



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA CONE BEAM
COMO AUXILIAR DE DIAGNÓSTICO PARA
DETERMINAR EL GRADO DE REABSORCIÓN
RADICULAR EN DIENTES ADYACENTES A
CANINOS RETENIDOS SUPERIORES.

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
CIRUJANA DENTISTA

V. B.

P R E S E N T A:

LEIDY GABRIELA TOVAR ZAVALA

V. B.

TUTOR: C.D. MIGUEL ÁNGEL OJEDA ESPÍRITU

ASESOR: Esp. MARÍA FERNANDA QUIROZ MALPICA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIAS.

Gracias a la vida, a Dios y al destino por dejarme llegar hasta este momento.

Mamá, como siempre te lo he dicho esto es por y para ti, quisiera que con palabras entendieras todo lo agradecida que estoy contigo, pero nunca será suficiente, gracias por siempre querer lo mejor para mí, por apoyarme en cada decisión que tomo, por ser mi luz cuando el camino parece muy oscuro y por ser la mujer perfecta, eres mi mayor motivación. Esto es apenas un poquito, pero sé que poco a poco y unidos como siempre lograremos mucho más. TE AMO MADRE eres el sol de mis días, te amo más que a nada en esta vida y espero me alcance la vida para darte un poquito de lo mucho que tú me has dado. Tu y yo siempre juntas.

Papá, gracias por siempre ver por mi bienestar, esto es tuyo también pá, por levantarte cada mañana por más cansado que estuvieras, por siempre trabajar para darnos lo mejor, por ser la persona más caballerosa y atenta que conozco y así sentirnos seguras de que un gran hombre siempre estará a nuestro lado, por prestarme tu coche para ir a la Uni y conseguir esta meta, TE AMO, te admiro y quiero algún día hacer por ti un poco de lo que tú has hecho estos años.

Gordi, eres mi ejemplo a seguir, TE AMO muchísimo, sigo cada uno de tus pasos, gracias por siempre estar para mí, por guiarme, por siempre levantarme cuando las cosas no van tan bien, eres mi mejor amiga y la mejor hermana mayor que mis papás me pudieron dar, contigo las aventuras son más divertidas, siempre serás mi mejor compañera de vida, sé que aún nos faltan muchas cosas por vivir pero estoy segura que en cada una estaremos juntas de una u otra manera, no sabes lo mucho que te admiro hermana, eres mi orgullo, te amo.

A mis abuelos, papá Ramiro Zavala, Socorro, y mi Jechu, gracias por siempre cuidarme y hacer de mi infancia una etapa increíble, los extraño mucho, les mando un beso hasta el cielo, y les agradezco por darme a los mejores padres del mundo.

Abu, Álvaro, gracias por consentirme siempre y por demostrarme que el amor eterno si existe, te admiro y siempre me das valor y fuerzas para seguir adelante, eres mi más grande amor abue, le pido a Dios que nos permita estar muchos años más juntos, TE AMO do, quiera que tu vayas.

Ipshi, gracias por siempre desvelarte conmigo cuando tenía tareas por entregar o cada que hacia un poquito de este trabajo, te amo cochita pechochita.

Gracias Doctor Miguel Ojeda y Doctora Fer Quiroz, por guiarme en este camino, por siempre estar al pendiente y con la mejor actitud, este proceso fue muy grato gracias a ustedes, gracias por compartir sus conocimientos, su tiempo y su experiencia conmigo, no saben lo mucho que lo valoro.

Gracias Estrella por siempre tomar clase conmigo, hacerme correcciones y siempre tener una actitud tan bonita.

Y por último GRACIAS amada Universidad Nacional Autónoma de México, por ser mi segunda casa y por abrirme las puertas para vivir una de las mejores etapas de mi vida, siempre me sentiré orgullosa de haber podido aprender en la mejor universidad de México, por mi raza hablara el espíritu, México, Pumas, Universidad...

ÍNDICE.

Introducción.....	6
Objetivo general.....	8
Objetivos específicos.....	8
CAPÍTULO I. HISTORIA DE LOS RAYOS RÖNTGEN.	
1.1 Descubrimiento de Wilhelm Conrad Röntgen.....	9
1.2 La radiografía en el ámbito dental.....	10
1.3 Dosimetría.....	14
1.4 Tomografía Computarizada Convencional.....	15
CAPÍTULO II. TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA CONE BEAM.	
2.1 Descubrimiento e Historia.....	16
2.2 Campos de visión.....	20
2.3 Tipos de cortes.....	26
2.4 Ventajas.....	27
2.5 Desventajas.....	28
CAPÍTULO III. CANINOS RETENIDOS SUPERIORES.	
3.1 Definición.....	28
3.2 Prevalencia e incidencia.....	29
3.3 Factores predisponentes.....	30
3.4 Clasificación.....	31
3.5 Hallazgo radiográfico.....	33
3.6 Consecuencias a dietes adyacentes.....	36
CAPÍTULO IV. REABSORCIÓN RADICULAR EXTERNA.	
4.1 Definición.....	37
4.2 Factores predisponentes.....	38
4.3 Clasificación y tratamiento	40
4.4 Hallazgo radiográfico.....	43

CAPÍTULO V. IMAGENOLOGÍA COMO AUXILIAR DE DIAGNÓSTICO.

5.1 Uso de la Tomografía Computarizada Cone Beam para el diagnóstico de reabsorción radicular externa.....	45
5.2 Tipo de FOV indicado.....	47
5.3 Tratamiento indicado.....	48
Conclusiones.....	53
Bibliografía.....	57

Introducción.

Los caninos tienen el periodo más largo de desarrollo y formación, el esmalte se forma en su totalidad entre los 6 y 7 años y erupciona en promedio entre los 11.6 años y a los 13.6 su raíz queda totalmente formada. A los 3 años de edad se encuentra en una posición alta en la maxila con su corona hacia mesial y palatino, se mueve hacia el plano oclusal gradualmente enderezándose hasta juntarse a la pared distal del diente lateral, sin embargo, frecuentemente emerge dentro de la cavidad oral.

Un canino retenido queda en esta posición por diferentes factores como obstrucción, la cual puede ser uni o bilateral la retención en el maxilar cerca de la cavidad nasal y en ocasiones cerca de la órbita, es una condición asintomática en la mayoría de los casos, pero puede llegar a causar complicaciones considerables.

Al momento en que el canino retenido llega a impactarse con las raíces del incisivo lateral superior, una de las principales causas que provoca es la pérdida de tejido radicular, la cual se define como reabsorción radicular externa, pero que no puede observarse clínicamente.

Un alto porcentaje de los caninos retenidos o de las lesiones que provocan los mismos se van a observar por medio de una imagen radiográfica, en los exámenes rutinarios de radiografías dentoalveolares puede llegar a observarse este tipo de lesiones como son, la reabsorción radicular sin embargo es bueno auxiliarse de las imágenes de radiografías oclusales y de una ortopantomografía.

El descubrimiento de los rayos Röntgen en 1895 por Sir Wilhelm Conrad Röntgen fue una época increíble en la historia de la medicina. Las imágenes de diagnóstico en las últimas décadas resultaron ser mucho más refinadas debido a la adición de varias tecnologías de imagen con principios físicos complejos. La imagen tridimensional evolucionó para satisfacer las demandas de las tecnologías avanzadas en la entrega del tratamiento y al mismo tiempo responsable de la evolución de nuevas estrategias de tratamiento. Teniendo en cuenta las limitaciones (superposiciones, distorsiones, etc.) de la radiografía bidimensional. G.N. Hounsfield, en

1972, introdujo la exploración axial transversal computarizada que condujo a la introducción de la tomografía computarizada (TC). Sin embargo, el alto costo, el acceso limitado y la alta exposición a la radiación fueron los principales inconvenientes para la infrautilización de la TC en odontología. La Tomografía Computarizada Cone Beam (TCCB), tuvo una rápida entrada en el campo de la odontología con demanda de compromiso de profesionales y educadores dentales, para explorar las aplicaciones de la misma.

La TCCB es una técnica diversa de rayos Röntgen, que ha ganado una popularidad significativa en las últimas dos décadas, ya que durante años el diagnóstico, pronóstico, plan de tratamiento de diferentes afecciones se ha basado en imágenes bidimensionales de estructuras tridimensionales. El uso de radiografías dentoalveolares, ortopantomografías y laterales de cráneo las cuales presentan una superposición llegan a ocultar aspectos clínicos potenciales importantes que requieren de una visualización de diferentes planos para revelar los hallazgos orientación.

Un estudio radiográfico es la base para un buen diagnóstico y futuro plan de tratamiento, el advenimiento de la tecnología de imágenes volumétricas ha causado un cambio significativo en el enfoque diagnóstico practicado en la odontología y se ha convertido en una necesidad para el diagnóstico de retenciones dentales, así como de anomalías esqueléticas graves.

Por lo tanto, la finalidad de esta investigación es conocer las aplicaciones de la Tomografía Computarizada Cone Beam en Odontología para el diagnóstico pronóstico y plan de tratamiento ante el hallazgo de caninos retenidos y el grado de reabsorción radicular que pueden ocasionar en dientes adyacentes; sus ventajas y sus desventajas.

Objetivo General.

-Determinar el grado de reabsorción radicular externa que se presenta en dientes adyacentes a caninos retenidos superiores con uso de la Tomografía Computarizada Cone Beam como auxiliar de diagnóstico.

Objetivos específicos.

-Determinar el grado de prevalencia de caninos retenidos y sus complicaciones.

-Determinar con la Tomografía Computarizada Cone Beam si hay presencia de reabsorción radicular externa ocasionada por caninos retenidos superiores.

-Identificar que dientes son los más afectados por caninos retenidos superiores.

-Analizar la bibliografía existente para indicar la Tomografía Computarizada Cone Beam como primera opción de auxiliar de diagnóstico dependiendo del caso.

CAPITULO I. HISTORIA DE LOS RAYOS RÖNTGEN.

1.1 DESCUBRIMIENTO DE WILHELM CONRAD RÖNTGEN.

En 1837 Julius Plücker, matemático y físico alemán de la Universidad de Bonn, trabajó con un tipo de tubos inventados por el soplador de vidrio y físico Heinrich Geissler quien publico sus primeros resultados en 1857 en un periódico alemán.

En 1875 Wilhelm Hittorf modifica el tubo de Geissler (figura 1) y lo nombra tubo de Crookes, era una ampolla de vidrio formada por un ánodo y un cátodo, en el que se forma un ángulo recto y cuando se hacía pasar corriente eléctrica por el tubo se veía en la zona que estaba enfrente del cátodo la luz más intensa ¹.

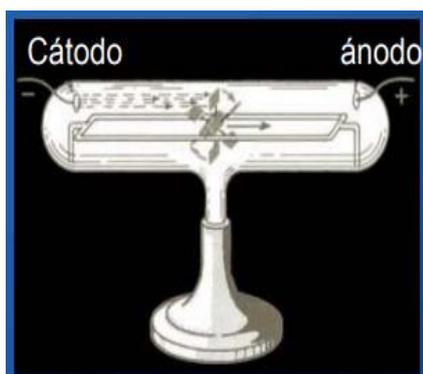


Fig. 1. Tubo de Geissler.



Fig. 2. Tubo de Crookes.

El físico Alemán Wilhelm Conrad Röntgen modifica una vez más el tubo y coloca un cartón negro cubriéndolo de la luz (fig. 3) y concluye que los rayos creaban una radiación penetrante pero invisible que atravesaba materiales que eran opacos al ojo humano y el 8 de noviembre de 1895 descubre los rayos Röntgen o incógnita (porque no era demasiado claro en qué consistían) expone la mano de su esposa a Ana Bertha Ludwing y después de 15 minutos de radiación se revela la imagen de las estructuras óseas con un anillo flotando sobre sus dedos (fig. 4) dando así a la medicina y a la odontología beneficios considerables de este recurso¹.

Fig. 4. Esquema ilustrativo del experimento de Wilhelm Conrad Röntgen.

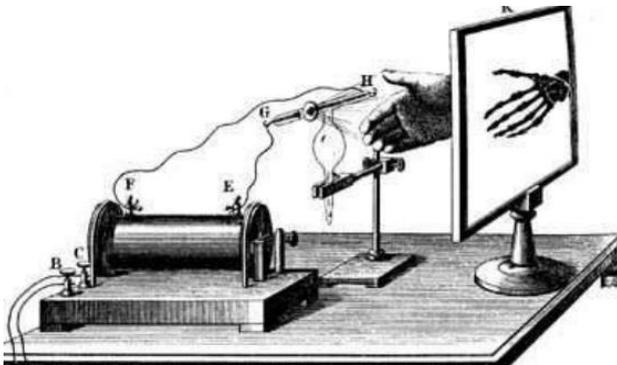
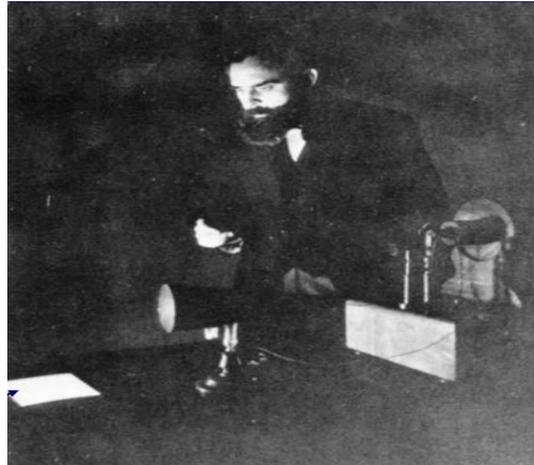


Fig. 3. Wilhelm Conrad Röntgen cubriendo la luz del tubo previo.

