Universidad de Valparaíso
Facultad de Odontología
Escuela de odontología
Cátedra de ortodoncia

“Evaluación Cefalométrica de la Posición Natural de la Cabeza (PCN) como Método de Posicionamiento para Telerradiografía Lateral de Cráneo. Variaciones en el Tiempo, Utilizando como Referencia el Plano de Frankfurt Visual (Según J.J.E. Ramírez).”

Alumnos:
Graciela Espina González
Gonzalo Rocco Ramírez
Paula Vallejos Barría

Profesor Guía:
Dr. Jorge Ramírez Tornatore
Prof. Titular, Jefe de la Cátedra
de Ortodoncia y O.D.M.F.

Docentes Colaboradores:
Dr. Ramón Naranjo Piñones
Prof. Auxiliar Cátedra Radiología
Facultad de Odontología
Dr. Jorge Ramírez Caballero
Docente de la Cátedra de
Ortodoncia y O.D.M.F.

Trabajo de Investigación
requisito para optar al título de
Cirujano-Dentista

Valparaíso - Chile
2002

A mis padres y mis hermanas por su apoyo incondicional
A Javier; por su cariño y comprensión en todo momento
A Paula, Alma y Paty, por estar siempre a mi lado y acompañarme en este largo trayecto

Graciela

A Dios, por su Bendición
A mis Padres, por su apoyo constante, sus valores y su amor
A mis hermanos por su ejemplo
A Giovanna, por su invaluable compañía y por estimularme a dar siempre lo mejor de mí
A Marco Nasi T. y Jorge Torres M. por su orientación y ayuda incondicional

Gonzalo

A mis padres, mis hermanas, y Antonio por su apoyo y amor incondicional
A Alma, Graciela y Paty por su gran amistad y las historias compartidas

Paula

Agradecemos a:

- A nuestro Docente Guía, Prof. Dr. Jorge Ramírez Tornatore, por su valiosa orientación, apoyo constante, entusiasmo y buena disposición en todo momento.

- Al Dr. Ramón Naranjo Piñones por su aporte en la planificación y desarrollo de la investigación.

- Al Dr. Jorge Ramírez Caballero, por su ayuda en la entrega de información para la realización de este trabajo.

- Al Dr. Pío Borzone Garbarino, por su disposición y gestiones para la obtención de material imprescindible para la realización de nuestra investigación.

- Al Servicio de Radiología de la Escuela de Odontología de la Universidad de Valparaíso, por permitirnos trabajar en sus instalaciones; y al personal auxiliar por su colaboración.

- Al Sr. Patricio Carmona por su valioso trabajo fotográfico.

- A Marcos Chávez y la Sra. Gabriela González, por su disposición, ayuda y comprensión.

- A Dini Vergara, por facilitarnos implementos que permitieron el desarrollo de este Seminario de Tesis.

- A Alicia Mancilla por su aporte y ayuda en la comprensión del análisis estadistico.

- A Mariza Vallejos por su desinteresado y creativo aporte a nuestro seminario

- A nuestros pacientes, sin los cuales habría sido imposible realizar nuestra investigación.

INTRODUCCIÓN

Tanto en Ortodoncia como en Ortopedia-Dento-Máxilo-Facial, se utilizan distintos tipos de exámenes complementarios, con el fin último de llegar a un diagnóstico y, por lo tanto, a un plan de tratamiento correcto. En Ortodoncia, el análisis cefalométrico de la telerradiografía lateral de cráneo ocupa un lugar primordial, siendo desde hace muchos años usado de forma rutinaria en la práctica clínica, lo que demanda una ejecución precisa, de manera que la técnica sea reproducible y sus resultados comparables mediante la técnica y método cefalométrico.

La telerradiografía cefalométrica se basa en la capacidad de poder reposicionar al paciente en el cefalostato y por lo tanto, las diferencias encontradas en la localización de marcas cefalométricas se debe al crecimiento o al tratamiento efectuado y no a cambios en la orientación de la cabeza del paciente (Mel, 1993).

El camino desde la toma de la telerradiografía hasta llegar al diagnóstico cefalométrico, involucra muchos pasos, pasando por el posicionamiento de la cabeza, la técnica radiográfica, la localización de las marcas, el trazado y el análisis cefalométrico. Cometer un error, en uno o varios de estos pasos, generará una sumatoria de errores que consecuentemente provocará variaciones, comprometiendo finalmente el resultado exitoso del tratamiento. *"Las complicaciones ortodóncicas casi siempre se originan en errores de diagnóstico y no en ejecuciones en el plan de tratamiento"* (Viazis,1993).

Los factores que producen variabilidad pueden ser inherentes a cualquiera de los pasos anteriormente mencionados y han sido estudiados por varios autores. Björk, por ejemplo, (citado por Ramírez, J. J. E. y cols., 1980) describió errores que surgían de diferencias en la proyección entre dos películas de un mismo individuo, y notó además que las dificultades en la localización de diferentes marcas variaban dependiendo de la naturaleza de las marcas examinadas. *"La exactitud en las marcas y mediciones, aunque es extremadamente difícil, es imperativa, porque la imprecisión aumenta errores acumulativos*". (Savara, 1979). Ramírez, J.J.E. y Barturen en 1980, comprobaron que existe variación en la localización de un mismo punto cefalométrico, hecha por un mismo observador, según las definiciones dadas por los diferentes autores.

La posición de la cabeza posee un rol muy importante en la toma de la telerradiografía lateral de cráneo. En un estudio de 1993, Cooke y cols. observaron que cambios en la postura de la cabeza afectan la localización de las marcas cefalométricas y, por lo tanto, los ángulos resultantes. Si la telerradiografía lateral se considera como una técnica cuantitativa válida, la posición de la cabeza debe ser una posición estandarizada durante el procedimiento de la toma de la radiografía.

El objetivo de estandarizar la técnica de la toma para telerradiografía lateral de cráneo, es reducir al mínimo los errores y permitir el uso universal de los resultados cefalométricos, de un mismo individuo en distintos períodos de tiempo, o resultados obtenidos de fuentes diferentes (Enlow, 1992).

Para ello es necesario estandarizar, es decir, hacer o fabricar algo siguiendo un patrón uniforme previamente definido (García Pelayo y Gross, 1995), lo siguiente:

- La técnica radiográfica.
- La técnica de posicionamiento de la cabeza.
- Definiciones precisas y claras.
- La determinación de marcas cefalométricas.
- El trazado cefalométrico.
- La medición de trazos y ángulos.
- La interpretación de las mediciones.

Como fue mencionado anteriormente, la posición de la cabeza juega un papel importante en este proceso, y con el fin de establecer su correcta orientación espacial durante la toma telerradiográfica, es que se utiliza un plano de referencia. Este se define como el plano que se selecciona como base para la toma de telerradiografías, y de comparación cuando se realizan muchas mediciones, sean estas lineales o angulares.

