



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
CARRERA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA**

**“EVALUACIÓN DE FRACTURAS EN DIENTES TRATADOS  
ENDODÓNICAMENTE RESTAURADOS CON Y SIN POSTES RADICULARES  
UTILIZANDO TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE HAZ CÓNICO DE ALTA  
RESOLUCIÓN”**

**Tesis para optar el grado de:**

**MAESTRO EN RADIOLOGÍA BUCAL Y MAXILOFACIAL**

**Presentado por:**

**Bach. DAVID ALBERTO ARISTIZÁBAL ELEJALDE**

**Asesor:**

**MG. ESP. LUIS ERNESTO ARRIOLA GUILLEN**

**LIMA – PERÚ**

**2019**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

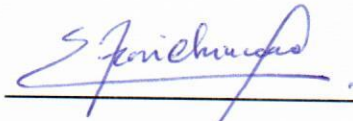
En la ciudad de Lima, a los **11** días del mes de **SETIEMBRE** del **2019**, siendo las 9:15 horas, con la asistencia del Jurado de Tesis, Presidido por la **DRA. ANGELA QUISPE SALCEDO**, los miembros del Jurado **MG. GUSTAVO FIORI CHINCARO** y **MG. CINTHYA CHIPANA HERQUINIO**; el Asesor de la Tesis **DR. LUIS ARRIOLA GUILLÉN**, el **BACH. DAVID ALBERTO ARISTIZABAL ELEJALDE**, autor de la tesis Titulada: **“EVALUACIÓN DE FRACTURAS EN DIENTES TRATADOS ENDODÓNICAMENTE RESTAURADOS CON Y SIN POSTES RADICULARES UTILIZANDO TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA DE HAZ CONICO DE ALTA RESOLUCIÓN”**, con el fin de optar el Grado Académico de **MAESTRO EN RADIOLOGÍA BUCAL Y MAXILOFACIAL**.

Concluida la exposición, se procedió a la evaluación y deliberación por parte del Jurado correspondiente, habiendo sido Aprobado con el calificativo de Muy bueno (18).

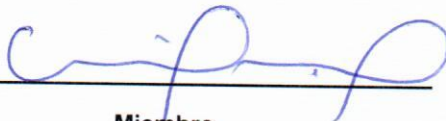
Se extiende la presente acta en tres originales y siendo las 10:07 horas, se da por concluido el Acto Académico de Sustentación.



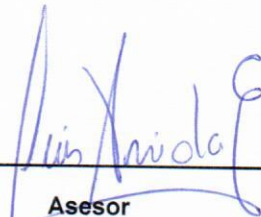
Presidente  
**DRA. ANGELA QUISPE SALCEDO**  
DNI: 41900187



Miembro  
**MG. GUSTAVO FIORI CHINCARO**  
DNI: 07845764



Miembro  
**MG. CINTHYA CHIPANA HERQUINIO**  
DNI: 42400735



Asesor  
**DR. LUIS ARRIOLA GUILLÉN**  
DNI: 40990364

## **Dedicatoria**

*A mi Madre por darme el ejemplo de superación permanente y a mi Esposa por apoyarme y acompañarme en los proyectos que hemos decidido emprender.*

## **Agradecimientos**

A todos los profesores y compañeros de la maestría por su valioso aporte durante el desarrollo de esta investigación.

Tesis en formato artículo original submitido a la revista Oral Radiology. Agosto de 2019

## Resumen

**Objetivos:** Determinar las características de las fracturas dentales y su relación con dientes tratados endodóncicamente con y sin postes radiculares, utilizando tomografías computarizadas de haz cónico (TCHC) de alta resolución.

**Métodos:** Se obtuvieron 50 TCHC de alta resolución de dientes tratados endodóncicamente con diagnóstico de fractura, de las cuales 30 correspondieron a mujeres y 20 a hombres. Estas tomografías fueron adquiridas en tres equipos Veraviewepocs 3D y en un 3D Accuitomo 170, con un campo de visión de 40x40 mm y un tamaño de voxel de 125  $\mu\text{m}$ . Las variables evaluadas incluyeron el tipo de fractura, extensión de la fractura, tipo de retención, extensión del poste, tipo de falla endodóncica, ubicación de la lesión, y tiempo de localización de la fractura (score de dificultad). Para el análisis de los datos se utilizaron las pruebas de chi cuadrado, T de Student y regresión lineal múltiple ( $\alpha < 0.05$ ).

**Resultados:** No se encontró asociación entre los tipos de fractura y los tipos de retención, ni entre el tipo de fractura y su extensión ( $P > 0.05$ ). Por otro lado, el tipo de fractura tuvo influencia significativa sobre el tiempo de localización de la misma. Adicionalmente, el plano de mayor dificultad para ubicar la fractura y el score de dificultad fueron asociados encontrando resultados estadísticamente significativos.

**Conclusiones:** Los tipos de fractura en dientes tratados endodóncicamente no estuvieron asociados al tipo de poste utilizado en la restauración. La ubicación de las fracturas dentarias fue posible con la misma eficiencia en los TCHC utilizados.

**Palabras clave:** tomografía computarizada de haz cónico; fractura dentaria; poste radicular; alta resolución

## Abstract

**Objectives:** To determine the relationship between the characteristics of tooth fractures and the presence of root canal posts in endodontically treated teeth using high-resolution cone beam computed tomography (CBCT).

**Methods:** Fifty high-resolution CBCT scans of endodontically treated teeth with a diagnosis of fracture were obtained, of which 30 were from women and 20 were from men. These scans were acquired with three Veraviewepocs 3D units and one 3D Accuitomo 170 unit, with a  $40 \times 40$ -mm field of view and  $125 \mu\text{m}$  voxel size. The variables assessed included the type of fracture, extent of fracture, type of retention, post length, cause of endodontic failure, location of the lesion, and time required to detect the fracture (difficulty score). For data analysis, the chi-squared test, Student's t-test, and multiple linear regression ( $\alpha < 0.05$ ) were used.

**Results:** No association was found between the type of fracture and type of retention or between the type of fracture and its extent ( $P > 0.05$ ). On the other hand, the type of fracture significantly influenced the time required for its detection. Additionally, the most difficult plane for detecting the fracture and the difficulty score were associated, with statistically significant results.

**Conclusions:** The type of fracture in endodontically treated teeth was not associated with the type of post used for restoration. All of the CBCT systems used to detect tooth fracture showed the same efficiency.