1.2 LA RADIOGRAFÍA EN EL ÁMBITO DENTAL.

La primera unidad de rayos Röntgen odontológicos data de 1896 y fue diseñada por el dentista Dr. William Herbert Rollings quién al exponer su brazo a alto voltaje sufrió quemaduras graves por la exposición prolongada, por lo tanto, decide dedicarse a investigar técnicas que disminuyeran el tiempo de exposición y aporta a la radiología el crioscopio (fig. 5) el cual constaba de una pantalla fluorescente revestida con vidrio y paredes plomadas, como casetas protectoras de los tubos y anteojos plomados de varios centímetros de espesor para filtración ¹³.

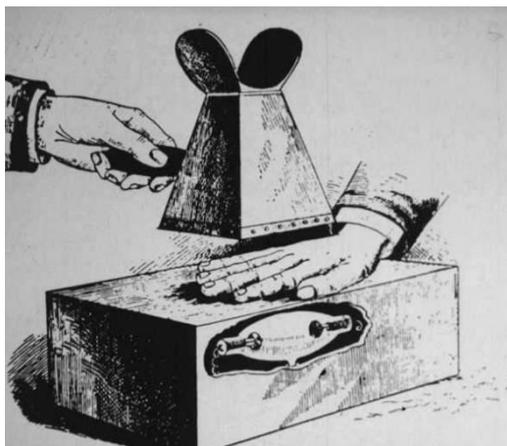


Fig. 5. Criptoscopio con aditamentos como barreras de protección.

El Dr. Otto Walkhoff de Braunschweig, Alemania, realiza la primera radiografía dental (fig. 6) colocando en su boca una placa fotográfica de vidrio, envuelta en papel negro y cubierta por una banda de goma, sometiéndose a una exposición de rayos durante 25 minutos. Tiempo después el Dr. C. Edmund Kells, de Nueva Orleans, en 1899 fue el primero en realizar una radiografía intraoral y verificar si un conducto radicular había sido obturado, también se enfocó en como disminuir el tiempo de exposición, pero la práctica lo llevo a sufrir lesiones malignas que le hicieron perder una mano en 1926 y a enfermarse gravemente, encaminándolo por depresión y frustración al suicidio en 1928.

William David Coolidge fue un físico estadounidense quien en 1913 inventó el tubo de tungsteno Coolidge, con una mejora en el cátodo para minimizar la cantidad de radiación ³².

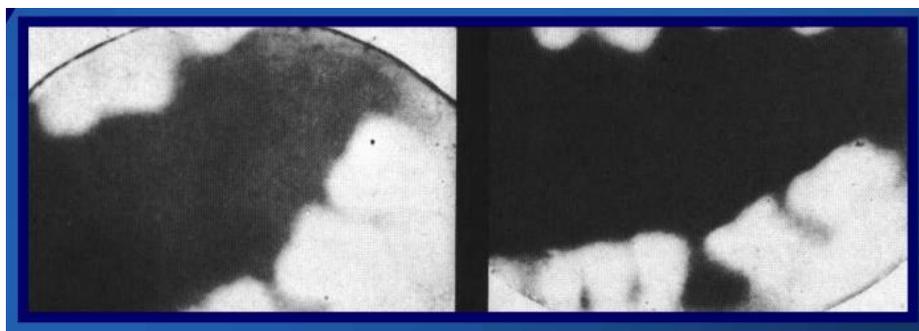


Fig. 6. Radiografía paciente y Odontólogo Dr. Otto Walkhoff con 25 minutos de exposición.

Con la idea de seguir mejorando, se desarrolló la técnica de larga distancia del Doctor Franklin. Mc Cormack donde se usaba un aparato de radiografía médica y se efectuaba la técnica de paralelismo con una distancia foco-película de 5 a 6 pies con el paciente boca arriba e inmobilizado con unos costales de arena. En 1930 el conocido como padre de la radiología moderna, el Dr. Gordon Fitzgerald (fig. 7) diseñó un cono largo para mejorar esta técnica, la cual es la que se utiliza actualmente ²⁹.



Fig. 7. Dr. Gordon Fitzgerald.

En 1960 el Dr. Fred M. Medwedeff desarrollo la técnica de colimación rectangular y el Dr. William Updegrave, fue el autor de la técnica de paralelismo de extensión del cono largo, para las colimaciones, rectangular y regular y practicó la técnica del plano agudo de la articulación temporomandibular.

En Japón el Dr. Hisatugu Numata, toma la primera radiografía panorámica dental en 1933 (fig. 8) colocando una película curva por lingual de las piezas dentarias y empleó un estrecho haz de rayos que rotaban alrededor de la mandíbula del paciente exponiendo la película (fig. 9) ¹³.



Fig. 8. Primera radiografía mandibular tomada en 1933.

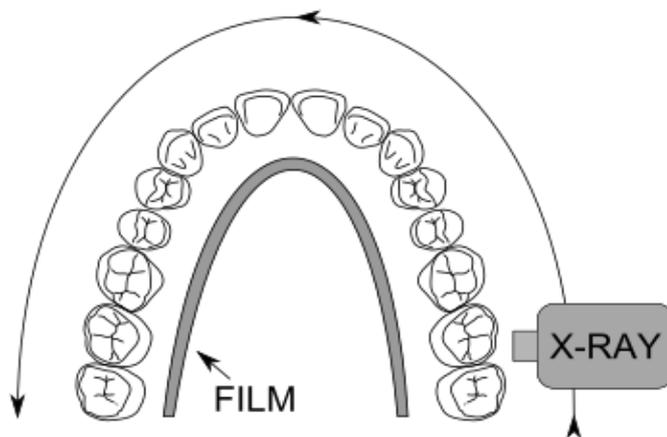


Fig. 9. Primera radiografía mandibular tomada en 1933.

En 1948 el Dr. Yrjo Veli Paatero de la Universidad de Helsinki, Finlandia, modifica la técnica por la parabolografía en la cual empleaba una larga película curvada y ubicada por lingual de las piezas dentarias pero ahora en ambos maxilares usando pantallas intensificadoras para acelerar el proceso , se tomaba una radiografía para cada maxilar, mientras el paciente se movía en una silla giratoria la fuente de rayos permanecía estática y la exposición se efectuaba con un haz de rayos que se lograba mediante un fino colimador y en 1949, colocó la película en zona extra oral, el chasis y el paciente giraban con la misma velocidad sobre un eje vertical único, y el tubo de rayos permanecía estacionario, permitiendo así radiografiar la superficies curvas de los maxilares desplegándolas en una superficie plana en visión panorámica y denomina a esta técnica en 1950 "Pantomografía" (fig. 10) un conjunto de las palabras "Tomografía Panorámica" Panorámica significa visión completa de una región, sin obstáculos en todas las direcciones y Tomografía es una técnica radiográfica para capas o estratos de tejidos en profundidad, sin la interferencia de otros tejidos ubicados por encima o por debajo de ella ¹¹.

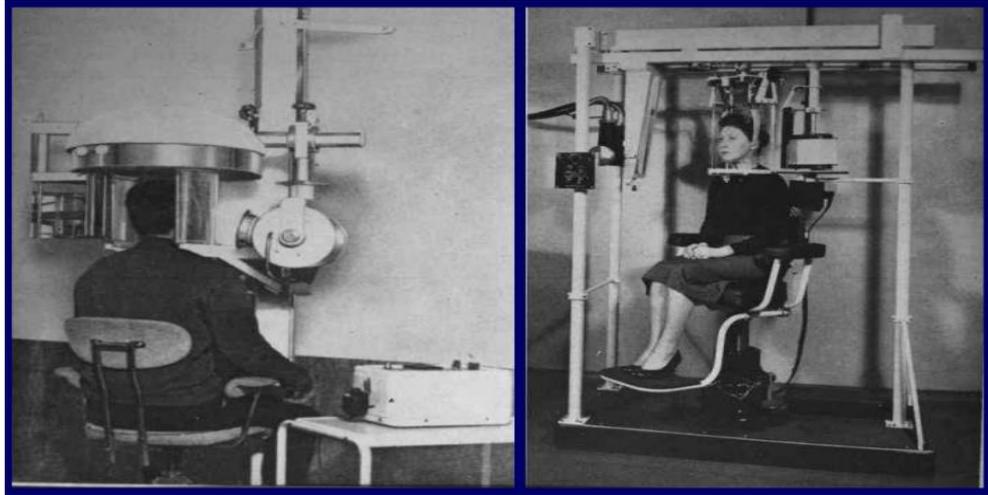


Fig. 10 técnica de Pantomografía del doctor Yrjo Veli Paatero.

1.3 DOSIMETRÍA.

Cuando la radiación pasa a través del cuerpo, una parte es absorbida y se determina dosis de radiación del paciente, los rayos Röntgen que no son absorbidos son utilizados para crear la imagen. La unidad científica de medición para la dosis de radiación del cuerpo entero, llamada "dosis efectiva" es el millisievert (mSv) ⁹.

Los médicos utilizan la "dosis efectiva" cuando hablan sobre los riesgos de la radiación en el cuerpo entero a largo plazo como cáncer. La dosis efectiva considera cuán sensibles son los diferentes tejidos a la radiación y permite al médico evaluar su riesgo y compararlo con fuentes de exposición comunes, tales como la radiación natural de fondo que es la cantidad de radiación recibida de fuentes naturales, como la exposición al sol, teléfonos o satélites y es de 3 mSv al año aproximadamente (tabla 1)⁹.

La cantidad de dosis recibida en una radiografía digital, es de 0,005mSv, lo que equivale a un día completo tomando el sol en la playa. Por lo que puede deducirse, que la radiografía dental digital, disminuye la dosis recibida ¹⁹.

Procedimiento	Dosis de radiación efectiva aproximada	Comparable a la radiación natural de fondo para
Rayos Röntgen	0.005 mSv	1 día
Ortopantomografía	0.025 mSv	3 días
Tomografía Computarizada Cone Beam	0.18 mSv	22 días

Tabla 1; Comparación de dosis efectiva con radiación natural de fondo.

1.4 TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA CONVENCIONAL.

El desarrollo de la tomografía se dio después de varias generaciones, las cuales se clasifican de acuerdo al sistema, se basa en las piezas de los dispositivos y los movimientos físicos de la radiografía como se muestra en la tabla 2 ¹¹.

Primera generación.	Había una sola fuente de radiación y un detector tomando imágenes por secciones.
Segunda generación	Había una serie de detectores, pero no podían mostrar todo el objeto.
Tercera generación	Se mejoran los detectores reduciendo el uso de una fuente de radiación para moverse alrededor del objeto, pero los artefactos en forma de anillo distorsionaban las imágenes generadas.
Cuarta generación	Se crea una fuente de radiación móvil y un detector fijo modificando el ángulo de la fuente de radiación.
Quinta y sexta generación.	El detector es fijo y el rayo electrónico escanea el ánodo de tira de tungsteno semicircular, la radiación se genera en el punto donde el rayo electrónico golpea el ánodo y se

	transmite al objeto a través de una fuente de rayos X giratoria.
--	--

Tabla 2; Generaciones previas para el desarrollo de la Tomografía Computarizada Cone Beam.

Debido a su gran tamaño, las máquinas de tomografía requieren enormes espacios físicos, su costo se eleva considerablemente y como las imágenes están hechas de una serie de secciones se consume mucho tiempo y dinero para obtener una imagen final y la razón principal que restringe el uso de la tomografía computarizada es la alta dosis de radiación ²⁵.

CAPÍTULO II. TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA CONE BEAM.

2.1 DESCUBRIMIENTO E HISTORIA.

Aunque es un dato poco conocido, la tomografía computarizada que hoy se utiliza para diagnosticar y conocer el interior del cuerpo humano fue inventado gracias al éxito de los Beatles. Hay que recordar, primero, que EMI (por sus siglas en inglés, Electrical and Musical Industries) era en los años cincuenta, una compañía de investigación industrial la cual participó en la creación del primer ordenador de transistores. Pero al final de los años cincuenta del siglo XX esa división del negocio no era muy favorable ¹⁴.

Uno de sus investigadores, Godfrey Hounsfield, se había esforzado en lograr dividendos, los cuales no tenían éxito, llegando a tal punto que EMI vendió su negocio de computación en 1962, casi al mismo tiempo que firmaba un contrato inusitadamente lucrativo: el acuerdo por el que editaría la música de cuatro jóvenes de Liverpool: Los Beatles (fig. 11).

Lo cierto es que el éxito se tradujo en una entrada incesante de grandes beneficios, lo cual permitió a Hounsfield emprender una investigación independiente. Ni más ni menos, que lo que llevó a descubrir cómo diseñar el primer escáner de Tomografía Axial Computarizada, que EMI

lanzó al mercado en 1972 y por el que compartió el premio Nobel de Medicina en 1979.



Fig. 11. The Beatles.