Las orientaciones de cabeza más usadas en la toma de telerradiografías laterales son:

1. El posicionamiento en el **Plano de Frankfurt Visual**, utilizado en la técnica de posicionamiento de la cabeza con cefalostato desde 1932, este plano fue definido como horizontal y paralelo al piso (Ramírez, 2002) o,

2. Posicionando la cabeza de acuerdo a su balance natural, o sea la **Posición Natural de la Cabeza** (PNC) (Cooke y cols.,1993).

Tradicionalmente se han usado planos de referencias cefalométricos intracraneales (ej: Sella-Nasion; plano de Frankfurt radiológico) para el análisis cefalométrico clínico (Mel y cols., 1993; Cooke y cols. 1993). Este plano indicaría la horizontalidad de la cabeza. Sin embargo, Downs, fen 1952 afirma en sus estudios que esto no es así debido a los diferentes tipos faciales, por lo que Moorrees propone, lo que denominó "Posición Natural de la Cabeza", que utiliza referencias extracraneales: la horizontal y vertical verdadera. (Özbek y Köklü,1993). La premisa básica que sustenta su uso es que la reproductibilidad clínica (variabilidad) a largo plazo de PCN es significativamente menor que la variabilidad de los planos de referencias intracraneales convencionales con respectos a la vertical verdadera. (Cooke, 1990).

En vista que el análisis cefalométrico tiene un rol clave en la práctica clínica e investigación, es esencial evaluar la validez de la información obtenida de las telerradiografías laterales.

Existe controversia en la literatura sobre cual plano de referencia seria el más indicado a usar, es decir cual sería el más fidedigno y estable a través del tiempo, lo que se traduce clínicamente como la capacidad de reproducir la posición de la cabeza en telerradiografías y por lo tanto cefalogramas seriados, en las diferentes etapas de estudio de un paciente.

El propósito de este trabajo fue investigar la existencia de cambios en la posición de la cabeza, durante la toma de dos series de 50 telerradiografías laterales de cráneo, cada una, separadas por un lapso de dos meses, utilizando PNC como plano de referencia posicional, y ocupando el Plano de Frankfurt Visual (que como mencionamos anteriormente, es horizontal y paralelo al piso) como plano de comparación. Además, ver si existe relación entre los posibles cambios en la posición de la cabeza con la localización de marcas cefalométricas. En particular, determinar si la existencia de variación en la postura de la cabeza, resulta en cambios significativos en la medición de ángulos y trazos frecuentemente usados para evaluación cefalométrica.

En resumen, determinar la reproductibilidad de la técnica teleradiográfica en posición natural de la cabeza en el tiempo y, por lo tanto, evaluar esta posición como orientación válida de la cabeza durante la toma de telerradiografías laterales de cráneo y, por consiguiente la obtención de resultados confiables en los análisis cefalométricos capaces de ser comparables en distintas épocas, y por diferentes clínicos.

MARCO TEORICO

1. HISTORIA

La ortodoncia nace impulsada por N. W. Kingsley y Angle, este último fundó la primera escuela de ortodoncia en St. Louis en 1900.

1.1 *Antropometría en Ortodoncia*

La cuantificación del hombre es una función de la biología; son los antropólogos físicos, biofísicos, bioquímicos, psicólogos, siquiatras, biométricos, y bioestadísticos, quienes se preocupan de la medición de la morfología, fisiología y psicodinámica del ser humano.

A la **antropología física** le concierne la evaluación morfológica hereditaria, el ambiente físico, constitución étnica, historia, y otros parámetros útiles en el estudio de la variabilidad del hombre (Salzmann,1966).

El estudio del cuerpo humano comenzó como una disciplina descriptiva. Del interés de medir el esqueleto humano, nace la **Osteometría**, ciencia descriptiva que permite cuantificar cualquier hueso humano y aplicar el método científico al estudio de los rasgos morfológicos del hombre (Aristiguieta,1994).

La **Antropometría** fue definida por Hirdlickâ como "La ciencia que se ocupa de observar y medir al hombre, su esqueleto y otros órganos mediante métodos fiables y con objetivos científicos". También la considera como un servicio a la Odontología, ya que estudia el patrón morfológico humano, estando siempre interesada en mediciones craneales, faciales y dentarias.

Los estudios del crecimiento y desarrollo, de gran importancia en ortodoncia, no pueden ser totalmente evaluados sin apoyarse en la contribución de la antropología física, entre otras ciencias relacionadas (Salzmann,1966).

La **somatometría** amplía las aplicaciones de la antropología física, al ofrecer la posibilidad de medir al ser vivo, analizar los cambios evolutivos y las diferencias entre las razas o zonas geográficas. Es así como de la Osteometría deriva la craneometría y de la somatometría la cefalometría (Aristiguieta,1994)

1.2. C e f a l o m e t r í a

La **cefalometría** surge como estudio morfológico de todas las estructuras duras y blandas presentes en la cabeza humana.

La **cefalometría** nació hace ya más de un siglo. Desde las mediciones angulares de Korkhaus, hasta las Telerradiografías cefalométricas de Broadbent, Brodie, Downs, Margolis, Wylie, Higley, Thorripson, Adams, Reidel, Graber. etc., todos los intentos fueron dirigidos a dilucidar la íntima relación existente entre el aparato dentario con las estructuras circundantes (Castellino y cols.,1956).

Van Loon fue probablemente el primero en introducir la cefalometría en la ortodoncia cuando aplicó procedimientos antropométricos en el análisis del crecimiento facial, haciendo modelos de yeso de la cara dentro de los cuales insertó modelos orientados de la dentición (Salzmann,1966).

Por su parte, Camper en 1786, posiblemente fue, el primer antropólogo que empleó mediciones angulares para determinar las dimensiones faciales (Castellino y cols.,1956).

1.2.1. Telerradiografía

En Noviembre de 1895, Wilhelm Conrad Von Röentgen, físico de la Universidad de Würzburg, Alemania, descubre los “Rayos X”. Los Rayos X fueron usados en odontología ya en 1896 (Haring y Lind, 1997) y en 1905 en medicina.

A.J. Pacini (1918) tomó la primera telerradiografía cráneo-facial, orientando la cabeza del paciente paralela a la película radiográfica, e inmovilizándola por medio de un vendaje de gasas, que la sujetaba al chasis (Salzmann, 1966).

Hellman a principios de los años 20, incorporó los métodos antropométricos a la ortodoncia, lo que sirvió de base para la iniciación de la cefalometría radiológica con fines ortodóncicos.

1.2.2. Telerradiografía Estandarizada y Cefalostato

Los antropólogos inventaron el **craneóstato**, para orientar cráneos secos, mejorando la técnica de comparaciones. Pero era necesario un método que permitiera estudiar los cambios sucesivos de la cabeza viva durante el crecimiento. Esto requería una modificación del craneóstato para usarlo en pacientes vivos (Moyers y cols.,1992).

En 1928 Dewey y Riesner en un artículo describieron una técnica donde inmovilizaron la cabeza del paciente en una “abrazadera craneal” y ubicaron el chasis contra la cara del paciente. Tomaron radiografías de perfil a través de la alineación del plano de Frankfurt.

