

CONCORDANCIA DE LAS MEDIDAS CEFALOMÉTRICAS OBTENIDAS ENTRE LA TOMOGRAFÍA VOLUMÉTRICA DE RAYO DE CONO ÚNICO Y LA RADIOGRAFÍA EXTRAORAL POSTEROANTERIOR

Arévalo, T. Bernal, D. Silva, P. Vivas, T *
Villamizar, C. **
Hurtado, C. ***
López, C. ****

RESUMEN

OBJETIVO: Determinar la concordancia de las medidas cefalométricas obtenidas entre la tomografía volumétrica de rayo de cono único (CBCT) y la radiografía posteroanterior. **MATERIALES Y METODOS:** Estudio descriptivo transversal con una muestra de 10 residentes de Ortodoncia y Ortopedia. Las variables de estudio fueron las medidas cefalométricas del análisis de Grummons para la radiografía Posteroanterior (Z-Z, Co-Co, Za-Za, Go-Go, Ma-Ma, Ag-Ag, Co-Me, Co-Ag, Ag-Me, Z-Ag, Cg-ENA, ENA-Me, Cg-Me). Se incluyeron residentes de IV y VI semestre, entre 20 y 40 años, candidatos para tratamiento ortodóntico, que deseaban participar en el estudio, se excluyeron mujeres embarazadas. La muestra fue seleccionada por conveniencia. Se tomaron 10 tomografías volumétricas de rayo de cono único y 10 radiografías posteroanteriores. **RESULTADOS:** Al comparar la totalidad de las medidas cefalométricas mediante CBCT y radiografía posteroanterior se observó menor exactitud en esta última, con una correlación y una significancia estadística alta. **CONCLUSIONES:** Los datos más precisos con respecto al gold standard fueron los encontrados en la CBCT, lo que significa que la CBCT ofrece una relación más exacta de la verdadera anatomía ósea del paciente, lo cual permite mejorar y pronosticar con mayor confianza los procedimientos ortodónticos y quirúrgicos dando así una mayor seguridad al clínico para determinar los diagnósticos y elaborar planes de tratamiento más confiables.

PALABRAS CLAVES: *Radiografía posteroanterior, tomografía volumétrica de rayo de cono único, Medidas cefalométricas.*

ABSTRACT

OBJECTIVE: To determine concordance of cephalometric measurements from synthesized cone-beam computed tomography (CBCT) with those from posteroanterior radiographs. **MATERIALS AND METHODS:** Transversal descriptive study, with a sample of 10 residents of the orthodontics and maxillary orthopedics specialization. The variables included in this study were the cephalometric measurements of the Grummons analysis for the posteroanterior radiograph (Z-Z, Co-Co, Za-Za, Go-Go, Ma-Ma, Ag-Ag, Co-Me, Co-Ag, Ag-Me, Z-Ag, Cg-ENA, ENA-Me, Cg-Me). There were included students of the specialization coursing 4th and 6th semester, with ages between 20 and 40 years, Candidates for orthodontic treatment, that wanted to participate in the study, pregnant women were excluded. The sample was chosen by convenience. 10 posteroanterior radiographs, and 10 cone beam computed tomography were taken. **RESULTS:** On having compared the totality of cephalometric measurements between posteroanterior radiographs, and cone beam computed tomography, It was observed less accuracy in the last one, with a correlation and a high statistically significant. **CONCLUSIONS:** The more accurate data with regard to gold standard were founded in the CBCT, which means that CBCT offers a more exactly relation about the real osseous anatomy, Which allows to improve diagnosis and to predict with major confidence the orthodontic and surgical procedures, giving this way more safety to the clinician to determine diagnosis and to elaborate more reliable plans of treatment

KEY WORDS Posteroanterior radiographs, Cone beam computed tomography (CBCT), Cephalometric measurements

* *Residentes Posgrado Ortodoncia y Ortopedia maxilar. UNICOC.*

** *Asesor Científico.*

*** *Asesor Metodológico.*

*** Asesor Estadístico.

INTRODUCCION

La cabeza está constituida por cráneo y cara. El cráneo ocupa la parte superior y posterior de la cabeza y aloja el encéfalo. La cara se encuentra en la región anteroinferior y protege a los órganos de los sentidos.

