

TU
4295

00998
T1114

**APLICACIÓN E INTERPRETACIÓN BÁSICA DE LA TOMOGRAFÍA AXIAL
COMPUTARIZADA EN EL SISTEMA CRÁNEO FACIAL EN LA PRÁCTICA
ODONTOLÓGICA**

Leidy Diana Dueñas Báez
Mónica Giovanna González Bello
Eliana Yesenia López Salguero
Deisy Paola Moya Sánchez
Nedy Janeth Piragua Millán

**COLEGIO ODONTOLÓGICO COLOMBIANO –COC–
Bogotá D. C.
2004**

**APLICACIÓN E INTERPRETACIÓN BÁSICA DE LA TOMOGRAFÍA AXIAL
COMPUTARIZADA EN EL SISTEMA CRÁNEO FACIAL EN LA PRÁCTICA
ODONTOLÓGICA**

Leidy Diana Dueñas Báez
Mónica Giovanna González Bello
Eliana Yesenia López Salguero
Deisy Paola Moya Sánchez
Nedy Janeth Piragua Millán

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de
odontólogo

Asesora Científica
Dra. Bertha Sofía Silva Rivera
Odontóloga, especialista en Patología Oral

Asesora Metodológica
Dra. Stella Márquez Verbel
Administradora de Empresas
Especialista en Diseño y Evaluación de Proyectos

COLEGIO ODONTOLÓGICO COLOMBIANO –COC–
Bogotá D.C.
2004

DEDICATORIA

A mis padres y hermanos por su esfuerzo, dedicación, consejos y comprensión que sirvieron de estímulos para alcanzar esta meta anhelada

Leidy

A mis padres, esposo e hija por su paciencia, comprensión y estímulos para salir, siempre, adelante.

Mónica

A mis padres por su apoyo desmedido al brindarme su amor que me ha servido de aliento para superar todas las dificultades.

Eliana

A mis padres por su entrega incondicional y sabia orientación para ayudarme a alcanzar este noble propósito.

Deisy

A mis padres y hermanos por su gran apoyo incondicional, dedicación y esfuerzos que se convirtieron en guía permanente para ser cada vez mejor.

Nedy

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

A Dios Todopoderoso, amo de nuestros designios

A la doctora Stella Márquez

A la doctora Bertha Sofia Silva

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	11
1. CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN	13
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.2 JUSTIFICACIÓN	16
1.3 PROPÓSITO	17
1.4 MARCO DE REFERENCIA	18
1.4.1 MARCO CONCEPTUAL	18
1.4.2 MARCO TEÓRICO	27
1.5 OBJETIVOS	49
1.5.1 Objetivo General	49
1.5.2 Objetivos Específicos	50
2. MÉTODO	51
2.1 TIPO DE ESTUDIO	51
2.2 OBJETO DE ESTUDIO	51
2.3 UNIDADES TEMÁTICAS	51
2.4 INSTRUMENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	52
2.5 PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	57

3.	RESULTADOS	59
3.1	CONFORMACIÓN DEL TOMÓGRAFO Y EL FUNDAMENTO DE CADA UNO DE SUS COMPONENTES.	59
3.2	FUNDAMENTOS TÉCNICOS QUE CARACTERIZAN A LA TOMOGRAFÍA AXIAL COMPUTARIZADA.	79
3.3	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS DIFERENTES TOMOGRAFÍAS COMPUTARIZADAS COMO HERRAMIENTA FUNDAMENTAL EN EL DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍAS ORALES.	95
3.4	INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DE LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA EN EL CAMPO DE LA ODONTOLÓGIA.	102
3.5	PRINCIPALES ENFERMEDADES DE IMPORTANCIA RADIOGRÁFICA.	107
3.6	UTILIDAD E INTERPRETACION DE LA TOMOGRAFÍA AXIAL COMPUTARIZADA EN EL DIAGNÓSTICO CLÍNICO ODONTOLÓGICO.	116
4.	DISCUSIÓN	143
5.	CONCLUSIONES	146
6.	RECOMENDACIONES	148
	BIBLIOGRAFIA	149

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1 Matriz bibliográfica	57
Tabla 2. Hallazgos en la tomografía Axial	128
Tabla 3. Usos de la tomografía axial computarizada en fracturas.	134

LISTA DE FIGURAS

		pág.
Figura 1	Tomografía axial computarizada - Escanograma (Cortes cada 2mm.)	31
Figura 2	Tomografía axial computarizada convencional (Cortes cada 2mm.)	31
Figura 3	Proyección retroalveolar. Control radiográfico para valorar la osteointegración.	41
Figura 4	Proyección oclusal. Caso remitido en el que se observa perforación de la cortical lingual.	41
Figura 5	Tomografía computarizada. Cortes coronales.	43
Figura 6	Corte axial de adquisición	44
Figura 7	Cortes panorámicos	45
Figura 8	Cortes transversales	45
Figura 9	Dental-CT. Reconstrucción tridimensional del maxilar superior.	46
Figura 10	Marcadores de densidad ósea	47
Figura 11	Newtom. Corte panorámico del maxilar y cortes transversales del mismo.	48
Figura 12	Representación esquemática de un átomo de oxígeno.	62
Figura 13	Esquema de una onda senoidal de una corriente eléctrica de 60 ciclos actuando a un potencial máximo de 100.000 voltios (100Kv máx.)	63

Figura 14	Tomografía Computarizada Helicoidal.	70
Figura 15	Ortopantomografía	80
Figura 16	TC con lesión	85
Figura 17	Tomógrafo	85
Figura 18	Lesiones del seno maxilar derecho.	120
Figura 19	Lesiones del seno maxilar derecho- Corte sagital	120
Figura 20	Mixoma en maxilar superior izquierdo	121

INTRODUCCIÓN

Generalmente se considera que la radiología o roentgenología odontológica está formada por los procedimientos técnicos e interpretativos que, conjuntamente, producen datos diagnósticos útiles y cuyos procedimientos técnicos están fundamentados en el conocimiento de las ciencias morfológicas y físicas, y la interpretación debe servir de apoyo a los datos de estudio microscópico, de laboratorio y clínicos. Pero la técnica de radiación es sólo una de las formas de energía radiante disponible para el odontólogo, el maestro y el investigador. El campo abarcado por la radiología odontológica ha sido, enormemente, ampliado durante las últimas décadas para incluir, por lo menos, potencialmente, muchos fenómenos físicos y biológicos. El futuro representa una tarea extraordinariamente interesante para el odontólogo.

El método de Tomografía Axial Computarizada (TAC), se ha convertido, en pocos años, en la principal exploración del sistema nervioso y en la actualidad también se utiliza, ampliamente, en el estudio odontológico, del tórax, abdomen, miembros y otros. Por ello, los odontólogos, especialistas o generales, y los estudiantes deben reconocer esta técnica, sus posibilidades y sus límites, su semiología y sus diversas modalidades.

Este estudio que, intencionalmente, contiene ilustraciones, por tratarse de una técnica "de imagen", se propone familiarizar al odontólogo o al estudiante con la tomografía computarizada que solicitará y de la que dispondrá, cada vez más, en el ejercicio profesional.

Tras una breve ilustración histórica y una sinopsis de sus componentes técnicos se tratan las ventajas y desventajas, las indicaciones y contraindicaciones, las diversas patologías y los campos de aplicación.

Para la realización del estudio se revisaron 80 obras, distribuidas en 28 artículos científicos, 32 Textos y 20 artículos de revistas; las cuales se relacionaron en una matriz bibliográfica para su mayor manejo y análisis. La matriz bibliográfica utilizada se adoptó de la presentada por POLIT y HUNGRED.

El estudio concluye que el conocimiento de los procesos técnicos inherentes a la Tomografía Axial Computarizada es de vital importancia para la práctica clínica de la odontología y la tomografía representa un importante medio de diagnóstico de los procesos morbosos que afectan la esfera oral, y, por lo tanto; se convierte en una herramienta útil para el odontólogo general o especialista y para el estudiante, lo cual representa considerables ventajas para el ejercicio odontológico, lo que la constituyen en un instrumento eficaz de ayuda terapéutica.

1. CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Tomografía Axial Computarizada (TAC), es una herramienta de trabajo que se ha venido implementando en diferentes áreas de la medicina con grandes resultados, ya que la especificidad de la misma facilita la elaboración de diagnósticos con mayor claridad. Sin embargo, es importante decir que, en algunas de estas áreas, no se maneja la Tomografía Axial Computarizada, con frecuencia, dado que, en ocasiones, se desconoce la interpretación de este medio de diagnóstico; razón por la cual se busca ilustrar al odontólogo en la utilización más frecuente de esta herramienta en la práctica odontológica, ya que según Cavalcanti (1999) unas de las grandes aplicaciones clínicas que ha tenido el TAC en la odontología están relacionadas con los implantes dentarios, fracturas, anomalías craneofaciales y neoplasias, entre otras.

Con relación a los implantes, el TAC permite una mejor calidad de imagen y mayor exactitud y precisión de medidas lineales relativas a la mandíbula y a la maxila en los implantes; así mismo, en las fracturas permite también una mejor calidad de imagen y el perfeccionamiento en la comparación de los resultados con los de las reconstrucciones multiplanares; del mismo modo, el TAC se hace

indispensable para el diagnóstico, planificación quirúrgica y evolución del tratamiento de las anomalías patológicas y craneofaciales.

Alrededor de la temática del presente estudio existen algunas investigaciones, dentro de las cuales se destacan:

- Cirugía del injerto reforzado planeada por el proceso imagen computarizada reportada por Cuchiara, R Y Cols
- Metástasis del carcinoma escamocelular en nódulos linfocervicales realizado por Nieder, -C; Gregoire, - v; Ang, -K-K).
- La variación en el tamaño de glándula parótida, configuración, y relaciones anatómicas desarrollado por Medbery, R y Col.
- Cambio del volumen Intracranial en la craneosinostosis. Reportado por Sgouros, S y Col.
- El dolor de cabeza en el síndrome de Ehlers -Danlos. Reportado por: Jacome, D-E AD en Franklin Medical Center, Department of Medicine, Greenfield.

- El papel de la de la tomografía computarizada en los pacientes diagnosticados recientemente con cánceres del cuello y la cabeza. Reportado por Houghton, y Col.
- La fusión craniocervical espontánea ósea como resultado de la dystonia cervical. Reporte del caso, por Rotsein, L y Col.
- La Reoperación de paratiroidectomía en la era de la localización tecnológica. Reportado por (Arunachalam, -P-s; Putnam, -G; Jennings, -P; Messersmith, -R; Robson, -A-K).

En los trabajos citados anteriormente, se puede observar que la Tomografía Axial Computarizada ha sido aplicada en los diferentes casos clínicos que se presentan en pacientes, no solamente en el campo de patologías o traumas sino como ayuda en el desarrollo de un tratamiento integral. De tal manera se puede evidenciar que el uso del TAC como ayuda en el campo de la odontología es bastante útil y aplicable a diferentes patologías. Sin embargo, es de mencionarse que para la presente investigación se hará énfasis en los fundamentos técnicos, ventajas y desventajas, principales enfermedades dentales objeto de diagnóstico radiológico, aplicabilidad y funcionalidad del TAC en el momento de realizar procedimientos odontológicos que comprometan áreas relacionadas con éstas.

Por lo anteriormente planteado, se busca dar a conocer las principales aplicaciones en cuanto a la interpretación básica que el odontólogo general debe hacer de la Tomografía Axial Computarizada como herramienta útil para el diagnóstico dentro de su consulta. Lo que conduce a plantear el siguiente interrogante: ¿cuáles serían los fundamentos técnicos y las aplicaciones básicas de la Tomografía Axial Computarizada en las enfermedades y/o alteraciones en el sistema cráneo facial en el ejercicio de la odontología clínica?

1.2 JUSTIFICACION

Para el odontólogo, en el ejercicio profesional, es de gran utilidad poder ampliar el horizonte de sus conocimientos en el área de radiología y demás técnicas de diagnóstico, además de las técnicas convencionales, el disponer de la Tomografía Axial Computarizada como método complementario de diagnóstico en diferentes patologías orales, ya que la especificidad de esta herramienta facilita la elaboración de diagnósticos con mayor precisión. Así mismo, el hacer uso de este tipo de ayudas de diagnósticos, le permiten al odontólogo mejorar su desempeño, puesto que es importante que utilice métodos avanzados que le permitan tener una mayor confiabilidad y eficacia, reduciendo el riesgo de fracaso en el diagnóstico de patologías, evitando así la deserción del paciente ante el tratamiento.

Del mismo modo, al realizar esta investigación, se pretende orientar al odontólogo sobre la importancia del uso de este tipo de técnicas desde su formación académica, para que de esta forma adquiera una mayor seguridad e interés en el uso de las mismas como herramienta de trabajo.

Por otro lado, el poder realizar este estudio genera expectativas por los resultados que se puedan alcanzar, a fin de que se contribuya, tanto a nivel institucional como en el ámbito personal y profesional, en cuanto que beneficie a la institución en el fortalecimiento de su área investigativa y el conocimiento de nuevos métodos de aplicabilidad en su profesión, de tal manera que permitan tener un mejor desempeño al hacer uso de técnicas avanzadas.

1.3 PROPÓSITO

Para los odontólogos, este estudio servirá como herramienta en el diagnóstico e interpretación básica de diferentes patologías brindando mejor información en el plan de tratamiento, ya que se dará a conocer información acerca del uso de la Tomografía Axial Computarizada como ayuda de diagnóstico, en cuanto que permite tener una mayor visualización para las patologías; razón por la cual, esta investigación pretende realizar una revisión bibliográfica que permita Identificar la utilidad, aplicabilidad de la tomografía axial computarizada en cabeza en la odontología clínica.

Así mismo, se busca facilitar el acceso a información relacionada con este tipo de técnicas, de manera que, quienes estén interesados en ahondar en dicho tema, puedan recurrir y apoyarse en la presente investigación como fuente de búsqueda.

1.4 MARCO DE REFERENCIA

1.4.1 Marco Conceptual

➤ **Amper o Amperio:** su símbolo se representa por la letra A. Se conoce como la unidad de intensidad de una corriente eléctrica: Este equivale a la corriente producida por un voltio cuando atraviesa la resistencia de un ohmio. (BUSTAMANTE, 2001)

➤ **Ánodo:** consiste en un disco giratorio metálico de tungsteno en cuya periferia golpean los electrones acelerados que provienen del cátodo. El giro tiene por finalidad evitar el calentamiento excesivo del foco o su superficie pequeña en la cual golpean los electrodos. La alta temperatura se reparte así, sobre una circunferencia de la periferia del ánodo. El ánodo tiene una inclinación que facilita la salida de los rayos X del tubo a través de una ventana de Berilio. (BUSTAMANTE, 2001).

- **Convolución.** Consiste, básicamente, en el uso de valores negativos para corregir la borrosidad inherente a la retroproyección simple. (BUSTAMANTE, 2000).

- **Cátodo:** Corresponde al electrodo por donde la corriente eléctrica sale del electrolito. Polo negativo de una pila eléctrica (Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2002.)

- **Chasis:** consiste en un marco o dispositivo rectangular y delgado que contiene la película radiográfica para ser expuesta a los rayos X. (WUERMANN y MANSON, 1994).

- **Densidad Radiográfica:** está dada por la graduación de la escala del color negro. Las zonas más oscuras denotan que los rayos han pasado por ahí sin mayor resistencia; por el contrario, las más claras significan que los tejidos han resistido al paso de los rayos X. La densidad radiográfica depende también de la intensidad de la radiación. (BUSTAMANTE, 2001).

- **Densitometría.** proporciona mayor exactitud colocar una más amplia "región de interés" (ROI), que contenga varios voxels, sobre una lesión focal, una estructura, o una colección líquida. El ordenador calcula los niveles de densidad media de todos los voxels, obteniendo también los niveles de desviación estándar (SD). Debe ponerse especial cuidado en no pasar por alto los artefactos por

endurecimiento del haz. Si una masa no se extiende por todo el grosor del corte, la densitometría incluirá tejido adyacente a ella. Solo será correcta la medición de la densidad de una masa si ocupa todo el espesor del corte, pues así será más probable que las mediciones impliquen solo la masa. (WUERMANN y MANSON, 1994).

➤ **Distorsión:** cuando la inclinación del eje del tubo respecto al objeto no es correcta, la imagen de esta se distorsiona o deforma, significa que la causa de la distorsión es la dirección equivocada de los rayos X. Si el rayo central es perpendicular al eje mayor del cuerpo y al plano de la mesa, la distorsión se evita. (BUSTAMANTE, 2001).

➤ **Efectos de volumen parcial:** el radiólogo determina el grosor de la imagen. En exploraciones torácicas o abdominales se escoge generalmente 8-10 mm, y 2.5 mm para estudios de cráneo, columna, órbitas, o peñascos. El valor de la escala de grises de un voxel depende de la atenuación media de todas las estructuras medias que están dentro de él. Si una de ellas tiene una forma regular dentro de un corte aparecerá bien definida. Los efectos del volumen parcial aparecen cuando las estructuras no ocupan todo el grosor de un corte, por ejemplo cuando una sección incluye parte de un cuerpo vertebral y parte de un disco, se producirá una mala definición de la anatomía. (KRETSCHMANN, 1988)

➤ **Escala de Hounsfield:** es una tabla con una amplia gama de grises que permite evaluar los diferentes tejidos del cuerpo. Va desde +1000 (hueso, de color blanco) pasa por agua y llega a -1000 (aire, de color negro). Dentro de este amplio margen se escoge un espacio (ej: +/-200) llamado "ancho de ventana" que depende de la región del cuerpo a estudiar. El aire, que aparece en negro, presenta el coeficiente de absorción menor a 1.000 UH. Una exploración topográfica de la cabeza puede diferenciar las siguientes estructuras sobre la base de sus correspondientes coeficientes de absorción:

Aire	hasta - 1.000 UH
Tejido Graso	- 30 a - 1.000 UH
Espacios de LCR	+ 3 a + 10 UH
Sustancias cerebrales Gris y blanca	+ 20 a + 40 UH
Vasos sanguíneos con Medio de contraste	+ 50 a + 90 UH
Calcificaciones	+ 80 a +200 UH
Calota Craneal	+200 a +1.000 UH y valores superiores

➤ **Exposición:** es la suma de la intensidad de los rayos X más el tiempo que utiliza una radiación determinada. (BUSTAMANTE, 2001).

- **Fotón:** comprende a partícula elemental de la radiación luminosa (energía cuántica o de plank). La intensidad de la luz depende de la cantidad de fotones que trasporta. (WUERMANN y MANSON, 1994).

- **Grosor de corte:** la decisión de entre cortes finos o gruesos viene determinada en primer lugar por el deseo de obtener mayor resolución de contraste. Al examinar el oído interno nos interesa obtener la máxima resolución espacial posible para conseguir una visión óptima de las delicadas estructuras óseas del oído interno, en contraste con el aire que las rodea. (WUERMANN y MANSON, 1994).

- **Interpretación de la superficie:** en la interpretación de las superficies las estructuras óseas se representan con una superficie que refleja luz. Algoritmos matemáticos calculan las superficies de los voxels que son segmentados, lo que les permite reflejar una fuente la luz artificial con una determinada intensidad, dependiendo de la localización y distancia del observador. No siempre el voxel obteniendo en la imagen original escaneada contribuye a la formación de la imagen en 3D. Durante el proceso de segmentación de la imagen, muchos se disocian. La desventaja de este proceso es que este error en la segmentación tendrá influencia en la visualización de la reconstrucción en 3D en la interpretación de la superficie. (WUERMANN y MANSON,1994).

➤ **Interpretación del Volumen:** en esta técnica, al contrario de la técnica, todos los voxels de los datos originales provenientes de la tomografía computarizada son preservados. Este tipo de proceso de visualización en 3D permite una visualización de la anatomía como un tipo de transparencia de la imagen en la que, diferentes estructuras (tejidos óseos y blandos) puede disponerse con variación de colores y transparencias. (WUERMANN y MANSON, 1994).

➤ **Kilovoltaje:** Es la fuerza electrónica de la radiación utilizada mientras más alto tiene, mayor capacidad de penetración. En sentido figurado se compara una radiación X determinada con un chorro de agua emitido con una manguera de bomberos. El Kilovoltaje es la fuerza con que este chorro golpea y el miliamperaje es la cantidad o masa de aguador por unidad de tiempo. El Kilovoltaje que conviene utilizar según los estudios radiológicos que se desean realizar varía según la densidad del objeto. Para cráneo axial, hueso malar y ambas pirámides se utilizan 75 KV, para cráneo de perfil 65 KV. (Bustamante 2001)

➤ **Longitud de Onda:** Corresponde a la distancia entre el pico de dos ondas de la radiación de los rayos X. (BUSTAMANTE, 2001).

➤ **Niveles de densidad:** el monitor puede representar un máximo de 256 tonos de gris, mientras que el ojo humano, solo es capaz de discriminar solo 20. Dado que las densidades de los tejidos humanos se extienden en rango (una

ventana) bastante estrecho del espectro total, es posible seleccionar una determinada ventana para representar la densidad del tejido que interese. El nivel de densidad media o centro de la ventana debería situarse lo más cerca posible del nivel de densidad del tejido que se va a examinar. Aunque la resolución en densidad de la TC excede a la de las técnicas radiológicas convencionales, la resolución geométrica sigue siendo inferior a pesar del elevado número de detectores y de la mayor resolución de la matriz. (WUERMANN y MANSON, 1994).

Las medidas de densidad de una determinada región desempeñan un papel importante en el proceso de la imagen. Los coeficientes de absorción (radiación remanente) de una determinada sección pueden expresarse en unidades Hounsfield (UH) y pueden disponerse según valores estándar concretos. Las escalas de grises de que disponen los monitores de imagen no permiten una diferenciación visual satisfactoria de las estructuras clínicas interesadas, cuando se utiliza la escala al computador. Por esta razón es necesario realizar una manipulación electrónica de la imagen del monitor para observación y valoración de las estructuras exploradas. (WUERMANN y MANSON, 1994).

➤ **Ohm u Ohmio:** es la resistencia eléctrica que existe entre dos puntos distintos de un conductor de electricidad mientras se mantiene una diferencia entre ellos de un Volt, en el momento que circula por el un Amper esto vale para conductores de electricidad. (BUSTAMANTE, 2001).

➤ **Orientación anatómica:** una imagen de la pantalla no es solamente una representación 2D de la anatomía, sino que contiene información sobre la atenuación media tisular en una matriz de aproximadamente 512 x512 elementos (pixels). (WUERMANN y MANSON, 1994).

➤ **Radiación ionizante:** corresponde a toda radiación que tiene una carga eléctrica, en el caso de los rayos X la radiación es negativa. (BUSTAMANTE, 2001).

➤ **Rayos catódicos:** son electrones de carga eléctrica negativa que se desplazan acelerados por el interior del tubo, y que al chocar contra el ánodo (+) originan los rayos X. (BUSTAMANTE, 2001).

Tomografía: La Tomografía Computarizada es un tipo especial de procedimiento radiológico que implica la medición indirecta del debilitamiento o atenuación de los rayos x en numerosos puntos o posiciones localizadas alrededor del paciente explorado. La tomografía presenta planos de región explorada. Es más nítida mientras menos espesor tiene el corte utilizado. La tomografía computarizada (TC), o tomografía computarizada (TC), es un método radiológico que permite lograr la reproducción de una sección del cuerpo humano con el fin de ver y estudiar sus estructuras anatómicas. (CAVALCANTI, Marcelo G. P. 1999).

Sin el apoyo de las imágenes radiográficas simples la interpretación de la tomografía es prácticamente imposible. (Bustamante 2001)

- **Tomografía helicoidal:** en la tomografía helicoidal el tubo se desplaza en sentido de una elipse y el chasis acompaña ese movimiento en sentido contrario, cuando el tubo se halla en la región caudal el chasis va en dirección craneal. De esta forma se obtienen corte en las partes anatómicas que se desean radiografiar. (BUSTAMANTE, 2001).

- **Tomografía simultánea:** la tomografía simultánea permite realizar varias tomografías durante un solo acto tomográfico (hasta 7). El chasis que se utiliza que se utiliza es especial y contiene varios filmes en distintos planos. (BUSTAMANTE, 2001).

- **Retroproyección:** implica la reasignación de los datos del rastreo convolucionado a una matriz de imagen 2D que representa la sección del paciente que esta siendo explorada. Se realiza perfil a perfil durante todo el proceso de reconstrucción a la imagen. La retroproyeccion permite asignar una densidad exacta a cada uno de estos pixels que son entonces representados con una gama de grises más o menos oscuros. A mayor claridad del gris, mayor densidad tendrá el tejido del interior del píxel. (WUERMANN y MANSON, 1994).

➤ **Tiempo de rastreo:** es conveniente seleccionar un tiempo de rastreo o barrido lo más corto posible, sobre todo en estudios de tórax y abdomen en los que el movimiento cardíaco y la peristalsis pueden degradar la calidad de imagen. Otras exploraciones con la TAC pueden también beneficiarse de tiempos rápidos de barrido al disminuirse la probabilidad de movimiento involuntario del paciente. Por otra parte, puede ser necesario seleccionar un tiempo más largo de rastreo para proporcionar suficiente dosis o para permitir un mayor muestreo y así, una mayor resolución espacial. (WUERMANN y MANSON, 1994).

