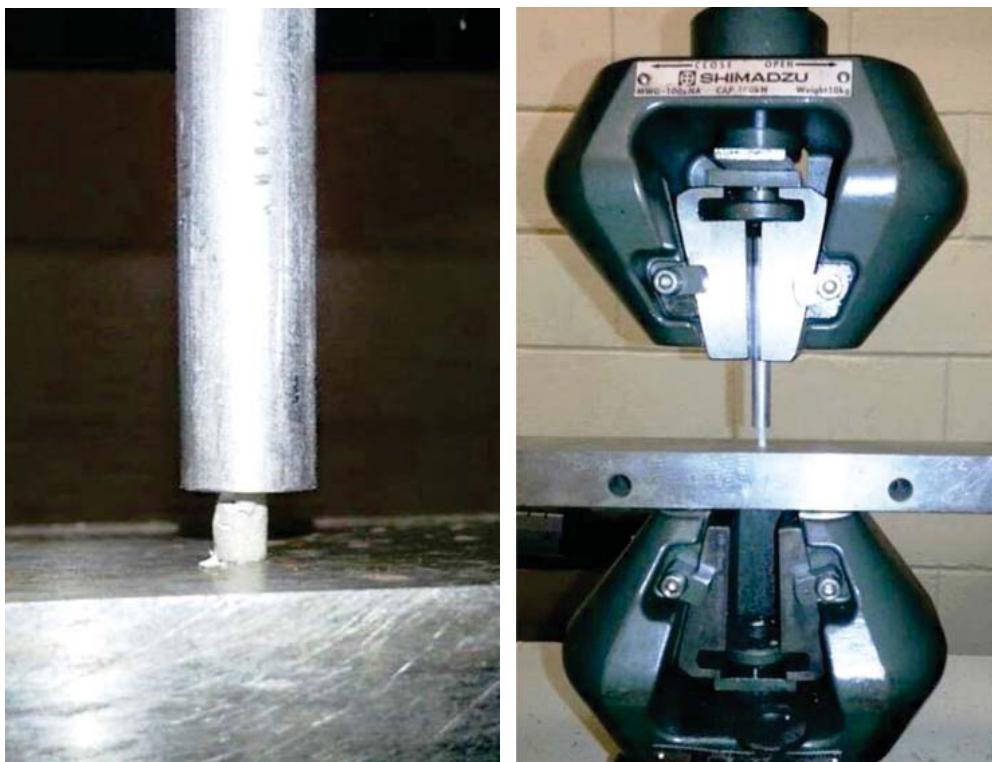


Figura 1.

Se observa la muestra al medir la RC sobre la máquina universal de ensayos.

Un investigador, calibrado en el empleo de la máquina y cegado a la composición de los discos con el fin de evitar sesgos de medición, realizó las mediciones en los 30 discos.

Procesamiento y recolección de la información: se diseñó un formato de recolección de datos el cual registró la información de interés del estudio. Posteriormente, los datos fueron digitados en una tabla matriz en Microsoft Excel v. 2010 para Windows. La digitación de la información contó con doble digitación y verificación periódica a fin de minimizar errores de digitación. Una vez obtenida la tabla matriz, se procedió a analizar los datos.

Análisis estadístico: inicialmente se exploró la normalidad de la distribución de los datos cuantitativos a través de la prueba Shapiro-Wilks, la homogeneidad de las varianzas empleando la prueba de Levene. Así, se reportaron media y desviación estándar de los valores obtenidos de RC de cada grupo. Posteriormente, la RC entre los tres grupos se comparó utilizando análisis de varianzas de una vía (ANOVA). El análisis estadístico se hizo utilizando el paquete Stata v.13.1 (4095 Lakeway Drive College Station, StataCorp, Texas, USA) para Windows.

RESULTADOS

El análisis univariado global mostró una RC promedio de 6.69 MPa (DE: 3.32-IC 95%: 5.45-7.93). Al realizar el análisis descriptivo por grupos, los discos mezclados con agua destilada mostraron la mayor resistencia a la fractura 8.32 ± 3.62 MPa (Cuadro I).

Por otro lado, al comparar la resistencia a la fractura promedio entre los tres grupos, el ANOVA no detectó diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.09$).

