



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
FACULTAD DE LA SALUD HUMANA
ODONTOLOGÍA

*“ANATOMÍA RADICULAR INTERNA EN INCISIVOS
INFERIORES MEDIANTE TAC EN LA CIUDAD DE LOJA
EN EL PERIODO OCTUBRE 2017- MARZO 2018”*

*Tesis previa a la Obtención del
Título de Odontóloga*

Autora:

Tania Gabriela Asanza Ramírez

DIRECTORA:

Dra. Deisy Patricia Saraguro Ortega, Mg, Sc.

Loja – Ecuador

2018

CERTIFICACIÓN

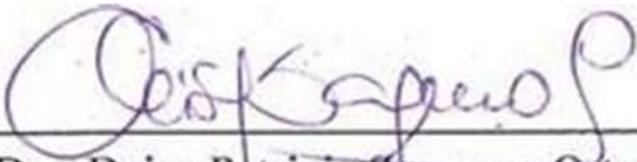
Dra. Deisy Patricia Saraguro Ortega, Mg. Sc.

DIRECTORA DE TESIS

CERTIFICA:

Que el presente trabajo de investigación denominado **“ANATOMÍA RADICULAR INTERNA EN INCISIVOS INFERIORES MEDIANTE TAC EN LA CIUDAD DE LOJA EN EL PERIODO OCTUBRE 2017- MARZO 2018”**, elaborada por la señorita **TANIA GABRIELA ASANZA RAMÍREZ**, ha sido desarrollada, corregida y orientada bajo mi dirección, cumpliendo con los requerimientos estipulados para su aprobación. Por lo tanto, autorizo a la autora para su presentación, disertación y defensa ante el tribunal designado para su efecto.

Loja, 04 de octubre del 2018



Dra. Deisy Patricia Saraguro Ortega

AUTORÍA

Yo, **Tania Gabriela Asanza Ramírez**, con CI: **0705919330**, declaro que soy autora del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente, autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio institucional- Biblioteca Virtual.

Autora: Tania Gabriela Asanza Ramírez

Firma



Cédula: 0705919330

Fecha: 04 de octubre de 2018

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, **Tania Gabriela Asanza Ramírez**, declaro ser autora del tema de investigación “**ANATOMÍA RADICULAR INTERNA EN INCISIVOS INFERIORES MEDIANTE TAC EN LA CIUDAD DE LOJA EN EL PERIODO OCTUBRE 2017-MARZO 218**”, como requisito para optar al grado de: **ODONTÓLOGA**; autorizo al sistema bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de su visibilidad del contenido en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo de investigación en el RDL, en las redes de información del País y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad Nacional de Loja.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los cuatro días del mes Octubre del dos mil dieciocho, firma la autora.

Firma:



Autora: Tania Gabriela Asanza Ramírez

Cédula: 0705919330

Dirección: Celi Román

Correo: gabyta_92@hotmail.com

Teléfono: 0939311942

Datos Complementarios:

Directora de Tesis: Dra. Deisy Patricia Saraguro Ortega, Mg, Sc.

Tribunal de Grado:

Presidenta: Odont. Esp. Tannya Valarezo Bravo

Tribunal: Odont. Esp. Susana González Eras

Tribunal: Dra. Esp. Ana María Granda Loaiza

DEDICATORIA

Dedico este trabajo investigativo y en si toda mi carrera universitaria a Dios pilar fundamental en todo mi caminar, por acompañarme en todo momento, brindándome las fuerzas necesarias para continuar luchando día a día, superando todos los obstáculos que se me presentan, sabiendo vencer a las adversidades.

A mis padres, hermanos, amigos y en general a toda mi familia, quienes me han apoyado todos estos años; por su infinito amor, cariño y comprensión, por acompañarme en las buenas y en las malas, por ayudarme a que este sueño se haga realidad y por depositar toda su confianza en mí.

A mi hija, que con su llegada se convirtió en la energía necesaria para seguir siempre adelante, por ser fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

A todos mis compañeros y amigos presentes y pasados, quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos, alegrías y tristezas y a todas aquellas personas que durante estos cinco años estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.

TANIA GABRIELA

AGRADECIMIENTO

“Nadie logra el éxito sin la ayuda de los demás, el sabio y el confiado reconocen esta ayuda con gratitud” (Alfred North).

Al término de una de las metas planteadas, debo agradecer primeramente a Dios, luz divina que guía mi vida y me ha permitido llegar hasta este momento, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mis padres, Wilfrido y Mariana por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación y superarme en el transcurso de mi vida y por depositar en mí toda su confianza, amor, comprensión y motivación a lo largo de mi carrera.

De igual manera a mis segundos padres, Alfredo y Elder siendo ellos parte esencial en mi vida, por los consejos recibidos para no decaer en los momentos difíciles y creer que lo podía lograr aun cuando todo parecía estar perdido.

A mis hermanos y demás familia ya que han estado conmigo de manera condicional apoyándome en lo que más necesitaba, en especial a mis hermanos mayores, Byron y Mercy.

A la Universidad Nacional de Loja que, en su visión de excelencia en Educación Superior, hicieron realidad mis sueños y aspiraciones, a mi directora, Dra. Deisy Saraguro Ortega, quien con su gran calidad científica y humana es un ejemplo a seguir y le agradezco sinceramente su confianza, paciencia y todo el apoyo brindado para la culminación de mi tesis.

A los docentes que a lo largo de nuestra vida estudiantil siempre nos orientaron, guiaron y por haber mostrado verdadera capacidad para enseñar.

En fin, a todos mis amigos con los que he compartido tantas experiencias, aventuras, desveladas y triunfos; gracias a cada uno por apoyarme a crecer como persona, y a todas aquellas personas que de uno u otra manera ayudaron y apoyaron durante toda mi vida universitaria.

Gracias a todos.

La autora

ÍNDICE GENERAL

CARÁTULA.....	i
CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA.....	iii
CARTA DE AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
1. TÍTULO	1
2. RESUMEN	2
SUMMARY	3
3. INTRODUCCIÓN	4
4. REVISIÓN DE LITERATURA	6
4.1 ANATOMÍA RADICULAR INTERNA.....	6
4.2 CLASIFICACIÓN TOPOGRÁFICA	7
4.3 ANATOMÍA DE LOS INCISIVOS INFERIORES	9
4.4 FACTORES QUE INDICAN LA PRESENCIA DE CONDUCTOS ADICIONALES	11
4.5 CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES	13
4.6 FRECUENCIA Y GRADO DE CURVATURA	15
4.7 FRECUENCIA DE BIFURCACIÓN	17
4.8 REGIÓN APICAL DE LA RAÍZ	18
4.9 TERAPIA ENDODÓNTICA EN INCISIVOS INFERIORES	19
5. TIPO DE ACCESO ENDODÓNTICO IDEAL EN INCISIVOS INFERIORES	21
5.1 METODOLOGÍA EMPLEADA PARA EL ESTUDIO DE LA ANATOMÍA INTERNA..	23
5.2 HISTORIA DEL ESTUDIO DE LA ANATOMÍA INTERNA	23
5.3 TÉCNICAS DE ESTUDIO DESTACADAS	25
6. MATERIALES Y MÉTODOS	35
7. RESULTADOS.....	39
8. DISCUSIÓN	42
9. CONCLUSIONES	45

10. RECOMENDACIONES.....	46
11. BIBLIOGRAFÍA	47
12. ANEXOS	51



1. TÍTULO

**ANATOMÍA RADICULAR INTERNA EN INCISIVOS INFERIORES MEDIANTE
TAC EN LA CIUDAD DE LOJA EN EL PERIODO OCTUBRE 2017- MARZO 2018**

2. RESUMEN

El conocimiento de la anatomía del intrincado y complejo sistema de conductos radiculares de cada uno de los grupos dentarios es de suma importancia para la práctica dental, pues constituye uno de los pilares para el éxito del tratamiento endodóntico junto con el diagnóstico, preparación quimiomecánica y obturación. De ahí la importancia de conocer las variaciones anatómicas de los sistemas de conductos de los incisivos inferiores (centrales y laterales). Esta investigación tiene como objetivo principal determinar la anatomía radicular interna en incisivos inferiores mediante TAC en la ciudad de Loja en el periodo Octubre 2017-Marzo 2018. Para este estudio se utilizó dientes extraídos incisivos inferiores (centrales y laterales), agrupados en cuatro troqueles de acrílico con diez dientes cada uno, con el propósito de realizar las muestras tomográficas y conocer la anatomía interna de sus conductos según la clasificación de Vertucci. Estas tomas se las realizó con el tomógrafo Instrumentarium Orthopantomograph Op 300, obteniendo como resultados que el 72,5% que corresponde al conducto tipo I de la clasificación de Vertucci; 25% tipo III; y 1 (2,5) tipo VII de la misma; llegando a la conclusión que la mayor parte de los dientes estudiados presentaron variaciones en la anatomía radicular interna, siendo el de mayor prevalencia el conducto tipo III de la clasificación de Vertucci en los incisivos laterales inferiores con un 26.7% de frecuencia.

PALABRAS CLAVE: Anatomía, Conducto radicular, Tomografía

SUMMARY

The knowledge of the anatomy of the intricate and complex system of root canals of each one of the dental groups is of great importance for dental practice, since it constitutes one of the pillars for the success of the endodontic treatment together with the diagnosis, chemomechanical preparation and obturation. Hence the importance of knowing the anatomical variations of the duct systems of the lower incisors (central and lateral). The main objective of this research is to determine the internal root anatomy in lower incisors by CT scan in the city of Loja in the period October 2017-March 2018. For this study we used teeth extracted lower incisors (central and lateral), grouped in four dies of Acrylic with ten teeth each, with the purpose of taking tomographic images and knowing the internal anatomy of their ducts according to the Vertucci classification. These shots were taken with the Instrumentarium Orthopantomograph Op 300 tomograph, obtaining as a result that 72,5% corresponding to the type I conduit of the Vertucci classification; 25% type III; and 1 (2,5%) type VII of the same, reaching the conclusion that most of the teeth studied showed variations in internal root anatomy, being the most prevalent type III conduit Vertucci classification in the central incisors inferiors with a 26,7% frequency.

KEYWORDS: Anatomy, Root canal, Tomography

3. INTRODUCCIÓN

Para Ayala 2009, el conocimiento preciso de la anatomía interna de los dientes es un requisito previo indispensable para lograr el éxito en todas las maniobras, técnicas y procedimientos de los tratamientos pulporradiculares, principal campo de trabajo de la endodoncia. Muchos de los problemas terapéuticos durante los tratamientos endodónticos ocurren por un conocimiento inadecuado e impreciso de la anatomía del espacio pulpar. Por lo tanto, el éxito del tratamiento endodóntico está relacionado directamente con el conocimiento de la anatomía interna del diente por el operador. (Canalda, 2014)

De ahí la importancia de las ayudas diagnósticas radiográficas o tomográficas. El método radiográfico debe ser considerado como una ayuda diagnóstica y no como un método definitivo o certero para determinar la anatomía del sistema de conductos. En ciertas ocasiones resulta difícil visualizar la presencia de un conducto adicional radiográficamente.

Es por tal razón; que, a diferencia de las técnicas clásicas, la TAC supone un gran avance tecnológico para el mejor conocimiento de la anatomía externa e interna de los órganos dentarios, así como para conseguir entender el funcionamiento de los instrumentos dentro del sistema de conductos, de una manera no invasiva, que respete todas las estructuras dentales. Una de las características principales de la TAC, es que permite realizar reconstrucciones en 3D del sistema de conductos. De esta forma, podemos conocer de manera fiable el interior del sistema radicular. (Estévez, De La Torre, Cangas, Bautista, & Cabello, 2009)

Motivos por los cuales se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿Determinar cuál es la Anatomía radicular interna en incisivos inferiores mediante TAC en la ciudad de Loja en el periodo octubre 2017- marzo 2018?

En tal virtud se ha planteado para el presente estudio los siguientes objetivos; como objetivo general: determinar la anatomía radicular interna en incisivos inferiores mediante TAC en la ciudad de Loja en el periodo octubre 2017- marzo 2018, y como objetivos específicos; identificar las variaciones de la anatomía interna de los incisivos centrales y laterales inferiores según la clasificación de Vertucci; y con los cuales se ha logrado determinar la prevalencia de un 72,5% que corresponde al conducto tipo I según la clasificación de Vertucci y un 25% para el conducto tipo III del mismo; en donde se pudo concluir que la mayor prevalencia de variaciones presentes en las piezas estudiadas, se encontraron en los incisivos centrales inferiores.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 ANATOMÍA RADICULAR INTERNA

4.1.1 DEFINICIÓN.

La cavidad pulpar aloja a la pulpa dental, pues constituye el espacio delimitado por la dentina tanto coronal como radicular y, tiende a reducir su tamaño debido a factores como oclusión, edad, o de manera patológica al estimularse la formación de dentina secundaria, terciaria y cemento. (B.D.S., 2007)

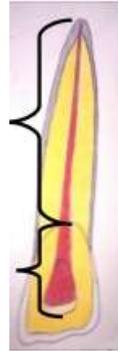
Para Brau Aguadé, la cavidad rodeada por tejidos duros y ocupada por la pulpa, se denomina cavidad pulpar, las cuales se dividen en 3 partes anatómicas perfectamente diferenciadas, pero que a la vez estas fisiológicamente forman un solo conjunto: cámara pulpar, conductos radiculares y ápice radicular. (Brau, 2014)

Para el catedrático Juan Segura Egea, la anatomía radicular interna es descrita como el espacio interno del diente, inextensible, rígida, ocupada por tejido conectivo laxo, la pulpa dental, revestida en toda su extensión por dentina; exceptuando la parte de los forámenes apicales. (Segura Egea, 2016)

4.2 CLASIFICACIÓN TOPOGRÁFICA

Esta se clasifica topográficamente en dos porciones bien definidas, descritas a continuación:

- Porción Radicular → conducto radicular
- Porción coronaria → cámara pulpar



4.2.1 CÁMARA PULPAR

La cámara pulpar es el espacio interno del diente que se encuentra en su zona coronaria. No posee colaterales y está recubierta totalmente por dentina. Se relaciona únicamente con los conductos radiculares mediante los orificios que constituyen la entrada a los mismos. (Brau, 2014)

Para Goldberg y Soares (2002), la cámara pulpar corresponde a la porción coronaria de la cavidad pulpar, situada en el centro de la corona, es única y acompaña siempre a su forma externa del diente. Por lo general es voluminosa y aloja a la pulpa cameral, la cual está constituida por:

- Techo: es la pared incisal u oclusal de la cavidad pulpar la cual presenta una forma cóncava, cuyas concavidades son dirigidas hacia la cara oclusal o incisal y prominencias dirigidas hacia las puntas de las cúspides, alojando a los cuernos pulpares.

- Piso o pared cervical: es la cara opuesta al techo, tiene forma convexa y en este se localizan las entradas de los conductos, esto se diferencia con mayor claridad en aquellos dientes con dos o tres raíces. Este no está presente en los dientes unirradiculares (incisivos y caninos), en los cuales solo existe una continuidad entre la cámara pulpar y el conducto radicular. (Goldberg, 2002). (Figura N° 1)

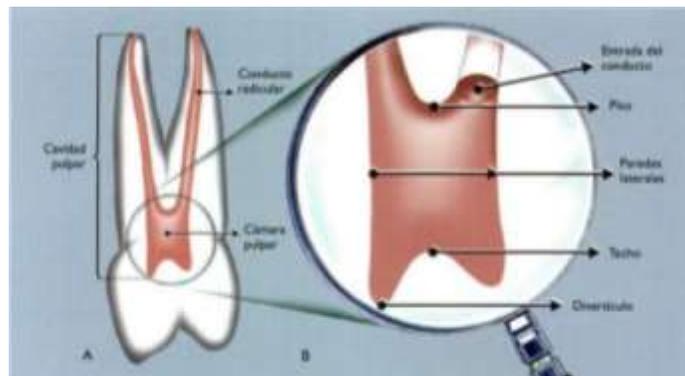


Figura N° 1. Cavidad Pulpar de un diente multirradicular. Tomado de: B.D.S., D. S. (12 de 05 de 2007). ABERRANT ROOT CANAL ANATOMY: A REVIEW. Obtenido de http://endojamaica.com/wp-content/uploads/2012/05/Endodontic-Bulletin_vol_18.pdf

4.2.2 CONDUCTO RADICULAR

Se entiende por conducto radicular la comunicación entre cámara pulpar y periodonto que se dispone a lo largo de la zona media de la raíz. (Brau, 2014)

Kuttler (1955), citado por Fuentes (2013), nos manifiesta que el conducto radicular principal puede llegar a presentar ramificaciones que partan de él y, de acuerdo a su disposición éstas reciben las siguientes denominaciones según Kuttler, en el año 1955: (figura N°2)

1. Conducto Lateral, que parte del conducto principal con dirección hacia el periodonto, generalmente por encima del tercio apical.
2. Conducto secundario, nace del conducto principal a nivel del tercio apical, desembocando en el ligamento periodontal

3. Conducto accesorio, que deriva directamente de un conducto secundario y termina hacia el periodonto.
4. Conducto colateral, que pasa de manera paralela al principal, pudiendo alcanzar el ligamento periodontal de manera independiente.
5. Conducto cavo interradicular, es aquel que nace del piso de la cámara pulpar de una pieza multirradicular y termina finalmente hacia la el periodonto en zona de furca.
6. Conducto recurrente, el cual parte del conducto principal y luego de cierto recorrido vuelve a unirse al mismo
7. Delta apical, que consiste en múltiples ramificaciones terminales del conducto radicular principal, originando varios forámenes a nivel del ápice dental. (Fuentes, 2013)

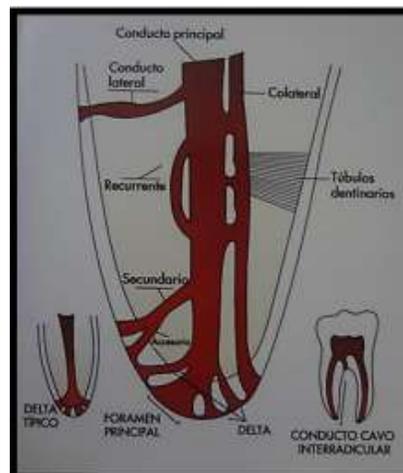


Figura N°2. Ramificaciones adicionales que parten del conducto radicular principal. Tomado de Leonardo MR. Endodoncia, Tratamiento de Conductos Radiculares, Principios Técnicos y Biológicos. Editorial Artes Médicas. 2005. Vol 1. Pág 369

4.3 ANATOMÍA DE LOS INCISIVOS INFERIORES

4.3.1 MORFOLOGÍA DEL CONDUCTO

En los incisivos inferiores, los conductos tienen un marcado achatamiento en sentido mesiodistal, al igual que su anatomía externa, longitudinalmente en sentido vestibulolingual en

su porción media presenta septos de dentina que generalmente determina bifurcación del conducto. Según Della Serna esta bifurcación se produce en el 70% de los casos. Luego de bifurcarse generalmente el conducto se unen y terminan en un único foramen. Raramente la separación es completa y terminan en forámenes separados. Para De Deus la bifurcación que termina en un único foramen es en el 23,4% de los casos y con forámenes distintos en 3,2% de los casos. (Constanza Chartier, 2013)

Diversos autores estudiando el sistema de conductos de piezas con bifurcaciones, reportan la presencia de istmos, aletas o a manera de corredores, que vistos transversalmente se disponen de forma acintada y estrecha. (Schindler, 1999)

La porción radicular de un incisivo central inferior es unirradicular. Su raíz es bastante aplanada, presentando en sus caras proximales ciertos surcos o depresiones que forman un canal longitudinal, más declive a nivel del tercio medio. Este último es más evidente en la cara proximal distal de la raíz, que pareciera que dividiera la raíz en dos porciones.

La diferencia entre los diámetros transversales hace que la sección radicular presente una forma ovoidal estrechada lateralmente.

Cámara pulpar: muy aplanada en dirección mesiodistal. De la misma pueden emerger uno o dos conductos.

Conducto radicular. Existen en su conducto accidentes de disposición. Los conductos presentan siempre una sección aplanada en sentido mesiodistal. La forma de presentación y su frecuencia es la siguiente:

A) Conducto único: 74,53%

B) Dos conductos fusionados: 20,496%

C) Un conducto bifurcado cuyas ramas vuelven a fusionarse: 3,72%

D) Un conducto bifurcado: 0,63%

E) Dos conductos fusionados que vuelven a bifurcarse: 0,63% Los accidentes colaterales se encuentran entre el 31,07% de los dientes. La mayoría se localiza en los tercios medio y cervical. Mientras que para los incisivos laterales inferiores la porción radicular es mayor que la porción radicular del central.

Los canales se exageran, y en ocasiones el corte radicular suele mostrar dos islotes de dentina unidos por cemento, cada uno con un conducto.

Cámara pulpar: similar al central, aunque la inclinación distal de la raíz es más acentuada.

