

**CONCORDANCIA DE LAS MEDIDAS CEFALOMETRICAS
OBTENIDAS ENTRE LA TOMOGRAFIA VOLUMETRICA DE RAYO DE
CONO UNICO Y LA RADIOGRAFIA EXTRAORAL
POSTEROANTERIOR**

INVESTIGADORES

**AREVALO V. ISABEL TERESA. od.
BERNAL N. DIANA JISSEL. od.
SILVA H. PAOLA LUCIA. od.
VIVAS P. TATIANA V. od.**

DIRECTOR CIENTÍFICO

**Dr. CARLOS ARTURO VILLAMIZAR G. od.
Odontólogo. Especialista en Cirugía, Implantología y Patología
Oral**

ASESOR METODOLÓGICO

**Dra. Claudia Hurtado A. od.
Od. Especialista en Seguridad Social en Salud**

ASESORA ESTADÍSTICA

**Dra. Clara López de Mesa
Estadística**

**INSTITUCION UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA
COLEGIO ODONTOLÓGICO COLOMBIANO
AREA DE EDUCACIÓN AVANZADA Y CONTINUADA
POSTGRADO DE ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR
BOGOTÁ, D.C., 2008**

El trabajo de grado **“CONCORDANCIA DE LAS MEDIDAS CEFALOMETRICAS OBTENIDAS ENTRE LA TOMOGRAFIA VOLUMETRICA DE RAYO DE CONO UNICO Y LA RADIOGRAFIA EXTRAORAL POSTEROANTERIOR”** elaborado por Teresa Isabel Arévalo Velásquez, Diana Jissel Bernal Niampira, Paola Lucía Silva Hernández, Tatiana Verónica Vivas Pertúz, como requisito para optar por el título de Especialista en Ortodoncia y Ortopedia maxilar.

Dr. Carlos Arturo Villamizar
Asesor científico

Dra. Claudia Hurtado
Asesora metodológica

Dra. Clara López de Mesa
Asesora estadística

Dr. Conrado Gómez
Director del Departamento de Investigación y Salud Pública

Bogotá, Noviembre 21 de 2008

TRANSFERENCIA DE DERECHOS DE PUBLICACIÓN

Titulo del artículo: **CONCORDANCIA DE LAS MEDIDAS CEFALOMETRICAS OBTENIDAS ENTRE LA TOMOGRAFIA VOLUMETRICA DE RAYO DE CONO UNICO Y LA RADIOGRAFIA EXTRAORAL POSTEROANTERIOR.**

Autores: Carlos Arturo Villamizar, Teresa Isabel Arévalo Velásquez, Diana Jissel Bernal Niampira, Paola Lucía Silva Hernández, Tatiana Verónica Vivas Pertúz.

Los autores certifican que el artículo arriba mencionado es trabajo original y no ha sido previamente publicado, excepto en forma de resumen. Una vez aceptado para publicación en la revista que la Institución Universitaria Colegios de Colombia estipule, los derechos de autor serán transferidos a la universidad.

Así mismo, declaran que no ha sido enviado en forma simultánea para su posible publicación en otra revista.

Los autores acceden, dado el caso, a que este artículo sea incluido en los medios electrónicos que los editores de la Institución Universitaria Colegios de Colombia, consideren convenientes.

Los autores informan que el orden de aparición de sus nombres en el manuscrito aquí referido se acordó entre ellos y es producto de la proporción en que participaron en la elaboración del trabajo.

CARLOS ARTURO VILLAMIZAR
C.C 13'490.689 (Cúcuta)

TATIANA V. VIVAS PERTUZ
C.C 36'722.165 (Santa Marta)

PAOLA L. SILVA HERNANDEZ
C.C 52'149.110 (Bogotá)

TERESA ISABEL. AREVALO V.
C.C 52'182.060 (Bogotá)

DIANA JISSEL BERNAL N.
C.C 52'933.654(Bogotá)

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA

CESIÓN DE DERECHOS

Yo.: **Carlos Arturo Villamizar, Teresa Isabel Arévalo Velásquez, Diana Jissel Bernal Niampira, Paola Lucía Silva Hernández, Tatiana Verónica Vivas Pertúz.** Manifestamos en este documento nuestra voluntad de ceder a la Institución Universitaria Colegios de Colombia los derechos patrimoniales, consagrados en el artículo 72 de la ley 23 de 1982, de la tesis de grado: **CONCORDANCIA DE LAS MEDIDAS CEFALOMETRICAS OBTENIDAS ENTRE LA TOMOGRAFIA VOLUMETRICA DE RAYO DE CONO UNICO Y LA RADIOGRAFIA EXTRAORAL POSTEROANTERIOR.** Producto de nuestra actividad académica para optar por el título de Especialista en Ortodoncia y Ortopedia maxilar de la Institución Universitaria Colegios de Colombia. La institución tiene los derechos anteriores cedidos en su actividad ordinaria de investigación, docencia y publicación. Con todo, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada con arreglo al artículo 30 de la ley 23 de 1982. En concordancia, suscribimos este documento en el momento mismo de la ley 23 de entrega del trabajo final a la biblioteca de la Institución Universitaria Colegios de Colombia.

CARLOS ARTURO VILLAMIZAR
C.C 13'490.689 (Cúcuta)

TATIANA V. VIVAS PERTUZ
C.C 36'722.165 (Santa Marta)

PAOLA L. SILVA HERNANDEZ
C.C 52'149.110 (Bogotá)

TERESA ISABEL. AREVALO V.
C.C 52'182.060 (Bogotá)

DIANA JISSEL BERNAL N.
C.C 52'933.654(Bogotá)

Bogotá, Noviembre 21 de 2008

Señores:

Biblioteca

Institución Universitaria Colegios de Colombia

La Ciudad

Autorizamos a la unidad de investigación de la Institución Universitaria Colegios de Colombia a consultar y reproducir con fines de investigación, parcial o totalmente el contenido del trabajo de grado titulado: **CONCORDANCIA DE LAS MEDIDAS CEFALOMETRICAS OBTENIDAS ENTRE LA TOMOGRAFIA VOLUMETRICA DE RAYO DE CONO UNICO Y LA RADIOGRAFIA EXTRAORAL POSTEROANTERIOR** Presentado a la unidad de investigación como requisito del programa para optar el título de Ortodoncista y Ortopedista Maxilar; siempre que mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de investigación y a sus autores.

CARLOS ARTURO VILLAMIZAR
C.C 13'490.689 (Cúcuta)

TATIANA V. VIVAS PERTUZ
C.C 36'722.165 (Santa Marta)

PAOLA L. SILVA HERNANDEZ
C.C 52'149.110 (Bogotá)

TERESA ISABEL. AREVALO V.
C.C 52'182.060 (Bogotá)

DIANA JISSEL BERNAL N.
C.C 52'933.654(Bogotá)

FICHA TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN DE TRABAJO DE GRADO

TÍTULO DEL TRABAJO: CONCORDANCIA DE LAS MEDIDAS CEFALOMETRICAS OBTENIDAS. ENTRE LA TOMOGRAFIA VOLUMETRICA DE RAYO DE CONO UNICO Y LA RADIOGRFIA EXTRAORAL POSTEROANTERIOR

AUTORES: Teresa Isabel Arévalo Velásquez, Diana Jissel Bernal Niampira, Paola Lucía Silva Hernández, Tatiana Verónica Vivas Pertúz.

ASESOR CIENTÍFICO: Carlos Arturo Villamizar.

ASESOR METODOLÓGICO: Claudia Hurtado.

ASESOR ESTADÍSTICO: Clara López de Mesa.

MATERIAL ANEXO: 2 CD's, 2 Artículos científicos.

FACULTAD: Odontología.

TITULO OBTENIDO: Especialista en Ortodoncia y Ortopedia maxilar.

CATEGORÍA: Postgrado.

PALABRAS CLAVE: Radiografía Posteroanterior, tomografía volumétrica de rayo de cono único, medidas cefalométricas.

TABLA DE CONTENIDO

	PÁGINA
I. ASPECTOS TEÓRICOS CIENTÍFICOS	9
PROBLEMA.....	9
JUSTIFICACION.....	10
IMPACTO.....	10
MARCO TEÓRICO.....	11
OBJETIVOS.....	30
1.5.1 Objetivo General.....	30
1.5.2 Objetivos Específicos.....	30
II. ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	31
2.1 TIPO DE ESTUDIO.....	31
2.2 POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	31
2.3 OBJETO DE ESTUDIO.....	31
2.4 CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	31
2.4.1 Criterios de Inclusión.....	31
2.4.2 Criterios de Exclusión.....	31
2.5 MUESTREO.....	31
2.6 MUESTRA.....	32
2.7 VARIABLES DE INTERÉS.....	32
2.8 PROCEDIMIENTO.....	34
2.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	36
2.10 IMPLICACIONES ÉTICAS.....	37
III. RESULTADOS.....	37
IV. DISCUSIÓN.....	45
V. CONCLUSIONES.....	46

VI. RECOMENDACIONES.....	47
ANEXO 1 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	48
CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	49
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

I. ASPECTOS TEÓRICOS-CIENTÍFICOS

1.1 PROBLEMA

La cefalometría es una técnica mediante la cual se pueden determinar las complejidades del cráneo humano en un esquema geométrico. Esta cefalometría se basa en la obtención de una imagen radiográfica bidimensional que generalmente corresponde a radiografía extraoral. De la misma forma los esquemas obtenidos a partir de dichas imágenes se denominan cefalogramas. (1)

De un cefalograma su vez se deriva un análisis, en el que las estructuras anatómicas están reducidas a puntos de referencia que supuestamente indican su forma y su ubicación.