DISCUSIÓN

Numerosos estudios analizan la RC y los efectos a largo plazo de los biomateriales endodónticos que se utilizan *in vitro* o *ex vivo*.¹²⁻¹⁵ Debido a las grandes diferencias en la forma y estructura de la obtención de las unidades muestrales, la estandarización en muchos casos no es posible y los resultados no son consistentes entonces en la literatura científica existente.¹² Adicionalmente, se observa que los efectos de estos tres materiales ampliamente usados en endodoncia sobre la RC del MTA son poco investigados. Por esto, en el presente estudio, se comparó la RC del

Cuadro I. Comparación de la resistencia compresiva de acuerdo con los grupos de estudio.

Sustancia	Media (MPa)	D.E.	IC 95%	P-valor
Lidocaína	6.60	3.42	4.14 – 9.05	
Agua destilada	8.32	3.62	5.73 – 10.92	
Clorhexidina	5.15	2.25	3.54 – 6.72	0.09

D.E. = desviación estándar; IC 95% = intervalo de confianza al 95% para la media.

MTA al ser mezclado con agua destilada, clorhexidina al 2% y, lidocaína al 2% con epinefrina 1:80,000.

El MTA es un material alternativo que debe ser considerado en los planes de tratamiento en dientes con ápice inmaduro.¹⁶⁻¹⁸ Provee un sellado antimicrobiano y crea una barrera apical en el tratamiento de estos dientes. Así, en el presente estudio al analizar los resultados de la resistencia compresiva del MTA gris mezclado con AD, CHX o LD, se obtuvo una resistencia mayor para el grupo AD, sin diferencias estadísticamente significativas. Holt y cols. en 2007¹¹ estudiaron el efecto antimicrobiano y la resistencia compresiva del MTA gris al ser mezclado con agua estéril o clorhexidina al 2% sobre discos con las mismas especificaciones utilizadas en el presente estudio. Obtuvieron como resultado, entre los grupos de estudio, mayor RC para los discos mezclados con AD, con diferencias estadísticamente significativas mostrando los mismos resultados entre los dos estudios. No obstante, una de las posibles razones para no encontrar diferencias estadísticamente significativas en el presente trabajo pudiera ser el tamaño de muestra empleada.

Algunos estudios han evaluado el efecto del pH y de algunos agentes de mezcla sobre la resistencia compresiva del MTA gris en combinación con lidocaína, obteniendo menores niveles de RC con este agente de mezcla a pH 7.4 (neutro). Los resultados evidencian mayor RC cuando se combina con la sustancia control, lo cual apoya lo obtenido en la presente investigación.¹⁹

El objetivo de mezclar el MTA con diversos agentes de mezcla consiste en mejorar las propiedades de manipulación de este material facilitando su uso clínico, las propiedades físicas y químicas y, por tanto, el comportamiento biomecánico. Además, la disminución del tiempo de fraguado puede ser beneficiosa a fin de reducir el tiempo de espera para el futuro tratamiento restaurativo y el tiempo de tratamiento del paciente. Recientemente Kogan y cols. evidenciaron un efecto de incremento sobre el tiempo de fraguado del MTA en combinación con CHX pero también

reportaron disminución de la resistencia compresiva (RC), resultados que no favorecen el comportamiento del MTA combinado con CHX.²⁰

Cuando se analizaron los resultados para la CHX, se observó el menor grado de resistencia compresiva entre los tres materiales. La clorhexidina ha sido un material ampliamente usado en Odontología por sus conocidas propiedades antibacterianas,^{14,21} de aquí que se hipotetice que pueda presentar mejor desempeño al mezclarlo con MTA. Aún no se conocen los mecanismos físicos/químicos que puedan modificar la resistencia a la fractura del MTA en combinación con CHX.¹¹ Los resultados de la presente investigación muestran que el material fragua, al menos para ser probado en una MUE, sin embargo, la RC es baja y no permite ser utilizada con seguridad. Sin embargo, los materiales que se emplean para obturación en el conducto radicular, no están sujetos a cargas compresivas como barrera apical, recubrimiento pulpar o reparación de perforaciones lo cual se convierte en un dilema clínico.^{9,22,23}