Y así es como se desarrolla la Tomografía Computarizada Cone Beam (TCCB) también llamada Cone Beam Computer Tomography (CBCT), Tomografía Volumétrica Digital (TVD) o Escáner Volumétrico, con el objetivo de solucionar las desventajas de las radiografías ya existentes, se introdujo al mercado en 1998 en Europa y en el 2001 en Estados Unidos ¹¹.

Continuamente se desarrollan y lanzan nuevos modelos de equipos Cone Beam. Los sistemas disponibles en el mercado y utilizados en el trabajo clínico varían notablemente en sus características y capacidades de imagen, por lo tanto, los usuarios pueden seleccionar un dispositivo CB adecuado para sus necesidades clínicas de una amplia gama.

Desde la introducción de la técnica CB en imágenes dentales y maxilofaciales a finales de la década de 1990, los profesionales vieron un largo período de protocolos o directrices inexistentes sobre cómo abordar la optimización y la protección del paciente en la práctica clínica. Las directrices fueron establecidas por primera vez a nivel internacional por la Academia Americana de Radiología Oral y Maxilofacial en 2008 y la Academia Europea de Radiología Dental y Maxilofacial en 2009 ¹².

En este escaneo, la fuente y el sensor de rayos Röntgen giran 360 grados en una órbita alrededor del objeto en donde el rayo está restringido por un

colimador redondo o rectangular, dependiendo de la región de interés a radiar, obteniendo de 150 a 599 imágenes entre 5-40 s⁶. (fig. 12).

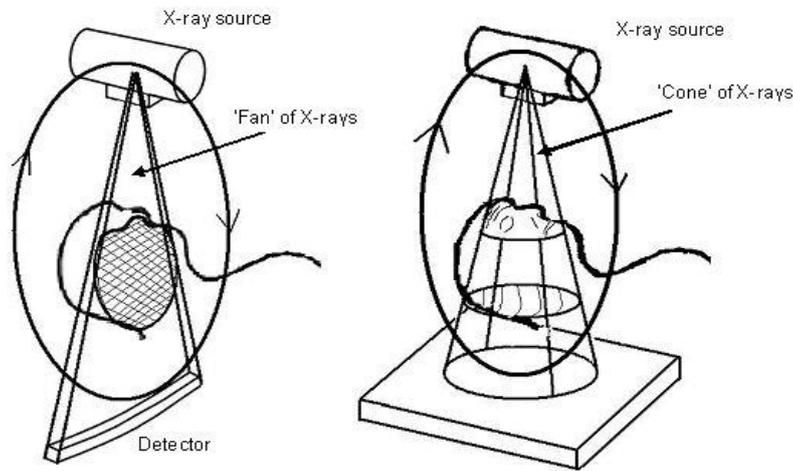


Fig. 12. Ilustración del funcionamiento del aparato Cone Beam.

Después los voxels (subunidades más pequeñas de un volumen digital) se almacenan en una computadora y con un software especial pueden ser monitoreados. Cada sistema de TCCB tiene su propio tipo de software, pero si los datos se recopilan en el formato Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) se pueden ver en otro software, creando así un sistema de imágenes interactivo²⁵ (fig. 13).

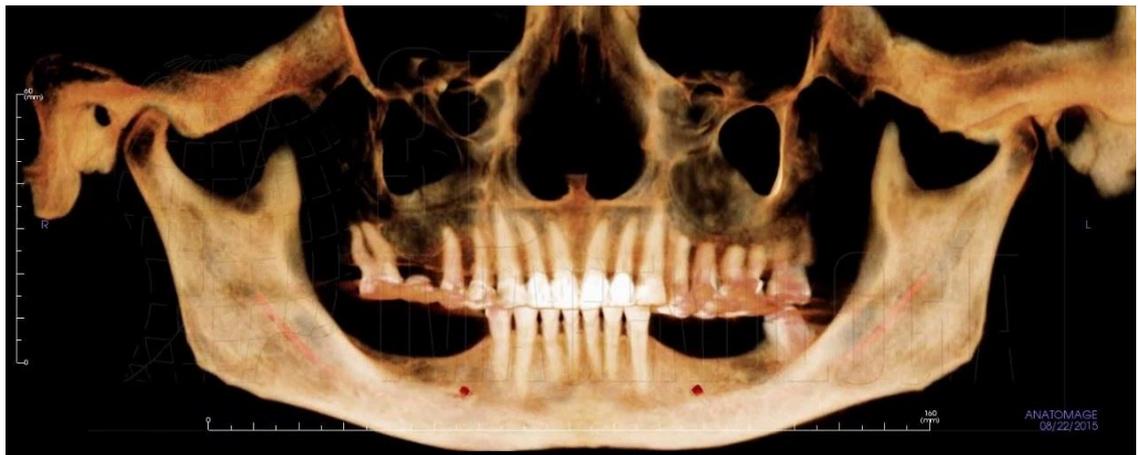


Fig. 13. Imagen tomada con la tecnología Cone Beam en sistema DICOM.

El 80% de los dispositivos CB son sistemas de posición de pie montados en la pared (fig. 14) o en el suelo (principalmente con acceso para sillas de ruedas), mientras que la posición de descanso supina (fig. 15) se usa solo en el 3% de los dispositivos. Si bien la posición de pie es la más utilizada para la exploración dental, es vulnerable a los movimientos de los pacientes, especialmente cuando no se utilizan suficientes herramientas de fijación de la cabeza. Para minimizar los artefactos relacionados con el movimiento del paciente, los dispositivos de pie también se pueden usar normalmente en posición sentada debido a las columnas motorizadas de los sistemas, lo que permite movimientos verticales del tubo de rayos Röntgen y la cabeza del detector. Algunos de los proveedores también proporcionan algoritmos de corrección de movimiento y otras soluciones para mejorar la calidad de imagen independientemente del movimiento del paciente ³.



Fig. 14. Dispositivo Cone Beam para posición de pie o silla de ruedas.

Fig. 15. Dispositivo Cone Beam para posición supina.



Los voxeles tienen tamaños iguales en las tres dimensiones y sus bordes varían de 0,07 a 0,4 mm, cada uno absorbe una cierta cantidad de rayo y corresponde a un valor en la escala de grises. El tamaño del voxel, está relacionado con la resolución espacial, por lo tanto, los tamaños más pequeños permiten una mayor resolución espacial y delineación de estructuras finas más pequeñas ⁴.

Sin embargo, los tamaños de voxel más pequeños requieren dosis de radiación más altas para lograr la misma relación señal-ruido (SNR) en comparación con un tamaño más grande. Según las estadísticas de Poisson, el aumento relativo de la dosis para mantener la SNR es inversamente proporcional a la raíz cuadrada de la disminución relativa del volumen de voxel. Por ejemplo, un volumen de voxel cuatro veces mayor permite reducir a la mitad la dosis con el mismo ruido de imagen ¹² (fig. 16).

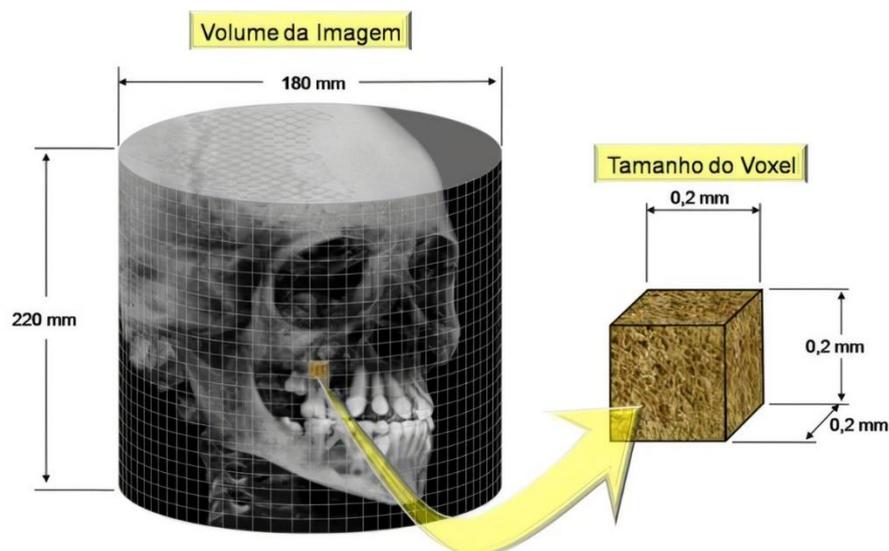


Fig. 16 imagen ilustrativa del tamaño de un voxel.

2.2 CAMPOS DE VISIÓN.

El protocolo varía dependiendo del campo de visión (field of view, FOV), el tamaño del voxel ⁵, el tiempo, la sensibilidad del sensor y la posición del paciente, pudiendo ser de pequeña, mediana o gran escala, y es el

operador quien lo controla, sin embargo, la disminución de estos valores reduce la calidad de la imagen²⁵.

Las dimensiones del FOV dependen del tamaño y la forma del detector, la geometría de proyección del haz y la capacidad de colimar. El usuario debe ajustar libremente el FOV en los ciertos límites en los volúmenes transversales, verticales y horizontales en algunos equipos.

El FOV junto con el tamaño del voxel es uno de los parámetros más importantes ²⁵ que afecta la dosis de radiación del paciente y la calidad de la imagen y deben seleccionarse de acuerdo a la tarea clínica, entre:

FOV a pequeña escala.	Se definen los dientes retenidos, anatomía radicular, dientes supernumerarios e implantes con un FOV de 3x4 y 10x10 cm y un voxel de 0,07 y 0,20 mm.
FOV a mediana escala.	Se observa la mandíbula y el maxilar, el tamaño del FOV varía de 7x12 y 14x24 cm y el voxel de 0,07 y 0,40 mm.
FOV a gran escala	Evalúan toda el área de cabeza y cuello, el tamaño de FOV varía entre 16x18 y 19x24 cm y el voxel entre 0,8 y 0,20mm.

El principio básico de esta técnica ³, incluye la rotación del pórtico con un tubo de rayos Röntgen y un detector de imágenes. El haz cónico de la radiografía se atenúa a través del paciente y el FOV se expone durante toda la exploración. La exposición parcial de los tejidos se da dentro de la región rotacional (axial) alrededor del FOV a medida que el haz de rayos Röntgen cónico barre el rango angular requerido para adquirir el conjunto de imágenes de proyección de datos sin procesar, que se utilizan para reconstruir los datos tridimensionales finales de las imágenes ⁴ (fig. 17).

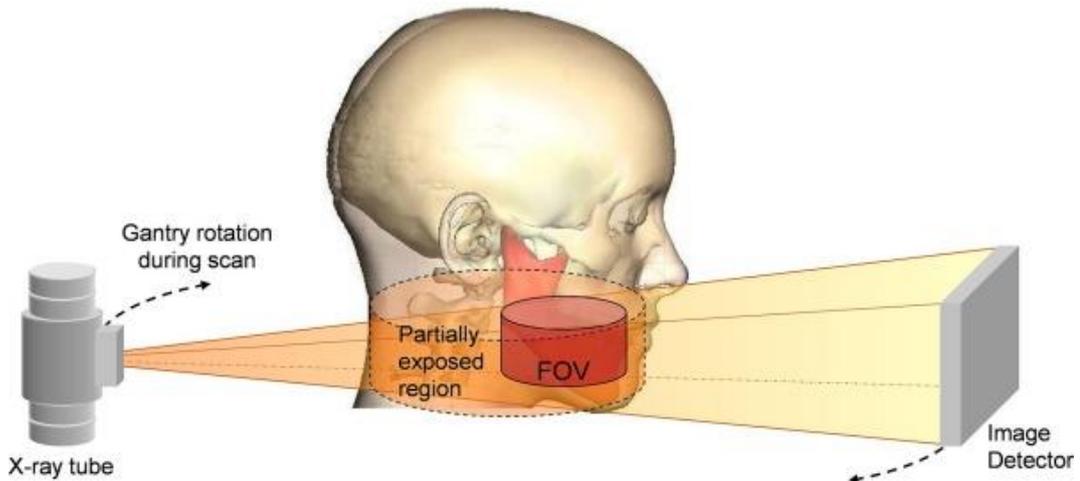


Fig. 17. Acción del FOV al cuerpo a radiar.

Las imágenes se pueden ver en cortes coronales, axiales o sagitales, la visualización de la superficie sombreada permite mostrar diferentes densidades. Mientras se seleccionen bajas densidades se mostrarán tejidos blandos y no se muestran tejidos fuera de este rango (tejidos duros) y viceversa ²².

El número total de imágenes base que componen el conjunto de datos volumétricos puede fijarse en algunos dispositivos y ser variable en otros. Un mayor número de imágenes básicas proporciona más información para reconstruir la imagen final con mejor contraste, menor granulosidad, ruido (imagen inherente), rayas o sombreado ⁴.

Los datos brutos adquiridos en forma de imágenes de rayos Röntgen de proyección pasan por un procesamiento antes de que puedan ser utilizados para la reconstrucción de imágenes. Este procesamiento considera las características del detector y los factores de exposición lo que corrige diferentes limitaciones y variabilidades inherentes del detector (fig. 18).



Fig. 18. Imagen ilustrativa de las imágenes obtenidas con la TCCB.