➤ **Voxels:** tiene un grosor definido y se compone de una matriz de unidades cúbicas o cuboideas de idéntico tamaño. (WUERMANN y MANSON, 1994).

1.4.2 Marco Teórico.

Fundamentos técnicos. En la Tomografía Axial Computarizada se irradia con rayos X un objeto desde diferentes ángulos, en un mismo plano. La absorción de los rayos X se mide con detectores de alta sensibilidad; los valores de la absorción se cifran digitalmente y se almacenan en un ordenador. La región explorada se divide en un número determinado de elementos volumétricos, cuya densidad se calcula a partir de los datos almacenados, una vez que ha finalizado la exploración. Los valores de la densidad de los elementos volumétricos se convierten en unidades de medida (unidades Hounsfield), se asignan a una escala de tonos grises y se reproduce en forma de una imagen en tonos grises. La

imagen por Tomografía Axial Computarizada muestra, de esta manera, estructura de tejidos en forma de valores de densidad y elementos volumétricos. Contrariamente a la imagen de rayos X convencional, no se trata de estructuras superpuestas, sino de representación gráfica de un corte transversal.

En la Tomografía Axial Computarizada se realizan cortes cada 5 mm ésta técnica permite realizar mediciones del espesor óseo del occipital, tanto en las imágenes axiales como en las reconstrucciones laterales. Esta técnica es rápida ya que el tiempo requerido es de 2 a 3 minutos aproximadamente y, además, es sencilla por incluir cortes de la fosa posterior como parte del examen. (KEN, Jaimel y cols,1997).

En desventaja de lo anteriormente mencionado, los cortes fijos cada 5mm no permiten la ubicación exacta y medición del espesor óseo, en los puntos estratégicos deseados, ni tampoco existe una estandarización de la técnica para la fosa posterior, en cuanto a la posición precisa del cráneo con respecto a la orientación del cabezote, ni respecto a las referencias óseas para el trazado de los cortes. (KEN, Jaimel y cols,1997).

Comparado con el estudio anterior, la tomografía axial computarizada con cortes cada 2 mm ofrece la ventaja de poder ubicar y medir el espesor óseo de los puntos estratégicos deseados con mayor precisión; además, permite reconstrucciones en dos o incluso tres planos del espacio.

Con la tomografía axial computarizada helicoidal con reconstrucción espiral y cortes cada 3mm. Se llevó a cabo en busca de una óptima ubicación y medición de los puntos estratégicos de fijación, tratando de disminuir los factores de error por falla en la estandarización de la técnica tomográfica sin reconstrucción. (KEN, Jaimel y Cols, 1997).

Este tipo de tomografía permite realizar mediciones en imágenes de reconstrucción lateral, con equipos de reciente tecnología., con una duración aproximada de 1 minuto para el estudio de la fosa posterior. Pero, se observan las imágenes con bordes escalonados, lo cual da imprecisión en las mediciones.

Comparado con el estudio convencional axial, demanda tiempo adicional del personal técnico y equipo computarizado, para obtener la reconstrucción lateral y además es más costosa. (KEN, Jaimel y cols,1997).

Para evitar el efecto de imágenes con bordes escalonados, y hacer más precisa la medición del espesor óseo se pueden traslapar las imágenes un milímetro, utilizando la Tomografía axial computarizada helicoidal con reconstrucción espiral con cortes cada 3mm, traslapados cada mm. Este estudio incrementa el tiempo del proceso, lo cual es poco significativo, pues su duración es de 1 a 2 minutos, y además, permite reconstrucción bi y tridimensional. (KEN, Jaimel y cols,1997).

Su principal desventaja radica en el incremento del tiempo postproceso de reconstrucción y representar un mayor costo. (KEN, Jaimel y cols, 1997).

Al utilizar la tomografía axial computarizada estandarizada, con cortes cada 2mm. y analizadas las ventajas y desventajas de las técnicas descritas anteriormente, se propone seleccionar como estudio preoperatorio la tomografía axial computarizada estandarizada de la siguiente forma:

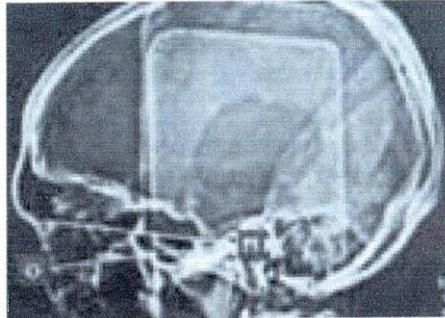
a. Ubicar al paciente de manera convencional para el estudio de cráneo, pero con flexión máxima del cuello.

b. Determinar la línea orbitomeatal, esta es una línea imaginaria trazada desde el canto externo de los párpados hacia el borde superior del conducto auditivo externo.

c. Realizar los cortes escanográficos inclinando el cabezote (Gantry) 100 a 120 con respecto a la línea orbitomeatal.

En la figura 1 se puede apreciar un escanograma con cortes cada 2 milímetros.

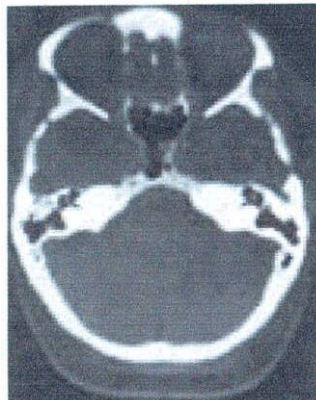
Figura 1. Tomografía axial computarizada - Escanograma (Cortes cada 2mm.)



FUENTE: BARONA DORADO, C:/revistaprofesiondental. htm

d. Efectuar los cortes escanográficos cada 2 milímetros en forma ascendente, desde la primera vértebra cervical hasta la protuberancia occipital externa, obteniéndose imágenes axiales que permiten precisar exactamente el espesor óseo del occipital, en sus diferentes niveles y a diferentes distancias de la línea media .

Fig. 2. Tomografía axial computarizada convencional (Cortes cada 2mm.)



FUENTE: BARONA DORADO, C:/revistaprofesiondental. htm

e. Instruir meticulosamente al personal técnico sobre las pautas y parámetros previamente descritos.

TAKAFUMI, Hayashi y Col. realizaron un estudio para detectar el desplazamiento anterior del disco en la articulación temporomandibular por tomografía computarizada helicoidal. Uno de las anomalías intra-articulares, más comunes de la articulación temporomandibular (ATM) es un desorden o trastorno interno, definido como una relación funcional y posicional anormal entre el disco articular, el cóndilo mandibular y las superficies articulares del hueso temporal. Casi siempre es un desplazamiento anterior del disco relativo al cóndilo mandibular. La imagen de resonancia magnética es altamente precisa en el diagnóstico de este desplazamiento. Una tomografía computarizada de Rayos X (TC) puede también mostrar este problema. Un estudio comparando ambos métodos en especímenes frescos de autopsia demostró que la RM claramente mostró el disco cuando se posicionó superior y anteriormente, mientras la TC mostró el disco adecuadamente, únicamente, cuando se posicionó anteriormente. Sin embargo, los autores no encontraron descripciones de estudios en vivo de una comparación de ambos métodos en la bibliografía en inglés. (TAKAFUMI Hayashi y Cols, 1989).

Para este reporte se evaluaron la confiabilidad de la Tomografía Computarizada en comparación a la RM en el diagnóstico del desplazamiento del disco anterior, y discutieron la importancia del examen por TC con la posición de boca abierta,

utilizando la siguiente metodología: de mayo de 1997 hasta octubre de 1998, se incluyeron 94 pacientes consecutivos con desordenes de ATM o deformidades en la mandíbula. El estudio fue realizado utilizó 63 mujeres y 31 hombres japoneses, entre 10 y 59 años (Edad Media: 20.6 años). Los pacientes con severos trismos, acompañados con ósteo -artrosis fueron excluidos del estudio por su limitación en la apertura de la boca. Se obtuvieron TC y RM de todos los pacientes con un intervalo de 1 mes. La diferencia en la distancia interincisal entre ambos exámenes fue mantenida lo mas corta posible (en 10mm en cada paciente (TAKAFUMI, Hayashi y Col, 1989).

El equipo de TC consistió de un scanner helicoidal Real (Toshiba) usado en la Clínica Odontológica de la Universidad de Niigata. Cada paciente se colocó en una posición horizontal. Las TC se obtuvieron con la boca cerrada y luego con la boca abierta al máximo. Los scanner helicoidales se tomaron paralelos a la línea de base antropológica comenzando en nivel de unos pocos milímetros encima de la línea de base sobre una distancia de 5 cms a 120 kV, 100mA y 1 mm de colimación. La tabla de scanner se ajustó con incrementos de 1 mm./rotación. Estos datos de scanner fueron reformados en imágenes axiales con intervalos de 1mm. Todas la imágenes se evaluaron sobre una muestra de tejido suave (ancho de ventana, 240; nivel de ventana, 40). (TAKAFUMI, Hayashi y Col, 1989).

En una Tomografía Axial Computarizada, el desplazamiento del disco anterior se definió como la presencia de un área de densidad de tejido suave que era en

forma semilunar, un diámetro antero-posterior de 0.5 cms o más, localizado enfrente del cóndilo mandibular, y visto contiguamente en más de 2 imágenes. La densidad de tejido suave fue isodensa y ligeramente más hiperdensa que en músculos adyacentes. En casos en los cuales el tejido suave tenía una densidad similar a la de los músculos alrededor, lo definimos identificando la eliminación del plano graso entre los músculos temporales y pterigoideos laterales enfrente del cóndilo mandibular. Si la densidad del tejido suave no era vista anterior al condilo mandibular, se presumía que el disco estaba en una posición superior normal. (TAKAFUMI Hayashi y Cols, 1989).

El equipo de MRI consistió de una unidad de Magneton Impact (Siemens). Los parámetros usados fueron una imagen de protodensidad pesada en una técnica de eco-giro rápido (Tiempo de repetición, 2000 o 2500 ms; tiempo de eco 22 o 45 ms); campo de visión 150mm y corte de 3mm de grosor sin una brecha entre cortes. Se obtuvieron cortes parasagittales oblicuos o perpendiculares a la línea que indicaba el eje largo del cóndilo mandibular en un corte axial. Este examen se llevo a cabo con el paciente en una posición supina en posiciones de boca cerrada y abierta al máximo. (TAKAFUMI, Hayashi y Cols, 1989).

La posición del disco articular se determinó en términos de definiciones reportadas previamente, como se indica a continuación: en posición de boca cerrada el desplazamiento anterior se define como la localización de la banda posterior del disco anterior al condilo mandibular; en posición de boca abierta, el

desplazamiento anterior se define como la localización del disco anterior al cóndilo mandibular. Los desplazamientos rotacionales anterolaterales o anteromediales se incluyeron en un desplazamiento anterior. El desplazamiento de las vías laterales o mediales se excluyeron por que los polos laterales y mediales del condilo mandibular no son siempre claramente visibles en la TC axial. (TAKAFUMI Hayashi y Cols, 1989).

Para la valoración de cada imagen dos de los autores ofrecieron considerar la presencia de un desplazamiento anterior; en cada caso, los dos evaluadores estuvieron de acuerdo en este problema por el uso de las definiciones descritas anteriormente. La TC precedió a la RM en 126 articulaciones en 63 pacientes (estudio prospectivo), y viceversa en 62 articulaciones en 63 pacientes. (TAKAFUMI, Hayashi y Cols, 1989).

De 188 articulaciones en 94 pacientes, el desplazamiento del disco anterior se observo en posición de boca cerrada en 61 articulaciones vistas con TC y 67 vistas con RM. La posición de boca abierta se observó el problema en 44 articulaciones vistas con TC y en 45 vistas con RM. (TAKAFUMI, Hayashi y Col, 1989).

Con RM tomada como el diagnostico estándar para la evaluación de la posición del disco articular, los resultados de negativo verdadero, positivo verdadero negativo falso y positivo falso fueron 61, 121, 6 y 0 articulaciones respectivamente

en posición de boca cerrada y 43, 142, 2, 1 en boca abierta, respectivamente. En boca cerrada la sensibilidad, la especificidad y la precisión en TC fue de 91, 100 y 97 % respectivamente y en boca abierta 96, 99 y 98 (TAKAFUMI, Hayashi y Cols, 1989).

Una TC negativo falso en boca cerrada se observó en cada 6 articulaciones, en la cual se vio un ligero desplazamiento a través de la RM; la banda posterior del disco articular se desplazó anterior al cóndilo mandibular, pero el disco se localizó en el espacio entre el cóndilo y el tubérculo articular. (TAKAFUMI, Hayashi y Cols, 1989).

Una efusión de la articulación marcada en RM pesada T_2 se observó como un área hipodensa en la densidad de tejido suave vista por TC; sin embargo, esto no influenció este estudio. No se vio una diferencia remarcable entre los estudios prospectivos y retrospectivos con respecto a la confiabilidad diagnóstica del desplazamiento por TC en comparación con la RM. Esta última no tuvo influencia en los diagnósticos por TC. Las TC han mostrado ser un método preciso de diagnóstico del menisco desplazado. Los scanner de TC axial de alta resolución de la ATM con reconstrucción parasagital y sagital directa y las TC con corte delgado fueron reportadas exitosas al demostrar un desorden o trastorno interno. Sin embargo, ROSSMAN y otros señalaron que cualquiera de estas técnicas eran necesarias, por que cualquier clase de información obtenida por medio de scanner sagitales directos o aun reconstrucciones sagitales podrían obtenerse del

plano axial. La única ventaja de los scanner sagitales puede ser vista en el hecho de que la articulación fue más fácilmente vista por el médico. ROSSMAN también reportó que la sensibilidad en TC, comparada con aquella en una artrografía fue de un 87 %. (TAKAFUMI, Hayashi y Col, 1989).

La RM esta rápidamente sobrepasando a la TC como el método de imagen por que el contraste del tejido suave y el detalle anatómico disponible es marcadamente superior. Sin embargo, las TC se han usado cuando los detalles finos en la anatomía del hueso fueron de primera importancia, y también son valiosas en la valoración de deformidades óseas de la mandíbula. Los trastornos o desordenes internos pueden causar asimetría facial en gente joven. Para clarificar una relación de causa-efecto entre el trastorno interno y la deformación de la mandíbula, se necesitan estudios longitudinales en los mismos pacientes, especialmente en aquellos sin síntomas clínicos en la ATM. Sin embargo, es difícil examinar cada paciente con deformidad mandibular a través de la RM por que tal procedimiento es relativamente costoso y aún no esta disponible en muchas instituciones; a diferencia de los scanner de TC que están ampliamente disponibles en todo el mundo. Además, las dosis de radiación asociadas al escaneo de la ATM están pensadas para ser relativamente bajas. (TAKAFUMI, Hayashi y Col, 1989).

Así es de valor diagnosticar el desplazamiento anterior a través del uso de las TC cuando se esta valorando un transtorno de ATM, incluyendo deformaciones

mandibulares, aún cuando la precisión diagnóstica sea ligeramente inferior a la obtenida en una RM. Como se determinó en un estudio de 55 cadáveres "frescos", la sensibilidad, especificidad y precisión de la RM fue de 90,100 y 95% respectivamente. La calidad de imagen es marcadamente mejor en una reciente RM y la sensibilidad parece clínicamente alcanzar casi el 100%. Así, usamos la RM como el diagnóstico Standard en la evaluación del desplazamiento anterior. En este estudio, la sensibilidad para la posición de boca cerrada fue menor que para la boca abierta. Cuando la banda posterior del disco articular está localizada justo encima del condilo (posición superior) en posición cerrada, el disco se localiza en un espacio angosto entre el cóndilo y el tubérculo articular y puede ser así difícil de identificar por la TC a causa de un efecto de volumen parcial. Aunque la banda posterior se disloca anteriormente, el disco también puede no ser mostrado cuando este no sale del espacio angosto. En la posición abierta, el disco se localiza justo encima del cóndilo y es fácilmente detectado por la TC una vez se desplaza anterior al cóndilo. Así, la TC sería menos sensible para las articulaciones con desplazamiento anterior con reducción que para aquellas sin reducción. A causa de la extremada alta sensibilidad, especificidad y precisión de las TC en comparación con las RM, se consideró que la detectabilidad del desplazamiento en posición abierta es casi igual en ambas. Sin embargo, la principal desventaja de la TC es que puede no indicar la banda posterior del disco articular claramente. (TAKAFUMI, Hayashi y Col, 1989).

Para evaluar las estructuras óseas en la ATM en detalle, se usó un scanner helicoidal para obtener imágenes multiplanares reconstruidas y proyecciones tridimensionales. El radio de señal-ruido de un scanner helicoidal de corte delgado esta pensado para ser menor que un scanner de multicorte convencional en razón de la reducción del tubo actual para alcanzar un avance en la tabla de scaneo con incrementos de 1 mm/rotación. Sin embargo, la calidad de la imagen del scanner helicoidal fue adecuada para detectar un disco desplazado anteriormente, y la precisión fue aún más que la obtenida que con un scanner multicorte convencional de 2mm de grosor. En conclusión, en una TC helicoidal axial, la detectabilidad del desplazamiento anterior del disco articular en la ATM en posición de boca abierta (desplazamiento sin reducción) mostró una precisión y casi igual a la de la RM. En posición de boca cerrada la detectabilidad fue menos sensitiva, recomendándose que en la posición de boca abierta se aumente cuando la TC helicoidal se use para evaluar pacientes con evidencia de trastorno en la ATM. En el trabajo concluido se realizó una revisión de los medios de diagnóstico por imagen que se pueden utilizar en la planificación del tratamiento con implantes osteointegrados.

La implantología representa una de las alternativas terapéuticas más novedosas de las últimas décadas. Los resultados obtenidos se deben al desarrollo de una técnica quirúrgica cada vez más depurada, al mejor diseño de los implantes y a una planificación minuciosa del tratamiento. Mediante la exploración radiológica

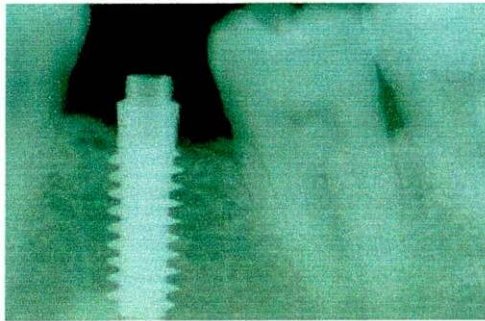
podemos estudiar la cantidad y calidad de hueso del paciente subsidiario de tratamiento con implantes osteointegrados y conocer la anatomía de las zonas más comprometidas (seno maxilar, conducto dentario). En estos pacientes nos interesa averiguar la altura y anchura del hueso remanente para elegir la longitud y el diámetro de las fijaciones. (HERNANDEZ, 2000)

Todos los pacientes deben ser sometidos a un estudio radiológico previo a la colocación de implantes, tanto si el caso es sencillo como si hay que recurrir a técnicas más avanzadas. El estudio radiológico nos permite también valorar el estado en que se encuentran los implantes una vez transcurrido el periodo de osteointegración, así como el estado de los injertos colocados para facilitar la inserción de las fijaciones. El propósito de este trabajo es revisar las proyecciones radiológicas que pueden ser utilizadas en implantología, analizando sus indicaciones, ventajas e inconvenientes.

Radiología intraoral. Dentro de este apartado destacan las radiografías retroalveolares y oclusales. Las radiografías retroalveolares nos proporcionan información sobre la calidad del hueso, la relación del espacio edéntulo con los dientes adyacentes y, si se utiliza la técnica del paralelismo, una medida exacta de la altura de hueso. Sin embargo, dado su pequeño tamaño proporcionan información limitada, reservándose su uso para controlar las guías quirúrgicas

durante la colocación de implantes en aquellos casos en que está próximo el conducto dentario, así como para valorar la osteointegración de los implantes una vez transcurrido el periodo de cicatrización. (Ver figuras 3 y 4)

Figura 3. Proyección retroalveolar. Control radiográfico para valorar la osteointegración



FUENTE: BARONA DORADO, C:/revistaprofesiondental. htm

La radiografía oclusal nos permite observar las corticales vestibular y lingual en la zona anterior mandibular.

Figura 4. Proyección oclusal. Caso remitido en el que se observa perforación de la cortical lingual.



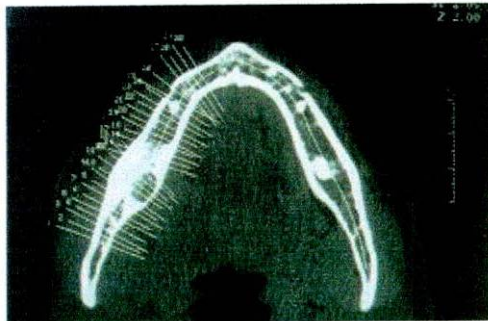
Fuente: BARONA DORADO, C:/revistaprofesiondental. htm

Se puede utilizar de forma extraoral para realizar una radiografía lateral a nivel de la sínfisis mandibular. Hay que resaltar la aparición de la radiografía digital, la cual permite mediante procesado informático de una proyección intraoral, ampliar la imagen, modificar el contraste, realizar mediciones lineales y cuantificar la densidad de una zona determinada. Una de las principales ventajas de esta técnica consiste en que se reduce la dosis de radiación en un 80% frente a una periapical con película convencional. La cantidad de hueso en sentido buco-lingual se puede determinar recurriendo a exploraciones mixtas que asocian tomografías transversales a la radiografía panorámica, obteniéndose de esta forma información en los tres planos del espacio. Desde 1987, el sistema integrado multimodal Scanora (tomografía espiroidea) realiza en el mismo aparato, proyecciones panorámicas y topográficas. La radiación que recibe el paciente es diez veces menor que la de una tomografía axial computarizada. La tomografía computerizada (TC) proporciona imágenes de cortes coronales (frontales), axiales (horizontales) y sagitales (paralelos a la línea media). La TC tiene un factor de magnificación de 1:1 es decir, permite la observación de los maxilares a tamaño real por lo que podemos determinar la cantidad de hueso del que disponemos para la colocación de implantes con una simple regla, sin necesidad de plantillas de magnificación. Otras ventajas de esta técnica son una mejor visualización de la anatomía debido a la ausencia de superposiciones y la preservación de los tejidos blandos. Las desventajas radican en la aparición de artefactos con restauraciones metálicas y materiales de endodoncia y la dificultad de colocar al paciente para

El programa Dentascan parte de un corte axial, a partir del cual el radiólogo determina un arco óseo artificial en relación al cual se van a realizar los cortes oblicuos transversales. Se puede determinar también el número de cortes y la distancia entre los mismos. Cada corte va numerado para poder ser localizado en el espacio. (Figura 5)

Las figuras 6, Dentascan. Corte axial de adquisición; la figura 7 cortes panorámicos y figura 8 cortes transversales. Además, este programa proporciona cinco reconstrucciones tomográficas de tipo panorámica paralelas al arco óseo artificial previamente determinado. La presencia de materiales metálicos en boca no ocasiona prácticamente ningún artefacto.

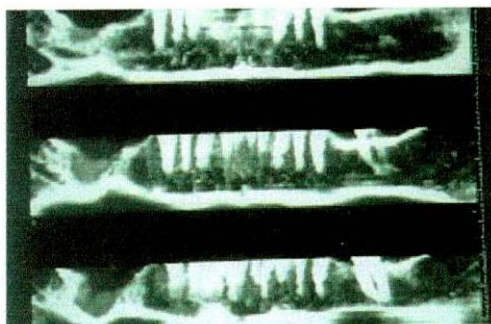
Figura 6. Corte axial de adquisición (A)



FUENTE: BARONA DORADO, C./*revistaprofesiondental. htm*

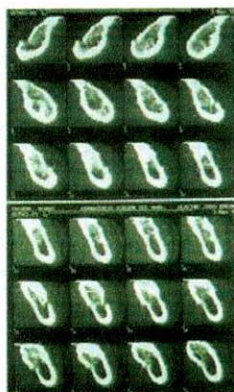
El programa Denta-CT proporciona tres reconstrucciones de tipo panorámica paralelas a un plano curvo determinado mediante un cursor manual que subraya el conducto mandibular y a continuación el conducto incisivo, determinando así el plano mandibular. En el maxilar, el cursor sigue la cresta alveolar quedando definido el plano maxilar frontal. Perpendicularmente a estos planos se seleccionan cortes que se identifican y enumeran.

Figura 7. Cortes panorámicos



Fuente: Fuente:A:/revistaprofesiondental. htm

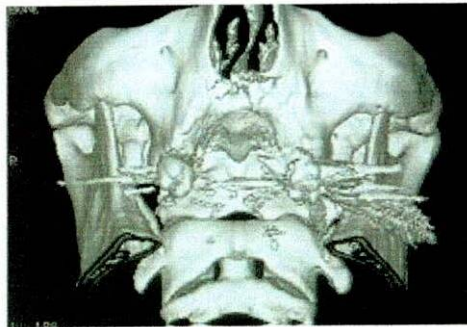
Figura 8. Cortes transversales



Fuente: Fuente:A:/revistaprofesiondental. htm

El programa facilita también reconstrucciones tridimensionales del volumen anatómico explorado. El maxilar reconstruido puede ser movido en todos los sentidos para visualizar todas las caras del hueso.