**Keywords:** Cone Beam Computed Tomography, Tooth Fracture, Root Canal Post, High Resolution

## Introducción

Las fracturas radiculares son un desafío diagnóstico para los odontólogos ya que sus signos y síntomas no se presentan en todos los casos y es difícil diferenciarlos de las fallas producidas en el tratamiento endodóncico. Adicionalmente, no siempre son detectadas con radiografías convencionales [1,2]. Las fracturas tienen una etiología multifactorial que se puede dividir en factores predisponentes y iatrogénicos [3].

Tres factores se consideran importantes para clasificar las fracturas radiculares: el origen, la localización y la dirección [4]. Doğan et al. [5] en su estudio con tomografía computarizada de haz cónico (TCHC), concluyen que la presencia adicional de fracturas en la corona tiene efectos negativos sobre la cicatrización espontánea de la fractura en la raíz. La mayoría de los dientes extraídos por fractura radicular fueron dientes con restauraciones protésicas posteriores a tratamientos de conductos y obturaciones dentales [6]. Asimismo, para la colocación futura de un implante se considera importante la detección temprana de la raíz fracturada con la extracción del diente, para así garantizar la integridad del hueso alveolar [1].

Las imágenes de TCHC son más efectivas que las radiografías periapicales para la detección de fracturas radiculares verticales en dientes con y sin tratamiento endodóncico. Se ha reportado su precisión, sensibilidad y especificidad máximas de 96.6%, 93.3% y 100%, respectivamente [7]. La TCHC puede ser una alternativa ideal en el diagnóstico de fractura radicular en endodoncia [8-10].

Se ha reportado que las imágenes de TCHC tienen una validez y fiabilidad superiores a las técnicas radiográficas intraorales en el manejo del diagnóstico endodóncico y sus complicaciones [11,12]. Karabucak et al, [13] reportaron una incidencia global de canales omitidos del 23.04% y encontraron una diferencia significativa en la prevalencia de periodontitis apical cuando se omitió un canal sin tratamiento ( $P < 0.05$ ).

Se considera que la no localización imagenológica de canales adicionales puede conducir a un tratamiento sin éxito [14]. Hay una alta prevalencia de lesiones apicales que aumentó en presencia de restauraciones coronales defectuosas y errores técnicos de

endodoncia, de los cuales la sub obturación fue el más frecuente, seguido de la condensación lateral parcial y conductos sin relleno radiopaco [15]. Dentro de las causas principales de las fallas del tratamiento de conductos radiculares se encuentran aquellas que pudieron ser visualizados radiográficamente, como los ápices abiertos, las perforaciones y las fracturas radiculares [16], mientras que el 45.1% de los dientes tratados con endodoncia mostraban lesión periapical cuando fueron evaluados con TCHC [17].

El uso de imágenes de TCHC en alta resolución se presenta como alternativa para un diagnóstico más confiable de fracturas radiculares en dientes tratados endodóncicamente por su alta precisión dada por el uso del protocolo HI-STD, el cual reduce la dosis de radiación [18]. Para la detección de perforaciones radiculares, el modo de alta resolución brinda una precisión significativamente mayor que el modo de baja resolución [19]. En comparación con los resultados de las secciones transversales ex vivo (estándar de oro), en el rango general de diagnóstico correcto con la TCHC la precisión aumentó de 92% a 100% dentro de cada parámetro de evaluación, y los diagnósticos obtenidos con 3D Accuitomo 170 fueron al menos tan precisos o más precisos que otros sistemas [20].

Adicionalmente, las fracturas de raíz verticales se produjeron de forma significativamente más frecuente cuando había un poste (prevalencia 16,2%) que en dientes sin poste (1,2%) de acuerdo a Maddalone et al [21]. La sensibilidad y especificidad del área bajo el ROC (Az) de la tomografía con poste y sin poste fueron significativamente más altas que las de la radiografía periapical con poste y sin poste [22].

Teniendo en cuenta los resultados que describe la literatura con respecto a la alta eficiencia diagnóstica de las imágenes tomográficas de alta resolución para detectar fracturas radiculares en dientes con poste, el propósito del presente estudio fue determinar las características de las fracturas dentales y su relación con dientes tratados endodóncicamente con y sin postes radiculares, utilizando tomografías computarizadas de haz cónico de alta resolución adquiridas en cuatro centros radiológicos.



## Materiales y Métodos

Este estudio de tipo retrospectivo fue aprobado por el comité de ética e investigación de la Universidad Científica del Sur, Lima, Perú (Numero de protocolo 268-2018-POS8). La muestra mínima fue determinada utilizando el software de cálculo de muestra online [www.fisterra.com](http://www.fisterra.com) con un 95% de nivel de confianza.

Se obtuvieron 50 TCHC de alta resolución con diagnóstico de fractura radicular en dientes tratados endodóncicamente, de las cuales 30 (60%) correspondieron a mujeres con una media de  $55.7 \pm 12$  años de edad y 20 (40%) a hombres con una media de  $47.5 \pm 10$  años de edad. Estas tomografías fueron adquiridas en 3 equipos Veraviewepocs 3D (J Morita Corp, Kyoto, Japón) y en un equipo 3D Accuitomo 170 (J Morita Corp, Kyoto, Japón), el FOV o campo de visión utilizado en todos los casos fue de 40x40 mm, con un tamaño de voxel 125  $\mu$ m, los factores de exposición utilizados variaron entre 80- 90 Kvp y 6-7 mA con una dosis aproximada de 20  $\mu$ Sv por cada caso. Todos los volúmenes fueron evaluados con el software i-Dixel 2.0 (J Morita Corp, Kyoto, Japón). Para la ubicación de las fracturas se utilizó una pantalla iMac 4K con una resolución de 4096 x 2160 píxeles (Apple inc., USA). El tiempo que le tomo al especialista ubicar cada fractura en los tres planos del espacio: axial, coronal y sagital en cada una de las TCHC fue cronometrado, y esta medición fue después llevada a una escala cualitativa donde se acreditaron los diferentes valores al score de dificultad: bajo hasta 60 segundos, medio de 61 a 180 segundos y alto mayor a 181 segundos, Posteriormente fueron evaluados y clasificados los hallazgos radiográficos en las siguientes variables 1. Los tipos de fractura: horizontal, oblicua y vertical [23], 2. Los tipos de retención: sin poste, con poste no metálico, con poste metálico (Figura 1, anexo 1), 3. La extensión de las fracturas: corona, primer tercio radicular, segundo tercio radicular y último tercio radicular (Figura 2, anexo 1), 4. Tipo de falla endodóncica: sin falla, conducto sin obturar, conducto parcialmente obturado, falsa vía perforante (Figura 3, anexo 1) y 5. La ubicación de las lesiones: sin lesión, lesión apical, lesión periradicular, lesión pararadicular, lesión interradicular, toda la información fue registrada en una tabla de Excel (Microsoft corp. USA).