La relación entre la base del cráneo y la cara constituyen un factor importante en la determinación del crecimiento facial y un elemento útil para establecer esta relación son las radiografías extraorales. (Vellini, 2002)

Las radiografías extraorales más utilizadas para realizar cefalometrías son las laterales de cráneo y las posteroanteriores. Diferentes autores han realizado trazos cefalométricos y han diagnosticado diversas alteraciones, así como corregido y tratado un gran número de anomalías de crecimiento basados en ellas. Sin embargo las imágenes radiográficas ofrecen muchas desventajas tanto en su toma como en la interpretación y localización de estructuras anatómicas causadas por factores como la superposición de estructuras, magnificación, distorsión o falta de contraste; todo ello causado por ser imágenes bidimensionales.⁽¹⁾

La proyección posteroanterior (PA) es una de las radiografías extraorales más usadas para trazar las cefalometrías, ya que permite observar las posibles asimetrías faciales.⁽²⁾⁽³⁾ En esta radiografía el paciente debe colocarse con su plano de Frankfort paralelo al piso, de la misma forma, el punto de incidencia del haz de rayos X es la eminencia occipital externa y este debe ser perpendicular a la película radiográfica.⁽⁴⁾ así mismo se emplea en caso de traumatismo o anomalías del desarrollo, y proporciona un buen registro para detectar cambios progresivos en las dimensiones medio-laterales del cráneo, incluyendo el crecimiento asimétrico.⁽²⁾ Igualmente, ofrece buena visualización de las estructuras faciales senos frontales y etmoidales, fosas nasales y orbitas).

Las proyecciones posteroanteriores se han utilizado para realizar cefalometrías. La

cefalometría es una técnica radiográfica que permite obtener una imagen de la cabeza humana en un esquema geométrico medible.

En los procedimientos quirúrgicos y tratamientos ortodónticos convencionales, se ha observado que no existe una verdadera concordancia entre las medidas obtenidas en las radiografías cefálicas laterales y las medidas obtenidas con otras ayudas diagnósticas; esto en muchos casos conlleva a diagnósticos y planes de tratamientos menos predecibles

Recientemente, nuevas técnicas imagenológicas han permitido observar mejor estas estructuras de cráneo con márgenes de distorsión y magnificación menores; tal es el caso de la tomografía computarizada de rayo de cono (C.B.C.T.) o conocida también como CONE BEAM.^{(5),(6),(7)}

Este medio diagnóstico permite obtener imágenes tridimensionales del paciente en forma de imagen volumétrica y digital, que puede ser utilizada para evaluar la anatomía dental y craneofacial con un mínimo de distorsión y magnificación y lo más importante sin superposición de estructuras.⁽⁵⁾

Estas imágenes pueden proporcionar una mejor ubicación de los puntos cefalométricos, comparándolas con las radiografías extraorales antero-posteriores convencionales, lo cual permite una mejor predicción diagnóstica en pacientes que necesiten tratamiento ortodóntico o de cirugía Ortognática.

Dos tipos de errores ocurren con estos análisis: errores de proyección y de identificación.⁽⁸⁾

Los errores de proyección son causados por la representación en imágenes bidimensionales de un objeto tridimensional. Los rayos X no son paralelos y se originan desde una fuente dando como resultado imágenes alargadas, producidas por las distancias entre el foco, el objeto y la película.⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾ La mala alineación del cefalostato y la rotación de la cabeza del

paciente en éste, en cualquier plano también inducen a errores de proyección.

