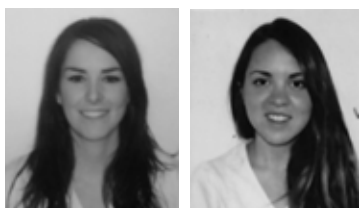


Trabajo de Investigación

Comparación entre los artefactos producidos en tomografía computada de haz cónico con diferentes materiales intracanal. Estudio in-vitro

Comparison between artifacts generated in cone beam computed tomography to different root canal materials. In vitro study.



Valentina Crespo Silva¹, Daniela Orellana Lobos¹, Carlos Rebolledo Pavez², Luis Araneda Silva^{2,3,4}

¹Estudiante Odontología, Universidad Mayor

²Área de Radiología, Facultad de Odontología, Universidad Mayor

³Facultad de Odontología, Universidad de Chile y Universidad Mayor

⁴Radiólogo Máxilo-Facial, Servicio Dental, Hospital del Salvador

Resumen

Introducción: Los artefactos son imágenes que se pueden ver en los datos de reconstrucción de estructuras ausentes en el objeto de evaluación. El objetivo de este estudio in vitro fue comparar la presencia, cantidad y magnitud de los artefactos en premolares extraídos sellados con gutapercha, postes metálicos y de fibra de vidrio en canales radiculares observados con la TC de haz cónico.

Material y Métodos: 90 premolares fueron sellados con gutapercha y la muestra se dividió en tres grupos: un primer grupo con 30 dientes completamente sellados con gutapercha (Diadent[®], Topseal[®] y Guttacondensor[®]); un segundo grupo de 30 dientes incluyendo postes metálicos preformados Metalpin Angelus[®], y el último grupo de 30 dientes con fibra Reforpost Angelus[®], ambos cementados con Rely X Luting 3M ESPE[®]. Todos los dientes se insertan en un material similar a tejido óseo.

Resultados y Discusión: Las imágenes se adquirieron en los exámenes de TC de haz cónico y se observaron artefactos similares para todos los materiales (58% de los casos), con la diferencia en la cantidad de artefactos: gutapercha presenta una mayor cantidad de artefactos que los otros materiales ($p = 0,049$) y también su magnitud fue mayor.

Conclusiones: Guttapercha como un material sellador produce un mayor número de artefactos en comparación a los postes metálicos o de fibra, aunque los tres materiales estudiados presentan artefactos en las imágenes de TC de haz cónico.

Abstract

Introduction: Artifacts are images that can be seen in reconstruction data from absent structures in the evaluation object. The aim of this in-vitro study was to compare the presence, amount and magnitude of artifacts in extracted premolars sealed with gutta-percha, metallic posts and vitreous fiber in root canals observed with cone beam CT.

Material and Methods: 90 premolars were sealed with gutta-percha and the sample was divided in three groups: a first group with 30 teeth completely sealed with guttapercha (Diadent®, Topseal® and Guttacondensor®); a second group of 30 teeth including preformed metallic Metalpin Angelus® posts, and the last group of 30 teeth with fiber Reforpost Angelus® posts, both posts bonded with Rely XLuting 3M ESPE®. All teeth were inserted in bone similar material.

Results and Discussion: Images had got from cone beam CT exams and similar artifacts were observed for all materials (58% of cases), with difference in the amount of artifacts: Guttapercha presented a higher quantity of artifacts than the other materials ($p=0.049$) and its magnitude was higher too.

Conclusions: Guttapercha as a sealing material produces a higher number artifacts than metallic or fiber posts, although the three studied materials presented artifacts in cone beam CT images.

Introducción

Como estudio complementario al diagnóstico y plan de tratamiento, las radiografías convencionales constituyen el examen más utilizado, basándose en la representación de objetos de tres dimensiones mediante imágenes de dos dimensiones.