La mayoría de las unidades ofrecen numerosas opciones en los entornos de exposición disponibles. Es necesaria una selección adecuada de estos aparatos para optimizar la calidad de la imagen y minimizar la exposición a la radiación de acuerdo con el principio ALARA (tan bajo como sea razonablemente posible) (fig. 19) o ALAP (tan bajo como práctico) ^{9,19}.

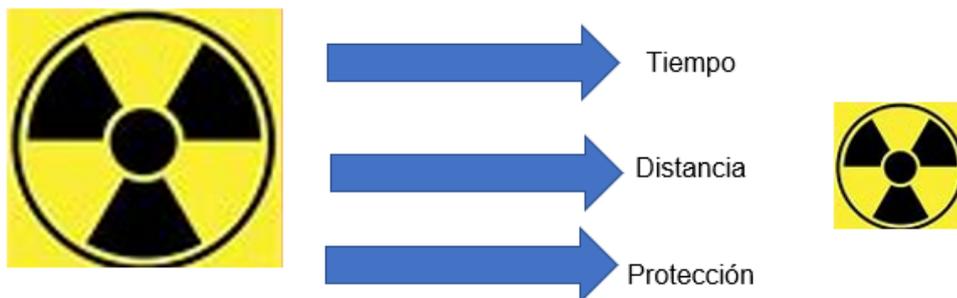


Fig. 19. Principio ALARA.

El cálculo de la radiación se realiza en un cráneo ficticio colocado en un material equivalente a tejidos blandos que determina la dosimetría. Esta tomografía, obtiene imágenes cambiando el FOV, el tiempo, y el tamaño de voxel cada vez⁵. Por lo tanto, las imágenes radiográficas deben efectuarse si los beneficios esperados superan los riesgos en cuestión, según el principio ³².

La mayoría de los dispositivos dentales CB utilizan una exposición de haz de rayos Röntgen pulsados, aunque algunos proveedores todavía utilizan

una exposición continua a la radiación. Por lo general, la radiación pulsada resulta en dosis más bajas del paciente que el modo de exposición continua, ya que la radiación se apaga intermitentemente durante el proceso de adquisición de imágenes ³².

La optimización de los equipos de imágenes radiológicas debe abarcar el contexto más amplio de gestión de la calidad y garantía de para conectar el ajuste óptimo de los parámetros de examen a la conformidad técnica de los escáneres ²¹.

Las pruebas forman una parte importante de la calidad y seguridad de las imágenes médicas en cualquier método de imagen radiológica. Por lo tanto, tienen como objetivo garantizar que el rendimiento técnico y las especificaciones del proveedor del equipo se mantengan continuamente en el uso clínico y durante todo el ciclo de vida del equipo, teniendo también como objetivo reducir las incertidumbres y los errores y reducir la probabilidad de accidentes ³.

Las pruebas fantasmas (fig. 20) se realizan trimestralmente basadas en fantasmas del proveedor y aplicación integrada de control de calidad y calibración, el proveedor aconseja una frecuencia de 6 meses para el procedimiento de exploración. Las pruebas de calidad de imagen siguen principalmente los objetivos típicos mencionados anteriormente. Se utilizan tres fantasmas separados para las pruebas de calidad de imagen, incluyendo fantasma de calibración volumétrica, fantasma de control de calidad y fantasma de prueba de constancia ¹⁰.

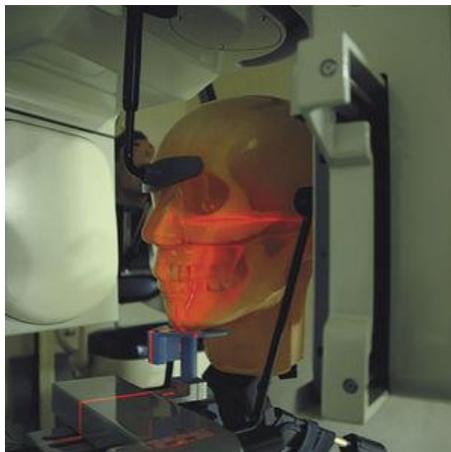


Fig. 20. Prueba fantasma para control de calidad de aparato de TCCB.

Sin embargo, además de las pruebas fantasma de control de calidad de la imagen del escáner, los usuarios también realizan control de calidad regular del monitor de pantalla (fig. 21), lo que garantiza que la cadena general del proceso de revisión de imágenes esté cubierta y se ajuste al programa general de control de calidad de radiología (de todas las modalidades) para mayor coherencia. Además de estas pruebas regulares a nivel de usuario, se realizan más pruebas a nivel técnico del escáner durante las visitas regulares del servicio de mantenimiento del proveedor, incluidos parámetros específicos del tubo de rayos Röntgen y la salida de radiación 10.



Fig. 21. Monitoreo de pantallas de aparato de TCCB para evitar repeticiones.

2.3 TIPOS DE CORTES.

Se pueden dividir en tres planos ⁴.

Plano Sagital.	Es aquel que divide el cuerpo en dos mitades iguales, una derecha y otra izquierda. La representación de los cortes siempre se hará de derecha a izquierda del paciente.
Plano coronal o frontal.	Es aquel que divide al paciente en anterior y posterior. La representación de los cortes siempre se hará de atrás hacia delante.
Plano Axial o Transversal.	Es aquel que divide al paciente en superior e inferior. La representación de los cortes siempre será de arriba hacia abajo (a excepción del cráneo).

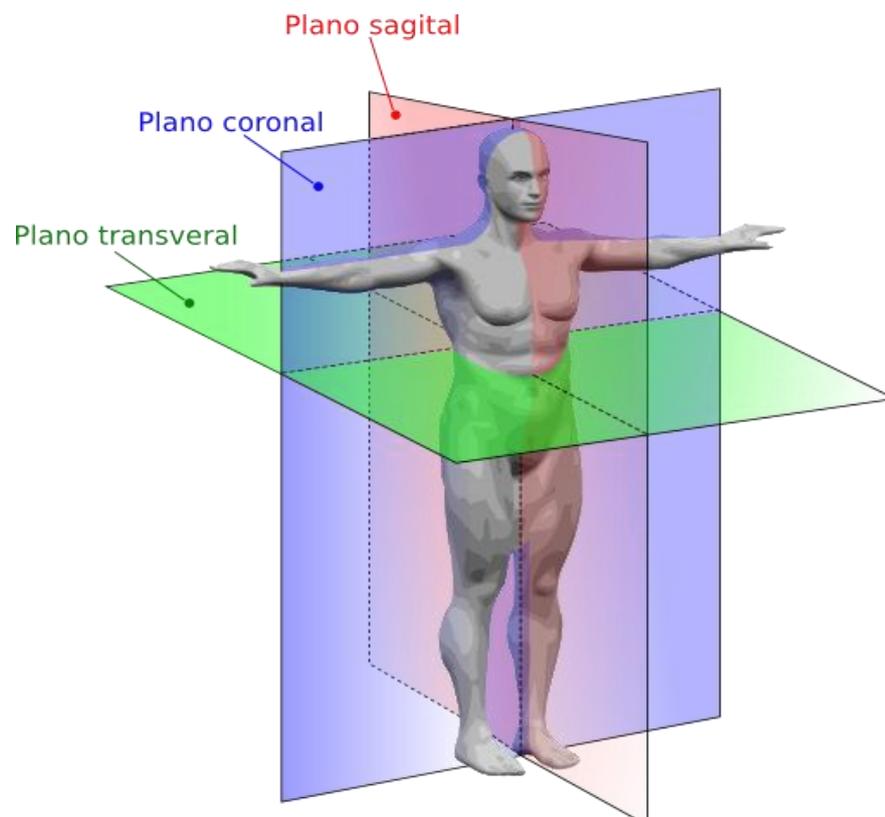


Fig. 22. Tipos de cortes auxiliares en la interpretación radiográfica.

Una vez explicados los planos, hay que tener presente que, para planificar cortes, debemos tener en cuenta, los otros dos planos del espacio, es decir, si se quiere planificar cortes

- Sagitales nos fijamos en el plano Axial o transversal
- Axiales nos fijamos en el plano Coronal y Sagital
- Coronales nos fijamos en el plano Axial y Sagital

2.4 VENTAJAS ^{10,4}.

- Precisión anatómica. A diferencia de la radiografía extra oral y ortopantomografía tradicional, las imágenes y representaciones CB son anatómicamente precisas y se pueden mostrar en cualquier ángulo para cualquier parte del esqueleto maxilofacial. Por lo tanto, las mediciones reales se pueden obtener sin necesidad de consideraciones de aumento o discrepancias de proyección.
- Pantalla tridimensional y bidimensional opcional.
- Datos de tamaño real.
- Imagen de alta resolución.
- 98% de menor resolución que la tomografía.
- No hay distorsión.
- No hay superposición.
- Fácil acceso.
- Compatible con diferente tipo de software (DICOM).
- No gasta mucha energía.
- Crea varias visualizaciones y reformateos multiplanares de la imagen volumétrica.
- Se pueden realizar medidas lineales de manera precisa.

2.5 DESVENTAJAS²¹.

- Bajo contraste dependiendo del detector.
- El tamaño restringido del detector causa un FOV restringido.
- No se muestran músculos ni conexiones.
- El paciente debe permanecer inmóvil.
- Conocimiento limitado por parte de cirujanos dentistas que no ocupan esta técnica ⁹.

CAPÍTULO III. CANINOS RETENIDOS SUPERIORES.

3.1 DEFINICIÓN.

Se denomina diente retenido a aquel que queda bloqueado a medio camino de su erupción por otro diente, hueso o tejido blando (fibrosis), lo que impide que este se incorpore al arco dental en el rango de tiempo deseado. Existen dos tipos de retención, la primera es cuando se encuentre por completo dentro de la encía (fig. 23) y la segunda cuando una parte del diente ya consiguió romper el tejido gingival (fig. 24) pudiendo ser uni o bilateral, cursando de manera asintomática en un 80% de los casos ¹⁵.



Fig. 23. Canino retenido.



Fig. 24. Canino parcialmente retenido.

3.2 PREVALENCIA E INCIDENCIA.

Cualquier diente puede encontrarse retenido, los más frecuentes son los terceros molares inferiores y superiores, seguidos por los caninos superiores los cuales van a tener una prevalencia 20 veces mayor que los inferiores (Kindelan & Cook, 1998), seguidos de los segundos premolares superiores e inferiores y los incisivos centrales superiores ⁸.

De un 60 a 80% de las retenciones del canino superior son hacia palatino, de un 15 a 30% hacia vestibular y del 5 al 20% queda en una posición intermedia. También puede quedar retenido en seno maxilar o hacia vestibular del mismo; en mandíbula generalmente se ubican en medio de la sínfisis mentoniana (Rebellato & Schabel, 2003) ⁸.

Los caninos constituyen la transición del segmento dental anterior al posterior y desempeñan una función más importante funcional y estética, para mantener la relación oclusal ya que están posicionados en el ángulo del arco dental formando la guía canina, aportan soporte al ala de la nariz y el labio superior^{17,28}.

Entre los 5 y 15 años de edad se ha observado que los caninos recorren al menos 22 mm, durante este tiempo. En el plano lateral, los caninos muestran un movimiento significativo en dirección bucal entre los 10 y 12 años de edad. Antes de esta edad, tienen una dirección palatina, aproximadamente 3/4 de la raíz se encuentra formada antes de la erupción y se completa 2 años después de ésta, forma un ángulo de 17° con el plano

frontal. Visto desde la proyección labial y forma otro ángulo de 6 a 7 grados con el plano medio ¹⁵ (fig. 25).

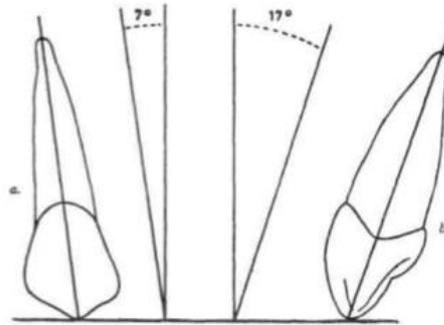
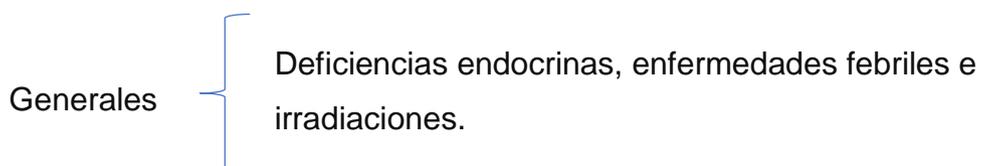


Fig. 25 Posición de canino superior de segunda dentición.

3.3 FACTORES PREDISPONENTES.

El odontólogo puede intuir que los caninos queden retenidos en dos momentos claves del desarrollo: antes de los 10 años si existen antecedentes familiares de caninos retenidos y si el paciente tiene microdoncia de los incisivos centrales la cual se presenta en el 47.70% así como agenesias que se dan en un 33%; y el segundo caso es después de los 10 años si se presenta asimetría en la palpación de la eminencia canina y si no se palpan los caninos o si hay inclinación del incisivo lateral hacia distal ²⁷ (Jacobs, 2000).