Los errores de identificación son los errores de los puntos específicos identificados sobre la película y son considerados por muchos investigadores como las mayores fuentes de error en la cefalometrías. ^{(11), (12).}

Otros errores involucran la calidad de la imagen radiográfica, precisión en la definición de los puntos, reproducibilidad en la localización de los puntos, procedimiento de registro. La magnitud del error varía ampliamente de punto a punto. El mayor problema es que cada error lleva a cambios sutiles y los grandes se observan claramente. ^{(13).}

En la actualidad y a pesar de estos inconvenientes la radiografía antero-posterior se usa para trazar cefalometrías. Entre los usos más comunes de esta proyección en ortodoncia se tienen la planeación del tratamiento ortodóntico-quirúrgico, el diagnóstico diferencial en los casos de latero desviaciones mandibulares y desviaciones de líneas medias dentarias, para la simetría de los componentes del complejo maxilofacial. También se ha usado para la indicación y posterior evaluación de tratamiento de expansiones o disyunción del maxilar superior y en el diagnóstico de malformaciones que pueden afectar distintas estructuras, así como para determinar el espesor de las ramas ascendentes mandibulares, dato de suma utilidad en casos quirúrgicos que no se puede obtener de las radiografías laterales. ^{(2).}

El objetivo del estudio fue determinar el grado de concordancia entre las medidas de cefalogramas obtenidos de la tomografía volumétrica de rayo de cono **C.B.C.T** comparadas con cefalogramas convencionales obtenidos de radiografías extraorales posteroanteriores.

MATERIALES Y METODOS

Estudio descriptivo transversal, la muestra fue de 10 residentes de Ortodoncia y Ortopedia maxilar del la Institución Universitaria Colegios de Colombia, Colegio Odontológico.

La unidad de observación fueron las medidas cefalométricas de la tomografía volumétrica de rayo de cono único (CBCT) y la radiografía Posteroanterior.

Los criterios de selección fueron: residentes del postgrado de Ortodoncia y Ortopedia maxilar con edades entre 20 y 40 años que fueran candidatos para tratamiento ortodóntico y que desearan participar en el estudio; se excluyeron mujeres embarazadas.

La muestra fue seleccionada por conveniencia. Las variables de estudio fueron las medidas cefalométricas del análisis de Grummons para la radiografía Posteroanterior (Z-Z, Co-Co, Za-Za, Go-Go, Ma-Ma, Ag- Ag, Co-Me, Co- Ag, Ag – Me, Z-Ag, Cg- ENA, ENA – Me, Cg – Me)

Se elaboró un modelo de estudio sobre un cráneo humano seco en el cual se ubicaron marcadores fabricados con módulos separadores de ortodoncia rellenos de gutapercha ya que por ser un material radiopaco y no metálico, es ideal para este tipo de estudio.

Los marcadores de gutapercha se ubicaron en el centro de cada uno de los puntos sobre la superficie del cráneo seco y fueron fijados con pegante instantáneo (supercryl ®.) Ver figura 1.

Fig.1 Colocación de marcadores de gutapercha en el cráneo seco.



Posteriormente los espaciadores fueron cubiertos con gutapercha termo plastificada. Una vez obtenido el modelo estándar, a partir del cráneo seco y los puntos anatómicos con marcadores de gutapercha, se llevó a la UNIDAD DE RADIOLOGÍA E IMAGENOLOGÍA DE LA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA, para la toma de la radiografía

extraoral Posteroanterior. Para este procedimiento se utilizó un aparato de radiología extraoral (VILLA SISTEM MEDICAL®, Modelo 82088100, Serial 19400012 Fabricado en Italia). El cráneo fue colocado en el cefalostato verificando su correcta posición con respecto al plano de Frankfort y la línea media esquelética. La toma se realizó bajo las siguientes condiciones: El tiempo de exposición fue de 1,5 segundos con un kilovoltaje de 110Kv y un miliamperaje de 8 ma. Para el revelado de la radiografía se usó un revelador automático, se rotuló y se almacenó.

Del modelo de cráneo seco se obtuvo una tomografía computarizada de rayo de cono (CBCT), para lo cual se utilizó un tomógrafo de rayo de cono (i-CAT®) con sensor Flat Panel en el CONSULTORIO RADIOLÓGICO ORAL Y MAXILOFACIAL "ALVARO DELGADO MORALES". Así mismo, el cráneo fue colocado en el tomógrafo verificando el paralelismo del plano de Frankfort con respecto al piso y ubicando la línea media facial perpendicular al piso. El i-CAT permitió una captura completa del cráneo con un protocolo de 20 + 20 segundos y resolución de 0.4. Las imágenes obtenidas del modelo, fueron guardadas en un CD_ROM para su posterior impresión digital en papel fotográfico y en acetato. Ver figura 2.