Con el aumento de la demanda para mejorar la sensibilidad y especificidad diagnóstica, se ha creado la Tomografía, para representar objetos tridimensionales con imágenes volumétricas tridimensionales. Esta consiste en la obtención de imágenes de un cuerpo en partes o cortes, registrando de manera clara objetos localizados dentro de un determinado plano lo que permite la observación de una región con poca o ninguna sobreproyección de estructuras¹.

Las tomografías pueden ser clasificadas en dos tipos: tomografía convencional y tomografía computarizada (TC). Esta última puede ser aun subdividida de acuerdo con el formato del haz de rayos-x utilizando en tomografía computarizada tradicional de haz en abanico y tomografía computarizada de haz cónico (TCHC).

TCHC es ampliamente utilizado en odontología, y representa una mejora indudable debido a que es capaz de eliminar por completo la superposición estructuras, se visualizan imágenes en los tres planos del espacio, la dosis de radiación es menor a la que de adquiere en la tomografía convencional, se requiere poco tiempo para la obtención de las imágenes, y estas son en escala de uno es a uno.

Sin embargo pueden ocurrir artefactos, que son imágenes que se visualizan que no están presentes en el objeto de investigación^{2,3}. Estos artefactos son inducidos por las discrepancias entre las condiciones físicas del TCHC y la composición, posición y comportamiento del objeto en estudio que puede ocurrir por diferencias en la atenuación del haz de rayos, por la alta densidad de los materiales que

significativamente absorben rayos X. Estos artefactos se presentan como rayas, líneas en las estructuras y sombras orientadas a lo largo de las líneas de proyección.

Los artefactos en TCHC pueden interpretarse como falsos positivos, guiándonos a un diagnóstico errados, y por lo tanto a realizar tratamientos que no son los requeridos.

La TCHC es una herramienta diagnóstica muy útil, pero no se debe utilizar en todos los casos, pues se deben evaluar los posibles riesgos y beneficios de tomar este examen en cada paciente, y ver la relación costo-efectiva de una radiografía convencional versus un estudio en TCHC.

Metodología

El estudio es experimental y transversal. Descriptivo, ya que las muestras fueron intervenidas y transversal puesto que se estudió la muestra solamente en una ocasión, en un momento determinado del tiempo.

Para la realización del estudio se relacionó una variable independiente, el material de obturación intracanal, con dos variables dependientes como son la presencia de artefacto, la magnitud y la cantidad de estos.

Este estudio se realizó en dependencias de la facultad de Odontología de la Universidad Mayor entre los meses de octubre y diciembre del año 2014.

La muestra comprende imágenes obtenidas con el equipo de TCHC del Servicio de Radiología de la Clínica Odontológica de la Universidad Mayor, sede Santiago, de 90 premolares naturales obtenidos de la recolección de las extracciones realizadas en las asignaturas de Cirugía II y III, y de los trabajos pre clínicos de los alumnos realizados en la asignatura de endodoncia durante el año 2014.

1.- Preparación biomecánica, obturación y desobturación de conductos:

Previo a la preparación biomecánica y obturación de conductos, las piezas dentarias fueron limpiadas, enumeradas, y montadas en láminas para facilitar su manipulación (Figura 1).

Luego se tomó una radiografía periapical a cada uno de los grupos (Figura 1). A través de una radiografía convencional se analizaron las características de los conductos de la muestra y se determinó la longitud de trabajo. Se excluyeron del estudio aquellos dientes que presentaban una conformación o anatomía radicular y de conducto difíciles del instrumentar y/u obturar (muy finos, curvos, comunicados).



Figura 1. bloques de cera.

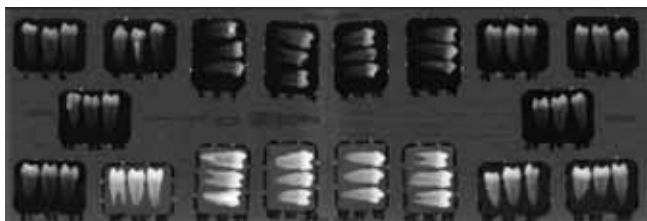


Figura 2. Radiografías previas

Luego se realizó la preparación biomecánica de los conductos de cada uno de los premolares.