El propósito de dichos cefalogramas, es interpretar la expresión geométrica de la anatomía craneana, y puede ser utilizado para describir la morfología ósea, guía de crecimiento cráneo facial, diagnosticar anomalías, predecir relaciones futuras, planificar tratamientos y evaluar sus resultados. (2).

Las radiografías extraorales mas utilizadas para realizar cefalogramas son las laterales de cráneo y las posteroanteriores. Varios autores por su parte han realizados dichos trazos y han diagnosticado diversas alteraciones, así como han corregido y tratado un gran numero de anomalías de crecimiento basados en ellos. Sin embargo estas 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.(3).

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.(4),(5),(6).

Este medio diagnóstico permite obtener imágenes tridimensionales del paciente en forma de imagen volumétrica y digital, que puede ser usada para evaluar la anatomía dental y craneofacial con un mínimo de distorsión, con casi ninguna magnificación y lo más importante sin superposición de estructuras. (4).

Estas nuevas imágenes pueden proporcionar una mejor medición de los puntos cefalométricos, en comparación a los obtenidos en las radiografías extraorales posteroanteriores convencionales, lo cual conlleva a obtener en una mejor predicción diagnóstica en pacientes que necesiten tratamiento ortodóntico o de cirugía ortognática. De acuerdo a lo anterior se plantea siguiente problema.

¿Cuál es la concordancia entre las medidas cefalométricas obtenidas sobre la tomografía computarizada de rayo de cono (CBCT) y las obtenidas en las radiografías extraorales posteroanteriores convencionales?

1.2. JUSTIFICACIÓN

La radiografía extraoral posteroanterior es una herramienta utilizada para establecer diagnósticos y planes de tratamiento en ortodoncia, ortopedia y

cirugía maxilofacial mediante registros radiológicos bidimensionales de objetos tridimensionales. Con el paso del tiempo se han desarrollado nuevos medios diagnósticos como la tomografía de rayo de cono único CBCT que permite obtener registros tridimensionales de objetos tridimensionales. (8).

En la elaboración de predicciones ortodónticas para cirugía ortognática y tratamientos convencionales de ortodoncia basados en medidas obtenidas de radiografías posteroanteriores, no existe un alto grado de concordancia entre las mediciones obtenidas en estos cefalogramas convencionales y las medidas obtenidas directamente durante los procedimientos quirúrgicos, lo cual en muchos casos conlleva a la obtención de medidas poco exactas por parte del ortodoncista y el cirujano maxilofacial.

La tomografía de rayo de cono podría permitir que estas mediciones y predicciones ortodónticas, ortognáticas y quirúrgicas sean lo más exactas, permitiendo así establecer diagnósticos maxilofaciales más precisos y planes de tratamientos más exactos.

1.3 IMPACTO

Establecer científicamente una herramienta confiable y oportuna para el diagnóstico en tratamientos quirúrgicos y ortodónticos.

1.4 MARCO TEÓRICO

La cabeza se divide en 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.

Los huesos del cráneo son ocho, cuatro pares (dos parietales, dos temporales) y cuatro impares (frontal, etmoides, esfenoides y occipital). El cráneo tiene forma ovoide y presenta: bóveda o porción superior y una base o porción inferior; la bóveda constituida por delante por el frontal; por detrás por el occipital y a los lados por los parietales y la escama del temporal. La base constituida por la porción horizontal del frontal, etmoides, esfenoides, porción petromastoidea de los temporales y gran parte del occipital. (8).

La cara se sitúa debajo de la mitad anterior de la base del cráneo, formada por trece huesos a saber. El hueso maxilar es un hueso de la cara, par, corto, de forma irregular cuadrilátera, con dos caras, interna y externa, cuatro bordes y cuatro ángulos. En su interior se encuentra una cavidad, recubierta de mucosa y rellena de aire, denominada seno maxilar. Se encuentra en el centro de la cara, debajo del frontal y del etmoides. Se articula con estos huesos y con el maxilar superior del otro lado, cigomático, lagrimal hueso propio de la nariz, vómer y cornetes nasal inferior. (9).

Presenta una base mayor o interna que forma parte de la cavidad nasal, una base menor o externa que se articula con el hueso cigomático o malar y un reborde inferior, donde se alojan los dientes de la arcada

superior. Tiene tres caras, una anterior o facial, una posterior o cigomática, y una superior u orbitaria. Tiene tres apófisis frontales, palatinas y alveolares; además presenta un orificio de comunicación con el seno maxilar, limitado por el unguis por delante, el etmoides por arriba, el cornete inferior por abajo y por el hueso palatino por detrás.

Otro hueso importante en la cara, es el maxilar inferior; la mandíbula es un hueso impar, situado en la parte mas inferior de la cara, tiene un cuerpo en forma de herradura con una cara interna o posterior, una cara anterior o externa, un borde superior o alveolar y un borde inferior. En la cara interna se encuentran las cuatro apófisis geni para la inserción de los músculos que forman el piso de la boca. De estas apófisis parte oblicuamente hacia atrás y arriba la línea milohioidea, en la que se inserta el músculo milohioideo. La porción situada encima de la línea oblicua es la fosa sublingual, que aloja a la glándula del mismo nombre, y la situada por debajo es la fosa submaxilar, para la glándula submaxilar. La cara anterior o externa, en la línea externa existe una cresta que es la sínfisis mentoniana, terminada por un abultamiento que es la eminencia mentoniana; a los lados de la misma están los agujeros mentonianos, a partir de ella asciende, hacia atrás y arriba, la línea oblicua externa. El borde superior o alveolar formado por las cavidades que forman los alveolos dentarios, en los que se implantan las raíces de los dientes y el borde inferior grueso y liso, permite la inserción al músculo digástrico y presenta una muesca para el paso de la arteria facial. (8), (9).

Las ramas ascendentes situadas a cada lado de la parte posterior del cuerpo, tienen forma rectangular y presentan dos caras y cuatro bordes. La cara interna en su parte media presenta el orificio de entrada del conducto dentario inferior, para los vasos y nervios dentarios inferiores, limitado anteriormente por una pequeña apófisis, llamada espina de Spix.

En la parte posteroinferior de la rama se inserta el pterigoideo interno. La cara externa es lisa, presenta rugosidades en su porción posteroinferior, para el músculo masetero. El borde anterior vertical, está excavado por un canal, que se continúa con las líneas oblicuas externa e interna y presta inserción al músculo buccinador. El borde posterior grueso, esta en relación con la parótida. El borde superior en su centro se observa la escotadura sigmoidea, que termina por dos extremos llamados apófisis coronoides en la parte anterior y en la parte posterior el cóndilo mandibular . La escotadura sigmoidea pone en comunicación la fosa cigomática con la región maseterina; en la apófisis coronoides se inserta el músculo temporal y el cóndilo se articula con la cavidad glenoidea del temporal. El borde inferior tiene continuidad con el borde inferior del cuerpo y termina posteriormente, formando el ángulo mandibular o gonion. (10).

Los huesos de la cara en conjunto con los huesos del cráneo, se disponen formando diversas cavidades, con el objeto de alojar y proteger los órganos de los sentidos. Esta relación entre la base del cráneo y la cara, constituyen un factor importante en la determinación del crecimiento facial, es así como la mejor manera para determinar esta relación se puede realizar mediante imágenes radiográficas por parte del ortodoncista.

La obtención de imágenes radiográficas tiene su origen con el descubrimiento de los rayos X por William. K. Röntgen en 1895. Estos rayos son ondas electromagnéticas con una longitud de onda menor de 10 Angstroms y una frecuencia inferior a $3 \cdot 10^{16}$, por estas características son capaces de atravesar la materia, perdiendo parte de su energía o bien siendo desviados transmitiendo parte de su energía e ionizando a los átomos con quienes interacciona. (11).

Gracias a esa atenuación energética de la fuente de radiación, pueden obtenerse imágenes diagnósticas del interior de un órgano.

La imagen registrada en la radiografía es una representación bidimensional de un objeto tridimensional. Para obtener la máxima utilidad de una radiografía, el clínico debe reconstruir mentalmente una imagen tridimensional exacta de las estructuras anatómicas bajo estudio, a partir de una o más de esas imágenes bidimensionales lo cual en muchos casos puede dificultar la interpretación y localización de estructuras anatómicas. Por factores geométricos tales como magnificación, distorsión y superposición. (3), (11).

La distorsión por ampliación consiste en aumento del tamaño de la imagen en la película, comparado con el tamaño real del objeto. Los caminos divergentes de los fotones del haz de rayos X causan agrandamiento de la imagen en la radiografía. La distorsión del tamaño de la imagen depende de las distancias relativas entre el punto focal y la película y entre el objeto y la película. La distorsión de la forma de la imagen se debe a la ampliación desigual de distintas partes del mismo objeto. Esa situación aparece cuando no todas las partes de un objeto se encuentran a la misma distancia del punto focal. La forma física del objeto impide muchas veces su orientación óptima, lo que da lugar a distorsión de la forma. Tal fenómeno se aprecia por diferencias en el aspecto de la imagen en una radiografía, comparada con la forma verdadera. Con el fin de minimizar la distorsión de la forma es aconsejable alinear con cuidado el tubo, el objeto y la película. (11).

Las proyecciones de cráneo extraorales se pueden hacer con máquinas de rayos x odontológicas convencionales, tipos avanzados de aparatos panorámicos o unidades mas grandes diseñadas de modo específico para la radiografía extraoral.

Es importante proporcionar algún medio para fijar el cabezote del tubo en posición estándar. De modo similar, es importante disponer de un dispositivo de sujeción para posicionamiento de la cabeza llamado cefalostáto, a fin de que el posicionamiento del paciente sea reproducible. Con esos medios se puede conseguir una colocación consistente y exacta del sujeto en relación con el cabezal del tubo y la película. (11), (12).