La etiología es multifactorial, Bishara Clasifica las posibles causas de la retención de los caninos superiores de segunda dentición en ¹⁵:



Locales

Discrepancia negativa entre la longitud del arco y el tamaño de los dientes, pérdida prematura del canino superior de primera dentición, lo que conlleva a la falta de espacio en el arco para la erupción del canino superior de segunda dentición, otras causas pueden ser; posición anormal del germen dental, fisura alveolar, anquilosis, formación quística o neoplásica, laceración de la raíz, iatrogenias (movimiento incorrecto del incisivo lateral adyacente) e idiopáticas o causas desconocidas, curvatura de la raíz, apiñamiento severo, herencia, dientes supernumerarios, traumatismos, síndromes.

3.4 CLASIFICACIÓN.

Se determinó una clasificación sencilla fácil de aplicar a cualquier caso estableciendo la localización en el maxilar y la relación con estructuras adyacentes, con el objetivo de tener una correcta comunicación entre profesionales ⁸.

La clasificación que presenta Gustave Cinestet es:

1. Canino en posición palatina.
2. El canino está retenido por su extremidad coronaria entre las raíces del incisivo central y lateral.
3. El canino está en una sobre posición sobre las vertientes palatina y vestibular de los incisivos centrales superiores.
4. Canino en posición intermedia con raíz curva hacia vestibular.
5. Canino en posición vestibular.
6. Caninos inferiores retenidos.

Sin embargo, esto fue como un listado de la frecuencia de las diferentes formas por lo tanto Ciro Durante Avellanal propone la siguiente clasificación.

1. De acuerdo a la posición relativa en los arcos dentarios:

- a) Vertical.
- b) Angular.
- c) Horizontal.

2. En relación con la dirección de su eje mayor.

- a) Vertical.
- b) Angular.
- c) Inclusión parcial.

3. Grado de inclusión.

- a) Inclusión total.
- b) Inclusión parcial.

La clasificación de Daniel M. Laskin y de K. H. Thoma aumenta a la clasificación anterior la relación que guardan con las estructuras adyacentes.

A) Posición labial.

- 1) Corona en íntima relación con los incisivos.
- 2) Corona encima de los ápices de los incisivos.

B) Posición palatina.

- 1) Corona cerca de la superficie, en íntima relación con las raíces de los incisivos.
- 2) Corona profundamente incluida y en estrecha relación con los ápices de los incisivos.

C) Posición intermedia.

- 1) Corona entre los incisivos lateral y del primer premolar.
- 2) Corona encima de estos dientes, con la corona en situación palatina o viceversa.

D) Posiciones inusuales.

- 1) En la pared de la fosa nasal.
- 2) En la región infraorbitaria.

3.5 HALLAZGO RADIOGRÁFICO.

En la mayoría de los casos suele ser un hallazgo radiográfico ya que el paciente no presenta sintomatología ni movilidad, salvo en los estadios graves en que la pieza dentaria presenta mayor grado de avance. Un diagnóstico temprano y un seguimiento cuidadoso del desarrollo de la dentición son esenciales para la intervención temprana y la corrección de las anomalías eruptivas ².

Existe un factor añadido que complica aún más la interpretación radiográfica, y consiste en la cantidad de pérdida mineral necesaria para producir un cambio en la imagen radiográfica. Se ha demostrado que se pueden perder grandes cantidades de hueso esponjoso maxilar sin que ello sea detectado radiográficamente. Concluyen que las lesiones óseas maxilares sólo se podrían visualizar radiográficamente si afectaban al hueso cortical.

Dos posibles predictores de resultados exitosos son la ubicación mesiodistal de la corona y la angulación del diente. Si la angulación canina al plano sagital medio es superior a 25° en una ortopantomografía, la resorción radicular aumenta en un 50% (fig. 26) ¹⁰.



Fig. 26. Ortopantomografía, muestra retención de canino superior.

Además, si el ángulo es superior a 31°, hay menos posibilidades de que el canino de segunda dentición entre en erupción después de la extracción canina primaria; sin embargo, Warford et Al. informaron que la angulación agregaba poco valor predictivo suplementario, la ubicación sectorial de los

caninos retenidos en una ortopantomografía podría ser útil para predecir el tiempo de tratamiento. Cuanto más se encuentre mesialmente la corona canina, menor será la probabilidad de erupción después de la extracción del canino de primera dentición, Además se encontró que si la cúspide de un canino no pasa más de la mitad de la raíz del incisivo lateral, la tasa de éxito es de aproximadamente el 90%, sin embargo, si lo hizo, la tasa de éxito disminuye al 64 % ².

Aunque las radiografías convencionales ofrecen imágenes satisfactorias, no permiten diagnosticar reabsorciones radiculares de dientes adyacentes en estadios iniciales, por lo tanto la tomografía computarizada Cone Beam, actualmente es la técnica más difundida para observar la trayectoria tridimensional del canino retenido ya que se muestra la presencia o ausencia del canino, tamaño del folículo, inclinación de su eje axial, posición vestibular o palatina, cantidad de hueso que lo cubre, consideraciones anatómicas locales y estado de desarrollo ¹¹, (fig. 27).



Fig. 27. Imagen ilustrativa de un canino retenido con Tomografía Computarizada Cone Beam.

Para llevar a cabo el análisis volumétrico de la localización exacta de caninos superiores de segunda dentición retenido, primero se rota el conjunto de datos en dos planos, coronal y axial hasta hacer visibles las cúspides de los primeros premolares superiores. En este plano axial, el plano sagital se desplaza para pasar a través del centro del borde incisal del incisivo lateral al lado del canino retenido. Después de cambiar a este plano sagital, el plano axial se gira para ser tangente a este borde incisal y su posición vertical marcada por la introducción de una línea auxiliar con la herramienta de medición¹².

Volviendo al plano axial, se construye una línea auxiliar z con la herramienta de medición, conectando la punta de la cúspide bucal del primer premolar y el borde incisivo lateral distal. En el plano coronal, se desplaza el plano axial en dirección vertical a la ubicación aproximada estimada del punto de contacto, un tercio de la altura de la corona por debajo de la fisura central. En este nuevo plano axial, se determina el punto medio entre el primer premolar mesial y el segundo incisivo distal en la línea auxiliar z y se marca este punto con la herramienta de medición. Posterior, se desplaza el plano axial verticalmente hasta que la punta del canino retenido se hace visible y desplaza el plano sagital a esta punta, se ajusta la posición tangencial correcta del plano axial a la punta canina en el plano sagital correspondiente. Dentro de este plano axial a través de la punta del canino impactado, se conecta la punta canina con el punto medio previamente marcado en la línea auxiliar z para cuantificar la distancia x, la cual es el componente de movimiento horizontal. Moviéndose al plano sagital correspondiente, se cuantifica la distancia y, el componente de movimiento vertical, midiendo la distancia de la punta canina perpendicular a la línea auxiliar introducida previamente ¹⁰(fig. 28).

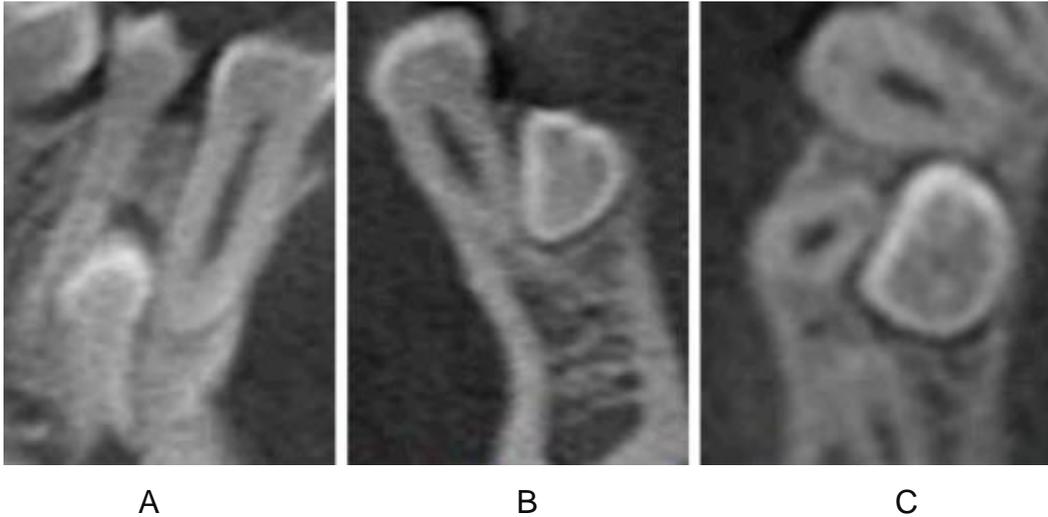


Fig. 28. Diente 33 retenido, A) corte sagital, B) corte coronal
C) corte axial.

3.6 CONSECUENCIAS A DIETES ADYACENTES.

Cuando los caninos retenidos producen algún tipo de complicación, las de tipo infeccioso son las más frecuentes, algunas otras que se pueden presentar son las siguientes ²:

- Caries en dientes adyacentes.
- Reabsorción radicular externa o interna.
- Dolor.
- Cambios en tejido blando como, sangrado, inflamación, enrojecimiento, secreción.
- Recesión gingival.
- Apiñamiento dental.
- Halitosis.
- Patologías como: quistes, abscesos, odontomas.
- Problemas respiratorios.
- Alteraciones nerviosas por compresión de alguna rama o terminación nerviosa.

Dependiendo de diferentes factores como tiempo de evolución, edad, sexo, es el grado de afección que el canino va a generar en dientes adyacentes y de igual manera de esto dependerá el tratamiento que se decida realizar.

CAPÍTULO IV. REABSORCIÓN RADICULAR EXTERNA.

4.1 DEFINICIÓN.

La reabsorción radicular externa (RRE) (fig. 29), se define como la pérdida de cemento y dentina de las raíces dentales, que se origina a nivel del ligamento periodontal, es una condición impredecible que cuando alcanza la dentina se vuelve irreversible. Podría ocurrir como un fenómeno fisiológico o patológico y se clasifica en externa o interna por su ubicación con la superficie de la raíz ²³.

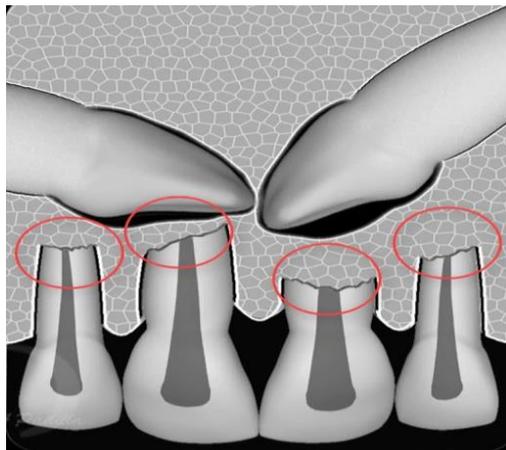


Fig. 29. Imagen ilustrativa de reabsorción radicular externa.

La presión de los dientes de segunda dentición en erupción ha sido considerada como uno de los factores más importantes para que se presente reabsorción radicular externa, Becker y Chaushu, en 2005, consideraron que las reabsorciones son más frecuentes en el sexo femenino ²⁴.

4.2 FACTORES PREDISPONENTES ²⁴.

La reabsorción radicular externa, es un procedimiento multifactorial que potencialmente puede causar una pérdida irreversible de la estructura dental e incluso puede conducir a una pérdida dental.