Conducto radicular: existen en sus conductos accidentes de disposición. Ello obedece al estrechamiento mesiodistal que muestra en la porción radicular y que determina la aparición de surcos en las caras proximales. (Esteban, 2013)

4.4 FACTORES QUE INDICAN LA PRESENCIA DE CONDUCTOS ADICIONALES

Una evolución no favorable posterior a la terapia endodóntica puede estar influenciada por diferentes factores, uno de ellos es la presencia de conductos adicionales.(Kabak & Abbott, 2007). Existen ciertos signos que pueden indicarnos la presencia de dichos conductos, como lo es la persistencia de sangrado aún después de la instrumentación en caso de piezas vitales, rarefacciones laterales a la raíz al tratarse de piezas necróticas, la localización excéntrica del

conducto y de la lima al registrar la longitud de trabajo radiográficamente, entre otras. (Vertucci, 2005)(Kabak & Abbott, 2007)

Una interpretación radiográfica cuidadosa de las piezas dentales es necesaria para no pasar por alto conductos adicionales, lo que en gran medida depende de la disponibilidad de una excelente radiografía inicial y, de ser posible se debería tomar dos radiografías con dos angulaciones horizontales diferentes.(Vertucci, 2005)

La morfología de los incisivos inferiores centrales y laterales es muy similar y no es tan simple como suele aparecer en las radiografías periapicales, puede ser complicada por la presencia de bifurcaciones y canales laterales. La bifurcación del canal de la raíz es el sitio en el cual el canal se divide en dos pequeños canales que siguen diferentes caminos, pudiendo en algunos casos reunirse nuevamente para formar un solo canal. Los canales laterales son canales que emergen del canal principal, pero toman un curso perpendicular para salir a través del espacio del ligamento periodontal; anteriormente se creía que los incisivos inferiores por lo general tienen un solo canal con una sola raíz. Sin embargo, según el estudio realizado por Rankine en el año de 1965, nos muestra una alta prevalencia de dos canales en los incisivos inferiores, las cuales dieron paso a nuevas investigaciones para comprobar dicho estudio. (Llano-Robayo, 2017)

La presencia de las variaciones morfológicas internas en los incisivos inferiores se da en el momento de la embriogénesis, tal es el caso que, si la vaina epitelial se desintegra antes de que la dentina sea formada, se produce una hendidura, cuando esto sucede, la dentinogénesis no se desarrolla adecuadamente por lo que como resultado formaría un conducto accesorio o lateral. Dicho de otra manera, los conductos accesorios o laterales pueden formarse como resultado de

una falta de formación dentinaria alrededor de un vaso sanguíneo presente en el tejido conectivo perirradicular. (Cohen, 2011)

Dichas variaciones morfológicas ocurren por la interacción anormal de tejidos durante las señaladas fases del desarrollo dentario. De acuerdo al periodo en que ocurra esta alteración, el diente podría evidenciar un desarrollo y/o erupción anómala, ectópico o con alguna variación anatómica. Las teorías que explican la existencia de un número de raíces superior a lo normal, incluyen una hiperactividad de la vaina de Hertwig y una degeneración patológica en un área de la vaina epitelial radicular de Hertwig, lo cual produce una invaginación por parte de la papila dental, formándose así una raíz accesoria (Oporto V, Fuentes F, & Soto P, 2010)

4.5 CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES

4.5.1 CLASIFICACIÓN DE WEINE

Weine clasifica al sistema de conductos radiculares en cuatro grupos: (Figura N°3).

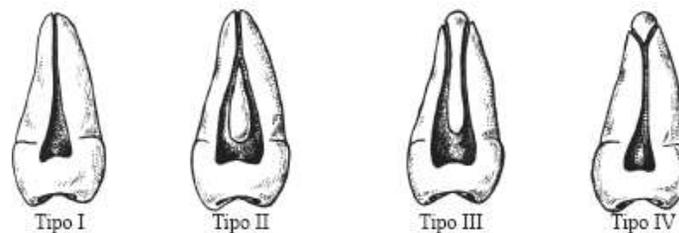


Fig. 3: Clasificación de Weine. Tomado de: Miyashita M, Kasahara E, Yasuda E, Yamamoto A, Sekizawa T, Root Canal System of the Mandibular Incisor, J Endod, 1997, 23:8, 479-484

TIPO I: Un conducto que va desde la cámara pulpar al ápice radicular (1).

TIPO II: Dos conductos separados parten desde la cámara pulpar y se fusionan a nivel del tercio apical para terminar en un sólo conducto hasta el ápice radicular (2- 1).

TIPO III: Dos conductos que parten desde la cámara pulpar para terminar en dos foraminas diferentes a nivel apical (2).

TIPO IV: Un conducto que parte desde la cámara pulpar, dividiéndose a nivel del ápice en dos conductos con forámenes distintas (1-2). (Miyashita, 1997)

4.5.2 CLASIFICACIÓN DE VERTUCCI (Figura N° 4).

Tipo I: un conducto único que se extiende desde la cámara al ápice.

TIPO II: dos conductos separados parten desde la cámara pulpar y se unen próximos al ápice, para terminar en uno solo.

TIPO III: Un conducto que parte desde la cámara para luego a nivel del tercio medio dividirse y posteriormente unirse, terminando en un solo conducto a nivel apical.

TIPO IV: Dos conductos separados que parten de la cámara pulpar y terminan como tales a nivel apical.

TIPO V: un conducto que inicia a nivel de la cámara para luego dividirse y terminar en dos conductos separados a nivel apical.

TIPO VI: dos conductos que emergen desde la cámara, a nivel del tercio medio se fusionan para luego nuevamente dividirse y terminar en dos foraminas diferentes a nivel apical.

TIPO VII: un conducto que parte desde la cámara, a nivel medio se divide para inmediatamente fusionarse, ya próximo a ápice se vuelve a dividir para terminar como dos conductos individuales hasta el ápice.

TIPO VIII: tres conductos separados inician desde la cámara pulpar hasta el ápice radicular.

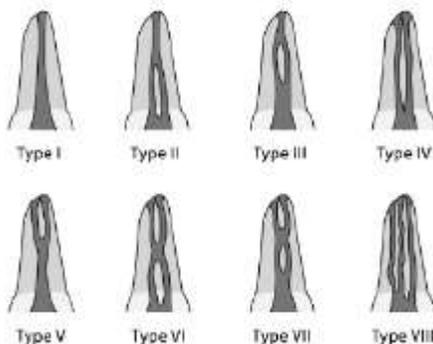


Figura N°4. Diagrama representativo de la configuración de conductos según Vertucci. Tomada de: Babu Thota, L. (2016). Root Canal Morphology of Mandibular Central Incisors in Nellore population. International Journal of Oral Care and Research, 10.

En lo que respecta a porcentajes en el estudio de Vertucci mencionado anteriormente, en incisivos inferiores, tanto centrales como laterales, de cien dientes en cada uno de los grupos, se encontró que en incisivos centrales la distribución fue: 70% tipo I, 5% tipo II, 22% tipo III, 3% tipo IV, a nivel de laterales se encontró la siguiente distribución, 75% tipo I, 5% II, 18% III, 2% IV. (Babu Thota, 2016)

4.6 FRECUENCIA Y GRADO DE CURVATURA

El conducto radicular comienza con un orificio en forma de embudo, generalmente en la línea cervical o en posición apical respecto a ella, y termina en el foramen apical, que se abre en la superficie de la raíz, en el centro del ápice radicular o a menos de tres mm de él. Casi todos los conductos radiculares son curvos, particularmente en dirección VL.¹

Esas curvas pueden plantear problemas durante los procedimientos de conformación y limpieza debido a que no se aprecian en una radiografía vestibular estándar. Son necesarias

¹ **VL:** abreviaturas para designar las caras de la corona de los dientes, la cual significa Vestíbulo-Lingual.

proyecciones anguladas para determinar su presencia, dirección e intensidad. La curvatura puede ser una curva gradual de todo el conducto, o una curva aguda cerca del ápice. También se pueden encontrar curvaturas dobles en forma de S. En la mayoría de los casos, el número de conductos radiculares es igual al número de raíces; sin embargo, una raíz oval puede tener más de un conducto. (COHEN, 2011)

Varios métodos han sido empleados con el fin de analizar el grado de curvatura de los diferentes grupos dentarios, entre los que destacan la técnica de diafanización, radiografía convencional, uso de medios de contraste, cortes seccionales, microscopía electrónica de barrido, tomografía computarizada, imagen microscópica con resonancia magnética en 3D. (Zheng et al., 2009)(Willershausen, Kasaj, Röhrig, & Marroquin, 2008)

Está bien establecido que una de las características que puede dificultar la instrumentación del conducto radicular es su grado de curvatura, por lo cual autores como Schneider señala que los conductos de trayecto recto son preparados con mayor facilidad que conductos curvos.(Willershausen et al., 2008)

En un estudio realizado para determinar la curvatura de 396 incisivos inferiores centrales y laterales, Willershausen encontró en los incisivos laterales inferiores al menos una curvatura en 118 casos (79,7%), en tanto que en los incisivos centrales inferiores mostraron al menos una curvatura en 82 casos (33,1%). En el siguiente esquema destaca el método digital empleado para obtener los datos sobre curvaturas en incisivos inferiores en este estudio.(Willershausen et al., 2008)

En 1085 incisivos inferiores en los cuales se investigó el grado de curvatura y su frecuencia, Miyashita y Kamahara determinaron que sólo el 3.7% de la muestra presentó una

curvatura mayor a 20° y, en lo referente a la dirección de la curvatura, el 67.9% estaba orientada en sentido vestibular y ninguno en dirección lingual. (Miyashita, 1997)

La presencia de curvaturas secundarias se observó en pequeños porcentajes, en incisivos centrales inferiores 3% y en laterales 9%, que se muestra a continuación en la siguiente tabla. (Tabla N°1) (Willershausen et al., 2008)

FRECUENCIA DE CURVATURA DEL CONDUCTO RADICULAR EN 396 INCISIVOS INFERIORES				
PIEZA DENTAL	N (396)	Sin curvatura (%)	1 curvatura (%)	2 curvaturas (%)
Incisivo central izquierd	122	85 (70)	34(28)	3(2)
Incisivo central derecho	126	81(64)	45(36)	0(0)
Incisivo lateral izquierd	70	16(23)	53(76)	1(1)
Incisivo lateral derecho	78	14(18)	56(72)	8(10)

Tabla N°1: Curvatura en incisivos inferiores. Presencia de 1 o 2 curvaturas. Tomado de: Willershausen B, Kasaj A, Röhrig B, Marroquin B, Radiographic Investigation of Frequency and Location of Root Canal Curvatures in Human Mandibular Anterior Incisors In Vitro, J Endod 2008; 34:152-156

4.7 FRECUENCIA DE BIFURCACIÓN

La disposición del sistema de conductos en incisivos inferiores es un aspecto importante a tomarse en cuenta durante la realización de la terapia endodóntica ya que podrían generarse complicaciones que deriven en una evolución no favorable debido a la presencia de bifurcaciones, conductos accesorios, secundarios o laterales no tratados durante el tratamiento de endodoncia. En ciertos casos las bifurcaciones o conductos adicionales no se hacen visibles

radiográficamente por lo cual se requiere hacer cambios de angulaciones para obtener una mejor visión de la pieza a tratar.

La presencia de conductos accesorios o adicionales se considera es proporcional a la edad del paciente; se ha logrado determinar un mayor número de estos en pacientes entre 35-45 años que, en pacientes mayores a 55 años, en quienes el número bifurcaciones, conductos accesorios o ramificaciones se ve disminuido debido a la presencia de calcificaciones.

4.8 REGIÓN APICAL DE LA RAÍZ

La región apical de la raíz, según Cohen (2011), se basa en tres hitos anatómicos e histológicos presentes en la región apical de una raíz: la constricción apical (CA), la unión cemento-dentina (UCD) y el foramen apical (FA). La descripción de Kuttler de la anatomía del ápice radicular incluye el conducto radicular que se afina desde el orificio del conducto hasta la constricción apical, generalmente situada a menos de 0,5 a 1,5 mm del foramen apical. En general, la constricción apical se considera la parte del conducto radicular con menor diámetro; también es el punto de referencia usado por los clínicos con más frecuencia como terminación apical para la conformación, limpieza y obturación. Los vasos sanguíneos de la pulpa son estrechos en la constricción apical, lo que dificulta el tratamiento con éxito de la inflamación en el conducto. Las molestias postratamiento son en general mayores cuando esa zona es violada por los instrumentos o los materiales de obturación, y se puede comprometer el proceso de curación.

La unión cemento-dentina es el punto del conducto donde el cemento se une con la dentina; también es el punto donde termina el tejido de la pulpa y comienzan los tejidos

periodontales. La localización de la unión cemento-dentina en el conducto radicular es muy variable. Generalmente no se encuentra en la misma zona que la constricción apical, y suele estar situada aproximadamente a 1 mm desde el foramen apical. Desde la constricción apical, o diámetro apical menor, el conducto se ensancha conforme se aproxima al foramen apical o diámetro apical mayor. El espacio entre los diámetros mayor y menor se ha descrito como con forma de embudo o hiperbólica. La distancia media entre los diámetros mayor y menor apicales es de 0,5 mm en las personas jóvenes y de 0,67 mm en las mayores; así, el foramen apical es el «borde circular o redondeado, como un embudo o cráter, que diferencia entre la terminación del conducto cementario y la superficie exterior de la raíz».

La morfología apical radicular es muy variable; puede incluir numerosos conductos accesorios; áreas de reabsorción y reparación de reabsorciones; cálculos pulpaes adheridos, embebidos y libres, y cantidades variables de dentina secundaria irregular. Los túbulos dentinarios primarios se encuentran con menos frecuencia que en la dentina coronal y son más o menos irregulares en cuanto a dirección y densidad. (COHEN, 2011)

4.9 TERAPIA ENDODÓNTICA EN INCISIVOS INFERIORES

Erróneamente hasta la actualidad se generaliza conocimientos no sólo sobre la forma y número de conductos en incisivos inferiores, sino también sobre la forma de llevar a cabo una correcta terapia endodóntica en estas piezas dentales, ambas situaciones fundamentales para cumplir a su vez con un objetivo inherente de todo tratamiento endodóntico como es lograr una evolución favorable del tratamiento. El éxito de cualquier terapia endodóntica (extirpación total de la pulpa dental) depende del adecuado desbridamiento químico y mecánico del conducto radicular infectado, para ello se requiere un conocimiento amplio de la anatomía del canal y la

capacidad para identificar cualquier situación extraña y ahí es donde entran las radiografías. (Miyashita, 1997)

Los estudios han demostrado que los microorganismos del sistema radicular residen en el canal principal, ramificaciones del mismo, los conductos accesorios, laterales e incluso en los túbulos dentarios, por lo tanto, el desbridamiento óptimo sólo se logra si el clínico es capaz de identificar la presencia de canales adicionales antes o durante el tratamiento. Actualmente el único método disponible para evaluar la raíz, la anatomía del conducto radicular y su área preoperatoria es a través de las radiografías dentales, bien sean intraorales (periapical) o extraorales (tomografía panorámica dental o tomografía computarizada con haz cónico), además su examen posterior y análisis minucioso es importante para conocer la complejidad del tratamiento. (Centauro, 2018)

Tres fases básicas de la terapia endodóntica:

- **Diagnóstico:** En donde la enfermedad a tratar se determina y se elabora el plan de tratamiento.
- **Preparación:** Cuando el contenido del conducto radicular se elimina y el canal se prepara para recibir la obturación.
- **Obturación del conducto:** Llenar el conducto de tal manera que se logre un sellado hermético con un material inerte tan cerca como sea posible de la unión cementodentinaria. (Centauro, 2018)

5. TIPO DE ACCESO ENDODÓNTICO IDEAL EN INCISIVOS INFERIORES

Para Cohen, el acceso es la primera y posiblemente más importante fase del tratamiento de conductos radiculares no quirúrgico. Una preparación del acceso bien diseñada resulta esencial para conseguir un buen resultado endodóntico. Sin un acceso adecuado, los instrumentos y los materiales se convierten en difíciles de manipular correctamente dentro del sistema de conductos radiculares, altamente complejo y variable. La preparación de la cavidad de acceso tiene objetivos:

- a) eliminar toda la caries
- b) conservar la estructura dental sana
- c) abrir totalmente la cámara pulpar
- d) eliminar todo el tejido pulpar coronal (vital o necrótico)
- e) localizar todos los orificios de los conductos radiculares
- f) lograr el acceso en línea directa o recta al foramen apical o a la curvatura inicial del conducto
- g) establecer los márgenes de la restauración para minimizar la filtración marginal del diente restaurado.

Una cavidad de acceso correctamente preparada proporciona un camino recto y liso al sistema de conductos, y en último término hasta el ápice. El acceso en línea recta es la mejor opción para desbridar todo el espacio del conducto y reduce el riesgo de fractura de la lima.

Si se ha preparado correctamente, la cavidad de acceso permite irrigación, conformación y limpieza completas, y obturación de calidad. (COHEN, 2011)

El tipo de acceso para los incisivos inferiores a tener en cuenta es, la estrecha corona la cual proporciona un acceso limitado por lingual, por lo que se recomienda el uso de fresas de fisura pequeña y fresas redondas número 2, lo que determina un grado de mutilación menor durante la apertura. La cavidad de acceso tiene una configuración ovoide.

En los incisivos centrales inferiores el 41% tiene dos conductos y solo el 1% mostró dos forámenes independientes. La mayoría de los conductos dobles se vuelve a unir en el extremo apical. Sin embargo, en los incisivos laterales inferiores es corriente encontrar conductos curvos y accesorios.

El conducto con marcadas angulaciones en "forma de moño" es lo suficientemente frecuente para ser considerado normal y exige una atención particular durante el modelado y limpieza de los conductos. Otro aspecto a tener en cuenta en la apertura de los incisivos inferiores es el grado de volcamiento de la corona en sentido vestíbulo-lingual. Cuando los incisivos se encuentran inclinados hacia lingual la apertura puede realizarse desde vestibular, para un mejor acceso y tratamiento de los conductos. (Iruretagoyena, 2014)

5.1 METODOLOGÍA EMPLEADA PARA EL ESTUDIO DE LA ANATOMÍA INTERNA

La anatomía interna del sistema de conductos ha sido estudiada por métodos in vivo e in vitro, los métodos in vivo involucran el tratamiento clínico, así como el seguimiento radiográfico, mientras que dentro de los métodos in vitro se incluyen: (Nallapati, 2007)

- Observación microscópica
- Seccionamiento microscópico
- Seccionamiento macroscópico
- Tintes
- Obturación del sistema de conductos y diafanización
- Método Radiográfico
- Medio de contraste
- Tomografía de haz de cono
- Tomografía microcomputarizada

5.2 HISTORIA DEL ESTUDIO DE LA ANATOMÍA INTERNA

Se han realizado estudios sobre anatomía dental tanto interna como externa, en el caso de la anatomía externa no representa mayor dificultad debido a que el método más empleado es la inspección visual; mientras que, en lo referente a la anatomía interna se han propuesto un gran número de técnicas que permitan obtener el conocimiento requerido sobre la misma. La historia de las diferentes técnicas es bastante remota.

El interés por conocer la anatomía interna de los dientes es muy remota, es así; que ya para el año de 1901, Preiwerk, introdujo un nuevo método de inyección de metal fundido en el interior de la cavidad pulpar, que después de solidificado, se podía apreciar la anatomía interna de los dientes; después de la solidificación del metal, los dientes eran sometidos a una compleja descalcificación por medio de ácido nítrico o clorhídrico concentrados. Se obtenía de ese modo, un modelo metálico de la anatomía interna del diente. Para 1909, Loos, realizó un estudio topográfico de las cavidades pulpares por medio del método de desgaste, ese método también fue utilizado por Pucci y Reig (1944). Posteriormente, en el año de 1913, Herman Prinz aplicó con éxito el método de diafanización propuesto por Spaltheilz (1906) (Djalma Pécora, diciembre de 2005)

Spalteholz (1914) desarrolló una técnica de diafanizado para tejidos a base a deshidratación utilizando distintas concentraciones de alcohol y embebiendo a la muestra en xilol y salicilato de metilo como agente clareador. Mientras Barret (1925) y Cooldge (1929) estudiaron la anatomía interna de los dientes por medio de cortes histológicos seriados; siendo un método muy costoso, ya que requiere de numerosas láminas histológicas.

Okumura (1927) llevó esta técnica a dientes humanos y realizó un estudio exhaustivo sobre la anatomía interna de estos gracias a la diafanización; siendo el primero en clasificar los canales radiculares de acuerdo a su distribución anatómica. Para lograr esto, agregó a su técnica la inyección de tinta china en el interior de la cavidad pulpar y así lograr hacer evidente el sistema de canales radiculares. (Bravo, Valenzuela, & Cáceres, 2015)

5.3 TÉCNICAS DE ESTUDIO DESTACADAS

Para el desarrollo de la odontología y especialmente de la endodoncia fue necesario el estudio en profundidad de detalles de las estructuras dentarias tanto externas como internas. Gracias a muchos de los hallazgos morfológicos logrados del sistema de canales radiculares es que se ha podido aumentar el porcentaje de éxito de diversos tratamientos y aumentar la vida útil de los dientes en la cavidad oral. Dentro de las técnicas utilizadas para el estudio de la anatomía interna se encuentran: (Bravo, Valenzuela, & Cáceres, 2015)

- **5.3.1 MÉTODO RADIOGRÁFICO CONVENCIONAL**

No cabe duda de que una de las ayudas diagnósticas más valiosas al momento de realizar la terapia endodóntica es el diagnóstico radiográfico. En muchas ocasiones esta interpretación puede verse obstaculizada por la superposición de imágenes del tejido duro que rodea al diente, evitando la visualización de la morfología del sistema de conductos radiculares.

El método radiográfico debe ser considerado como una ayuda diagnóstica y no como un método definitivo o certero para determinar la anatomía del sistema de conductos, puesto que existen investigaciones que corroboran lo antes mencionado, al demostrar que el método radiográfico ayuda, pero no define en sí la anatomía presente. En ciertas ocasiones resulta difícil el visualizar la presencia de un conducto adicional radiográficamente. Autores como Rankine, Wilson y Henry refieren que si el conducto extra se localiza en lingual, el nivel de dificultad será mayor, en estos casos la técnica radiográfica indicada consiste en tomarla desde un ángulo diferente, que pueda revelar dicho conducto. (Kaffe I, 1985) (WeiFan, 2008)

Para diagnosticar radiográficamente en odontología, se debe usar la técnica paralela o la técnica de la bisectriz. (D., 1991)

- **La técnica de la bisectriz:** Esta técnica requiere que el operador trace imaginariamente la bisectriz del ángulo formado por el eje largo del diente y la película radiográfica, el ángulo se forma donde la película contacta con la corona del diente. El operador debe dirigir el rayo central a través de los ápices de los dientes de tal manera que se formen dos ángulos rectos con una distancia del foco a la película de 20 cm aproximadamente. Cuando la angulación se efectúa de una manera correcta, se debe obtener una imagen del diente con la misma longitud. Sin embargo, es necesario conocer que todas las estructuras anatómicas circundantes están expuestas a los rayos que inciden con la bisectriz en ángulos no rectos, y esto trae como consecuencia, que la falta de paralelismo entre el diente y la película y la falta de intersección en ángulo recto entre el rayo, el diente y la película, ocasionen que todas las zonas que rodean el ápice del diente estén distorsionadas.