En odontología existen diferentes tipos de radiografías extraorales que durante años han sido usadas por los odontólogos. Dentro de estas radiografías tenemos la proyección occipito-mentoniana llamada también de Waters la cual tiene utilidad particular en la evaluación de los senos maxilares, así como para pacientes politraumatizados faciales. Además es de utilidad para observar los senos frontales y etmoidales, la orbita, la sutura cigomático-frontal y la cavidad nasal. También muestra la posición de la apófisis coronoides del maxilar inferior y el arco cigomático. (3), (11), (12).

La proyección de Towne se usa para casos en los que existe sospecha de fractura del cuello condilar. Es muy adecuada para revelar un cóndilo desplazado hacia la línea media o en muchos casos para observar fracturas uni o bilaterales de cóndilos. (13).

Otras de las radiografías más utilizadas en el área de ortodoncia es la proyección lateral del cráneo la cual se usa para revisar el cráneo y los huesos faciales en busca de datos de traumatismo, enfermedad o anomalías del desarrollo. Esta proyección revela los tejidos blandos nasofaríngeos, los senos paranasales y el paladar duro. Los ortodoncistas la usan para evaluar el crecimiento facial, y en cirugía oral y maxilofacial proporciona registros antes y después del tratamiento.

La proyección submentovértex llamada también proyección de basal o submento-vertical se usa para mostrar la base del cráneo, la posición y la orientación de los cóndilos en sentido trasversal, y especialmente para ver arcos cigomáticos. Esta proyección suele mostrar también las placas pterigoides medial y lateral y los agujeros de la base del cráneo(11).

La proyección posteroanterior (PA) es una de las radiografías extraorales mas usadas para la realización de cefalogramas, ya que permite observar las posibles asimetrías faciales. (1), (2).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. (11).

Esta radiografía también se emplea en caso de traumatismo o anomalías de desarrollo, y proporciona un buen registro para detectar cambios progresivos en las dimensiones medio-laterales del cráneo, incluyendo el crecimiento asimétrico. (1). También ofrece buena visualización de las estructuras faciales senos frontales y etmoidales, fosas nasales y orbitas).

Las proyecciones posteroanteriores han sido frecuentemente utilizadas para realizar cefalogramas. La cefalometría fue definida por Moyers como una técnica radiográfica para obtener una imagen de la cabeza humana en un esquema geométrico medible. (14).

La Rx cefalométrica es usada para describir la morfología y crecimiento del esqueleto craneofacial la predicción del crecimiento, plan de tratamiento y evaluación de los resultados del tratamiento. La mayoría de estos aspectos requieren identificaciones de puntos específicos y cálculo de variables angulares y lineales. Dos tipos de errores ocurren con estos análisis: errores de proyección y de identificación. (15).

Los errores de proyección son causados por la representación en imágenes bidimensionales de un objeto tridimensional. Los rayos X de cono único no son paralelos y se originan desde una fuente dando como resultado que la Rx tenga elongaciones producidas por las distancias entre los focos, el objeto y la película. (16), (17). La mala alineación del cefalostáto y la rotación de la cabeza del paciente en el cefalostáto en cualquier plano también inducen a errores de proyección.

Los errores de identificación se ubican en puntos específicos sobre la película y son considerados por muchos investigadores como las mayores fuentes de error en la cefalometrías. (18), (19).

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. (20).

En la actualidad y a pesar de estos inconvenientes la radiografía posteroanterior ha sido usada para realizar cefalogramas. Entre los usos mas comunes de esta proyección en ortodoncia se tienen la planeación 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 complemento maxilofacial , también se ha usado para la indicación y posterior evaluación de tratamiento de expansión o disyunción del maxilar superior y para el diagnóstico de malformaciones que pueden afectar distintas estructuras, así como para la determinación del espesor de las ramas ascendentes mandibulares, dato de suma utilidad en los casos quirúrgicos que no se puede obtener en las radiografías laterales. (1).

Una de las cefalometrías más conocidas con radiografías posteroanteriores es la de Grummons. El doctor Duane Grummons posee la Board Certification, es conferencista en el ámbito dental, quirúrgico, y médico, certificado por la asociación americana de ortodoncia y por la World Wide. Es reconocido nacional e internacionalmente por sus estudios innovadores sobre los desordenes temporomandibulares y los tratamientos ortodónticos que se han expandido por 44 estados americanos y muchos países extranjeros. Ha publicado numerosos artículos desarrollando nuevas técnicas y aplicaciones dentro de la ortodoncia que son usados comúnmente. Desarrolló estudios en la fundación para la investigación ortodóntica sobre los procedimientos de educación. Desarrollo la máscara de tracción facial de Grummons y realizó diversos estudios sobre asimetrías faciales y la proporcionalidad que debe existir entre los componentes esqueléticos dentales y faciales. (16).

En esta cefalometría, el Dr. Grummons localiza las siguientes estructuras: superficie externa del hueso parietal, superficie externa de la región escamosa del hueso temporal, proceso mastoideo, contorno orbital, contorno cavidad nasal, cresta cigomático alveolar, línea oblicua formada por la superficie externa del ala mayor del esfenoides. En el área de las fosas nasales localiza, la sutura frontomaxilar, la apófisis cristagalli del hueso etmoides, el septum nasal, el piso nasal, arco cigomático, superficie de la tuberosidad del maxilar, cóndilos de la mandíbula, rama de la mandíbula, cuerpo de la mandíbula y estructuras dentales posibles a identificar (incisivos centrales, laterales superior e inferior y molares superiores e inferiores).

De la misma forma Grummons ubicó los siguientes puntos, cristagalli (Cg): punto más estrecho superior de la lámina perpendicular del

etmoides. Punto superior del Septum nasal: (Tns) punto más alto del aspecto superior del septum, punto Z: (Z) aspecto medial de la sutura frontocigomática, proceso yugal o maxilar(J), intersección de la tuberosidad el apoyo cigomático en el proceso yugal, espina nasal anterior (ENA): punto más superior del paladar duro y debajo de la cavidad nasal, gonion (Go): punto de intersección de la bisectriz de la línea tangente al borde inferior del maxilar inferior y la línea tangente al borde posterior de la rama del maxilar inferior, punto (A1): punto de contacto a nivel incisal de los incisivos centrales superiores. Punto (B1), punto de contacto a nivel incisal de los incisivos centrales inferiores, antegonial o Noch (Ag): punto más lato en la hendidura antegonial, mentón (Me): punto más inferior del sínfisis del maxilar inferior, lateral orbita (Lo): intersección de la línea oblicua de las alas mayores del esfenoides con el contorno de la orbita, punto (Fr): zona radiolúcida dentro de la orbita, coronoides (COR): punto más superior del proceso coronoides, punto (LPA): aspecto más lateral de la apertura piriforme, cavidad nasal (Nc): punto más externo de la cavidad nasal, punto (Ma): mastoides punto más inferior del proceso alveolar maxilar y el contorno inferior del contorno cigomático, punto (Um): punto lateral más prominente de la cara vestibular del segundo molar temporal o el primer molar permanente inferior, punto (Mf): punto de unión de los forámenes mentonianos de un lado y del otro, punto Za: Centro de arco cigomático, punto Ma: punto mas inferior del proceso alveolar maxilar y el contorno cigomático, punto Lm (Mf): punto de unión de los forámenes mentonianos de un lado y del otro.

Por otra parte procedió a determinar las siguientes líneas de referencia: línea de referencia vertical MSR, la cual es una Línea que corre verticalmente desde cristagalli (Cg) perpendicular al plano de Frankfort, donde normalmente pasa por espina nasal anterior (ENA) y el punto mentón (Me), línea de referencia del Plano de Frankfort que es una línea

que va a través del porion (Po) y el orbital (OR) perpendicular a la línea de referencia vertical (MSR).

Con las líneas de referencia demarcadas, Groumons tomó los siguientes planos : línea de referencia MSR, línea de referencia vertical, plano (Lo-Lo), plano (Z-Z), plano (Fr-Fr), plano (Co-Co), plano (Za-Za), plano (LPA-LPA), plano (Nc-Nc), plano (J-J), plano (Um-Um), plano (Lm-Lm), plano (Go-Go), plano (Ag-Ag), plano (Mf-Mf). plano (Ma- Ma). plano (Co-Ag), plano (Co-Mn), plano (Ag-Mn), plano (Z- Ag), plano (Cr-ENA), plano (ENA-Mn) plano (Cr- Mn). (16)

Esta cefalometría ha sido usada durante años para realizar cefalogramas en sentido trasversal del cráneo, sin embargo, en la actualidad se han desarrollado nuevas imágenes diagnósticas digitalizadas, que han dejado atrás los inconvenientes de las radiografías extraorales convencionales tales como la magnificación, la distorsión y sobretodo la superposición de estructuras. Dentro de estas imágenes diagnósticas las más utilizadas son las tomografías.

La tomografía axial computarizada (TAC) fue descrita y puesta en práctica por el Dr. Godfrey Hounsfield en 1.967, quien advirtió que los rayos X que pasaban a través del cuerpo humano contenían información de todos los constituyentes del cuerpo en el camino del haz de rayos, que, a pesar de estar presente, no se recogía en el estudio convencional con placas radiográficas. (17). (18).

El TAC es la reconstrucción por medio de un ordenador de un plano tomográfico de un objeto. La tomografía se obtiene mediante el movimiento combinado del tubo de rayos X hacia un lado mientras la placa radiográfica se mueve hacia el contrario, por lo que una superficie

plana de la anatomía humana es perfectamente visible, y las áreas por encima y por debajo quedan borradas. La imagen se consigue por medio de medidas de absorción de rayos X hechas alrededor del objeto. Cada corte del TAC está compuesto por un número determinado de elementos volumétricos, cada uno de los cuales tiene una absorción característica, que se representan en la imagen del TV o monitor como una imagen bidimensional de cada uno de estos elementos (píxeles). Aunque el píxel que aparece en la imagen de monitor es bidimensional, en realidad representa el volumen, y por eso hay que considerarlo tridimensional, pues cada unidad, además de su superficie, tiene su profundidad, a semejanza del grosor de un corte tomográfico. A esta unidad de volumen es a lo que se llama "voxel".