Figura 9.- Dental-CT. Reconstrucción tridimensional del maxilar superior.



FUENTE: BARONA DORADO, C./revistaprofesiondental. htm

En el programa 3 D/DENTAL se generan cinco reconstrucciones panorámicas y nueve reconstrucciones tridimensionales en diferentes angulaciones, que representan el hueso desprovisto de los tejidos blandos. Al igual que en el resto de programas cada una de las múltiples reconstrucciones transversales oblicuas presenta en su ángulo superior izquierdo un número que se corresponde con la sección. Así mismo existen indicadores de bucal-lingual en los cortes transversales y de derecha-izquierda en las panorámicas (MARTÍNEZ-GO. C., 1996).

El programa SIM/Plant es un sistema interactivo bajo Windows que recoge la información en un disquete. Permite mediante el software correspondiente y un

ordenador personal, visualizar en los tres planos del espacio una zona determinada mediante un "clic" del ratón. Además se pueden generar diez reformaciones panorámicas. (MARTÍNEZ-GO C. y Col, 1996).

Con este programa, el implantólogo realiza las mediciones del hueso mediante los marcadores electrónicos del programa. Además permite realizar la simulación de la colocación de implantes en las secciones axiales y las reconstrucciones transversales y panorámicas. (figura 10)

Figura 10. Marcadores de densidad ósea

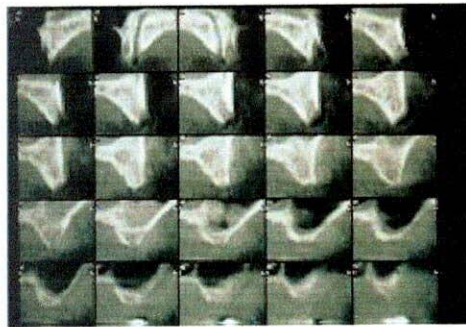


Fuente: BARONA DORADO, C: A:/revistaprofesiondental. htm

Se puede variar la longitud, anchura y angulación de los mismos. Existe la posibilidad de emplear los datos numéricos de una tomografía computerizada para realizar un modelo de resina a tamaño real del maxilar estudiado, para

posteriormente, efectuar una colocación simulada de implantes. El Newton es otro tipo de TC volumétrico especialmente indicado para el estudio de los maxilares previo a la colocación de implantes. Al igual que el Dentascan, proporciona una proyección lateral de referencia, con reconstrucciones transversales y panorámicas a escala real. (MARTÍNEZ-GO C. y Col, 1996). (figura 11).

Figura 11. .- Newtom. Corte panorámico del maxilar y cortes transversales del mismo



Fuente: BARONA DORADO, C:/revistaprofesiondental. htm

Resonancia magnética nuclear. La resonancia magnética es un sistema diagnóstico por imagen que no utiliza radiación ionizante. En implantología no se utiliza debido a que el hueso no tiene señal de resonancia, creando confusión con estructuras como el aire o el tejido cicatricial, que tampoco tienen señal. Este estudio está contraindicado en pacientes portadores de marcapasos y clips vasculares intracardiacos. Su costo es más elevado que el de la tomografía computarizada. (MARTÍNEZ-GO C. y Col, 1996).

En el diagnóstico del paciente subsidiario de tratamiento con implantes osteointegrados es imprescindible la realización de un estudio radiológico previo que nos permita evaluar la cantidad y calidad ósea. Acorde con la bibliografía revisada se puede establecer las siguientes conclusiones: la utilización en el diagnóstico de la radiografía panorámica y las radiografías periapicales exclusivamente, está desechada en la actualidad, quedando su uso reservado para valorar la osteointegración de los implantes una vez transcurrido el periodo de cicatrización. La telerradiografía lateral de cráneo se puede utilizar para la colocación de implantes en la zona de la sínfisis mandibular en pacientes totalmente desdentados. La tomografía espiral es una prueba indicada para el estudio de la mandíbula y edéntulos parciales del maxilar superior. La tomografía computarizada con o sin software dental se recomienda para evaluar el maxilar superior totalmente desdentado, elevaciones del seno maxilar, anclajes en apófisis pterigoides y transposición o lateralización del nervio dentario inferior.M., (MARTÍNEZ-GO C. y Col, 1996).

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general. Realizar una revisión bibliográfica que permita Identificar los fundamentos técnicos y las aplicaciones básicas de la Tomografía Axial Computarizada en las patologías y/o alteraciones que afectan el sistema cráneo facial en el ejercicio de la odontología clínica y su respectiva interpretación básica.

1.5.2 Objetivos específicos

- ✓ Identificar la conformación de un tomógrafo y el fundamento de cada uno de sus componentes.

- ✓ Determinar los fundamentos técnicos que caracterizan a la Tomografía Axial Computarizada.

- ✓ Identificar las ventajas y desventajas de la Tomografía Axial Computarizada como herramienta fundamental en el diagnóstico de patologías orales.

- ✓ Establecer las indicaciones y contraindicaciones de la Tomografía Axial Computarizada en el campo odontológico.

- ✓ Determinar las principales patologías y alteraciones del sistema cráneo facial de importancia radiográfica.

- ✓ Establecer la utilidad e interpretación básica de la Tomografía Axial Computarizada en el diagnóstico clínico odontológico

2. MÉTODO

2.1 TIPO DE ESTUDIO

Revisión bibliográfica

2.2 OBJETO DE ESTUDIO

Tomografía Axial Computarizada -TAC en el sistema cráneo facial.

2.3 UNIDADES TEMÁTICAS

- ✓ Conformación del tomógrafo y el fundamento de cada uno de sus componentes.

- ✓ Fundamentos técnicos que caracterizan a la Tomografía Axial Computarizada.

- ✓ Ventajas y desventajas de la Tomografía Axial Computarizada como herramienta fundamental en el diagnóstico de patologías orales.

- ✓ Indicaciones y contraindicaciones de la Tomografía Axial Computarizada en el campo odontológico.

- ✓ Principales enfermedades de importancia radiográfica.
- ✓ Utilidad e interpretación básica de la Tomografía Axial Computarizada en el diagnóstico clínico odontológico.

2.4 INSTRUMENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Para efectos de efectos de orientar la revisión crítica de literatura sobre el tema se utilizará una matriz bibliográfica, adaptada del modelo presentado por POLIT, Denise F Y HUNGLER, B. La matriz bibliográfica se presenta en la tabla 1.

TABLA 1. Matriz Bibliográfica.

No. orden	REFERENTE BIBLIOGRÁFICO	FUNCIÓN DE LA REVISIÓN	TEMA
1	AGUINALDO DE FREITAS ROSA, Jose Eduardo.. Radiología Odontológica. Ed. Artes Medicas. Primera Edición. Sau Pablo. 2002; P. 602-722.	Explicación Teórica	Técnicas Radiológicas
2	ARUNACHALAM, -P-s; Putnam, -G; Jennings, -P; Messersmith, -R; Robson, -A-K. La reoperación de paratiroidectomía en la era de la localización tecnológica. 1994. 12-19p.	Explicación Teórica	Técnicas Radiológicas
3	BALADRAN y Col. http://www.zambomedicina.com .	Explicación Teórica, figuras	Lesiones del seno maxilar derecho. (Corte coronal)
4	BARONA DORADO, C y col http://www.encolombia.com	Explicación Teórica, figuras	Historia y aplicaciones de TAC.
5	BURGUE Wer y Col. Planificación de implantes dentarios: Interamericana, 1998. 26-89p. 1998.	Explicación Teórica	Implantes

6	BURGERER, Francis A., MARTTI Kormano. Diagnostico por TC. Ed. Marban Libros. Madrid España. 1998; P. 56-118.	Explicación Teórica	Anatomía y Lesiones
7	BUSTAMANTE, Lidio Esteban. Vademécum de técnicas para proyecciones. Ed. El Ateneo. Argentina. 2001; P. 291-304.	Glosario	Definiciones
8	CAVALCANTI. Aplicaciones Clínicas de la Tomografía Axial Computarizada: Salvat, 1999. 23-52.p	Explicación Teórica	Usos clínicos del TAC
9	CUCHIARA, R Y Cols. Cirugía del injerto reforzado planeada por el proceso imagen computarizada:Mc Graw Hill. 1996. 24-45p	Explicación Teórica	Usos clínicos del TAC
10	FRANCIS A, Burgener, MARTTI, Kormano. Ed. Marbal. España. 1998; P. 82-91	Explicación Teórica	Lesiones en órbita
11	GIULLES, Agnes. Diagnostico del paciente politraumatizado. Ed. Masson S.G. Barcelona. 1994; P. 23-33, 45-56	Explicación Teórica	Traumatismo de macizo facial y órbita
12	HAN,MAN CHUNG, CHU-WUAN. KIM. Cortes Anatómicos correlacionados con RM Y TC. Ed. Doyma. España. 1990; P. 4-73.	Explicación Teórica	Anatomía y cortes del TAC.
13	HOFER, Mathias. Manual práctico de TC. Ed. Medica Panamericana. España. 2000; P. 150-160.	Explicación Teórica	Aspectos técnicos de la tomografía computarizada.
14	HOFL, Evolución de la Tomografía: Salvat, 2000. 26-83 p.	Explicación Teórica	Antecedentes de la tomografía
15	JACOME, D-E AD, Franklin Medical Center.Headache in-Danlos Syndrome. Cephalgia. Departament of Medicine, Grenfield. 1999 Nov; 19(9): P.791	Informe Clínico	Utilización del TAC en la búsqueda de la etiología de las cefaleas.
16	KEN, Jaimel y cols. Fundamentos técnicos de la Tomografía Axial Computarizada1: interamericana. 1997.127-142p.	Definiciones – marco conceptual	Fundamentos técnicos del TAC
17	KRETSCHMANN. Componentes y subsistemas del tomógrafo. Planeta, 1998. 26-68 p.	Explicación Teórica	Componentes y Subsistemas del Tomógrafo
18	MARTIN, Lenz. Tumores de cabeza y cuello TC y RM. Ed. Marbal S.L. España. 1995; P. 28-40, 45-54, 73-104.	Explicación Teórica	Senos paranasales y región orofacial.
19	M.M.J Mc. Nicholas, SP. Ryan. Texto de anatomia radiologica. Ed. Marbal. London.1997; 1-37.	Definiciones – Marco conceptual	Concepto de radiología
20	Mathematical theory of stereotactic coordinate transformation: elimination: of rotational targeting error by addition of a third reference point. Technical note. Journal-Neurosurg. 2000 May; 92(5): P.884	Informe Clínico	Nuevos métodos en el TAC.

21	Magnetic resonance imaging in acute non-accidental head injury. Acta-Pediatr. 1999 Jul; 88(7): P.734-40.	Informe Clínico	Utilización del TAC en heridas en accidentes en cabeza.
22	Metastatic adenocarcinoma to the brain mimicking hemorrhage: case report. Surg-Neurol. 1999 Jul; 52(1): 46-9.	Informe Clínico	Utilización del TAC en metástasis por adenocarcinoma
23	MUTSCHALL, Rudolf. Neuroanatomía y tomografía computarizada. Ed. Doyma S.A. Barcelona; P. 188-200.	Explicación Teórica	Tomografía computarizada en cabeza
24	NIEDER, -C; Gregoire,-V; Ang,-K-K. Cervical Lymph node metastases from occult squamous cell carcinoma: cut down a tree to get an apple?. Int-Journal-Radiat-Oncol-Biol-Phys. 2001 Jul 1; 50(3): P.727-33.	Informe Clínico	Utilización del TAC en la visualización de efectos secundarios de la radioterapia en cabeza y cuello.
25	POLIT, Denise F Y HUNGLER, Bernedette. Investigación Científica en ciencias de la salud. Ed. Mc Graw Hill. Sexta Edición México. 2000; P. 77-124	Enfoque Metodológico	Matriz Bibliográfica
26	POYTON, GUY, Radiología Bucal. Ed. Mc Graw Hill. México. 1992; P. 48-54.	Explicación Teórica	Técnicas Radiológicas
27	RADU, Ernst Wilhem TC de cabeza. Ed. Marban . 1998. España; P. 9-35	Explicación Teórica	Tomografía computarizada en cabeza
28	ROTSEIN, L y col. Spontaneous craniocervical osseous fusion resulting from cervical dystonia. Case report. Journal-Neurosurg. 2001 Jul; 95: P. 115-8.	Informe Clínico	Utilización del TAC en la visualización de anatomía en cabeza.
29	SANTIN, Guillermo Vademécum Radiológico. Ed Interamericana. España. 2001; P. 67-94.	Explicación Teórica	Definición e historia del TAC.
30	SGOUROS, S y col. Intracranial volume change in craniosynostosis. Journal-Neurosurg. 1999 Oct; 91(4): P.617-25.	Informe Clínico	Utilización del TAC en la craniocinostosis.
31	TAKAFUMI, Hayashi y Col. Gas in the temporomandibular joint: computed tomography findings. 1998. 751-754. p	Fuente de ideas para la investigación	Tomografía computarizada helicoidal
32	T. PARKS. Clínicas radiológica de Norteamérica, Volumen 13, Número 4. EE.UU. 2001.	Fuente de ideas para la investigación. Resultados	Interpretación del TAC.
33	WEIR, Jaime, ALISON D. Murray. Atlas y Texto de Imágenes Radiológicas Clínicas. Ed. Harcourt. Madrid España.1999; P. 4,7,12,188,396.	Explicación Teórica	Ventajas, Desventajas, tipos de TAC
34	WUERMANN y MANSON. Radiología dental. Mallorca: Salvat, 1994. 5-150 p.	Explicaciones Teóricas- resultadosi	Historia y aspectos técnicos del TAC

ARTICULOS			
35	A new Classification for cochleovestibular malformations. Laryngoscope 2002 Dec; 112(12): 2230-41.	Informe Clínico	Utilización del TAC en patologías de cabeza.
36	Artificial elevation of brain tissue glycerol by administration of a glycerol-containing agent. Case report. Journal-Neurosurg. 2001 Apr; 94(4): P. 621-3.	Informe Clínico	Utilización del TAC en traumas craneo cerebrales.
37	A solution to the long-object problem in helical cone-beam Tomography. Phys-Med-Biol. 2000Mar; 45(3): 623-43	Informe Clínico	Solución de problemas de imagen.comparación del TAC con otros medios.
38	Basal Ganglia hematomas in severely head injured patients: Clinico radiological analysis of 37 cases. Journal-Neurosurg. 2001 Feb; 94(2): 224-32.	Informe Clínico	Utilización del TAC en el diagnostico de hematomas en la cabeza.
39	Brain abscess related to metal fragments 47 years after head injury. Case report. Journal-Neurosurg. 2000 Sep; 93(3): P.477-9.	Informe Clínico	Utilización del TAC en el diagnostico de abscesos intracraneales.
40	Comprehensive assessment of hemorrhage risks and outcomes after stereotactic brain biopsy. Journal-Neurosurg. 2001 Apr; 94(4): P. 545-51.	Informe Clínico	Utilización del TAC para realización de biopsia en cabeza
41	Concurrent chemotherapy with carboplatin+5-fluorouracil and radiotherapy in advanced squamous cell head and neck carcinoma: a retrospective single instution's study. Tumori. 2001 Sep-Oct; 87 (5): P. 312-320	Informe Clínico	Utilización del TAC como ayuda diagnostica de patologías en cabeza y cuello.
42	Current concepts in the management of paediatric rhinosinusitis. Journal Laryngol-Otol. 1999 Jan; 113(1): 1-9.	Informe Clínico	Utilización del TAC en casos de rinitis y sinusitis.
43	Early magnetic resonance Imagin of brainstem lesions after severe head injury. Journal-Neurosurg. 1998 Nov; 89(5): P.707-12.	Informe Clínico	Utilización del TAC en injurias severas de cabeza.
44	Enhancing implant surgery planning via computerized image processing. Int-Journal-Comput-Dent. 2001 Jan; 4(1): P.9-24.	Informe Clínico	Colocación de Implantes dentales asistida por medio del TAC.
45	Experimental test of EEG source localization accuracy in realistically shaped head models. Clin-Neurophysiol. 2001 Dec; 112(12): P.2228-92	Informe Clínico	Utilización del TAC en la visualización de anatomía en cabeza.

46	Fetal meningeal hemangiopericytoma. Case report. <i>Journal Neurosurg.</i> 2002 Nov; 97 (5): P.1217-20.	Informe Clínico	Utilización del TAC en cabeza, para determinar la presencia de lesiones a nivel fetal.
47	<i>From data to Knowledge-the Visible Human Project</i> continues. <i>Medinfo.</i> 2001; 10(Pt 2): P. 887-90.	Informe Clínico	Utilización del TAC en la visualización de anatomía en cabeza.
48	Hypertensive encephalopathy presenting with thunderclap headache. <i>Headache.</i> 2001 Feb; 41(2): 198-200.	Informe Clínico	Utilización del TAC en la etiología del dolor de cabeza.
49	Inner ear malformations and hearing loss in linear nevus sebaceous syndrome. <i>Int-Journal-Pediatr-Otorhinolaryngol.</i> 2002 Dec22; 56(3); P.211-6.	Informe Clínico	Utilización del TAC en el diagnóstico de Síndromes.
50	Falcotentorial Plasmacytoma. Case report. <i>Journal Neurosurg.</i> 1999 Jul; 91(1): P.132	Informe Clínico	Utilización del TAC en complicaciones de neoplasias en cabeza
51	Positive predictive values of selected clinical signs associated with skull base fractures. <i>Journal-Neurosurg-Sci.</i> 2002 Jun; 44(2): P. 77-82; discussion. P. 82-83	Informe Clínico	Utilización del TAC en fracturas de la base del cráneo.
52	Primary extradural meningiomas a report on nine cases and review of the era of computerized Tomography scanning. <i>Journal-Neurosurg.</i> 2000 Dec; 93(6): P.940-50.	Informe Clínico	Utilización del TAC en meningitis.
53	Recombinant activated factor VII for cerebral injury-induced coagulopathy in pediatric patients. Report of three case and review of the literature. <i>Journal-Neurosurg</i> 2003 Mar; 98 (3): P. 611-6.	Informe Clínico	Utilización del TAC en el diagnóstico de una hemorragia cerebral.
54	Relationship of vestibular aqueduct and inner ear pressure in Meniere's disease and the normal population. <i>Laryngoscope.</i> 2001 Sep; 111(9): P. 1625-30.	Informe Clínico	Utilización del TAC en la visualización de anatomía en cabeza.
55	Ring fracture of the skull base: case report and review of the literature. <i>Br-journal Neurosurg.</i> 2002 Jun; 16(3): 300-3.	Informe Clínico	Utilización de TAC en fracturas.
56	Rotational vertebral artery occlusion from occipital bone anomaly: a rare cause of embolic stroke. Case report. <i>Journal-Neurosurg.</i> 2002 Dec; 97(6): P.1456-9.	Informe Clínico	Utilización del TAC en accidentes cerebro vasculares.
57	Sinus inflammation associated with contralateral inverted papilloma. <i>Am-Journal-Rhinol.</i> 2002 Mar-Apr; 91-5.	Informe Clínico	Utilización del TAC para complicaciones.

58	Skull base erosion by sphenoid fungus balls: diagnosis and endoscopic treatment. Am-Journal-Rhinol. 2002 May- Jun; 16(3): P.161-4.	Informe Clínico (A. Científico)	Utilización del TAC en el diagnóstico de sinusitis.
59	3D stereophotogrammetric image superimposition onto 3D CT scan images: the future of orthognatic surgery: A pilot study. Int-Journal-Adult-Orthodon-Ortognath-Surg. 2002; 17 (4): P. 331-41.	Informe Clínico	Utilización del TAC en la visualización de estructuras anatómicas para la realización de cirugías ortognaticas.
60	The "ecstasy" hangover: hyponatremia due to 3,4- methylenedioxyamphetamine. Journal-Urban-Health. 2002 Dec; 79(4): P. 549-55	Informe Clínico	Utilización del TAC para el diagnóstico del edema cerebral. Producido por alucinógenos.
61	Traumatic subarachnoid hemorrhage on the computerized Tomography scan obtained at admission: a multicenter assessment of the accuracy of diagnosis and the potential impact on patient outcome. Journal Neurosurg 2003 Jan; 98(1): 37-42.	Informe Clínico	Utilización del TAC en traumas y complicaciones.
62	Validity of stereotactic frame localization during radiosurgery after one fixation pin removal. Journal Neurosurg. 2002 Dec; 97: 539-41	Informe Clínico	Utilización del TAC en cirugía.
63	Video-capture teleradiology for the after-hours reading of computerized Tomography scans. Journal Telemed-Telecare. 2002; 6(4): 229-32.	Informe Clínico	Utilización del TAC como un medio de ayuda en Urgencias.

Fuente: Dueñas, L. y col., adaptada de Polit, D. y Hungler B.

2.5 PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para la realización del presente estudio se revisaron 63 obras representadas en 30 textos, 28 artículos científicos y 5 artículos de revistas especializadas. Seguidamente se procedió a diseñar la matriz bibliográfica que permitió plantear las unidades temáticas que dieron origen a la investigación.

La bibliografía se diseñó utilizando como referencia el modelo propuesto por POLIT, D. y HUNGLER B, 2000 en su libro investigación científica en ciencias de la salud y consistió, en una tabla de tres columnas en la cual se relacionaron: primero el referente bibliográfico; segundo la función de la revisión en cuanto a el contexto conceptual, enfoque metodológico y fuente de ideas para la investigación y tercero el tema investigado para el estudio.

3. RESULTADOS

3.1. CONFORMACIÓN DEL TOMÓGRAFO Y EL FUNDAMENTO DE CADA UNO DE SUS COMPONENTES.

- **Historia de la radiografía.** Las bases que llevaron al descubrimiento de los rayos X datan del siglo XVIII cuando nacieron las ciencias del magnetismo y de la electricidad después del descubrimiento del magnetismo. Los experimentos con la electricidad, tubos de vacío y rayos catódicos establecieron las bases para el descubrimiento de los rayos X por Wilhem Honrad von Röntgen (1895). (SANTI, 2001)

Röntgen, que era profesor de Física en la Universidad de Würzburg, Alemania, estaba experimentando con los rayos catódicos cuando observó accidentalmente la fluorescencia de cristales de platinocianuro de bario que se encontraban a alguna distancia de su tubo de Crookes-Hittorf activado. Röntgen comprendió inmediatamente la importancia de su observación y la investigó a fondo. Encontrado que este fenómeno era debido a un rayo previamente desconocido, lo denominó rayos X. Su aplicación se basa en un principio muy simple: colocar la parte de cuerpo que se va a examinar, entre el tubo productor de rayos X y una placa fotográfica o una pantalla fluorescente para poder observar las diferentes

“sombras” producidas por los rayos X transmitidos a través del organismo.(SANTI, 2001).

Las primeras investigaciones sobre reconstrucciones de la imagen radiográfica en el ámbito de la Medicina fueron realizadas por OLDERDOF en 1961 y por CORMACK y KUHL en 1963.

El trabajo de Hosunfield (1972) se basó en la investigación y transformación de datos. La presunción de partida era que la medición de los rayos X transmitidos a través del organismo permitía obtener información sobre los componentes de los tejidos. Utilizando detectores de rayos X fue posible recolectar múltiples datos cuya interpretación requería soluciones matemáticas con una computadora para realizar dichos cálculos. Esta información permitió obtener una nueva imagen bidimensional de una pequeña sección del cuerpo. Su primer informe se presentó ante el British of Radiology en abril de 1972; en 1973, se instalaron en los Estados Unidos los primeros aparatos de Tomografía Axial Computarizada cerebral y en 1974 ya se empleaba la Tomografía axial Computarizada corporal.