Las 50 tomografías fueron evaluadas por un radiólogo oral y maxilofacial con más de 10 años de experiencia en interpretación de imágenes 3D adquiridas con tomografía

computarizada de haz cónico. Se realizó una evaluación intraexaminador con el 30% de la muestra con un mes de diferencia entre la primera y la segunda para evaluar la reproducibilidad y medir el error del estudio, utilizando el índice de Kappa, arrojando un valor de concordancia mayor a 0.7 en todas las variables cualitativas (Tabla 1). En la variable tiempo de localización de la fractura, el coeficiente de correlación intraclase (CCI) fue de 0.979 con un intervalo de confianza del 95% de 0.936 - 0.993.

### *Análisis estadístico*

El plan de análisis de los datos se realizó a través del programa estadístico IBM SPSS Statistics 25.0 (Armonk, NY. USA). La presentación de los resultados se realizó en tablas con medidas de resumen descriptivas.

La prueba del Chi-cuadrado fue empleada para evaluar la asociación entre las dos variables cualitativas principales, luego se aplicó un modelo de regresión lineal múltiple para evaluar la influencia de las variables intervinientes sobre el tiempo de localización de las fracturas y finalmente fue aplicada una prueba T Student para comparar si el tiempo de ubicación de la fractura era diferente con los dos modelos de tomógrafos utilizados. Se trabajó con un nivel de significancia de  $P < 0.05$ .

### **Resultados**

La fractura de tipo horizontal fue la menos frecuente, con 6 casos, seguida de la vertical con 18 y la más frecuente fue la oblicua, con 26 casos. Según el tipo de retención, un 40% de la muestra no tuvo poste, un 56% tuvo poste metálico y un 4% tuvo poste no metálico. Según la extensión de las fracturas, en un 4% llegó a corona, un 24 % al primer tercio radicular, un 54 % al segundo tercio radicular y un 18% a último tercio radicular. Según las fallas endodóncicas, en un 38% de los casos se encontraron diferentes tipos, como conductos sin obturar (10), conductos parcialmente obturados (8) y falsa vía perforante (1). Según la ubicación de la lesión, la apical fue la que más se presentó en el 40% de los casos.

No hubo diferencias significativas en términos de edad y sexo y no se encontró una asociación estadísticamente significativa entre los tipos de fractura y los tipos de retención (Tabla 2), ni entre el tipo de fractura y su extensión (Tabla 3).

Los tipos de fallas endodóncicas encontradas también fueron asociadas y no arrojaron asociación estadística significativa (Tabla 4). Con respecto a la presencia o no de lesión pararadicular fue estadísticamente significativa su asociación con el tipo de fractura ( $P < 0.05$ ) (Tabla 5).

El tiempo de localización de la fractura tuvo una influencia estadísticamente significativa para la detección de fracturas de tipo oblicua y vertical, encontrándose en 34 segundos menos que en el tipo de fractura horizontal; y para las fracturas que no mostraron lesión de tipo interradicular, 88 segundos más que las que si presentaron este tipo de lesión (Tabla 6). Los tiempos de localización de las fracturas en los sistemas TCHC fueron asociados y no hubo diferencia estadística significativa (Tabla 7). El plano de mayor dificultad para ubicar la fractura y el score de dificultad fueron asociados encontrando resultados estadísticamente significativos ( $P < 0.05$ ) Tabla 8.

**Tabla 1** Resultados en la prueba intraexaminador para todas las variables cualitativas

<b>Concordancia intraexaminador</b>				
Variables	n	Kappa	SEM	
Tipo de retención	15	1.000	0.000	
Extensión del poste	15	1.000	0.000	
Tipo de fractura	15	0.872	0.121	
Extensión de la fractura	15	0.857	0.138	
Tipo de falla endodóncica	15	0.874	0.122	
Lesión apical	15	1.000	0.000	
Lesión periradicular	15	1.000	0.000	
Lesión pararadicular	15	0.842	0.151	
Lesión interradicular	15	1.000	0.000	
Score de dificultad	15	0.762	0.157	
Plano de mayor dificultad	15	0.795	0.135	

Kappa, índice de Kappa Cohen; SEM, error estándar de la medida

**Tabla 2** Asociación de los tipos de fractura y los tipos de retención

		TIPO DE RETENCION						Total		P-value
		Sin poste		Poste metálico		Poste no metálico				
		n	%	n	%	n	%	n	%	
<b>Tipo de fractura</b>	Horizontal	1	16.7	5	83.3	0	0.0	6	100.0	0.269
	Oblicua	9	34.6	15	57.7	2	7.7	26	100.0	
	Vertical	10	55.6	8	44.4	0	0.0	18	100.0	
<b>Total</b>		20	40.0	28	56.0	2	4.0	50	100.0	

Prueba de chi-cuadrado

**Tabla 3** Asociación de los tipos de fractura y la extensión de la fractura

		Extensión de la fractura								Total		P-value
		Corona		1/3 radicular		2/3 radicular		3/3 radicular				
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
<b>Tipo de fractura</b>	Horizontal	0	0.0	1	16.7	4	66.7	1	16.7	6	100.0	0.080
	Oblicua	0	0.0	6	23.1	18	69.2	2	7.7	26	100.0	
	Vertical	2	11.1	5	27.8	5	27.8	6	33.3	18	100.0	
<b>Total</b>		2	4.0	12	24.0	27	54.0	9	18.0	50	100.0	

Prueba de chi-cuadrado

**Tabla 4.** Asociación de los tipos de fractura y los tipos de falla endodóncica

		Tipo de falla endodóncica										P-value
		Sin falla		Conducto sin obturar		Conducto parcialmente obturado		Falsa via perforante		Total		
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
<b>Tipo de fractura</b>	Horizontal	4	66.7	1	16.7	1	16.7	0	0	6	100.0	0.489
	Oblicua	18	69.2	3	11.5	5	19.2	0	0	26	100.0	
	Vertical	9	50.0	6	33.3	2	11.1	1	5.6	18	100.0	
<b>Total</b>		31	62.0	10	20	8	16.0	1	2.0	50	100.0	

Prueba de chi-cuadrado

**Tabla 5** Asociación de los tipos de fractura y la lesión pararadicular

		Lesión pararadicular						P-value
		Sin lesión		Con lesión		Total		
		n	%	n	%	n	%	
<b>Tipo de fractura</b>	Horizontal	6	100.0	0	0.0	6	100.0	0.046*
	Oblicua	17	65.4	9	34.6	26	100.0	
	Vertical	8	44.4	10	55.6	18	100.0	
<b>Total</b>		31	62.0	19	38.0	50	100.0	