Los elementos básicos de un equipo de TAC consisten en una camilla para el paciente, un dispositivo en forma de urna llamado gantry donde se instalan el tubo de rayos X y los detectores (elementos electrónicos que van a conseguir la toma de datos), un generador de rayos X y un ordenador que sintetiza las imágenes y está conectado con las diferentes consolas, tanto de manejo como de diagnóstico.

Entre las técnicas de imagen, destaca por su uso prioritario el TAC (Tomografía Axial Computarizada), o TC, basada en la emisión de radiaciones electromagnéticas, característica que comparte con las radiografías, y que la diferencia de la resonancia nuclear magnética. Dada la facilidad de realización, la precisión diagnóstica y la ausencia de riesgo, ha desplazado a técnicas clásicas más agresivas.

La imagen reconstruida puede ser almacenada, pudiendo visualizarla cada vez que se desee. También puede ser impresa en una placa

convencional a través de una impresora láser conectada al monitor de visualización. (19).

Existen diversas generaciones de aparatos de T.C. En la primera generación el tubo de RX y un detector en posiciones opuestas recorren una zona determinada, realizando los cálculos de atenuación correspondientes a esa zona, rotan ambos y recorren otra zona sobre el mismo eje realizando los cálculos de esta zona y repiten el proceso hasta conseguir los cálculos correspondientes a un ángulo de 180° sobre el mismo eje. Los tiempos de barrido por corte eran de 4 a 5 minutos.

Los equipos de segunda generación constan de treinta detectores opuestos al tubo de Rx, reducen el número de rotaciones de 180 a 6 por cada barrido, lo que a su vez reduce el tiempo total del barrido entre 20 y 60 segundos.

Los equipos de tercera generación constan de un conjunto de detectores, junto con el tubo de Rx opuesto a ellos describen un giro de 360° , con lo que se reduce el barrido a tiempos inferiores a 3 segundos.

En los equipos de cuarta generación el tubo rota por el interior de una corona de detectores fijos que recogen y envían los datos para su cálculo. Aunque así no se desajusta con facilidad la posición de los detectores, el tiempo de barrido viene a ser igual que el de la generación anterior. (20).

Los equipos de quinta y sexta generación de tomógrafos se introdujeron para reducir el movimiento, como en las dos anteriores generaciones, el detector es estático y el electrón del cono se barre electrónicamente a lo largo de una tira de tungsteno semicircular. Estos últimos son conocidos como tomógrafos computarizados de rayo de cono (CBCT), los cuales

presentan las mismas ventajas de los tomógrafos anteriores pero con una mejor calidad de imagen y menor distorsión. (21), (22).

La tomografía de rayo de cono UNICO C.B.C.T. Fue diseñada en 1998 por Mozzo y Col al encontrar algunas limitaciones en los tomógrafos de la CT convencional. El rayo de cono produce mayor enfoque y considerablemente menos radiación comparado con la CT convencional. Esto aumenta la utilización de la radiografía significativamente y reduce la capacidad de rayos X requeridos para un scanner volumétrico. Se ha informado que la radiación total es aproximadamente el 20% de la CT convencional y equivale a una exposición de radiación de una radiografía periapical. Las innovaciones del componente son significantes y permiten al CBCT ser más económico y más pequeño. (21), (22), (23), (24). Además la cámara de exposición es construida por encargo y reduce la cantidad de radiación.

Hay Cuatro principales proveedores del sistema en el mercado mundial: New Tom 3G (Radiología cuantitativa, Verona, Italia), I-Cat (Imagen de ciencias Internacionales, Hatfield, EE.UU), CB MercuRay (Hitachi Medical Corporation, Tokio, Japan) ,3D Accuitomo (J Morita Mfg Corp, Kyoto, Japan).

Las máquinas CBCT disponibles difieren en tamaño, área de captura de la imagen y uso clínico.

EL NEW TOM 3G fue introducido recientemente como parte de un proceso evolutivo este es predecesor del Newton 9000. El Newton fue el primer aparato de uso dental como tecnología CBCT. La operación del sistema es similar a CT convencional. El paciente se coloca en una

posición supina y escanea cabeza y cuello completamente en 36 segundos. (22), (5), (4).

El sistema ofrece tres posibles campos de vista, los fabricantes dicen que el sistema es capaz de producir una resolución mayor a 0.125mm cuando se usa la vista más pequeña. El voxel (píxel de volumen) representa una cantidad de datos tridimensionales, así como un píxel representa un punto o racimo de puntos en los datos bidimensionales. La resolución del voxel da una indicación de la habilidad para capturar los detalles más finos. El software permite un análisis volumétrico de los tejidos duros y blandos. Estos datos pueden exportarse a una imagen digital normal.

EL I-CAT es un sistema de rayo de cono tridimensional desarrollado por Imagin Scienses Internacional. La imagen tridimensional es capturada con el paciente sentado y el tiempo de scanner varia entre 20-40 segundos. En los prototipos iniciales solo la región maxilo-mandibular pudo ser tomada, pero con las nuevas mejoras y modificaciones, los fabricantes dicen que una imagen 20X25cm puede ser obtenida, esto es suficiente para capturar una imagen facial estándar equivalente a la de un cefalograma lateral tridimensional.

La crítica temprana del sistema era la distorsión de los tejidos faciales producidos por el mentón cuando el paciente lo colocaba en el dispositivo. Este inconveniente ha llevado a la compañía a mejorar la postura del paciente en el dispositivo.

El CB MERCURAY ofrece una imagen CBCT completa de cabeza y cuello. La fuente radiológica es hecha de una energía baja fijada al tubo del ánodo produciendo una radiografía de rayo de cono, que es capturada en un intensificador de imagen.

Los fabricantes exigen un tiempo de exposición de 10 segundos a través de una rotación de 360° que proporciona 288 imágenes que pueden verse en 2D o 3D. El CB Mercuray ofrece tres vistas diferentes y la rapidez de la máquina CBCT actualmente está disponible. Esto es una ventaja que reduce el movimiento del paciente durante la captura de la imagen.

El 3D ACCUITOMO posee un campo de investigación 30X40 mm el cual se enfoca más en áreas anatómicas específicas. Esta pequeña y compacta unidad tiene la ventaja de solo requerir de 1.6 de espacio de tiempo, comparado con una panorámica dental (1620X 1200mm).

Dentro de las aplicaciones clínicas de interés encontramos valoración de impactaciones, localización del nervio dentario inferior, piso de seno maxilar, evaluación pre quirúrgica para implantes, evaluación de senos paranasales, visualización de lesiones odontogénicas, evaluación de traumas, visualización de ATM, fabricación de guías quirúrgicas y evaluación quirúrgica craneofacial. (21), (22).

Gracias a que la tomografía de rayo de cono provee una imagen clara de estructuras de alto contraste, es extremadamente útil para la evaluación ósea. (22).

Aunque existen limitaciones en estas tecnologías para los tejidos blandos los esfuerzos han sido dirigidos al desarrollo de técnicas y software para mejorar las señales hacia el radio nasal e incrementar el contraste.

El uso de tecnología con tomografía de rayo de cono en la práctica clínica provee numerosas ventajas comparada con la tomografía convencional, entre las cuales tenemos reducir el tamaño del área irradiada por medio

de la colimación del rayo de cono primario al área de interés lo cual minimiza la dosis de irradiación.

La mayoría de tomografías de rayo de cono pueden ser ajustadas para escanear pequeñas regiones del área de diagnóstico específicas o escanear el complejo craneofacial entero cuando es necesario. También proveen precisión de la imagen ya que los datos cefalométricos comprenden un bloque tridimensional de las más pequeñas estructuras cuboides conocidas como voxels, cada una de las cuales representa un grado específico de absorción de rayos X, el tamaño de estos voxels determinan la resolución de la imagen.

En una tomografía computarizada convencional los voxels son anisotrópicos (cubos rectangulares donde la dimensión más larga del voxel es la superficie axial). Aunque los voxel de la tomografía pueden ser tan pequeños como 0.625mm cuadrados su profundidad está usualmente entre 1 y 2. Todas las unidades de CBCT contienen una resolución de voxel que son isotrópicos (igual en todas las dimensiones).

Por otra parte el tiempo de escaneado es rápido ya que el CBCT obtiene todas las imágenes base en una sola toma, el tiempo de escáner es rápido (10-70 seg) y es comparable con el sistema espiral médico MDCT. Aunque el tiempo de escaneado rápido usualmente significa pocas imágenes base de las cuales se hace la reconstrucción volumétrica de todos los datos. (21)

La reducción de la dosis es otra de sus ventajas ya que los reportes publicados indican que la dosis efectiva de radiación (rango promedio entre 36.9-50.3 micro sievert) es significativamente reducida a 98% comparado con sistema de tomografía computarizada convencional

(rango promedio para la mandíbula de 1320 -3.324 microsivert), rango promedio para el maxilar (1,031-1.420).

Esto reduce la dosis efectiva al paciente aproximándose a la dosis de una radiografía periapical (13-100 microsiverts) 18, 20 ò 4-15 veces de una radiografía panorámica (2.9-12 microsiverts) (25).

En años recientes la tomografía computarizada a dado una reconstrucción tridimensional del esqueleto craneofacial completo (26) a lo largo de todas las superficies para evaluar todas las estructuras internas incluyendo los músculos. (22). La tomografía computarizada provee un método tridimensional para evaluar algunas de las mismas medidas tomadas en la cefalometría bidimensional y permite de evaluar mandíbulas asimétricas (27), (28).