Fig. 2. Modelo de Cráneo seco Colocado en el CBCT.

Terminada la prueba piloto, se procedió a la toma de las radiografías posteroanteriores en cada uno de los 10 pacientes, previo consentimiento informado.

Los pacientes fueron llevados al aparato de radiología extraoral y colocados en el cefalostato verificando su correcta ubicación con respecto al plano de Frankfort y a la línea media facial. El tiempo de exposición fue de

1,5 segundos con un kilovoltaje de 110Kv y un miliamperaje de 8 ma. Las radiografías posteroanteriores de cada uno de los pacientes fueron reveladas automáticamente y rotuladas.

Para la toma de la CBCT, los pacientes fueron llevados al CONSULTORIO RADIOLÓGICO ORAL Y MAXILOFACIAL "ALVARO DELGADO MORALES" para la toma de la tomografía Computarizada de Cono Único (CBCT), una vez verificada la correcta posición con respecto al plano de Frankfort y la línea media facial se realizó la toma de las imágenes y fueron archivadas en CD-ROM para luego ser impresas en papel fotográfico y en acetato. Ver figura 3.

Fig. 3. Colocación y toma de imágenes posteroanteriores en pacientes.



Una vez obtenidas las imágenes de la radiografía posteroanterior convencional y de la CBCT, se procedió a ubicar los puntos cefalométricos de estudio. Así:

Z-Z, Co-Co, Za-Za, Go-Go, Ma-Ma, Ag-Ag, Co-Me izquierdo, Co-Me derecho, Co-Ag izquierdo, Co-Ag derecho, Ag-Me izquierdo, Ag-Me derecho, Z-Ag izquierdo, Z-Ag derecho, Cg- ENA, ENA-Me, Cg-Me. Ver figura 4

Fig.4 Localización y medición de planos sobre las radiografías y cefalometrías Posteroanteriores.

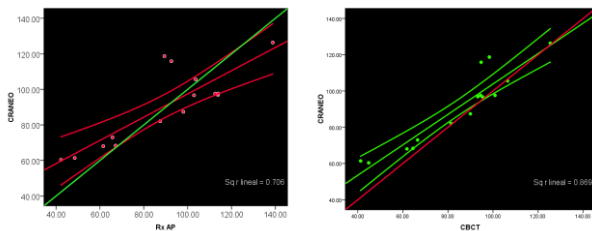
Ubicados los puntos, se procedió a realizar las mediciones de cada uno de los planos, mediante un calibrador micrométrico digital (VERNIER®), dichas mediciones fueron realizadas por cuatro residentes del postgrado de Ortodoncia y Ortopedia maxilar de la Institución Universitaria Colegios de Colombia, el coordinador de la cátedra de radiología de la misma institución y un radiólogo del Consultorio Radiológico Oral y Maxilofacial “Álvaro Delgado Morales”, quienes fueron calibrados para la toma de las medidas..

Las medidas fueron registradas en un instrumento de recolección de datos diseñado para este fin. Finalmente los datos se sometieron a análisis estadístico con SPSS en el Departamento de estadística de la institución universitaria Colegios de Colombia UNICOC.

RESULTADOS

Los hallazgos encontrados durante la prueba piloto muestran mayor dispersión de los datos obtenidos en la radiografía posteroanterior, con respecto a la CBCT y el modelo de cráneo seco. Ver Gráfica 1.

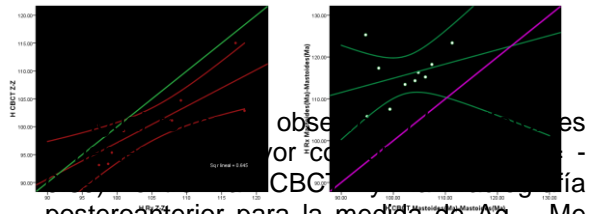
Grafica 1. Variación entre radiografía posteroanterior – cráneo seco y CBCT- cráneo seco



En los hallazgos relacionados con la prueba de campo se observó una correlación alta ($r=0.99$) entre la CBCT y la radiografía posteroanterior para la medida de Z-Z, por el