B. Holly Broadbent gracias a su asociación con Todd, transformó en 1925 el craneóstato de Todd en el primer cefalostato (Aristiguieta,1994), y en Cleveland, en 1930 publicó su técnica estandarizada en el *Angle Orthodontist* bajo el titulo “Una nueva técnica de radiografía y su aplicación en ortodoncia”.

Höfrath (1931) en Alemania introduce el cefalostato como elemento estandarizador, y publica sus contribuciones, ayudando al surgimiento en 1931 de la cefalometría radiológica (Jimenez y cols.,1993; Moyers y cols.,1992).

Por otra parte Thompson fue el primero que utilizó el cefalostato en la clínica odontológica protésica y reparadora (Castellino y cols.,1956).

Se han desarrollado diversos métodos de medición cefalométrica, basados en las telerradiografías de cráneos con fines clínicos. En este contexto aparecen los nombres de Schwarz, Andersen, Korkhaus, Baldrigge, Brodie, Tweed, Bjork, Wylie y Steiner, Downs, Ricketts y otros tantos que podríamos mencionar. Todos ellos han hecho un valioso aporte al diagnóstico clínico y al estudio del comportamiento en el crecimiento y desarrollo cráneo-facial.

1.2.3. Cefalometría Radiológica

La **cefalometría radiológica** surge al aplicar técnicas radiográficas al análisis de la cabeza humana**.** Se basa en puntos o relieves óseos fácilmente reconocibles del cráneo y cara, que al ser relacionados entre sí, determinan ángulos y dimensiones lineales, que son medidos y comparados, con el fin de estudiar y analizar el proceso de desarrollo maxilo-facial del hombre vivo en crecimiento. Se desarrolló desde los campos antropológicos de la antropometría y craneometría, heredando de ellas el uso de las mismas marcas y planos usados en cráneos secos. Así mismo heredó su gran problema; el establecimiento de un plano de referencia reproducible para la orientación de la cabeza para la evaluación cuantitativa de las estructuras cráneo-faciales (Jiménez y cols.,1993; Cooke y cols., 1993; Moyers y cols., 1992; Ramírez J.J.E y Barturen,1980).

2. RADIOLOGÍA

2.1. Definición

La **radiología** se define como la ciencia o el estudio de la radiación y su uso en la medicina (Haring y Lind,1997). Es una herramienta fundamental como examen complementario de diagnóstico. Exige práctica y experiencia para adquirir la habilidad necesaria, abarca la física, geometría y química (Jiménez y Ramírez J.A.,1994).

La **radiografía** es la producción de una imagen, al exponer una película fotosensible a los Raxos X, y luego procesarla (Haring y Lind,1997).

En odontología la radiografía es utilizada para proporcionar información sobre los tejidos cráneo-faciales superficiales y profundos no visibles a simple vista.

La radiología odontológica está formada por los procedimientos técnicos e interpretativos que conjuntamente producen datos diagnósticos. Los procedimientos técnicos se fundamentan en el conocimiento de la morfología y la física. Por otra parte, los procedimientos interpretativos deben ser incorporados a otros datos de estudio como: examen clínico, de laboratorio, etc. (Wuehrmann y Manson-Hing, 1983).

2.2. Física Radiológica

2.2.1. Producción de Rayos X

Se puede definir Rayos X como ondas de energía electromagnéticas; se transmiten a alta velocidad y están clasificadas según la longitud de sus ondas en el espectro electromagnético. Se forman al generar una gran cantidad de electrones de alta energía, los que al perder parte de ella producen los “Rayos X”. Este procedimiento se lleva acabo dentro del tubo de Rayos X (Haring y Lind, 1997).

Los Rayos X se comportan de manera similar a la luz, es decir:

- Actúan sobre las películas fotográficas de manera semejante,
- No son afectados por los campos magnéticos y
- Se trasladan en línea recta y a la misma velocidad (300.000 km./h app.).

La principal diferencia entre ambas es la capacidad de los Rayos X de penetrar algunos objetos opacos. Esta propiedad se relaciona con la longitud de onda, ya que cuanto más corta sea ésta, más penetrante y energético será el fotón; esto, unido a su capacidad ionizante, hacen con que los Rayos X sean ampliamente utilizados en casi todos los campos de estudio científico (Wuehrmann y Manson-Hing, 1983).

2.2.2. Imagen Radiográfica

El objetivo de la radiografía en odontología es entregar una imagen de los tejidos cráneo-faciales de tal forma que proporcionen el máximo de información.

La radiografía ideal muestra: (Haring y Lind, 1997).

- Imagen nítida.
- Una imagen cuya forma es semejante a la del objeto (isomorfo).
- Una imagen que tenga el mismo tamaño que el objeto (isométrico).

Para obtener los mejores resultados posibles hay que tener en cuenta, durante la toma radiográfica, diferentes factores que afectarán la calidad de la imagen:

□ Kilovoltaje (kV):

Es un indicador del poder de penetración de los Rayos X y de la velocidad del rayo de electrones dentro del tubo, que determina la longitud de onda de los Rayos X. El kV controla el contraste resultante de película de Rayos X (Ramírez J.J.E. y Barturen, 1980) que es necesario para definir las variadas densidades de un cuerpo al aparecer en una película. Al aumentar el kV se produce un rayo de mayor intensidad y de menor longitud de onda. Por el contrario, cuando se baja el kV, el promedio de la longitud de onda aumenta y el poder de penetración disminuye. Mayor kV mejora el detalle en los extremos del rango de absorción, pero sacrifica algunos detalles en las regiones intermedias (Salzmann, 1966).

□ Miliamperaje (mA):

Mide la tasa a la cual las cargas eléctricas pasan a través del tubo de Rayos X. Esta tasa es controlada por el aumento o disminución de la temperatura del filamento del tubo. A mayor temperatura, mayor el número de electrones y, por lo tanto, mayor el miliamperaje. El miliamperaje y el número de segundos de exposición durante la radiación afecta y determina la densidad de una imagen en una película. A mayor miliamperaje mayor densidad.

□ Principios de la geometría de la proyección: (Wuehrmann y Manson-Hing, 1983).

1. La fuente de radiación debe ser lo más pequeña posible.
2. La distancia foco-objeto debe ser lo más grande posible.
3. La distancia objeto-película debe ser lo más pequeña posible.
4. La película debe estar paralela a un plano fácilmente identificable del objeto.
5. El rayo central del haz de radiación debe ser perpendicular a la película

Los tres primeros se refieren a la nitidez de la imagen. Los otros dos requieren la alineación del haz de Rayos X, objeto y película de tal forma que la imagen radiográfica del objeto pueda ser fácilmente evaluada.

A su vez la calidad diagnóstica de la imagen radiográfica es afectada por:

1. Densidad:

Se refiere a la oscuridad total de la película. Con menor KV se obtiene menor densidad cuando el mA es constante. Cuando la densidad es mayor las estructuras se ven obscurecidas.

2. Contraste o Graduación:

Es la diferencia de densidad entre varias regiones de una radiografía. Se debe tener un equilibrio entre nitidez y contraste para la obtención de una buena imagen radiografía (Goaz y White,1995).