La reconstrucción de imágenes con resonancia magnética en formas tridimensionales puede dar un método de precisión relativo para determinar efectivamente el crecimiento y cambios pero esto no ha sido estudiado. Desafortunadamente ambos métodos son muy costosos y tienen una disponibilidad limitada para ser usados en la práctica ortodóntica, Sin embargo el equipo es ahora accequible a los laboratorios radiográficos. (21).

La imagen radiográfica es un diagnóstico adicional importante para la valoración esquelética y dental del paciente de ortodoncia. Recientemente el sistema de tomografía computarizada de rayo de cono (CBCT) se ha desarrollado específicamente para la región maxilofacial.

El sistema CBCT fue aprobado para su uso en los Estados Unidos incluyendo el Newton QR DVT 3G (Quantitative Radiology, Verona, Italy),

CB MercuRay (Hitachi Medical, Chibaquen, Japan), i-CAT (Imaging Sciences Internacional, Hatfield, Pa), Llama (Imtec Imaging, Ardmore, Okla), y 3D Accu-i-tomo-XYZ Slice View Tomograph, (J. Morita, Kyoto, Japan). Todas menos la última incluyen la mayoría de puntos antropométricos usados en análisis cefalométricos.

El sistema CBCT actúa por escaneado rotacional realizado por la fuente de un rayo y una fuente recíproca que detecta el rayo facilitando la obtención de muchas imágenes base de una sola proyección. El CBCT permite reformar la 2D multi-planar (MPR) y hacer una reconstrucción secundaria de los datos en un computador personal, por eso permite tomar las imágenes en otras orientaciones que el plano axial convencional.

El tiempo y la dosis requerida son similares a otras radiografías dentales de uso actual. Las aplicaciones maxilofaciales de CBCT han sido para cirugía maxilofacial, implantología y ortodoncia. La alta exactitud ha sido reportada para la CBCT en medidas de estructuras faciales. (29).

Los cefalogramas han sido usados en planeación de tratamientos de ortodoncia y valoración de resultados por 75 años; durante este tiempo, una substancial base de datos de información de radiografías en 2D se ha recolectado. Sin embargo con el uso de la cefalometría 3D, no se puede descartar la valiosa información del pasado.

Es posible reconstruir un cefalograma clásico a una CBCT sin necesidad de reirradiar al paciente. (20). Además una sola imagen base es suficiente para replicar la información necesaria de una cefalometría tradicional, el número de cortes puede reducirse de 1 en 300, con una dosis reducida para el paciente si un análisis volumétrico no es requerido. (30)

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General

Determinar la concordancia de las medidas de cefalométricas obtenidas entre tomografía volumétrica de rayo de cono **C.B.C.T** y la radiografía extraoral posteroanterior.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Determinar la concordancia en la ubicación de los puntos cefalométricos Cristagalli(Cg), Espina Nasal Anterior(ENA), Gonion(Go), Septum Nasal(Tns), punto Z, Antegonial(Ag), Mentón(Me), Cavidad Nasal(Nc), Punto Ma, Condileon (Co), vistos tanto en radiografías extraorales posteroanteriores como en la imágenes posteroanteriores del CBCT.

-Determinar la concordancia en mm entre los planos de referencia Verticales constituidos por los planos (Cg-Mn), (Cg- ENA) y (ENA-Mn) obtenidos tanto en radiografías extraorales posteroanteriores como en las imágenes posteroanteriores del CBCT.

- Determinar la concordancia en milímetros entre los planos horizontales Z-Z, Co-Co, Ag-Ag, Za-Za y Ma-Ma obtenidos tanto en radiografías

extraorales posteroanteriores como en las imágenes posteroanteriores del CBCT.

-Determinar la concordancia en milímetros entre los planos Diagonales Z-Ag, Co-Mn, Co-Ag, Ag- Mn obtenidos tanto en radiografías extraorales posteroanteriores como en las imágenes posteroanteriores del CBCT.

II. ASPECTOS METODOLÓGICOS

2.1 TIPO DE ESTUDIO

Descriptivo transversal para establecer nivel de concordancia.

2.2 POBLACIÓN

10 estudiantes de IV y VI semestre del postgrado de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar de la Institución Universitaria Colegios de Colombia.

2.3 OBJETO DE ESTUDIO

Concordancia en mediciones radiográficas y tomográficas

2.4 CRITERIOS DE SELECCIÓN

2.4.1 Criterios de inclusión

Residentes:

- Hombres y mujeres.
- Entre 20 y 40 años de edad de ambos géneros.
- Que deseen participar y firmen el consentimiento informado.

2.4.2 Criterios de exclusión

- Residentes gestantes
- Sistémicamente comprometidos
- Con tratamiento de ortodoncia

2.5 MUESTREO

No probabilístico por conveniencia

2.6 MUESTRA

10 tomografías de rayo de cono, 10 Radiografías posteroanteriores de residentes de IV y VI semestre del postgrado de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar de la Institución Universitaria Colegios de Colombia.

2.7 VARIABLES DE INTERES

PLANOS CEFALOMÉTRICOS	DEFINICIÓN	OPERACIONALIZACIÓN	ESCALA DE MEDIDA	CATEGORIZACIÓN	INSTRUMENTO
HORIZONTALES					
Z-Z	Distancia comprendida entre el aspecto medial de la sutura frontocigomática del lado derecho al aspecto medial de la sutura frontocigomática del lado izquierdo.	Milímetros	Continua	Cuantitativa	Calibrador Digital
Condileon (Co) – Condileon (Co)	Distancia comprendida entre el punto mas superior de la cabeza del cóndilo mandibular del lado derecho al punto mas superior de la cabeza del cóndilo mandibular del lado izquierdo	Milímetros	Continua	Cuantitativa	Calibrador Digital
Za-Za	Distancia comprendida entre el punto central de arco cigomático del lado derecho y le punto central del arco cigomático del lado izquierdo	Milímetros	Continua	Cuantitativa	Calibrador Digital

Gonion (Go) - Gonion (Go)	Distancia comprendida entre el punto de intersección de la bisectriz de la línea tangente al borde inferior de la mandíbula y la línea tangente al borde posterior de la rama ascendente del lado derecho y el punto de intersección de la bisectriz de la línea tangente al borde inferior de la mandíbula y la línea tangente al borde posterior de la rama ascendente del lado izquierdo	Milímetros	Continua	Cuantitativa	Calibrador Digital
Mastoides (Ma)- Mastoides (Ma)	Distancia comprendida entre el punto más inferior del proceso alveolar maxilar y el contorno inferior del contorno cigomático del lado derecho al punto más inferior del proceso alveolar maxilar y el contorno inferior del contorno cigomático del lado izquierdo	Milímetros	Continua	Cuantitativa	Calibrador Digital
Antegonial (Ag)-(Ag)	Distancia comprendida entre el punto más alto en la hendidura Antegonial del lado derecho y el punto más alto de la hendidura antegonial de lado izquierdo	Milímetros	Continua	Cuantitativa	Calibrador Digital
DIAGONALES					
Condileon (Co)- Menton(Me)	Distancia comprendida entre el punto más superior de la cabeza del cóndilo y el punto más inferior de la sínfisis del menton	Milímetros	Continua	Cuantitativa	Calibrador Digital
Condilleon(Co)- Antegonial(Ag)	Distancia comprendida entre el punto más superior de la cabeza del cóndilo y el punto más alto de la hendidura antegonial	Milímetros	Continua	Cuantitativa	Calibrador Digital
Antegonial(Ag)- Menton(Me)	Distancia comprendida entre el punto más alto de la hendidura Antegonial y el punto más inferior de la sínfisis del menton	Milímetros	Continua	Cuantitativa	Calibrador Digital
Z- Ag	Distancia comprendida entre el aspecto medial de la sutura frontocigomática y el punto más alto en la hendidura antegonial	Milímetros	Continua	Cuantitativa	Calibrador Digital
VERTICALES					
Cristagalli(Cg) - Espina Nasal anterior (ENA)	Distancia comprendida entre el punto más estrecho superior de la lámina perpendicular del etmoides	Milímetros	Continua	Cuantitativa	Calibrador Digital

	y el punto mas superior del paladar duro y debajo de la cavidad nasal				
Espina Nasal anterior (ENA)-Menton(Me)	Distancia comprendida entre el punto mas superior del paladar duro y debajo de la cavidad nasal y el punto mas inferior de la sínfisis del mentón	Milímetros	Continua	Cuantitativa	Calibrador Digital
Cristagalli(Cg) - Menton (Me)	Distancia comprendida entre el punto mas estrecho superior de la lámina perpendicular del etmoides y el punto mas inferior de la sínfisis del mentón	Milímetros	Continua	Cuantitativa	Calibrador Digital

2.8 PROCEDIMIENTO

Se elaboró un modelo de estudio sobre un cráneo humano seco en el cual se ubicaron marcadores de gutapercha en cada una de los puntos anatómicos determinados anteriormente en las variables. Los marcadores de gutapercha fueron colocados de la siguiente manera: se utilizaron módulos separadores de uso común en ortodoncia, estos se ubicaron en el centro de cada uno de los puntos sobre la superficie del cráneo seco y fueron fijados con pegante instantáneo (supercryl ®.) Posteriormente los espaciadores fueron cubiertos con gutapercha termoplastificada.

Una vez obtenido el modelo estándar, a partir del cráneo seco y los puntos anatómicos con marcadores de gutapercha, este se llevó a la UNIDAD DE RADIOLOGÍA E IMAGENOLOGÍA DE LA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA, con el propósito de tomar una radiografía extraoral posteroanterior.