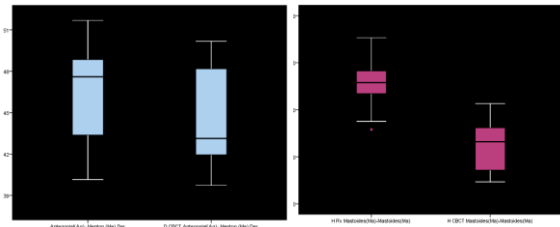
contrario, la más baja correlación ($r = 0,31$) entre la CBCT y la radiografía posteroanterior para la medida de Ma – Ma. Ver gráfica 2

Grafica 2. Comparación de mayor y menor correlación entre la CBCT y la Radiografía posteroanterior



observado para la medida de Z-Z, por el contrario, la más baja concordancia (CCC = 0,01) entre la CBCT y la radiografía posteroanterior para la medida de Ag – Me der, por el contrario, la más baja concordancia (CCC = 0,01) entre la CBCT y la radiografía posteroanterior para la medida de Ma – Ma. Ver Gráfica 3.

Grafica 3. Comparación de mayor y menor concordancia entre la CBCT y la Radiografía posteroanterior



Finalmente se observó que no existe ninguna concordancia ni ninguna correlación entre las medidas obtenidas entre la radiografía extraoral posteroanterior convencional y la imagen posteroanterior obtenida por medio de CBCT como muestra la tabla 1.

Tabla 1. Coeficientes de Correlación y Concordancia de las medidas cefalométricas obtenidas de CBCT y Radiografía posteroanterior

MEDIDAS CEFALOMETRICAS	N	CORRELACION	CONCORDANCIA	SIG
CBCT Y Rx AP Z-Z	10	0.803	0.090	0.005
CBCT Y Rx AP Co - Co	10	0.587	0.030	0.074
CBCT Y Rx AP Za - Za	10	0.992	0.050	0.000
CBCT Y Rx AP Go - Go	10	0.846	0.060	0.002
CBCT Y Rx AP Ma - Ma	10	0.311	0.010	0.381
CBCT Y Rx AP Ag - Ag	10	0.747	0.070	0.013
CBCT Y Rx AP Co - Me Izq	10	0.863	0.070	0.001
CBCT Y Rx AP Co - Me Der	10	0.786	0.080	0.007
CBCT Y Rx AP Co - Ag Izq	10	0.668	0.080	0.035

CBCT Y Rx AP Co- Ag Der	10	0.761	0.080	0.011
CBCT Y Rx AP Ag- Me Izq	10	0.433	0.040	0.211
CBCT Y Rx AP Ag- Me Der	10	0.478	-0.059	0.162
CBCT Y Rx AP Z - Ag Izq	10	0.640	0.060	0.047
CBCT Y Rx AP Z - Ag Der	10	0.893	0.070	0.001
CBCT Y Rx AP Cg- ENA	10	0.586	0.030	0.075
CBCT Y Rx AP ENA- Me	10	0.962	0.130	0.000
CBCT Y Rx AP Cg- Me	10	0.823	0.040	0.003

DISCUSIÓN

Adams y cols. en 2004 fueron los primeros en realizar un estudio de comparación de medidas cefalométricas de cráneos secos en radiografías convencionales y un nuevo sistema tridimensional.

Los puntos anatómicos fueron escogidos por un radiólogo craneofacial experto. Después de marcar dichos puntos y conocer las distancias reales entre ellos, pudieron establecer el cráneo seco como prueba de oro, para comparar la exactitud de las medidas en las radiografías convencionales y el sistema tridimensional.

Un procedimiento similar fue desarrollado durante nuestro estudio, en el cual se tomó un modelo de cráneo seco y se seleccionaron diferentes puntos anatómicos, posteriormente se obtuvieron las imágenes de la radiografía posteroanterior y la CBCT sobre las cuales se realizaron y se compararon las medidas cefalométricas para determinar una nueva prueba de oro.