Por otro lado, y aun cuando en el presente estudio no se analizó la actividad antibacteriana del MTA en combinación con la CHX, resultados de investigaciones previas muestran mayores áreas de inhibición bacteriana que al ser mezclado con AD, lo cual se explica por el potente efecto antibacteriano de la CHX. Adicionalmente y aunque tampoco fue objeto de estudio, la citotoxicidad del MTA + CHX es mayor en comparación con el AD. Este efecto puede explicarse por el efecto inhibitorio sobre la fase S de la mitosis de los fibroblastos, células fundamentales en el proceso de reparación tisular.²⁴

Con respecto a los resultados obtenidos por la lidocaína, al igual que con la CHX, aún se desconocen los mecanismos físico-químicos por los cuales este agente de mezcla pueda afectar la RC del MTA. Sin embargo, investigaciones recientes de liberación de hidróxido de calcio [Ca(OH)₂] por escaneo diferencial de calorimetría (EDC) sugieren bajos niveles cuando el MTA (blanco) se

mezcla con lidocaína siendo el control (AD) el agente de mezcla que provee mayores niveles de Ca(OH)_2 liberados. El hidróxido de calcio es un compuesto intermedio liberado durante el proceso de fraguado del MTA; las bondades de mineralización del material sobre los tejidos duros (apexificación, reparación de perforaciones, etc.) se explican por la acción del hidróxido de calcio en estos tejidos: inducción de formación de cristales de hidroxia-patita.²⁵ La baja resistencia compresiva del MTA al ser combinado con lidocaína no se explica por esta reacción; son necesarios estudios profundos de los efectos químicos de esta mezcla. Adicionalmente, se pone a consideración que estos estudios han sido realizados empleando MTA blanco y no gris, como se realizó en la presente investigación.²⁶

Teniendo en cuenta todo lo anterior, no existe en la literatura científica un consenso sobre los efectos de los diversos agentes de mezcla sobre las propiedades físicas y químicas del MTA que puedan ayudar a explicar los resultados obtenidos por parte de la LD y de la CHX en el presente estudio. Se necesita mayor investigación con estos mismos agentes a fin de elucidarlos completamente.

CONCLUSIONES

Debido a la RC obtenida por los tres agentes de mezcla con una notoria disminución de la RC observada por los otros dos materiales, los resultados sugieren seguir empleando el agua destilada como agente de mezcla hasta que se provean resultados de otras investigaciones. No debe entenderse la falta de significancia estadística de los resultados de este estudio como una justificación para el empleo de cualquiera de los tres materiales. Para la toma de decisiones clínicas se debe poner a consideración la citotoxicidad, liberación de iones Ca(OH)_2 y otros factores que no hayan sido investigados como resistencia a la fractura sobre el comportamiento del material.