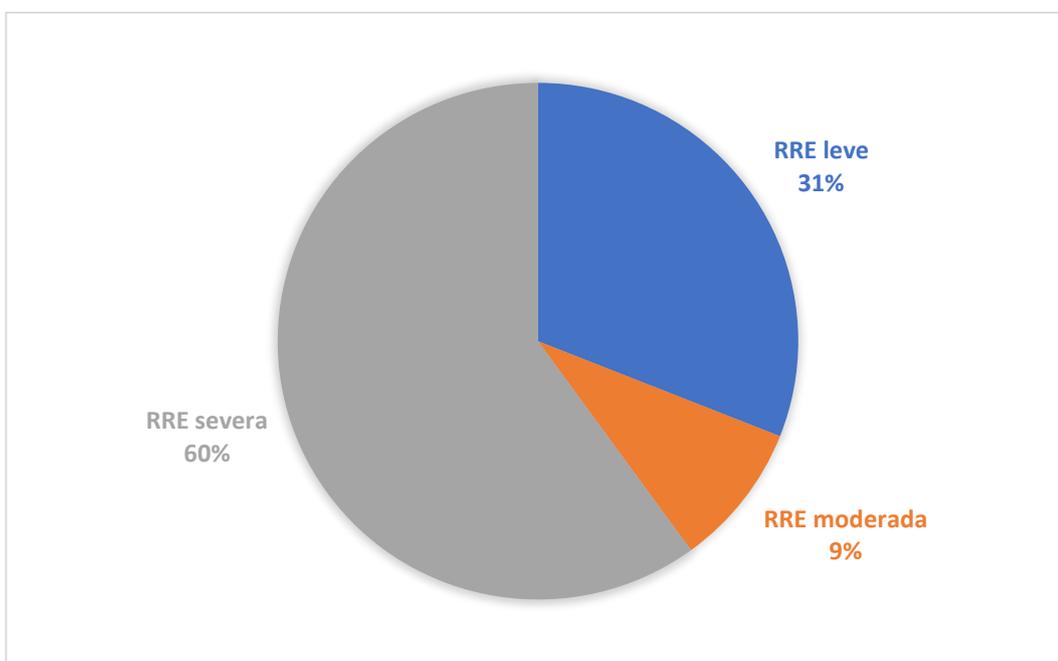
Puede presentarse por diferentes factores individuales o la conjugación de dos o más los cuales se podrían clasificar como:

Factores biológicos.	Susceptibilidad genética, problemas periodontales, retención dentaria, desgastes patológicos, tumores, quistes.
Factores Idiopáticos.	Cuya causa es desconocida.
Factores locales.	Discrepancia en la longitud de los arcos dentarios, alteración de la posición del diente adyacente, inflamación crónica de la pulpa, diente supernumerario.
Factores sistémicos.	Cuando la inclusión afecta a varias piezas dentarias debe sospecharse la existencia de algún tipo de trastorno en el crecimiento debido a alguna enfermedad sistémica.
Factores prenatales.	Fisura nasopalatina.
Factores postnatales.	En este grupo se incluyen las infecciones, traumatismos, malnutrición y macrodoncia.
Factores evolutivos	Debido a los cambios evolutivos que se han producido en el hombre a lo largo de los años como el paso a la posición bípeda

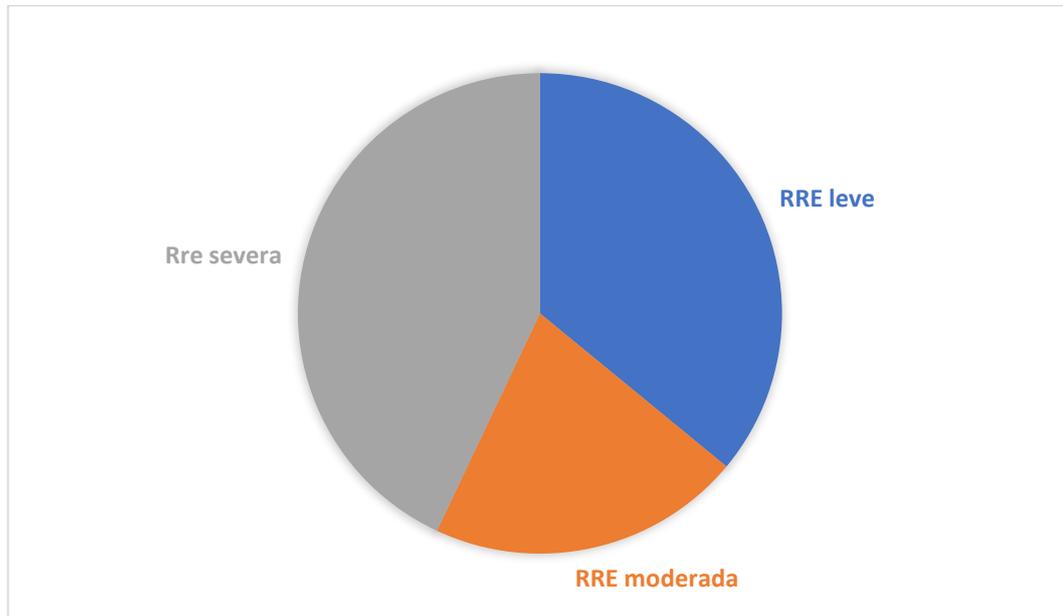
	y el aumento de la capacidad craneal, se han producido cambios en los arcos dentarios.
Factores mecánicos.	Fuerzas ortodóncicas, protésicas, extracciones múltiples, reimplantación dentaria.

Ericson y Kurol en un estudio de 107 niños con una media de edad de 12 y 15 años, con tomografías Cone Beam observaron 156 caninos en posición ectópica y 56 en posición normal. El 93% de los caninos en posición ectópica estaban en contacto con las raíces de los incisivos laterales adyacentes, y el 19% estaban en contacto con incisivos centrales. La reabsorción radicular sobre los incisivos laterales ocurrió en el 38% y el 9% en centrales ⁴.

De los 58 incisivos laterales con reabsorción radicular el resultado fue el siguiente:



Para incisivos centrales la afectación fue la siguiente:



De los 107 niños estudiados 51 (48%) con caninos en posición ectópica presentaban reabsorción de los incisivos laterales maxilares.

4.3 CLASIFICACIÓN Y TRATAMIENTO.

El grado de reabsorción se puede clasificar en IV grados ²³ (fig. 30).

Grado I, No reabsorción.	Sólo se afecta el periodonto o una pequeña superficie radicular. El tratamiento consiste en la extracción del diente retenido o alineación ortodóncica y en observación de la zona afectada.
Grado II, Reabsorción leve.	Es de 2mm, se afecta el periodonto y la dentina. Si se afecta la porción cervical del diente, la opción terapéutica será la exodoncia quirúrgica del diente retenido, la

	<p>obtención del defecto, la reparación periodontal del mismo, y si es necesario, la alineación ortodóncica del diente afectado.</p>
<p>Grado III, Reabsorción moderada.</p>	<p>Entre 2 mm y un tercio de la longitud original, el proceso resorptivo afecta periodonto, dentina y pulpa. En este caso se debe iniciar el tratamiento de conductos, y si se trata de un diente multirradicular se tendrá en cuenta la opción terapéutica de la amputación radicular.</p>
<p>Grado IV, Reabsorción severa.</p>	<p>Más de un tercio de la longitud original de la raíz, además de las estructuras anteriores, las estructuras adyacentes quedan afectadas. Raramente, esta reabsorción puede evolucionar tan rápidamente que el diente cuyos conductos ya han sido tratados también ha de ser extraído.</p>

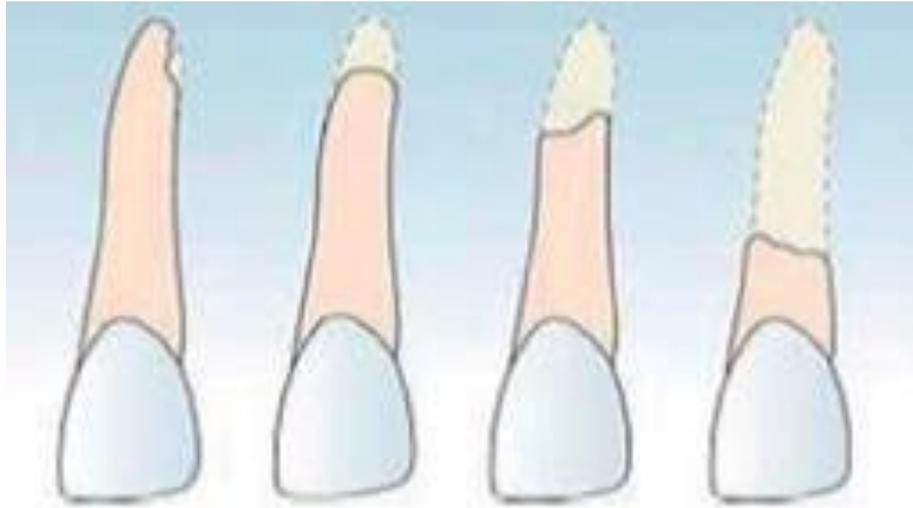


Fig. 30. Clasificación de reabsorción radicular externa.

TRATAMIENTO.

El tratamiento después de considerar factores como: edad, salud bucal, y general, espacio disponible, estudios radiográficos, puede variar entre cada paciente ²³.

- La exodoncia del canino de primera dentición.

El canino de segunda dentición, debe tener 2/3 de la raíz para quitar el de primera dentición y no retrase su erupción normal. Se recomienda realizar este procedimiento entre los 10 y 13 años y cuando la trayectoria del canino sea por palatino (Ericson & Kuroi, 1986; McSherry), erupcionando después de los 12 meses de la extracción ¹⁶.

- Extracción seriada.

Consiste en una o más exodoncias de dientes de primera dentición en dentición mixta y después de dientes de segunda dentición, para crear una erupción favorable, Salzman, 1949 ^{16,18}.

- Mantenedores de espacio.

Con aparatología fija o removible.

- Exposición quirúrgica del canino y su alineación ortodóncica.
- Frenilectomía labial superior.

En los casos de que exista diastema interincisivo por inserción baja del frenillo labial superior, especialmente si existe una tendencia a la clase II.

- Eliminación de posibles interferencias ¹⁸.

Odontomas, supernumerarios, quistes, tumores.

- Citas controladas.
- No realizar tratamientos invasivos, pero realizar evaluaciones periódicas por si aparecen cambios patológicos.

4.4 HALLAZGO RADIOGRÁFICO.

El método convencional para el diagnóstico de esta afección se basa en hallazgos clínicos y observaciones por medio de estudios de rayos Röntgen. En las etapas primarias, existe la posibilidad de recuperación y calcificación eliminando el factor irritante, por lo que un diagnóstico temprano es esencial para un tratamiento adecuado. Hasta ahora, la radiografía dentoalveolar convencional con películas o placa de fósforo, son la evaluación radiológica más comúnmente aplicada para el diagnóstico de esta condición (fig. 31) ¹⁰.



Fig. 31. Radiografía dentoalveolar de canino retenido superior.

Sin embargo, la radiografía convencional como imagen bidimensional muestra resultados falsos negativos en el 51.9% de los casos y resultados falsos positivos en el 15.3% de los casos¹⁰. Como resultado, estudios anteriores revelaron que las lesiones de menos de 0.3 mm de profundidad y 0.6 mm de diámetro no son detectables por una radiografía convencional. El problema surge cuando las lesiones se encuentran en superficies bucales o linguales de las raíces. Además, son capaces de detectar las lesiones después de la aparición del 60-70% de desmineralización. Sin embargo, debido a los inconvenientes del uso de esta técnica el médico puede necesitar usar la Tomografía Computarizada Cone Beam para localizar el canino retenido con mayor precisión para una cirugía mínimamente invasiva y detectar su efecto negativo en las raíces de los dientes adyacentes de manera más eficiente. Esta técnica volumétrica nos proporcionará imágenes sagitales, axiales y coronales para perfecta localización del diente en cuestión.

La TCCB se ha utilizado con éxito para confirmar la presencia de reabsorción radicular externa y ayuda a determinar la complejidad del tratamiento, la radiografía convencional a menudo no puede identificar la verdadera extensión, ubicación o portal de entrada de la lesión (fig. 32).

Los dispositivos Cone Beam pueden permitir el ajuste de varios parámetros de geometría de proyección incluida la resolución espacial, el arco de

rotación y el FOV. Para determinar si existe RRE deben realizarse los estudios con una resolución de 0,2 mm o más fino. Dependiendo de la unidad, la elección de una resolución más baja puede resultar en una dosis reducida de radiación al paciente ³².

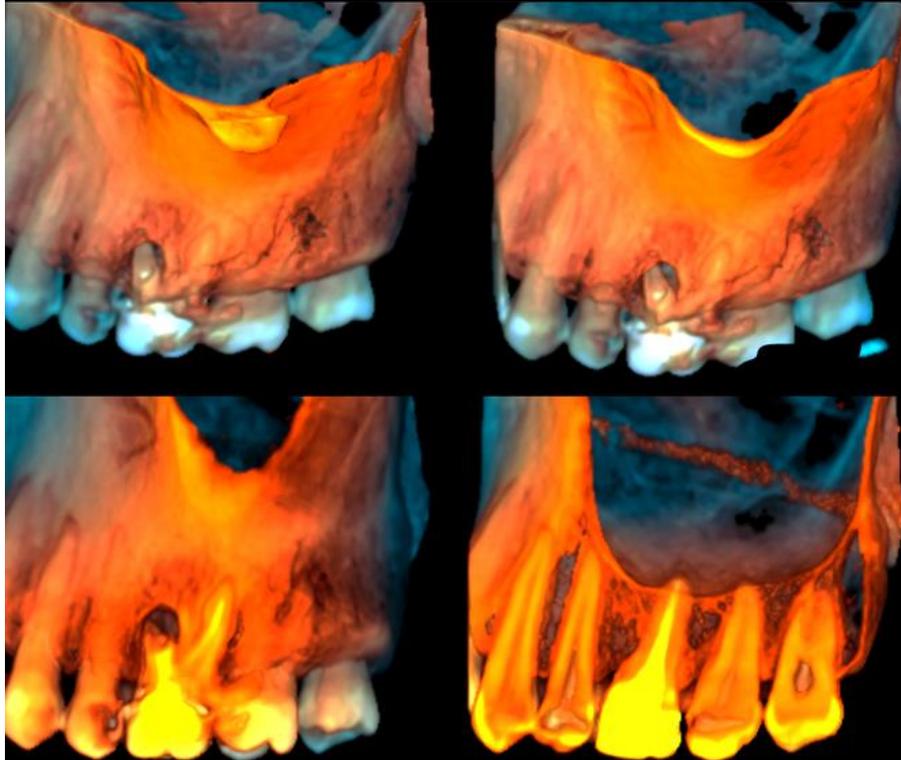


Fig. 32. Reabsorción radicular externa con Tecnología Cone Beam.

CAPÍTULO V. IMAGENOLÓGÍA COMO AUXILIAR DE DIAGNÓSTICO.

5.1 USO DE LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA CONE BEAM PARA EL DIAGNÓSTICO DE REABSORCIÓN RADICULAR EXTERNA.