Para la toma de esta radiografía se utilizó un aparato de radiología extraoral (VILLA SISTEM MEDICAL®, Modelo 82088100, Serial 19400012 Fabricado en Italia). El cráneo fue colocado en el cefalostáto 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 segundos con un kilovoltaje de 110Kv y un miliamperaje de 8 ma.

Una vez irradiado el cráneo, se procedió a revelar la radiografía posteroanterior mediante un revelador automático. La radiografía fue entonces rotulada y guardada.

Posteriormente el modelo de cráneo fue llevado al CONSULTORIO RADIOLÓGICO ORAL Y MAXILOFACIAL "ALVARO DELGADO MORALES" con el fin de obtener 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. 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. 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 para su posterior impresión digital tanto en papel fotográfico como en acetato.

Luego de obtenidas las tomografías y las radiografías posteroanteriores del modelo de cráneo seco, se procedió a tomar las radiografías posteroanteriores en cada uno de los 10 pacientes.

Los diez (10) pacientes, previo consentimiento informado, fueron entonces llevados al aparato de radiología extraoral y colocada en el cefalostáto 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 entonces revelada automáticamente y posteriormente rotulada.

Después los pacientes fueron llevados al CONSULTORIO RADIOLÓGICO ORAL Y MAXILOFACIAL “ALVARO DELGADO MORALES” para la toma de la tomografía Computarizada de Cono Único (CBCT), verificando su correcta posición con respecto al plano de Frankfort y a la línea media facial. La totalidad de las imágenes fueron entonces obtenidas en CD-ROM para luego ser impresas tanto en papel fotográfico como en acetato.

Una vez obtenidas las imágenes tanto de la radiografía posteroanterior convencional como de la tomografía, de rayo de cono (CBCT) se procedió a localizar los puntos cefalométricos de acuerdo a las variables de estudio. Estos fueron: 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.

Posteriormente 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 “Alvaro Delgado Morales”, los cuales fueron calibrados y estandarizados en la toma de las medidas. Luego se tomó el índice de Kappa para determinar la concordancia en la ubicación y medición de los puntos para elegir el observador que realizó las mediciones en la prueba de campo de la misma forma en que se realizaron para el modelo de cráneo seco.

Las medidas fueron registradas en un instrumento de recolección de datos diseñado para este fin. (Ver Anexo1). Los datos fueron entonces llevados al departamento de estadística de la institución universitaria Colegios de Colombia UNICOC.

2.9 ANALISIS ESTADISTICO

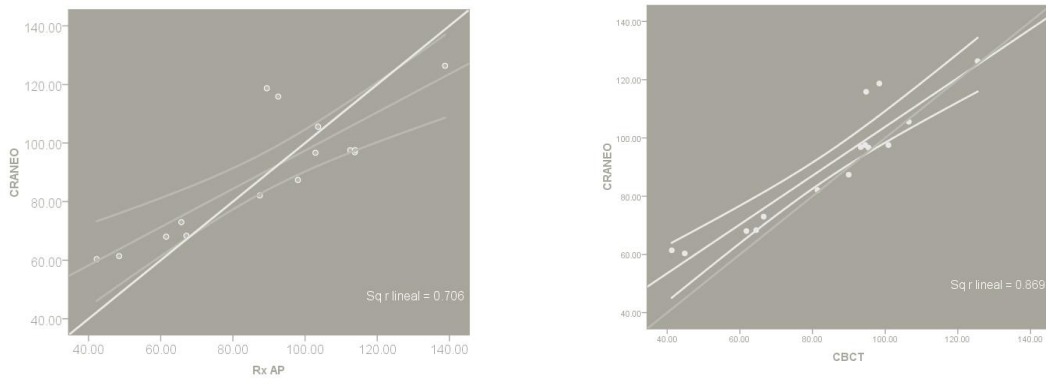
Los datos fueron tabulados en Excel 2003 y fueron procesados en SPSS versión 13. Se realizó el análisis de concordancia de las medidas cefalométricas mediante el coeficiente de correlación y concordancia (CCC) y el coeficiente de correlación intraclase (CCI).

2.10 IMPLICACIONES ETICAS

Teniendo en cuenta que los pacientes pertenecientes a la investigación serian 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.

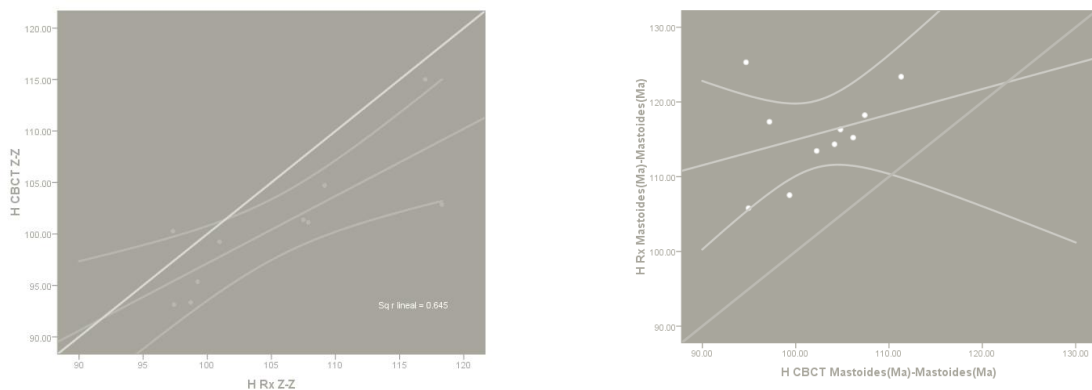
III.RESULTADOS

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. En la grafica se observa la dispersión de los datos.



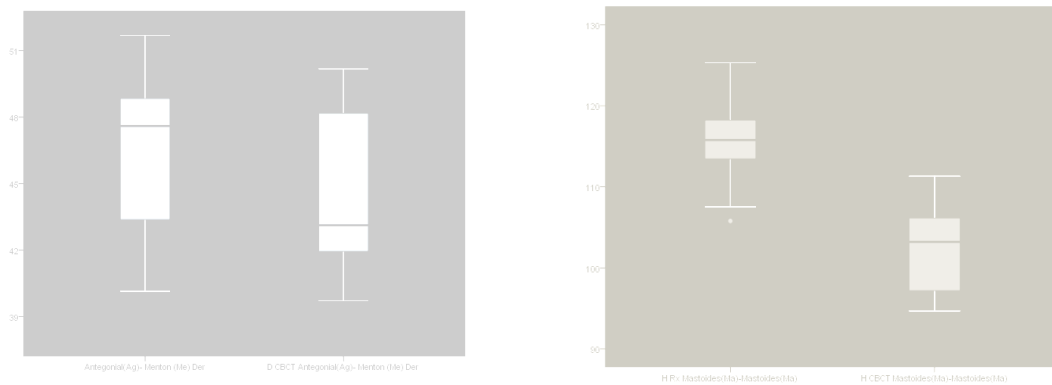
Grafica 1. Variación entre radiografía posteroanterior – cráneo seco y CBCT- cráneo seco

En los hallazgos relacionados con la prueba de campo se observo 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



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

De igual forma se observó en las diferentes variables una mayor concordancia (CCC= -0.59) 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.

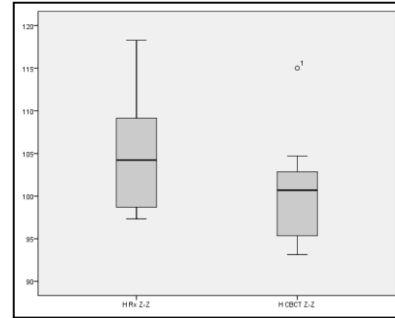
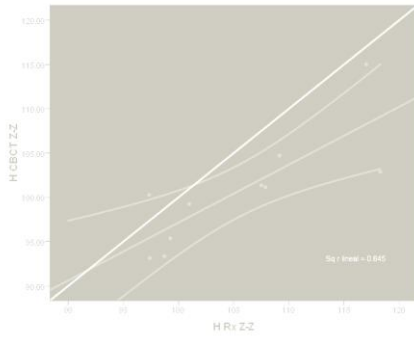


Gráfica 3. Comparación de mayor y menor concordancia entre la CBCT y la Radiografía posteroanterior

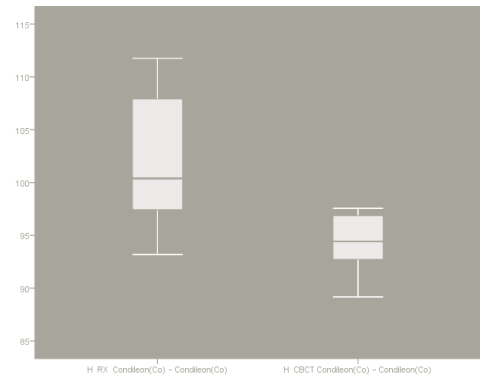
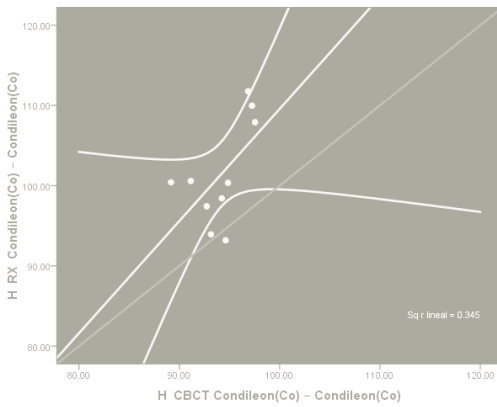
Tabla 1. Coeficientes de Correlación y concordancia de las medidas cefalométricas obtenidas de CBCT y Radiografía posteroanterior