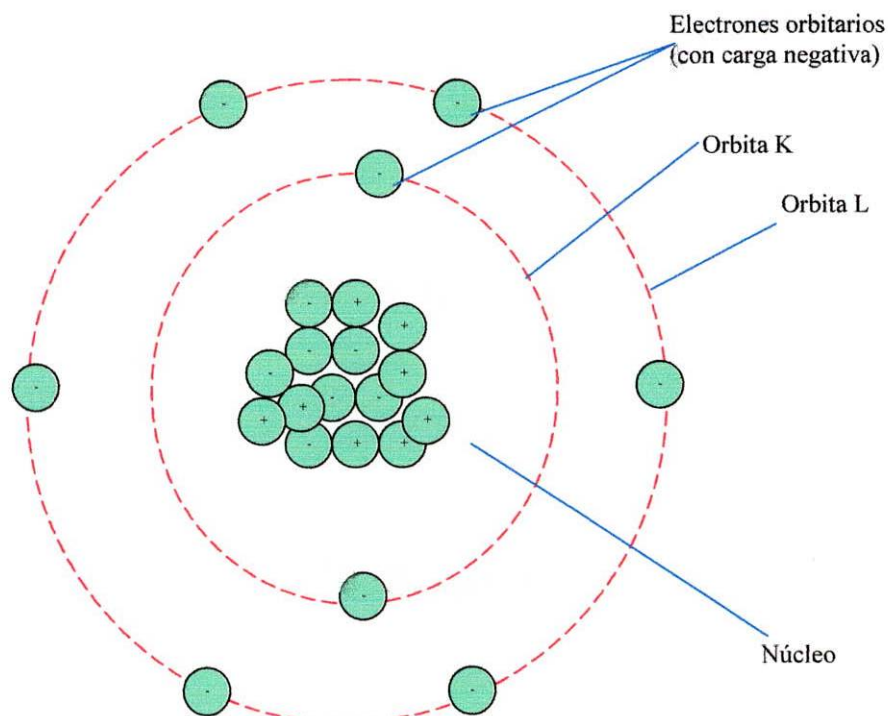
El desarrollo del primer sistema de Tomografía Computarizada para aplicación clínica se hizo por medio de los trabajos de HOUSFIELD y GODFREY en Gran Bretaña en 1967, y, por este trabajo, recibieron el Premio Nobel de Medicina juntamente con CORMACK en 1979. Los autores obtuvieron una tomografía computarizada de una pieza anatómica (cerebro humano) y la imagen demostró

claramente la existencia de un tumor cerebral, era posible distinguir su contorno y la materia gris y blanca del cerebro. Las primeras reconstrucciones se obtuvieron en 1971 y el tiempo empleado para el proceso era aproximadamente de 80 minutos. En 1974, en la Universidad de Georgetown, se instaló el primer tomógrafo computarizado para el cuerpo entero, que engloba imágenes del tórax y abdomen. Las mayores ventajas de esta técnica fueron las modificaciones en la obtención de informaciones de los datos analógicos para los datos digitales, la eliminación de la superposición de estructuras anatómicas y la posibilidad de distinguir diversos tejidos blandos y estructuras óseas. (CAVALCANTI, Marcelo, 1992).

➤ **Conceptos fundamentales sobre la materia.** La materia que forma todas las cosas de nuestro mundo, está compuesta de átomos. Los átomos a su vez están formados por muchos tipos de partículas subatómicas. Los rayos X son producidos cuando algunas partículas subatómicas interactúan con los átomos. Los átomos constan de dos partes principales. Un núcleo de localización central y uno o más electrones que se mueven en órbita alrededor del núcleo. Esto lo forman protones (partícula con carga positiva), neutrones (partícula de aproximadamente el mismo tamaño que los protones, pero con carga neutra) y muchas otras partículas más pequeñas. Las partículas del núcleo están ligadas entre sí por potentes fuerzas nucleares. El número de protones en el núcleo es específico para cada elemento y es el número atómico del elemento. El número de neutrones es igual al número de protones en los elementos más ligeros, pero en

los elementos más pesados se hace desproporcionadamente mayor. Un electrón alcanza solamente el 1/1.836 del peso de un protón. El número de electrones en un átomo eléctricamente neutro o estable es igual al número de protones del núcleo. Los electrones viajan alrededor del núcleo en órbitas fijas. Estas órbitas o capas constituyen niveles fijos de energía para cada elemento. La capa más interna se llama capa K, la siguiente es la capa L, y luego siguen las capas M, N, O, y así sucesivamente para cuantas capas posea un átomo. La figura 12 ilustra el concepto. (WUERMANN y MANSON, 1994).

Figura No. 12 Representación esquemática de un átomo de oxígeno.



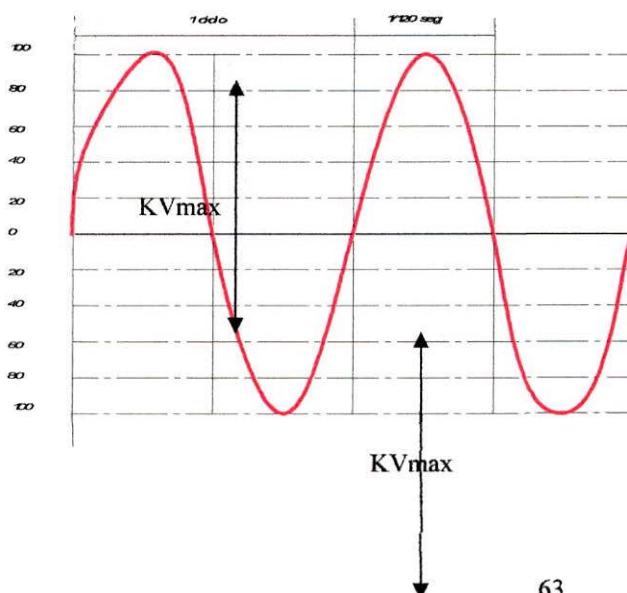
1. Protones (con carga positiva).
2. Neutrones (sin carga eléctrica).
3. Otras partículas subatómicas.

Fuente: WUERMANN y MANSON, 1994

De manera análoga para el estudio de rayos X es imprescindible conocer los fundamentos físicos.

➤ **Electricidad.** Una corriente eléctrica puede moverse en cualquier dirección por un alambre o hilo conductor. La corriente puede ser alterna o continua (CA o CC). La corriente alterna *viaja primero en una dirección, acumula a partir de cero un potencial máximo (voltaje) y desciende otra vez a cero. Invierte luego su dirección, crece desde cero hasta un potencial cumbre y vuelve a caer encero.* Si los cambios en potencial son representados en una gráfica, se obtiene una sonda senoidal (Figura 13). El cambio en la dirección o polaridad de la corriente se muestra por los puntos por encima y por debajo de una línea que representa el potencial cero. El término *ciclo* designa una curva completa por encima y por debajo de la línea. El tiempo que tarda la corriente para completar un ciclo varía en las diversas corrientes alternas. (WUERMANN y MANSON, 1994).

Figura 13. Esquema de una onda senoidal de una corriente eléctrica de 60 ciclos actuando a un potencial máximo de 100.000 voltios (100Kv máx.)



Fuente: WUERMANN y MANSON, 1994

Con el término voltaje se describe la presión o fuerza eléctrica. El voltio es la unidad de medida. El kilovoltio (kV) es igual a 1000 voltios. En una corriente alterna el voltaje cambia constantemente y por eso se utiliza el término kilovoltio máxima (kV máx). El amperio es la unidad estándar utilizada para medir la cantidad de corriente eléctrica que pasa por un circuito; el miliamperio (mA) es igual a 1/1.000 de amperio. (WUERMANN y MANSON, 1994).

Un *transformador* consta de dos bobinas de alambre eléctrico aisladas entre sí. El campo magnético alrededor de la bobina de entrada induce una corriente eléctrica en la segunda bobina. El voltaje en la segunda bobina o bobina de salida está en proporción directa con el voltaje en la primera bobina o bobina de entrada, ya que el número de vueltas de alambre en la segunda bobina está en relación con el número de vueltas de la primera bobina en la siguiente forma:

$$V \text{ (entrada)}/V \text{ (salida)} = \# \text{ de vueltas de alambre en la primera bobina} / \# \text{ de vueltas de alambre en la segunda bobina.}$$
 (WUERMANN y MANSON, 1994).

En el *autotransformador* el trabajo de las dos bobinas lo efectúa una sola bobina. Solamente puede ser utilizado para producir pequeños cambios en el voltaje: Si un transformador de este tipo tiene 100 vueltas en la bobina y se pasa por la bobina una corriente CA de 100 voltios, cualquiera de las dos vueltas, derivadas para el circuito de salida tendrá un voltaje de $(y/100) \times 100$ voltios (donde y es el número de

vueltas entre las derivaciones del circuito de salida). (WUERMANN y MANSON, 1994).

El *reóstato* es un sistema que aumenta la resistencia contra el paso de una corriente eléctrica por un alambre. Reduce o controla la cantidad de corriente que fluye por un circuito y controla así el amperaje o cantidad del flujo de electricidad. (WUERMANN y MANSON, 1994).

El *amperímetro* y *voltímetro* son fundamentalmente el mismo tipo de instrumentos (galvanómetro), ya que ambos son activados por el campo magnético que toda corriente eléctrica posee. (WUERMANN y MANSON, 1994).

➤ **Tomógrafos:** existen generaciones de tomografía computarizada convencional y ellas difieren según sus propiedades, que se basan, principalmente, en el número de detectores. Cuanto mayor sea el número de detectores, más rápida será la generación de las imágenes. Con esta técnica una sección gruesa o corte topográfico de la parte estudiada se examina desde múltiples ángulos con un haz de colimación de los Rayos – X muy exacto. La fuente y los detectores se acoplan firmemente y hacen un movimiento de rotación sobre el paciente, que no debe moverse durante la exposición radiográfica. Los detectores miden la radiación transmitida y envían los datos obtenidos para el ordenador, donde serán analizados por medio de modelos matemáticos que permitirán la reconstrucción de la imagen obtenida. El plano en el que se obtiene los datos se llama comúnmente plano transversal o plano de la imagen. El eje

ortogonal a este plano se denomina eje del scanner o eje $-z$. (AGUINALDO DE FREITAS, 2002).

La imagen de una tomografía computarizada consiste en una matriz con pequeños cuadros (píxel), cada uno de ellos representa, cuantitativamente, en diferentes tonalidades de gris los valores atenuados de los tejidos escaneados en cada punto y crea una imagen espacial del objeto escaneado. Por ejemplo, las imágenes de tomografía computarizada constan de 512 x 512 píxeles. Los valores atenuados son medidos por los detectores que quedan alineados por detrás del paciente, del lado opuesto a la fuente generadora de los rayos X. Se pueden clasificar los tomógrafos por medio de sus directrices técnicas: técnica convencional y técnica espiral (helicoidal). La imagen que se obtiene puede ser axial (cortes axiales) y coronal (cortes coronales).

En una tomografía computarizada convencional el objeto (paciente) se escanea por sucesivos cortes simples. El intervalo entre los cortes consecutivos se extiende, generalmente, hasta el desplazamiento del paciente en la mesa para el próximo corte anatómico. Por lo tanto, a cada exposición de un punto anatómico, la mesa (paciente) se mueve y se detiene. De esta manera, se espera una nueva exposición para su próximo desplazamiento, hasta llegar al final de la exposición radiológica. A pesar de que la tomografía computarizada es un método reconocido y aceptado, existen ciertas limitaciones como el tiempo total en que el paciente es sometido al examen tomográfico, considerado, muchas veces, demasiado

prolongado. Por eso, cuando hay movimientos respiratorios y/o voluntarios del paciente, dependiendo de la región examinada, siempre existirá la probabilidad de que determinadas estructuras sean escaneadas parcialmente o a veces no sean escaneadas por completo. Esto lleva a la pérdida de detalles importantes en la imagen radiológica, así como al apareamiento de artefactos y distorsiones en las imágenes de reconstrucción en segunda y tercera dimensión. (AGUINALDO DE FREITAS, 2002).

Generaciones de la tomografía computarizada. La Tomografía Axial computarizada ha venido evolucionando a través del tiempo, razón por la que hoy se conocen como de diversas generaciones, las cuales son descritas a continuación:

Primera generación. Un tubo gira 180 grados alrededor del paciente, emitiendo un haz muy fino de rayos X que son recibidos por un solo detector y se demoran varios minutos para la elaboración del corte. (FREITAS, 2002).

Segunda generación. Dos tubos rotan alrededor del paciente emitiendo, también, un haz muy fino de rayos X que después de atravesarlos son recogidos por 5 a 50 detectores situados al lado opuesto del tubo. El tiempo del corte es de 6 a 20 segundos. (AGUINALDO DE FREITAS, 2002).

Tercera generación: un tubo gira alrededor del paciente emitiendo un haz de rayos X en abanico, que son recogidos por 200 a 600 detectores que giran sincrónicamente en el tubo. El tiempo de corte es de 1 a 4 segundos. (AGUINALDO DE FREITAS, 2002).

Cuarta generación: un tubo gira alrededor del paciente emitiendo un haz de rayos X en abanico, que son en cada toma por 300 a 1000 detectores fijos alrededor del gantry o garganta. El tiempo del corte es de 3 a 8 segundos. AGUINALDO DE FREITAS, 2002).

Los tomógrafos de tiempo cortos reducen a un mínimo los artificios causados por los movimientos peristálticos, respiratorios o cardíacos. El grosor de los cortes depende de la colimación o anchura del haz de rayos X que va de 2 a 13 mm según el tipo de estudio que se necesite realizar.

Quinta Generación: la tomografía helicoidal o espiral a su llegada ha revolucionado el campo de la Tomografía Computarizada. Mejorando la calidad de imagen y el rendimiento diagnóstico por una disminución del artefactado. Existe la posibilidad en estos aparatos de producir imágenes solapadas sin exposición a radiación adicional. (AGUINALDO DE FREITAS, 2002).

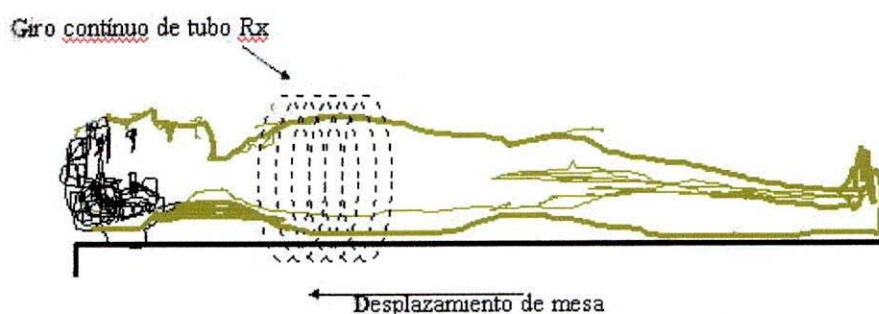
Estos aparatos tienen la capacidad de realizar la rotación continua del tubo de RX al mismo tiempo que trasladamos al paciente. Con esta maniobra permiten la posibilidad de un barrido volumétrico de una zona anatómica deseada, que puede ser grande dado la rapidez del proceso. A partir de los datos obtenidos podemos reconstruir las imágenes que antes hacíamos mención sin radiación adicional. También nos permite obtener imágenes en planos diferentes al plano Axial (convencional) con la técnica de reconstrucción multiplanar u en formatos tridimensionales, usando las técnicas de exposición de superficie sombreada y proyección de máxima intensidad. (AGUINALDO DE FREITAS, 2002).

Tomografía computarizada espiral o helicoidal. Fue creada en 1989 con el propósito de subsanar las diversas limitaciones de la tomografía computarizada convencional, como el tiempo excesivo empleado en el procesamiento de las imágenes, se disminuyó así la exposición del paciente a la radiación y los eventuales artefactos que causaba, lo que dificulta la interpretación radiográfica. Actualmente la tomografía computarizada espiral está en su tercera generación. (AGUINALDO DE FREITAS, 2002).

Por la técnica de la tomografía computarizada en espiral, el paciente se desplaza junto con la mesa hacia la fuente de Rayos – X durante una continua y simultánea toma de imágenes, lo que resulta en un estándar espiral (helicoidal) del foco de

Rayos – X en relación con el paciente. El espesor del corte puede elegirse libremente e independientemente del movimiento de la masa y del intervalo de reconstrucción y se accionan simultáneamente. Por ejemplo puede elegirse un corte de 2 mm de espesor con un incremento de la masa de 1 mm, o sea, cada 2 mm de corte en la región de interés, la masa (el paciente) se desplaza simultáneamente 1 mm y la imagen puede ser reconstruida al mismo tiempo en 1 mm, en un intervalo de sólo 1 segundo. De esta manera, puede mejorarse la calidad de la imagen en las reconstrucciones multiplanos (reconstrucciones en planos axial, coronal y sagital), así como en la reconstrucción en tercera dimensión (3D), en la que, a medida que se disminuye el corte de espesor, mejor será la calidad de la imagen y el producto final, lo que reduce considerablemente el tiempo de trabajo si lo comparamos con el de la radiografía computarizada convencional. ((FREITAS, 2002). (figura 14.)

Figura 14. Tomografía Computarizada Helicoidal.



Fuente: AGUINALDO DE Freitas, 2002

En los últimos años numerosas investigaciones y progresos tecnológicos se aplicaron a la tomografía computarizada con el desarrollo de variados software y modelos de ingeniería biomédica que permiten una considerable reunión de factores técnicos de los aparatos y perfeccionamiento de sus principios, directamente encaminados hacia las diversas funciones de órganos. En la actualidad se puede decir que la tomografía computarizada está en la cuarta generación. Se creó a finales de 1999, y permite cortes de 0 con incremento de mesa e intervalo de reconstrucción de 0.1 mm en sólo 0.5 segundos. Esto, en tiempo real, o sea que las reconstrucciones se obtiene al mismo tiempo que el paciente es escaneado. De la misma forma, para la región del tórax y abdomen pueden obtenerse cortes de 7 Mm. en 0.5 segundo. (FREITAS, 2002).

Componentes y Subsistemas del Tomógrafo: todos los equipos de tomografía computarizada están compuestos básicamente por tres grandes bloques; donde cada uno de éstos está conformado, a su vez, por diversos subsistemas que realizan funciones físicas: El gantry o garganta, la computadora y la consola.

Gantry: es el lugar físico donde es introducido el paciente para su examen. En él se encuentra el tubo de rayos X, el sistema de detección de rayos X y todo el conjunto mecánico necesario para realizar el movimiento asociado con la exploración. (KRETSCHMANN, 1998).

El tubo de rayos X es básicamente un tubo de vacío, rodeado de una cubierta de plomo con una pequeña ventana que deja salir las radiaciones al exterior. El espacio entre la funda aislante y el tubo está relleno de aceite, que actúa como disipador. El tubo de vacío (diodo) tiene un filamento en uno de los extremos (cátodo negativo) y un blanco metálico que puede ser fijo o móvil en el otro extremo (ánodo positivo). Por el filamento del cátodo se hace circular una corriente que pone al mismo incandescente, liberando de ésta forma gran cantidad de electrones que serán impulsados a gran velocidad hacia el ánodo, mediante la aplicación de una tensión muy alta entre el ánodo y el cátodo de alrededor de 120 KV. Los electrones acelerados, que poseen una gran energía cinética, chocan contra el blanco metálico del ánodo, cediéndolo toda la energía. Esta energía es transformada en un 99% en calor y un 1% en radiación X que se transmite al exterior de tubo. El cátodo esta formado por un filamento de tungsteno, arrollado en forma de espiral similar al de una bombilla eléctrica común. Este filamento se coloca en un alojamiento en forma de copa, llamado copa enfocadota que tiene la misión de lograr un haz de electrones de forma y tamaño adecuados y cuya dirección sea la correcta para impactar en le blanco metálico del ánodo. El ánodo esta construido generalmente de cobre y posee en su cara exterior un recubrimiento de una aleación de tungsteno y molibdeno. (Punto de fusión por encima de los 3300 grados centígrados en donde impactan los electrones). (KRETSCHMANN, 1998).

La computadora: es un módulo que está compuesto en general por tres unidades, cuyas funciones están claramente diferenciadas. Estas son: unidad de control del sistema (CPU), unidad de reconstrucción rápida (FRU) y unidad de almacenamiento de datos e imágenes. (KRETSCHMANN, 1998).

El control del sistema o CPU. Tiene a su cargo el funcionamiento total del equipo. Su configuración es similar a la de cualquier sistema microprocesador con su software y hardware asociados. La unidad de reconstrucción rápida o FRU es la encargada de realizar los procedimientos necesarios para la reconstrucción de la imagen a partir de los datos recolectados por el sistema de detección.

El sistema de almacenamiento de datos e imágenes. Existe un cierto número de formatos útiles para almacenar una imagen. Los escáneres actuales pueden almacenarla ya sea en discos floppy o en cinta magnética. Si se utilizan discos, los datos de un paciente son transferidos a un único disco, que se puede guardar en una carpeta junto con otros informes y radiografías del mismo. Si se utiliza cinta magnética en cada una se pueden guardar los informes de un gran número de pacientes. En una cinta caben por lo general unos 150 barridos de cinco o diez pacientes. Con fines de visualización posterior se suelen utilizar cámaras láser o multiformato para grabar los datos en película. (KRETSCHMANN, 1998).

La consola: es el módulo donde se encuentra el teclado para controlar la operación del equipo, el monitor de TV (donde el operador observa las imágenes),

y, en algunos casos la unidad de Display encargada de la conversión de la imagen digital almacenada en el disco magnético de la computadora en una señal de video capaz de ser visualizada en el monitor de TV. (KRETSCHMANN, 1998).

En los modelos más modernos de tomógrafos computados, la unidad de Display está incorporada en la computadora, en lugar de formar parte de la consola.

Consola de control: muchos equipos de Tomografía Computarizada están provistos de dos consolas, una para el técnico que maneja el equipo, y otra para que el médico observe la imagen y manipule su contraste, tamaño, y aspecto general. (KRETSCHMANN, 1998).

La consola de control tiene medidores para seleccionar la técnica apropiada, controlar el movimiento de la grúa y la posición de la camilla y permitir la reconstrucción y transferencia de la imagen. La consola del médico recibe la imagen enviada desde la consola del operador la muestra para posibilitar el diagnóstico.

Consola del operador. Es una consola de operador típica, existen controles e indicadores de corriente y tensión de pico. Los valores normales de tensión de pico son superiores a 100 kVp. (KRETSCHMANN, 1998).

Los valores normales de corriente están comprendidos entre 20 y 50 mA, si el haz de rayos X es continuo, y llegan a varios cientos de mA si el haz es pulsátil. El tiempo necesario para cada barrido (tiempo de barrido) suele ser seleccionable y varía entre 1 y 5 segundos en los equipos más rápidos. (KRETSCHMANN, 1998).

Normalmente es posible ajustar el grosor de la sección de tejido examinada. Los grosores suelen ser de 3 a 10 mm, si bien algunos equipos permiten grosores de hasta 1 mm para exámenes especiales de alta resolución.

La sección de un grosor determinado va seguida del ajuste automático del colimador. También existen controles para manipular y programar la posición de la camilla del paciente. Ello permite al operador programar el sistema para cortes contiguos o intermitentes. (KRETSCHMANN, 1998).

La consola del operador tiene, por lo general, dos monitores de televisión. El primero proporciona todos los datos del paciente (identificación del hospital, nombre y número del paciente, edad, sexo, etc.) y del examen. (Número de examen, técnica, posición de la camilla, etc.). El segundo permite ver la imagen resultante antes de enviarla a la consola del médico o al dispositivo para la obtención de copias permanentes.

Consola del médico: los equipos más pequeños y económicos sólo tienen una consola. Sin embargo, si el trabajo es continuo y se quiere utilizar el equipo al

100% de sus posibilidades, la consola del médico es absolutamente esencial para observar los resultados y elaborar informes sin interferir en las operaciones del escáner. La máxima eficacia requiere instalar un ordenador adicional para controlar la consola del médico. Si se emplea el ordenador principal del equipo para manipular las imágenes en la consola auxiliar durante un examen, el proceso se puede alargar, dado que el control del escáner tiene prioridad. (KRETSCHMANN, 1998).

La consola auxiliar: permite al médico recuperar cualquier imagen previa y manipularla para obtener la máxima información. Esa manipulación incluye ajuste del brillo y el contraste, ampliación, visualización de la zona de interés técnicas de sustracción y la utilización de paquetes de software específicos. Estos paquetes de programas permiten generar histogramas de números de Tomografía Computarizada sobre cualquier eje.

Generador de alta tensión: es similar a los que se utilizan en radiología convencional. Proporciona la energía proveniente del tubo de rayos – X. Esta energía es constante y se llama radiación primaria. Las estructuras que esta radiación atraviesa absorben una parte de esta radiación, que será el coeficiente lineal de atenuación. La radiación que excede el objeto tiene siempre menos energía que la radiación primaria, y se denomina radiación atenuada. La radiación producida en un tubo de rayos – X tiene una energía determinada y al propagarse en el aire permanece constante. Cuando atraviesa un objeto, parte de esta energía

es absorbida (frenada) al chocar los fotones X con los átomos. (KRETSCHMANN, 1998).

Mesa: la mesa es el lugar donde se coloca la paciente y los dispositivos que permiten los movimientos de ésta de acuerdo con el movimiento del tubo y de los detectores. (KRETSCHMANN, 1998).

Tubo Rayos – X: son similares a los tubos de rayos – X convencionales. En ellos se genera la radiación. (KRETSCHMANN, 1998).

Detectores: transforman la radiación X en informaciones que se transfiere para el ordenador. Cuando mayor es la velocidad del movimiento del tubo de rayos – X (exposiciones radiográficas), menor será la radiación recibida por el paciente, mayor será la cantidad de datos enviados para el ordenador y por lo tanto, las imágenes se reproducirán con mejor fidelidad. Además cuanto más rápida sea la exposición radiográfica, habrá menos probabilidades de movimientos del paciente, los cuales provocan errores en la imagen. Al observar estas correlaciones. Se evidencia la necesidad de un progreso tecnológico en lo que se refiere a la tomografía computarizada, con desarrollo significativo de nuevas generaciones de aparatos. (KRETSCHMANN, 1998).

Ordenador: recibe las informaciones enviadas y por medio de sus software se realizan los cálculos necesarios para reconstruir la imagen generada en segunda

(2D) y en tercera dimensión (3D). Controla todos los sistemas de obtención de datos, además de almacenar en su memoria todos los datos que permiten la visualización y la manipulación de cualquier imagen. También se pueden enviar los datos obtenidos para cualquier otro proveedor de imágenes. (KRETSCHMANN, 1998).