En el proceso de obturación de los conductos radiculares, se ocuparon conos de gutapercha Diadent® y cemento Topseal® con técnica de compactación lateral y la técnica de compactación termodinámica con Gutta-condensador® n°70 para obtener una gutapercha termoplastificada para asegurar una compactación ideal.

Una vez obturados los 90 dientes, se tomó radiografías de control para asegurar la correcta compactación del material de obturación, gutapercha.

Se dividió la muestra en tres grupos dejando un grupo de 30 dientes completamente obturados intactos, los otros 60 fueron divididos por igual en dos grupos de 30 dientes a los que se les realizó desobturación parcial del tercio coronal y medio con instrumento rotatorio, fresas Largo® o Pecho® números 2.

Posteriormente en 30 de ellos se cementó un poste preformado metálico y a los otros 30 un poste de fibra de vidrio. El cemento utilizado para esta acción fue cemento de vidrio ionómero modificado con resina (Relyx lutting®).

Los premolares fueron ubicados en el centro de cubos realizados con una mezcla de yeso con aserrín en una proporción de 2:1 para asemejar el trabeculado óseo y las condiciones naturales de los huesos maxilares además de hacer más fácil y cómoda la toma de imágenes TCHC⁽⁹⁾ (Figura 3).

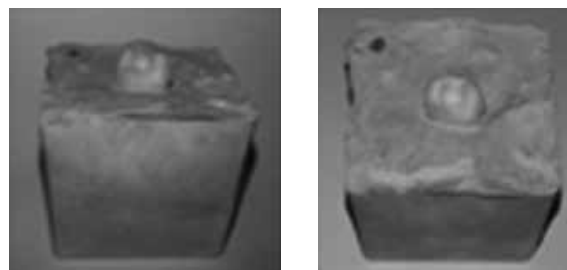


Figura 3. cubo de yeso aserrín con diente tratado.

2.- Adquisición de imágenes y análisis

Se les tomó un TCHC y se analizó cada una de las muestras con el software visualizador Romexis® de Planmeca utilizando las medidas estándar de calibración siendo estas tamaño de voxel 200 um, tiempo de exposición 15 seg, Kv 90, Ma 14, Seg 12, tamaño de maxilar medio, diámetro lleno y altura de imagen inferior.

Se obtuvo imágenes en el corte coronal, axial, sagital y la reconstrucción 3D

El análisis de la presencia de artefactos se realizó en cortes axiales dentro de los primeros 5 mm desde la cuña adamantina hacia apical y fueron registrados de forma dicotómica (Sí o No) y se realizó la medición de estos en centésimas de milímetros, tal como lo provee el software visualizador, desde el material de obturación del conducto hasta el límite externo del "cupping".

Además se analizó la cantidad de artefactos clasificándolos como copa única, copa doble o más de 2 copas.

Por último, se analizaron los artefactos que se produjeron en aquellos casos en donde el sistema de conductos radiculares se encontraba obturado por más de un material, por lo que la presencia de artefactos era producto de la sumatoria de esto como en los casos de fibra de vidrio-gutapercha y metal-gutapercha.

Los datos obtenidos se analizaron mediante el software Stata® versión 13, confeccionándose gráficos tipo box plot

para comparar los resultados obtenidos entre los diferentes materiales. En este estudio se aplicaron los métodos estadísticos Test exacto de Fisher, Test Chi cuadrado, y Test de Scheffé; y se consideró que había diferencia significativa si $p < 0,05$

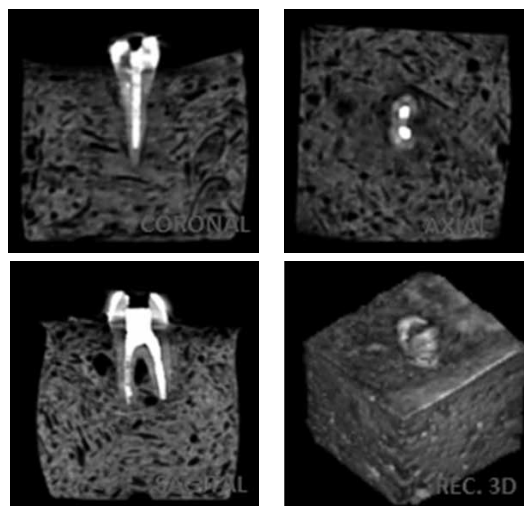


Figura 5. Imágenes obtenidas en los distintos cortes del Cone Beam.