Prueba de chi-cuadrado

**Tabla 6** Regresión lineal múltiple para estimar el tiempo requerido para detectar las fracturas

Modelo	Coeficientes no estandarizados		95,0% intervalo de confianza para B	
	B	Sig.	Límite inferior	Límite superior
1 (Constante)	67.307	0.257	-51.092	185.707
Tipo CBCT 40x40 mm	1.957	0.925	-40.057	43.971
Sexo	35.938	0.057	-1.106	72.982
Edad	0.789	0.29	-0.699	2.277
Tipo de retención	-21.253	0.553	-93.257	50.75
Extensión del poste	13.462	0.524	-28.975	55.9
Tipo de fractura	-34.426	0.031*	-65.543	-3.308
Extensión de la fractura	-5.335	0.733	-36.793	26.123
Tipo de falla endodónica	3.411	0.761	-19.108	25.93
Lesión apical	-0.778	0.966	-37.051	35.495
Lesión periradicular	40.195	0.094	-7.22	87.61
Lesión pararadicular	50.257	0.055	-1.084	101.599
Lesión interradicular	88.356	0.012*	20.828	155.884

a Variable dependiente: Tiempo de localización de la fractura

**Tabla 7** Comparación del tiempo de localización de las fracturas en los dos CBCT

	TIPO CBCT 40X40mm	n	Media	DS	P-value	ICC (95% CI)
<b>Tiempo de localización de la fractura</b>	<b>Accuitomo</b>	13	102.08	62.273	0,392	-54.696 - 21.822
	<b>Veraviewepocs 3D</b>	37	118.51	57.893		-57.601 - 24.727

Prueba T Student

**Tabla 8** Asociación del Plano de mayor dificultad para ubicar la fractura y el score de dificultad

		<b>Score de dificultad</b>						Total	P-value	
		Bajo		Medio		Alto				
		n	%	n	%	n	%			
<b>Plano mdufx</b>	Ninguno	10	58.8	7	41.2	0	0.0	17	100.0	<0.001*
	Axial	0	0.0	0	0.0	1	100.0	1	100.0	
	Coronal	0	0.0	12	66.7	6	33.3	18	100.0	
	Sagital	0	0.0	9	64.3	5	35.7	14	100.0	
<b>Total</b>		10	20.0	28	56.0	12	24	50	100.0	

Prueba de chi-cuadrado\*

## Discusión

En el presente estudio se evaluaron 50 TCHC en alta resolución de pacientes con diagnóstico de fractura dentaria y se encontró que el tipo de fractura no tiene relación con respecto al tipo de retención lo cual coincide con los resultados encontrados por Tsai et al. [24] donde la presencia de poste no se relacionó estrechamente con la presencia de fracturas radiculares horizontales en los dientes posteriores, ni tampoco con fracturas de tipo vertical [25]. Contrario a lo encontrado por Maddalone et al. [21] en un estudio de prevalencia evidenciaron que había mayor riesgo de fractura radicular vertical (VRF) en dientes con poste al encontrar una diferencia estadísticamente significativa con respecto a los dientes que no tenían poste, en ese estudio la muestra fue de 61 dientes con poste con VRF y 7 dientes sin poste con VRF, y más de la mitad de los casos fueron diagnosticados durante la cirugía apical. Adicionalmente, tampoco se encontró asociación entre el tipo de fractura y la extensión de la fractura contrario a lo encontrado por Huang et al. [26] los cuales al evaluar las fracturas radiculares verticales con Micro CT, con un tamaño de más de 100 micras encontraron que se extendían hasta el tercio apical; este fue un estudio in-vitro en 37 dientes molares y premolares extraídos, mientras que en el presente incluimos dientes de los 4 cuadrantes de la cavidad oral. Este aspecto pudo influir a favor en nuestros resultados.

Con respecto a la asociación entre el tipo de fractura y los diferentes tipos de falla endodóncica, algunos autores mencionan una gran dificultad en la diferenciación de los signos y síntomas entre una lesión originada por una fractura radicular y una periodontitis apical crónica causada por una falla endodóncica [27,28]. En esta muestra se encontraron múltiples conductos MB2 sin obturar, conductos parcialmente obturados y una falsa vía perforante. Sin embargo, aunque no encontramos una correlación entre ellos, si estaban presentes lesiones que podrían haberse originado antes de que ocurriera la fractura radicular [29]. En el presente estudio se buscó una asociación entre el tipo de fractura y la localización de las lesiones y se encontró que la mayoría de los casos presentaron al menos un tipo lesión al igual que lo encontrado en un reporte similar [30], en el cual los autores encontraron que la imagen radiolúcida en forma de J o "halo" fue significativamente más frecuente en los casos que tenían fracturas radiculares verticales que en los controles que no tenían fracturas. Arx et al. [31] Encontraron que en dientes con fracturas radiculares verticales el hallazgo



radiográfico más frecuente fue la lesión periapical, mientras que en el nuestro la lesión pararadicular fue la que más se presentó en este tipo de fracturas y no se presentó en ninguna fractura de tipo horizontal, posiblemente porque la mayoría de las fracturas verticales se extendieron hasta el tercio medio radicular y no hasta el tercio apical.

El tiempo de localización de la fractura tuvo una influencia estadísticamente significativa para la detección de fracturas de tipo oblicua y vertical, encontrándose en 34 segundos menos que en el tipo de fractura horizontal; contrario a lo expuesto por Kamburoglu et al. [32], donde menciona que la detección radiográfica de HRF con CBCT es más fácil que la de la fractura de raíz vertical, ellos señalan que los artefactos causados por los rellenos del canal radicular, los pines y los postes pueden complicar la evaluación del VRF. Para las fracturas que no mostraron lesión de tipo interradicular, 88 segundos más que las que si presentaron este tipo de lesión. Esta medición fue después llevada al score de dificultad, encontrando que la mayoría de las fracturas fueron localizadas en un score de dificultad medio (entre 61 y 180 segundos). Se debe tener en cuenta que todos los dientes estaban tratados endodóncicamente y el 56 % de la muestra estaba restaurada con poste metálico lo que fue un desafío diagnóstico para el radiólogo, ya que los artefactos generados por el metal y por el material de obturación podrían afectar el tiempo de localización de las fracturas. Tal como lo mencionan otros investigadores, la presencia de postes y gutapercha reduce la sensibilidad y precisión en la detección de fracturas radiculares verticales [33-35]. Otro estudio recomienda eliminar el material de relleno intracanal antes de tomar las imágenes para aumentar el potencial del TCHC [36]. El uso de MAR mejora la especificidad, siendo recomendado su uso cuando hay objetos metálicos cerca de los dientes con sospecha de VRF [37]. Otros autores encontraron que los protocolos con un FOV y voxel más pequeño lograron mejores valores de sensibilidad y especificidad para la detección de fracturas radiculares horizontales [38,39].