3. Nitidez:

Es la definición de la imagen radiográfica, es decir la delimitación clara de los contornos de los objetos radiografiados. Se logra principalmente con un punto focal pequeño (frecuentemente logrado por un ánodo rotatorio) y la inmovilidad del paciente.

4. Deformación y Magnificación de la imagen radiográfica:

Deformación es el cambio en la forma de la imagen en comparación con el objeto, y se debe a la ampliación desigual de distintas partes del mismo objeto.

La **magnificación** de la imagen se considera como una deformación proporcional. Depende de las distancias relativas entre foco-película, y objeto-película. Siendo directamente proporcional a la distancia objeto-película. Mientras menor sea la distancia entre el objeto a radiografiar y la película, menor es la magnificación, e inversamente proporcional a la distancia foco-película. Estos dos métodos para disminuir la magnificación, a su vez mejoran la nitidez. Todas las imágenes de Rayos X están magnificadas. El factor de magnificación tiene poco efecto sobre la calidad diagnóstica de la película. No en tanto, las estructuras periféricas reflejan cambios en la distancia y pueden tener distorsionada su imagen radiográfica. Esto determina variaciones importantes en las medidas lineales, no así en las mediciones angulares. (Salzmann,1966).

2.3. T e l e r r a d i o g r a f í a

La telerradiografía es una radiografía en donde se aumenta la distancia foco-película. Se usa cuando se trata de disminuir el ángulo de proyección que agranda la imagen y así obtener una imagen con el mínimo de magnificación (Castellino y cols.,1956).

2.3.1. Telerradiografía Cefalométrica

Es una telerradiografía de cabeza con una distancia foco-película estándar, entre 1,5 a 4 mts.

En toda telerradiografía es importante reproducir los tejidos blandos sin sacrificar detalles de los tejidos óseos, porque da una imagen más real del objeto (Castellino y cols.,1956; Ramírez y Barturen,1980).

La radiografía cefalométrica requiere de las siguientes condiciones constantes:

- Que el plano sagital de la cabeza del paciente para vista lateral sea paralela con la película.
- El rayo central del tubo debe pasar a través de los ejes de los oídos (Porion) y deben llegar a la película en ángulos rectos cuando se toma la vista lateral.

Cualquiera de estas dos condiciones que no se cumplan, generarán sobre la película un fenómeno de distorsión.

La exactitud de una telerradiografía depende de dos factores:

1. Distancia objeto-película

La distancia objeto-película es un factor de nitidez de detalle y magnificación. Cuanto más próxima está a la película el área que ha de radiografiarse, menor será el grado de amplificación de la imagen. Se establece que el perfil debe encontrarse entre 7.5 y 10 cms. de la película. La gran distancia del objeto-película también minimiza la diferencia en magnificación entre los dos lados de la cabeza (Wuehrmann y Manson-Hing,1983).

2. Distancia foco-película

La distancia estándar, desde la fuente de radiación hasta la película, se mantiene constante en 152cm o más. Aunque no hay uniformidad respecto a todos los autores. Algunos consideran suficiente 1,20 mts. (Rehaz y Simon); otros 1,50 a 1,80 mts. (Anderson; Broadbent; Margolis; etc.); y finalmente otro grupo considera que la distancia mínima debe ser de 2 mts. entre los que se cuentan Monti; Guardo; Korkhaus

y otros. Se hace necesario que se determine una medida de valor universal. Cuanto mayor sea la distancia del tubo de Rayos X con respecto a la película, menor será el grado de amplificación y mejor nitidez. Los Rayos X se comportan como si fueran paralelos al rayo central.

A una mayor distancia foco-película, el tiempo de exposición también debe ser mayor con los inconvenientes que ello produce.

M. B. Markus ha demostrado que las medidas de las dimensiones de los huesos después de proyectados sobre la película de Rayos X varían de la medida real, dependiendo de las distancias y del grado de oblicuidad del objeto y la película (Castellino y cols., 1956).

Otros factores importantes a considerar son:

□ Exposición

El tiempo de exposición varía inversamente con el cuadrado de las distancias desde el sitio focal a la película, cuando aumenta la distancia foco-película es necesario aumentar el tiempo de exposición al cuadrado o cambiar el factor de penetración o kV. Manteniendo constante el mA y el kV, la correcta exposición de la película puede requerir 1 seg. a 0,75 mts pero requiere 4 seg. a 1,5 mts. Este tiempo de exposición varía con la edad del paciente, en el niño debe ser corto para evitar movimientos durante la exposición y además el hueso joven absorbe más radiación.

Según Anderson para realizar el trabajo de cefalometría es suficiente una máquina de Rayos X calibrada a 70 kilovoltios y un poder de tubo de 30 miliamperes. Siendo el tiempo ideal de exposición, entre 1.5 a 2 segundos, lo que permite penetrar bien los tejidos duros y delinear lo mejor posible las estructuras blandas.

□ Dirección del rayo central

El tubo de Rayos X se pone de manera tal que el rayo central sea horizontal (perpendicular al plano de la película) y dirigido directamente través de las olivas. Las olivas deben aparecer como un solo círculo nítido en la RX.

□ Magnificación

En un perfil cefalométrico, el lado más alejado de la película se magnifica más. Mientras más fino sea el foco del tubo, es menor el factor de magnificación, la magnificación es de 5 a 8% en una radiografía cefalométrica, lo que no se considera significativo. Se debe intentar usar puntos de la línea media para análisis cuando sea posible para reducir el efecto de magnificación.

2.3.2. Errores

Se han identificado dos categorías principales de errores cefalométricos en la literatura:

1. Errores de proyección

2. Errores de identificación

El primero se relaciona de la proyección geométrica de la radiografía que resulta en una imagen bidimensional magnificada de la cabeza. Como los rayos que producen la sombra en la práctica no son paralelos y se originan de una fuente muy pequeña, las radiografías siempre sufren fenómenos de magnificación o distorsión, que podrán ser superados únicamente con un acabado conocimiento de la técnica radiográfica, correcto uso del cefalostato, etc.

Este último se produce cuando marcas anatómicas son identificadas en las radiografías y mediciones subsecuentes se realizan. Debido a que la variabilidad en la identificación de marcas se ha determinado ser 5 veces mayor que la variabilidad en las mediciones, es importante evaluar la magnitud de los errores de identificación de marcas (Trpkova y cols., 1997).

Las fallas técnicas posibles que pueden afectar la estandarización incluyen:

1) Falta de perpendicularidad del haz central hacia el plano sagital medio del sujeto y la superficie de la película, y

2) No ubicar ésta lo más cerca posible de la cabeza y de la cara para disminuir al mínimo la amplificación (Enlow y Broadbent, 1992).

2.4. Equipo Telerradiográfico

Un equipo cefalométrico consiste en un cefalostato, una fuente de rayos X y un sostenedor del chasis (Moyers y cols.,1992).