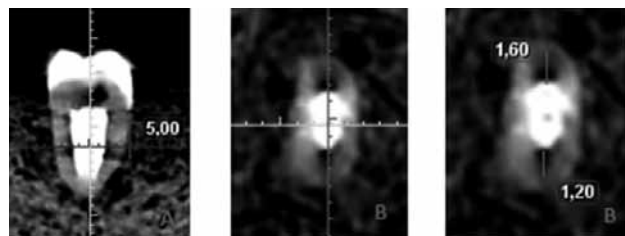


Figura 6. A) ubicación del artefacto en el corte sagital. B) la medición de éste en el corte axial.

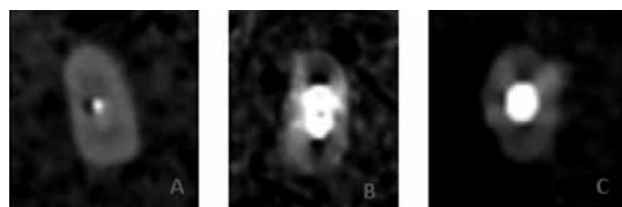


Figura 7. a) copa única, b) copa doble, c) más de dos copas.

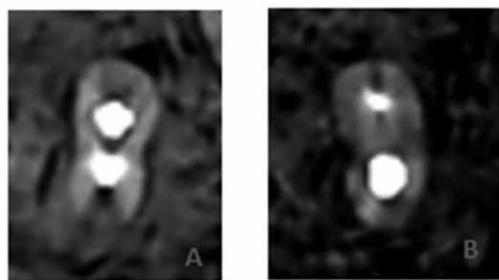


Figura 8. a) sumatoria metal-gutapercha, b) fibra de vidrio-gutapercha

Resultados

Los artefactos producidos por el endurecimiento del haz de rayos X en TCHC, dados por distintos materiales intracanal como son 1) fibra de vidrio, 2) metal y 3) gutapercha, materiales comúnmente utilizados en odontología, se pueden analizar por la presencia o ausencia de artefactos, la cantidad, y el tamaño de estos en los distintos materiales. Para esto se obtuvieron treinta imágenes de cada material con TCHC, y subdividiendo las imágenes de fibra en dos grupos 1) fibra, 2) fibra-gutapercha, al igual que las de metal en 1) metal y 2) metal-gutapercha, ya que al obtener imágenes con dos materiales distintos, se observó una mayor cantidad de artefactos, debido a que el haz de rayos X pasa en un mismo eje por ambos materiales, y así produciéndose un mayor endurecimiento del haz.

En primer término, utilizando imágenes obtenidas a través de TCHC, un 100% presentó artefactos, no encontrándose diferencias significativas en la presencia o no de artefactos, ya que en el total de las imágenes, un 98,3% presentaban artefactos ($p=0,483$) (Tabla 1).

Luego, se quiso observar la relación entre los distintos tipos de material intracanal, y el número de artefactos presentes en estos, con la mismas imágenes analizadas anteriormente, descartando un caso de imagen de fibra que no presento artefacto, obteniendo que sí existen diferencias significativas, observando que las imágenes con gutapercha son las que presentaron más artefactos ($p=0,049$) (Tabla 2).

El gráfico de cajas (Gráfico 1) se pudo deducir que la mayor cantidad de artefactos se presentan en las imágenes de gutapercha.