Dentro de las desventajas que posee esta técnica se pueden mencionar:

- El dedo del paciente es irradiado innecesariamente.
- Puede ocurrir algún movimiento de la película luego de que el operador deja al paciente a cargo de la radiografía.
- El paciente puede ejercer demasiada presión, haciendo que la película se doble.
- El ángulo vertical apropiado se selecciona visualmente, sin usar ninguna guía física, aumentando el riesgo de que se usen ángulos incorrectos.

- El ángulo horizontal también se escoge visualmente, sin embargo, se puede utilizar como guía la línea dentaria.
- **La técnica paralela:** También llamada, técnica del ángulo recto, técnica de cono largo y técnica de Fitzgerald, requiere que la distancia foco-objeto sea lo más larga posible para que los rayos X incidan sobre el objeto y la película en forma perpendicular formando un ángulo recto y la película debe estar colocada paralela con el eje largo del diente.

Dentro de la técnica paralela se mencionan una serie de ventajas y desventajas:

VENTAJAS:

- Proporciona una adecuada proyección de los dientes.
- Resulta en un alargamiento mínimo.
- La definición de la imagen es más nítida.
- No hay superposición del hueso zigomático.
- La cresta alveolar se demuestra en su verdadera relación con los dientes.
- Por usar kVp elevados, existe menos dosis de radiación cutánea.
- Los planos para la posición horizontal no son importantes.
- La película se mantiene plana por los sujetadores plásticos disminuyendo la distorsión por curvatura de la película.

DESVENTAJAS:

- Se requiere de una colocación cuidadosa y precisa de la película en la cavidad bucal.
- Requiere más tiempo por las variaciones anatómicas entre un paciente y otro.

- **5.3.2 TÉCNICA DE ROBERTSON (1980)**

La muestra debe pasar en primera instancia por una etapa de limpieza y remoción de tejido periodontal y cálculos. Posteriormente con una fresa redonda se realiza una cavidad conservadora a nivel de la cámara pulpar con la ayuda de una lima #10.

Los dientes pasan luego a ser colocados en una solución de hipoclorito de sodio al 5% por 24 horas para disolver el tejido orgánico y debris² del sistema de conductos radiculares, para luego proceder a un lavado con agua corriente por 2 horas.

A continuación, las muestras son sumergidas en ácido nítrico al 5% a temperatura ambiente por 3 días con el objetivo de realizar su descalcificación. La sustancia ácida debe ser renovada diariamente y agitada tres veces al día manualmente.

Una vez completada la descalcificación, se sumergen los dientes en agua durante 4 horas. Posteriormente son deshidratados con concentraciones de alcohol que van desde el 80% toda una noche, 90% una hora y tres enjuagues de alcohol al 100% cada uno de ellos con duración de una hora.

Finalmente, los dientes son colocados en salicilato de metilo con el objetivo de obtener su transparentación, objetivo que se consigue al cabo de 2 horas aproximadamente.

Para lograr una visualización de la anatomía interna se procede a la inyección de tinta china en el sistema de conductos, para lo cual se requiere del empleo de un agua calibre 27. Mediante la aplicación de presión negativa en la porción apical de los dientes, con el empleo de un sistema de succión central, la tinta empieza a dibujar el sistema de conductos.

² Debris: escombros

El exceso de tinta es removido de la superficie dental con una gasa embebida en alcohol, para luego retornar a la solución de salicilato de metilo. (Robertson, Leeb, McKee, & Brewer, 1980)

• 5.3.3 TÉCNICA DE VENTURI (2003)

Las piezas dentales son sumergidas en una solución de ácido fórmico al 7%, ácido hidrociorhídrico al 3% y citrato de sodio al 8% durante 14 días, con un recambio de la solución cada tres días y mantenidas en agitación continua con un agitador mecánico (Agitador 722). Posteriormente las piezas son lavadas en agua corriente por 2 horas, para luego ser sumergidas en ácido acético al 99% durante una noche.

Pasado el tiempo indicado las muestras son enjuagadas en agua destilada y luego deshidratadas en etanol en grados ascendentes, 25%; 50%; 70%; 90%; 95%; y, 100%, durante treinta minutos en cada concentración.

Una vez conseguida la deshidratación, las piezas dentales son finalmente colocadas en salicilato de metilo para su clarificación. (Venturi M, 2003)

VENTAJAS

- La rapidez con que el proceso puede ser realizado, pues requiere máximo de 5-15 días, mientras que otros requieren semanas e incluso meses.
- Simplicidad de la técnica.
- Conserva la forma original de las raíces.
- Posibilita la observación de pequeñas alteraciones existentes en los conductos radiculares.
- Productos menos tóxicos y poco costosos (Robertson et al, 1980 & Djalma Pécora, 2005)

DESVENTAJAS

- Pese a que la técnica es sencilla, tiene como desventaja el determinar el punto ideal de descalcificación, el cual se considera que es evidenciado al momento que el esmalte dental se disuelve.
- Otra desventaja es el punto ideal de deshidratación, debido a que si no se realiza adecuadamente el resultado es la presencia de áreas opacas en el diente, lo cual es evitado al emplear alcohol al 100%. (Robertson et al., 1980)

- **5.3.4 TÉCNICA DE DIAFANIZACIÓN CON TINCIÓN DEL CONDUCTO RADICULAR MODIFICADA**

El proceso en el cual una muestra se hace diáfana o transparente, mediante técnicas que igualan los índices de refracción de la luz del interior del órgano con el medio que lo contiene, se denomina diafanización.

La técnica de diafanización o también llamada de clarificación tiene una importancia considerable en el estudio de la anatomía interna del conducto radicular, permitiendo visualizar la forma original de este y sus posibles anastomosis, así como conductos laterales, accesorios, secundarios, entre otras variaciones anatómicas (F. Ezoddini DMD, 2006)

La técnica convencional de diafanización ha sido modificada en una nueva técnica debido a que le son inherentes ciertas deficiencias, por tal razón se ha propuesto esta nueva técnica, de la siguiente manera:

- Los dientes son lavados y guardados en peróxido de hidrógeno al 3% hasta completar el total de la muestra.

- Posteriormente son colocados en hipoclorito de sodio 3.25% por 1 hora para remover el tejido blando adherido e inmediatamente se procede a retirar los cálculos remanentes mediante un cavitron.
- Los dientes son lavados con agua por dos horas y secados durante toda la noche.
- Inmersión de la muestra en tinta china 50% sin la realización de un acceso cavitario previo, posteriormente son colocados en una cámara de oxígeno hiperbárico por 2 horas a una presión de 0.6 Mpa, procedimiento que permitirá que la tinta fluya a través del sistema de conductos radiculares mediada por presión positiva.
- Al cabo de 2 horas, los dientes son lavados con agua y a continuación son desmineralizados mediante el empleo de ácido nítrico 5% por 7 días a temperatura ambiente con recambio diario.
- Los dientes son lavados en agua por 3 horas, secados para ingresar al proceso de concentración de 12 horas cada uno.
- Finalmente, los dientes son colocados en salicilato de metilo por 2 días con el objetivo de lograr su transparentación. (Weng, 2009)

• 5.3.5 TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA

A diferencia de las técnicas clásicas, la TAC supone un gran avance para el mejor conocimiento de la anatomía externa e interna, así como para conseguir entender el funcionamiento de los instrumentos dentro del sistema de conductos, de una manera no invasiva, que respete todas las estructuras dentales. Una de las características principales de la TAC, es que permite realizar reconstrucciones en 3D del sistema de conductos. De esta forma, podemos conocer de manera fiable el interior del sistema radicular. (Estévez et al., 2009)

De acuerdo al formato del haz de rayos X empleado, la tomografía computarizada puede clasificarse en Tomografía computarizada tradicional de haz de rango (fan beam), tomografía computarizada de haz volumétrico o de haz de cono (cone beam - CBCT) o tomografía de volumen digital.

❖ **Tomografía computarizada tradicional de haz de rango (fan beam)**

Tachibana y Matsumoto en 1990 reportan por primera vez la aplicación de la tomografía computarizada en endodoncia. Este tipo de tomografía usa un sistema de haz en rango (fan beam) y múltiples exposiciones alrededor de un objeto para revelar la arquitectura interna del mismo, ayudando al especialista a observar la morfología y patología en tres dimensiones. (Neelakantan P, 2010). A nivel de Endodoncia es empleada para determinar la localización, variabilidad del sistema de conductos radiculares, preparación del conducto radicular, obturación y remoción de material de obturación.

Una desventaja de este tipo de tomografía es que debido a que gira varias veces alrededor del mismo objeto, debido al espesor del tejido en estudio y los cortes que necesita realizar, se incrementa tanto el tiempo de exposición como la dosis de radiación que recibe el paciente, al ser comparada con la CBCT. (Weng, 2009 & Silva 2010)

❖ tomografía computarizada de haz volumétrico o de haz de cono (cone beam - CBCT)



Figura N°5. Esquema que muestra la adquisición de la imagen TAC. Tomada de: Ronda, N. (2012). Aplicaciones de la TAC en endodoncia. Electronic Journal Endodontic, 635.

La **Tomografía Computarizada de Haz Cónico** supera varias limitaciones de la radiografía convencional. Los cortes pueden ser seleccionados para evitar ruido anatómico (como son la superposición del hueso cigomático en las raíces de molares superiores), así como establecer la relación espacial de raíces de piezas multirradiculares y determinación de naturaleza y tamaño real de lesiones periapicales.

Los Tomógrafos Computarizados de Haz Cónico (Cone Beam Computed Tomography; CBCT) fueron específicamente diseñados para la obtención de información tridimensional del esqueleto máxilo facial, que incluye los dientes y tejidos adyacentes con una considerable menor dosis efectiva de radiación en comparación a la tomografía computarizada convencional médica.

Los datos obtenidos mediante CBCT están compuestos por millones de píxeles tridimensionales llamados voxels. Los voxels de CBCT son isotrópicos (igual altura, longitud y profundidad) lo que permite mediciones geométricas exactas en cualquier plano a evaluar.



Figura N°6. Esquema que muestra los diferentes tamaños de FOV de más pequeño (izquierda) a más grande (derecha). Tomada de: Ronda, N. (2012). Aplicaciones de la TAC en endodoncia. *Electronic Journal Endodontic*, 635.

En el ámbito de endodoncia, aunque la radiografía convencional es más práctica y adecuada para los procedimientos habituales de endodoncia, el CBCT aporta una visión axial, coronal y sagital que con la RX convencional no se obtiene. La capacidad de reducir o eliminar la superposición de las estructuras circundantes la hace muy ventajosa en su aplicación endodóntica; como en el caso de la visualización de la anatomía de los conductos pulpares.

El escáner CBCT³ con un limitado FOV (field of view)⁴ identifica con mayor exactitud los canales radiculares al compararlo con la radiografía periapical digital, además de aportar unas mediciones de las angulaciones de las raíces muy precisas en comparación con la imagen convencional, lo que sirve para poder evaluar la curvatura de la raíz. (Lenguas, 2010) (Thiago de Santana Santos, 2010)

³ CBCT: Cone beam computed tomography (Tomografía computarizada Cone Beam)

⁴ FOV (field of view): campo de visión

6. MATERIALES Y MÉTODOS

TIPO DE ESTUDIO

El presente trabajo de investigación fue de tipo observacional, cuantitativo y descriptivo.

Observacional: mediante la observación verificamos las variantes morfológicas en dichas piezas dentarias.

Cuantitativo: porque con los resultados obtenidos a través de la TAC, determinamos las variantes morfológicas de los conductos radiculares.

Descriptivo: describimos las variantes de los conductos radiculares en las piezas dentales permanentes extraídas según la clasificación de Vertucci.

AREA DE ESTUDIO

Centro de Diagnóstico e imagen Ortodóncico CEDIOR.

♣ Universo y Muestra

✓ 40 dientes incisivos inferiores extraídos.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

♣ Criterios de inclusión

- ✓ Incisivos inferiores con integridad radicular.
- ✓ Incisivos inferiores con ápices completamente formados.

♣ Criterios de exclusión

- ✓ Incisivos inferiores tratados endodónticamente.
- ✓ Incisivos inferiores con algún tipo de reabsorción, interna o externa.
- ✓ Incisivos inferiores con malformaciones radiculares

MÉTODOS, TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS

Una vez obtenida la muestra de los dientes incisivos inferiores, en número de 40 piezas dentarias según los criterios de inclusión, incisivos inferiores con integridad radicular, incisivos inferiores con ápices completamente formados, se procedió de la siguiente manera:

1. Las piezas dentarias extraídas fueron colocadas en Hipoclorito de sodio al 5,25% para eliminar los restos adheridos a la superficie externa de los dientes, se retiró cálculos, tejido óseo con una cuchareta. (ANEXO 1)
2. Se procedió a realizar tomas radiográficas periapicales, cuya finalidad fue descartar posibles conductos calcificados que interfieran en el posterior análisis de datos y resultados. (ANEXO 2)
3. Ya con la muestra completa de dientes incisivos inferiores tanto centrales como laterales, se realizó cuatro troqueles de acrílico con diez dientes cada uno, dejando entre cada uno de ellos 1 cm de distancia para realizar las imágenes tomográficas. (ANEXO 3)
4. Finalmente, con los bloques de acrílicos obtenidos se procedió a realizar las imágenes tomográficas para el mencionado estudio, con la ayuda del tomógrafo Instrumentarium Orthopantomograph Op 300.
5. Una vez obtenida las tomografías se realizó la valoración de cada diente por separado en un corte sagital y axial observando las variaciones de la anatomía interna radicular de los

órganos dentarios en estudio, para la posterior clasificación según Vertucci (1984) (ANEXO 4) siendo estas divididas en ocho tipos:

Tipo I: un conducto único que se extiende desde la cámara al ápice.

TIPO II: dos conductos separados parten desde la cámara pulpar y se unen próximos al ápice, para terminar en uno solo.

TIPO III: Un conducto que parte desde la cámara para luego a nivel del tercio medio dividirse y posteriormente unirse, terminando en un solo conducto a nivel apical.

TIPO IV: Dos conductos separados que parten de la cámara pulpar y terminan como tales a nivel apical.

TIPO V: un conducto que inicia a nivel de la cámara para luego dividirse y terminar en dos conductos separados a nivel apical.

TIPO VI: dos conductos que emergen desde la cámara, a nivel del tercio medio se fusionan para luego nuevamente dividirse y terminar en dos foraminas diferentes a nivel apical.

TIPO VII: un conducto que parte desde la cámara, a nivel medio se divide para inmediatamente fusionarse, ya próximo a ápice se vuelve a dividir para terminar como dos conductos individuales hasta el ápice.

TIPO VIII: tres conductos separados inician desde la cámara pulpar hasta el ápice radicular.

6.1 PLAN DE ANÁLISIS Y TABULACIÓN DE DATOS

Para la tabulación y análisis de datos se utilizó el programa Microsoft Excel, se realizó a través de tablas de frecuencia simple, con su respectiva representación gráfica.

7. RESULTADOS

TABLA N° 1

CLASIFICACIÓN DE VERTUCCI EN INCISIVOS INFERIORES		
CLASIFICACIÓN DE VERTUCCI	FRECUENCIA	%
I	29	72,5%
II	0	0%
III	10	25%
IV	0	0%
V	0	0%
VI	0	0%
VII	1	2,5%
VIII	0	0%
TOTAL	40	100%

Fuente: TAC en incisivos inferiores en centro de Diagnóstico e imagen CEDIOR

Elaborado por: Tania Gabriela Asanza Ramírez

INTERPRETACIÓN:

De la muestra de estudio el 72,5% se enmarcó en la clasificación tipo I; el 25% clasificación tipo III; y, el 2,5% con clasificación tipo VII de Vertucci.

Los tipos II, IV, V, VI y VIII en este estudio no se evidenciaron.

TABLA N° 2

CLASIFICACIÓN DE VERTUCCI EN INCISIVOS CENTRALES INFERIORES		
CLASIFICACIÓN DE VERTUCCI	VARIACIONES	%
I	11	73,30%
II	0	0%
III	4	26,7%
IV	0	0%
V	0	0%
VI	0	0%
VII	0	0%
VIII	0	0%
TOTAL	15	100,00%

Fuente: TAC en incisivos inferiores en centro de Diagnóstico e imagen CEDIOR

Elaborado por: Tania Gabriela Asanza Ramírez

INTERPRETACIÓN:

De los 15 incisivos centrales inferiores de los cuales el 73,3% presentó una clasificación tipo I; el

26,7% clasificación tipo III de Vertucci.

Los tipos II, IV; V; VI; VII y VIII no se evidenciaron en este estudio.

TABLA N° 3**CLASIFICACIÓN DE VERTUCCI EN INCISIVOS LATERALES INFERIORES**

CLASIFICACIÓN DE VERTUCCI	VARIACIONES	%
I	18	72,00%
II	0	0%
III	6	24%
IV	0	0%
V	0	0,00%
VI	0	0%
VII	1	4%
VIII	0	0%
TOTAL	25	100,00%

Fuente: TAC en incisivos inferiores en centro de Diagnóstico e imagen CEDIOR

Elaborado por: Tania Gabriela Asanza Ramírez

INTERPRETACIÓN:

De los 25 incisivos laterales inferiores el 72% presentaron clasificación tipo I; el 24% clasificación tipo III; y, el 4% presentó clasificación tipo VII de Vertucci.

En este estudio no se evidenció la clasificación tipo II; IV; V; VI Y VIII de Vertucci.

Cabe recalcar que las variaciones de los conductos en aquellos dientes que se encontraron conductos dobles fueron a nivel del tercio medio del conducto radicular.

8. DISCUSIÓN

Se han propuesto diversas investigaciones con la finalidad de estudiar la anatomía interna del sistema de conductos radiculares como observación microscópica, seccionamiento microscópico, seccionamiento macroscópico, diafanización y aplicación de tintes, empleo de medios de contraste, tomografía de haz de cono, tomografía computarizada, entre otros.

La tomografía axial computarizada es una técnica con mucho auge, actualmente en donde se analiza el objeto de estudio mediante cortes transversales que pueden ser reconstruidos en un modelo de tres dimensiones, permitiendo el estudio de un segmento del objeto como de toda su anatomía, con lo cual se evita destruir el tejido en estudio. (Kaffe I, 1985) (Brooks, 1997)

Es así que, desde el año de 1908, Fischer aplica un nuevo método que consiste en el relleno del diente con celuloide disuelto en acetona; de esta forma obtiene unos moldes de los espacios vacíos que conforman la estructura interna; de igual manera en 1911, Dieck busca mayor contraste radiológico, para lo cual introduce mercurio en la cámara pulpar. Ya para 1913, Adloff continúa los estudios empezados por Preiswerck y emplea la misma técnica de relleno e iluminación, por lo que se demuestran los esfuerzos de diferentes colaboradores por ampliar el conocimiento mediante diferentes estudios. (Canalda, 2014)

Los resultados obtenidos en este estudio realizado con Tomografía axial computarizada, en los incisivos centrales el 73.3% presentaron clasificación tipo I, y el 26,7% con clasificación tipo III; mientras que, en los incisivos laterales, el 72% con tipo I; el 24% tipo III, y con un 4% la clasificación tipo VII según Vertucci.

Según Della Serna la bifurcación de los conductos en los incisivos inferiores se produce en el 70% de los casos. Luego de bifurcarse, generalmente el conducto se une y termina en un único

foramen. Raramente la separación es completa y terminan en forámenes separados. Para Deus la bifurcación que termina en un único foramen es en el 23,4% de los casos y con forámenes distintos en 3,2% de los casos. (Constanza Chartier, 2013) En nuestro estudio se analizó el sistema de conductos de los incisivos inferiores mediante TAC⁵ en el cual se encontró que la bifurcación que termina en un único foramen es en el 25% y con distintos forámenes solamente el 2,5% según la clasificación de Vertucci.

La literatura disponible sobre incisivos inferiores indica que la prevalencia de dos conductos se ha evidenciado en porcentajes que van desde 11,5 al 44,1%. Benjamin y Dowson, reportan que el 41.1% de incisivos inferiores estudiados tienen dos conductos separados, y de estos a su vez, sólo el 1.3% poseen dos foraminas separadas. (Schindler, 1999)

En un estudio de la Universidad Estadual de Campinas (FOP-UNICAMP) en Sau Paulo, Brasil, nos muestra la presencia de dos conductos radiculares en los incisivos inferiores con un 3,0% de los incisivos centrales y 16,75% de los incisivos laterales, mediante la evaluación de microscopio óptico, mientras que con la evaluación radiográfica mostraron el 18,05% de los incisivos inferiores con dos conductos radiculares. (Morante, 2013) En la presente investigación se encontró la presencia de dos conductos, con un 26,7% en los incisivos centrales y un 24% en los incisivos laterales, mediante la utilización de TAC.

Autores como Rankine Wilson y Henry, observaron en el 40.5% de incisivos inferiores estudiados dos conductos y de esta misma muestra el 87% presentaban dos foraminas. Miyashita, reporta la presencia de dos conductos en el 12.4% de casos, conductos laterales en el 7% y deltas

⁵ TAC: Tomografía Axial Computarizada

apicales el 20%. Mauger logró determinar que la presencia de dos conductos fue del 2% a 1 mm, 0% a 2mm y 1% a 3mm. (Moraes, 2009)

De igual manera, con el objetivo de lograr determinar clínicamente la presencia de un segundo conducto en incisivos inferiores, autores como Jabín indican que se debe realizar el acceso lo más cercano posible al cingulo, con el objetivo de eliminar el bulbo de dentina presente a este nivel, para así permitir un acceso en línea recta, así como para poder identificar y conformar el conducto lingual, en caso de existir.(Vertucci, 2005) (Schindler, 1999)

En un estudio realizado en la Universidad de Cuenca en el año 2013, con el método de diafanización con 143 incisivos inferiores nos muestra que el 89.5% presentaron un conducto tipo I; 1.4% tipo II; 2.1% tipo III; 1.4% tipo IV; 4.2% tipo V; y 0.7% tipo VII. Mientras que en nuestro trabajo investigativo; se encontró un 72,5% que presentó conducto tipo I; mientras que la incidencia de dos conductos en sus diferentes manifestaciones fue del 27,5% (Tipo III 25 % y VII 2,5%).