Waitzman y cols. 1992. reportaron que de manera tradicional la evaluación cefalométrica de pacientes con necesidades ortodónticas se realiza mediante los cefalogramas laterales y frontales. A diferencia de las radiografías posteroanteriores convencionales, la CBCT no presenta distorsión inherente de las estructuras anatómicas. Como resultado de esto, se han reportado medidas más exactas para las imágenes bidimensionales reconstruidas a partir de la tomografía computarizada, lo cual coincide con nuestro estudio en el que se determinó que la CBCT constituye un método diagnóstico de mayor exactitud.

Moshiri y cols en 2007 encontraron dentro de los resultados de su estudio, gran exactitud en las medidas obtenidas de la CBCT por lo cual sugieren interpretar los hallazgos, apoyando esta modalidad dentro de la práctica ortodóntica. En nuestro estudio al igual que en el estudio de Moshiri, se pudo establecer que las medidas cefalométricas obtenidas de la CBCT en comparación con la radiografía posteroanterior, ofrecen mayor precisión sugiriendo a los especialistas en las áreas de Ortodoncia, Ortopedia maxilar y Cirugía Maxilofacial una herramienta adicional de diagnóstico en su práctica clínica.

V. CONCLUSIONES

La mayor concordancia con respecto a la prueba de oro inicial (cráneo seco) se obtuvo con la tomografía volumétrica de rayo de cono único. (prueba de oro final)

En los análisis realizados, se evidencia mayor dispersión entre los datos obtenidos entre las medidas de la radiografía posteroanterior y la Tomografía Computarizada de Rayo de cono (CBCT) con respecto al modelo de cráneo seco.

En general, no se encontró concordancia ni correlación estadísticamente significativa en las medidas obtenidas en la radiografía posteroanterior y la CBCT

Los datos más precisos con respecto al gold standard fueron los encontrados en la Tomografía Computarizada de Rayo de cono (CBCT).

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo con los hallazgos obtenidos en el estudio se sugiere a los ortodoncistas, ortopedistas maxilares y cirujanos maxilofaciales tener precaución con las medidas cefalométricas obtenidas de radiografías extraorales posteroanteriores al momento de realizar diagnósticos y proponer planes de tratamiento.

Teniendo en cuenta las diferencias observadas clínicamente entre los dos

medios diagnósticos los investigadores recomiendan usar la radiografía posteroanterior en forma mesurada dependiendo de la intervención a realizar.

En la actualidad el alto costo de las imágenes diagnósticas CBCT ha limitado su uso a pacientes con alta capacidad económica, por tanto es necesario reducir su costo para que una mayor cantidad de pacientes puedan tener acceso a ellas y sea posible generalizar su uso

Realizar nuevos estudios en los que se tenga en cuenta el biotipo como criterio de inclusión, para reducir el nivel de dispersión en las medidas.

Realizar a largo plazo un estudio en población colombiana que permita establecer las medidas promedio de los diferentes planos, creando una cefalometría específica para CBCT