Siguiendo con el análisis, se estudiaron las mismas imágenes anteriores, y se quiso obtener un promedio del tamaño de los artefactos para cada tipo de material y relacionarlos entre los distintos materiales, se obtuvieron diferencias próximas a la significación estadística entre las imágenes de fibra de vidrio y gutapercha, siendo el tamaño de los artefactos de la gutapercha de mayor tamaño ($P=0,074$), sin embargo entre metal y fibra ($P=0,405$) y metal y gutapercha ($P=0,736$) no existieron diferencias significativas en los tamaños de los artefactos.

En el gráfico de cajas (Gráfico 2) se observa que el tamaño de los artefactos no difiere significativamente entre distintos materiales, ya que la mediana se encuentra en un nivel similar en los tres materiales.

Para finalizar el estudio, se utilizó la totalidad de las imágenes obtenidas por TCHC, y se agruparon en 14 imágenes de fibra, 14 de metal, 30 de gutapercha, 16 de fibra-gutapercha, y 15 de metal-gutapercha, con el

propósito de observar verificar la eventual existencia de diferencias entre la presencia de artefactos en las imágenes donde el haz de rayos pasa solamente por un material intracanal, versus el haz de rayos pasando por dos materiales intracanal de distinta naturaleza. Con esto se observó que sí hay diferencias significativas ($P=0.020$), ya que existe una sumatoria de artefactos cuando el haz de rayos pasa por materiales odontológicos de distinta naturaleza, por lo que en las imágenes donde coexiste fibra-gutapercha, y metal-gutapercha hay una mayor cantidad de artefactos (Tabla 4)

Tabla 1. Presencia de artefactos según tipo de material.

Grupo	Sin Artefacto casos (%)	Artefactos casos (%)	Total Casos (%)
Fibra	1(7,1)	13(92,9)	14(100)
Gutapercha	0(0)	30(100)	30(100)
Metal	0(0)	14(100)	14(100)
Total	1(1,7)	57(98,3)	58(100)

Gráfico 1: Gráfico de cajas de la cantidad de artefactos según material.

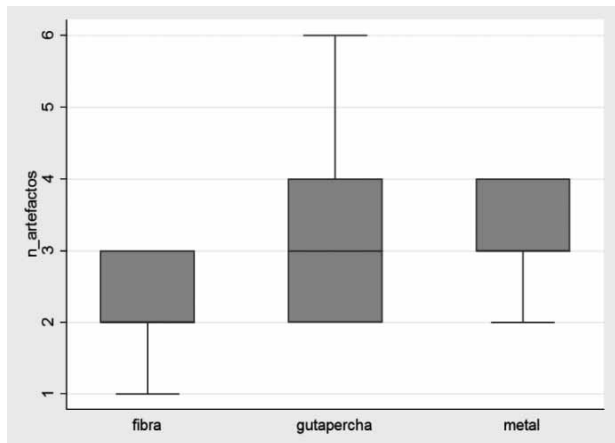


Tabla 2. Relación entre tipo de material intracanal y número de artefactos.

N° DE CASOS (%)	Fibra	Guttapercha	Metal
Un art. casos (%)	1 (7,7)	0 (0)	0 (0)
Dos arts. casos (%)	6 (46,2)	10 (33,3)	3 (21,4)
Tres arts. casos (%)	6 (46,2)	8 (26,7)	7 (50)
Cuatro arts. casos (%)	0 (0)	7 (23,3)	4 (28,6)
Cinco arts. casos (%)	0 (0)	4 (13,3)	0 (0)
Seis arts. casos (%)	0 (0)	1 (3,3)	0 (0)
Total casos (%)	13 (100)	30 (100)	14 (100)

Gráfico. 2 Gráfico de cajas del tamaño de los artefactos según material.