La comparación entre los dos modelos de tomógrafos utilizados en cuanto al tiempo de localización de la fractura no mostró variación significativa. Esto podría estar relacionado al uso de equipos del mismo fabricante, con el mismo tamaño de voxel y el mismo software para analizar las imágenes. Lo cual coincide con otros autores [32] donde utilizaron unidades de TCHC con FOV limitado y alta resolución comportándose de manera similar en la

detección de HRF simulada ex vivo. Según Metzca et al. [40] la tasa de precisión diagnóstica más alta para la detección de fracturas radiculares verticales se logra utilizando un TCHC con un voxel de 80  $\mu\text{m}$  (3D Accuitomo 170; CA, USA), opuesto a lo reportado por Ma et al. [41], donde no encontraron diferencias significativas entre los subgrupos de voxel de 80  $\mu\text{m}$  y de 125  $\mu\text{m}$  ( $P = 0,320$ ). Para mejorar la precisión de detección de las fracturas radiculares, otros autores sugieren que falta mayor evidencia sobre el impacto de la variación del tamaño del voxel en el resultado diagnóstico en odontología [42].

Los planos coronal y sagital hicieron parte del examen tridimensional y fueron los que mayor dificultad generaron en el momento de localizar las fracturas dentarias, este fue uno de los elementos que altero el score de dificultad ( $P < 0.05$ ), ya que los rasgos de fractura BL y MD se pueden evidenciar en el plano axial con mayor facilidad por ser perpendicular a los rasgos de fractura [43]. En otros estudios se encontró que el plano axial es el más efectivo para confirmar diagnósticos específicos como las fracturas radiculares por encima de los planos coronal y sagital respectivamente [8,44]. Futuras investigaciones pueden emplear el método propuesto para medir el tiempo con score de dificultad para localización de fracturas realizando comparaciones con voxels de menor tamaño y uso de filtros, también puede utilizarse en otros temas de interés.

### **Conclusiones**

Los tipos de fractura en dientes tratados endodóncicamente no estuvieron asociados al tipo de poste utilizado en la restauración. El tiempo de localización de la fractura fue menor para la detección de fracturas de tipo vertical y oblicuo que las de tipo horizontal, al igual que para las fracturas que presentaron lesión interradicular y según el score de dificultad los planos coronal y sagital fueron los que mayor dificultad presentaron en el momento de localizar una fractura radicular. La ubicación de las fracturas dentarias fue posible con la misma eficiencia en los dos modelos de TCHC utilizados.

### **Conflicto de intereses:**

No existen conflictos de intereses.

## Referencias:

1. Khasnis SA, Kidiyoor KH, Patil AB, Kenganal SB (2014) Vertical root fractures and their management. *J Conserv Dent* 17 (2):103-110. doi:10.4103/0972-0707.128034
2. Bernardes RA, de Moraes IG, Hungaro Duarte MA, Azevedo BC, de Azevedo JR, Bramante CM (2009) Use of cone-beam volumetric tomography in the diagnosis of root fractures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 108 (2):270-277. doi:10.1016/j.tripleo.2009.01.017
3. Dhawan A, Gupta S, Mittal R (2014) Vertical root fractures: An update review. *Journal of Restorative Dentistry* 2 (3). doi:10.4103/2321-4619.143457
4. Bakland LK, A T (2015) Categorization of Dental Fractures. In: Tamse A, Tsesis I, E R (eds) *Vertical Root Fractures in Dentistry*. Springer, Switzerland, pp 7-28. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-319-16847-0
5. Dogan MS, Callea M, Kusdhany LS, Aras A, Maharani DA, Mandasari M, Adiatman M, Yavuz I (2018) The Evaluation of Root Fracture with Cone Beam Computed Tomography (CBCT): An Epidemiological Study. *J Clin Exp Dent* 10 (1):e41-e48. doi:10.4317/jced.54009
6. Popescu SM, Diaconu OA, Scriciu M, Marinescu IR, Drăghici EC, Truşcă AG, Bănică AC, Vătu M MV (2017) Root fractures: epidemiological, clinical and radiographic aspects. *Rom J Morphol Embryol* 58 (2):501–506
7. Johari M, Esmaeili F, Andalib A, Garjani S, Saberkeri H (2017) Detection of vertical root fractures in intact and endodontically treated premolar teeth by designing a probabilistic neural network: an ex vivo study. *Dentomaxillofac Radiol* 46 (2):20160107. doi:10.1259/dmfr.20160107
8. Kajan ZD, Taromsari M (2012) Value of cone beam CT in detection of dental root fractures. *Dentomaxillofac Radiol* 41 (1):3-10. doi:10.1259/dmfr/25194588
9. Salineiro FCS, Kobayashi-Velasco S, Braga MM, Cavalcanti MGP (2017) Radiographic diagnosis of root fractures: a systematic review, meta-analyses and sources of heterogeneity. *Dentomaxillofac Radiol* 46 (8):20170400. doi:10.1259/dmfr.20170400
10. Fatemeh Ezzodini Ardakani SHR, Mehdi Tabrizzadeh, Adiatman, M. (2015) Diagnostic Value of Cone-Beam Computed Tomography and Periapical Radiography In Detection of Vertical Root Fracture. *Iran Endod J* 10 (2):122-126
11. Venskutonis T, Plotino G, Juodzbalys G, Mickeviciene L (2014) The importance of cone-beam computed tomography in the management of endodontic problems: a review of the literature. *J Endod* 40 (12):1895-1901. doi:10.1016/j.joen.2014.05.009
12. Silva EJ, Nejaim Y, Silva AI, Haiter-Neto F, Zaia AA, Cohenca N (2014) Evaluation of root canal configuration of maxillary molars in a Brazilian population using cone-beam computed tomographic imaging: an in vivo study. *J Endod* 40 (2):173-176. doi:10.1016/j.joen.2013.10.002
13. Karabucak B, Bunes A, Chehoud C, Kohli MR, Setzer F (2016) Prevalence of Apical Periodontitis in Endodontically Treated Premolars and Molars with Untreated Canal: A Cone-beam Computed Tomography Study. *J Endod* 42 (4):538-541. doi:10.1016/j.joen.2015.12.026
14. Falcão CA, Albuquerque VC, Amorim NL, Freitas SA, Santos TC, Matos FT, MA F (2016) Frequency of the mesiopalatal canal in upper first permanent molars viewed through computed tomography. *Acta Odontol Latinoam* 29 (1):54-59
15. Nascimento EHL, Gaeta-Araujo H, Andrade MFS, Freitas DQ (2018) Prevalence of technical errors and periapical lesions in a sample of endodontically treated teeth: a CBCT analysis. *Clin Oral Investig* 22 (7):2495-2503. doi:10.1007/s00784-018-2344-y
16. Yamaguchi M, Noiri Y, Itoh Y, Komichi S, Yagi K, Uemura R, Naruse H, Matsui S, Kuriki N, Hayashi M, Ebisu S (2018) Factors that cause endodontic failures in general practices in Japan. *BMC Oral Health* 18 (1):70. doi:10.1186/s12903-018-0530-6