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

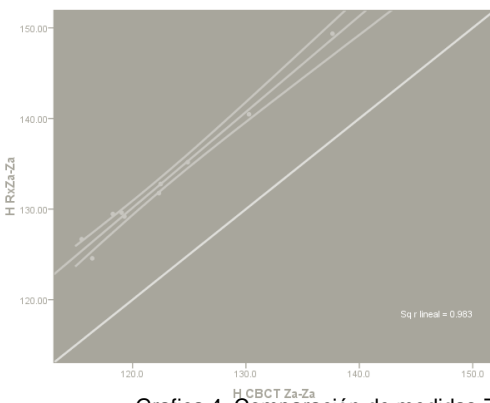
Las otras variables incluidas en el estudio arrojaron los siguientes resultados:



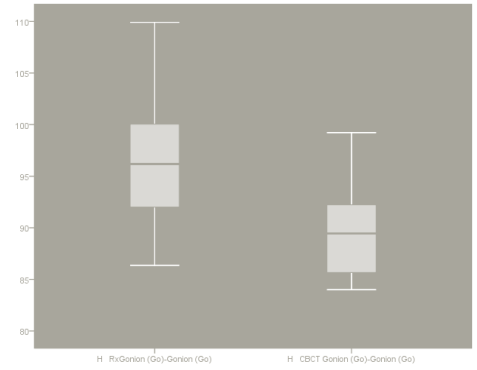
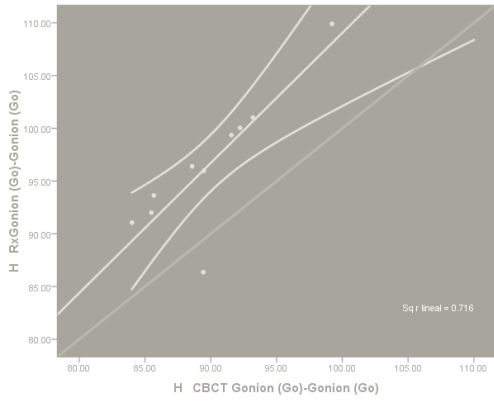
Grafica 4. Comparación de medidas Z-Z entre CBCT y Radiografía a Posteroanterior



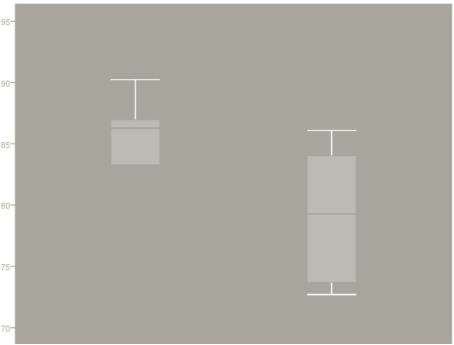
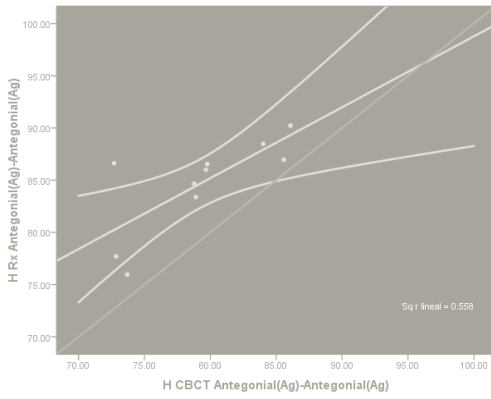
Grafica 4. Comparación de medidas Co - Co entre CBCT y Radiografía Posteroanterior



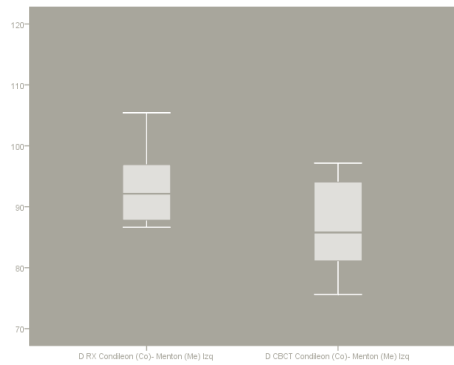
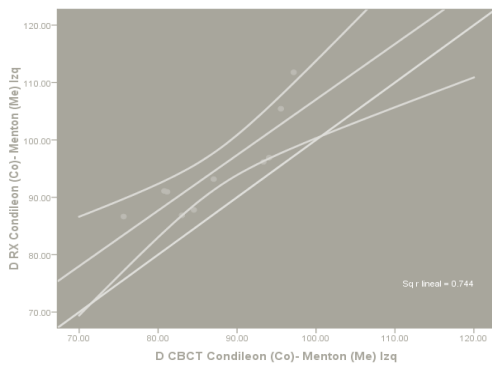
Grafica 4. Comparación de medidas Za - Za entre CBCT y Radiografía Posteroanterior



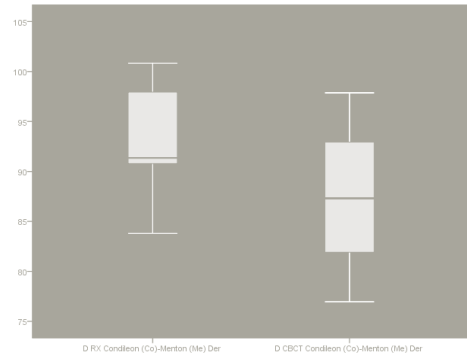
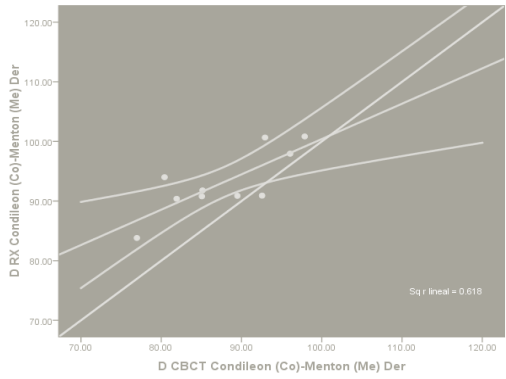
Grafica 5. Comparación de medidas Go - Go entre CBCT y Radiografía Posteroanterior



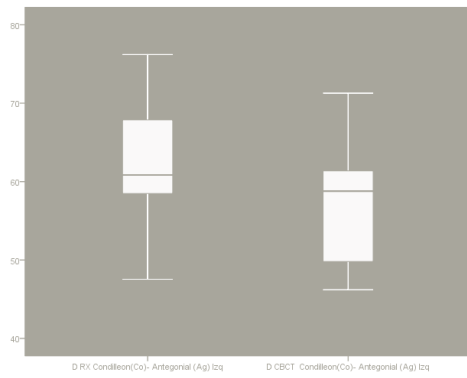
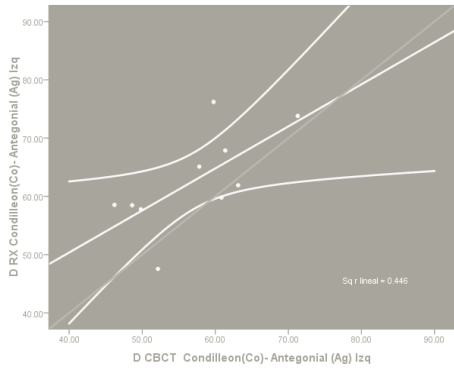
Grafica 6. Comparación de medidas Ag - Ag entre CBCT y Radiografía Posteroanterior



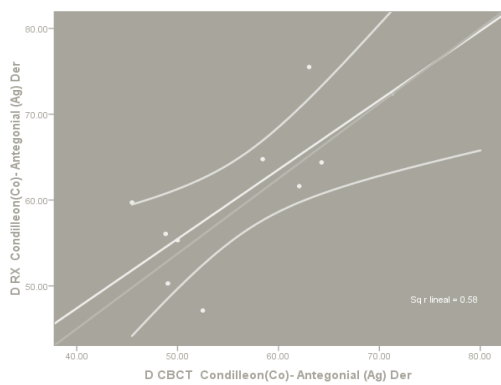
Grafica 7. Comparación de medidas Co - Me Izq entre CBCT y Radiografía Posteroanterior



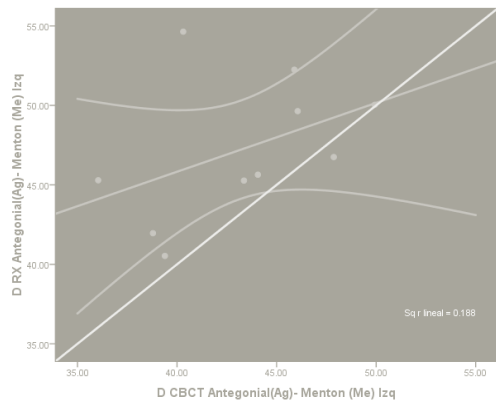
Grafica 7. Comparación de medidas Co - Me Der entre CBCT y Radiografía Posteroanterior



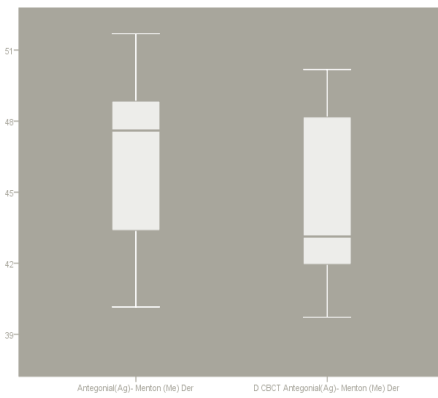
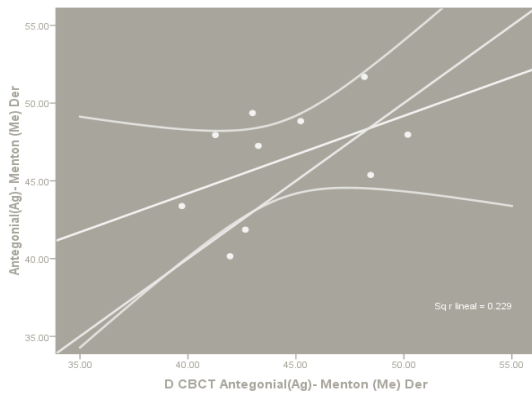
Grafica 8. Comparación de medidas Co - Ag Izq. entre CBCT y Radiografía Posteroanterior