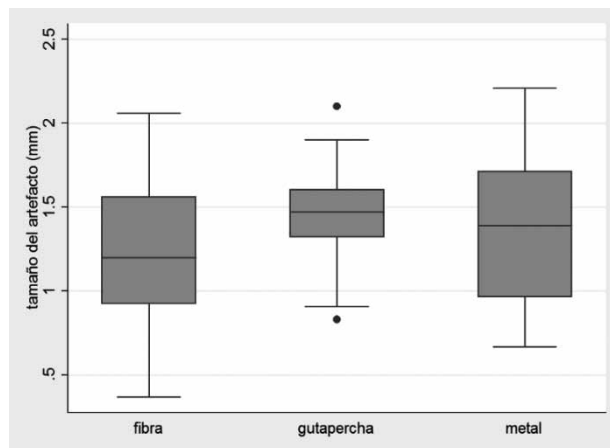


Tabla 3. Promedio del tamaño de los artefactos en relación a los 3 materiales intracanal.

Grupo	Frecuencia	Promedio	dev.Std
Fibra	13	1,9	0,5
Gutapercha	30	1,5	0,3
Metal	14	1,4	0,4
Total	57	1,4	0,4

Tabla 4. Relación entre la presencia de artefactos en los materiales intracanal, y la sumatoria de artefactos cuando el rayo pasa por dos materiales distintos.

Material	Cero artefacto Casos (%)	Un artefacto Casos (%)	Dos artefactos Casos (%)	Más de dos artefactos Casos (%)	Total Casos (%)
Fibra	1(7,1)	1(7,4)	6(42,9)	6(42,9)	14(100)
Metal	0(0)	0(0)	1(6,6)	14(93,3)	15(100)
Gutapercha	0(0)	0(0)	9(30)	21(70)	30(100)
Fibra/Guta	0(0)	1(5,3)	5(27,8)	10(62,5)	16(100)
Metal/Guta	0(0)	0(0)	6(6,7)	14(93,3)	15(100)

Discusión

Los artefactos son imágenes que no representan la realidad y que comúnmente se observan en imágenes adquiridas por TCHC. Es por esto que es importante poder reconocer su presencia y poder diferenciarlas con otros tipos de imágenes observables que sí hacen referencia a la realidad tales como: falta de materiales obturación intracanal, o patologías dentarias como fracturas radiculares, reabsorciones internas o externas, patologías periodontales, entre otras, para dar un correcto

diagnóstico, sin mal interpretar las imágenes observadas ni dar falsos positivos y no tener que recurrir a más estudios por el hecho de no saber reconocer los artefactos como tal.

Los artefactos en las imágenes obtenidas mediante THCH se pueden apreciar en todos los materiales intracanal sean de mayores o menores densidades (según HU), siendo estos, dado que son de mayor densidad que las estructuras dentales y óseas fisiológicas favoreciendo el fenómeno de endurecimiento del haz de radiación.

No existe una relación directa entre la presencia y número de artefactos con el tipo de material, ya que a pesar de que la densidad de la fibra de vidrio es menor a la del metal y gutapercha y presenta menor cantidad de artefactos, se demostró que el metal y la gutapercha tienen densidades similares, pero presentan diferentes cantidades de artefactos, siendo esta última la que más presenta artefactos. Esto se puede deber a que la gutapercha ocupa la totalidad de los canales radiculares, por ende habría mayor cantidad de material intracanal por el que el rayo debe atravesar y es por esto que se produciría un mayor endurecimiento del haz y grado de atenuación.

Cuando coexisten dos materiales al interior de los canales radiculares, el haz de rayos debe atravesar por ambos materiales y existe una sumatoria de densidades y endurecimiento del haz de radiación, por lo que en las imágenes donde se encontraban dos materiales de distinta naturaleza, se observaron una mayor cantidad de artefactos que no son atribuibles a ningún material por sí solo.

Se observaron tres tipos distintos de artefactos hipodensos en las imágenes de THCH, que fueron artefactos tipo 1) copa, 2) abanico, 3) circunferencial. El artefacto tipo copa fue en un principio el principal artefacto de estudio en este informe, pero no se daba en la mayoría de las imágenes, y es difícil medición, y además observamos que en la mayoría de los casos iba acompañado de un artefacto de tipo abanico, en el que existía un cambio en la densidad, pero seguía la misma dirección, y también observamos la presencia del artefacto circunferencial de difícil medición, y rodeaba toda la circunferencia del diente (Fig. 9).