Además, en este estudio no se encontraron variaciones en la anatomía interna de los incisivos inferiores que presenten clasificación tipo II; IV; V; VI y VIII de Vertucci.

9. CONCLUSIONES

- ✓ Al analizar las variaciones de la anatomía interna de los incisivos centrales inferiores; según la clasificación de Vertucci; se encontró que: el 73.3% tuvieron conducto único en toda su extensión (Tipo I); seguido de la emergencia de un solo conducto, que a nivel medio se bifurca y termina en un solo conducto (Tipo III) con el 26,7%.
- ✓ Las variaciones anatómicas de los incisivos laterales inferiores fueron: un 72% conducto único que emerge desde la cámara radicular hasta el ápice (Tipo I); un 24% que emerge como conducto único, que a nivel medio se bifurca para luego unirse y terminar en un solo (Tipo III); y finalmente; se encontró una variación que consiste en un único conducto que a nivel medio se divide e inmediatamente se fusionan y próximo al ápice se bifurca nuevamente para terminar así (Tipo VII) con el 4% según la clasificación de Vertucci.

10. RECOMENDACIONES

- Es recomendable incrementar a las prácticas preclínicas de los estudiantes en formación de la Carrera de Odontología de la Universidad Nacional de Loja, métodos que permitan visualizar de mejor manera la anatomía interna de los dientes, logrando menos errores en la práctica clínica endodóntica.
- En la práctica profesional, es indispensable incorporar como método de diagnóstico la TAC ya que esta nos muestra imágenes en 3D, dando así mejores resultados a los tratamientos endodónticos.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Estévez, R., De La Torre, F., Cangas, J., Bautista, B., & Cabello, R. (2009). Tomografía computarizada en endodoncia: usos e indicaciones, 27(2), 81–84. Retrieved from <http://www.medlinedental.com/pdf-doc/ENDO/v27-2-6.pdf>
- Kabak, Y. S., & Abbott, P. V. (2007). Endodontic treatment of mandibular incisors with two root canals: Report of two cases. *Australian Endodontic Journal*, 33(1), 27–31. <https://doi.org/10.1111/j.1747-4477.2007.00054.x>
- Oporto V, G. H., Fuentes F, R. E., & Soto P, C. C. (2010). Variaciones Anatómicas Radiculares y Sistemas de Canales. *International Journal of Morphology*, 28(3), 945–950. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022010000300046>
- Robertson, D., Leeb, I. J., McKee, M., & Brewer, E. (1980). A clearing technique for the study of root canal systems. *Journal of Endodontics*, 6(1), 421–424. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(80\)80218-4](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(80)80218-4)
- Vertucci, F. J. (2005). Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endodontic Topics*, 10(1), 3–29. <https://doi.org/10.1111/j.1601-1546.2005.00129.x>
- Willershausen, B., Kasaj, A., Röhrig, B., & Marroquin, B. B. (2008). Radiographic investigation of frequency and location of root canal curvatures in human mandibular anterior incisors in vitro. *Journal of Endodontics*, 34(2), 152–156. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.09.017>
- Zheng, Q., Zhou, X., Jiang, Y., Sun, T., Liu, C., Xue, H., & Huang, D. (2009). Radiographic Investigation of Frequency and Degree of Canal Curvatures in Chinese Mandibular Permanent Incisors. *Journal of Endodontics*, 35(2), 175–178. <https://doi.org/10.1016/J.JOEN.2008.10.028>

- Abbott, K. Y. (2007). Case Report Endodontic treatment of mandibular incisors with two root canals: Report of two cases. *Aust Endod J*, 33: 27–31 .
- B.D.S., D. S. (12 de 05 de 2007). *ABERRANT ROOT CANAL ANATOMY: A REVIEW*. Obtenido de http://endojamaica.com/wp-content/uploads/2012/05/Endodontic-Bulletin_vol_18.pdf
- Babu Thota, L. (2016). Root Canal Morphology of Mandibular Central Incisors in Nellore population. *International Journal of Oral Care and Research*, 10.
- Brau, C. C. (2014). *endodoncia tecnicas clinicas y bases cientificas*. España: elsevier masson.
- Bravo, R., Valenzuela, M., & Cáceres, F. &. (2015). Aplicación de técnica de hidróxido de potasio y glicerina para. *Scielo*, 33(2):673-677,.
- Brooks, S. (1997). X-ray microtomography Nondestructive three-dimensional imaging for in vitro endodontic Studies. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 83:510-6.
- Canalda, C. (2014). *Endodoncia técnicas clínicas y bases científicas*. España: ELSEVIER MASSON.
- Carbó Ayala, J. E. (2009). *Anatomía dental y de la oclusión*. La Habana: Ciencias Médicas.
- Centauro. (2018). Terapia endodóntica y el éxito de las radiografías dentales. *Seguros Centauro Salud Especializada*.
- Cohen. (2011). *Vias de la Pulpa*. barcelona, españa: Elsevier.
- COHEN. (2011). *vias de la pulpa* . Barcelona, España: elsevier.
- Constanza Chartier. (06 de mayo de 2013). *Anatomía de dientes anteriores*. Obtenido de <http://www.postgradosodontologia.cl/endodoncia/images/EspecialidadEndodoncia/Seminarios/2013-2014/DocSeminarioAnatomiaDeDientesAnteriores.pdf>
- D., N. B. (1991). Predictability of radiographic diagnosis of variations in root canal anatomy in mandibular incisor and premolar teeth. . *international endodontic journal*, 58-62 .
- Djalma Pécora, J. (diciembre de 2005). UNA BREVE HISTORIA DE LOS MÉTODOS DE ESTUDIO DE LA ANATOMÍA INTERNA DE LOS DIENTES HUMANOS. *Departamento de Odontología restaurativa*, 5-14.
- Esteban, V. (2013). *Seminario de Anatomía de Dientes anteriores*. valparaiso.

- F. Ezoddini DMD, M. Z. (2006). Root Canal Morphology of Human Mandibular Incisors in Yazd Province . *Dental Research Journal* , 1-4.
- Fuentes, D. D. (2013). *anatomia del tercio apical*. Chile.
- Goldberg, S. (2002). *ENDODONCIA. Técnicas y fundamentos*. Argentina: Médica Panamericana.
- Iruretagoyena, M. A. (02 de abril de 2014). *Apertura de acceso y morfología dentaria en incisivos y caninos*. Obtenido de <http://www.sdpt.net/endodoncia/aperturaunirradiculares.pdf>
- Kaffe I, K. A. (1985). Radiographic study of the root canal system of mandibular anterior teeth. *international endodontic journal*, 253-9.
- Lenguas, A. O. (2010). Tomografía computerizada de haz cónico. Aplicaciones clínicas en odontología; comparación con otras técnicas. . *Cient. dent*, 147-159.
- Llano-Robayo, J. A. (2017). Prevalencia de dos conductos en incisivos inferiores permanentes mediante el uso de radiovisiografía. *dominio delas ciencias*, 488-500.
- Miyashita, M. (1997). Root canal system of the mandibular incisor. *Journal of Endodontics*, 479-484.
- Moraes, G. d. (2009). In vitro incidence of root canal bifurcation in mandibular incisor by radiovisiography. *J Appl Oral Sci*, 234-239 .
- Morante, D. R. (2013). Localización efectiva de un segundo conducto radicular en insivos inferiores mediante magnificación, radiográfica y diafanización. *Revista Estomatol herediana*, 6.
- Nallapati, S. (2007). ABERRANT ROOT CANAL ANATOMY: A REVIEW. 50-62.
- Neelakantan P, S. C. (2010). Comparative evaluation of modified canal staining and clearing technique, cone-beam computed tomography, peripheral quantitative computed tomography, spiral computed tomography, and plain and contrast medium-enhanced digital radiography in studying root c. *Journal Endodontic*, 47-51.
- Schindler, M. M. (1999). Ideal Endodontic Access in Mandibular Incisors. *J Endod*, 206-207 .
- Segura Egea, J. (2016). Anatomia dentaria interna. *endodoncia, patologia y terapéutica dental I*, 1-65.
- Shankar, U. C. (2004). Canal and isthmus morphology in mandibular incisors – An in vitro study. *Endodontology*, 7-14.
- Silva, S. T. (2010). The use of cone beam computed tomography in dentistry. *Odontol Clín Cient.*, 303-306.

- Thiago de Santana Santos, R. d. (2010). The use of cone beam computed tomography in dentistry. *scielo*, 303-306.
- Venturi M, P. C. (2003). A preliminary analysis of the morphology of lateral canals after root canal filling using a tooth-clearing. *International Endodontic Journal*, 36, 54-63.
- WeiFan, B. Y. (2008). Identification of a C-shaped Canal System in Mandibular Second Molars—Part II: The Effect of Bone Image Superimposition and Intraradicular Contrast Medium on Radiograph Interpretation. *International endodontic journal*, 160-165 .
- Weng, X.-L. (2009). Root Canal Morphology of Permanent Maxillary Teeth in the Han Nationality in Chinese Guanzhong Area: A New Modified Root Canal Staining Technique. *Journal of Endodontics*, 651-656.

12. ANEXOS

ANEXO N° 1



ANEXO N°2



ANEXO N°3

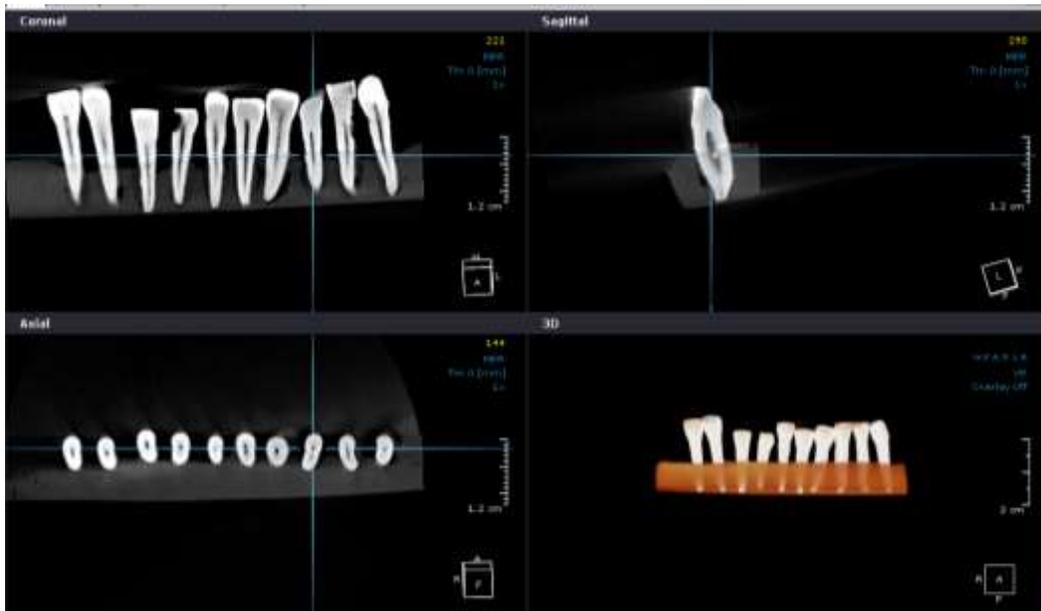


ANEXO N°4

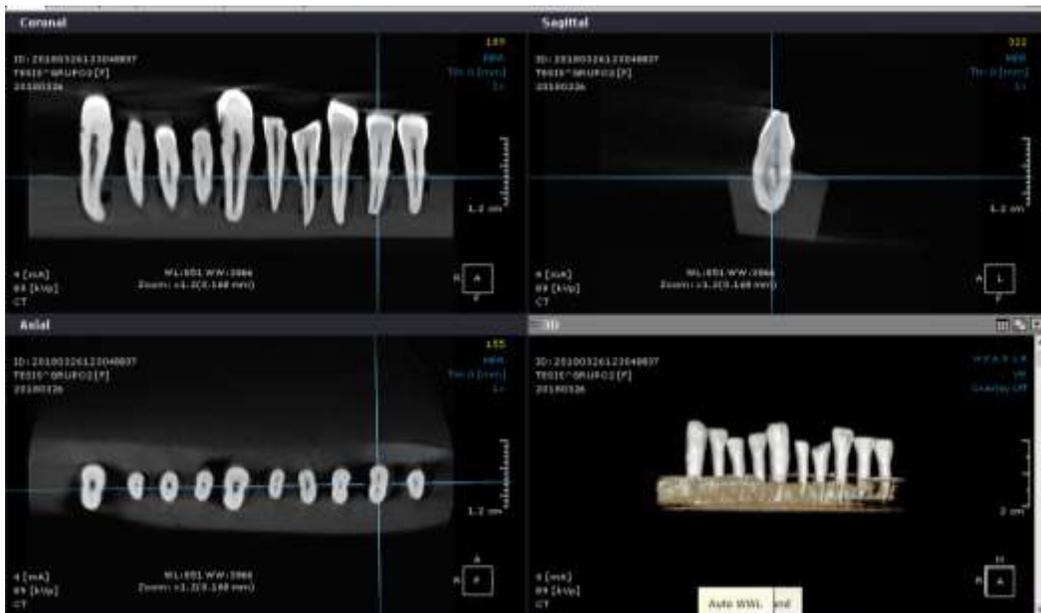


MUESTRAS TOMOGRAFICAS POR GRUPO

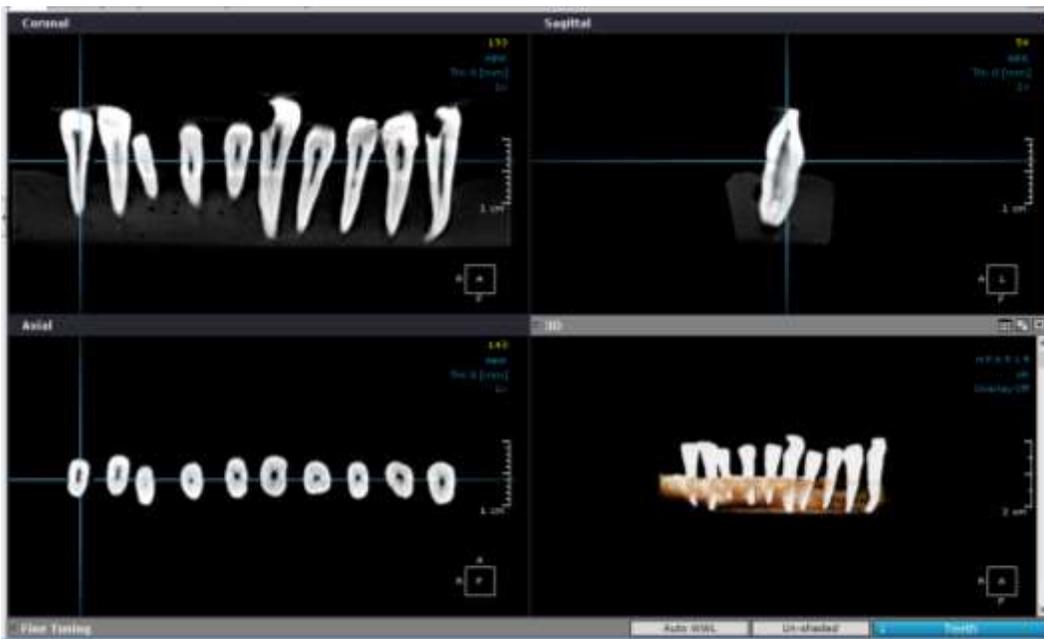
GRUPO I



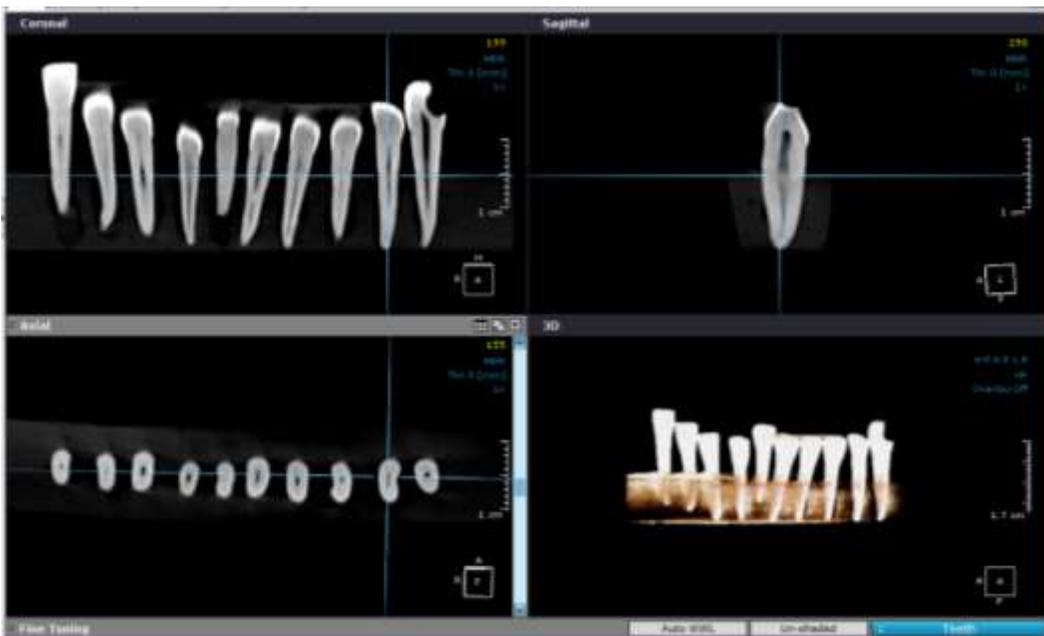
GRUPO II



GRUPO III



GRUPO IV



CLÍNICA DE ESPECIALIDADES ODONTOLÓGICAS
DELGADO

Loja, 26 de marzo del 2018

Dr. Javier Delgado Guerrero
Odontólogo Especialista en Rehabilitación Oral

CERTIFICA:

Que, la Señorita Tania Gabriela Asanza Ramirez, con número de cédula de identidad 0705919330, realizó junto a mí persona la captura tomográfica de cuatro troqueles de dientes.

El tomógrafo utilizado es un Instrumentarium Maxio.

El campo fue 8x8 cm.

EL Software para la visualización de las imágenes es el OnDemand3D Dental.

Dicho estudio forma parte de proyecto de tesis de la alumna.

Faculto a la persona interesada a hacer uso del presente certificado para el fin que estime conveniente.



Dr. Javier Delgado Guerrero

 *Dr. Javier Delgado Guerrero*
ODONTÓLOGO ESPECIALISTA EN
REHABILITACIÓN ORAL
Registro SENESCYT: 1005-13-86040986
MSP: Libro: 4 Folio: 152 N° 363

Azuay y Sucre (Esq). Consorcio Médico Torre 2. 0986 199 753
Loja - Ecuador

Ronda, N.
Aplicaciones de la TAC en endodoncia.



Recibido: Julio 2012 - Aceptado: Agosto 2012

Facultad de Odontología
Universidad Nacional de Rosario

Revisión Bibliográfica Aplicaciones de la TAC en endodoncia

Natalia Ronda

E-mail: natalia.ronda@gmail.com

Desarrollo Tomografía Axial Computarizada

La historia de la radiología es corta, es una historia de apenas cien años. La radiología es una especialidad viva, en constante evolución y progreso, una especialidad que continuamente revoluciona el saber médico e instaura nuevas pautas y protocolos diagnósticos y terapéuticos. La radiología abarca múltiples modalidades de imagen y cada una de estas técnicas ha influido activamente en el conocimiento de la historia natural de las enfermedades permitiendo confirmar o descartar entidades que antes únicamente se podían diagnosticar clínicamente. Sin duda, una de las modalidades radiológicas que desde su creación más ha evolucionado y se ha instaurado más rápidamente en la práctica clínica diaria es la tomografía computarizada.

La palabra tomografía es formada por la unión de dos términos griegos "tomos" y "graphos" que significan respectivamente, partes y registro. De esta forma, la tomografía consiste en la obtención de imágenes del cuerpo en partes o cortes. Es una técnica especializada que registra de manera clara objetos localizados dentro de un determinado plano y permite la observación de una región con poca o ninguna superposición de estructuras ⁽¹⁾.

De manera general, las tomografías pueden ser clasificadas en dos tipos:

- Tomografía convencional
- Tomografía computarizada.

Esta última puede ser aún subdividida de acuerdo con el formato del haz de rayos X utilizado en:

- tomografía computarizada tradicional de haz en rango (fan beam)
- tomografía computarizada volumétrica de haz volumétrico (cone beam)

La tomografía computarizada de haz volumétrico utiliza una tecnología innovadora en la adquisición de imagen, el haz cónico de rayos X. Este permite que la imagen sea adquirida como un volumen y no como un plano, como ocurre en la tomografía computarizada médica.

El advenimiento de la tomografía computarizada de haz volumétrico representa el desenvolvimiento de un tomógrafo relativamente pequeño y de menor costo, especialmente indicado para la región dentomaxilofacial. El desenvolvimiento de esta nueva tecnología está proporcionando a la Odontología la reproducción de la imagen tridimensional de los tejidos mineralizados maxilofaciales, con mínima distorsión y dosis de radiación significativamente reducida en comparación a la tomografía computarizada tradicional.

Ronda, N.
Aplicaciones de la TAC en endodencia.

No debe confundirse la tomografía axial computada (TAC) con la radiología convencional de rayos X (placa simple), que igualmente permite una visualización en dos dimensiones, pero con mucho menor detalle, debido a que se superponen las diferentes estructuras del organismo sobre una misma imagen, porque la radiación es emitida de una forma difusa. En cambio, para la TAC se utiliza un haz muy bien dirigido y con un grosor determinado, que depende del tamaño de la estructura a estudiar. Otra diferencia entre estos dos métodos diagnósticos, es que en la placa simple, las estructuras se ven radiolúcidas y radiopaco, no pudiéndose diferenciar otro tipo de densidad. Mientras que en la TAC, se pueden distinguir distintas densidades, pudiendo así reconocer los múltiples tejidos, dejando muy pocas estructuras fuera de observación. Vale la pena destacar, a favor de la placa simple, que su costo es muy inferior a la TAC. La mayor desventaja que presenta la TAC, es la dosis de radiación que recibe el paciente.