Matriz, Píxel y Voxel: básicamente la comprensión de estos elementos se basa en el sistema: (x, y, z). Los números finitos de los valores atenuados correspondientes al objeto (paciente) escaneado se organizan en forma de matriz. La matriz consiste en diferentes valores atenuados, dependiendo de las diferentes capacidades de absorción de cada porción del objeto que se determinó escanear. La matriz se compone de numerosos elementos (picture elements), el tamaño de la matriz y el número de estos elementos se calculan de acuerdo con el número de proyecciones a las que el objeto (paciente) está siendo sometido. La menor unidad de un tomógrafo computarizado es el punto individual o, denominado Píxel, (x, y). Representa una cierta proporción de área escaneada. Píxel es la representación en segunda dimensión de valores de tonos de gris de tejido que fueron escaneados con un determinado espesor de corte, que pueden variar entre 0.5 mm y 10 mm, dependiendo del protocolo clínico que será utilizado. Por ejemplo, para protocolo de implante dentario se utiliza un corte axial de 1mm de espesor. Basado en el espesor del corte, el píxel representa un elemento de volumen, lo que es determinado por el espesor del corte, tamaño de la matriz y diámetro del campo de visualización. Mediante estas consideraciones, el píxel representa

también el volumen del elemento, denominado voxel, (x, y, z), lo que permite la obtención del volumen del objeto y por consiguiente el modelo para la reconstrucción de la imagen radiográfica. (KRETSCHMANN, 1998).

Disco magnético y CD: estos accesorios son los responsables por el almacenamiento de la imagen, además del propio ordenador. Sin embargo, en muchas ocasiones no hay espacio suficiente en el ordenador porque constantemente recibe nuevos datos de los nuevos exámenes que se realizan en los pacientes. Así, en el ordenador el proceso es temporáneo. Es de destacar que estos accesorios permitirán siempre una posterior visualización de cualquier imagen. (KRETSCHMANN, 1998).

Artificios en la adquisición, proceso y reconstrucción de la imagen: Pueden ser causados por: movimientos del paciente; elementos metálicos dentro del mismo; interfase hueso; aire y tejidos blandos en fosa posterior; filtros o detectores mal ajustados y selección inadecuada de los factores técnicos por parte del operador. (KRETSCHMANN, 1988)

3.2. FUNDAMENTOS TÉCNICOS QUE CARACTERIZAN A LA TOMOGRAFÍA AXIAL COMPUTARIZADA.

Un tubo gira alrededor del paciente emitiendo un haz muy fino de rayos X como los tejidos del cuerpo se componen de diferentes elementos, éstos tiene diversos rangos de absorción y atenuación de los rayos X; éstos, al atravesar un cuerpo,

disminuye su intensidad a causa de la absorción o atenuación por los tejidos.
(KRETSCHMANM, 1998)

Los rayos X restantes o fotones que atraviesan el cuerpo inciden sobre unos detectores o Sensores de radiación en vez de hacerlo sobre una placa radiográfica. La respuesta del detector es originar una señal eléctrica que es directamente proporcional al número de fotones que inciden sobre él; estas señales se pueden cuantificar y se graban en una computadora, la cual, después de un cuidadoso proceso elabora un dibujo formado por múltiples puntos (píxel), en una amplia gama de grises que se conoce como escala de Hounsfield.
(KRETSCHMANM, 1998)

La mayoría de los sistemas de tomografía computarizada emplean la rotación continua y el diseño de haz en abanico, este diseño consiste en que el tubo y el detector están estrictamente acoplados y rotan continuamente alrededor del área de rastreo, mientras los rayos x son emitidos y detectados. Así, los rayos x que han atravesado el paciente alcanza los detectores situados en frente del tubo. La apertura del abanico del haz va de los 40° a 60° dependiendo del diseño particular del sistema, y viene definido por el ángulo que se origina en el foco del tubo de rayos X y que se extiende hasta los límites externos del detector.
(KRETSCHMANM, 1998)

Típicamente las imágenes son producidas con cada rotación de 360° permitiendo así la adquisición de un elevado número de datos y la aplicación de la dosis adecuada. (KRETSCHMANM, 1998)

Mientras se realiza el rastreo barrido o scan, se obtienen los perfiles de atenuación también conocidos como muestras o proyecciones, estos perfiles son una colección de señales obtenidas desde todos los canales del detector en una determinada posición angular de la unidad del tubo detector. (RADÜ, 1998).

Los sistemas de tomografía modernos adquieren aproximadamente 1400 proyecciones en 360°. Cada perfil de atenuación comprende los datos obtenidos a partir de cerca de 1500 canales. Mientras la mesa del paciente se mueve continuamente a través del gantry se realiza una radiografía digital, llamada también escanograma o localizador, sobre la que pueden verificarse los cortes deseados. (RADÜ, 1998).

El procesado: este incluyen todas las correcciones llevadas acabo para preparar las mediciones del rastreo y su reconstrucción esas correcciones son para la corriente oscura, dosis de salida, calibración, corrección del canal, endurecimiento del haz y errores de esparcimiento, estas rectificaciones se realizan para reducir al máximo las pequeñas variaciones inherentes a los componentes de la cadena de imagen que se encuentra en el tubo y los detectores. (RADÜ, 1998).

Existen algunos softwares que permiten la utilización de la computación gráfica por medio de la reconstrucción en 3D volumen rendering: Analyze (Analyze™, Mayo Clinic Foundation, MN, EUA). El software se utilizó en todas las imágenes en 3D y en RMP de este capítulo, con excepción de los protocolos para implantes dentarios que fueron desarrollados utilizando Cemax software (VIP versión 1.4, Cemax, Fremont, CA, EUA) en los que las imágenes en 3D son del tipo surface rendering.

En lo que se refiere a Workstation existen dos tipos de plataforma, generalmente las más utilizadas son: UNÍS (silicon Graphics y Sun workstations) y Windows NT (silicon Graphics, Dell, Compact, Gateway, IBM y otras similares). En la región de los huesos de la cara, la de la base del cráneo, las estructuras óseas y los senos paranasales neumatizados sirven como puntos de orientación dentro del cráneo, los espacios que contienen LCR y las distintas densidades de la sustancia cerebral actúan como marco de referencia para la topografía de las estructuras neuroanatómicas. (RADÚ, 1998).

Documentación de las distintas ventanas. Una vez adquiridas las imágenes, se imprimen copias (placas) para su documentación. Por ejemplo para conseguir máximo contraste entre la sustancia blanca y gris en el cerebro, es necesario seleccionar una ventana especial porque los valores de densidad de ambas apenas difieren. La ventana del cerebro debe ser muy estrecha (80 – 100 UH: alto contraste) y el centro debe situarse próximo a la densidad media del tejido

cerebral (30 UH) con estos ajustes resulta imposible examinar el cráneo pues todas las estructuras con densidad superior a 75 – 85 UH aparecen en blanco, la ventana del hueso deberá tener un centro mucho más alto sobre + 300 UH y una anchura suficiente de mas o menos 1500 UH. (RADÚ, 1998).

La unidad de Tomografía Computarizada. Consta de los siguientes elementos:

1. Mesa: donde se coloca al paciente: tiene la propiedad de desplazarse en sentido craneal o caudal hacia el “gantry” llevando el punto anatómico seleccionado al plano exacto del corte.
2. Gantry: es la unidad que contiene el tubo, los detectores y el sistema de adquisición de datos. En ella está el paciente en el momento de hacer el corte; tiene cuadros de lectura de posición del paciente, señalización luminosa y se puede angular entre +20 y –20 para facilitar la realización de los estudios.
3. Computador: cuenta con un control parcial de la funciones del sistema y reconstrucción de la imagen.
4. Generador de rayos X y sus equipos electrónicos.
5. Consola de control, donde se evalúa la imagen, con sus funciones individuales, con llamados y diálogos con el computador.

6. Un almacén de imágenes con discos magnéticos para almacenamiento temporal e intermedio y archivo a largo plazo ya sea con cintas magnéticas o discos "floppy" (diskettes).
7. Monitor: es un tubo de rayos catódicos con controles de brillo, contraste, tonalidades, tamaño de la imagen y elementos de medida de su contenido.
8. Cámara para fotografiar las imágenes y obtener un registro definitivo.

Figura 17. Tomógrafo

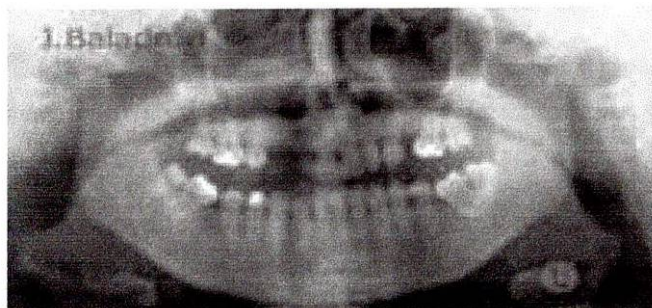


Fuente: Hofl, 2000

La constante evolución de los tomógrafos ha mejorado la imagen, dando mejor resolución u detalle, acortando los tiempos necesarios para el corte. (Hofl, 2000).

Medios de contraste: hay dos clases de estudios, simple y con contraste, este último consiste en concentrar sustancias de alto contenido atómico en el tejido se puede conseguir un cambio en los valores de absorción. En todos los contrastes, la concentración del tejido depende de la que hay en la sangre. La sustancia se puede administrar por vía oral, intravenosa, intraarterial. Los átomos adecuados para ésta finalidad son el yodo y el xenón, los dos con características físicas y químicas diferentes.

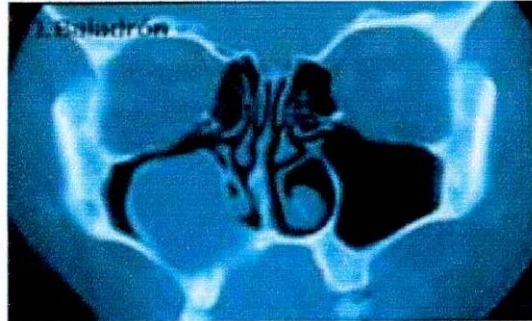
Figura 15. Ortopantomografía



La ortopantomografía mostraba una gran lesión radiolúcida que ocupaba la casi totalidad del seno maxilar derecho

Fuente: <http://www.xtec.es/>

Figura 16. TC con lesión



La TAC muestra una gran lesión que ocupa el 90 % del seno maxilar derecho.

Fuente: Fuente:<http://www.xtec.es/>

El yodo se introduce en una molécula orgánica mayor, para disminuir la toxicidad. Para la administración intravenosa, los contrastes no iónicos son los que producen los menores efectos secundarios, neurotóxicos y generales. Para la administración intrarterial sugerimos el iohexol, cuyo ester muestra una neurotoxicidad especialmente baja. (S. P. RYAN, 1997).

El xenón es un gas que, en concentraciones superiores del 50 % del aire, para respirar se puede utilizar como narcótico pleno. Mediante la inhalación en concentraciones no anestésicas, se puede determinar el riego sanguíneo cerebral, el gas es costoso pero seguro. En todos los contrastes, la concentración en el tejido es proporcional a la concentración en la sangre. Una concentración

sanguínea de yodo de 100 mgr% provoca un aumento de la densidad en el tomógrafo computarizado de aproximadamente 26 UH.

Indicaciones de administración de contraste: Suele ser necesaria la administración de contraste para poder conocer mejor el proceso patológico causante. Si el escáner sin contraste es normal entonces esta indicada la administración de este ante la sospecha de lesiones isodensas sin efecto expansivo, como lo son, tuberculosa, granuloma, linfoma, infiltrados leucémicos. Sin haber realizado previamente un escáner sin contraste se puede administrar inicialmente el mismo si se sospechan metástasis y en controles evolutivos de lesiones inflamatorias, como cápsulas de abscesos o granulomas. También esta indicada la administración de contraste en presencia de un escáner normal, si hay indicios de crisis focales, abscesos o malformaciones arteriovenosas. (S. P. RYAN, 1997).

Según Radü, Kendall y Moseley (1998) en su libro Tomografía Computarizada de Cabeza, la administración de contraste esta contraindicada en epilepsias puras y en la migraña sin déficit neurológicos.

Los medio de contraste que se usan en la TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA pueden ser de tres formas: Gastrointestinal, oral o en enema para opacificar las asas intestinales y así, diferenciarlas de los tejidos vecinos, Intravascular que distingue las estructuras vasculares normales de las anormales; por ejemplo, aneurismas y fístulas arteriovenosas, caracteriza la vascularización de una masa,

mejora el detalle anatómico, por ejemplo, para el estudio de los vasos del cuello. Incrementa la detección de lesiones focales en hígado, cerebro y bazo i opacifica el tracto urinario y del Sistema Nervioso Central que sirven para opacificar las cisternas (cisternografía), ventrículos (ventriculografía) y la médula espinal (mielografía).

Propiedades físico-químicas de los medios de contraste intravasculares utilizados en Tomografía Computarizada: la Tomografía Computarizada es un procedimiento que puede ser realizado con o sin el empleo de los medio de contraste; una buena parte de las exploraciones por TC se benefician de su empleo por el realce de imagen que ofrecen al escanografista. Hay dos técnicas con las causales se realizan los exámenes por TC con medio de contraste; igualmente se puede elegir una combinación entre las dos: la primera es por infusión o goteo, donde el medio de contraste utilizado es de baja concentración (diluidos) y se necesita alto volumen (200-300 ml) y la otra es la técnica por bolo, donde el medio de contraste es de mediana o alta concentración y el volumen empleado es menor (50ml). Los medio de contraste hidrosolubles yodados, que empleados en la Tomografía Computarizada, suelen ser de naturaleza química iónica o no iónica, con distintos niveles de seguridad para el paciente en la práctica radiológica. Los medios de contraste hidrosolubles yodados derivan de ácidos aromáticos triyodados, en los cuales un anillo bencénico es sustituido en 3 posiciones con átomos de yodo, los cuales son responsables de la absorción de los rayos X y por ende del contraste radiológico. El medio de contraste es

transformado a sal sódica o meglumínica, la cual disocia en 2 partículas eléctricamente cargadas, un anión y un catión. Se habla entonces de un medio de contraste iónico. (S. P. RYAN, 1997).

Cuando el grupo ácido de la molécula se une con un grupo amino, se forma un compuesto hidrosoluble, el cual sin embargo, no se disocia en el medio acuoso. El medio de contraste entre en solución como una partícula eléctricamente neutral y se conoce como un compuesto no iónico. La presión osmótica de una solución depende entre otros factores del número de partículas disueltas. La presión osmótica de un medio de contraste tiene un significado decisivo por su tolerancia. Mientras menor sea la osmolalidad del medio empleado, esto es, mientras más se acerque a la osmolalidad sanguínea, mejor tolerado será el compuesto. Los compuestos no iónicos tienen una menor osmótica y por lo tanto una excelente tolerancia, en comparación con los compuestos iónicos. Los iónicos o convencionales presentan en general una alta presión osmótica en comparación con el plasma humano y causa dolor y calor en el trayecto vascular de la inyección, además de algunos efectos secundarios generales como caída de presión arterial, bradicardia, desequilibrio osmótico en niños y otros. La disociación iónica se mantiene en el espacio intersticial, lo cual puede generar reacciones en caso de daño en la barrera hemato-encefálica, como convulsiones. (S. P. RYAN, 1997).

Los medio de contraste no iónicos presentan presión osmótica más cercana a la del plasma y por ello presentan menores molestias al ser administrados, además de ser mejor tolerados debido a su baja neurotoxicidad. La ausencia de disociación iónica les permite el contacto directo con las neuronas, lo cual es útil para su uso en melografías y TC de médula, sin peligro de causar convulsiones. Entre los medio de contraste iónicos tenemos la iodomida, amidotrizoato, ioglicato, iotalamato y ioxaglato, y entre los medio no iónicos, de más reciente desarrollo e introducción, el iopamidol (IOPAMIRON ^R), iohexol y el iotralan. (S. P. RYAN, 1997).

Para los pacientes considerados de alto riesgo como niños menores de 5 años, adultos mayores de 60 años, pacientes alérgicos ido con insuficiencia cardiaca congestiva, insuficiencia hepática o renal se recomienda el empleo de medios de contraste no iónicos, por el alto concepto de tolerancia local y general basado en una extensa bibliografía mundial. (S. P. RIAN, 1997)

Preparación del Paciente: en los estudios simples no se requiere ninguna preparación. En aquellos con contraste, el paciente debe tener un ayuno previo de 4 a 6 horas ya que el medio de contraste produce náuseas y vómito. Los niños y los pacientes con trastornos de conciencia deben sedarse para evitar los movimientos. Este debe tomarse tras un ayuno previo y en pequeñas cantidades, durante un periodo de 30 a 60 minutos antes del comienzo del examen TC, para permitir la opacificación de todo el TGI. El paciente por tanto debe llegar una hora

antes de tomar la TC. Se debe retirar todo tipo de joyas y prótesis dentales extraíbles, ropa con botones, cremalleras o corchetes metálicos deben ser apartados.

Típicamente la región a explorar se extiende desde la base del cráneo hasta el mediastino superior, para evaluar los ganglios linfáticos. En los casos en los que el proceso a estudiar sobre pasan estos límites la región a examinar debe extenderse hacia arriba o hacia abajo apropiadamente. Durante la exploración el paciente debe permanecer en una relajada posición, teniendo especial cuidado en mantener la simetría. El paciente deberá respirar suavemente durante la exploración, evitando tragar, y en las exploraciones en que incluyan la cavidad oral, evitando también mover la lengua. Estas precauciones ayudan a reducir los artefactos de movimiento; no es necesario generalmente emplear técnicas de respiración mantenida. Para exploraciones que incluyan cavidad oral o la orofaringe es recomendable orientar el plano de corte paralelo al plano de las superficies masticadoras; particularmente en pacientes con prótesis dentales, esto ayuda a reducir el número de imágenes degradadas por artefactos metálicos. Cualquier pérdida de información debida a los artefactos metálicos puede compensarse obteniendo otras imágenes en un ángulo ligeramente distinto. Después de la inyección del bolo y durante la infusión intravenosa, el realce depende del grado de distribución del medio de contraste a través de los espacios intersticiales. Por tanto las imágenes obtenidas inmediatamente después de la inyección en bolo dan información acerca de del aporte sanguíneo a la lesión,

mientras que las imágenes obtenidas después, durante la fase periquimatosas, dan información acerca de la estructura tisular por ejemplo alteración de la barrera sangre tejido o la presencia de tejido necrótico. En las exploraciones de cabeza y cuello la inyección en bolo es solo importante cuando han de estudiarse masas muy vascularizadas como tumores glómicos, angiofibromas juveniles, hemangiopericitomas y abscesos. Sin embargo este método puede ser equivoco, ya que la hipervascularización, debido a la inflamación alrededor de un tumor, puede ser falsamente interpretada como infiltración tumoral. Dado que una única inyección en bolo permite visualizar los vasos solo durante un corto periodo de tiempo, puede ser necesario repetir las inyecciones en bolo varias veces durante la exploración lo que requiere de más tiempo. Por otro lado, solo mediante infusión no se produce un realce satisfactorio de los vasos hasta 4 a 10 minutos después del comienzo de la infusión. Una solución publicada por Lenz, Bähren y colaboradores, llamado método de "bolo- goteo", se ha convertido en una pauta de rutina, supone la administración de 1/3 del medio de contraste en un bolo inicial y los 2/3 restantes en infusión continua. Sin embargo, máquinas más rápidas, como la *Somaton Plus*, con tiempos de corte alrededor de un segundo, permiten acortar las secuencias y aprovechar mejor la fase de bolo, así como acortar la duración total de las exploraciones, lo que puede significar sin embargo, que no se halla administrado toda la dosis de contraste al final de la exploración, por lo que se recomienda acelerar la infusión. (S. P. RYAN, 1997).

Los tejidos muscular y adiposo muestran solo un mínimo de realce tras la administración de contraste, mientras que los tejidos tumorales suelen realzar considerablemente. Los tumores de los senos paranasales pueden mostrar un aumento apreciable de densidad y pueden diferenciarse bien de las secreciones y de la mucosa inflamada y edematosa. Contrastar los grandes vasos del cuello y en ocasiones los pequeños vasos del piso de la boca es ventajoso por que estas estructuras constituyen útiles referencias anatómicas en la cirugía y las relaciones anatómicas entre los vasos y el tumor o las adenopatías suelen ser cruciales para determinar la operabilidad de la lesión. En el caso de tumores muy pequeños, por ejemplo, en el piso de la boca, desplazamientos sutiles de los vasos vecinos puede ser el único signo indirecto de la existencia de un tumor en la región.

La exploración dinámica de TC usando contraste puede aportar una importante información acerca del tipo y la malignidad de las estructuras en cuestión. La primera imagen, obtenida al principio de la secuencia sin contraste, sirve como referencia para comparar las imágenes con contraste. (HOFL, 2000)

Basados en las observaciones de...HOFL, 2000 las curva TDD pueden dividirse en 5 tipos distintos:

tipo 1: llamado también tipo vascular, se caracteriza por un aumento rápido de la densidad, una alta densidad máxima y una fase de lavado rápida. Este grupo incluye todos los vasos sanguíneos y procesos vasculares. También pueden

seguir esta curva de densidad los ganglios linfáticos inflamados, las zonas periféricas de los abscesos y los quistes infectados. (S. P. RYAN, 1997).

Tipo II: También tiene una rápida fase de realce; sin embargo, la densidad máxima que se alcanza es considerablemente menor que en el tipo I. Este raro tipo de curva es característica de los linfangiomas y linfoma epiteliales.

Tipo III: revela una fase de realce moderadamente rápida, una densidad intermedia y una fase de lavado retrazada e incompleta. En el cerebro esta curva se observa en meningiomas; en la región de la cabeza y cuello, se observa en carcinomas de células escamosas y adenopatías metastásicas sólidas. (S. P. RYAN, 1997).

Tipo IV: Estas curvas muestran un realce lento y una densidad de altura variable. Este importante grupo incluye las adenopatías y manifestaciones extranodales de los linfomas de Hodgkin y no Hodgkin, así como las metástasis ganglionares del linfoma epitelial y los centros hipodensos de las adenopatías metastásicas del carcinoma epidermoide, que no representa siempre necrosis. (S. P. RYAN, 1997).

Tipo V: describe una curva en la cual no existe realce y se observa en quistes y en zonas necróticas de tumores y adenopatías.

En la evaluación de las imágenes de un estudio de TC dinámica no solo debe asignarse un tipo de curva a la lesión, debe realizarse también un análisis cuidadoso de la morfología de las estructuras. Todo esto es lo más importante cuando una lesión no es homogénea, como en el caso de tumores con componente necrótico, metástasis ganglionares de carcinomas epidermoides y abscesos. La valoración cuidadosa de estos criterios, junto con la localización del tumor y la historia del paciente suelen ser suficientes para la clasificación histológica de la lesión. La exploración de TC dinámica esta indicada cuando la malignidad de una lesión es incierta y la lesión no se localiza convenientemente para realizar una biopsia. Debido a que el estudio de TC dinámica significa la evaluación de un solo plano a lo largo del tiempo, el método bolo-infusión es más aconsejable cuando la delimitación del tumor sea necesaria. Técnica: el paciente se coloca en posición decúbito dorsal con el mentón flexionado e inmovilizado. Los cortes se hacen de un grosor variable cada 3 a 13 mm según el tipo de estudio y con un plano de sección entre 10 y 25 grados de la línea infraorbitomeatal, la cual pasa por el borde inferior de la órbita hasta el centro del conducto auditivo externo; esta angulación permite una mejor visualización de la fosa posterior y es más comfortable para el paciente; son los llamados cortes axiales. En los estudios de órbita y senos paranasales, los cortes son axiales y coronales. Los axiales varían en un rango de 1,5 a 6 mm y de 0° a 10° de la línea infraorbitomeatal. Los cortes coronales se practica para estudiar cerebro, senos paranasales y órbitas; el paciente se coloca en decúbito ventral, extendiendo el cuello angulando el tubo para que el rayo sea perpendicular a la línea infraorbitomeatal. (S. P RYAN, 1997).

3.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA TOMOGRAFÍA AXIAL COMPUTARIZADA, COMO HERRAMIENTA FUNDAMENTAL EN EL DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍAS ORALES.

La Tomografía Axial Computarizada presenta diversas alternativas frente a los métodos convencionales conocidos, en virtud a representar muchas ventajas en lo concerniente a fidelidad, prontitud, detalles, precisión y aplicabilidad, razones por la que goza de la preferencia de diversas profesionales en el momento de su formulación.

➤ **Ventajas:** se obtienen imágenes bien definidas de la anatomía topográfica en la unión craneocervical, se visualizan claramente anomalías congénitas o adquiridas de la unión craneocervical, se determinan claramente las corticales interna y externa del cráneo, lo que hace posible medir el espesor del occipital.