Interesante sería por tanto en nuevos estudios determinar en qué casos se dan este tipos de artefactos, y al mismo tiempo analizar el porcentaje de este tipo de artefactos según material, para lo que sería recomendable incluir una muestra más grande, a objeto de poder correlacionarlos.

Además observamos otro tipo de artefacto, de naturaleza hiperdenso que no lo encontramos descrito en la literatura, ni fue objeto de estudio, pero sí lo observamos en algunas imágenes (Fig.10) y podría ser material de estudio para seguir con la investigación.

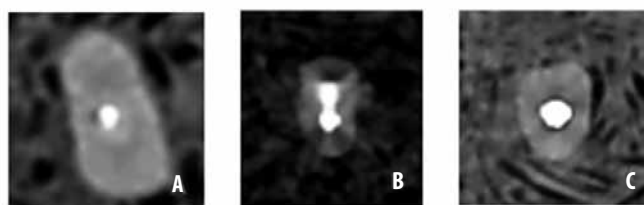


Figura 9. Artefacto en: A) copa, B) abanico, C) circunferencial

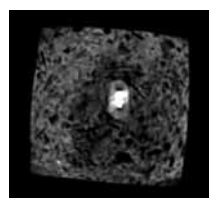


Figura 10. Artefacto hiperdenso.

Este trabajo concuerda con lo investigado en la literatura en variados aspectos, pero en ninguno de los trabajos investigados se relacionaron estos tres materiales. El material más investigado es el metal, ya que TCHC es utilizada preferentemente para implantes.

Consideramos introducir en nuestro estudio los postes de fibra de vidrio ya que es un material que en la actualidad ha aumentado su uso de forma considerable en los procedimientos restauradores y ha tenido poca investigación en el ámbito radiológico.

Conclusiones

Todos los materiales intracanales presentes en este estudio, tales como gutapercha, postes metálicos y de fibra de vidrio presentan artefactos en la imagen obtenida mediante TCHC.

Los canales obturados con gutapercha, presentan en un 33,3% dos artefactos, un 26,7% tres artefactos, 23,3% cuatro artefactos, un 13,3% cinco artefactos, y un 3,3% seis artefactos tipo abanico y copa.

Los canales obturados con postes metálicos preformados, presentan en un 21,4% dos artefactos, 50,0% tres artefactos, 28,6% cuatro artefactos de tipo abanico y copa.

Los canales obturados con postes de fibra un 7,7% presentó solo un artefacto, un 46,2% presentó dos artefactos, un 46,2% tres artefactos de tipo abanico, y copa.

La magnitud de los artefactos es independiente del material que se encuentra relleno el conducto.

La gutapercha presenta mayor número de artefactos, en la cual sí existían diferencias significativas siendo $p=0.049$.

Los canales que presentan más de un material en su interior presentan mayor cantidad y extensión de artefactos.