2.4.1. Fuente de Rayos X

Es el dispositivo básico generador de Rayos X, consiste en un cátodo, que posee un filamento emisor de electrones, y un ánodo, constituido por un vástago de cobre y un anticátodo hacia el que se dirige el haz de electrones a alta velocidad. El cátodo y el ánodo se encuentran en un tubo de cristal hecho al vacío (Goaz y White, 1995).

2.4.2. Porta Chasis

Receptáculo para alojar un chasis de 24 x 30 cm, desplazable. Se logra un acercamiento de la película a la cara del paciente, así disminuye la distorsión de las imágenes.

El chasis es donde se coloca la película radiográfica. Habitualmente contiene pantallas intensificadoras compatibles, (que disminuyen de manera notable la radiación secundaria necesaria para obtener una radiografía satisfactoria y evitar que se oscurezca la imagen, produciendo un aspecto velloso de las sombras óseas y los puntos de referencia más difíciles de ubicar) para reducir la exposición.

Una parrilla fija o movible puede usarse también junto con el sostenedor del chasis para producir una imagen más nítida.

El filtro de tejidos blandos se ubica frente al paciente o contra el chasis de la película radiográfica, para disminuir la radiación en esta zona y obtener un mejor contorno del tejido blando (Rakosi, 1992).

2.4.3. Posicionador de cabeza, Cefalostato o Cefalómetro

2.4.3.1. Aspectos Generales

Cuando se usan radiografías del cráneo para efectuar medidas de éste, debe haber algún medio para registrar la posición de la cabeza para la reproducción y normalización del procedimiento (Wuehrmann y Manson-Hing,1983).

Desde que se introdujo el cefalostato en 1931, las telerradiografías tomadas a distintas edades en un mismo individuo tienen mayor exactitud, proporcionando datos más precisos al superponerlas (Ramírez J.J.E. y cols.,1980).

2.4.3.2. Definición y descripción del Cefalostato

Es un instrumento graduable de precisión, ideado con el propósito de posicionar, fijar y sostener la cabeza del paciente y el negativo de Rayos X en una relación deseable y registrable, así como también con el haz de Rayos X central (Castellino y cols., 1956; Jiménez y cols.,1993; Ramírez J.J.E., 1990).

Es empleado en técnicas radiográficas para la toma de telerradiografías de cráneo, lateral o anteroposterior, quedando la cabeza del paciente inmóvil y orientada con el plano sagital paralelo a la película, siempre en la misma posición con respecto al rayo principal. Permite obtener radiografías a través del tiempo en iguales condiciones, con fines comparativos para análisis cefalométrico (Valencia y cols., 1987).

Existen varios cefalostatos dentro de los cuales podemos nombrar los de: Broadbent-Bolton, Margolis, Korkhaus, Vatteone (Revista Ortodoncia de 1949); Raymond Thurow, Hofrath, Dayzings, Ainzworth, Schwartz, Monti (Revista Odontológica de Enero de 1938) (citados por Castellino y cols., 1956). El cefalostato experimental de J. J. E. Ramírez utilizado en 1976, posibilitó fijar y posicionar cráneos secos, permitiendo hacer una variada gama de movimientos del cráneo a estudiar, en base a dos ejes: uno vertical y otro transversal. Un transportador de ángulos ubicado en la sección vertical izquierda del cefalostato, controla la magnitud de estos movimientos y una aguja horizontal ubica el plano de Frankfurt. (Ramírez, J.J.E.1976).

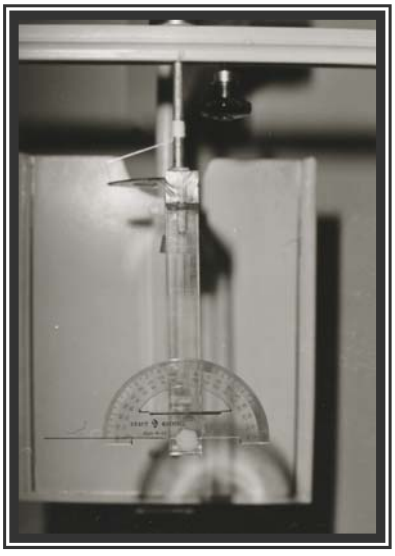


Foto 1: Cefalostato experimental de J.J.E. Ramírez (1976)

Todos los cefalostatos se basan en los mismos principios. Permiten tomar telerradiografías en Norma Lateralis, orientando el plano de Frankfurt por medio de vástagos introducidos en los conductos auditivos externos y un indicador del punto infraorbitario. El rayo central debe pasar a través de los conductos auditivos el tubo y el cefalostato deben ajustarse de modo tal que el vástago auricular de éste último aparezca radiografiado nítidamente sobre una película (Jiménez y cols.,1993; Ramírez J.J.E.,1990).

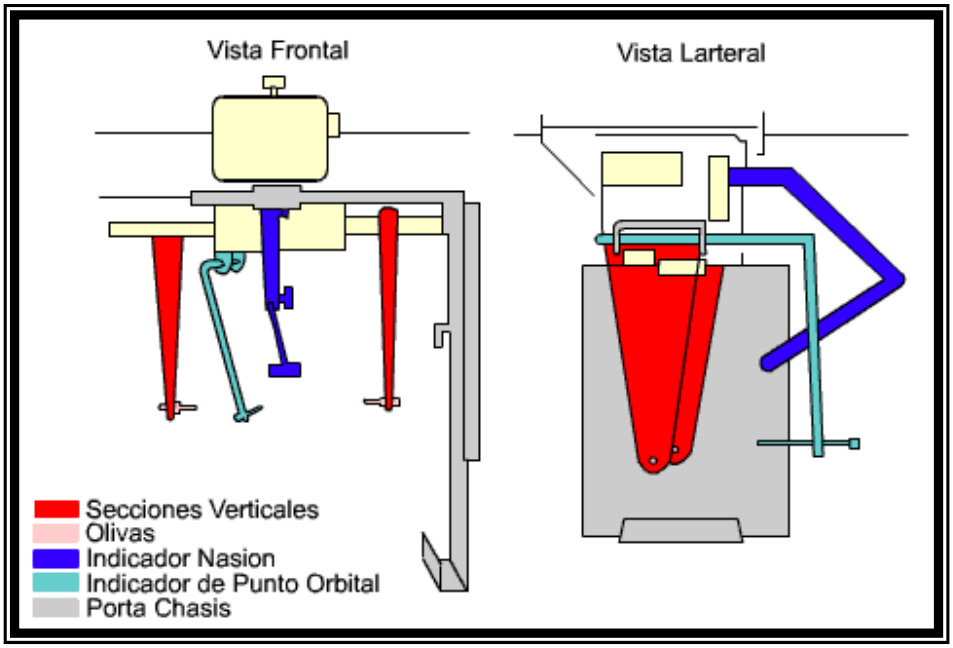
La gran variedad de cefalostatos básicamente se componen de los mismos elementos:

- **Dos secciones verticales:** en cuyos extremos inferiores, mirando hacia la cara interna y perpendicular a ellas, se encuentran las olivas. Las secciones verticales se deslizan transversalmente para adaptar las olivas a los conductos auditivos externos, de acuerdo a las variaciones de los anchos transversales de cabezas normales;

- **Dos vástagos verticales:** uno para ser situado en la zona naso–glabelar (fijación anterior) y otros que se ubican en la zona occipital (fijación posterior). De este modo, es posible fijar la cabeza previa orientación del plano de Frankfurt. Algunos cefalostatos actuales presentan un vástago que se ubica en forma horizontal en la zona orbitaria derecha (en el punto orbital);(Aristeguieta, 1994).