➤ **Desventajas:** deformidades o limitación funcional articular de la unión craneocervical, hacen difícil la colocación del paciente en la posición descrita anteriormente, Irradiación al paciente, La introducción de la tomografía computarizada ha disminuido la utilización de la tomografía lineal, con la consecuente deficiencia actual de técnicos capacitados para realizarla. Sin embargo, la tomografía lineal viene aún incorporada en equipos básicos de rayos X, en algunos con fluoroscopia y método digital de imagen.

Tomografía computarizada (cortes cada 5mm.)

Esta técnica permite realizar mediciones del espesor óseo del occipital, tanto en las imágenes axiales como en las reconstrucciones laterales.

➤ **Ventajas**

a. Los cortes de la fosa posterior hacen parte del estudio convencional de cráneo, frecuentemente solicitado.

b. Estudio de técnica rápida y sencilla ya que los cortes incluyen la fosa posterior como parte del examen y el tiempo requerido es de 2 a 3 minutos aproximadamente.

➤ **Desventajas**

a. Los cortes fijos cada 5 mm no permiten la ubicación exacta y medición del espesor óseo, en los puntos estratégicos deseados.

b. No existe una estandarización de la técnica para la fosa posterior, en cuanto a la posición precisa del cráneo con respecto a la orientación del cabezote, ni tampoco respecto a las referencias óseas para el trazado de los cortes.

Tomografía computarizada (cortes cada 2mm.)

➤ **Ventajas.** Comparado con el estudio anterior, ofrece la ventaja de poder ubicar y medir el espesor óseo de los puntos estratégicos deseados con mayor precisión. Permite además reconstrucciones en dos o incluso tres planos del espacio.

Tomografía computarizada helicoidal con reconstrucción espiral. (Cortes cada 3mm.). Se llevó a cabo en busca de una óptima ubicación y medición de los puntos estratégicos de fijación, tratando de disminuir los factores de error por falla en la estandarización de la técnica tomográfica sin reconstrucción.

➤ **Ventajas**

a. Es un estudio que permite realizar mediciones en imágenes de reconstrucción lateral, con equipos de reciente tecnología.

b. Duración: para fosa posterior 1 minuto.

➤ **Desventajas**

a. Se observan las imágenes con bordes escalonados lo cual da imprecisión en las mediciones.

b. Comparado con el estudio convencional axial, demanda tiempo adicional del personal técnico y equipo computarizado, para obtener la reconstrucción lateral.

c. Mayor costo.

Tomografía computarizada helicoidal con reconstrucción espiral (cortes cada 3mm. traslapados cada milímetros). Para evitar el efecto de imágenes con bordes escalonados, se pueden traslapar las imágenes un milímetro; el incremento en el tiempo del proceso es poco significativo.

➤ **Ventajas**

a. Al disminuir las imágenes escalonadas hace más precisa la medición del espesor óseo.

b. Duración 1 a 2 minutos.

c. Permite reconstrucción bi y tridimensional.

➤ **Desventajas**

a. Incremento en el tiempo postproceso de reconstrucción.

b. Mayor costo.

Tomografía computarizada estandarizada (cortes cada 2mm.). Una vez analizadas las ventajas y desventajas de las técnicas descritas anteriormente, se propone seleccionar como estudio preoperatorio la tomografía axial computarizada estandarizada de la siguiente forma:

- a. Ubicar al paciente de manera convencional para el estudio de cráneo, pero con flexión máxima del cuello.
- b. Determinar la línea orbitomeatal, esta es una línea imaginaria trazada desde el canto externo de los párpados hacia el borde superior del conducto auditivo externo.
- c. Realizar los cortes escanográficos inclinando el cabezote (gantry) 100 a 120 con respecto a la línea orbitomeatal.
- d. Efectuar los cortes escanográficos cada 2 mm.en forma ascendente, desde la primera vértebra cervical hasta la protuberancia occipital externa (figura 6B), obteniéndose imágenes axiales que permiten precisar exactamente el espesor óseo del occipital, en sus diferentes niveles y a diferentes distancias de la línea media.

e. Instruir meticulosamente al personal técnico sobre las pautas y parámetros previamente descritos.

Un estudio prospectivo fue diseñado para comparar dos métodos cuantificando el tecnecio-99m de metileno difosfato tomado en el cóndilo mandibular. La técnica modelo expresa la actividad condilar como en proporción condilar tomada como referencia (frecuentemente la cuarta vértebra Lumbar), con planos examinados (Imágenes laterales de la mandíbula). La técnica experimental cuantifica la actividad condilar en proporción del cóndilo hacia el clivus, la captación de una emisión tomográfica computarizada de un simple-foton (SPECT).

Los resultados de este estudio indican que la proporción tomada de cóndilo/clivus por SPECT en un escintigrama fue positivamente correlacional ($p= 0.039$) con la técnica de examinación planar. La técnica SPECT, similar a una tomografía axial computarizada, era mas fácil de realizar con mejor reproducibilidad que la técnica modelo planar. En adición, la actividad en el clivus muestra una leve variación de la actividad en la cuarta vértebra lumbar. Con el desarrollo de una captación normal en el clivus, la técnica Spect podría reemplazar la técnica de imagen planar en pacientes sin crecimiento.

En adultos con enfermedad condilar incluyendo hiperplasia condilar y resorción condilar, la evaluación de los estados metabólicos y psicológicos de los cóndilos es un problema desafiante. Una técnica de diagnóstico frecuentemente usada consiste en la cuantificación de radiofarmaceuticos busca-huesos. Particularmente

tecnecio-99m metileno diposfonato (Tc-99m MDP). En el cóndilo como reflexión activa o inactiva de la enfermedad. La base fisiológica del hueso examinado con la captación del radiofarmaceútico no se ha elucidado totalmente. Es conocido, sin embargo, estos compuestos del disfosfonato, son preferencialmente los absorbentes químicos en los cristales activamente crecientes del hueso matriz, y debido a la captación alta de sangre, la proporción de acreción del flujo de sangre es dependiente. Schwartz sugirió que el Tc-99m MDP inyectado separa el technetium y los componentes del disfosfonato de metileno en el hueso y mientras el technetium aumenta preferencialmente el osteoide recientemente formado, mientras que el metileno aumenta de forma natural. La marca Tc-99m MDP radioisótopo, permite la deposición del disfosfonato, su localización y el ser visualizado con una cámara. La cámara descubre fotones emitidos como los decaimientos del radioisótopo. La captación del esqueleto de Tc-99m MDP, se ve en vivo afectada por el flujo de sangre local y el osteogénesis, porque el isótopo sube por la matriz del hueso vía generadora del torrente sanguíneo. Para realizar este estudio se le suministra al paciente una inyección intravenosa de Tc-99m MDP, y se examina de 2 a 4 horas después durante la evolución del hueso se observa con una cámara. La cámara se enlaza a una computadora que genera y analiza las imágenes electrónicas directamente obtenida de la examinación. Los estudios tempranos de captación del isótopo condilar, para establecer un juicio cualitativo, este fue realizado para establecer si el cóndilo en cuestión era normal, hiperactivo, o hipoactivo.

En algunos casos la actividad en los cóndilos derechos e izquierdos fue cuantificada estaba, pero no hubo ningún punto constante de referencia para permitir la diferenciación entre las partes normales y las anormales.

3.4. INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DE LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA EN EL CAMPO ODONTOLÓGICO.

➤ Usos e indicaciones

1. En senos paranasales:

- ✓ Evolución de las lesiones neoplásicas.
- ✓ Lesiones vasculares.
- ✓ Quistes, abscesos, tejido necrótico.
- ✓ Evaluación de procesos osteolíticos.
- ✓ Diferenciar el material sólido.
- ✓ Delinear paredes de los mucocelos.
- ✓ Para ver desplazamiento erosión y destrucción de tejido óseo.

2. En tumores y quistes odontogénicos:

- ✓ Extensión de lesiones (más allá de la cortical): músculos, grasa, glándulas salivares, piel, vasos y nervios.
- ✓ En desplazamiento, erosión y destrucción de tejidos óseos.

3. En lesiones fibroóseas:

- ✓ Displasia fibrosa.

- ✓ Fibroma osificante.
- ✓ Fibroma cementificante.
- ✓ Osteoma.
- 4. Patología de articulación temporomandibular.
- 5. Planeación de tratamientos en implantes
- 6. Reconstrucción tridimensional en patologías y traumas.
- 7. Evaluación de fisuras óseas maxilares y mandibulares.
- 8. Deformidades faciales.
- 9. Evaluación de metástasis óseas y de tejidos blandos.
- 10. Glándulas salivales:
 - ✓ Estudio de masas intra o extraglandulares.
 - ✓ Relación de tejidos blandos adyacentes.
 - ✓ Estados inflamatorios y obstructivos.
 - ✓ Evaluación de las sialosis.

Para algunos de los anteriores propósitos se requiere utilizar materiales de contraste intravenoso o intraductal.

En conclusión la Tomografía axial Computarizada esta indicada cuando por otros medios de diagnósticos más simples no es posible obtener toda la información que requiere el clínico para el diagnóstico preciso y la planificación de sus tratamientos. Se destacan los principales casos de su aplicación:

✿ En toda sospecha de malos tratos con: convulsiones, en estado de coma, signos neurológicos deficitarios, anomalías en el crecimiento del perímetro craneal, del perímetro facial y fracturas. Igualmente, en tumores de naturaleza desconocida, lesiones metastásicas posibles, pero no comprobadas y en adenopatías profundas de etiologías desconocidas. (DOYON y Col, 1989).

Se contraindica su uso en: mujeres en estado de embarazo, dado que utiliza radiaciones ionizantes; en pacientes que presentan tic nervioso o temblores que impidan el correcto barrido de la zona en estudio, en pacientes que han sido sometidos a largas dosis de radiación como tratamiento de alguna patología establecida y en pacientes con prótesis. (POYTON y Col, 1992)

➤ **Riesgos y protección.** Una descripción completa de los efectos peligrosos de la radiación ionizante sobre los tejidos vitales correspondería a una larga tarea, pero por efectos del estudio sólo se dedicará a algunos aspectos relevantes. Las discusiones que siguen tiene por objeto proveer: 1). un entendimiento básico de los fenómenos con los riesgos de la radiación y 2) un conocimiento de los métodos de protección contra la radiación aplicables a las personas que trabajan en el consultorio odontológico. (WUERMANN y MANSON, 1994).

➤ Es importante comenzar por insistir en lo criticable que es la actitud descuidada de los odontólogos que no cumplen con las medidas fundamentales de precaución. Estos odontólogos no han sufrido efectos secundarios y están

demasiados confiados. En realidad, no disponen de ningún método para detectar alteraciones físicas mínimas. Por otra parte, no pueden hacer ningún cálculo del acortamiento de la vida y de los cambios genéticos. Una actitud indiferente por parte de algunos odontólogos puede contagiar a otros colegas con esta indiferencia. Existen guías especiales de protección de las radiaciones basadas en consideraciones genéticas que recomiendan que el promedio de la exposición individual sea menos de 10 r (roetgen) antes de la edad media de reproducción, la cual se considera sobre los 30 años de edad. La exposición efectuada por fines odontológicos y otras realizadas con fines sanitarios y profilácticos, no se incluyen en este límite. (WUERMANN y MANSON, 1994).

➤ Los efectos de la radiación sobre los tejidos vivientes varían entre límites muy amplios a causa de las numerosas circunstancias físicas y biológicas diferentes. La radiación ionizante, de la cual la tomografía axial computarizada es solamente un tipo, actúa sobre el tejido vivo a través de un proceso que hace que los átomos y moléculas eléctricamente estables se vuelvan eléctricamente inestables. Esquemáticamente, todas las sustancias vivas están compuestas de átomos agrupados de una manera particular que recibe el nombre de moléculas. Cada átomo, y por lo tanto, cada molécula, tiene una estabilidad o equilibrio eléctrico. Cuando un *quatum* de radiación ionizante choca con un electrón en una molécula de tejido vivo, puede desplazar esta partícula y así queda dicha molécula específica en un estado de desequilibrio eléctrico. La molécula, o si se prefiere, el

átomo que forma parte de la molécula ha sido ionizado. (WUERMANN y MANSON, 1994).

➤ El cuerpo humano se compone de un número infinito de moléculas, cada una de las cuales está formada por un complejo sistema de átomos. Cada átomo está compuesto por un núcleo y electrones orbitarios. El tejido vivo forma, en gran parte, un vacío a través del cual un *quantum* de energía de radiación puede pasara sin tocar nada. Si un quantum chocara con una partícula subatómica, probablemente no destruiría la célula de la cual formaba parte esa partícula específica. El grado de alteración celular depende, probablemente, de la esencialidad de la sustancia celular irradiada. De todas formas, hay muchas células semejantes; la destrucción de una sola célula no tendrá ningún efecto dañino observable. Los síntomas subjetivos solamente ocurren cuando la cantidad de radiación es suficiente para dañar un número relativamente elevado de células que sean irremplazables o que hayan sido lesionadas en número tal que las células restantes no pueden cumplir suficientemente las funciones de las unidades destruidas. (WUERMANN y MANSON, 1994).

Efectos directos e indirectos de la radiación ionizante.

➤ El efecto de la radiación ionizante sobre los tejidos pueden ser: 1) directo o 2) indirecto. Los efectos directos son los causados en una zona específica por la radiación. Las células o segmentos de diversos tamaño de los tejidos han sido

lesionadas *directamente* por la ionización. Si la célula muere a causa de los efectos de la radiación, generalmente, lo hace en el momento de la división miótica. (WUERMANN y MANSON, 1994).

Los efectos indirectos pueden manifestarse de diversas maneras. Es posible que la exposición de los tejidos a la radiación ionizante una producción de sustancias que son incompatibles con los tejidos del organismo. Un ejemplo de esto es la conversión del agua en peróxido de hidrógeno. Es el peróxido de hidrógeno, más bien que la radiación, quien ocasiona una disfunción celular.

3.5. PRINCIPALES PATOLOGÍAS DE IMPORTANCIA RADIOGRÁFICA.

Muchas entidades morbosas causan lesiones en el tejido óseo, y estos cambios pueden producir síntomas radiográficos. El aspecto radiográfico de una lesión patológica varía con mucha frecuencia, según el estadio de desarrollo de la lesión y otros factores propios del proceso patológico. Un estudio de la patología bucal muestra que la radiografía no interviene en el diagnóstico de todos los procesos morbosos que afectan a los tejidos bucales, razón por la que la siguiente descripción de procesos patológicos estará limitada a las enfermedades en las cuales la radiografía es un medio de diagnóstico útil. Bien es cierto que las enfermedades bucales pueden clasificarse de diversas formas. Por lo que el sistema utilizado en esta sección está basado en la etiología. Las patologías que tienen importancia radiográfica se describen en el siguiente orden: 1) trastornos

del desarrollo, 2) enfermedades debidas a agentes biológicos, 3) cambios patológicos debidos a agentes físicos, 4) quistes, 5) neoplasias y 7) otros estados patológicos. (WUERHMANN Y MANSON, 1994).

➤ **Trastornos del desarrollo.** Los trastornos del desarrollo pueden ser clasificados en afecciones locales y generales. Los trastornos locales son los que afectan a los elementos anatómicos bucales y craneales. Los trastornos generales son aquellos en los cuales las modificaciones orales están relacionadas con trastornos en otras partes del cuerpo. Seguidamente se relacionan los trastornos del desarrollo de importancia radiológica:

Trastornos locales:

Amelogénesis imperfecta: existen sólo dos tipos de hipoplasia del esmalte que presenten un aspecto radiográfico diferente. En el tipo hipoplásico, el esmalte no alcanza su espesor apropiado. En el tipo hipocalificante de la amelogénesis imperfecta, se forma la cantidad adecuada de esmalte, pero esta sustancia no es calcificada bastante. La radiografía muestra una capa de esmalte de dimensiones correctas, pero con una mayor densidad de película. (WUERHMANN Y MANSON, 1994)

Dentinogénesis imperfecta o dentina opalescente hereditaria: en las radiografías, los dientes tienen raíces más delgadas y más cortas, y los cuellos de los dientes parecen estar estrechados. (WUERHMANN Y MANSON, 1994)

Displacia dentinal: los dientes no muestran cavidades pulpares o éstas son muy pequeñas. (WUERHMANN Y MANSON, 1994)

Deis in dente: es un estado donde se presentan invaginaciones radiolucidas que están tapizadas con una delgada capa de esmalte radiopaco. (WUERHMANN Y MANSON, 1994)

Fusión, germinación y concrecencia: en la fusión dos dientes se unen al principio del desarrollo y se observa una sola corona grande y dos canales radiculares. En la geminación un germen dental se divide y se forma una estructura con una sola raíz y dos coronas. En la concrecencia dos dientes están unidos por sus capas de cemento. (WUERHMANN Y MANSON, 1994)

Taurodontismo: designa dientes con cuerpos y cavidades pulpares grandes y raíces poco desarrolladas. (WUERHMANN Y MANSON, 1994)

Dientes supernumerarios: normalmente están localizados entre los incisivos centrales superiores y reciben el nombre de mesiodens. En la radiografía se muestra si estos dientes están reabsorbidos, si se hallan asociados a quistes

dentígeros, ameloblastomas u otros tumores odontógenos, si impiden la erupción de dientes normales o si causan maloclusión. (WUERHMANN Y MANSON, 1994)

Dientes ausentes: puede variar entre la falta de un solo diente hasta la anodoncia. (WUERHMANN Y MANSON, 1994)

Dientes en malposición: es un diente que no llega a ocupar su posición normal en el arco dentario, debido casi siempre a falta de espacio en el arco o una obstrucción en la vía de erupción, las cuales puede ser por quistes dientes supernumerarios o tumores. La radiografía es muy importante para este diagnostico y para establecer la posición del diente con los demás elementos anatómicos. (WUERHMANN Y MANSON, 1994)

Hendidura palatina y mandibular: en esta anomalía es muy frecuente encontrar dientes supernumerarios, ausentes o en malposición asociados con la hendidura. Las radiografías son muy útiles para el diagnostico de la posición de tales dientes y de la cantidad de hueso presente en la región afectada. (WUERHMANN Y MANSON, 1994)

Síndrome de Pierre Robin: formado por una asociación de hendidura del paladar, micrognasia y ptosis del piso de la boca. (WUERHMANN Y MANSON, 1994)

Querubismo: es un trastorno bilateral localizado principalmente en la región del ángulo mandibular. Radiográficamente aparece como zonas bilaterales multiloculares dando un aspecto de vidrio esmerilado. También puede producir la absorción y migración de los dientes. (WUERHMANN Y MANSON, 1994)

Microcefalia e hidrocefalia: en estas patologías la radiografía son útiles para mostrar el tamaño relativo de la cara y el cráneo. (WUERHMANN Y MANSON, 1994)

Craneostosis: las radiografías muestran el cierre y las modificaciones de diversas suturas del cráneo. (WUERHMANN Y MANSON, 1994)

Disostosis craneofacial: radiográficamente podemos encontrar en el cráneo un retraso en el cierre de las fontanelas y suturas craneales, el cemento superior de la cara relativamente pequeño, erupción retrasada de los dientes y presencia de dientes supernumerarios. (WUERHMANN Y MANSON, 1994)

Trastornos generales:

Osteogénesis imperfecta: en esta anomalía el desarrollo de los huesos y la dentina es deficiente. Los hallazgos radiográficos orales son similares a la Dentinogénesis imperfecta. (WUERHMANN Y MANSON, 1994)

Displacia ectodérmica: es un trastorno del desarrollo de los tejidos ectodérmicos que puede incluir la ausencia de dientes. El hallazgo radiográfico bucal más importante es la ausencia dental parcial o total. (WUERHMANN Y MANSON, 1994)

Acondroplasia: es un trastorno en el desarrollo del cartílago. Los hallazgos craneales son un acortamiento de la base del cráneo, dientes no desarrollados o sin erupción, bóveda craneal grande prognatismo mandibular con hundimiento del maxilar. (WUERHMANN Y MANSON, 1994)

➤ **Enfermedades por agentes biológicos.**

Muchos estados patológicos de la boca son debidos a la invasión por agentes biológicos. Estos agentes pueden ser bacterias, hongos, virus o parásitos. La radiografía no suele ayudar a identificar el agente patológico. (WUERHMANN Y MANSON, 1994)

Osteomielitis: es la inflamación del hueso y de la medula ósea. Sin embargo, este término se utiliza normalmente para indicar un proceso progresivo supuratorio, esclerosante, o ambas cosas, que puede invadir todo el hueso. (WUERHMANN Y MANSON, 1994)

Infecciones de la articulación temporomandibular: las infecciones que afectan a la articulación pueden ocasionar anquilosis de esta, aunque la anquilosis también se debe a otros estados inflamatorios causados por otros agentes etiológicos, como por ejemplo, el trauma. (WUERHMANN Y MANSON, 1994)

Angina de ludwing: es una celulitis del piso de la boca. Las radiografías en este caso son útiles para identificar la ausencia o presencia de dientes con abscesos y de perforaciones de la capa cortical del maxilar inferior. (WUERHMANN Y MANSON, 1994)

Sinusitis: las radiografías son útiles para determinar el posible origen de una sinusitis, como un absceso periapical, un pedazo de raíz, o un cuerpo extraño en el seno. Las vías que comunican la cavidad oral y el seno maxilar se investigan a través de sondas radiopacas. (WUERHMANN Y MANSON, 1994)

Linfadenitis: son inflamaciones de los ganglios linfáticos y algunas suelen terminar en calcificación. Estas calcificaciones es posible que se confundan en la radiografía periapical con cambios dentro del maxilar inferior si no son bien localizadas. (WUERHMANN Y MANSON, 1994)

Sialadenitis: es la inflamación de las glándulas salivares mayores y usualmente está asociada con la formación de cálculos (sialolitiasis) y la inflamación de los conductos mayores (sialodoquititis). Se presenta como una inflamación y

enrojecimiento y dolor de la glándula afectada, que si se comprime puede salir un exudado purulento por la desembocadura del conducto. Los síntomas se pueden agudizar antes y durante las comidas y las glándulas aumentar de volumen. (WUERHMANN Y MANSON, 1994)

➤ **Cambios patológicos debidos a agentes físicos:** Los agentes físicos pueden producir una lesión por la aplicación de energía térmica, eléctrica, radiante, química y mecánica. Algunas lesiones por agentes físicos tienen importancia radiográfica. (WUERHMANN Y MANSON, 1994)

Quistes: un quiste es una cavidad cerrada o bolsa de tejido que puede estar llena de aire, líquido, pus u otro material, pueden ser uniloculares o multiloculares. Los quistes se pueden formar dentro de cualquier tejido del cuerpo. Los que se encuentran en los pulmones por lo general están llenos de aire, mientras que los que involucran el sistema linfático o los riñones están llenos de líquido. Los parásitos que migran, como en la triquinosis y los equinococos, forman quistes en los músculos, hígado, tejido cerebral, pulmones y ojos. Los quistes se presentan con frecuencia en la piel y se desarrollan como resultado de una infección, obstrucción de las glándulas sebáceas o alrededor de cuerpos extraños. Los quistes pueden resultar de anomalías en el desarrollo. La radiografía es un método diagnostico importante para diferenciar un quiste de otro, igualmente para

su identificación y para escoger el tipo de tratamiento. (WUERHMANN Y MANSON, 1994)

➤ **Neoplasias:** La radiografía presta gran ayuda para el diagnóstico de neoplasias que invaden tanto el hueso como los dientes. Se destacan las siguientes:

Ameloblastoma: presenta un aspecto microscópico variable. (WUERHMANN Y MANSON, 1994)

Dentinoma: es un tumor raro situado en el hueso alveolar. (WUERHMANN Y MANSON, 1994)

Cementoma: se encuentra generalmente en los vértices de los dientes. (WUERHMANN Y MANSON, 1994)

Odontoma: Pueden aparecer como masas radiopacas o radiotransparentes. (WUERHMANN Y MANSON, 1994)

Osteoma: pueden producir trastornos radiotransparentes o radiopacos. (WUERHMANN Y MANSON, 1994)

Fibroma: pueden ser de origen odontogénico o no odontogénico. Su localización puede ser central o periférica. (WUERHMANN Y MANSON, 1994)

Carcinoma: el cuadro radiológico de la invasión de un hueso por un carcinoma es esencialmente el de una destrucción ósea. (WUERHMANN Y MANSON, 1994).

➤ **Otros diversos estados patológicos:** Existen otras muchas enfermedades o procesos de etiología desconocida con don signos radiográficos, que no p'ueden ser clasificados en ninguno de los grupos de entidades patológicas estudiadas. Se destacan las que siguen:

Enfermedad de Pagert u osteitis deformante: se caracteriza por la destrucción del hueso y su remplazamiento por tejido óseo deficiente con fina trabeculación que puede producir un efecto de vidrio esmerilado. (WUERHMANN Y MANSON, 1994)

Displasia fibrosa: la capa cortical del hueso afectado es delgada y en ocasiones abovedada. (WUERHMANN Y MANSON, 1994)

Miositis osificante: muestran sombras radiopacas difusas dentro de los tejidos blandos. (WUERHMANN Y MANSON, 1994).