Bibliografía

1. Thiago de Santana Santos, Ronaldo de Carvalho Raimundo, Amanda Rocío Milagros Arias Guillén, Emanuel Dias de Oliveira, Silva Marco Frazão, Ana Cláudia Amorim Gomes. El uso de la tomografía computarizada de haz volumétrico en odontología. *Odontología Clínica Científica*. 2010; 9: 4.
2. R Schulze, U Heil, D Grob, DD Bruellmann, E Dranishnikow, U Schwanecke, and E Schoeme. Artefacts in CBCT: a review. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2011; 40: 265-273.
3. A Soumalainen. Cone beam computed tomography in oral radiology. *Faculty of Medicine, University of Helsinki*. 2010; 2: 22-25.
4. C Durack, S Patel. Cone beam computed tomography en endodontics. *Brazilian Dental Journal*. 2012; 23:3-12
5. T Razi, M Niknami, F A Ghazani. Relationship between Hounsfield Unit in CT Scan and gray scale y CBCT. *Journal of dental research, dental clinics, dental prospects*. 2014; 8: 107-110
6. Montaña Mary. Tomografía cone Beam 3D su Aplicación en Odontología. *Revista de actualización clínica médica*. 2013; 37: 34-45
7. AK Hunter and WD McDavid. Characterization and correction of the cupping effect artefacts in cone beam CT. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2012; 41: 217-223.
8. J F. Barrett, N Keat. Radiographics; education exhibit, artifacts in ct: recognition and avoidance. *Radiographics*. 2004; 24:1679-1691
9. M Junior, L. A. N. Santos, A. L. Faria-e-Silva, R. D. Pereira, M DSousa-Neto. Ex vivo evaluation of artifacts mimicking fracture lines on cone-beam computed tomography produced by different root canal sealers. *International endodontic journal*. 2014; 47: 26-31
10. H Calabria Diaz. Postes prefabricados de fibra. Consideraciones para su uso clínico. *Odontoestomatología*. 2010; 16:4-22.
11. Pishipati Vinayak Kalyan Chakravarthy, Lahari Ajay Telang, Jayashri Neral, Ajay Telang. Cracked Tooth: A Report of Two Cases and Role of Cone Beam Computed Tomography in Diagnosis. *Case Reports in Dentistry*. 2012
12. M Jakobson, V P D Westphalen, U X Silva Neto, L F Fariniuk, A G D Schroeder, E Carneiro. The influence of metallic post in the deflection of vertical root fractures using different imaging examinations. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2014; 43: 145-162
13. Farzad Esmaeili, Masume Johari, Pezhman Haddadi, Mehdi Vatankhah. Beam Hardening Artifacts: Comparison between Two Cone Beam Computed Tomography Scanners. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*. 2012; 6: 49-53
14. W C. Scarfe, M D. Levin, D Gane, A G. Farman. Use of cone beam computed tomography in endodontics. *International journal of dentistry*. 2009; 20: 87-98
15. M Lobos Bernal. Estudio comparativo entre técnicas de conductometría: técnica de grossman, técnica de bramante y una nueva técnica propuesta, in vitro" universidad de Talca, facultad de ciencias de la salud, escuela de odontología, Chile. 2004.
16. J Fridman. Endodoncia, técnica y fundamento. Editorial médica, Panamericana. 2002; 3:103-115.
17. B Bechara, C Alex McMahan, WS Moore, M Noujeim, FB Teixeira and H Geha. Cone beam CT scans with and without artifact reduction in root fracture detection of endodontically treated teeth. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2013; 42
18. F Esmaeili, M Johari, P Haddadi, M Vatankh. Beam Hardening Artifacts: Comparison between two Cone Beam Computed Tomography Scanners. *Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*. 2012; 6: 49-53.
19. M Parirokh, K Ardjomand, H Manochehrifar. Artifacts in Cone-Beam Computed Tomography of a Post and Core Restoration: A case report. *Iranian Endodontic Journal*. 2012; 7:98-101.
20. L Moller, A Wenzel, A Mette Wegge-Larsen, M Ding, M Vaeth, E Hirsch, L Kirkevang. Comparison of images from digital intraoral receptors and cone beam computed tomography scanning for detection of voids in root canal fillings: an in vitro study using micro-computed tomography as validation. *Odontologia*. 2013; 115:810-818.
21. BA Hassan, J Payan, B Juyanda, P van der Stelt and PR Wesselink. Influence of scan setting selections on root canal visibility with cone beam CT. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2012; 41:645-648.
22. T Marchant, G Price, B Matuszewski and C Moore. Reduction of motion artefacts in on board cone beam CT by warping of projection images. *The British Journal of Radiology*. 2011; 84:251-264.
23. P Math, TE Reeves and WD McDavid. Driving Hounsfield units using grey levels in cone beam computed tomography. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2010; 39:323-335.
24. Lenguas, A.L., Ortega, R., Samara, G., López, M.A. Tomografía computarizada de haz cónico. Aplicaciones clínicas en odontología; comparación con otras técnicas. *Cient Dent* 2010; 7;2:147-159.