- **Porta chasis radiográfico para película extraoral**: situado paralelamente a los vástagos verticales y a una distancia de 10 a 13 cm del punto medio sagital del paciente posicionado. Además en la zona anterior algunos llevan la pantalla de aluminio que permite obtener un perfil blando más nítido (Ramírez J.J.E. y cols.,1980).

Esquema de Cefalostato



3. TÉCNICAS TELERRADIOGRÁFICAS

La producción de cefalogramas uniformes que permiten una determinación precisa de cambios debidos a desarrollo y crecimiento o bien a modificaciones propias del tratamiento ortodóncico, es conseguido logrando acomodar la cabeza del paciente con el cefalostato en una relación conocida y constante, con la película y el haz de Rayos X (Castellino y cols.; 1956).

Los requisitos que se necesitan para estandarizar una radiografía son:

1. Fijar la cabeza de acuerdo al plano horizontal de Frankfurt (Tragus-orbital) o de acuerdo al plano natural.
2. Mantener la distancia del paciente a la película.
3. Mantener la distancia del tubo del aparato al paciente.

Al estandarizar las radiografías, logramos utilizarla no solamente en procesos investigativos, sino observar los resultados que se están obteniendo durante la terapia, para despejar dudas, y al final para evaluar hasta que punto se han logrado los objetivos visuales del tratamiento. También nos permite reducir al mínimo el error cuando se obtienen radiografías seriadas del mismo individuo en momentos distintos, y para permitir el uso universal de los resultados cefalométricos obtenidos de muchas fuentes diferentes (Aristeguieta; 1994).

3.1. Técnica Telerradiográfica en Norma Lateralis

Consiste en la toma de telerradiografías con el cráneo orientando en **Norma Lateralis.** Se habla de “Norma Lateralis” cuando la cabeza está posicionada en el espacio de tal modo que el plano de Frankfurt esta paralelo al plano horizontal y el plano sagital perpendicular al rayo central (Ramírez J.J.E. y cols., 1980).

Cuando se inmoviliza la cabeza del paciente en esta posición, a través de la utilización del cefalostato, se habla de **Posición fija de la cabeza** (Valencia y cols., 1987).

3.1.1. Plano de Frankfurt

Durante el siglo XIX, la necesidad de estandarizar los métodos usados en craneometría llegaron a ser un asunto importante, por lo que se requería acordar cuales serían las mejores marcas, puntos y planos a usar en la osteometría (Castellino y cols.;

1956). Con este propósito se llevaron a cabo una serie de congresos internacionales, en München (1877), Berlín en 1880, Frankfurt (1882), Mónaco (1906), y Ginebra (1912) (Ramírez J.J.E. 1990). Pero la reunión más importante concerniente a la odontología, se llevó a cabo en Frankfurt en Agosto de 1882, en el 13º congreso general de la sociedad antropológica alemana, del cual este plano recibe su nombre (Finlay, 1980).

Von Baer, un craneologista ruso, en 1859 sugirió un plano que siguiera los arcos cigomáticos. Von Ihering (1850-1930) definió entonces el plano de forma más precisa como una línea dibujada desde el centro de cada meato auditivo al punto más bajo del margen inferior de cada orbita. El acuerdo de Frankfurt modificó esta definición, haciendo que el plano pase a través de los bordes superiores del meato óseo, verticalmente sobre sus centros (Finlay, 1980).

Posterior a esta convención, la definición del plano horizontal de Frankfurt ha sido alterada, y es así que ahora se considera como: "Plano horizontal que pasa por los bordes superiores de los conductos auditivos externos (puntos Porion) derecho e izquierdo y por el borde inferior de la órbita (Puntos infraorbitarios) izquierda". Esto reduce los problemas relacionados con cráneos asimétricos (Finlay, 1980). Su utilización en la práctica ortodóncica permite determinar la posición relativa de los maxilares con respecto al cráneo (Castellino y cols., 1956).

3.1.2. Plano de Frankfurt Visual o Tegumentario

Línea que se forma por la unión del Porion tegumentario (centro del tragus o punto Tragus) al punto Orbital (Or), el que se determina cuando las pupilas miran al infinito, trazando una vertical que corte el reborde orbital, y se marca su parte más inferior. Es definido como horizontal y paralelo al suelo, también llamado como “Horizontal Verdadera”. (Ramírez J.J.E., 2002)

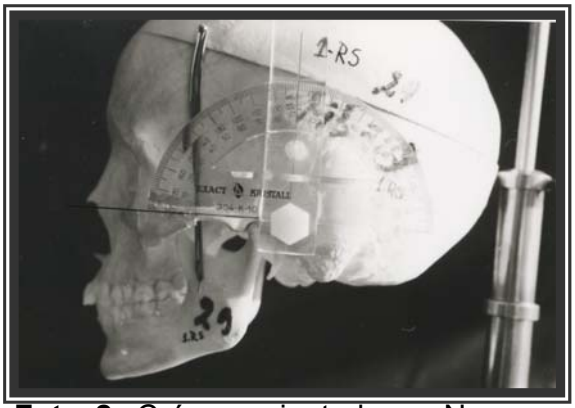


Foto 2: Cráneo orientado en Norma Lateralis, ubicado en cefalostato experimental de J.J.E. Ramírez (1976).

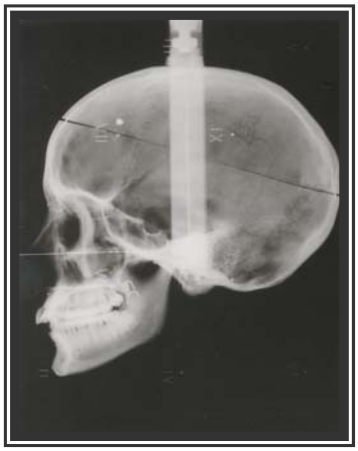


Foto 3: Proyección radiográfica del Plano de Frankfurt Visual. (Ramírez, J.J.E., 1976).

3.1.3. Posición del Paciente

1. Previamente debe retirarse todo objeto metálico de la región craneofacial para evitar que aparezcan impresionados en la película (Ramírez J.J.E y Barturen; 1980).

2. Puede estar de pie o sentado con los conductos auditivos a la misma altura que los vástago auriculares (Ramírez, J.J.E. y cols., 1980).

3. Debe mantener el tronco y cabeza erguida, el cuello extendido, así los hombros toman una posición baja, permitiendo bajar el chasis, previniendo que el mentón quede fuera de la película.