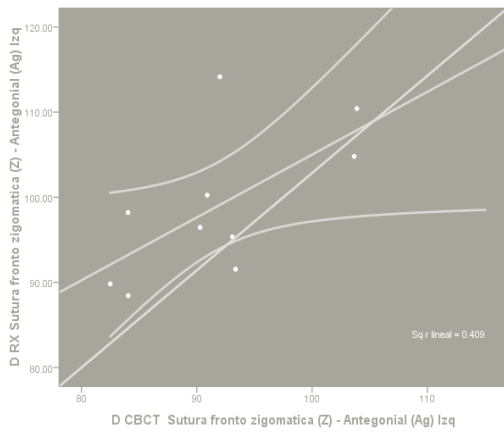
Grafica 9. Comparación de medidas Co - Ag Der entre CBCT y Radiografía Posteroanterior



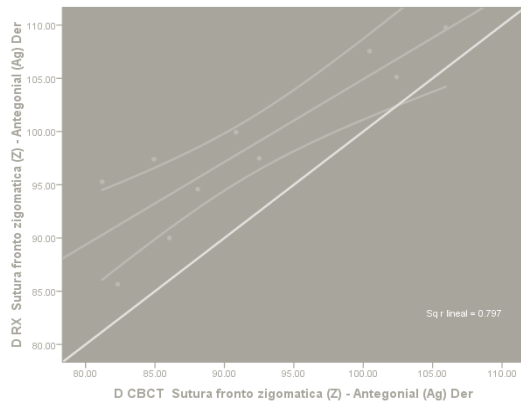
Grafica 10. Comparación de medidas Ag - Me Izq entre CBCT y Radiografía Posteroanterior



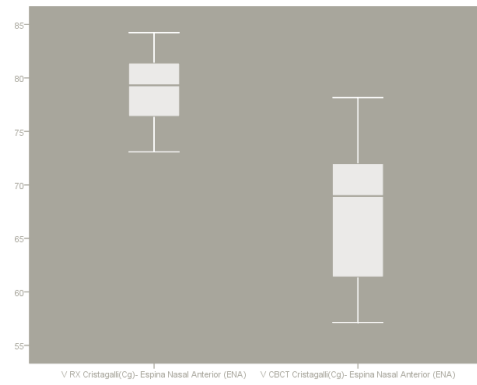
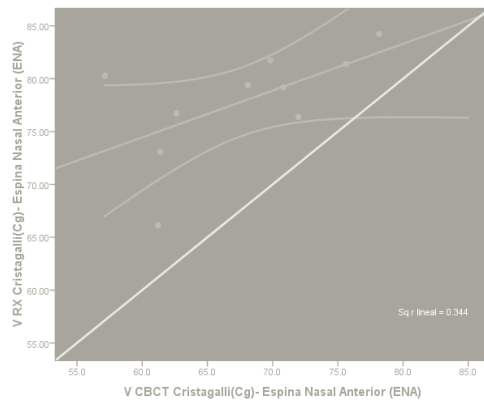
Grafica 11. Comparación de medidas Ag - Me Der entre CBCT y Radiografía Posteroanterior



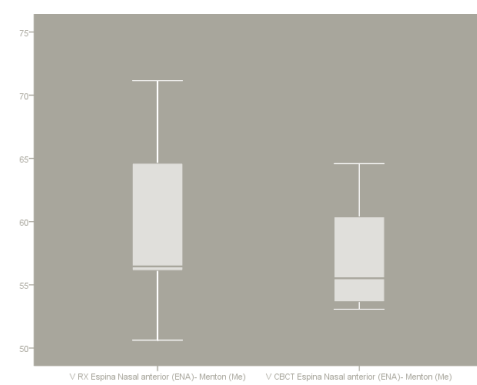
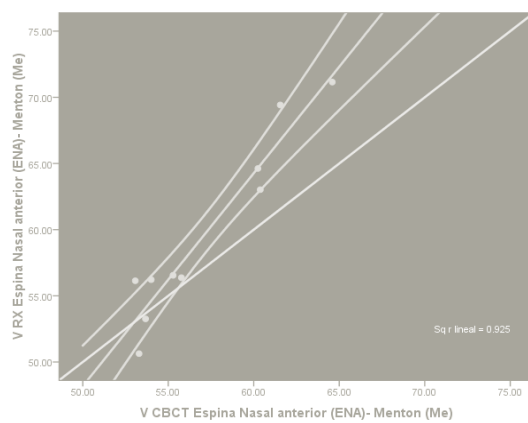
Grafica 11. Comparación de medidas Z - Ag Izq entre CBCT y Radiografía Posteroante



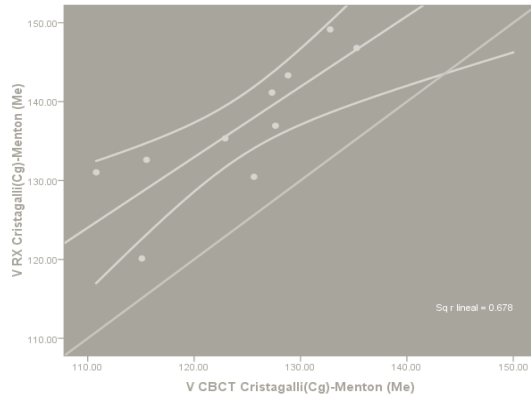
Grafica 12. Comparación de medidas Z - Ag Der entre CBCT y Radiografía Posteroanterior



Grafica 13. Comparación de medidas Cg - ENA entre CBCT y Radiografía Posteroanterior



Grafica 14. Comparación de medidas ENA- Me entre CBCT y Radiografía Posteroanterior



Gráfica 15. Comparación de medidas Cg -- Me entre CBCT y Radiografía Posteroanterior

IV. DISCUSIÓN

Adams y cols. en 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 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 postero anterior 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 postero anteriores 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 postero anterior, 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

Existe mayor dispersión de datos en la radiografía posteroanterior con respecto a la CBCT y al modelo de cráneo seco.

En las medidas cefalométricas obtenidas de la radiografía postero anterior 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.

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 postero anteriores 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

ANEXO 1

VARIABLE	MEDIDAS CRÁNEO		RX POSTEROANTERIOR		TOMOGRAFÍA VOLUMÉTRICA DE RAYO DE CONO	
	mm	%	mm	%	mm	%
1. Z-Z						
2. Co-Co						
3. Za-Za						
4. Go-Go						
5. Ma-Ma						
6. Ag-Ag						
7. Co- Me Izq						
8. Co- Me De						
9. Co-Ag Izq						
10. Co-Ag De						
11. Ag-Me Izq						
12. Ag-Me De						
13. Z- Ag Izq						
14. Z- Ag De						
15. Cg- ENA						
16. ENA- Me						
17. Cg- Mn						



COLEGIO ODONTOLÓGICO

POSTGRADO DE ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR

Consentimiento informado

La Institución Universitaria Colegios de Colombia realizará una investigación en pacientes con edades comprendidas entre 20 y 40 años que deseen obtener información diagnóstica previa a un tratamiento ortodóntico, cuyo objetivo es comparar dos medios imagenológicos para el diagnóstico craneofacial.

Para la recolección de los datos necesarios en esta investigación, se tomará una radiografía posteroanterior y posteriormente una tomografía volumétrica de rayo de cono único a las cuales se les realizará un análisis cefalométrico.

La participación en este estudio es voluntaria teniendo en cuenta la aceptación y aprobación firmando el consentimiento informado, la no participación no traerá ninguna consecuencia para usted. Puede negarse a firmar este consentimiento y puede retirarse del estudio en cualquier momento, si así lo considera necesario. No se ofrece ninguna compensación por participar en el estudio. El presente estudio de acuerdo a la Resolución expedida por el Ministerio de Protección Social # 008430 de 1993, está clasificado como una **Investigación con riesgo mayor que el mínimo.**

Esta investigación será realizada por profesionales calificados y especialistas, el Director del proyecto es el Dr. Carlos Arturo Villamizar y los investigadores examinadores serán: Teresa Isabel Arévalo Velásquez, Diana Jissel Bernal Niampira, Paola Lucía Silva Hernández, Tatiana Verónica Vivas Pertúz

Cualquier información adicional acerca de los derechos de los participantes y de la investigación será resuelta antes de firmar el consentimiento por el Dr. Carlos Arturo Villamizar personalmente o en el teléfono 300 213 89 75.

He comprendido los riesgos que puedo tener al participar en esta investigación. Entiendo que toda la información es estrictamente CONFIDENCIAL y será utilizada para cumplir objetivos académicos y científicos, que traerá como beneficio un resumen de la investigación y adicionalmente un beneficio para la comunidad.

Yo _____ identificado(a) con
Cédula Número _____ de _____ leí los
objetivos y el procedimiento descrito anteriormente y voluntariamente
decidí participar en este estudio.

Firma _____
Nombre: _____
C.C: _____ de _____

Firma del Director del proyecto:

Nombre: _____
Registro: _____ C.C: _____ de _____

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.-GREGORET J. Ortodoncia 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 Ateneo. 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 craniofacial skeleton: 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 Asymmetry Analysis. J.C.O. July 1987.**
- 17.-SCOTT D. GANZ. CT Scn technology. 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.