Reseña histórica

Los fundamentos matemáticos de la TAC, fueron establecidos en el año 1917 por el matemático Austriaco J. Radon, quien probó que era posible reconstruir un objeto bidimensional o tridimensional, a partir de un conjunto de infinitas proyecciones.

En 1963, el físico A. M. Cormack indicó la utilización práctica de los resultados de Radon para aplicaciones en medicina. Nació así la llamada tomografía computada.

El primer aparato de TAC (Fig. N° 1) fue producido en la compañía disquera EMI (Electric and Musical industries). En el año 1955 decidió diversificarse y con tal fin, instaló un Laboratorio Central de Investigación, para reunir científicos abocados a proponer proyectos interesantes en diversos campos, que permitieran generar nuevas fuentes de ingreso. Su creador y desarrollador fue el Ingeniero Goodfrey N. Hounsfield, Premio Nobel en Medicina en 1979 por el desarrollo de la tomografía asistida por computadoras, entró a trabajar en 1951 a EMI y en 1967 propuso la construcción del escáner EMI, que fue la base de la técnica para desarrollar la TAC, como una máquina que unía el cálculo electrónico a las técnicas de rayos X con el siguiente fin: crear una imagen tridimensional de un objeto, tomando múltiples mediciones del mismo con rayos X desde diferentes ángulos y utilizar una computadora que permita reconstruirla a partir de cientos de planos superpuestos y entrecruzados.



Fig. N° 1: Original "Siretom" CAT Scanner - 1974

La TAC se constituyó como el mayor avance en radiodiagnóstico desde el descubrimiento de los rayos X. Su introducción en el mercado de Estados Unidos fue en 1972, en aquellos tiempos cada corte o giro del tubo emisor de radiación requería 4 minutos y medio para realizarse, además de los 60 segundos indispensables para reconstruir la imagen. A medida que se hacían más rápidos y presentaban mejor resolución, los tomógrafos fueron pasando por distintas generaciones, aparecieron los tomógrafos multicorte con multidetectores y posteriormente los tomógrafos helicoidales, en donde el giro del tubo emisor es continuo, permitiendo hacer cortes y disparos simultáneos en diferentes ángulos, con lo cual se evita la discontinuidad entre cortes, reduce el tiempo de exposición, utiliza menos líquidos de contraste y facilita la reconstrucción tridimensional de imágenes. Todo esto de uso, aplicable, más específicamente a la medicina. Hasta que hace algunos años fue desarrollada una nueva

Ronda, N.
Aplicaciones de la TAC en endodoncia.

tecnología en Radiología Odontológica, denominada "Tomografía Computarizada de Haz Volumétrico", incorporando diversas ventajas sobre los tomógrafos médicos y convencionales e implicando cambios en relación a los actuales medios de diagnóstico.

El escáner de tomografía computarizada significó una auténtica revolución en el campo de la radiología, ya que se basa en el enfoque de un haz de rayos X colimado sobre el paciente, donde la radiación remanente atenuada es medida por un detector cuya respuesta se transmite a un ordenador. El ordenador analiza la señal del detector, reconstruye la imagen y la presenta en un monitor. Mediante ecuaciones matemáticas (algoritmos) adaptadas al procesamiento informático se efectúa una reconstrucción por ordenador de vistas transversales de la región anatómica de interés.

Principios de funcionamiento

La forma más sencilla de tomografía consiste en el uso de un haz de rayos X finamente colimado y un único detector. La fuente de rayos X y el detector están conectados de tal modo que se mueven de forma sincronizada, cuando el conjunto fuente-detector efectúa un barrido, o traslación, del paciente, las estructuras internas del cuerpo atenúan el haz de rayos X según sus respectivos valores de número atómico y densidad de masa. La intensidad de radiación detectada variará, conformará un perfil de intensidad llamado proyección. Al concluir la traslación, el conjunto fuente-detector regresa a su posición de partida, y el conjunto completo gira para iniciar una segunda traslación. Durante ésta, la señal del detector vuelve a ser proporcional a la atenuación del haz de rayos X de las estructuras anatómicas, de lo que se obtiene un segundo resultado de exploración.

Si se repite este proceso un número elevado de veces, se generarán numerosas proyecciones. Estas proyecciones no se perciben visualmente, sino que se almacenan en un ordenador. Después el ordenador las procesa y estudia sus patrones de superposición para reconstruir una imagen final de las estructuras anatómicas. Mediante el empleo de ecuaciones simultáneas se obtiene finalmente una matriz de valores representativa de la sección transversal de la estructura sometida a examen.

Tipos de tomografías computarizadas (escáneres)

ESCANERES DE PRIMERA GENERACION (TIPO I TRANSLACION-ROTACION)

El funcionamiento se basa en un tubo de rayos X y un detector, este sistema hace el movimiento de translación rotación. Para obtener un corte tomográfico son necesarias muchas mediciones y, por lo tanto muchas rotaciones del sistema, lo que nos lleva a tiempos de corte muy grandes (superiores a 5 minutos).

ESCANERES DE SEGUNDA GENERACIÓN (TIPO II TRANSLACION-ROTACION)

En esta generación se utilizan varios detectores y un haz de rayos X en abanico, lo que aumenta la radiación dispersa, con esto se consigue que el tiempo de corte se reduzca entre 20 y 60 segundos.

ESCANERES DE TERCERA GENERACION (ROTACION-ROTACION)

En los cuáles el tubo de rayos X y la matriz de detectores giraban en movimientos concéntricos alrededor del paciente. Como equipos de sólo rotación, los escáneres de esta generación eran capaces de producir una imagen por segundo.

El escáner de tomografía computada de tercera generación utiliza una disposición curvilínea que contiene múltiples detectores y un haz en abanico. El número de detectores y la anchura del haz en abanico, de entre 30 y 60° y el haz en abanico y la matriz de detectores de tercera generación permite además obtener una mejor colimación del haz de rayos X, con la reducción de la radiación dispersa.

Una de las principales desventajas de los escáneres de tercera generación es la aparición, ocasional, de artefactos, debida a una falla de algún detector.

ESCANERES DE CUARTA GENERACION (ROTACION-ESTACIONARIA)

Los escáneres de cuarta generación poseen sólo movimiento rotatorio. El tubo de rayos X gira, pero la matriz de detectores no. La detección de la radiación se realiza mediante una disposición circular fija de detectores. El haz de rayos X tiene forma de abanico, con características similares a las de los haces usados en equipos de tercera generación. Estas unidades alcanzan tiempos de barrido de 1 segundo y pueden cubrir grosores de corte variables, así como suministrar las mismas posibilidades de manipulación de la imagen que los modelos de generaciones anteriores.

La matriz de detectores fijos de los escáneres de cuarta generación no produce una trayectoria de haz constante desde la fuente a todos los detectores, sino que permite calibrar cada detector y normalizar su señal durante cada barrido.

El principal inconveniente de los escáneres de cuarta generación es la alta dosis que recibe el paciente, bastante superior a la que se asocia a los otros tipos de escáneres.

ESCANERES DE QUINTA GENERACION (ESTACIONARIO-ESTACIONARIA)

En esta clase de tomografía computarizada hay múltiples fuentes fijas de rayos X que no se mueven y numerosos detectores también fijos. Son muy caros, muy rápidos y con tiempos de corte cortísimos. Sólo se utilizaron en EE.UU.

ESCANERES DE SEXTA GENERACION

Se basan en un chorro de electrones. Es un cañón emisor de electrones que posteriormente son reflexionados (desviados) que inciden sobre láminas de tungsteno. El detector está situado en el lado opuesto del Gantry por donde entran los fotones. Consigue 8 cortes contiguos en 224 milisegundos. Sólo se utilizaron en EE.UU. Eran carísimos y enormes, poco útiles.

TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA HELICOIDAL

En estos sistemas el tubo de rayos X y los detectores se montan, sobre anillos deslizantes y no se necesitan cables para recibir electricidad o enviar información recibida.

Esto permite una rotación completa y continua del tubo y detectores, tras la camilla de exploración. Se desplaza con una velocidad constante.

El haz de rayos X traza un dibujo en forma de hélice sobre la superficie del paciente, mientras se adquieren inmediatamente los datos de un volumen de su anatomía, por esto se denomina tomografía computarizada volumétrica o helicoidal.

Las imágenes o cortes axiales se reconstruyen a partir de los datos obtenidos en cada uno de los ciclos del tomógrafo computarizado helicoidal, también puede funcionar como un tomógrafo computarizado convencional.

Fue introducida por Siemens en el año 1990. Actualmente casi todos los equipos de tomografía computarizada que se venden son helicoidales, los tiempos de exploración son de 0,7 y 1 segundo por ciclo.

TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA DE HAZ VOLUMETRICO EN ODONTOLOGIA

La tomografía computarizada de haz cónico, en inglés, Cone Beam Computed Tomography (CBCT), fue desarrollada a finales de los años noventa con el fin de obtener escáneres tridimensionales del esqueleto maxilofacial con una dosis de radiación menor que la tomografía computarizada convencional (TC) ⁽⁴⁶⁾⁽⁴⁷⁾, revolucionando la imagen del complejo craneofacial y ofreciendo una alternativa a la imagen convencional intraoral y panorámica, que elude la superposición y los problemas de distorsión de imágenes.

La odontología está pasando por un período de cambios tecnológicos cada vez más intensos. Esas innovaciones de tecnología van desde el desenvolvimiento de recientes métodos de diagnóstico hasta nuevas modalidades de tratamiento. Ese proceso evolutivo se debe principalmente a la tecnología digital que tiene permitido grandes avances en las búsquedas y disponibilidad de exámenes por imagen con mayor especificidad y sensibilidad ⁽⁴⁶⁾.

Todo odontólogo debe, de esta forma, tener conocimiento suficiente actualizado acerca de los exámenes disponibles para indicarlos correctamente y así realizar un diagnóstico y plan de tratamiento con precisión.

La odontología toda está siendo objeto de grandes cambios en sus posibilidades diagnósticas y terapéuticas, por el advenimiento de tecnologías difícilmente imaginadas hace tan sólo una década atrás.

Son ejemplos claros la utilización de microscopía clínica en Endodoncia y en el caso de la radiografía, es la tomografía Cone Beam de alta resolución.

Una de las grandes dificultades que enfrenta el endodoncista es el poder visualizar las estructuras anatómicas en los tres sentidos del espacio, lo que se lograba muy limitadamente utilizando técnicas radiográficas disociadas y otras similares.

La visualización de la compleja anatomía radicular y de los conductos y sus estados patológicos en forma volumétrica mediante el uso de esta tecnología de imágenes, viene a abrir un horizonte insospechado al especialista.

Revisión de la literatura. Características de los CBTC

Diversos términos han sido empleados para describir la técnica de la tomografía computarizada de haz volumétrico incluyendo: tomografía computarizada de haz cónico, tomografía volumétrica dental, imagen volumétrica del haz cónico y tomografía computarizada dental.

El término más frecuentemente utilizado es tomografía computarizada de haz cónico. El resultado diferente de generaciones de tomógrafos anteriores es un haz orientado de forma piramidal, adquiriendo mayor volumen de área. Por lo tanto, el término probablemente más preciso a ser utilizado es "tomografía computarizada de haz volumétrico".

El equipo de tomografía computarizada de haz volumétrico es muy compacto y se asemeja al aparato de radiografía panorámica. Presenta dos componentes principales, posicionados en extremos opuestos de la cabeza del paciente: la fuente o tubo de rayos X, que emite un haz en forma de cono, y un detector de rayos X. El sistema tubo-detector realiza solamente un giro de 360° en torno a la cabeza del paciente y a cada determinado grado de giro (generalmente cada 1 grado), el equipo adquiere una imagen base de la cabeza del paciente, muy semejante a una telerradiografía bajo diferentes ángulos o perspectivas⁽³⁾.

Al contrario de la tomografía computarizada tradicional, que necesita de tantas vueltas cuanto fuesen las espesuras del corte y tamaño de la estructura, resultando mayor exposición del paciente a la radiación.⁽¹⁾ La tomografía computarizada de haz volumétrico, debido a su haz de rayos X en forma de abanico, necesita apenas de un giro alrededor del área de interés para obtener las informaciones necesarias para la reconstrucción de la imagen.⁽⁴⁾

Al término del examen, esa secuencia de imágenes base (raw data) es reconstruida para generar la imagen volumétrica en 3D, por medio de un software específico con un sofisticado programa de algoritmos, instalado en una computadora convencional acoplada al tomógrafo. El tiempo de examen puede variar de 10 a 70 segundos (una vuelta completa del sistema), pero el tiempo efectivo de exposición a los rayos X es menor, variando de 3 a 6 segundos.⁽⁴⁾

Una gran ventaja de la tomografía computarizada odontológica es cómo los programas que ejecutan la reconstrucción computarizada de las imágenes pueden ser instalados en computadoras convencionales, y no necesitan de un Workstation como la tomografía computarizada tradicional, a pesar de ambas ser almacenadas en el idioma Dicom (Digital imaging and communication in Medicine).⁽⁵⁾

De esta manera, si el profesional pondría un software específico instalado en su computadora, estará apto para manipular las imágenes tridimensionales, según su comodidad. Las imágenes de mayor interés pueden ser impresas y almacenadas.⁽⁵⁾

Una característica muy relevante de esta técnica, es que permite entregar al odontólogo el volumen completo para que lo explore con gran facilidad, en los planos axial, coronal y sagital, mediante un software auto ejecutable, que permite además efectuar mediciones 1:1 incluso de líneas curvas. Adjunto además viene una placa radiográfica con la selección de las imágenes más relevantes y un informe escrito. Todos los exámenes son respaldados digitalmente, lo que permite que el odontólogo y el radiólogo puedan analizar el caso a distancia, visualizando ambos, las mismas imágenes en forma simultánea.

Los programas de tomografía computarizada de haz volumétrico, al igual que la tomografía computarizada tradicional, permite la reconstrucción multiplanar del volumen escaneado, o sea, la visualización de las imágenes axiales, coronales, sagitales y oblicuas, (Fig. A y B) así como la reconstrucción en 3D. Adicionalmente, el programa permite generar imágenes bidimensionales, réplicas de las radiografías convencionales utilizadas en odontología, como la radiografía panorámica y las telerradiografías, función denominada reconstrucción multiplanar en volumen, que constituye otra importante ventaja de la tomografía computarizada de haz volumétrico.⁽³⁾

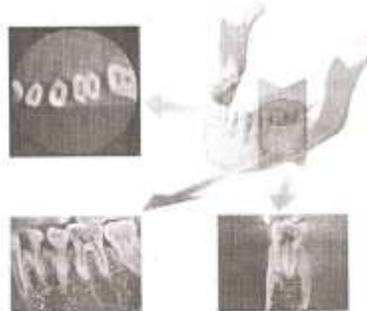


Fig. A: Imágenes en los tres planos del espacio son generados por la CBCT. El odontólogo selecciona la posición y espesor del slice. Los tres puntos de vista pueden ser evaluados simultáneamente sin alterar los otros dos.

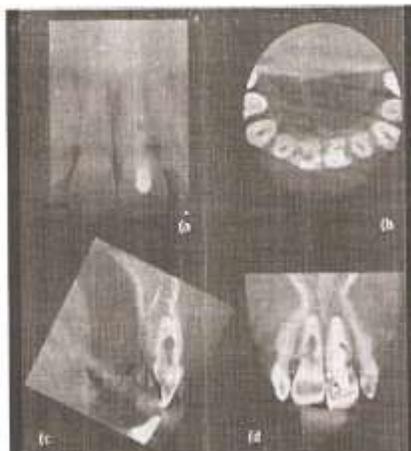


Fig. B:
a) Una radiografía periapical convencional
(b-d) típicas imágenes producidas por un CBCT limitado (3D Accutomo 80; J Morita, Kyoto (Japón)), b) coronal, c) sagital d) frontal. Paciente con resorción interna del incisivo superior derecho y resorción externa cervical.

Los cortes axiales son seleccionados por el operador en una visión lateral de la cabeza, semejante al scout y son consideradas reconstrucciones primarias o directas. Cada corte contiguo puede presentar una espesura mínima inferior a 1 milímetro a partir del corte axial, se obtienen las reconstrucciones secundarias, los cortes perpendiculares al contorno de los arcos dentarios, las reconstrucciones en 3D y las imágenes convencionales bidimensionales. Sobre todas esas imágenes, el software aún permite la realización de mediciones digitales lineales y angulares, así como el color de las estructuras de interés, como por ejemplo el conducto radicular.

De acuerdo con Suomalainen y col.⁽⁶⁾ el plano de las imágenes obtenidas es perpendicular (ortogonal) a la curvatura del arco dentario.

El volumen total del área escaneada presenta un formato cilíndrico, de tamaño variable, de acuerdo con la marca del equipo, y se compone unitariamente por el voxel. En la tomografía computarizada de haz volumétrico, el voxel es llamado isométrico, o sea presenta altura, anchura y profundidad de iguales dimensiones.⁽⁴⁾

Cada lado del voxel presenta dimensiones submilimétricas (menor que 1 milímetro, generalmente de 0,119 a 0,4 milímetros) y, por lo tanto, la imagen de tomografía computarizada presenta muy buena resolución. Por esta razón, los pocos estudios en el área de validez de la tomografía volumétrica computarizada para análisis cualitativo y cuantitativo mostraron una alta precisión de la imagen, además de la buena nitidez.⁽⁷⁾⁽⁸⁾

Ronda, N.
Aplicaciones de la TAC en endodoncia.

Según Park y col. ⁽⁹⁾ la imagen producida por la tomografía computarizada de haz volumétrico tiene alta definición y es superior a la de la tomografía computarizada helicoidal.

Al igual que la tomografía axial computarizada, esta técnica está sujeta a la presencia de artefactos, producidos por elementos muy radiopacos como espigas metálicas o algunos rellenos endodónticos, hoy en desuso, pero en todo caso los artefactos mencionados son de mucha menor intensidad.

Los artefactos producidos por restauraciones metálicas son menos significantes que en la tomografía computarizada tradicional. ⁽¹⁰⁾

Para Eggers y col. ⁽¹¹⁾ esta propiedad de producir imágenes considerablemente libres de artefactos metálicos es la principal ventaja de la tomografía computarizada de haz volumétrico para localización de los cuerpos extraños metálicos.

En la tomografía de haz volumétrico hay una reducción de tamaño del área irradiada por el enfoque del haz primario de rayos X para el área de interés, llevando a la disminución de la dosis de radiación.

Por otro lado, en comparación a una tomografía convencional, el potencial del examen de tomografía computarizada en el suministro de información es mucho mayor. Además con un examen de tomografía computarizada de haz volumétrico, el profesional puede obtener reconstrucciones de todas las tomas radiográficas odontológicas convencionales (panorámica, telerradiografía, periapical, bite wings y oclusales).

Descripción de la técnica

Esta técnica consiste en la obtención de 556 imágenes digitales de alta resolución en la medida que un conjunto emisor de rayos X y un sensor plano giran en torno a un campo anatómico a visualizar. Una vez obtenidas estas imágenes, mediante complejos algoritmos computacionales, se obtiene un volumen de 4x4 hasta 8x8 centímetros. Este volumen se llama campo de visualización o FOV (field of view) en inglés. Este volumen está constituido por múltiples pequeñas unidades volumétricas llamadas voxels. En la medida que estos voxels son de menor tamaño, se obtiene mayor nitidez de imagen o resolución.

No todos los tomógrafos computarizados de haz cónico o Cone Beam, del inglés (CBTC) caben dentro de la clasificación de alta resolución, principalmente por dos factores:

- Tamaño del FOV
- Tamaño del voxel

Muchos tomógrafos tienen FOV mayores, pero no son útiles en el campo de la Endodoncia, ya que generan mayores áreas anatómicas, con el consiguiente detrimento de la calidad de imagen, y al mismo tiempo tienen menor resolución espacial, ya que el tamaño del voxel de 200 micrones permite sólo la existencia de 125 voxels por milímetro cúbico. El espesor del corte utilizado en Endodoncia normalmente es de 0,5 mm pudiendo ser desde 0,125 hasta 1,0 mm de acuerdo al caso específico, pero la calidad diagnóstica de la imagen no es dependiente del espesor del corte, sino del tamaño del voxel.

Otra limitación de la técnica, es su sensibilidad al movimiento del paciente durante la exposición a los rayos. Aunque la adquisición del volumen toma sólo 17,5 segundos, si el paciente se mueve durante dicho período, decae la calidad de la imagen. Este inconveniente puede hacerse presente en pacientes con dificultades motoras que produzcan movimientos involuntarios.

Comparación de la tomografía computarizada de haz cónico con otras técnicas

Tomografía computarizada convencional (TC)

La TC fue desarrollada por G.N. Hounsfield ⁽¹²⁾ en 1967 y desde el primer prototipo ha sufrido una evolución gradual hasta 6 generaciones distintas cuya clasificación se basa en la organización de las distintas partes del sistema y por el desplazamiento físico del haz. ⁽¹³⁾

Tomografía computarizada de haz cónico (CBCT)

Difiere de la imagen de TC en que el volumen tridimensional de los datos es adquirido en el curso de un solo barrido del escáner, usando una simple y directa relación entre sensor 2D y fuente de radiación que rotan sincrónicamente alrededor de la cabeza del paciente (fig. N° 2). Dependiendo del tipo de escáner utilizado, la fuente de rayos X y el detector rotan entre 180 y 360 grados alrededor de la cabeza del paciente. La mayoría escanean la cabeza del paciente sentado o de pie (fig. N° 3). El haz de rayos es de forma cónica y obtiene un volumen de datos cilíndrico o esférico, descrito como field of view (FOV). El tamaño del FOV es variable, (fig. N° 4), escáneres CBCT de gran volumen (por ejemplo, i-CAT; Imaging Sciences International, Hatfield, PA, USA y Newton; QR, Verona, Italia) son capaces de capturar el esqueleto maxilofacial completo. Algunos escáneres CBCT también permiten ajustar la altura del FOV cilíndrico para capturar sólo una zona (por ejemplo, i-CAT). Esto tiene la ventaja de reducir la dosis de radiación.