4. Debe estar en máxima intercuspidación (MIC) con los labios juntos, sin forzar.

5. El cefalostato o posicionador de cabeza debe estar correctamente ajustado:

a) Las olivas auriculares se posicionan sobre los conductos auditivos, previniendo rotaciones horizontales de la cabeza. La cabeza es entonces movida verticalmente hasta que el punto orbital quede a la misma altura que el centro de las olivas.

b) El sujetador de la parte anterior del cefalostato es ajustado contra el Nasion para prevenir que la cabeza salga de esa posición. El plano sagital del paciente debe ser paralelo a la película y perpendicular al rayo central, orientando la cabeza del paciente en norma lateralis (Jiménez y cols.,1993; Aristeguieta,1994, Valencia y cols.,1987).

6. El haz central de rayos deberá pasar por el centro de las olivas (Castellino y cols.; 1956).

7. No debe efectuar ningún tipo de movimiento durante la exposición.

3.1.4. Limitaciones

Downs enumeró las limitaciones de la telerradiografía en Norma Lateralis:

- El Porion no es distinguible en la película, queda aproximadamente a 3 mm sobre la oliva auricular. Los meatos auditivos externo usados en telerradiografías para la fijación de cabeza no siempre están en el mismo plano bilateral.

- Los tejidos del conducto auditivo externo son extremadamente sensibles a la presión, haciendo la inserción de las olivas en la misma posición incierta y difícil.

- Al ubicar la cabeza del paciente en el cefalostato, las olivas provocan una extensión de la cabeza y del cuello del paciente a una posición distinta a la que tiene en su postura natural.

3.2. *Técnica Telerradiográfica* con Posición Natural de la Cabeza

3.2.1. Definición

El concepto de **Posición Natural de Cabeza (PNC)** fue introducido a la literatura ortodóncica en la década de los 50 por Downs, Bjering y Moorees (Preston y cols.,1997), y gradualmente ha sido usada como referencia posicional para la evaluación de la morfología craneofacial en radiografía cefalométrica (Viazis,1995; Cooke,1990).

Cooke y Wei definen PNC como la posición fisiológica natural de la cabeza obtenida cuando un sujeto relajado mira un punto de referencia distante. Se basa en que al mirar un punto fijo en el horizonte, la línea de la visión, que une el punto de referencia con el centro de las pupilas, es paralela al piso (Preston y cols.,1997).

Lo anterior se relaciona con la postura natural del cuerpo, y el alineamiento de éste con la columna cervical. Que la persona parada tenga su eje visual horizontal se determina en cada individuo por el equilibrio existente entre los músculos elevadores y depresores de la mandíbula, los músculos de cuello, tronco y columna cervical y por la dirección de las fuerzas gravitacionales que actúan sobre el sistema cuando el individuo mira directamente hacia adelante. (Viazis, 1995; Valencia y cols., 1987). La vertical del centro de gravedad de la cabeza pasa por delante del eje de los cóndilos" y mantiene su equilibrio sobre la columna vertebral mediante un esfuerzo mínimo de los músculos de la nuca (Rouvière y Delmas, 1999).

3.2.2. Historia de Posición Natural de la Cabeza

En un intento de medir PNC en relación a la Vertical Verdadera (línea que está en 90º en relación a la horizontal verdadera, y pasa por el punto SNP) Schmidt en 1876 usó una estructura que enmarcaba al cráneo, una plomada y un protractor. Un siglo después Vig y cols. también usaron un protractor y una plomada para establecer el PNC relativa a una vertical definida por gravedad.

Moorrees y Kean proyectaron la imagen de una línea de plomo de un cable de acero inoxidable en la telerradiografía cefalométrica. La imagen resultante fue una línea de referencia vertical externa contra la cual fue posible medir la posición de estructuras intracraneales. Un nivel de agua se usaba para determinar PNC al momento de la toma de la película cefalométrica (Preston, Evans y Todres, 1997).

Von Baer y Wagner fijaron un espejo en la pared e instruyeron a los sujetos a mirar fijamente el reflejo de sus ojos. Este método ha sido usado en varios estudios (Preston y cols.,1997).

3.2.3. Beneficios de PNC

- El plano de referencia a la horizontal verdadera en PNC sería menos variable a corto plazo que los planos de referencia convencionales.

- Las variables basadas en PNC describen de mejor manera los aspectos reales (Cooke,1990)

3.2.4. Posición del Paciente

El uso de PNC se fundamenta en que cada individuo tiene la tendencia de orientar su cabeza en el espacio, en una posición reproducible, cuando mira un objeto en el horizonte, ya que, como se mencionó anteriormente, su línea de la visión es paralela al piso.

Línea de la visión:

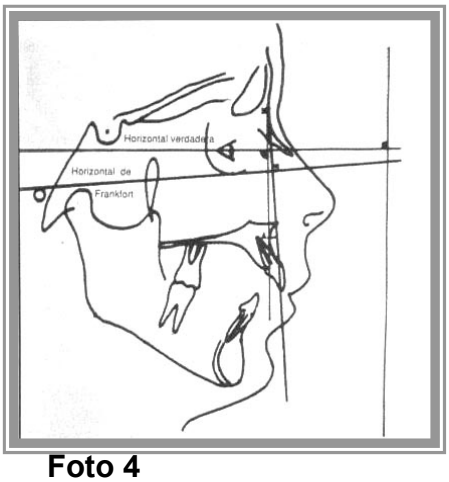


Foto 4

Es la línea que une un punto fijo en el horizonte con el centro de las pupilas cuando una persona mira directamente a él estando las corneas centradas (Foto 4).

Foto 5

Se basa en el conocimiento de que las pupilas sirven para centrar la cornea. Si se emplea una fuente de luz puntual en el horizonte (punto de fijación), la luz se refleja exactamente en el centro de la pupila, pasando por el punto focal de la superficie convexa de la cornea.

Cualquier cambio en la dirección de la mirada hace que el haz de luz, que es fijo, no se refleje en el centro de la pupila (Guardo y cols., 2000)(Foto 5).

Para posicionar al paciente se le indica lo siguiente:

1. Se instruye al paciente para que se siente o pare derecho, relajado.

2. Se fija al paciente por intermedio del cefalostato en los conductos auditivos externos. Deben ser colocadas directamente frente al tragus, para que hagan contacto leve con la piel, estableciendo un soporte bilateral de la cabeza en el plano transversal. Los cefalostatos laterales con las olivas auditivas alteran la posición de la cabeza y el cuello durante los registros posturales. Con las olivas colocadas los sujetos extienden la cabeza y el cuello más hacia arriba que sin ellas.

3. Algunos autores colocan el Nasion de modo que haga contacto leve con la piel, para establecer el soporte del plano vertical (Viazis,1995). Otros lo suprimen, pues imprime imágenes que se proyectan sobre las estructuras anatómicas

pudiendo producir efectos de adición positiva impidiendo la observación de puntos cefalométricos de importancia en el diagnóstico (Guardo y cols.,2000).