17. Gambarini G, Piasecki L, Miccoli G, Gaimari G, Nardo DD, Testarelli L (2018) Cone-beam computed tomography in the assessment of periapical lesions in endodontically treated teeth. *Eur J Dent* 12 (1):136-143. doi:10.4103/ejd.ejd\_320\_17
18. Wanderley VA, Neves FS, Nascimento MCC, Monteiro GQM, Lobo NS, Oliveira ML, Nascimento Neto JBS, Araujo LF (2017) Detection of Incomplete Root Fractures in Endodontically Treated Teeth Using Different High-resolution Cone-beam Computed Tomographic Imaging Protocols. *J Endod* 43 (10):1720-1724. doi:10.1016/j.joen.2017.05.017
19. Shokri A, Eskandarloo A, Norouzi M, Poorolajal J, Majidi G, Aliyaly A (2018) Diagnostic accuracy of cone-beam computed tomography scans with high- and low-resolution modes for the detection of root perforations. *Imaging Sci Dent* 48 (1):11-19. doi:10.5624/isd.2018.48.1.11
20. Sabrina Strobel, Evelyn Lenhart, Johan P Woelber, Jonathan Fleiner, Christian Hannig, Wrbas. K-T (2017) Comparison of two cone-beam computed tomography systems in the visualization of endodontic structures. *Swiss Dent J* 127 (3):221-229
21. Maddalone M, Gagliani M, Citterio CL, Karanxha L, Pellegatta A, Del Fabbro M (2018) Prevalence of vertical root fractures in teeth planned for apical surgery. A retrospective cohort study. *Int Endod J* 51 (9):969-974. doi:10.1111/iej.12910
22. Takeshita WM, Iwaki LC, da Silva MC, Sabio S, Albino PR (2014) Comparison of periapical radiography with cone beam computed tomography in the diagnosis of vertical root fractures in teeth with metallic post. *J Conserv Dent* 17 (3):225-229. doi:10.4103/0972-0707.131781
23. Tasneem abuwalla, Swati goyal, Choudhari S (2016) Review of Vertical Root Fractures in Dentistry. *Indian Journal of Basic and Applied Medical Research* 5 (3):791-797
24. Tsai YL, Liao WC, Wang CY, Chang MC, Chang SH, Chang SF, Chang CW, Huang YD, Chan CP, Jeng JH (2017) Horizontal root fractures in posterior teeth without dental trauma: tooth/root distribution and clinical characteristics. *Int Endod J* 50 (9):830-835. doi:10.1111/iej.12704
25. Garcia-Guerrero C, Parra-Junco C, Quijano-Guauque S, Molano N, Pineda GA, Marin-Zuluaga DJ (2018) Vertical root fractures in endodontically-treated teeth: A retrospective analysis of possible risk factors. *J Investig Clin Dent* 9 (1). doi:10.1111/jicd.12273
26. Huang CC, Chang YC, Chuang MC, Lin HJ, Tsai YL, Chang SH, Chen JC, Jeng JH (2014) Analysis of the width of vertical root fracture in endodontically treated teeth by 2 micro-computed tomography systems. *J Endod* 40 (5):698-702. doi:10.1016/j.joen.2013.12.015
27. Huang C-C, Lee B-S (2015) Diagnosis of vertical root fracture in endodontically treated teeth using computed tomography. *Journal of Dental Sciences* 10 (3):227-232. doi:10.1016/j.jds.2015.01.002
28. Walton RE (2017) Vertical root fracture: Factors related to identification. *J Am Dent Assoc* 148 (2):100-105. doi:10.1016/j.adaj.2016.11.014
29. Tabassum S, Khan FR (2016) Failure of endodontic treatment: The usual suspects. *Eur J Dent* 10 (1):144-147. doi:10.4103/1305-7456.175682
30. See WK, Ho JC, Huang CF, Hung WC, Chang CW (2019) The association between clinical diagnostic factors and the prevalence of vertical root fracture in endodontic surgery. *J Formos Med Assoc* 118 (3):713-720. doi:10.1016/j.jfma.2018.08.022
31. von Arx T, D B (2017) Vertical root fractures of endodontically treated posterior teeth. *Swiss Dent J* 127 (1):14-23
32. Kamburoglu K, Onder B, Murat S, Avsever H, Yuksel S, Paksoy CS (2013) Radiographic detection of artificially created horizontal root fracture using different cone beam CT units with small fields of view. *Dentomaxillofac Radiol* 42 (4):20120261. doi:10.1259/dmfr.20120261
33. Menezes RF, Araujo NC, Santa Rosa JM, Carneiro VS, Santos Neto AP, Costa V, Moreno LM, Miranda JM, de Albuquerque DS, Albuquerque M, Dos Santos RA, Gerbi ME (2016) Detection of vertical root fractures in endodontically treated teeth in the absence and in the presence of metal