Fig. N° 2: Esquema que muestra la adquisición de la imagen TAC

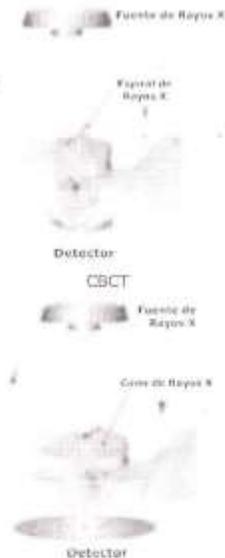


Fig. N° 3: Aparatos CBCT



Los escáneres CBCT de limitado volumen (por ejemplo, Accutomo 3D, J Morita Corporation, Osaka, Japon) pueden capturar un volumen de datos de 40 mm de alto por 40 mm de diámetro, similar a la anchura y altura de la radiografía convencional periapical. El FOV más pequeño resulta en una dosis efectiva menor de radiación de 7,4 microSv.

Los tiempos de adquisición con CBCT varían entre 10 y 40 segundos en función del tipo de escáner usado y de los parámetros de exposición seleccionados.

En comparación con una tomografía computarizada convencional médica, el CBCT es de un costo mucho menor y utiliza una dosis de exposición relativamente menor.

Fig. N° 4: Esquema que muestra los diferentes tamaños de FOV de más pequeño (Izda.) a más grande (Dcha.).



Exactitud de reproducción

Las imágenes 3D están constituidas por voxels en lugar de píxeles que son los que determinan las imágenes digitales 2D. El tamaño de cada voxel depende de su altura, anchura y grosor o profundidad y es el elemento más pequeño del volumen de la imagen radiográfica 3D. En TC los voxels son anisotrópicos (no idénticos en todos los planos), la altura del voxel depende del grosor del haz de TC (grosor del corte), lo que limita la precisión de imágenes reconstruidas en determinados planos, puesto que depende de la distancia entre dichos cortes (gap) programada en la adquisición. Pero con los datos CBCT, los voxels son isotrópicos (iguales en longitud, altura y profundidad), lo que permite unas mediciones geométricamente precisas para los datos de CBCT en cualquier plano.¹¹⁴⁾⁽¹¹⁵⁾ Los cortes tomográficos, son tan gruesos como el grosor de un voxel y pueden verse en distintas formas.

Una opción es ver las imágenes en los tres planos ortogonales: axial, sagital y coronal en una única pantalla, permitiendo al odontólogo una visión tridimensional real del área de interés. Seleccionando y moviendo el cursor en la imagen se alteran simultáneamente los cortes en los otros planos reconstruidos permitiendo el cambio dinámico en tiempo real para ver el área de interés (fig. N° 5). La calidad de la imagen de los escáneras de CBCT es superior a la TC helicoidal para el análisis de los tejidos dentales duros en la zona maxilofacial según algunos autores.¹¹⁶⁾⁽¹⁷⁾⁽¹⁸⁾

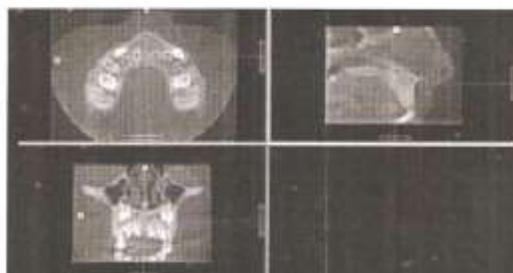


Fig. N° 5: Pantalla de navegación con imagen axial (arriba, izq.), sagital (arriba, dcha.) y frontal (abajo, izq.)

Varios estudios⁽¹⁹⁾⁽²⁰⁾ han confirmado la exactitud geométrica tridimensional del CBCT.

Ludlow⁽²⁰⁾ et al concluyeron que CBCT daba mediciones precisas en 2 y 3 dimensiones independientemente de la orientación de la cabeza y también que era fiable para obtener mediciones lineales del esqueleto maxilofacial.

Resolución

La odontología general y en particular la endodoncia se ven beneficiadas con esta modalidad de imágenes, ya que encuentran aplicaciones útiles en el diagnóstico, en la toma de decisiones, como guía de procedimientos y en la evaluación post operatoria.

La endodoncia requiere imágenes lo más precisas posibles. La anatomía de los conductos radiculares, calcificaciones y la presencia de fisuras deberían ser idealmente observadas en una imagen bidimensional. La imagen obtenida por el tomógrafo volumétrico digital, está compuesta de voxels isotrópicos y éstos determinan la resolución, es decir, las porciones reconstruidas de estos voxels tendrán la misma resolución espacial cualquiera que fuera su orientación. El tamaño de los voxels varía dependiendo del tipo de dispositivo y es en promedio de 0,15 mm, siendo levemente más bajo que el tamaño de un píxel de un tomógrafo convencional. Sin embargo, la resolución final será obtenida solamente después de automatizar la imagen.

Hay grandes inconsistencias en la calidad de este proceso, lo cual es crucial para la imagen final. Algunos modelos de voxels pequeños ofrecen imágenes borrosas y/o con artefactos, por lo tanto son más difíciles de utilizar en endodoncia. Cada dispositivo tiene sus propios algoritmos para la reconstrucción tridimensional y es allí en donde hay amplias inconsistencias en la aparición de artefactos y la agudeza de la imagen sin importar el tamaño del voxel.

En términos generales mientras más reducido sea el campo visual, mayor será la resolución de la imagen. En endodoncia este aspecto es muy importante, ya que el primer signo de la patología paradental es la discontinuidad de la lámina dura y el ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal. Los tomógrafos volumétricos digitales de última generación permiten que este signo sea visible ya que la resolución de sus voxels varía de 0,4 mm a 0,076 mm.

Tomógrafos volumétricos digitales

Hay numerosos modelos de tomógrafos volumétricos digitales dedicados a la odontología (Illuma; Kodak 9000, Galileo, Promax 3D, I-Cat, PreXion 3D, Newton 9000, entre otros). La mayoría de los sistemas funciona con menos de 100 Kvoltios y sólo muy pocos usan tubos de alto voltaje reservado para los radiólogos. Cada marca ofrece sus propias innovaciones en facilidad de uso y ergonomía. La tendencia actual es reducir el tamaño del dispositivo para que sea más fácil encontrarle un lugar en la clínica dental. La mayoría de estos equipos pueden ser utilizados para obtener radiografías panorámicas.

Tipos de equipos de tomografía volumétrica digital (TVD)

Los equipos de TVD se clasifican en la actualidad de acuerdo a uno de tres criterios:

- al posicionamiento del paciente al momento de la adquisición de la imagen
- el volumen de adquisición irradiado
- la funcionalidad clínica

Posicionamiento de paciente: los volúmenes de la región maxilofacial pueden obtenerse con el paciente en cualquiera de tres posiciones: acostado, de pie o sentado. Los equipos que requieren de un paciente acostado generalmente son de grandes dimensiones, y de difícil acceso para pacientes con dificultades motoras o discapacitados. Las unidades donde los pacientes se sientan son las más cómodas, sin embargo, son de acceso restringido para pacientes en sillas de rueda o discapacitados. Los equipos donde el paciente se mantiene de pie suelen ser los más versátiles y de menores dimensiones, sin embargo deben poder hacer un amplio recorrido vertical de ajuste para permitir la toma de pacientes sentados en sillas de ruedas.

Volumen de adquisición: las dimensiones del área de donde se obtiene información son en principio dependientes de la forma y del tamaño del sensor, de la geometría del haz cónico de radiación y de la habilidad del sensor en la colimación del haz.

La forma del área adquirida (o volumen de adquisición) puede ser cilíndrica o esférica. El que se pueda limitar al área de interés asegura que es posible ajustar el estudio a las características propias de cada paciente en base a la región seleccionada para ser estudiada y a la patología que presente.

En base a la relación altura - diámetro del volumen posible de adquirir, los equipos se pueden clasificar en:

- Localizados (también conocidos como focalizados, de campo reducido, pequeño o limitado), aproximadamente 5 cm o menos
- Arco individual (5 a 7 cm)
- Inter arcada (7 a 10 cm)
- Maxilofacial (10 a 15 cm)
- Cráneo facial (más de 15 cm)

En términos generales, a menor área de adquisición de volumen, mayor resolución espacial de la imagen. Dado que el signo inicial de enfermedad periapical es la discontinuidad de la lámina dura y el ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal, es deseable que la resolución de cualquier equipo a ser usado en endodancia no sea mayor de 200 μ m (el promedio de tamaño del ligamento)

Los equipos con un campo visual **GRANDE** abarcan una altura igual o superior a 16 cm, útiles para cefalometrías volumétricas, muestran casi todo el macizo facial.

Los equipos de campo visual **MEDIANO** abarcan un 45% del macizo facial aproximadamente, son útiles para una vista amplia, panorámicas virtuales y exámenes para implantología dental.

Los equipos de campo visual **PEQUEÑO**, cubren zonas muy específicas, con un volumen promedio de 4x5 cm aproximadamente, útiles para exámenes de senos paranasales, ATM, o de un solo maxilar. Permite detallar la zona de interés.

Ronda, N.
Aplicaciones de la TAC en endodoncia.

Al comparar la diferencia de tamaño de los volúmenes de adquisición de los distintos equipos, es fácil apreciar lo selectivo que puede ser el análisis volumétrico en la región maxilofacial. Considerando que cualquier estudio de esta naturaleza involucra la exposición a radiación por parte del paciente, es imperativo seleccionar con cuidado y bajo un criterio justificado la indicación de este examen.

Multimodo: es posible encontrar equipos híbridos que combinan panorámicos digitales y cefálicos con TVD de área de adquisición limitada.

Las imágenes panorámicas y cefálicas digitales son de muy alta definición mostrando detalles que no observamos en las panorámicas convencionales, sin embargo no deja de ser una imagen en dos dimensiones: el resultado de múltiples tejidos superpuestos.

Acoplamiento de volúmenes: es posible encontrar equipos capaces de unir o acoplar ("Stich") varios volúmenes de campos pequeños, para así dar una reconstrucción mayor, partiendo de registros adquiridos en el mismo momento.

TVD de Campo Visual Grande

Unidad	Fabricante	Tamaño máximo FOV (cm)	Tamaño mínimo Voxel (mm)	Opciones 2D	Nº de imágenes	Tiempo de Escaneo	Tiempo de Reconstrucción	Radiación
<u>Kodak 9500</u>	Kodak Dental Systems	18 x 21	0.2	Panorámica	300 - 700	-	2.2 min	-
<u>Next Generation I-CAT</u>	Imaging Sciences International	17 x 23	0.2	Cefálica Panorámica	153/305/612	5 - 26.9 seg	< 30 seg	35-74 mSv
<u>New Tom 3G</u>	AFP Imaging	20 x 20 x 20	0.2	Panorámica	360	36 seg	1 min	60 mSv
<u>CB MercurRay</u>	Hitachi Medical	20 x 20 x 20	0.2	Cefálica	-	10 seg	-	-
<u>Quipis Alphas 3030</u>	Asahi Roentgen (Belmont)	18 x 20	0.125	Cefálica	-	17 seg	-	-
<u>3D eXam</u>	KaVo	17 x 23	0.125	Panorámica Cefálica	-	8.9 - 26.9 seg	<2 min	-
<u>ProMax 3D Max</u>	Planmeca	17 x 22	0.125	Panorámica Cefálica	300	18 - 30 seg	30 - 150 seg	101 - 252 mSv
<u>Picasso Master 3D</u>	E-WOO	19 x 20	0.2	Cefálica	480 - 720	15 - 24 seg	9 - 51 seg	-
<u>Picasso Master 3DS</u>	E-WOO	19 x 20	0.165	Cefálica	480 - 720	15 - 24 seg	9 - 51 seg	-

Ronda, N.
Aplicaciones de la TAC en endodoncia.

TVD de Campo Visual Mediano

Unidad	Fabricante	Tamaño máximo FOV (cm)	Tamaño mínimo Voxel (mm)	Opciones 2D	No de imágenes	Tiempo de Escaneo	Tiempo de Reconstrucción	Radiación
<u>NewTom 9000</u>	Aperio Services	15x15x15	0.3	Panorámica	360	75 seg	-	-
<u>NewTom VGI</u>	AFP Imaging	15x15	0.15	Panorámica	360	18 seg	1 min	100 mSv
<u>NewTom VGI Flex</u>	AFP Imaging	15x15	0.15	Panorámica	-	-	-	-
<u>Galleos Compact</u>	Sirona	12x15x15	0.3	Panorámica	200	14 seg	4.5 min	29 & 68 mSv
<u>Galleos Comfort</u>	Sirona	15x15x15	0.15	Panorámica	200	14 seg	4.5 min	29 & 68 mSv
<u>Scanora 3D</u>	Soredex	7.5x14.5	0.133	Panorámica	450	10 - 20 seg	1 - 3 min	No Publicada
<u>SkyView</u>	MyRay	15x15x15	0.16	Panorámica	-	10 - 30 seg	4 min	-
<u>GXCB-500</u>	Gendex	8x14 (using EDS)	0.125	Panorámica	160 - 306	8.9 - 23 seg	20 - 95 seg	15 - 74 mSv
<u>GXCB-500 HD</u>	Gendex	8x14 (using EDS)	0.125	Panorámica	-	8.9 - 23 seg	20 - 95 seg	-
<u>MiniCAT</u>	Xoran Technologies	12x17	0.2	No	150 - 600	10 - 40 seg	-	0.02 - 0.96 mSv
<u>Picasso Ino</u>	E-WOO	7x12	0.125	Panorámica Cefálica	480 - 620	15 seg	2 min	-
<u>Iluma</u>	IMTEC (3M)	14x21	0.09	Panorámica	-	7.8 - 40 seg	<2.5 min	-
<u>xCAT ENT</u>	Xoran Technologies	14x24	0.4	No	300	< 3 min	1 min	-
<u>Pax-Revu 3D</u>	E-WOO	15x15	0.25	Panorámica Cefálica	-	15 - 24 seg	< 1 min	-

Ronda, N.
Aplicaciones de la TAC en endodoncia.

TVD de Campo Visual Pequeño

Unidad	Fabricante	Tamaño máximo FOV (cm)	Tamaño mínimo Voxel (mm)	Opciones 2D	No de imágenes	Tiempo de Escaneo	Tiempo de Reconstrucción	Radición
<u>9000 3D</u>	Kodak Dental Systems	3.7x5	0.076	Panorámica	360	13.9 seg	< 2 min	-
<u>9000C 3D/Ceph</u>	Kodak Dental Systems	3.7x5	0.076	Panorámica Cefálica	360	13.9 seg	< 2 min	-
<u>ProMax 3D</u>	Planmeca	8x8	0.16	Panorámica Cefálica	300	18 seg	30 - 150 seg	18 - 252 mSv
<u>PreXion 3D</u>	PreXion, Inc	8x7.5	0.1	No	512 - 1024	19 - 36 seg	30 - 90 seg	67 mSv
<u>AUGE ZIO</u>	Asahi Roentgen	7x8	0.125	Panorámica Cefálica	-	8.5 - 17 seg	-	-
<u>Picasso Duo</u>	E-WOO	8x8	0.2	Panorámica	480 - 720	15 - 24 seg	18 - 25 seg	-
<u>PaX-500 ECT</u>	VATECH	5x5	0.186	Panorámica Cefálica	162	8 seg	25 seg	-
<u>PaX-Uni3D</u>	VATECH	5x8	0.186	Panorámica Cefálica	-	8.3 - 20 seg	< 1 min	-
<u>3D Accutomo</u>	J. Morita	3x4	0.125	No	500	18 seg	< 5 min	-
<u>3D Accutomo FPD</u>	J. Morita	6x6	0.125	No	500	18 seg	< 5 min	-
<u>3D Accutomo 80</u>	J. Morita	8x8	0.08	No	500	18 seg	< 5 min	-
<u>Veraviewepocs 3D 40</u>	J. Morita	4x8	0.125	Panorámica Cefálica	-	9.4 seg	-	-
<u>Veraviewepocs 3D 80</u>	J. Morita	8x8	0.125	Panorámica Cefálica	-	9.4 seg	-	-
<u>Veraviewepocs 3De</u>	J. Morita	4x8	0.125	Panorámica Cefálica	-	7.4 - 9.4 seg	-	-
<u>Suni3D</u>	Suni Medical Imaging	5x8	0.2	Panorámica Cefálica	-	8.3 seg	1 min	-
<u>ORION RCB-888</u>	Ritter Imaging	8.5x8.5	0.1	No	-	20 seg	< 3 min	26 mSv
<u>Finecube XP62</u>	Yoshida	7.5x8.1	0.1111	Cefálica	512 - 1024	19 - 36 seg	30 - 90 seg	67 mSv

Dosis de radiación

Una de las mayores ventajas de CBCT frente a TC es la dosis efectiva menor. Se conoce como dosis efectiva o eficaz a la mínima cantidad de radiación necesaria para obtener una imagen de calidad. A partir de ella se puede conocer la dosis absorbida por el paciente, según la cantidad de tejido en el campo visual del haz y basado en su sensibilidad a la absorción de rayos X. La dosis efectiva es medida en mili Sieverts (mSv) y en micro Sievert (µSv). Las dosis absorbidas por el tejido u órgano son sumadas para determinar la dosis efectiva. Las comparaciones se pueden realizar con respecto a la radiación natural o la luz del día, los tejidos u órganos y usados para calcular las dosis efectivas son especificados por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP).

Existen numerosos factores que afectan la dosis de radiación producida por un sistema de CBCT: parámetros de ingeniería (kv, mA), el haz pulsado o continuo, cantidad, tipo y forma de filtración del haz, número de imágenes adquiridas, grado de rotación y la limitación del campo visual. Muchos ya están predeterminados según cada equipo; otros pueden ser ajustados por el operador, entonces cuanto más pequeño sea el campo visual para cada sistema la radiación será más baja. Igual disminuirá en medida que menos órganos o tejidos estén involucrados en la trayectoria del haz de rayos X. Se deben hacer todos los esfuerzos posibles por reducir la cantidad de radiación a la que el paciente es expuesto. En este sentido se recomienda utilizar el campo visual más pequeño, el tamaño de voxel más pequeño, el mínimo valor de mA y el menor tiempo de exposición posible, en conjunto con una forma de exposición pulsada.

Si la extensión de la lesión va más allá del área perirradicular del o de los dientes evaluados, es posible requerir de una CBCT con mayor campo de visión. La adecuada selección del protocolo y de la herramienta diagnóstica es altamente relevante para el logro del objetivo con el menor riesgo.

Como se dijo anteriormente una de las ventajas principales de CBCT sobre CT es la menor dosis eficaz de radiación a la cual los pacientes son expuestos.

Dosis de Radiación Efectiva Emitida por TVD de Campo Visual Grande y Mediano

Unidad	Técnica	Dosis Efectiva (mSv)	Equivalente Panorámico Digital	Nº de días equivalente a la dosis de radiación natural
CB MercuRay	100 kVp 12-in/9-in/6-in	479 / 402 / 369	34 / 29 / 26	58 / 49 / 45
	120 kVp 12-in/9-in/6-in	761 / 680 / 603	54 / 49 / 40	93 / 83 / 73
	Modo de Implantes	511	36.5	62
Galileos	19 cm (Max/Basic) / 15 cm Pan / 10 cm I	1073 / 569 / 560 / 407	77 / 41 / 40 / 20	131 / 69 / 68 / 50
	Default/Maximum (portrait -17 cm/landscape 13 cm)	70 / 128	5 / 9.1	8.5 / 15.6
i-Cat Next Gen	22 cm/13 cm (40 s/10 s)	74 / 87	5.3 / 6.2	9 / 10.6
i-Cat Classic	6 cm Mn (HR/LR)	82 / 77 / 48	5.9 / 5.5 / 3.4	10 / 9.4 / 5.8
	6 cm Mx (HR/LR)	189 / 96	13.5 / 6.86	23 / 11.7
	22 cm/full	93 / 59	6.6 / 4.2	11 / 7.2
Iluma	13 cm	206 / 134	14.7 / 9.6	25 / 16
	20 s/40 s	61.1	4.4	7.4
Newtom 8000	23 cm	98 / 498	7 / 35.6	11.9 / 60.6
	12-in (hombres/mujeres)	56.2	4	6.9
Newtom 3G	19 cm	93 / 95	6.6 / 6.8	11.3 / 11.6
	6/9/12-in	68	4.9	8.3
		57 / 191 / 30	4 / 13.6 / 2.1	6.9 / 23.2 / 3.7

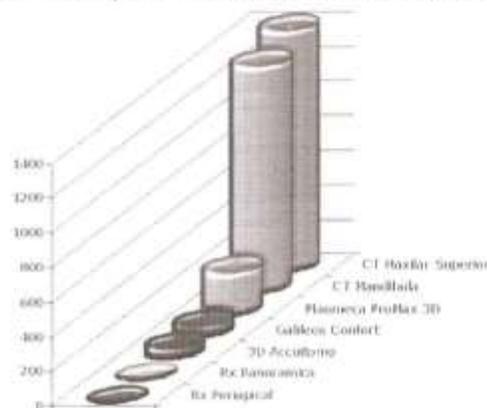
Dosis de Radiación Efectiva Emitida por TVD de Campo Visual Pequeño

Unidad	Técnica	Dosis efectiva (mSv)	Equivalente panorámico digital	Nº de días equivalente a la dosis de radiación natural
Kodak 9000 3D	Mx Post/Mx Ant	9,8 / 5,3 / 38,3 / 21,7	7,4 / 2,7 / 3,6	1,2 / 6 / 4,7 / 2,6
	Mn Post/Mn Ant			
PreXion 3D	Estándar/Alta Resolución	189 / 388	13,5 / 27,7	23 / 47
ProMax 3D	Pequeño/Grande	488 / 652	35 / 47	59 / 79
	Ant (4x4 cm/6x6 cm)	20 / 43	1,4 / 3,1	2,5 / 5,2
3D Accuimoto	Min (Mn PM) - Max (Mn 3rd Mol)	11 / 77	.8 / 5,5	2,5-5,2
	Mx (Ant/PM/Mol)	29 / 44 / 29	2 / 3,2 / 2	3,5 / 5,3 / 3,5
	Mn (Ant/PM/Mol)	13 / 22 / 29	.9 / 1,6 / 2	1,6 / 2,7 / 3,5
	II/FPD Grande/FPD Pequeño	30 / 102 / 50	2,1 / 7,3 / 3,6	3,6 / 12,4 / 6
Veraview	Ant (4x4 cm/8x4 cm/pan + 4x4 cm)	31 / 40 / 30	2,2 / 2,9 / 2,1	3,8 / 4,9 / 3,6
	4x4 cm	2,9	.2	.06