3.6. UTILIDAD E INTERPRETACION DE LA TOMOGRAFÍA AXIAL COMPUTARIZADA EN EL DIAGNÓSTICO CLÍNICO ODONTOLÓGICO.

➤ **Aplicaciones en cabeza:** presenta el siguiente tipo de usos. Delinea las estructuras bañadas por el líquido cefalorraquídeo y los espacios como ventrículos, surcos y cisuras, diferenciándolos del resto del parénquima cerebral. Diferencia las áreas altamente vascularizadas de aquellas con circulación disminuida, medio de contraste. Diferencia cada una de las estructuras de la órbita. Detecta coágulos, hemorragias, infartos y calcificaciones cerebrales que no logra hacerlo con los estudios radiográficos convencionales. Define los componentes de la silla turca. Delimita algunos de los ganglios de la base craneana sobre todo los equipos de las últimas generaciones. Visualiza abscesos focalizados y algunas lesiones parasitarias. Detecta alteraciones morfológicas de la bóveda craneana. (HAN, MANCHONG, 1990).

En cuanto a las anomalías del cerebro que pueden ser diagnosticadas por Tomografía Computarizada sin ayuda de medio de contraste, se tienen la atrofia cerebral, los hematomas epidurales y subdurales, la esclerosis tuberosa y la hidrocefalia en la que a veces se puede diagnosticar el sitio y la causa de la obstrucción. Los tumores de origen primariamente vascular requieren realce con

medio de contraste por infusión intravenosa. En estos casos, la arteriografía es útil como estudio complementario, particularmente, en aneurismas y malformaciones arteriovenosas para hacer un mapa vascular. (HAN, MANCHONG, 1990).

La tomografía también juega un papel importante en el estudio de la órbita y su contenido: el nervio óptico, los vasos, los músculos rectos, la grasa retrobulbar y el cristalino. Los senos paranasales se visualizan claramente ayudando al correcto diagnóstico de enfermedades tumorales, inflamatorias y de otras oftalmopatías endocrinas. En la evaluación de los senos paranasales, revela la extensión de las lesiones hacia órbita, huesos, tejidos blandos y cavidad craneana. En los pacientes con trauma, las técnicas radiográficas convencionales son de valor para catalogar el tipo de lesión o fractura de los huesos de la cara y cráneo. Sin embargo, un hematoma epidural o subdural podría pasar desapercibido sino se le practica un TC. En los traumas de columna, las fracturas o deslizamientos se definen claramente. En las enfermedades de la cavidad nasal, faringe, laringe y en tumores del espacio para-epiglótico de difícil examen en la radiología convencional, las biopsias pueden llevar a sangrado profuso en caso de hemangiomas, ya que estas lesiones se pueden asociar a extensión infraorbitaria o intracraneal, la TC es de considerable valor y se realce con medio de contraste puede en ocasiones reemplazar o indicar una arteriografía para mayor precisión en el diagnóstico. (HAN, MANCHONG, 1990)

Los tumores de las glándulas salivares y de los tejidos blandos del cuello se pueden investigar por TC cuando la sialografía por sí sola no fue suficiente; como el tumor puede extenderse a la fosa infratemporal o a la base de cráneo, la TC es indispensable para evaluar dicha extensión. En tiroides y paratiroides, el ultrasonido de una respuesta satisfactoria; pero en caso de carcinoma, evalúa la extensión a los tejidos vecinos o al mediastino. (HAN, MANCHONG, 1990)

➤ **Aplicaciones en Neoplasias:** en lo que se refiere a neoplasias, la tomografía computarizada ha sido ampliamente utilizada. Se desarrollaron diversos trabajos y protocolos que muestran el perfeccionamiento de la técnica para interpretar mejor las diversas neoplasias maxilofaciales. La tomografía computarizada con reconstrucciones múltiples (RMP) es el examen indicado para el diagnóstico de quistes y tumores maxilofaciales. (MARTÍN, 1995).

La aplicación del protocolo 3D vascular es importante para localizar la neoplasia en 3D. Este protocolo que utiliza la computación gráfica, se aplicó a pacientes con diversas neoplasias maxilofaciales, que recibieron la sustancia de contraste durante la realización de la tomografía computarizada. Un trabajo recientemente publicado por CAVALCANTI et al. Muestra la utilización del 3D vascular protocolo como auxiliar en el diagnóstico y en la planificación del tratamiento, localizando la lesión y obteniendo sus medidas lineales. (MARTIN, 1995)

➤ **Patologías de los senos y de las fosas nasales.** La TC permite un análisis extremadamente preciso de las cavidades sinusales, de las fosas nasales, de su contenido y de las cavidades adyacentes. Sus indicaciones residen esencialmente en el diagnóstico de extensión de los procesos ocupantes de los senos y de la cavidad nasal. El diagnóstico histológico suele ser imposible y la simple distinción con TC entre un tumor benigno y maligno, puede ser muy delicada. (MARTÍN, 1995). (Figura 18)

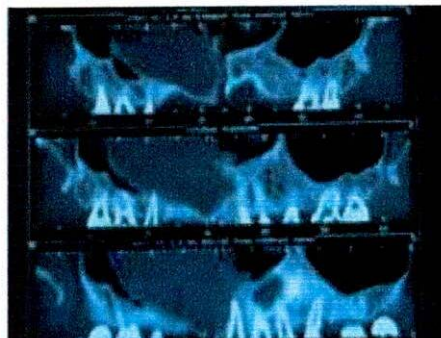
Figura 18. Lesiones del seno maxilar derecho. (Corte coronal)



La TAC muestra una gran lesión que ocupa el 90 % del seno maxilar derecho.

Fuente: BALADRÁN Y COL, 1999.

Figura 19 Lesiones del seno maxilar derecho- Corte sagital



La TAC muestra una gran lesión que ocupa el 90 % del seno maxilar derecho.

Fuente: BALADRÁN Y COL, 1999.

La Tomografía Computarizada aún presenta varias limitaciones, entre las cuales sobresalen:

- A menudo es difícil determinar el punto de partida de un tumor, especialmente, en los procesos extendidos a fosas nasales, a cavidades adyacentes y con erosión de las paredes óseas;

- La sinusitis reaccional por obstrucción, muy frecuente, no se puede diferenciar con certeza de una invasión tumoral. Sin embargo, se considerará a favor de la sinusitis asociada: 1) la ausencia de destrucción de las paredes óseas, o erosiones óseas límites; 2) una densidad menor de la opacidad sinusal respecto al resto del tumor o al contrario, captación de contraste en la mucosa sinusal (sinusitis reaccional con piodécle); 3) el engrosamiento de las paredes óseas.

Más del 80% de los tumores de los senos paranasales y el 99% de los tumores de la nasofaringe corresponden a los tumores de la nasofaringe corresponden a tumores epidermoides. El diagnóstico diferencial incluye otras clases de tumores malignos, semimalignos y benignos, así como enfermedades granulomatosas e inflamatorias. (MARTÍN, 1995). (Figura 20)

Figura 20. Mixoma en maxilar superior izquierdo



Fuente: ALMARIO, Jorge

➤ **Glándulas salivales.** Técnicas. Cortes de 5 o 10 mm, contiguo, del tragus al hueso hioides en un plano paralelo al orbitomeatal. Serie sin y/o con inyección de productos de contraste. El examen permite detectar las lesiones y sus relaciones con las estructuras de vecindad. A diferencia de otras técnicas, la Tomografía Axial Computarizada permite estudiar correctamente el lóbulo profundo de la parótida. El 80% de los tumores de glándulas salivales asientan en las parótidas, y de ellos cada cuatro son benignos: los 20% restantes se localizan en las submaxilares, siendo malignos tres de cada cuatro. El tumor benigno más frecuente es el mixto o adenoma pleomorfo (posibilidad de degeneración); le sigue en frecuencia el cristoideolinfoma. El tumor maligno más frecuente es el carcinoma epidermoide. Son raros el adenocarcinoma, la localización del linfoma y las metástasis. En el niño puede darse igualmente el hemangioma y el linfangioma. (MARTÍN, 1995).

➤ **Fracturas:** la utilización de la tomografía computarizada es imprescindible para el estudio de las fracturas, principalmente cuando se trata de interpretar fracturas complejas como las de LeFort I, II y III. Para superponer imágenes y fragmentos óseos la tomografía computarizada es un método de primera línea. La reconstrucción en 3D ocupa un lugar destacado en el estudio de las fracturas faciales. Se han publicado numerosos trabajos, lo que demuestra la real viabilidad de obtener la reconstrucción en 3D-TC, con perfeccionamiento de la calidad de imagen y la comparación de los resultados con los de las reconstrucciones multiplanares (RMP). Investigaciones relativas a la evaluación cuantitativa, desarrolladas por CAVALCANTI et al., Demostraron la eficacia de este método en la planificación quirúrgica y evolución del tratamiento por medio del workstation independiente, en el que la imagen en 3D se procesa y se manipula de acuerdo con las propiedades del workstation para visualizar e interpretar mejor la fractura. Para la mandíbula hasta el maxilar el protocolo que se utiliza generalmente es de 3mm de espesor para 3mm de incremento de mesa con 1,5 mm de intervalo de reconstrucción. (FRANCIS, 1998).

➤ **Traumatismos de la órbita:** estos traumatismos incluyen: - Fracturas de las paredes orbitarias, hematomas subperiósticos sin fractura, cuerpos extraños infraorbitarios, celulitis traumáticas. El pronóstico de la función visual depende de la rápida realización de un estudio minucioso. Las paredes de la órbita ofrecen una resistencia dispar. Las paredes internas e inferiores son muy frágiles y están directamente en contacto con los senos etmoidales y maxilares, lo que hacen

factible una encarceración de los tejidos blandos en el interior de estas cavidades por el contrario la pared externa es muy resistente: tras un violento impacta las fracturas de esta pared suelen ser con minutas: Por {ultimo la pared superior es poco sólida y sus fracturas se exponen a fracturas neuroquirgicas. (FRANCIS, 1998).

Clasificación tomográfica en diferentes fracturas de la órbita:

- ✓ Fracturas de la pared inferior: Son las más frecuentes que pueden originar una encarceración muscular y/o adiposa. Algunas fracturas por estallido interesan de manera aislada el techo del maxilar y respetan el reborde orbitario
- ✓ Fracturas de la pared interna. Se producen sobretodo por impacto de la nariz nasal.

- ✓ Fracturas de la pared superior. Son de dos tipos: directa e indirectamente.
 - Directa: asociada a menudo con una fractura maxilo malar.
 - Indirecta: por irradiación de una fractura de cráneo.

- ✓ Fracturas de la pared externa. Están representadas esencialmente por las fracturas del hueso zigomático (malar).

- ✓ Fracturas de la órbita asociadas con una disyunción craneofacial.

Por lo general son fracturas horizontales:

- Piramidales: (lefort III).
 - O incluidas en una verdadera disyunción (lefort III).
- ✓ Fracturas frontoorbitarias: se caracteriza por el riesgo de lesión intracraneal asociada prioritario como urgencia neuroquirurgica. Las fracturas del seno frontal se reducen a una lesión de la pared anterior.
- ✓ Síndrome del ápex orbitario: agrupa los dos síndromes precedentes, es destacable la gravedad de las lesiones del nervio óptico.
- ✓ *Traumatismos del macizo facial*: una rigurosa exploración clínica facilita el diagnostico de la mayoría de las lesiones traumáticas maxilofaciales.

La Tomografía Axial Computarizada ha representado progreso en el enfoque de los desperfectos del piso medio y de los limites craneofaciales (piso anterior de la base del cráneo) gracias a la obtención de una perfecta definición anatómica. Para el cirujano maxilofacial los cortes coronales son fundamentales para evaluar las fracturas. En situaciones urgentes su realización puede ser difícil pero según sea la calida de los programas informáticos de reconstitución, esta dificultad puede obviarse a parte de una serie de cortes axiales. Los cortes axiales poseen más importancia en caso de lesiones de ápex orbitario que del conducto óptico. La Tomografía Axial Computarizada precisa la extensión de las líneas de fractura, el estado de las paredes orbitarias, riesgo de fisura osteomeningea en función de una alteración etmoidal o de los senos frontales e investiga también la

coexistencia de lesiones cerebrales asociadas. Así mismo, define los posibles desplazamientos del hueso zigomático y confirma la existencia de asociaciones fracturarias: disyunción intermaxilar, fractura de Lefort III homolateral y de Lefort II contralateral. Igualmente facilita la detección de las fracturas de las paredes del seno frontal, fundamentalmente de las fracturas desplazadas de la pared posterior, lugar de asentamiento de las fisuras osteodurales. Finalmente la TC muestra las lesiones traumáticas localizadas en la sutura coronal en las apófisis pterigoides, etc....; y en el conducto nasolagrimal. La detección temprana de la interrupción de las vías lagrimales es capital para iniciar un tratamiento precoz, una vez reparados los defectos óseos centrófaciales. En la actualidad, la TC tridimensional (3D) ha seducido a los cirujanos maxilofaciales para el tratamiento de malformaciones como las craneostenosis, en traumatología, por el contrario, puede ser decepcionante, a pesar de su espectacularidad, ya que a veces es insuficiente la definición de las líneas de fractura e incluso pueden aparecer pseudo pérdidas de sustancia ósea en todos los huesos finos de la cara. (FRANCIS, 1998).

➤ **Implantes:** la tomografía computarizada ha ocupado lugar de destaque en la planificación de implantes dentarios. Diversos investigadores publicaron numerosos trabajos científicos que demuestran la utilización clínica en lo que se refiere a la calidad de imagen y a la evaluación cuantitativa determinando la exactitud y precisión de medidas lineales relativas a la mandíbula y a la maxilar. (BURGUE Wer y Col, 1998).

El protocolo que generalmente se utiliza para implantes consiste en cortes axiales de 1mm de espesor con incrementos de mesa de 1mm y con 1mm de intervalo de reconstrucción. Después de esto, los datos se transfieren para una Workstation donde se aplica un programa específico para implantes dentarios. Este protocolo consiste en la obtención de imágenes ortorradales a partir de las imágenes axiales. Por ejemplo, después de que se obtengan los cortes axiales (1mm) en cada punto se obtiene un corte ortorradial de 2mm de espesor, así conseguimos visualizar al mismo tiempo la distancia vestibulo-lingual e infero-superior, lo que da una importante visualización en profundidad y altura para la planificación del implante dentario con relación a estructuras vitales, como canal mandibular, foramen mentoniano de la mandíbula, senos maxilares y fosas nasales.

Este protocolo se denomina también reconstrucciones ortorradales (2D) por medio de la tomografía computarizada para implantes dentarios. Después de la obtención del corte axial original, el programa automáticamente nos proporciona los cortes ortorradales, que se numeran de acuerdo con la extensión de la mandíbula o de la maxila del paciente. Consecuentemente estas reconstrucciones ortorradales están numéricamente dispuestas siguiendo la numeración previa en la imagen del corte axial. Así, es fácil visualizar y localizar la región de interés en todas las dimensiones (ancho, alto y profundidad). La imagen de reconstrucción en 3D puede obtenerse para facilitar la visualización del punto anatómico que se desea localizar. (4)

Sin embargo, se destacó que en este momento las reconstrucciones ortorradales (2D-TC) todavía se consideran la mejor opción para un examen más exacto. Relativa a la planificación quirúrgica de implantes (sólo un 4% de error aproximadamente); no obstante, por la versatilidad del programa sería interesante obtener estas imágenes en 3D para lograr mayor información adicional referentes a la anatomía de la región.

- Anomalías craneofaciales: la reconstrucción en 3D ocupó un lugar destacado desde 1984 en el estudio de las anomalías craneofaciales, cuando MARSH y Banner () hicieron las primeras investigaciones que relacionaban la reconstrucción en 3D-TC con diversas anomalías como la *craneosinostosis* (que significa cierre prematuro de las suturas craneanas) y que se relaciona con varios síndromes craneofaciales. La aplicación de las 3D ayudó en la planificación quirúrgica y en la evaluación del tratamiento de los pacientes sometidos a neurocirugía y cirugía plástica de diversas anomalías craneofaciales. Se han hecho análisis cuantitativos, con la finalidad de obtener las informaciones necesarias para localizar la lesión y posteriormente reconstruir la simetría facial. Mediante la reconstrucción en 3D, es posible caracterizar los tipos de *craneosinostosis*, lo que ayuda en el diagnóstico de la anomalía.

La visualización en 3D por medio de la tomografía computarizada se hace indispensable para el diagnóstico u planificación quirúrgica de estas anomalías.

- **Articulación temporomandibular:** la utilización de la tomografía computarizada en las reconstrucciones multiplanares principalmente, ha sido de gran utilidad como auxiliar en el diagnóstico y tratamiento de diversas anomalías óseas de la articulación temporomandibular.

La tomografía computarizada espiral posibilita la obtención de cortes de 1mm de espesor con 1mm de intervalo de reconstrucción. Por medio de una workstation independiente y del software específico es posible reconstruir automática y simultáneamente la imagen en los planos sagital y coronal en 3D. De esta forma, se pueden visualizar los diferentes cortes de la región de la ATM y los diferentes planos complementándose con la imagen en 3D, lo que permite una visualización más perfecta de la región, de su anatomía y patología en relación con las áreas anatómicas adyacentes.

Tabla No. 2 Hallazgos en la Tomografía Computarizada

PROCESO	HALLAZGOS EN LA TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA
Fracturas	Además de ver la fractura con el hematoma acompañante se puede observar como una masa polipoidea de Densidad grasa o tejidos blandos en el techo del seno maxilar.
Hemorragia	Engrosamiento mucoso difuso o pólipodeo a veces Asociado con nivel aire -sangre u opacificación completa

del seno.

Sinusitis	<p>Aguda: engrosamiento mucoso nivel aire-líquido o ambos</p> <p>Crónica: engrosamiento mucoso persistente, que puede estar asociado con pólipos inflamatorios u opacificación o completa de los senos. El engrosamiento de la pared con cambios destructivos asociados sugiere osteomielitis secundaria.</p>
Pólipos Inflamatorios	<p>Miden hasta 1cm de diámetro y se difuminan, al menos parcialmente, con el engrosamiento mucoso asociado.</p>
Quiste De Retención	<p>Masa hipotensa, esférica o cupoliforme de paredes lisas.</p>
Mucocele	<p>Masa expansiva hipodensa que no capta contraste el seno frontal es el más frecuentemente afectado. La lesión puede presentar una mayor densidad en la TC si se calcifica parcialmente.</p>
Papilomas	<p>Áreas generalmente múltiples de engrosamiento mucoso nodular en los senos y nariz.</p>
Carcinoma	<p>Masa mal definidas de partes blandas a menudo con extensa</p>

Epidermoide	destrucción del hueso adyacente. La mayoría de las lesiones se originan en el seno maxilar los ganglio linfáticos regionales (<i>retrofaringeos, submandibulares y/o yugulares</i>) se encuentran afectados.
Linfoma	Masa de tejidos blandos, a menudo bilateral que puede estar Asociado con destrucción ósea.
Metástasis	Lesiones solitarias o múltiples osteolíticas u osteoblásticas con un componente de tejidos blandos.
Displasia Fibrosa	Lesión ósea expansiva, predominante esclerótica que engloba los senos.
Osteoma	Masa ósea pólipodea que protuye en los senos frontales o Etmoidales osificada completa (compacto) o parcialmente (esponjoso) .
Odontoma	Lesión bien definida que contiene tejido dentario indiferenciado Y se comporta como material radiopaco.

Fuente: BURGE WER, FRANCIS Y KORMANO MALTTI. 1998

➤ **Interpretación tomográfica en procesos patológicos-cortes**

Las secciones axiales permiten una buena evaluación de las extensiones lateral y posteroanterior del tumor comparando un lado con el otro. Muchas estructuras que son evidentes en secciones coronales o sagitales pueden perderse en las secciones axiales, donde son cortadas tangencialmente y no perpendicularmente. Regiones donde estos problemas pueden ponerse de manifiesto incluyen la base del cráneo, el paladar y los senos paranasales, y en menor grado la mandíbula y el piso de boca. Particularmente en la región del paladar blando existe el riesgo de perder o infraestimar el tamaño de pequeñas, y a veces grandes lesiones que pueden ser confundidas con volumen parcial de la base de la lengua. Las restauraciones dentales y las prótesis fijas son causas inevitables de artefactos que pueden solventarse en gran medida eligiendo un plano distinto al axial. Las secciones coronales son particularmente importantes en la evaluación de la línea media, que puede ser afectada por pequeños tumores de la base de la lengua y del piso de la boca. Sutiles desviaciones de la línea media de septo lingual normalmente hipodenso pueden verse mejor en este plano, y puede ser una indicación temprana de masa ocupante de espacio en uno de los lados. Los cortes axiales se realizan especialmente en sínfisis, cuerpo y rama de la mandíbula. (BURGEWER, Y COL, 1998).

Las imágenes en el plano coronal se han convertido en rutinarias para la exploración de los senos paranasales, nasofaringe y huesos faciales, ya que estas

estructuras son cruciales en la evaluación de la integridad de la base del cráneo y puede demostrarse perfectamente la infiltración de los espacios intracraneales. Los cortes coronales son realizados especialmente en maxilar, paladar y senos paranasales. (BURGEWER, Y COL, 1998).

Los planos sagitales directos en TC, como los sugeridos por Osborn y Anderson, son solo posibles con grandes aberturas del Gantry. El plano coronal es el plano más importante para la evaluación de los cambios inflamatorios de los senos paranasales y es la base para entender la anatómica topográfica de esta región y por consiguiente, la base para la moderna cirugía endoscopia de los senos etmoidal y esfenoidal. Para estudiar la región dorsal de los senos paranasales, puede ser necesario usar el plano semicoronal en vez de coronal para evitar los artefactos metálicos de restauraciones y prótesis dentales. (BURGEWER, Y COL, 1998).

Las imágenes coronales estrictas pueden ser difíciles de obtener, ya que requieren que el paciente se acueste en prono con el cuello sujeto en un cabezal en hiperextensión; esto puede ser imposible en personas mayores o poco colaboradoras.

Las secciones coronales deben obtenerse siempre en:

- Tumores de nasofaringe o senos paranasales que lleguen hasta la base del cráneo y/o la orbita o cuando las axiales no aporten suficiente información para evaluar la extensión craneal del tumor o la presencia de infiltración ósea.
- Evaluación de tumores de los paladares duro y blando, que generalmente se visualizan mejor en las imágenes coronales.
- Cuando los artefactos causados por prótesis dentales degraden la calidad de la imagen, un pequeño cambio en la angulación del Gantry puede ser lo único que se precise para obtener la información perdida.

➤ **Otras aplicaciones pueden ser:**

1. Detectar una fractura del suelo o techo orbitarios mediante cortes coronales y fracturas del ápex orbitario mediante cortes axiales.
2. Identificar fracturas pterigomales que contraindiquen el tratamiento ortopédico y hagan imprescindible el acceso neuroquirúrgico.
3. Visualizar fracturas del conducto nasolagrimal, cuyos límites anatómicos se definen perfectamente en cortes axiales continuos, a sabiendas de que algunas fracturas complejas dejan indemne el conducto lagrimal.

4. Investigar la existencia de complicaciones intracraneales en fracturas del borde superior de la orbita.
5. Reconocer una fractura del conducto óptico o una compresión del nervio óptico producida por una esquirla ósea o bien por un hematoma.
6. Investigar en ocasiones la presencia de cuerpos extraños oculares: se efectúan cortes a “mirada fija” y otros con desviación de la mirada para precisar con exactitud la topografía de esos cuerpos extraños.

Tabla 3. Usos de la Tomografía Axial Computarizada en fracturas.

FRACTURAS	PRUEBAS PRINCIPALES	PRUEBAS ESPECIALES O SI EXISTE DUDA
Mandíbula	- Ortopantomografía - PA y lateral del cráneo	-TC(cóndilo)
Maxilar superior -LeFort I -LeFort II y III	- PA y lateral de cráneo - Todas las proyecciones faciales	-TC - Su complejidad obliga a realizar estudio con TC.
Suelo de Órbita	- Waters.	- TC. Cortes coronales
Malar	-Waters y PA de cráneo.	- TC.
Arco Cigomático	- Hirtz.	- TC.
Naso-Órbito- Etmoidal	- TAC.	
Frontal	- Caldwell y lateral cráneo. - TAC.	