Las radiografías solicitadas son un complemento necesario del diagnóstico clínico y la evaluación en los efectos y resultados del tratamiento ²⁹. Sin embargo, la justificación de estas radiografías para cada paciente es

extremadamente crucial dependiendo de la principal necesidad, la historia clínica, los antecedentes, y los posibles objetivos del tratamiento. Los principales aspectos de la práctica radiográfica justificada son decidir la técnica más adecuada, obtener la imagen y la interpretación de esta.

La decisión para cualquier procedimiento radiográfico debe realizarse siguiendo el principio ALARA ²⁵.

El uso de imágenes Cone Beam se justifica cuando los beneficios para el diagnóstico y/o plan de tratamiento superan los riesgos potenciales de exposición a la radiación, si la información prevista tiene potencial de cambiar las modalidades o el resultado de un tratamiento, si la posición exacta del diente, su relación con las estructuras anatómicas adyacentes y la posible reabsorción radicular externa de dientes no se pueden evaluar de manera confiable con radiografías bidimensionales ⁶.

En comparación con las radiografías convencionales, la TCCB ha mejorado la localización de los dientes retenidos, identifica la patología relevante y tiene una alta capacidad y fiabilidad para detectar la RRE al eliminar la superposición de estructuras dentales ²⁶. Además, ha reducido la dosis de radiación al disminuir el haz de rayos Röntgen en forma de cono, el tamaño del escáner y el tiempo de escaneo; Kau et. Al. Afirmaron que, en casos de ortodoncia complicados como la retención del canino y el paladar fisurado, las imágenes volumétricas son la elección ²⁵.

Una dosis efectiva de radiación es relativa a la misma cantidad de exposición. El riesgo de cáncer en tejidos y órganos específicos varía dependiendo de los factores de ponderación de riesgo (diferencias en la sensibilidad tisular expuesta, sexo, edad etc.) y la dosis de radiación absorbida. Las células con mitosis constante son las más susceptibles al afecto estocástico; la probabilidad de que aparezca aumenta con la dosis de radiación, sin embargo, la gravedad es la misma ⁷.

Basado en estas consideraciones, se recomienda (tabla 3):

Utilizar un modo de adquisición pulsada (con intervalos de tiempo).
Optimizar los ajustes de exposición: aumentando el

Kilovoltaje que es la calidad de los rayos Röntgen y miliamperaje es la cantidad de rayos.
Reducir el número de imágenes de proyección base (evitar repeticiones).
Reducir el tamaño de FOV, si es necesario para que coincida con la región de interés. Sin embargo, esta reducción puede resultar en cambios automáticos o predeterminados en otros factores técnicos, que deben considerarse porque pueden ser opción para necesitar una segunda valoración y así aumentar la dosis.
Usar blindaje protector (chalecos/mandiles de plomo (fig. 33) o protectores tiroideos (fig. 34).
Asegurarse de que todos los equipos estén correctamente instalados, calibrados y actualizados de forma rutinaria para así también cumplir con todos los requisitos y regulaciones gubernamentales.

Tabla 3; Recomendaciones para minimizar la exposición a la radiación.



Fig. 33. Mandil de plomo.



Fig. 34. Protector tiroideo.

5.2 TIPO DE FOV INDICADO.

El aparato cuenta con la capacidad de colimar (reducir) el haz de rayos Röntgen primario al área de interés, reduciendo el tamaño de la radiación.

Silveria et. Al. estudiaron tanto el tamaño del voxel y del FOV en la RRE y sugirieron que la calidad de las imágenes está relacionada en su mayoría con el tamaño del voxel, ya que la resolución de este también puede influir en la precisión diagnóstica de las exploraciones de la TCCB en la detección de la RRE (fig. 35). Liedke mostro que las resoluciones de voxel de 0.2 a 0.3 mm mejoran significativamente la identificación de las reabsorciones en comparación con la resolución de voxel de 0.4 mm. Aunque de entre estas, la de 0.3 es la más indicada debido al menor tiempo de escaneo que utiliza para reducir la dosis que los pacientes reciben ⁵.

Para evaluar las lesiones externas de reabsorción radicular, es mejor utilizar la menor cantidad disponible de FOV para reducir la dosis del paciente y mejorar el contraste y la resolución de las imágenes. El uso de cantidades de tamaño de vóxel mucho más pequeñas que la profundidad de las cavidades de reabsorción radicular externa es la más indicada para un diagnóstico preciso ³¹.

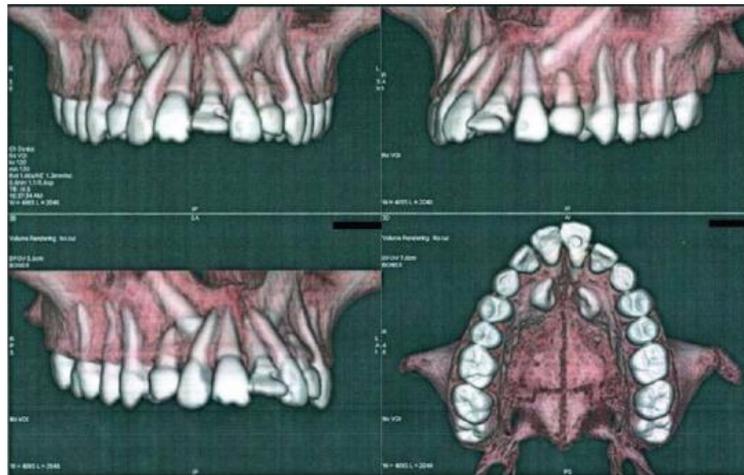


Fig. 35. Canino retenido hacia palatino, provocando RRE.

5.3 TRATAMIENTO INDICADO.

Los caninos retenidos pueden resultar en varias complicaciones, como acortamiento de la longitud del arco, migración de dientes adyacentes, implicaciones estéticas, formaciones quísticas o anquilosis y la reabsorción radicular externa en dientes adyacentes, como resultado esto afecta a la

longevidad de los dientes, por lo tanto, la detección y prevención temprana, ahorrará tiempo, gastos y aumentará el pronóstico favorable del tratamiento.

Los caninos en estas condiciones son más difíciles de tratar en adultos, Becker declaró que la tasa de éxito entre los pacientes mayores de 30 años fue del 41 %, mientras que la tasa de éxito para los de 20 a 30 años fue del 100 % (Becker, y Chaushu, 2010) ³².

La Academia Americana de Radiología Oral y Maxilofacial proporcionó recientemente directrices clínicas desarrolladas por un panel de consenso de ortodoncistas certificados y radiólogos orales y maxilofaciales para el uso de la TCCB en ortodoncia, basado en un análisis de la evidencia. Para ayudar a los médicos con su elección, se proporcionan guías específicas de selección de imágenes basadas en la etapa de tratamiento, en la presentación inicial, la posible complejidad del tratamiento y la presencia de factores modificados. La relación beneficio riesgo se enfoca al diente afectado ²¹.

Debido a la importancia de los caninos superiores, un abordaje conservador con alineación ortodóncica del canino retenido en el arco dentario después de la exposición quirúrgica y la tracción ortodóncica es generalmente la opción de tratamiento deseada (fig. 36) sin desventajas funcionales, dependiendo de la gravedad de la retención y el riesgo estimado de provocar reabsorciones radiculares en los dientes adyacentes durante la alineación, que es un posible efecto secundario de esta opción de tratamiento ⁶.



Fig. 36. Opción de tratamiento para posicionar canino con ortodoncia y detener la reabsorción radicular a dientes adyacentes.

Para fines de tratamiento de ortodoncia, las condiciones límite se pueden definir como cantidad (profundidad y altura) y morfología del hueso alveolar en relación con las dimensiones de la raíz del diente, la angulación y la posición espacial ⁷.

Dado que la alineación ortodóncica de los caninos retenidos es complicada, requiere mucho tiempo y requiere un cumplimiento sustancial del tratamiento por parte del paciente, las estimaciones de la necesidad del tratamiento, la dificultad, la probabilidad de éxito esperada y el tiempo de tratamiento esperado son criterios importantes, para decidir cuál es la mejor opción de tratamiento para el paciente ⁷.

Factores como los siguientes pueden ser favorables para el éxito del tratamiento de alineación con ortodoncia ⁶.

- Alineación del canino con respecto a la línea media.
- Altura vertical de la corona del canino.
- Posición antero posterior del ápice de la raíz del canino.
- Posición de la corona del canino con respecto a los incisivos adyacentes.
- Reabsorción radicular externa.
- Posición vestibulo-palatal de la corona del canino.
- Posición vestibulo palatal del ápice del canino.

Puede influir en que el especialista exponga, alinee o quite un canino superior retenido ²⁴.

Sobre la base de los datos de referencia de TCCB, se puede lograr una predicción del tiempo de tratamiento necesario para la alineación de los caninos superiores afectados palatinamente a un nivel de certeza de hasta el 73.3% mediante los métodos simplificados y trigonométricos propuestos para cuantificar la longitud estimada de la trayectoria de erupción, según se define por el movimiento de la punta canina hasta la alineación. Por el contrario, se logran niveles de certeza claramente más bajos de hasta un máximo del 50 por ciento sobre la base de una cuantificación de la longitud de la trayectoria de erupción vista en ortopantomografías. Dado que no se encontraron diferencias de género o secundarias para el tiempo de tratamiento o la duración de la trayectoria de erupción, la fórmula de

regresión determinada debe ser universalmente utilizable en adolescentes no sindrómicos con caninos superiores afectados por paladar, independientemente del sexo o el lado de la retención. En cuanto a la duración del tratamiento requerida para la alineación canina, parece que no hay un punto de tiempo óptimo para el inicio de la tracción canina hasta los 18 años de edad ⁶.

El Dr. Williams sugirió, que en los pacientes de ocho años de edad en quienes no se puede palpar los caninos, se tomen radiografías postero anterior y lateral de cráneo cada seis meses, si se observara un patrón de erupción anormal, extraer selectivamente los caninos de primera dentición para corregir el patrón de erupción de los caninos de segunda dentición en clase I no apiñadas. En casos clase I severamente apiñadas, el tratamiento de extracción seriada estaría indicado en algunos pacientes en donde la extracción de los segundos premolares está indicada, los caninos se dirigen hacia abajo y hacia atrás del área de los premolares, entre más temprana se realice la extracción, será mayor la migración distal del canino de segunda dentición ¹⁸.

Una vez que el factor que provoca la reabsorción radicular externa este controlado, se valora con estudio radiográfico el grado de reabsorción radicular y dependiendo de este el tratamiento puede variar de acuerdo a su etiología y estas pueden ser:

- Reabsorción Superficial: Es fisiológica y ocurre constantemente como consecuencia de los estímulos masticatorios por lo tanto no requiere tratamiento.
- Reabsorción por ortodoncia: Ocurre como consecuencia de las fuerzas aplicadas sobre el diente. Por lo tanto, debe tratarse eliminando dichas fuerzas sin tratamiento endodoncico ⁶.
- Reabsorción Inflamatoria: Es provocada por un proceso infeccioso que mantiene una inflamación de tipo crónica, puede ser interna o externa.
- Reabsorción externa; Si la pulpa está necrótica se debe hacer tratamiento de conductos convencional (fig. 37).



Fig. 37. Dientes con tratamiento de conductos convencional por RRE.

Una de las alternativas que se ha utilizado como tratamiento para este tipo de reabsorción es el hidróxido de calcio colocado como medicamento intraconducto, debido a que aumenta el pH de la dentina e inhibe la actividad de las hidrolasas ácidas osteoclasticas y activa las fosfatasas alcalinas en los tejidos periodontales ³⁰. Se han planteado nuevas alternativas de tratamiento con medicamentos intraconducto como el Activ Point (Activ point, Roeko), puntas de gutapercha para obturación temporal que contienen clorhexidina al 5% mostrando un efecto antibacterial con penetración milimétrica dentro de los túbulos dentinarios.

- En algunos casos es posible hacer abordaje quirúrgico y sellado del defecto con MTA si la RRE ya está en un grado muy avanzado o las condiciones de tratamiento convencional vuelven el pronóstico del a reservado (fig. 38) ^{19,20}.



Fig. 38. Exposición quirúrgica de diente afectado por retención dentaria.

CONCLUSIONES.

La radiografía dentoalveolar y la ortopantomografía pueden dar información falsa o distorsionada debido a los diversos planos en los que puede ser tomada la imagen, lo cual se debe a la dificultad en la estandarización de las técnicas radiográficas.

La Tomografía Computarizada Cone Beam es el método diagnóstico más eficaz para detectar la Reabsorción Radicular Externa, ya que presenta una alta sensibilidad y especificidad, y proporciona al clínico una visión en los tres planos del espacio permitiendo evaluar desde cualquier ángulo el grado de reabsorción.

El máximo beneficio práctico de la TCCB en imágenes dentales es la facilitación de interactuar con los datos y crear imágenes imitando las que generalmente se emplean en otros entornos con vistas reconstruidas, interpretadas, juzgadas y medidas consecutivamente con fines de diagnóstico y planificación del tratamiento.

La TCCB proporciona los siguientes modos de visualización aparte de las vistas ortogonales básicas, como se explica a continuación ^{21,22}.