Sistema de Diagnóstico Radiográfico	Dosis Efectiva (µSv)
Radiografías Convencionales	
Periapical ⁽²⁴⁾	5
Panorámica ⁽¹⁶⁾	6,3
Cone Beam CT	
3D Accuimoto (max)	66
Galileos Comfort (max)	68
Planmeca ProMax 3D (max)	250
Tomografía Computada Tradicional	
Mandíbula ⁽²⁵⁾	1320
Maxilar Superior ⁽²⁶⁾	1400

La dosis eficaz de los escáneres de CBCT varia, pero puede ser casi tan baja como una panorámica y bastante menor que una exploración de CT médica. ⁽²⁸⁾⁽²⁷⁾⁽²⁴⁾⁽²⁰⁾⁽³²⁾ Como es de suponer, los escáneres de volumen limitado, que expresamente son diseñados para captar la información de una pequeña región del maxilar o mandíbula, entregan una dosis eficaz

inferior, por lo tanto son la mejor opción para imágenes endodónticas de sólo una pieza dentaria o de dos dientes vecinos. La dosis eficaz del 3D Accuimoto, J. Morita, Japan, por ejemplo, está en el mismo orden de magnitud que dos o tres radiografías periapicales. ⁽²¹⁾ La dosis eficaz de otro CBCT de volumen limitado, el Ortho-CT, fue calculada para ser 7,4, 6,3 y 11,7 µSv para las vistas de incisivos superiores, molares superiores y molares inferiores respectivamente. ⁽²³⁾



Limitaciones de la CBCT

- **Tejidos Blandos:** si bien la CBCT es eficiente en tejidos duros, no es fiable en imágenes de tejidos blandos como resultado de la falta de rango dinámico del detector de rayos X. En las imágenes del CBCT el valor registrado para los tejidos blandos es significativamente menor al registrado para los tejidos duros. Es por ello que el uso de estos equipos está en su mayoría orientado al estudio de tejido óseo y dentario. Los diferentes valores en la escala de grises asignados a tejidos blandos han aportado información, aunque no la suficiente para registrar resultados definitivos. En la actualidad las imágenes producidas con tecnología CBCT no tienen la resolución de las radiografías convencionales. La resolución espacial convencional de acción directa de la película radiográfica y de los sensores digitales es del orden 15-20 líneas pares mm-1 (24), mientras que las imágenes de la CBCT sólo tienen una resolución espacial de líneas pares mm-1. Sin embargo, como la CBCT mejora la tecnología día a día, así lo hará la resolución de las imágenes reconstruidas.
- **Tiempo de Escaneo:** los tiempos de escaneo son de 15 a 20 segundos y exigen al paciente a permanecer absolutamente quieto.
- **Artefactos:** un problema importante, que puede afectar la calidad de la imagen y la precisión diagnóstica de la CBCT es la dispersión y el endurecimiento del haz (18, 19, 4) causado por la alta densidad de estructuras vecinas, como esmalte, postes de metal y restauraciones. (20)(24) Estas distorsiones en la imagen se denominan artefactos. Si este artefacto está ubicado en las inmediaciones o en la misma pieza dentaria evaluada, la imagen resultante puede ser de mínimo valor diagnóstico. (22)(25) Los artefactos son más pronunciados en las imágenes de CBCT que en las imágenes tomadas por un tomógrafo convencional. En la práctica clínica con CBCT es aconsejable reducir el campo visual para evitar incluir regiones susceptibles (restauraciones metálicas, implantes), lo que se puede lograr mediante la colimación, la modificación de la posición del paciente o la separación de las arcadas dentales.

Hoy en día los fabricantes de CBCT odontológicos han introducido algoritmos para la reducción de artefactos durante el proceso de reconstrucción. Los artefactos pueden ser clasificados de acuerdo a su causa:



Fig. N° 6: Dispersión y endurecimiento del haz alrededor de restauraciones metálicas o artefacto (Inclavo lateral superior derecho)

- **Relacionados al haz de rayos X:** es una distorsión de la imagen debida al comportamiento del haz de rayos X al atravesar las estructuras corporales. Es el aumento de energía debido a que los fotones de baja energía son absorbidos en preferencia a los fotones de alta energía. La presencia de metales en la zona a evaluar disminuye la calidad de la imagen tomográfica por la distorsión que se genera en forma de destellos (líneas en varias direcciones).
- **Relacionados al equipo:** se presenta en forma de círculos o anillos, como resultado de imperfecciones en el detector o en la calibración. Puede resultar repetitivo en cualquier posición y toma de datos.
- **Relacionado al haz cónico:** si la resolución del voxel seleccionada en la evaluación es mayor que el espacio o contraste de resolución del objeto a examinar es posible que ocurra un artefacto producto de una irregularidad en el promedio de tamaño que se asigna al volumen (derivado de la geometría cónica de proyección del haz de CBCT). Esto ocurre en regiones donde las superficies cambian rápidamente en el eje. Se ve como un escalón o una homogeneidad en el nivel de intensidad del píxel.
- **Bajo muestreo o data escasa:** ocurre cuando muy pocas proyecciones son proporcionadas para la reconstrucción. Esta pobre cantidad de datos lleva a problemas de registro, bordes afilados o imágenes ruidosas. Este efecto no degrada la imagen pero resta exactitud.

Tomografía Computarizada Cone Beam en el manejo de problemas endodónticos

En los últimos años es muy frecuente en la consulta del especialista en endodoncia la remisión de pacientes para realizar retratamientos. El retratamiento endodóntico no quirúrgico debe ser siempre la primera opción terapéutica para solucionar un fracaso. Durante la selección del caso es importante realizar un correcto diagnóstico para evitar un procedimiento erróneo. Este tipo de procedimiento requiere una exhaustiva anamnesis para determinar la causa del fracaso, debido a que en muchas ocasiones el problema no es causado por la contaminación bacteriana dentro del conducto radicular, sino tener una complicación adversa difícil de diagnosticar como es la fractura radicular. Por lo general, la presencia de una fractura radicular en un diente tratado endodónticamente es una frustración tanto para el profesional como para el paciente por muchas razones, aunque la más importante sea por ser difícil de diagnosticar clínica y radiográficamente. El diagnóstico de una fractura no está necesariamente asociado a pérdida de hueso, ensanchamiento del ligamento periodontal, bolsa periodontal o la presencia de fístula. La fractura puede que se haya iniciado: antes del tratamiento endodóntico, durante el procedimiento de obturación en las maniobras de compactación o técnica de condensación lateral o posteriormente por un bruxismo, sumado a una restauración deficiente que no produce una correcta oclusión. Se menciona que la fractura radicular tiene múltiples factores etiológicos, los cuales puede dividirse en: factores predisponentes y factores iatrogénicos. Dentro de los factores predisponentes se considera la pérdida de estructura dentinal como resultado de la caries o trauma, lo cual incrementa la posibilidad de fisuras en el cuerpo de la dentina que pueden llevar a una fractura. Sedgley y col⁽³³⁾ mencionan: la pérdida de humedad en el diente tratado endodónticamente y la pérdida ósea como otros factores predisponentes. En cuanto a los factores iatrogénicos se encuentran: el procedimiento endodóntico en sí, por excesivas preparaciones a nivel de la zona bi o trifurcación, excesiva preparación del conducto al momento de eliminar dentina contaminada, excesiva fuerza durante la condensación lateral o vertical y la sobrepreparación de las paredes del conducto para utilizar postes intrarradiculares (postes cónicos) o anclajes radiculares que impliquen cargas adicionales (postes roscados) o que tengan mecanismos antirotacionales.

La CBCT supera varias limitaciones de las radiografías convencionales. Los slices pueden ser seleccionados para evitar la anatomía adyacente. Por ejemplo, las raíces de los molares póstero superiores y sus tejidos periapicales pueden ser visualizados individualmente y en los tres planos ortogonales sin superposición de la apófisis cigomática, hueso alveolar y raíces adyacentes. La relación espacial entre las raíces de las piezas multirradiculares puede ser visualizada en sus tres dimensiones⁽³⁵⁾ teniendo la verdadera magnitud de las lesiones periapicales.⁽¹⁵⁾⁽³¹⁾

Los principales motivos de solicitud de CBCT por parte de los endodoncistas son:

- Lesiones periapicales en piezas antrales, que involucran los senos maxilares.
- Presencia de conductos adicionales sin tratar, como el conducto medial de la raíz mesiovestibular en los molares superiores, también en premolares superiores e inferiores.
- Dificultad en localizar canales estrechos y con cámaras pulpares calcificadas.
- Falta de concordancia entre el cuadro clínico y lo que se observa en las radiografías convencionales, donde muchas veces el estudio CBCT muestra la verdadera magnitud del compromiso periapical y de estructuras vecinas cambiando el diagnóstico y pronóstico.
- Falsas vías.
- Sospecha de fracturas radiculares.
- Proyección de cuerpos extraños o materiales hacia el periápice, seno maxilar o conducto dentario.
- Y también por patologías específicas como:
 - Trayectos fistulosos
 - Diagnóstico diferencial de lesiones periapicales con lesiones de características similares, que no tienen origen inflamatorio.
 - Traumatismos dentoalveolares y sus controles mediatos en el tiempo.
 - Malformaciones dentarias y sus implicancias en el campo endodóntico.

Ronda, N.
Aplicaciones de la TAC en endodoncia.

Aunque la radiografía convencional es la acostumbrada hasta ahora para los procedimientos de endodoncia, la Tomografía 3D aporta una visión axial, coronal y sagital que la radiografía convencional no ofrece. La capacidad de reducir o eliminar la superposición de las estructuras circundantes, como la capacidad de aportar mediciones reales (1:1), la hace muy ventajosa en su aplicación en todo tipo de procedimientos endodónticos. Con esta tecnología se consiguen grandes detalles con bajos niveles de exposición y se logra:

- Examinar con precisión la anatomía completa de la raíz de cada diente.
- Identificar todos los elementos anatómicos en la región de interés, aun los más complejos.
- Definir el protocolo de cirugía en endodoncias.
- Establecer las razones de fracasos endodónticos.

Tomografía Computarizada de Haz Cónico en Odontología Indicaciones en la región maxilofacial por especialidad

Actualmente el Tomógrafo Volumétrico Digital es usado frecuentemente para la evaluación de condiciones patológicas óseas y dentales, incluyendo deformidades de la estructura maxilofacial y reconocimiento de fracturas, evaluación preoperatoria de los dientes involucrados en procedimientos quirúrgicos o para obtener imágenes de la articulación tempomandibular.

Cada vez más las diferentes especialidades han utilizado las ventajas de estos dispositivos de manera más específica.

El uso de CBCT en Odontología proporciona nueva y más amplia información al profesional para el diagnóstico, localización y reconstrucción de imágenes de gran precisión, perfeccionando el diagnóstico y facilitando el tratamiento adecuado para cada paciente.

Son diversas las áreas de la Odontología que la Tomografía Computarizada de haz volumétrico ha sido empleada:

- En Ortodoncia la imaginería va dirigida hacia la cefalometría 3D. El software permite evaluar, analizar para diagnosticar y planificar los movimientos. Sirve para evaluación de las estructuras relevantes previo tratamiento ortodóntico tales como la presencia de caninos retenidos, terceros molares y piezas supernumerarias, evaluación del grosor de la tabla vestibular en zona anterior, evaluación de rizólisis y estados radiculares, evaluación de simetría de los maxilares, evaluación de las vías aéreas.
- En Cirugía además de ser una herramienta de diagnóstico, facilita imágenes que servirán de guía durante el acto quirúrgico. Se utiliza para evaluar fracturas, dientes incluidos y patologías de los maxilares.
- En Implantología se la usa para la evaluación de la morfología, cantidad y calidad ósea, también se usa para elaborar modelos y facilitar el posicionamiento virtual del implante, incluso para diseñar la porción protésica.
- En Periodoncia para verificar la fenestración ósea, altura de la cresta ósea alveolar y la lesión de furca.
- Transtornos temporomandibulares y oclusión: sirve para la evaluación del tejido óseo de la ATM, evaluación de anomalías (patologías) que afectan directa o indirectamente al hueso, como patologías degenerativas (artrósicas), permite evaluar dinámica del desplazamiento mandibular (boca abierta y cerrada)
- Patología Oral: se utiliza para evaluar todo tipo de patologías óseas de los maxilares (quistes, pseudoquistes, tumores óseos, etc.), permite evaluar el tamaño, extensión y relación con las estructuras vecinas de las lesiones, evaluar la presencia de calcificaciones en tejidos blandos, conductos o vasos sanguíneos, permite evaluar patología de los senos maxilares.

Principales aplicaciones de la Tomografía Computarizada de haz volumétrico en Endodoncia

Detección de Periodontitis Apical

La CBCT permite detectar lesiones endodónticas radiolúcidas antes de ser evidentes en radiografías convencionales (fig. 6). Lofthag-Hansen y col. (26) compararon la situación periapical de 46 piezas póstero inferiores al utilizar CBCT y dos radiografías periapicales. Treinta y dos fueron diagnósticas con lesiones periapicales mediante los métodos convencionales radiográficos y un 10% adicional con CBCT. Cuando el estado periapical de cada raíz fue evaluado, la CBCT detectó un 38% más de lesiones periapicales que las radiografías convencionales. Esto fue evidente en los segundos molares superiores e inferiores y fue



Fig. 6

a) Radiografía periapical; el paciente refiere dolor intermitente. La radiografía revela un aspecto normal.
b) CBCT revela una radiolucidez periapical (flecha amarilla). Luego de tratado los síntomas cayeron.

probablemente debido a una combinación al seleccionar datos relevantes sin ruidos anatómicos adyacentes y precisión geométrica de la CBCT. Resultados similares han sido denunciados recientemente por Low y col. (29) y Estrela y col. (23) quienes compararon la precisión diagnóstica de las radiografías panorámicas y periapicales con CBCT para la detección de periodontitis apical. Sus resultados confirmaron un aumento de la sensibilidad de la CBCT para detectar periodontitis apicales comparado con las radiografías convencionales. Estos estudios clínicos parecen suponer que los hallazgos radiográficos de la CBCT representan el verdadero estado de los tejidos periapicales, es decir, la CBCT puede utilizarse como un "estándar de oro" con una sensibilidad/especificidad de 1,0 para detectar la presencia o ausencia de enfermedad periapical. Los resultados de estos estudios han sido validados por Stavropoulos & Wenzel (40). Ellos compararon la CBCT, sensores digitales periapicales y radiografías convencionales para detectar lesiones creadas artificialmente de distintos tamaños en mandíbulas de cerdo.

La CBCT se consideró el doble de sensible que el sensor digital y las radiografías convencionales en detectar lesiones periapicales. Recientemente Patel y col. (40), Encontraron que la CBCT tiene un 100% de sensibilidad y especificidad en la detección de lesiones periapicales creadas artificialmente en mandíbulas humanas. Un tratamiento endodóntico tiene más éxito cuando se efectúa antes que aparezcan los signos radiográficos evidentes de enfermedad periodontal (24). Así, la identificación temprana de imágenes radiolúcidas periapicales puede dar como resultado un diagnóstico temprano y por lo tanto un tratamiento más eficaz de la enfermedad, en situaciones donde los pacientes tienen mal localizados los síntomas, asociado a la ausencia de tratamiento o raíces previamente tratadas, sin síntomas clínicos o radiográficos que muestren la lesión periapical, la CBCT puede relevar la presencia de una patología no diagnosticada previamente (15)(19)(21). Simon y col. (34) compararon la escala de grises de la CBCT con exámenes histológicos para diagnosticar grandes lesiones periapicales en 17 dientes. Sin embargo, todas las lesiones no estaban aparentemente intactas y no se trató de seccionar el material de la biopsia, lo que significa que no era posible confirmar con precisión el tipo de lesión. Quizás el área más interesante en que la CBCT

puede aplicarse en Endodoncia es en determinar el resultado del tratamiento. La CBCT debería usarse en forma más objetiva para la determinación precisa del pronóstico del tratamiento endodóntico. Series de mediciones lineales y volumétricas obtenidas con la CBCT podrían ser utilizadas para dar una visión más objetiva y una representación exacta de cambios óseos cicatrizales con el tiempo⁽³¹⁾. Futuras investigaciones pueden mostrar que tejidos periapicales aparentemente sanos en radiografías convencionales pueden todavía tener signos de enfermedad periapical (por ejemplo, espacio del ligamento periodontal ensanchado, radiolucidez periapical) cuando son observados por la CBCT. Esto, a su vez puede tener consecuencias para tomar decisiones al considerar reponer restauraciones en las piezas dentarias, que anteriormente han sido endodónticamente tratadas y parecen tener éxito radiográfico.

Identificación y evaluación de lesiones endodónticas

Con la CBCT es posible ver lesiones, incluso si son muy pequeñas. Seltzer y Bender mostraron que la radiografía convencional no revela la presencia de cambios periapicales si la cortical ósea no está afectada. La tomografía suministra información precisa sobre extensión, forma y localización de las lesiones, permitiendo apreciar la condición real de las estructuras anatómicas que podrían estar en contacto con lesiones de origen endodóntico.

Una lesión periapical en contacto directo con el seno maxilar puede causar secreción, síntomas nasales unilaterales y dolor de cabeza. La membrana Schneideriana se engrosa y la luz a través del seno maxilar se opaca (mucositis). La tomografía permite identificar si hay un origen dental en la sinusitis crónica. Las lesiones podrían estar cerca de la estructura nerviosa, que necesitaría protección durante tratamientos convencionales o quirúrgicos.



El foramen mentoniano y el nervio dentario inferior son claramente identificables, lo que permite diseñar procedimientos quirúrgicos con el máximo de anticipación y precaución. En un estudio clínico de Simon y col., la tomografía fue útil diferenciando con valores de escala de grises, granulomas periapicales en las lesiones, permitiendo esto un mejor manejo de las mismas. Esto fue verificado a posteriori por análisis histológicos.

Evaluación de la anatomía de los conductos radiculares

Debido a la naturaleza en dos dimensiones de las radiografías convencionales, no siempre revelan el número real de conductos presentes en las piezas dentarias. Matherne y col.⁽⁴⁴⁾ llevaron a cabo una investigación para comparar un sistema de radiografías digitales fotoestimulables de placas de fósforo con CBCT para detectar el número de conductos radiculares en 72 piezas dentarias extraídas. Se comprobó que con la radiografía digital, los endodoncistas no lograron identificar al menos uno de los conductos en el 40% de los casos. Sin embargo existen inconvenientes con este estudio: un radiólogo y un endodoncista evaluaron la CBCT y las radiografías digitales, respectivamente. Además, las piezas dentarias no fueron seccionadas para confirmar el verdadero número de conductos. Las imágenes reconstruidas para la CBCT se han utilizado con éxito en el diagnóstico y tratamiento de resorciones radiculares⁽⁴⁵⁾. La CBCT es capaz de revelar la verdadera naturaleza y ubicación exacta de la lesión, determinar el portal de entrada de la lesión y revelarla tempranamente⁽³⁷⁾⁽³¹⁾. Con esa información adicional, la toma de decisiones sobre las estrategias de tratamiento puede ser más previsible. Por ejemplo, los slices de la CBCT pueden revelar si una resorción cervical externa ha perforado el conducto radicular o si una resorción dentinaria interna

Ronda, N.
Aplicaciones de la TAC en endodoncia.

ha perforado el periodonto adyacente (Fig.1). Las imágenes de la CBCT son invaluable para las piezas dentarias con anatomía inusual, tales como piezas dentarias con un número inusual de raíces, raíces dilaceradas y dens in dens. La ubicación exacta y anatomía del sistema de conductos pueden evaluarse, lo que permite un tratamiento exitoso del caso (35)(31). Antiguamente, incluso con la ayuda de magnificación, la anatomía de una pieza dentaria no podía ser realmente apreciada, haciendo al tratamiento más impredecible.

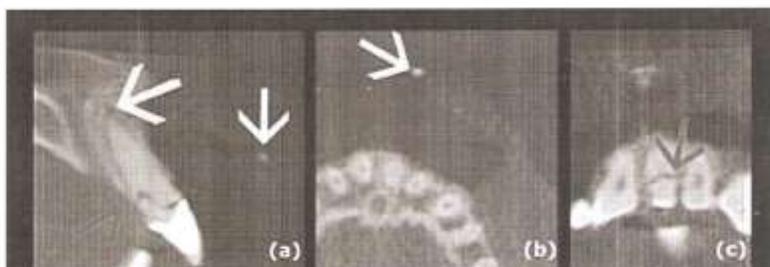


Fig. 1. Fractura radicular y herida de luxación, a) vista axial y b) vista coronal revelan la presencia y posición exacta de la parte fracturada del fragmento de la corona (flecha blanca) en el labio superior. La exploración también revela una fractura oblicua del 21 (flecha roja) y espacio periodontal ensanchado a nivel apical como resultado de luxación lateral (flecha amarilla). c) corte frontal.

El éxito del tratamiento endodóntico depende de la identificación de todos los conductos radiculares para que puedan ser accedidos, conformados, desinfectados y obturados. Una tomografía permite identificar con claridad la complejidad de la anatomía del conducto radicular, la cantidad y forma de las raíces, así como la posición y entrada de cada conducto.

La prevalencia de un segundo conducto mesio vestibular en el primer molar superior ha sido reportado con una variación entre el 68 y 93% según el estudio y método empleado. Esta variabilidad ocurre en el plano vestibulo-palatino donde la superposición de las estructuras anatómicas impide su detección con radiografía convencional.