- post by cone-beam computed tomography. *BMC Oral Health* 16:48. doi:10.1186/s12903-016-0207-y
34. Talwar S, Utneja S, Nawal RR, Kaushik A, Srivastava D, Oberoy SS (2016) Role of Cone-beam Computed Tomography in Diagnosis of Vertical Root Fractures: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Endod* 42 (1):12-24. doi:10.1016/j.joen.2015.09.012
  35. Chang E, Lam E, Shah P, Azarpazhooh A (2016) Cone-beam Computed Tomography for Detecting Vertical Root Fractures in Endodontically Treated Teeth: A Systematic Review. *J Endod* 42 (2):177-185. doi:10.1016/j.joen.2015.10.005
  36. Hekmatian E, Karbasi Kheir M, Fathollahzade H, Sheikhi M (2018) Detection of Vertical Root Fractures Using Cone-Beam Computed Tomography in the Presence and Absence of Gutta-Percha. *ScientificWorldJournal* 2018:1920946. doi:10.1155/2018/1920946
  37. Freitas DQ, Vasconcelos TV, Noujeim M (2019) Diagnosis of vertical root fracture in teeth close and distant to implant: an in vitro study to assess the influence of artifacts produced in cone beam computed tomography. *Clin Oral Investig* 23 (3):1263-1270. doi:10.1007/s00784-018-2558-z
  38. Salineiro FC, Pinheiro LR, dos Santos Junior O, Cavalcanti MG (2015) Detection of horizontal root fracture using four different protocols of cone-beam computed tomography. *Braz Oral Res* 29. doi:10.1590/1807-3107BOR-2015.vol29.0067
  39. Costa FF, Pinheiro LR, Umetsubo OS, dos Santos O, Jr., Gaia BF, Cavalcanti MG (2014) Influence of cone-beam computed tomographic scan mode for detection of horizontal root fracture. *J Endod* 40 (9):1472-1476. doi:10.1016/j.joen.2014.03.001
  40. Metska ME, Aartman IH, Wesselink PR, Ozok AR (2012) Detection of vertical root fractures in vivo in endodontically treated teeth by cone-beam computed tomography scans. *J Endod* 38 (10):1344-1347. doi:10.1016/j.joen.2012.05.003
  41. Ma RH, Ge ZP, Li G (2016) Detection accuracy of root fractures in cone-beam computed tomography images: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J* 49 (7):646-654. doi:10.1111/iej.12490
  42. Spin-Neto R, Gotfredsen E, Wenzel A (2013) Impact of voxel size variation on CBCT-based diagnostic outcome in dentistry: a systematic review. *J Digit Imaging* 26 (4):813-820. doi:10.1007/s10278-012-9562-7
  43. Arya S, Gundappa M, Bansal R, Agarwal A, R G (2014) Diagnostic accuracy of direct digital radiography & cone beam computed tomography in detecting root fractures. *TMU J Dent* 1 (1):1-5
  44. Hassan B, Metska ME, Ozok AR, van der Stelt P, Wesselink PR (2010) Comparison of five cone beam computed tomography systems for the detection of vertical root fractures. *J Endod* 36 (1):126-129. doi:10.1016/j.joen.2009.09.013

ANEXO 1: Figuras utilizadas en el artículo

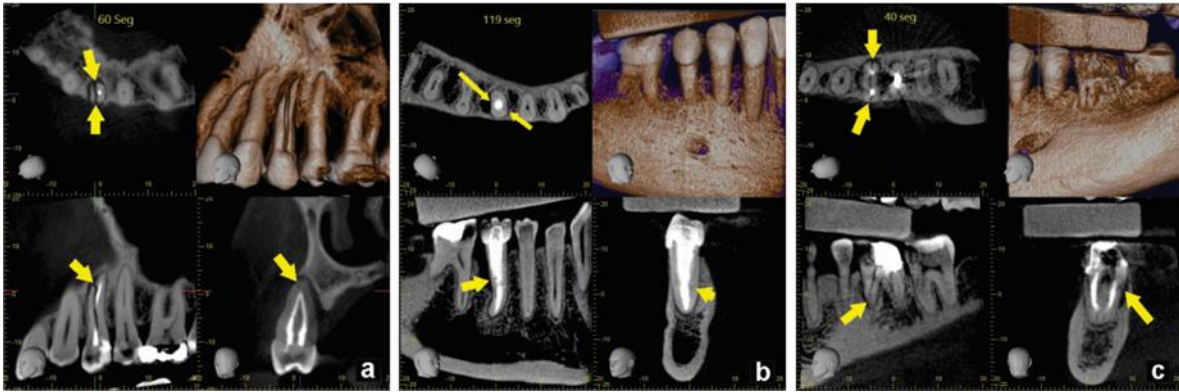


Figura 1. Tipo de retención: Sin poste(a), Poste no metálico (b), Poste metálico (c)

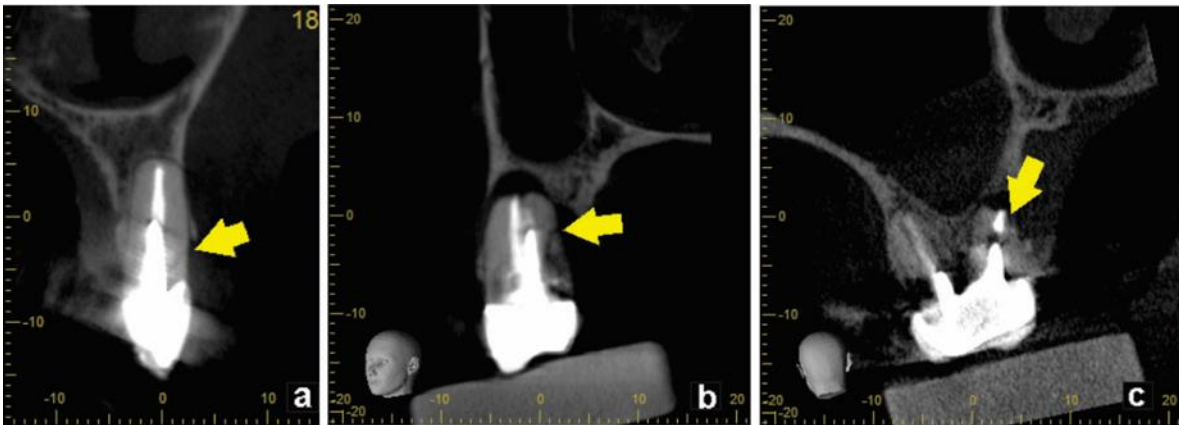


Figura 2. Extensión de la fractura: Primer tercio (a), tercio medio (b), tercio apical(c)

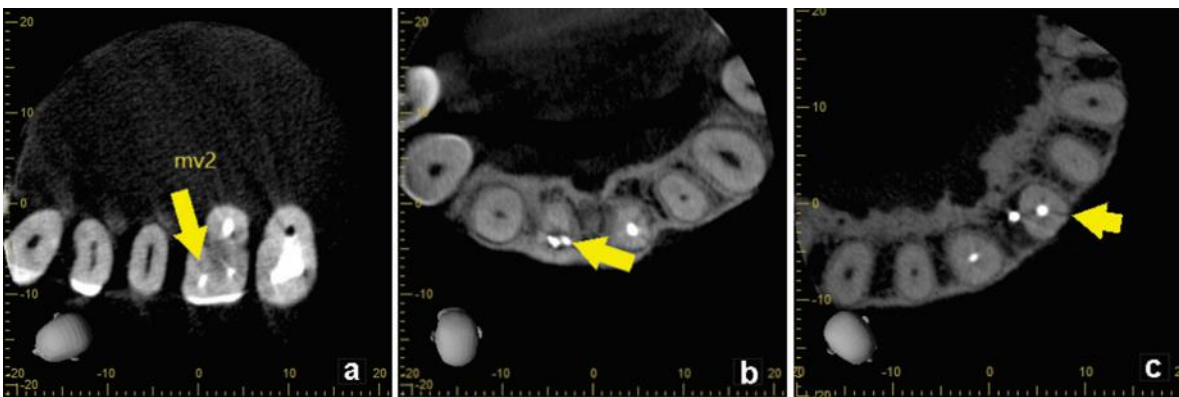


Figura 3. Tipos de fallas endodóncicas: Conducto sin obturar (a), conducto parcialmente obturado (b), falsa vía perforante(c)