BIBLIOGRAFIA

- 1.-GREGORET J. Ortondoncia y cirugía Ortognática. Diagnostico y planificación. Ed. Espaxs. Barcelona 1997. Cap. 7 pg.121.
- 2.-VELLINI F. ortodoncia. Diagnóstico y planificación clínica. Ed. Artes. Médicas. Sao paulo.2002. Cap.2 pg.33.
- 3.- GOAZ-WOOD. Diagnostico Radiográfico. Ed. Mosby. Buenos Aires.2000.Pg.229-230.
- 4.- CEVIDANES J. Y COL. Image analysis and superiposition of 3-dmesional cone beam computed tomography model. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;129:611-8.
- 5.- WILLIAM C. SCARFE YCOL. Clinical Applications of Cone-Beam Computed tomography in dental practice.J.C.D.A. February 2006, Vol. 72, No. 1.
- 6.- W.NARKBUAKAEW C.PINTAVIROOJ. 3D Modeling from Multiple Projections:Parallel-Beam to Helical Cone-Beam Trajectory. WSCG'2005, January 31-February 4, 2005 Plzen, Czech Republic.
- 7.-GREGORY, A. Comparison between traditional 2-dimensional cephalometry and a 3-dimensional approach on human dry skulls. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2004;126:397-409.
- 8.-LATARJET Y COL. Anatomía humana. Ed. Panamericana. Buenos Aires. 2º edición. 2005.
- 9.- TETUT L. Y COL. Compendio de Anatomía Descriptiva. Ed. Masson. Mexico D.F. 22º edición 2004. Cap 1.
- 10.- FIGUN M. Anatomía Odontológica Funcional y Aplicada. Ed. El Atenéo. Mexico.D.F. 2º edición. 2002.
- 11.-HARRIN-JANSEN.Radiología bucal. Ed. Interamericana. Buenos aires. 5º Edición. 2002. Cap. 1.
- 12.- SAFNE-GIBILISCO. Diagnóstico Radiológico. Ed. Panamericana . Buenos aires. 5ª Edición. 1985.
- 13.- GUILLERMO RASPALL. Cirugía Oral e Implantología. Ed. Panamericana. Buenos Aires. 2º Edición. 2006.
- 14.-MOYERS RE, BOOKSTEIN FL, HUNTER WS. Analysis of the craniofacials keleton: Cephalometrics. In: Moyers RE, editor. Handbook of orthodontics. Chicago: Yearbook; 1988. 247-309.
- 15.-BAUMRIND S, FRANTZ TC. The reliability of head film measurements.1. Landmark identification. Am J Orthod 1971;60:111-27.
- 16.-GRUMMONS D. Y COL. A Frontal Asymetry Analysis. J.C.O. july 1987.
- 17.-SCOTT D. GANZ. CT Scatechnology.International magazine of Oral Implantology. Vol1. 2001.
- 18.- YUICHI HARASE Y COL. Diagnostic Ability of Extraoral Tuned Apertura Computed Tomography (TACT)...Oral Surgery, Oral Pathology, Oral Pathology.vol 100:84-91. 2005.
- 19.-DE OLIVEIRA RC. Assessments of trabecular bone density at implant sites on CT images. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2008 Feb;105(2):231-8.
- 20.-FARMAN AG, SCARFE WC. Development of imaging selection criteria and procedures should precede cephalometric assessment with cone-beam computed tomography. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;130:257-65.
- 21.-DANFORTH R A,DU I AND MAH J,"3-D volume imaging for dentistry: a new dimension", J Calif Dent Assoc (2003);31: pp.817-823.
- 22.-SUKOVIC P. Cone beam computed tomography in craniofacial imaging. Orthod Craniofac Res 2003; 6(Suppl 1):31-6.
- 23.-ZIEGLER CM, WOERTCHE R, BRIEF J, HASSFELD S. Clinical indications for digital volume tomography in oral and maxillofacial surgery. Dentomaxillofac Radiol 2002; 31(2):126-30.
- 24.-WILLIAM C. SCARFE, BDS, FRACDS, MS; ALLAN G. FARMAN, BDS, PHD, DSC; Predag Sukovic, BS, MS, PhD Clinical Applications of Cone-Beam Computed Tomography in Dental Practice J Can Dent Assoc 2006; 72(1):75-80.
- 25.- COHNEN M, Kemper J, Mobes O, Pawelzik J, Modder U. Radiation dose in dental radiology. Eur Radiol 2002; 12(3):634-7.

26.-VANNIER MW, MARSH JL, WARREN JO. Three-dimensional CT reconstruction images for craniofacial surgical planning and evaluation. *Radiol* 1984;150:179-85.

27.- MAKI K, MILLER AJ, OKANO T, HATCHER D, YAMAGUCHI T, KOBAYASHI H, ET AL. Cortical bone mineral density in asymmetrical mandibles: a three-dimensional quantitative computed tomography(QCT) study. *Eur J Orthod* 2001;23:217-32.

28.-HATCHER DC, MCEVOY SP, MAH RT, FAULKNER MG. Distribution of local and general stresses in the stomatognathic system. In: McNeill C, editor. *Science and practice of occlusion*. Chicago: Quintessence; 1997. 259-70.

29.- MOZZO P, PROCACCI C, TACCONI A, et al., "A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results", *Eur Radiol* (1998);8: pp. 1,558–1,564.).

30.-Power G, Breckon J, Sherriff M, McDonald F. Dolphin imaging software: an analysis of the accuracy of cephalometric digitization and orthognathic prediction. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2005;34:619-26.