BIBLIOGRAFÍA

1. Xu Q, Ling JQ, Gu HJ, Liu JW. Clinical management of open apices teeth with mineral trioxide aggregate (MTA) as apical barrier in adults. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*. 2006; 24 (4): 312-314, 317.
2. Witherspoon DE, Ham K. One-visit apexification: technique for inducing root-end barrier formation in apical closures. *Pract Proced Aesthet Dent*. 2001; 13 (6): 455-460; quiz 462.
3. Witherspoon DE. Vital pulp therapy with new materials: new directions and treatment perspectives-permanent teeth. *J Endod*. 2008; 34 (7 Suppl): S25-S28.
4. Villa P, Fernández R. Apexification of a replanted tooth using mineral trioxide aggregate. *Dent Traumatol*. 2005; 21 (5): 306-308.
5. Torabinejad M, Hong CU, McDonald F, Pitt Ford TR. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod*. 1995; 21 (7): 349-353.
6. Torabinejad M, Parirokh M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--part II: leakage and biocompatibility investigations. *J Endod*. 2010; 36 (2): 190-202.
7. White JD, Lacefield WR, Chavers LS, Eleazer PD. The effect of three commonly used endodontic materials on the strength and hardness of root dentin. *J Endod*. 2002; 28 (12): 828-830.
8. Shetty KH, Prathap MS, Prithviraj KJ. Sealing ability of white and gray mineral trioxide aggregate mixed with distilled water and 0.12% chlorhexidine gluconate as a root end filling material: an ex vivo evaluation. *Indian J Dent Res*. 2013; 24 (3): 395.
9. Basturk FB, Nekoofar MH, Gunday M, Dummer PM. The effect of various mixing and placement techniques on the compressive strength of mineral trioxide aggregate. *J Endod*. 2013; 39 (1): 111-114.
10. Formosa LM, Mallia B, Camilleri J. Mineral trioxide aggregate with anti-washout gel-properties and microstructure. *Dent Mater*. 2013; 29 (3): 294-306.
11. Holt DM, Watts JD, Beeson TJ, Kirkpatrick TC, Rutledge RE. The anti-microbial effect against *Enterococcus faecalis* and the compressive strength of two types of mineral trioxide aggregate mixed with sterile water or 2% chlorhexidine liquid. *J Endod*. 2007; 33 (7): 844-847.
12. Rao A, Shenoy R. Mineral trioxide aggregate-a review. *J Clin Pediatr Dent*. 2009; 34 (1): 1-7.
13. Islam I, Chng HK, Yap AU. Comparison of the physical and mechanical properties of MTA and portland cement. *J Endod*. 2006; 32 (3): 193-197.
14. Mittag SG, Eissner C, Zabel L, Wrba KT, Kielbassa AM. The influence of chlorhexidine on the antibacterial effects of MTA. *Quintessence Int*. 2012; 43 (10): 901-906.
15. Yan P, Peng B, Fan B, Fan M, Bian Z. The effects of sodium hypochlorite (5.25%), chlorhexidine (2%), and glyde file prep on the bond strength of MTA-dentin. *J Endod*. 2006; 32 (1): 58-60.
16. Witherspoon DE, Small JC, Regan JD, Nunn M. Retrospective analysis of open apex teeth obturated with mineral trioxide aggregate. *J Endod*. 2008; 34 (10): 1171-1176.
17. Felipe WT, Felipe MC, Rocha MJ. The effect of mineral trioxide aggregate on the apexification and periapical healing of teeth with incomplete root formation. *Int Endod J*. 2006; 39 (1): 2-9.
18. Pradhan DP, Chawla HS, Gauha K, Goyal A. Comparative evaluation of endodontic management of teeth with unformed apices with mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide. *J Dent Child (Chic)*. 2006; 73 (2): 79-85.
19. Watts JD, Holt DM, Beeson TJ, Kirkpatrick TC, Rutledge RE. Effects of pH and mixing agents on the temporal setting of tooth-colored and gray mineral trioxide aggregate. *J Endod*. 2007; 33 (8): 970-973.
20. Kogan P, He J, Glickman GN, Watanabe I. The effects of various additives on setting properties of MTA. *J Endod*. 2006; 32 (6): 569-572.
21. Singh H, Kapoor P, Dhillon J, Kaur M. Evaluation of three different concentrations of chlorhexidine for their substantivity to human dentin. *Indian J Dent*. 2014; 5 (4): 199-201.
22. Lee BN, Hwang YC, Jang JH, Chang HS, Hwang IN, Yang SY et al. Improvement of the properties of mineral trioxide aggregate by mixing with hydration accelerators. *J Endod*. 2011; 37 (10): 1433-1436.
23. Ulusoy OI, Nayir Y, Darendeliler-Yaman S. Effect of different root canal sealers on fracture strength of simulated immature roots. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2011; 112 (4): 544-547.

24. Hernández EP, Botero TM, Mantellini MG, McDonald NJ, Nor JE. Effect of ProRoot MTA mixed with chlorhexidine on apoptosis and cell cycle of fibroblasts and macrophages *in vitro*. *Int Endod J.* 2005; 38 (2): 137-143.
25. Sarkar NK, Caicedo R, Ritwik P, Moiseyeva R, Kawashima I. Physicochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 2005; 31 (2): 97-100.
26. Zapf AM, Chedella SC, Berzins DW. Effect of additives on mineral trioxide aggregate setting reaction product formation. *J Endod.* 2015; 41 (1): 88-91.

Correspondencia:

Dr. Miguel Ángel Simancas Pallares

Calle 30 Núm. 15-182,
Campus Ciencias de la Salud,
Facultad de Odontología,
Departamento de Investigación,
Universidad de Cartagena,
E-mail: msimancasp@unicartagena.edu.co

www.medigraphic.org.mx