Rebanado oblicuo: El corte no ortogonal de las imágenes CB en cualquier ángulo es posible debido a la naturaleza isotrópico de los conjuntos de datos para proporcionar imágenes planas bidimensionales no axiales conocidas como reformas multiplanares (MPR). Esta función crea imágenes 2D en cualquier ángulo cortando un conjunto de imágenes axiales, que ayudan a evaluar estructuras particulares (dientes irregulares, ATM).

Corte curvo: Esto permite trazar el arco de la mandíbula para mostrar una vista de seguimiento, proporcionando una vista panorámica.

Vista transversal (coronal oblicua): Esta función crea un conjunto de imágenes sucesivas de sección transversal perpendiculares a la rebanada curva con la opción de seleccionar el grosor y el espaciado. Tales imágenes son valiosas en la evaluación de las características morfométricas del hueso alveolar para la colocación del implante, la relación del tercer molar mandibular retenido con el canal mandibular, la superficie condilar y la

forma en la ATM sintomática o las condiciones patológicas que afectan a las mandíbulas.

Suma de rayos: Esta función permite mostrar las rodajas MPR engrosadas sumando voxels adyacentes. La “suma de rayos” de la imagen resultante denota el volumen exacto del paciente que se puede utilizar para generar proyecciones virtuales, como imágenes panorámicas o cefalométricas idénticas a las radiografías convencionales sin aumento y distorsión del paralelismo. Sin embargo, pueden verse afectados negativamente por la superposición de múltiples estructuras análogas a las imágenes 2D.

Representación por volumen: Esta función permite mostrar selectivamente voxeles dentro de un conjunto de datos para visualizar el volumen. La representación directa de volúmenes y la representación indirecta de volúmenes son las dos herramientas de uso frecuente con esta función. La representación directa del volumen implica elegir un umbral arbitrario de valores de voxel, por debajo o por encima del cual se excluyen todos los valores grises. Hay numerosas técnicas disponibles; sin embargo, la más utilizada es la proyección de intensidad máxima (MIP). MIP muestra una imagen con los voxels, que tienen valores de densidad más altos dentro de un grosor particular.

Son numerosas las causas que pueden conducir a que un diente presente reabsorción radicular externa, que generalmente es una patología asintomática por lo que serán necesarias radiografías tanto para el diagnóstico como para el seguimiento de la evolución de las mismas. Sólo deberá llevarse a cabo un tratamiento endodóncico en aquellas que se consideren reabsorciones patológicas y habitualmente tras la aplicación de medicamentos intra conducto durante varias semanas.

En aquellos casos de reabsorciones internas se optará por la obturación del conducto con gutapercha termoplástica mientras que la tendencia actual de manejar la RRE consiste en sellar el defecto con MTA y, posteriormente, realizar el tratamiento de conductos de manera convencional. En aquellos casos de anquilosis de dientes deciduos se optará por la extracción quirúrgica mientras que, si afecta a un diente

permanente y sufre reabsorción por reemplazo, el tratamiento a seguir será endodónico.

Dado que las imágenes con la Tomografía Computarizada Cone Beam han sido ampliamente utilizadas durante aproximadamente 10-20 años, la mayoría de los dentistas en edad laboral no están familiarizados con el equipo, la adquisición de imágenes o los criterios de derivación, por lo tanto, la educación continua es esencial para una actualización continua.

Los doctores tienen la obligación de alcanzar y mejorar sus habilidades profesionales a través de un proceso de aprendizaje permanente para realizar diagnósticos exitosos con TCCB, basados en una buena interpretación, asistiendo a cursos de educación continua para mantenerse familiarizados con los aspectos técnicos y operativos del programa y mantener el conocimiento actual de los avances científicos y los riesgos para la salud asociados con este tipo de técnica.

Esto es de suma importancia, ya que los cirujanos dentistas tienen responsabilidades legales al operar estos equipos e interpretar imágenes, esperando que cumplan con todas las regulaciones. Cabe mencionar que es importante que los pacientes y tutores conozcan las limitaciones de la tomografía de haz cónico con respecto a la visualización de tejidos blandos, artefactos y ruido.

Existen tres principios básicos de protección radiológica aplicados al uso de la TCCB y estos son: la justificación, la limitación de la dosis y la optimización.

El principio de la justificación afirma que el uso de la TCCB debe ser considerado solamente si no es posible obtener información diagnóstica relevante por medio del uso de radiografías dentoalveolares y ortopantomografías.

Es importante tener en cuenta el riesgo relacionado con las altas dosis de radiación en pacientes pediátricos, por este motivo los beneficios del uso de la TCCB deben ser mayores al riesgo que implica una exposición a los rayos Röntgen. Esto se debe a dos factores, en primer lugar, el rápido crecimiento tisular asociado al posible daño estructural del ADN y, en

segundo lugar, al probable desarrollo de una patología en un futuro debido a los efectos estocásticos, relacionados con el uso de radiación ionizante, considerando que el paciente pediátrico tenga una esperanza de vida mayor a los 50 años.

El principio de la limitación afirma que la dosis de radiación debe mantenerse tan baja como sea razonablemente posible y el principio de la optimización afirma que deben ser obtenidas las mejores imágenes siguiendo los principios anteriormente descritos, lo que implica obtener imágenes por medio de la TCCB con una dosis de radiación tan baja como diagnosticablemente sea posible, de tal manera que las imágenes de poco valor diagnóstico no tendrían mayor relevancia si solo se busca proteger al paciente de la radiación ionizante descuidando la calidad del estudio.

Bibliografía.

1. Alejandro R. Padilla, Axel Rupretch, Historia de la Radiología Oral y Maxilofacial. Venezuela, A. padilla 2007.
2. Bedoya Marisela M; Park Jae H. Revisión del diagnóstico y tratamiento de la impactación de los caninos superiores. JADA, Vol. 5 Abril 2010: 71-79.
3. De Santana Thiago; De Carvalho Ronaldo; Milagros Arias G; Oliveira e Silva E. El uso de la tomografía computarizada de haz volumétrico en odontología. Odontol. Clín. -Cient., Recife,9 (4) 03-306, out./dez., 2010.
4. Facultad de Odontología, Universidad McGill, Montreal, Canadá, Papel de la tomografía computarizada de haz cónico en el diagnóstico y la planificación del tratamiento en odontología: una actualización, J Int Soc Prev Comunidad Dent. Noviembre 2017, disponible en Papel de la tomografía computarizada de haz cónico en el diagnóstico y la planificación del tratamiento en odontología: una actualización (nih.gov).
5. Fernanda Paula Bragatto, precisión en el diagnóstico de fracturas radiculares verticales, resorciones radiculares externas y perforaciones radiculares mediante la tomografía computarizada de haz cónico con diferentes tipos de voxel, Brasil, 2016, disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5146776/#__ffn_sec_title.
6. Furkan Dindaroğlu, Tomografía computarizada de haz cónico en ortodoncia, Turco J Orthod. 2016, Facultad de Odontología de la Universidad de Ege, disponible en: Tomografía computarizada de haz cónico en ortodoncia (nih.gov).
7. Gina D Roque-Torres, Abraham Meneses López, Frab Norberto Bóscolo1et. Al. La tomografía computarizada cone beam en la ortodoncia, ortopedia facial y funcional. Rev Estomatol Herediana. 2015, 78 páginas.

8. Grisar K, Piccart F, Al-Rimawi AS, Basso I, Politis C, Jacobs R. Three-dimensional position of impacted maxillary canines: Prevalence, associated pathology and introduction to a new classification system. *Clin Exp Dent Res*. 2019;5:19–25. 10.1002/cre2.151.
9. Grünheid, Thorsten, Jacquelyn R. Kolbeck Schieck, Benjamín T. Pliska, Mansur Ahmad, Brent E. Larson, Dosimetry of a cone-beam computed tomography machine compares with a digital x-ray machine in orthodontic imaging, *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, April 2012 Vol. 141 issue 4, pp.436-443.
10. Haney Eric, Stuart A. Gansky, Janice S. Lee, Earl Johnson, Koutaro Maki, Arthur J. Miller, John C. Huang, Comparative analysis of traditional radiographs and cone-beam computed tomography volumetric images in the diagnosis and treatment planning of maxillary impacted canines, *American Journal of orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, May 2010 vol. 137 issue 5. Pág. 590-597.
- 11.3: Haringaring, J. *Radiología Dental, Principios y Técnicas*. 2da. edición. Philadelphia: Editorial Mc. Graw Hill Interamericana, 2002.
12. Hatcher DC. Operational principles for cone-beam computed tomography. *J Am Dent Assoc* 2010; 141(Suppl. 3): 3S–6S <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20884933/>
13. Ianucci J. M; Jasnser H.L; *Radiología dental, principios y técnicas*, 4ta edición, New York, EUA, editorial Amilca 2013.
14. Jesús García Calero, el TAC existe gracias a los Beatles (internet), editorial, *Diario ABC*, 07/06/2016, disponible en [El TAC existe gracias a los Beatles \(abc.es\)](http://ElTACexiste.graciasalosbeatles.com).
15. Lara Edith, Kubodera Toshio, Montiel Margarita. Tratamiento ortodóntico de caninos superiores bilaterales retenidos. *Revista ADM*. Vol. LXII, No. 5 septiembre-octubre 2005 pp191-197.

- 16.-Laskin. Cirugía bucal y maxilofacial. Editorial Médica panamericana, 1992.Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (<http://www.novapdf.com/>).
- 17.Marín García F, García Cañas P, Núñez Rodríguez MC.La Erupción Dental Normal Y Patológica. Form Act Pediatr Aten Prim.2012.
- 18.Martínez Adel; Díaz Antonio; Fonseca María. Enfoque quirúrgico de canino incluido en el paladar: Reporte de un caso y revisión de la literatura. Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud. Vol. 5 No.2, 2do semestre de 2008.Pp. 56-61.
- 19.Radiology.org, dosis de radiación en los exámenes por rayos X y por TC/TAC, 2021. Dosis de radiación en exámenes de rayos X y TAC (radiologyinfo.org).
- 20.Ráspall Guillermo.Cirugía oral. Editorial médica panamericana. Madrid, España, 2000. Pp. 192-20916.
- 21.Rishiraj College of Dental Sciences and Research Center, Utilidad clínica de la tomografía computarizada dental de haz cónico: perspectivas actuales, Clin Cosmet Investig Dent. 2014, disponible en: Utilidad clínica de la tomografía computarizada dental de haz cónico: perspectivas actuales (nih.gov)
- 22.Spinelli Carla Paola, Ing. Gustavo Chumill, Calidad de la Imagen en Tomografía Computada (internet), Universidad Nacional de General San Martín, año 2006. Disponible en 3.3- Ruido (unsam.edu.ar).
- 23.Sune Ericson, Krister Bjerklin, el folículo dental canino causa la reabsorción radicular de las raíces de los incisivos permanentes? Un estudio tomográfico computarizado de caninos maxilares en erupción. Angle Orthod (2002) pag. 95-104. Disponible en: <https://meridian.allenpress.com/angle-orthodontist/article/72/2/95/57718/Does-the-Canine-Dental-Follicle-Cause-Resorption>.
- 24.Tecnológica De México.3. Moreno Moreno José Javier, Covarrubias Güitrón Mónica, García López Eliezer., Movimiento Dentario Ortodóncico: Factores Modificantes y Alteraciones Tisulares,

- Revisión Bibliográfica. Revista Latinoamericana De Ortodoncia Y Odontopediatría, Depósito Legal Pp200102cs997, ISSN 1317-5823, 2016.
25. Tomografía computarizada de haz cónico en ortodoncia, PMC, Departamento de Ortodoncia, Escuela de Odontología de la Universidad de Baškent, 2018 Mar 30. Disponible en: Tomografía computarizada de haz cónico en ortodoncia (nih.gov).
 26. Touko Kaasalainen, TC de haz cónico dental: una revisión actualizada, physica médica, european Journal of Medical Physics.
 27. Trujillo Juan José, Dr. Martínez Sánchez Luis Gabriel, retenciones practica odontológica dentarias en región anterior volumen 11, pág. 35.
 28. -Ugalde Morales, Francisco. Prevalencia de retenciones de caninos en pacientes tratados en la clínica de ortodoncia de UNITEC. Revista ADM. Vol. LVI No.2 Marzo-Abril. 1999 Pag.49-58.20.
 29. Uribe Restrepo, Gonzalo Alonso. Ortodoncia. Teoría y clínica. 2ª Edición. Editorial Corporación para Investigaciones Biológicas, CIB. Colombia, 2010
 30. Urzúa R. Técnicas radiográficas dentales y maxilofaciales. Aplicaciones. Colombia. Editorial Amolca, 2005.
 31. Vargas Casillas A.P., Yañez Ocampo B. R., Monteagudo Arrieta C. A., Periodontología E Implantología, Editorial Panamericana, México, 2016.
 32. White, S., & Pharoah, M. Radiología Oral, Principios e interpretación. 4ta. Edición. Madrid: Ediciones Harcourt, 2002.
 33. Yaser Safi, a Sahar Ghaedshara, efeco del campo de visión en la detección de la reabsorción radicular externa en la tomografía computarizada de haz conico, iran Endodo J, 2017, pagina 179-184. Disponible en: Effect of Field Of View on Detection of External Root Resorption in Cone-Beam Computed Tomography (nih.gov).