*Fuente: disponible en dirección electrónica
<http://www.zambon.es/areasterapeuticas02/dolor>*

➤ **Aplicación e interpretación de la Tomografía Axial Computarizada**

Para ilustrar lo relacionado con la interpretación de la Tomografía axial Computarizada, seguidamente se presentan los resultados de un estudio desarrollado por JUN-ICHI, Koyama en

El estudio que se realizó fue observacional descriptivo, dentro de un contexto de experimentación básica; donde se buscó identificar las zonas de seguridad de la fosa posterior para fijación interna rígida. Se analizó la anatomía occipital, en las zonas estratégicas de fijación en cráneos desecados, así como también en pacientes mediante tomografías. Este estudio pretendía comparar entre dos técnicas de estabilización cráneo cervical rígida, disponibles en el medio, la fijación del componente occipital en relación con el espesor óseo tomado con cada una de estas, así como también en relación con la disposición de los senos venosos de la fosa posterior. Recomendándose efectuar la fijación a nivel de la línea curva occipital inferior evitando la línea media por la presencia variable del seno occipital. Se continuó analizando cráneos desecados y estudios imagenológicos de pacientes, los cuales definen al final los puntos estratégicos de fijación y las áreas de seguridad en la fosa posterior, así como también se propuso una tomografía axial computarizada estandarizada, para evaluación preoperatoria de pacientes, candidatos a estabilización quirúrgica cráneo cervical. Como instrumentos de medición se utilizaron un calibrador mecánico micrométrico, un

calibrador interno y una reglilla radiológica Omniscale TM TB Hunter & Duffield. 1993 y como máquina de medición el tomógrafo axial computarizado Somaton Plus 4 Siemens. Como unidad muestral se tomaron cráneos desecados y pacientes evaluados radiográficamente. Se diseñó una plantilla en titanio, para medir el espesor óseo en los puntos estratégicos de fijación de la fosa posterior del occipital, con los dos sistemas (Cervifix y Analítico). La población objeto de estudio incluye una muestra no probabilística de 60 cráneos desecados, facilitados por los departamentos de Morfofisiología de cuatro facultades de Medicina. Además se incluyen dentro de la población objeto de estudio, 60 pacientes evaluados mediante TC en el Hospital Militar Central.

Se analizaron dos técnicas de fijación rígida para la estabilización craneocervical disponibles en nuestro medio.

- Sistema Cervifix de la Asociación para el estudio de la fijación interna (AO/ASIF). El Cervifix es un sistema modular en titanio, diseñado para la fijación posterior de la región occipitocervical, la columna cervical baja y la columna dorsal superior hasta T2; consta de un elemento longitudinal que se coloca a derecha e izquierda de la columna, éste tiene forma de placa de reconstrucción 3,5mm. (para fijación del occipital) prolongado en una barra a la cual se le adaptan rótulas, a través de las cuales se pasan los tornillos que fijan las vértebras en las masas laterales (C3 a C7). Además incluye un elemento de conexión transversa entre las barras, con el objeto de dar mayor estabilidad a los elementos longitudinales.

- Sistema de la Instrumentación Analítica, diseñada por uno de los autores. La Instrumentación Analítica es un sistema diseñado para la fijación posterior de la región occipitocervical, que consta de una placa craneana y dos placas de reconstrucción cervical (3.5mm.); permite fijar el occipital con seis u ocho tornillos (doce a catorce corticales) y la región cervical con dos tornillos por vértebra fijada a partir de C3. A nivel de C1 pueden implantarse alambres sublaminares y a nivel de C2 tornillos facetarios o transpediculares. (KEN, JAIMEL, 1997)

El estudio en cráneos desecados se efectuó con mediciones de su espesor bajo los siguientes parámetros:

- Diseño de una plantilla cuadrada de titanio moldeada a la curvatura del occipital por su convexidad; a dicha plantilla de 4cm. de lado y 2mm. de espesor, se le realizaron 10 perforaciones de 2.5mm de diámetro. Cada orificio corresponde a uno de los tornillos de los dos sistemas de fijación a estudio.

- Los orificios recibieron una nomenclatura con la letra inicial del sistema (Cervifix: C, Instrumentación Analítica: A), seguido de la letra "D" o "I" según sea derecho o izquierdo con respecto a la línea media y además un número de identificación.

- Se ubicó la plantilla centrada en el occipital a nivel del borde posterior del agujero magno.

- Una vez fijada la plantilla, se marcaron los orificios y en estos puntos se realizaron mediciones con un calibrador interno y posteriormente con un calibrador mecánico micrométrico; las lecturas de las mediciones fueron efectuadas en su totalidad por el primero de los autores.

Con el objeto de poder calcular en el preoperatorio, el espesor óseo de los puntos estratégicos de fijación occipital en pacientes, se realizó un ejercicio diagnóstico mediante tomografía lineal y tomografía axial computarizada (TAC). (KEN JAIMEL y Col. 1997).

- Tomografía lineal con cortes parasagitales cada 4mm.
- Tomografía axial computarizada convencional (cortes cada 5mm.).
- Tomografía axial computarizada (cortes cada 2mm.).
- Tomografía axial computarizada helicoidal con reconstrucción espiral (cortes cada 3mm.).
- Tomografía axial computarizada helicoidal con reconstrucción espiral (cortes cada 3mm. traslapados 1mm.).

La discusión y análisis de resultados se presenta separadamente para los dos grupos de población objeto de estudio, cráneos desecados e imágenes diagnósticas en pacientes. (KEN, JAIME y Col. 1997).

Se divide este análisis en dos aspectos, disposición de los senos venosos y determinación del espesor óseo del occipital. Disposición de los senos venosos: los senos venosos transversos al igual que la prensa de Herófilo no están en riesgo de lesión durante la fijación occipital, ya que se hallan cercanos a la línea nupal superior y en ésta zona ninguno de los dos sistemas ubica tornillos. (KEN, JAIME y cols. 1997).

El seno venoso occipital sí se encuentra en riesgo de lesión, ya que puede ser único o doble y cuando es único, en una proporción de tres a uno se halla desplazado hacia el lado derecho. Los dos sistemas de fijación craneocervical en estudio, ubican dos tornillos cercanos a la línea media con riesgo de lesión de dicho seno. Se encontró que los sitios de mayor espesor son los que se encuentran cerca de la línea media y de la línea nupal superior; a medida que se desciende de la línea nupal superior hacia el agujero occipital, va disminuyendo el espesor, sin embargo, no sucede un fenómeno similar con la desviación estándar. Esta desviación estándar se distribuye de manera uniforme, determinando mayor homogeneidad en las mediciones del espesor óseo en los sesenta cráneos. Observando el esquema de la plantilla utilizada, se pudo determinar que no existe diferencia significativa en los puntos cercanos a la línea media y que ésta se hace evidente en la medida que los puntos se alejan de la línea media. En este

hallazgo no se pudo hacer comparación de promedios de espesor óseo del lado izquierdo y del derecho, dadas las diferencias encontradas en el espesor de algunos puntos específicos. (KEN, JAIMEL y Col. 1997).

Respecto a la comparación del espesor óseo según el nivel de fijación los puntos de fijación craneana utilizando el Sistema Cervifix se dividieron en tres niveles, un nivel superior que comprende los orificios CI1 y CD1 ubicados entre las dos líneas nucales, un nivel medio que corresponde a los orificios CI2 y CD2 ubicados en la línea nucal inferior y un nivel inferior que corresponde a los orificios CI3 y CD3 ubicado por debajo de la línea nucal inferior. Los promedios del espesor óseo de los orificios correspondientes a cada nivel fueron: nivel superior 5.396mm., nivel medio 3.429mm., nivel inferior 2.836mm. Con el Sistema de Instrumentación Analítica no se efectuó ningún tipo de comparación por niveles, ya que todos los orificios se ubican en sitios muy cercanos entre sí, en el área de la línea nucal inferior. En tomografía lineal, a diferencia de la radiografía simple, permite obtener en proyección lateral imágenes a distancias predeterminadas, para medir el espesor óseo de la fosa posterior en puntos específicos. Se coloca el paciente en decúbito prono con el cráneo rotado lateralmente, de tal forma que el plano sagital del mismo quede paralelo a la mesa radiológica; se efectúan 5 cortes a cada lado de la línea medio espaciado 4 mm. Con ésta técnica se obtienen imágenes bien definidas de la anatomía topográfica en la unión cráneo cervical, se visualizan claramente anomalías congénitas o adquiridas de la unión cráneo cervical., se

determinan claramente las corticales interna y externa del cráneo, lo que hace posible medir el espesor del occipital. (KEN, JAIMEL y Col. 1997).

Las desventajas que presenta esta técnica, son los defectos o la limitación funcional articular de la unión craneocervical, que hacen difícil la colocación del paciente en la posición descrita anteriormente, Irradiación al paciente. La introducción de la tomografía axial computarizada ha disminuido la utilización de la tomografía lineal, con la consecuente deficiencia actual de técnicos capacitados para realizarla. Sin embargo, la tomografía lineal viene aún incorporada en equipos básicos de rayos X, en algunos con fluoroscopia. (KEN, JAIMEL y Col. 1997).

➤ **Parámetros de interpretación básicos de algunas patologías en la tomografía axial computarizada en la práctica odontológica**

En general:

- ✓ Edad del paciente
- ✓ Sexo
- ✓ Cortes (axial o coronal)
- ✓ Diámetro o tamaño de los cortes

✓ Ventana con la que fue tomada: si es para tejido blando o para tejido duro (huesos). (T.PARKS. *Clínicas radiológica de Norteamérica, Volumen 13, Número 4. EE.UU. 2001*).

Si es para tejido óseo se debe observar:

✓ Sí hay aumento o disminución de la densidad del tejido óseo (periostio o esponjoso).

✓ El periostio se aumenta en procesos infecciosos o en hemangiomas o neoplasias.

✓ Se disminuye por reducción de la cortical, llegando a fisuras o fracturas o rompimiento de esta misma produciendo desmineralización del tejido óseo por algún proceso patológico o metabólico. (T.PARKS. *Clínicas radiológica de Norteamérica, Volumen 13, Número 4. EE.UU. 2001*).

4. DISCUSION

Al introducir Hounsfield la Tomografía Axial Computarizada (1972), se marcó un hito importante en la historia radiológica diagnóstica, al aportar elementos nuevos, diferenciales y determinantes de gran ayuda, para el odontólogo clínico. Esto ha sido evidenciado a través del reconocimiento y aceptación que en diversas latitudes se ha hecho de esta técnica al ser implementada, cada vez más, de la mano de los avances médicos y odontológicos contemporáneos.

Las mejoras introducidas por Schwarz y Col (1987) facilitaron, a diversos investigadores, desarrollar programas de información que permiten producir imágenes oblicuas, perpendiculares y paralelas a los cortes axiales (multiplanar reformación, MPR o imágenes multiplanares), lo que, sin lugar a dudas, ha sido también un avance notorio que ha contribuido, en mayor grado, a las imágenes de diagnóstico, la disminución de los tiempos de exposición y, por consiguiente, con menor número de riesgos para los pacientes.

La Tomografía Computarizada, al utilizarse como una herramienta de diagnóstico, para los diversos campos terapéuticos, ha jugado un papel trascendental, suministrando información, bastante precisa, de las dimensiones

anatómicas en los diferentes planos del espacio, con márgenes de error muy bajos; de igual manera, cada vez más, se ha adquirido conciencia de la importancia de la evaluación clínica del paciente portador de disturbios de diversa etiología en donde el odontólogo ha descubierto en la Tomografía Computarizada una herramienta de diagnóstico que le permite eliminar elementos de superposición, obtener imágenes en los diferentes planos del espacio y conocer, previamente, con exactitud la localización y extensión de la patología.

La localización exacta de una lesión o patología, es necesaria para el correcto abordaje de la misma, por lo que, cada día, es más frecuente el uso de la Tomografía Computarizada como método de localización, en aquellos casos donde los métodos de diagnóstico convencionales no son suficientes. A través de la Tomografía Computarizada se puede obtener, por ejemplo, la localización precisa de dientes no erupcionados, como es el caso de los caninos impactados en el maxilar, debido a que ofrece buen contraste, elimina las imágenes difusas y la superposición de imágenes con respecto a los dientes adyacentes, determinando con exactitud la posición del diente con respecto a sus vecinos, favoreciendo la formulación del diagnóstico y el tratamiento.

A pesar de las limitaciones que, en algunos casos, esta técnica pueda presentar, no se puede dejar de lado la observación de estructuras anatómicas imposibles

de ser observadas a través de cualquier otro método de diagnóstico. También es importante resaltar que este método no sustituye ningún método de diagnóstico radiológico usado hoy en odontología, pero sí llena los espacios vacíos del diagnóstico que no habían sido cubiertos por los métodos convencionales.

Bien es cierto que el sistema de diagnóstico radiográfico y, particularmente, la Tomografía Computarizada, no suelen ser útiles en el diagnóstico de todos los procesos morbosos, situación refrendada por WUERHMANN Y MANSON, 1994, y por (HAN, MANCHONG, 1990), por lo que para efectos de la presente investigación, sólo se describieron algunas anomalías importantes en los que puede tener amplia aplicación.

5. CONCLUSIONES

- El conocimiento de los procesos técnicos inherentes a la Tomografía Computarizada es de vital importancia para la práctica clínica de la odontología, en virtud de facilitar los estados diagnósticos y su eventual medio terapéutico.

- La Tomografía Axial Computarizada representa un importante medio de diagnóstico de los procesos morbosos que afectan la esfera oral, y, por lo tanto; se convierte en una herramienta útil para el odontólogo general o especialista y para el estudiante.

- La Tomografía Axial Computarizada representa considerables ventajas para el ejercicio odontológico, en comparación con otros medios de diagnóstico, lo que la constituyen en un instrumento eficaz en la práctica clínica como herramienta de diagnóstico.

- La Tomografía Computarizada esta indicada cuando por otros medios de diagnósticos más simples no es posible obtener toda la información que requiere el clínico para el diagnóstico preciso y la planificación de sus tratamientos, pero, de igual manera, presenta algunas contraindicaciones y riesgos que deben preverse.

- Disponer de los elementos básicos necesarios para ordenar médicamente una tomografía en el momento que realmente se requiera o cuando las orientaciones clínicas así lo ameriten.

RECOMENDACIONES

- Desarrollar programas de capacitación y de actualización que permitan suministrar a estudiantes y odontólogos las herramientas necesarias para el conocimiento de los fundamentos técnicos, aplicaciones e interpretación de la Tomografía computarizada.

- Adelantar estudios que permitan ampliar los conocimientos en torno a las ventajas, desventajas y riesgos posibles de la tomografía Axial Computarizada y las formas de prevenirlos.

- Implementar procesos de investigación específicos alrededor de la utilidad de la tomografía computarizada en neoplasias u otras alteraciones en el ejercicio de la odontología clínica.

BIBLIOGRAFÍA

AGUINALDO DE FREITAS, ROSA Jose Edu. Radiología Odontológica. Ed. Artes Medicas. Primera Edición. Sau Pablo. 2002; P. 602-722.

ARUNACHALAM, -P-s; Putnam, -G; Jennings, -P; Messersmith, -R; Robson, -A-K. La reoperación de paratiroidectomia en la era de la localización tecnológica. 1994. 12-19p.

BALADRAN y Col. <http://www.zambomedicina.com>.

BARONA DORADO, C *BARONA DORADO, C:/revistaprofesiondental.htm*

BURGUE Wer y Col. Planificación de implantes dentarios: Interamericana, 1998. 26-89p. 1998

BURGERER, Francis A., MARTTI Kormano. Diagnostico por TC. Ed. Marban Libros. Madrid España. 1998; P. 56-118.

POYTON, GUY, Radiología Bucal. Ed. Mc Graw Hill. México. 1992; P. 48-54.

BUSTAMANTE, Lidio Esteban. Vademécum de técnicas para proyecciones. Ed. El Ateneo. Argentina. 2001; P. 291-304.

CAVALCANTI, Marcelo. Aplicaciones Clínicas de la Tomografía Axial Computarizada: Salvat, 1999. 23-52.p

CUCHIARA, R Y Cols. Cirugía del injerto reforzado planeada por el proceso imagen computarizada:Mc Graw Hill. 1996. 24-45p

FRANCIS A, Burgener, MARTTI, Kormano. Ed. Marbal. España. 1998; P. 82-91.

GIULLES, Agnes. Diagnostico del paciente politraumatizado. Ed. Masson S.G. Barcelona. 1994; P. 23-33, 45-56

HAN,MAN CHUNG, CHU-WUAN. KIM. Cortes Anatómicos correlacionados con RM Y TC. Ed. Doyma. España. 1990; P. 4-73.

HOFER, Mathias. Manual práctico de TC. Ed. Médica Panamericana. España. 2000; P. 150-160.

HOFL, Evolución de la Tomografía: Salvat, 2000. 26-83 p.

JACOME, D-E AD, Franklin Medical Center.Headache in-Danlos Syndrome. Cephalgia. Departament of Medicine, Grenfield. 1999 Nov; 19(9): P.791-6

KEN, Jaimel y cols. Fundamentos técnicos de la Tomografía Axial Computarizada1: interamericana. 1997.127-142p.

KRETSCHMANN. Componentes y subsistemas del tomógrafo. Planeta, 1998; 26-68 p.

MARTIN, Lenz. Tumores de cabeza y cuello TC y RM. Ed. Marbal S.L. España. 1995; P. 28-40, 45-54, 73-104.

M.M.J Mc. Nicholas, SP. Ryan. Texto de anatomia radiologica. Ed. Marbal. London.1997; 1-37.

Mathematical theory of stereotactic coordinate transformation: elimination: of rotational targeting error by addition of a third reference point. Technical note. Journal-Neurosurg. 2000 May; 92(5): P.884

Magnetic resonance imaging in acute non-accidental head injury. Acta-Pediatr. 1999 Jul; 88(7): P.734-40.

Metastatic adenocarcinoma to the brain mimicking hemorrhage: case report. Surg-Neurol. 1999 Jul; 52(1): 46-9.

MUTSCHALL, Rudolf. Neuroanatomía y tomografía computarizada. Ed. Doyma S.A. Barcelona; P. 188-200.

NIEDER, -C; Gregoire,-V; Ang,-K-K. Cervical Lymph node metastases from occult squamous cell carcinoma: cut down a tree to get an apple?. Int-Journal-Radiat-Oncol-Biol-Phys. 2001 Jul 1; 50(3): P.727-33.

POLIT, Denise F Y HUNGLER, Bernedette. Investigación Científica en ciencias de la salud. Ed. Mc Graw Hill. Sexta Edición México. 2000; P. 77-124

POYTON, GUY, Radiología Bucal. Ed. Mc Graw Hill. México. 1992; P. 48-54.

RADÜ, Ernst Wilhem TC de cabeza. Ed. Marban . 1998. España; P. 9-35

ROTSEIN, L y col. Spontaneous craniocervical osseous fusion resulting from cervical dystonia. Case report. Journal-Neurosurg. 2001 Jul; 95: P. 115-8.

SANTIN, Guillermo Vademécum Radiológico. Ed Interamericana. España. 2001; P. 67-94.

SANTIN, Guillermo Vademécum Radiológico. Ed Interamericana. España. 2001; P. 67-94

SGOUROS, S y col. Intracranial volume change in craniosynostosis. Journal-Neurosurg. 1999 Oct; 91(4): P.617-25.

TAKAFUMI, Hayashi y Col. Gas in the temporomandibular joint:computed tomography findings. 1998. 751-754. p

T. PARKS. Clínicas radiológica de Norteamérica, Volumen 13, Número 4. EE.UU. 2001.

WEIR, Jaime, ALISON D. Murray. Atlas y Texto de Imágenes Radiológicas Clínicas. Ed. Harcourt. Madrid España.1999; P. 4,7,12,188,396.

WUERMANN y MANSON. Radiología dental. Mallorca: Salvat, 1994. 5-150 p.

Validity of stereotactic frame localization during radiosurgery after one fixation pin removal. Journal-Neurosurg 2002 Dec; 97(5): 539-41

A new Classification for cochleovestibular malformations. Laryngoscope 2002 Dec; 112(12): 2230-41.

Magnetic Resonance Imagin Versus Computed Tomography in pre-operative evaluation of cochlear implant candidates with congenital hearing loss. Journal-Laryngol-Otol. 2002 Oct; 116(10); 804-10

Ring fracture of the skull base: case report and review of the literature. Br-journal Neurosurg. 2002 Jun; 16(3): 300-3.

Sinus inflammation associated with contralateral inverted papilloma. Am-Journal-Rhinol.2002 Mar-Apr; 91-5.

Traumatic subarachnoid hemorrhage on the computerized Tomography scan obtained at admission: a multicenter assessment of the accuracy of diagnosis and the potential impact on patient outcome. Journal Neurosurg 2003 Jan; 98(1): 37

Rotational vertebral artery occlusion from occipital bone anomaly: a rare cause of embolic stroke. Case report. Journal-Neurosurg. 2002 Dec; 97(6): P.1456-9.

Skull base erosion by sphenoid fungus balls: diagnosis and endoscopic treatment. Am-Journal-Rhinol. 2002 May- Jun; 16(3): P.161-4.

A new Classification for cochleovestibular malformations. Laryngoscope. 2002 Dec, 1112(12): P.2230-41

Magnetic resonance imaging versus computed Tomography in pre-operative evaluation of cochlear implant candidates with congenital hearing loss. Journal-Laryngol-Otol 2002 Oct, 118 (10): P.804-10.

Fetal meningeal hemangiopericytoma. Case report. Journal Neurosurg. 2002 Nov; 97 (5): P.1217-20.

Ring fracture of the skull base: case report and review of the literature. Br-Journal-Neurosurg. 2002 Jun; 16(3): P.300-3.

3D stereophotogrammetric image superimposition onto 3D CT scan images: the future of orthognatic surgery: A pilot study. Int-Journal-Adult-Orthodon-Ortognath-Surg. 2002; 17 (4): P. 331-41.

Recombinant activated factor VII for cerebral injury-induced coagulopathy in pediatric patients. Report of three case and review of the literature. Journal-Neurosurg 2003 Mar; 98 (3): P. 611-6.

Concurrent chemotherapy with carboplatin+5-fluorouracil and radiotherapy in advanced squamous cell head and neck carcinoma: a retrospective single instution's study. Tumori. 2001 Sep-Oct; 87 (5): P. 312-6

Experimental test of EEG source localization accuracy in realistically shaped head models. Clin-Neurophysiol. 2001 Dec; 112(12): P.2228-92

From data to Knowledge-the Visible Human Project continues. Medinfo. 2001; 10(Pt 2): P. 887-90.

Present status of neurosurgical trauma in Germany. *World-J-Surg.* 2001 Sep; 25(9): P.1221-3.

Relationship of vestibular aqueduct and inner ear pressure in Meniere's disease and the normal population. *Laryngoscope.* 2001 Sep; 111(9): P. 1625-30.

Spontaneous craniocervical osseous fusion resulting from cervical dystonia. Case report. *Journal-Neurosurg.* 2001 Jul; 95: P. 115-8.

Enhancing implant surgery planning via computerized image processing. *Int-Journal-Comput-Dent.* 2001 Jan; 4(1): P.9-24.

Cervical Lymph node metastases from occult squamous cell carcinoma: cut down a tree to get an apple?. *Int-Journal-Radiat-Oncol-Biol-Phys.* 2001 Jul 1; 50(3): P.727-33.

Artificial elevation of brain tissue glycerol by administration of a glycerol-containing agent. Case report. *Journal-Neurosurg.* 2001 Apr; 94(4): P. 621-3.

Comprehensive assessment of hemorrhage risks and outcomes after stereotactic brain biopsy. *Journal-Neurosurg.* 2001 Apr; 94(4): P. 545-51.

Hypertensive encephalopathy presenting with thunderclap headache. Headache. 2001 Feb; 41(2): 198-200..

Basal Ganglia hematomas in severely head injured patients: Clinico radiological analysis of 37 cases. Journal-Neurosurg. 2001 Feb; 94(2): 224-32.

Primary extradural meningiomas a report on nine cases and review of the era of computerized Tomography scanning. Journal-Neurosurg. 2000 Dec; 93(6): P.940-50.

Inner ear malformations and hearing loss in linear nevus sebaceous syndrome. Int-Journal-Pediatr-Otorhinolaryngol. 2002 Dec22; 56(3); P.211-6.

Positive predictive values of selected clinical signs associated with skull base fractures. Journal-Neurosurg-Sci. 2002 Jun; 44(2): P. 77-82

Video-capture teleradiology for the after-hours reading of computerized Tomography scans. Journal Telemed-Telecare. 2002; 6(4): 229-32.

Intracranial infection after missile brain wound: 15 war cases. Zentralbi-Neurochir. 2000; 61(2): P.95-102.

Brain abscess related to metal fragments 47 years after head injury. Case report. Journal-Neurosurg. 2000 Sep; 93(3): P.477-9. .

Mathematical theory of stereotactic coordinate transformation: elimination: of rotational targeting error by addition of a third reference point. Technical note. Journal-Neurosurg. 2000 May; 92(5): P.884-8.

A solution to the long-object problem in helical cone-beam Tomography. Phys-Med-Biol. 2000Mar; 45(3): 623-43

Intracranial volume change in craniostyocytosis. Journal-Neurosurg. 1999 Oct; 91(4): P.617-25.

Magnetic resonance imaging in acute non-accidental head injury. Acta-Pediatr. 1999 Jul; 88(7): P.734-40. Informe

Metastatic adenocarcinoma to the brain mimicking hemorrhage: case report. Surg-Neurol. 1999 Jul; 52(1): 46-9.

Falcotentorial Plasmacytoma. Case report. Journal Neurosurg. 1999 Jul; 91(1): P.132

Current concepts in the management of paediatric rhinosinusitis. *Journal Laryngol-Otol.* 1999 Jan; 113(1): 1-9.

Headache in-Danlos Syndrome. *Cephalgia.* 1999 Nov; 19(9): P.791-6

Early magnetic resonance Imagin of brainstem lesions after severe head injury. *Journal-Neurosurg.* 1998 Nov; 89(5): P.707-12.