Evaluación pre-quirúrgica

La CBCT ha sido recomendada en la planificación de la cirugía endodóntica (31) (36). La imagen tridimensional permite observar la relación anatómica de la raíz con estructuras vecinas, como el conducto dentario inferior, conducto mentoniano y seno maxilar, claramente identificados en cualquier plano que el clínico desee ver (Fig.2) (31). Rigolone y co. (37) concluyeron que la CBCT puede desempeñar un papel importante en la planificación de microcirugía apical sobre las raíces palatinas de primeros molares superiores. La distancia entre la placa cortical y el ápice del conducto palatino podrían medirse, y la presencia o ausencia del seno maxilar entre las raíces podría ser evaluada. Al seleccionar las vistas relevantes y slices, el espesor de la placa cortical, hueso esponjoso, fenestraciones, así como la inclinación de las raíces de los dientes previsto para cirugía pueden determinarse con precisión preoperatoriamente (38). La morfología radicular y topografía ósea pueden ser visualizadas en tres dimensiones, como así el número de conductos y la convergencia o divergencia entre sí. Los conductos no identificados (y sin tratar) pueden ser identificados utilizando slices axiales (39). El

verdadero tamaño y grado de lesión periapical también puede ser apreciado, ubicando la raíz a la cual la lesión está confinada. Esta información puede tener influencia sobre tratamientos no quirúrgicos y quirúrgicos. Recientemente, Low y col,⁽³⁹⁾ compararon los hallazgos de radiografías periapicales con CBCT en raíces de molares superiores tratados, evaluados para realizarles una cirugía apical. En este estudio, el 34% de las lesiones periapicales detectadas por CBCT no fueron detectadas con las radiografías periapicales. La probabilidad de detectar lesiones periapicales con radiografías convencionales fue reducido cuando los ápices estaban en la proximidad del piso sinusal. Por lo tanto, las radiografías periapicales eran menos sensibles para detectar las lesiones periapicales asociadas con los molares superiores. La CBCT también puede ser utilizada para producir modelos físicos, proceso conocido comúnmente como prototipos rápidos (Fig.H), la capacidad de producir imágenes tridimensionales y un modelo exacto utilizando estereolitografía del área de interés significa que el operador puede tangiblemente familiarizarse con el potencial sitio quirúrgico y planificar con confianza el tratamiento.⁽⁴⁰⁾

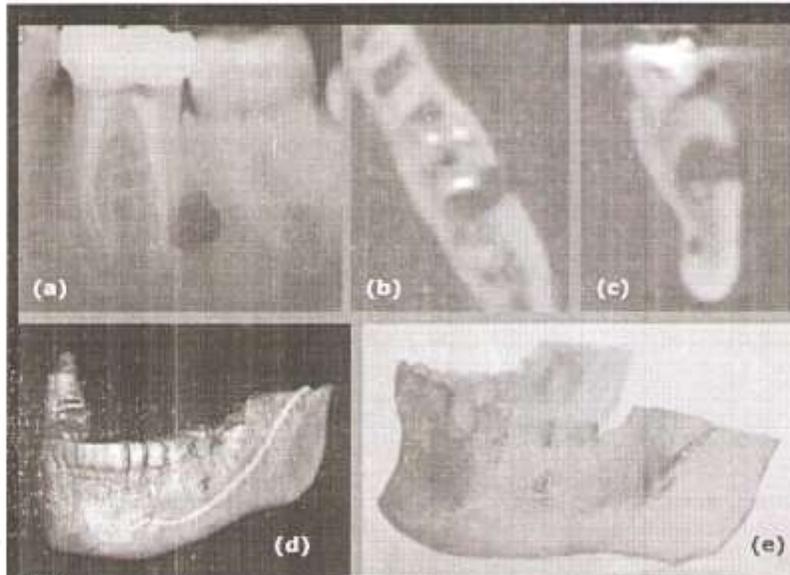


Fig. H
a) Radiografía periapical de primer molar inferior izquierdo con un fracaso endoéutico y una radiolucidez periapical, se planifica la microcirugía apical.
b) corte coronal por CBCT.
c) Corte axial, la interpretación de volumen permite a la evaluación verdadera tridimensional de las raíces, tejidos periapicales y nervio dentario inferior adyacente para ser evaluado.
d) finalmente un modelo rápido prototyping anatómico ha sido fabricado, permitiendo al operador evaluar el área a tratar.

Ronda, N.
Aplicaciones de la TAC en endodencia.

Evaluación de trauma dental

La CBCT también ha demostrado ser útil en el diagnóstico y tratamiento del trauma dentoalveolar ⁽³⁷⁾⁽³⁸⁾⁽³¹⁾⁽⁴³⁾. La naturaleza exacta y gravedad de las lesiones alveolares y articulares pueden ser evaluadas desde un solo scan, seleccionar distintos puntos de vista y evaluarlo sin distorsión geométrica o anatómica. Como la CBCT es una técnica extraoral también es mucho más cómodo para el paciente con trauma dental en comparación con varias radiografías intraorales. Cohenca y col. ⁽²⁴⁾ utilizaron la CBCT para el tratamiento de tres pacientes que habían sufrido trauma dentario. Además de detectar la verdadera naturaleza de las lesiones sufridas por la pieza dentaria, la CBCT fue capaz de detectar fracturas óseas corticales, que no fueron diagnosticadas desde la clínica o con exámenes radiográficos convencionales.

Diagnóstico de resorciones radiculares

Con radiografías es prácticamente imposible medir el esquema y extensión de las resorciones radiculares tanto internas como externas. La tomografía hace posible diagnosticarlas de manera temprana, lo que mejora el pronóstico del caso, proporcionando muchos más detalles de la zona afectada y facilitando la toma de decisiones.



Fracasos endodónticos por filtración asociada a fracturas radiculares

Las fracturas dentales, exceptuando los casos de trauma, son generalmente debidas a recarga mecánica. Aun cuando se pensaba que estas fracturas ocurrían en dientes con grandes restauraciones o con largos postes es posible ver dientes con fracturas y mínimas restauraciones, atribuidas a un estrés oclusal excesivo. Sin un examen clínico y radiográfico preciso, el diagnóstico de una fractura vertical radicular es muy difícil. De hecho, la línea de fractura está constantemente localizada en el eje largo del diente y por lo general pasa desapercibida en una imagen radiográfica convencional. Con la CBCT las fracturas radiculares se pueden ver claramente sin importar su localización. Desafortunadamente, las finas fisuras verticales, que son mucho más delgadas que las fracturas, no son siempre claramente visibles en las imágenes de la CBCT. La evaluación microscópica de la superficie radicular, el sondaje periodontal y la percusión son pruebas necesarias para establecer un diagnóstico exacto de esta condición.

Ronda, N.
Aplicaciones de la TAC en endodoncia.

Diagnóstico de fracasos y complicaciones

Los exámenes clínicos y radiológicos convencionales realizados en dientes tratados endodónticamente proporcionan una información limitada sobre las variables relacionadas al fracaso endodóntico. La CBCT provee imágenes más precisas en todos los planos, contentivas de información útil en el entendimiento de la condición. Permite analizar en detalle la densidad de la obturación, la presencia de conductos no tratados, etc.



Hassan et al. compararon la exactitud de 4 observadores en detectar fracturas radiculares verticales ex vivo con tomografía y radiografías periapicales al determinar la influencia que ejerce el material de obturación del conducto sobre la visibilidad de las fracturas. Concluyeron que con CBCT hay una mayor exactitud total (86%) que con radiografía periapical (66%).

Evaluación post-operatoria

Evidenciar el resultado del tratamiento endodóntico y monitorear el proceso de cicatrización de las lesiones perirradiculares es un aspecto importante en la evaluación post-operatoria en endodoncia. En este sentido la cantidad de información evaluable en la CBCT aumenta la confiabilidad del seguimiento post-operatorio.



Otras aplicaciones en Endodoncia

Cotton y Cois reportaron una serie de casos que demuestran la utilidad de la tomografía en endodoncia, incluyendo la identificación de un conducto no tratado, la fractura no desplazada de una raíz, la extensión de una reabsorción interna no visible en radiografías periapicales, y la presencia de material extruido en el conducto del nervio mentoniano. En todos los casos la tomografía reveló aspectos que resultaron determinantes en el resultado clínico.

Rigolone, en un estudio de tomografía para una apicectomía de la raíz palatina de un molar, demostró con un estudio clínico en 31 pacientes que esta fue efectiva en identificar un abordaje quirúrgico alternativo menos invasivo que por vestibular, en combinación con el uso de microscopio, a pesar de ser este opuesto a la ubicación de la raíz a tratar.

Patel y col. Encontraron que la tomografía es clínicamente superior a las radiografías periapicales para detectar lesiones periapicales. Citaron un estudio de Lofthang-Hasen y col. en el que la tomografía detectó 62% más lesiones periapicales en raíces individuales que las radiografías. Adicionalmente, Patel la encontró eficaz en la cirugía endodóntica, planeamiento de cirugía periapical, identificación de conductos no detectados radiográficamente, identificación de trauma dentoalveolar y manejo de reabsorción externa cervical de la raíz, gracias a la exactitud geométrica que ofrece.

Conclusión

Analizando la bibliografía utilizada para efectuar el presente trabajo monográfico, se concluye que la CBCT puede considerarse una técnica de gran potencial en muchas ramas de la odontología, incluyendo a nuestra especialidad, la Endodoncia, ya que uno de los principales obstáculos que se le presenta al endodoncista es observar en todas sus dimensiones el sistema de conductos radiculares, así como los tejidos y estructuras anatómicas circundantes. El uso de radiografías con técnicas de disociación, constituye un recurso disponible para este fin, pero su dificultad al representar solo dos dimensiones de objetos tridimensionales conduce, en algunos casos a limitaciones en el diagnóstico. La implementación del uso de la CBCT en el área endodóntica abre un horizonte insospechado, pues permite utilizando dosis muy bajas de radiación, explorar con gran facilidad los planos axial, sagital y coronal de los elementos en estudio y obtener información valiosa para el diagnóstico, plan de tratamiento y evaluaciones post operatorias, pero a pesar de que cada vez está siendo más disponible entre los odontólogos, la CBCT está aún lejos de reemplazar las tecnologías de imagen tradicionales, puesto que son muchos los factores que limitan su uso, incluyendo el elevado costo del equipo, la dosis de radiación más alta que la de las radiografías convencionales, la formación sofisticada del operador, el mayor tiempo requerido para la manipulación e interpretación y la afectación de la calidad de la imagen por materiales metálicos u otros materiales densos que la comprometen. Sin embargo, existen situaciones específicas donde la radiografía convencional es insuficiente, en las que una evaluación tomográfica permite obtener información oculta a los otros recursos disponibles.

La utilidad de la CBCT no puede ser discutida, es sin duda una herramienta muy valiosa y se convierte en un adjunto útil, en ocasiones indispensable, en la evaluación endodóntica actual. Es imperativo que el profesional se actualice en relación a los recursos que están a disposición en beneficio del ejercicio de la profesión y en particular de la especialidad.

Referencias bibliográficas

- (1) Whaites E. Principios de Radiología Odontológica, 3 ed. São Paulo: Editora Artmed; 2003.
- (2) Santos TS, Cordairo Neto JF, Raimundo RC, Frazão M, Gomes ACA. Relação Topográfica entre o Canal Mandibular e Terceiro Molar Inferior em Tomografias de Feixe Volumétrico. Rev Cir Traumatol Buco-Maxilo-Facial, 2009; 9:79-88.
- (3) Scarfe WC, Farman A, Suiko vic P. Clinical applications of Cone-Beam Computed Tomography in dental practice. J Can Dent Assoc, 2006; 72:75-80.
- (4) Araki K, Maki, Seki K, Sakamaki K, Harata Y, Sakano R, Okano T, Seo K. Characteristics of a newly developed dentomaxillofacial X-ray cone beam CT scanner (CB MercuRaye): system configuration and physical properties. Dentomaxillofacial Radiology, 2004;33:51-9.
- (5) Garib DG, Raymundo Júnior R, Raymundo MV, Raymundo DV, Ferreira SN. Tomografia computadorizada de feixe Conico (Cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem compromissora aplicabilidade na Ortodontia. R. Dental Press Ortodon Ortop Facial, 2007;12:139-56.
- (6) Suomalainen A, Vehmas T, Kortseniemi N, Robinson S, Peltola J. Accuracy of linear measurements using dental cone beam and conventional multislice computed tomography. Dentomaxillofacial Radiology, 2008;37:10-7.
- (7) Kobayashi K, Shimoda S, Nakagawa Y, Yamamoto A. Accuracy in measurement of distance using limited cone-beam computerized tomography. Int J Oral Maxillofac Implants, 2004; 19:228-31.
- (8) Bissofi CF, Agreda CG, Tekeshita WM, Castilho XCM, Medici Filho E, Moraes MEL. Importancia y aplicaciones del sistema de tomografía computerizada cone-beam (CBCT). Acta Odont Venez, 2007;45:1-8.
- (9) Park C-S, Kim K-D, Park H, Jeong H-G, Lee S-C. Characteristics of a new cone beam computed tomography. Korean Journal of Oral and Maxillofacial Radiology, 2007;37:205-9.
- (10) Stuehmer C, Essig H, Bormann KH, Majdani O, Geltrich NC, Rucker M. Cone beam CT imaging of air gun injuries to the craniomaxillofacial region. Int J Oral Maxillofac Surg, 2008;37:903-6.
- (11) Eggers G, Muk Hamadiev D, Hassfeld S. Detection of foreign bodies of the head with digital volumen tomography. Dentomaxillofac radiol, 2005;34:74-9.
- (12) Hounsfield GN. Computerized transverse axial scanning (tomography). 1. Description of system. Br J Radiol. 1973; 46:1016-22.
- (13) Vannier MW. Craniofacial computed tomography scanning technology, applications and future trends. Section 2: Multi-dimensional imaging. Orthod Craniofac Res. 2003 (Suppl.1):23-30.
- (14) Scarfa WC, farman AG, Sukovic P. Clinical applications if cone-beam computed tomography in dental practice. J Can Dent Assoc. 2006;72,75-80.
- (15) Cotton TP, Geisler TM, Holden DT, Schwartz SA, Schindler WG. Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. J Endod. 2007;9,1121-32.
- (16) Hashimoto K, Arai Y, Iwai K, Araki M, Kawashima S, Tarakado M. A comparison of a new limited cone beam computed tomography machine for dental use with a multidetector row helical CT machine. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2003;95(3):371-7.
- (17) Hashimoto K, Kawashima S, Kamaoka S et al. Comparison of image validity between cone beam computed tomography for dental use and multidetector row helical computed tomography. Dentomaxillofac Radiol. 2007;36(8):465-71.
- (18) Hashimoto K, Kawashima S, Araki M, Iwai K, Sewada K, Akiyama Y. Comparison of image performance between cone-beam computed tomography of dental use and four row multidetector helical Ct. J Oral Sci. 2006; 48(1):27-34.
- (19) Kobayashi K, Shimoda S, Kakagawa Y, Yamamoto A. Accuracy in measurement of distance using cone-beam computerized tomography. Int J Oral Maxillofac Implants. 2004; 19,228-31.
- (20) Ludlow JB, Lester WS, See M, Bailey LI, Hershey HG. Accuracy of measurements of mandibular anatomy in cone beam computed tomography images. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol and Endod. 2007; 103,534-42.
- (21) Arai Y, Honda K, Iwai K, Shinoda K (2001) Practical model '3DX' of limited cone-beam X-ray CT for dental use. International Congress Series 2001,713-6.
- (22) Cotton TP, Geisler TM, Holden Dt, Schwartz SA, Schindler WG (2007). Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. Journal of Endodontics 9,1121-32.
- (23) Estrela C, Bueno MR, Leles CR, Azevedo B, Azevedo JR (2008) Accuracy of cone beam computed tomography and panoramic radiography for the detection of apical periodontitis. Journal of Endodontics 34, 273-9.
- (24) Gimenez del Arco M L (2004) Microcirugia Endodontica. Carrera de Especialización en Endodoncia, Universidad Maimonides, Buenos Aires, Argentina.
- (25) Lofthag-Hansen S, Huuonen S, Gröndahl K, Gröndahl H-G (2007) Limited cone-beam CT and intraoral radiography for the diagnosis of periapical pathology. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology 103, 114-9.
- (26) Lofthag-Hansen S, Thilander-Klang A, Ekstübbe A, Helmrot E, Grönlund K (2008) Calculating effective dose on a cone beam computed tomography device: 3D accutorno and 3D Accutorno FPD. Dentomaxillofacial Radiology 37, 72-9.

Ronda, N.
Aplicaciones de la TAC en endodoncia.

- (27) Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL, Howerton WB (2006) Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, New Tom 3G and i-CAT. *Dentomaxillofacial Radiology* 35,219-26.
- (28) Mah J, Denforth RA, Bumann A, Hatcher D (2003) Radiation absorbed in maxillofacial imaging with a new dental computed tomography device. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics* 96, 508-13.
- (29) Meister F, Lammel TJ., Gerstein H.: Diagnosis and possible causes of vertical fractures. *Oral surg Oral Med Oral Pathol* 1980; 49:243-253.
- (30) Ngan DCS, Kharbada CP, Goentz JP, Darendeliler MA (2003) Comparison of radiation levels from computed tomography and conventional dental radiographs. *Australian Dental Journal* 19, 67-75.
- (31) Patel S (2007) New dimensions in endodontic imaging Part 2 CBCT. *International Endodontic Journal* 42, 463-75.
- (32) Schulze D, Halland M, Thurmann H, Adam G (2004) Radiation exposure during midfacial imaging using 4- and 16-slice computed tomography, cone beam computed tomography systems and conventional radiography. *Dentomaxillofacial Radiology* 33,83-6.
- (33) Sedgley CM, Messar HH. Are endodontically treated teeth more brittle? *J Endod* 1992; 18:332-335
- (34) Simon JH, Enciso R, Malfaz J-M, Roges R, Bailey-Perry M, Patel A (2006) Differential diagnosis of large periapical lesions using cone-beam computed tomography measurements and biopsy. *Journal of Endodontics* 32, 833-7.
- (35) Sogur E, Baksi BG, Gröndahl H-G (2007) Imaging of root canal fillings: a comparison of subjective image quality between limited conebeam CT, storage phosphor and film radiography. *International Endodontic Journal* 40, 179-85.
- (36) Strätemann SA, Huang JC, Maki K, Miller AJ, Hatcher DC (2008) Comparison of cone beam computed tomography imaging with physical measures. *Dentomaxillofacial Radiology* 37, 80-93.
- (37) Rigolone M, Pasqualini D, Bianchi L, Berutti E, Bianchi SD (2003) Vestibular surgical Access to the palatine root of the superior first molar: 'low-dose cone-beam' CT analysis of the pathway and its anatomic variations. *Journal of Endodontics* 29, 773-5.
- (38) Nakata K, Naitoh M, Izumi M, Inamoto K, Aiji E, Nakamura H (2006) Effectiveness of dental computed tomography in diagnostic imaging of periradicular lesion of each root of a multirrooted tooth: a case report. *Journal of Endodontics* 32,583-7.
- (39) Low MTL, Dula KD, Burgin W, von Arx T (2008) Comparison of periapical radiography and limited cone-beam tomography in posterior maxillary teeth referred for apical surgery. *Journal of Endodontics* 34, 557-62.
- (40) Scarfo WC, Farman AG, Sukovic P (2006) Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *Journal of the Canadian Dental Association* 72, 75-80.
- (41) Cohenca N, Simon JH, Marhtur A, Malfaz JM (2007b) Clinical indications for digital imaging in dento-alveolar trauma. Part 2: root resorption. *Dental Traumatology* 23, 105-13.
- (42) Cohenca N, Simon JH, Roges R, Mirag Y, Malfaz JM (2007a) Clinical indications for digital imaging in dento-alveolar trauma. Part 1: traumatic injuries. *Dental Traumatology* 23, 95-104.
- (43) Terakado M, Hashimoto K, Arai Y, Honda M, Sekiya T, Sato H (2000) diagnostic imaging with newly developed ortho cubic super-high resolution computed tomography (Ortho-CT). *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics* 89, 509-18.
- (44) Mura MA, Mal A, Tyndall DA, Rivera E (2007) In vitro assessment of local tomography for the detection of longitudinal tooth fractures. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology* 103,825-9.
- (45) Maini A, Durning P, Drage N (2008) Resorption: within or without? The benefit of cone-beam computed tomography when diagnosing a case of an internal/external resorption defect. *British Dental Journal* 204, 135-7.
- (46) Arai Y, Tammisalo E, Iwai K, Hashimoto K, Shinoda K. Development of a compact tomographic apparatus for dental use. *Dentomaxillofacial Radiology*. 1999; 28, 245-8.
- (47) Mozzo P, Procacci C, Taccani A, Martini PT, Andreis IA A new volumetric CT machine for dental imaging: how does the cone-beam technique: preliminary results. *European Radiology*. 1999; 8,1558-64.
- (48) Stravropoulos A, Weizel A (2007) Accuracy of cone beam dental CT, intraoral digital and conventional film radiography for the detection of periapical lesions: an ex vivo study in pig jaws. *Clinical Oral Investigations* 11, 101-6.
- (49) Pabel S, Mannocci F, Wilson R, Dawood A, Pitt Ford T (2008) Detection of periapical bone defects in human jaws using cone beam computed tomography and intraoral radiography. *International Endodontic Journal* Accepted for publication.



Lic. Andrés Loja Vega
DOCENTE DE FINE-TUNED ENGLISH CÍA LTDA.

CERTIFICA:

Que el documento aquí compuesto es fiel traducción del idioma español al idioma inglés del resumen de tesis denominada "*Anatomía radicular interna en incisivos inferiores mediante TAC en la ciudad de Loja en el periodo Octubre 2017 – Marzo 2018*" autoría de la Srta. Tania Gabriela Asanza Ramírez, con número de cédula 0705919330 egresada de la carrera de Odontología de la Universidad Nacional de Loja.

Lo certifica en honor a la verdad y autorizo a la interesada hacer uso del presente en lo que a sus intereses convenga.

Loja, 26 de Abril de 2018

Lic. Andrés Loja Vega
DOCENTE DE FINE-TUNED ENGLISH CÍA LTDA.



Líderes en la Enseñanza del Inglés