## ANEXO 2: Registro de proyecto de investigación

[DGIDI-UCSUR] Registro de proyecto de investigación – Proyecto de tesis de David Alberto Aristizabal Elejalde

2 archivos adjuntos (2 MB) Descargar todo Guardar todo en OneDrive

Estimado(a),  
**David Alberto Aristizabal Elejalde**  
 Presente –

Tenga un buen día. Con fecha **13 de Noviembre de 2018**, me comunico con usted a nombre de la Dirección General de Investigación, Desarrollo e Innovación (DGIDI) de la Universidad Científica del Sur. El motivo de este correo es para indicarle que el proyecto de tesis titulado: **"Evaluación de fracturas dentales en dientes tratados endodóncicamente y restaurados con y sin postes radiculares utilizando TCHC de alta resolución"**, ha sido revisado mediante el sistema **Turnitin** no encontrándose sospecha de plagio.

En tal sentido, luego de este proceso y la validación de parte de su asesor, le informo que su proyecto queda registrado con el código **N° 268-2018-POSS**. Con este identificador podrá seguir con el paso de evaluación del proyecto por parte de la Dirección Académica de la Carrera de **Estomatología/Odontología**.

Adjunto el informe generado por el sistema **Turnitin**. Le pido revisar dicho documento, podría haber algunos comentarios de mi parte. Además, adjunto documento original para consideración del coordinador de investigación de la carrera –encargado de la próxima evaluación–.

Saludos cordiales,

**Helbert Rubén Borja García**  
 Coordinador de Integridad Científica y Vigilancia  
 Dirección General de Investigación, Desarrollo e Innovación  
[hborka@cientifica.edu.pe](mailto:hborka@cientifica.edu.pe)  
 C// 966644799 [L. a V. - 8:30 a 17:00 h]  
 T // (511) 610 6400 anexo 1546 | Panamericana Sur  
[www.cientifica.edu.pe](http://www.cientifica.edu.pe) | Km. 19 - Lima 42



**INUESTRA CALIDAD  
 LOGRÓ EL LICENCIAMIENTO!**



### PT00389 Evaluación de fracturas dentales en dientes tratados endodóncicamente y restaurados con y sin postes radiculares utilizando TCHC de alta resolución

INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>1%</b>	<b>1%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>www.scielo.org.ve</b>	<b>1%</b>
Fuente de Internet		
<b>2</b>	<b>www.gestiopolis.com</b>	<b>&lt;1%</b>
Fuente de Internet		

Excluir citas Activo Excluir coincidencias Apagado  
 Excluir bibliografía Activo

### PT00389 Evaluación de fracturas dentales en dientes tratados endodóncicamente y restaurados con y sin postes radiculares utilizando TCHC de alta resolución

INFORME DE GRADEMARK

NOTA FINAL	COMENTARIOS GENERALES
<b>/0</b>	<b>Instructor</b>

PÁGINA 1
PÁGINA 2
PÁGINA 3
PÁGINA 4
PÁGINA 5
PÁGINA 6
PÁGINA 7
PÁGINA 8
PÁGINA 9

## ANEXO 3: Declaración de confidencialidad

Junio 20 de 2019

Los investigadores preservaron la privacidad de los pacientes cuya información fue seleccionada de la base de datos de 4 sedes del centro radiológico, Diagnostico Oral 3D (Colombia), dicha información ha sido divulgada manteniendo el anonimato de los participantes.

Responsables:

Dr. David Aristizabal-Elejalde




Dr. Luis Ernesto Arriola-Guillén



Dr. Aron Aliaga-Del Castillo



Dr. Gustavo Armando Ruíz-Mora



Dr. Yalil Augusto Rodríguez-Cárdenas



Dirección de correspondencia:

E-mail: davidaristizabal4@hotmail.com



## ANEXO 4: Artículo submitido a la revista Oral Radiology

Responder | Eliminar | Archivo | No deseado | Mover a | Categorizar

**ORRA-D-19-00252: Submission Confirmation for Assessment of Fractures in Endodontically Treated Teeth Restored with and without Root Canal Posts Using High-Resolution Cone Beam Computed Tomography**

**OR** Oral Radiology (ORRA) <em@editorialmanager.com>  
 Vie 16/08/2019 6:53 PM  
 Usted

Dear Mr Aristizabal-Elejalde,

Your submission entitled "Assessment of Fractures in Endodontically Treated Teeth Restored with and without Root Canal Posts Using High-Resolution Cone Beam Computed Tomography" has been received by Oral Radiology

The submission id is: ORRA-D-19-00252  
 Please refer to this number in any future correspondence.

You will be able to check on the progress of your paper by logging on to Editorial Manager as an author. The URL is <https://www.editorialmanager.com/orra/>.

Your manuscript will be given a reference number once an Editor has been assigned.

Thank you for submitting your work to our journal.

Kind regards,

Assistant Editor  
 Oral Radiology

Now that your article will undergo the editorial and peer review process, it is the right time to think about publishing your article as open access. With open access your article will become freely available to anyone worldwide and you will easily comply with open access mandates. Springer's open access offering for this journal is called Open Choice (find more information on [www.springer.com/openchoice](http://www.springer.com/openchoice)). Once your article is accepted, you will be offered the option to publish through open access. So you might want to talk to your institution and funder now to see how payment could be organized; for an overview of available open access funding please go to [www.springer.com/oafunding](http://www.springer.com/oafunding). Although for now you don't have to do anything, we would like to let you know about your upcoming options.

Recipients of this email are registered users within the Editorial Manager database for this journal. We will keep your information on file to use in the process of submitting, evaluating and publishing a manuscript. For more information on how we use your personal details please see our privacy policy at <https://www.springernature.com/production-privacy-policy>. If you no longer wish to receive messages from this journal or you have questions regarding database management, please contact the Publication Office at the link below.

In compliance with data protection regulations, you may request that we remove your personal registration details at any time. (Use the following URL: