

CONCORDANCIA DE LAS MEDIDAS CEFALOMÉTRICAS ENTRE LA TOMOGRAFÍA VOLUMÉTRICA DE RAYO DE CONO ÚNICO Y LA RADIOGRAFÍA CEFÁLICA LATERAL

Cardona, M. Fernández, M. Giraldo, J. Grajales. N *
Villamizar, C. **
Hurtado, C. ***
López, C. ***

Modalidad: Oral
Categoría: Postgrado

RESUMEN

OBJETIVO: Determinar la concordancia de las medidas cefalométricas entre la tomografía volumétrica de rayo de cono único (CBCT) y la radiografía cefálica lateral. **MATERIALES Y METODOS:** Estudio descriptivo transversal con una población de 10 residentes de Ortodoncia y Ortopedia maxilar. Las variables fueron las medidas cefalométricas (S-Na, ENA-ENP, Na-Gn, Gn-Go, Ba-Na, Co-Go, Co-Gn, Na-ENA, ENA-Gn). Se incluyeron residentes de IV y VI semestre, entre 20 y 40 años, candidatos para tratamiento ortodóntico, con consentimiento informado, se excluyeron mujeres embarazadas. La muestra fue por conveniencia. Se tomaron 10 tomografías volumétricas de rayo de cono único y 10 radiografías cefálicas laterales. La prueba de oro fue la CBCT a partir de la cual se analizó la concordancia de conformidad con respecto a la radiografía cefálica lateral donde se compararon las medidas mencionadas en las variables. Se realizó un análisis de concordancia intraclass. **RESULTADOS:** Los hallazgos de la prueba piloto mostraron mayor correlación entre la CBCT y el modelo de cráneo seco ($r=0.999$) comparada con la correlación entre la radiografía cefálica lateral y el modelo de cráneo seco ($r=0.980$). En la prueba de campo se encontró una correlación entre ($r=0.985$) y ($r=0.781$) para la CBCT y la radiografía cefálica lateral y un coeficiente de correlación intraclass (CCI) de 0.044. **CONCLUSIONES:** La CBCT ofrece una relación de mayor concordancia con el cráneo seco. Entre la CBCT y la radiografía cefálica lateral existe diferencias estadísticamente significativas, existe correlación pero no existe concordancia.

PALABRAS CLAVES: Radiografía cefálica lateral, tomografía volumétrica de rayo de cono único, Medidas cefalométricas.

ABSTRACT

OBJECTIVE: To determine concordance of cephalometrics measurements from synthesized cone-beam computed tomography (CBCT) with those from lateral cephalograms radiographs. **MATERIALS AND METHODS:** Descriptive cross sectional study with a population of 10 Orthodontics and Maxilar Orthopedics students. The study variables were the cephalometrics measurements (S-Na, ENA-ENP, Na-Gn, Gn-Go, Ba-Na, Co-Go, Co-Gn, Na-ENA, ENA-Gn). IV and VI semester students, 20 to 40 years old, that needed orthodontic treatment and wanted to participate in the investigation, were included. Pregnant women were excluded. The sample was selected to make it suitable. Ten (10) cone-beam computed tomographies and ten (10) lateral cephalograms radiographs were taken. The gold standard was the CBCT which was analyzed to determine consent concordance. The intraclass correlation coefficient was determined.

RESULTS: The findings found through the test pilot reflected a higher correlation between the CBCT and dry skull ($r=0.999$) than the correlation between the lateral cephalogram radiography and dry skull ($r=0.980$). At the field test it was found a correlation between ($r=0.985$) and ($r=0.781$) for the CBCT and the lateral cephalogram radiography. The value of the intraclass correlation coefficient (ICC) was 0.044. **CONCLUSIONS:** There is a better concordance between the CBCT and the dry skull. On the other side, there are statistically meaningful differences between the CBCT and the lateral cephalogram radiograph. There is correlation but not concordance.

KEY WORDS: Lateral cephalograms radiographs, cone-beam computed tomography, cephalometrics measurements.

*Odontólogos Residentes postgrado de Ortodoncia y Ortopedia maxilar

** Odontólogo Especialista en Cirugía Oral, docente jefe de imagenología y Diagnóstico oral

***Odontóloga Especialista en Seguridad Social en Salud, docente de investigación

**** Estadística

INTRODUCCIÓN

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 determinar esta relación son las radiografías extraorales. (Vellini, 2002)

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.

La cefalometría es una técnica que resume las complejidades del cráneo humano en un esquema geométrico. La práctica actual utiliza una imagen radiográfica bidimensional en una película de acetato, la cual es conocida como cefalograma. De un cefalograma se deriva un análisis cefalométrico en el que las estructuras anatómicas están reducidas a puntos de referencia que indican la forma y ubicación de éstos, permitiendo diagnosticar anomalías, predecir el crecimiento craneofacial, planificar tratamientos y evaluar sus resultados. (Moyers, 1988) (Adams, 2004)

Otras técnicas imagenológicas han permitido observar las estructuras de cráneo con márgenes de distorsión y magnificación menores, como es el caso de la tomografía computarizada. (CT-Scan) (Sukovic, 2003)

Este medio diagnóstico ha experimentado una gran evolución hasta los tomógrafos de sexta generación llamados, tomografía volumétrica de rayo de cono único (CBCT) o Cone Beam, la cual permite obtener imágenes del paciente en forma volumétrica digital que puede ser usada para evaluar la anatomía dental y craneofacial con un mínimo de distorsión y exposición a la radiación. (Mozzo y cols, 1998)

Los reportes publicados indican que la dosis efectiva de radiación en una tomografía volumétrica de rayo de cono (rango promedio entre 36.9-50.3

microsievert) (Schulze, 2004) es significativamente reducida a 98% comparado con el sistema de tomografía computarizada convencional. (Cohnen, 2002) (Schulze, 2004) (Scaf, 1997) (Ngan, 2003).

En la actualidad las imágenes diagnósticas digitalizadas están ofreciendo mayor confiabilidad en el establecimiento de planes de tratamiento ortodónticos y ortognáticos, en comparación con las imágenes radiográficas convencionales.

El objetivo del estudio fue determinar la concordancia entre las medidas cefalométricas obtenidas sobre la tomografía computarizada de rayo de cono único (CBCT), y la radiografía cefálica lateral.

MATERIALES Y MÉTODOS

Estudio descriptivo transversal, con una población 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 cefálica lateral. 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, 10 sujetos, a los cuales se les tomó una radiografía cefálica lateral y una tomografía volumétrica de rayo de cono único. Las variables de estudio fueron las medidas cefalométricas (S-Na, ENA-ENP, Na-Gn, Gn-Go, Ba-Na, Co-Go, Co-Gn, Na-ENA, ENA-Gn).

Se elaboró un modelo de estudio sobre un cráneo humano seco en el cual se ubicaron marcadores fabricados con gutapercha de 2mm de diámetro ya que por ser un material radiopaco y no metálico, es ideal para este tipo de estudio.

La confección de estos marcadores de gutapercha se realizó de la siguiente manera:

Se obtuvieron en el mercado una serie de balines metálicos de 2mm de diámetro, a los cuales se les tomó una impresión en silicona pesada a fin de obtener un molde de dichos balines. Una vez polimerizada la silicona, se procedió a vaciar sobre los moldes gutapercha termoplástica, para así obtener una serie de esferas de gutapercha. Posteriormente, estos marcadores fueron colocados en cada uno de los puntos anatómicos (S, Na, ENA, ENP, Gn, Go, Ba, Co) en el modelo de cráneo seco. Figura 1.

Figura 1. Vista frontal de cráneo seco con marcadores anatómicos en gutapercha



Al modelo se le tomó una radiografía cefálica lateral (Equipo Radiológico Extraoral Villa Sistemi Medicali Modelo 82088100, serial 19400012, Italia). El cráneo fue colocado en el cefalostato verificando la correcta posición de éste con respecto al plano del Frankfort y a la línea media esquelética. El tiempo de exposición fue de 1,5 seg con un kilovoltaje de 110Kv y un miliamperaje de 8 ma. Figura 2

Figura 2. Vista del cráneo seco posicionado en el equipo radiográfico extraoral

Una vez tomada la radiografía del cráneo, se obtuvo la imagen mediante un revelador automático (AFP Imaging, serial MM-3064 CAT #9992305300 Tipo Minimed/90, 1560 Watts, 60 Hertz, 120 Volt, 13amp, Made in USA).

Posteriormente se obtuvo del mismo cráneo seco la reconstrucción de una

imagen cefálica lateral a partir de la CBCT que permitiera la comparación con la radiografía cefálica lateral convencional, para lo cual se utilizó un equipo tomográfico volumétrico (Imaging Sciences i-CAT, USA). De la misma manera 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 a dicho piso mediante marcadores láser. Figura 3.

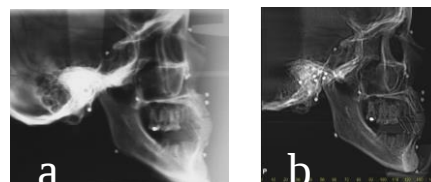
Figura 3. Vista del cráneo seco posicionado en el tomógrafo



El i-CAT permitió realizar una captura completa del cráneo con un protocolo de 20 + 20 segundos y resolución de 0.4. Las imágenes obtenidas del modelo, fueron entregadas en un CD_ROM y en formato impreso para su posterior análisis.

Una vez obtenidas las imágenes tanto de la radiografía cefálica lateral convencional (Figura 4a), como de la tomografía volumétrica de rayo de cono único (Figura 4b), se procedió a localizar los planos cefalométricos (S-Na, ENA-ENP, Na-Gn, Gn-Go, Ba-Na, Co-Go, Co-Gn, Na-ENA, ENA-Gn).

Figura 4. a) Radiografía cefálica lateral. b) CBCT de cráneo seco.



Luego se realizaron las mediciones de los planos cefalométricos en cada una de las imágenes, mediante un calibrador digital (DRAGON®). Dichas mediciones fueron realizadas por cuatro residentes del postgrado de Ortodoncia y Ortopedia maxilar y el jefe

de imagenología y diagnóstico oral de la Institución Universitaria Colegios de Colombia, Colegio Odontológico quien además fue el encargado de la estandarización de los observadores. Para la calibración en la ubicación de puntos y medidas cefalométricas, los residentes realizaron dichas mediciones durante 3 días consecutivos a la misma hora del día, escogiéndose de acuerdo a esto, la persona que registró menor margen de error en la toma de mediciones con respecto al modelo de cráneo seco. Figura 5.

Figura 5. Toma de mediciones por parte del operador.

Se procedió a utilizar las medidas del modelo de cráneo seco como prueba de oro para luego ser comparadas con las medidas obtenidas en la radiografía y la tomografía con el fin de determinar cuál de estos medios diagnósticos tenía mayor concordancia. De acuerdo a este procedimiento, se determinó que la mayor precisión se presentaba en la CBCT asumiendo esta última como nueva prueba de oro (concordancia de conformidad).

Diez pacientes fueron seleccionados para el estudio, a cada uno se le tomó una radiografía cefálica lateral y una tomografía volumétrica de rayo de cono único.

Las mediciones de los planos tanto en la radiografía cefálica lateral como en la tomografía volumétrica de rayo de cono único fueron realizadas por el observador estandarizado.

Las medidas y puntos anatómicos obtenidos en las radiografías cefálicas laterales fueron comparadas con las medidas obtenidas en las imágenes

tomográficas de la CBCT. Al igual que en la prueba piloto, los datos fueron registrados en el instrumento de recolección para su tabulación y análisis estadístico.

Implicaciones éticas

Teniendo en cuenta que los pacientes pertenecientes a la investigación serían sometidos a una dosis mínima de radiación, se determinó que el tipo de riesgo es mayor que el mínimo, considerado por el comité de ética institucional de acuerdo con la resolución 8430 de 1993. Por tal motivo se solicitó a los participantes su autorización mediante la firma del consentimiento informado.

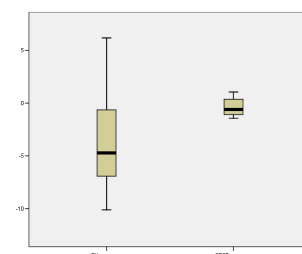
ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron tabulados en Excel versión 2003 y fueron procesados en SPSS versión 13. Se realizó el análisis de concordancia de las medidas cefalométricas mediante el coeficiente de correlación y concordancia (CCC) y el coeficiente de correlación intraclase (CCI).

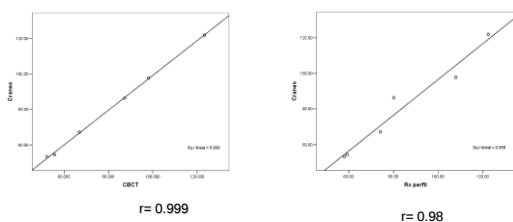
RESULTADOS

Los hallazgos encontrados durante la prueba piloto muestran una mayor correlación entre la CBCT y el modelo de cráneo seco ($r = 0.999$) comparada con la correlación entre la radiografía cefálica lateral y el modelo de cráneo seco ($r = 0.980$). Figuras 6 y 7.

GRÁFICA 1. Coeficientes de correlación y concordancia (CCC) entre radiografía cefálica lateral-cráneo seco y CBCT-cráneo seco



GRÁFICA 2. Coeficientes de correlación CBCT-cráneo seco y radiografía cefálica lateral-cráneo seco



El coeficiente de correlación y concordancia (CCC) para la CBCT es de 0.99 y para la radiografía cefálica lateral es de 0.95 con respecto al modelo de cráneo seco.

Se encontró un promedio de diferencias entre las mediciones de la CBCT y el modelo de cráneo seco entre -0.39 ± 0.94 en comparación con las mediciones de la radiografía cefálica lateral y el modelo de cráneo seco entre -3.49 ± 5.67 .

En los hallazgos relacionados con la prueba de campo se encontró una correlación alta ($r=0.985$) entre la CBCT y la radiografía cefálica lateral para la medida ENA-GN y la más baja ($r= 0.781$) entre la CBCT y la radiografía cefálica lateral para la medida ENA-ENP. Tabla 1.

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

MEDIDAS CEFALOMÉTRICAS	N	Correlación	Sig.
CBCT y Rx perfil Ba-Na	10	,957	,000
CBCT y Rx perfil Co-Gn	10	,954	,000
CBCT y Rx perfil Co-Go	10	,807	,005
CBCT y Rx perfil Ena-Enp	10	,781	,008
CBCT y Rx perfil Ena-Gn	10	,985	,000
CBCT y Rx perfil Gn-Go	10	,960	,000
CBCT y Rx perfil Na-Ena	10	,924	,000
CBCT y Rx perfil Na-Gn	10	,983	,000
CBCT y Rx perfil S-Na	10	,983	,000

Los hallazgos encontrados dentro de la prueba de campo mediante el coeficiente de correlación intraclase (CCI) mostraron una poca concordancia con un valor de 0.044; Esto evidencian que entre estos dos métodos diagnósticos, el de mayor exactitud y precisión (concordancia) es la CBCT.

DISCUSIÓN

Adams y cols. en el 2004 fueron los primeros en realizar un estudio en donde se compararon las 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 fué 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 cefálica lateral y la CBCT sobre las cuales se realizaron y se compararon las medidas cefalométricas para determinar una nueva prueba de oro. Para el estudio mencionado anteriormente, se utilizó el cráneo seco como prueba de oro; a diferencia de nuestro estudio, en donde por medio de concordancia de conformidad, a partir de una prueba de oro (cráneo seco) se estableció otra nueva prueba de oro (CBCT).

Waitzman y cols. 1992. reportó 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 laterales 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 cefálica lateral, 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.

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 las medidas cefalométricas obtenidas de la radiografía cefálica lateral se observó una menor precisión y exactitud con respecto a las medidas tomadas sobre la CBCT. Esto indica que existe correlación y diferencias estadísticamente significativas entre los resultados de las medidas de los medios diagnósticos, pero no hay concordancia entre los mismos.

La imagenología y la obtención en la actualidad de imágenes diagnósticas multiplanares y en tercera dimensión están permitiendo no sólo a los odontólogos sino también a todos los profesionales del área de la salud, contar con herramientas cada vez más precisas con beneficios para él y sus pacientes.

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 cefálicas laterales al momento de realizar diagnósticos y proponer planes de tratamiento.

En la actualidad el alto costo de estas nuevas imágenes diagnósticas ha limitado su uso a pacientes con alta capacidad económica, por tanto es necesario reducir su costo para que una mayor cantidad de pacientes con escasos recursos puedan tener acceso a ellas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Vellini F. Ortodoncia-Diagnóstico y Planificación Clínica. 1ª ed. Sao Paulo: Artes médicas; 2002.
2. Moyers RE, Bookstein FL, Hunter WS. Analysis of the craniofacial skeleton. 1a. ed. Moyers RE editor. Chicago; 1988.
3. Adams, G. Comparison between traditional 2-dimensional cephalometry and a 3-dimensional approach on human dry skulls. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2004;126(4):397-409
4. Sukovic P. Cone beam computed tomography in craniofacial imaging.

- Orthod Craniofac Res 2003; 6(Suppl 1):31-6.
5. 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(9): pp. 1,558-1,564.
6. Schulze D, Heiland M, Thurmann H, Adam G. Radiation exposure during midfacial imaging using 4- and 16-slice computed tomography, cone beam computed tomography systems and conventional radiography. Dentomaxillofac Radiol 2004; 33(2):83-6.
7. Cohnen M, Kemper J, Mobes O, Pawelzik J, Modder U. Radiation dose in dental radiology. Eur Radiol 2002; 12(3):634-7.
8. Scaf G, Lurie AG, Mosier KM, Kantor ML, Ramsby GR, Freedman ML. Dosimetry and cost of imaging osseointegrated implants with film-based and computed tomography. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1997; 83(1):41-8.
9. Ngan DC, Kharbada OP, Geenty JP, Darendeliler MA. Comparison of radiation levels from computed tomography and conventional dental radiographs. Aust Orthod J 2003; 19(2):67-75.
10. Moshiri, M. Accuracy of linear measurements from imaging plate and lateral cephalometric images derived from cone-beam computed tomography. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007; 132:550-60.
11. Waitzman AA, Posnick JC, Armstrong DC, Pron GE. Craniofacial skeletal measurements based on computed tomography: Part II. Normal values and growth trends. Cleft Palate Craniofac J. 1992; 29:118-128.

LECTURAS RECOMENDADAS

12. Baumrind S, Frantz TC. The reliability of head film measurements.1. Landmark identification. Am J Orthod 1971; 60(2):111-27.
13. Adams JW. Correction of error in cephalometric roentgenograms. Angle Orthod 1940; 10(1):3-13.
14. Brodie AG. Cephalometric roentgenology: history, technique and uses. J Oral Surg 1949; 7(3):185-98.
15. Hixon EH. The norm concept and cephalometrics. Am J Orthod 1956; 42:898-919.
16. Mitgaard J, Bjork A, Linder-Aronson S. Reproducibility of cephalometric landmarks and errors of measurement of cephalometric cranial distances. Angle Orthod 1974; 44(1):56-61.
17. Heiland M, Habermann CR, Schmelze R. Indications and limitations of

- intraoperative navigation in maxillofacial surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 2004; 62(9):1059-63.
18. Danforth R A, Du I and Mah J, "3-D volume imaging for dentistry: a new dimension", *J Calif Dent Assoc* (2003);31(11): 817–823.
 19. 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.
 20. William CS, Allan G. Farman, Predag Sukovic. Clinical Applications of Cone-Beam Computed Tomography in Dental Practice *J Can Dent Assoc.* 2006; 72(1): 75–80
 21. Vannier MW, Marsh JL, Warren JO. Three-dimensional CT reconstruction images for craniofacial surgical planning and evaluation. *Radiol* 1984;150(1):179-85.
 22. Maki K, Miller AJ, Okano T, Shibasaki Y. A three-dimensional, quantitative computed tomographic study of changes in distribution of bone mineralization in the developing human mandible. *Arch Oral Biol* 2001;46(7) :667-78.
 23. 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(3):217-32.
 24. 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.
 25. Baba R, Ueda K, Okabe M. Using a flat-panel detector in high resolution cone beam CT for dental imaging. *Dentomaxillofac Radiol* 2004; 33(5):285-90.
 26. 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(2):257-65.
 27. 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(6):619-26.
 28. Moorrees CFA, and Kean MR: Natural Head Position, a basic consideration in the interpretation of cephalometric radiographs, *Am J Phys Anthropol* 16:213-234, 1956.
 29. C. H. Kau and S. Richmond. Current Products and Practice Three-

dimensional cone beam computerized tomography in orthodontics. *Journal of Orthodontics*, Vol. 32, 2005, 282–293.

marysa80@hotmail.com
fernandezforero@gmail.com
juandavidgr@hotmail.com
natagraja@hotmail.com