4. El operador invita que el paciente mantenga su mirada al haz de luz, el horizonte o mire la imagen de sus propios ojos en un espejo localizado en la pared. Así se logra un centrado de la cabeza del paciente y de sus ojos, con las pupilas en el centro de ellos, definiendo la línea de visión, que debe estar paralela al piso. Se establece una triangulación reproducible entre la fuente de luz fija y el reflejo de dicho haz en el centro de las pupilas; la altura del centro del espejo debe ser la misma altura que de los vástagos auriculares del cefalostato (Viazis, 1995; Guardo y cols.,2000).

5. Se observa al paciente de lado, para asegurarse de que la pupila está en el medio del ojo. En caso de no estar centrada la pupila en el centro del ojo, el clínico debe corregir la posición de la cabeza. Debe ser advertida cualquier tendencia del individuo a mantener la cabeza en una posición "antinatural", flexionada o extendida, y puede ser necesario "corregir" la posición registrada de la cabeza (Viazis; 1995).

6. Una vez lograda PNC, se registra esta posición, pudiendo suprimir las olivas auriculares, pero se puede generar una rotación de la cabeza lo cual produce una pérdida en el paralelismo que debemos tener entre película y plano medio sagital y por consiguiente la incidencia del rayo central deja de ser perpendicular al plano y película.

7. Luego de un control final, se toma la radiografía.

4. CEFALOMETRÍA

La **Cefalometría** como método de diagnóstico auxiliar clínico, y como método para estudios antropométricos, tienen ya más de 60 años (Ramírez J.J.E., 1990).

Viene del griego CEFALO (χ ε φ α λ ο): Cabeza. y METRIA (μ ε Γ ρ ο γ): Medida. “Ciencia que fracciona el complejo dento-cráneo-facial, con el Propósito de examinar en qué forma las partes se relacionan una con otra y como sus incrementos individuales de crecimiento afectan al total”. JARABAK (citado porJiménez y cols.,1993).

La **cefalometría telerradiográfica** es la medición, descripción y valoración de la configuración morfológica y cambios del crecimiento del cráneo utilizando marcas antropométricas (líneas, ángulos y planos) establecidas por antropólogos físicos y puntos seleccionados por ortodoncistas. Se realiza a través de mediciones cuantitativas de líneas y ángulos, sobre telerradiografías cefálicas de frente o de perfil (Ramírez J.J.E.,1990; Aristeguieta,1994). Según Dows “la cefalometría es para el ortodoncista lo, que la disección es para el anatomista" porque permite examinar el apoyo sobre el cual descansa la musculatura (Castellino y cols., 1956).

Según J. J. E. Ramírez: “ La cefalometría radiológica se define como una forma de reducir a términos matemáticos, un modelo biológico tridimensional. Un modelo biológico donde la variabilidad es la regla. Un modelo tridimensional, donde las complejas estructuras óseas cráneo-faciales, incluyendo arcas dentales, deben ser comprimidas a un modelo bidimensional en el método telerradiográfico estandarizado utilizado en la práctica clínica”. (1990)

Es imprescindible en la evaluación pre-operatoria, en la planificación del tratamiento y en la evaluación post-operatoria de pacientes con deformidades craneofaciales como método complementario al examen clínico, sin importar el tipo de deformidad (Valencia y cols., 1987).

En conclusión es la forma de reducir a términos matemáticos, un modelo biológico tridimensional la **variabilidad** es la regla y donde las complejas estructuras óseas craneofaciales, deben ser comprimidas a un modelo bidimensional en el método telerradiográfico estandarizado utilizado en la practica clínica diaria (Ramírez J.J.E.,1980).

4.1. Análisis Cefalométrico en Telerradiografía Lateral

El análisis cefalométrico de la telerradiografía lateral se ha convertido en un método diagnóstico escencial tanto en la práctica clínica como investigación ortodóncica (Trpkova y cols., 1997), y sirve para:

1. Establecer relación dimensional de los componentes cráneo faciales y tipo facial

2. Valorar, cuantitativamente, la anatomía craneofacial estática en los planos sagital y vertical.

3. Manifestaciones de anormalidades del crecimiento y desarrollo responsables de anomalías dento faciales, incluyendo aquellos en la base del cráneo, asimetría facial etc.

4. Indispensable para establecer diagnóstico plan de tratamiento y pronóstico.

5. Análisis de los cambios obtenidos en los contornos de tejido blando y duro:

   a) Por tratamiento ortodóncico
   b) Por crecimiento
   c) Por ambos

6. Dar informes progresivos del caso.

7. Comparación entre sujetos.

8. Producción de normas de relación entre la base del cráneo y las diversas estructuras de la cara.

9. Relacionar entre sí a los dientes, los huesos maxilares y los tejidos blandos.

10. Comunicar esto entre los profesionales del equipo tratante u otros.
(Rakosi,1992; Ramírez J.J.E.,1990; Aristeguieta, 1994; Trpkova y cols.,1997).

El análisis cefalométrico de la telerradiografía lateral de cráneo, no debe considerarse como único criterio para establecer etiología, diagnóstico y plan de tratamiento en ortodoncia, ya que no nos da información sobre la calidad del crecimiento y desarrollo (Ramírez J.J.E., 1990; Rakosi,1992; Moyers y cols.,1992).

Sumado a lo anterior, está la gran limitante de toda radiografía, esto es, expresar características tridimensionales en una superficie bidimensional, por lo tanto, las variaciones que se extienden mas allá de los limites de la normalidad pueden estar enmascarados o distorsionados. (Ramírez J.J.E. 1990).

La parte más difícil del análisis de la telerradiografía lateral, es la interpretación de los datos obtenidos. La única manera de interpretarla correctamente consiste en efectuar un análisis correlativo de los datos, en lugar de valorarlos cada uno de forma individual (Rakosi,1992). La telerradiografía lateral, no es descriptiva en cuanto a la anatomía o morfología tridimensional del cráneo, sino, que es un modelo simbólico bidimensional, el cual es necesario trasladar a una información significativa, tanto clínica como biológicamente (Ramírez J.J.E. y cols., 1980).

☐ Estandarización de las medidas cefalométricas

La valoración radiocefalométrica de las estructuras craneofaciales se basa en determinados puntos de referencia (base de los demás métodos de medida) (Rakosi, 1992). Es indispensable que los puntos sean cuidadosamente definidos y establecidos en áreas estables o de no crecimiento para que puedan ser reproducidos y verificados por otros, esto por el gran componente de subjetividad y error personal. Todas las variables posibles al tomar radiografías cefalométricas deben ser estandarizadas. Las variables que no están sujetas a la estandarización (crecimiento dentofacial y terapia ortodóncica) deben ser especificadas y sus efectos en los hallazgos deben ser explicados (Ramírez J.J.E., 1990).

☐ Requisitos de las marcas y puntos medibles

1. Las marcas deben ser fácilmente vistas en la radiografía, ser uniformes en el contorno o perfil y fácilmente reproducibles

2. Las líneas y planos deben tener una relación significativa con los vectores de crecimiento de las áreas especificas.

3. Las marcas deben permitir mediciones cuantitativas válidas de las líneas y ángulos proyectados desde ellas.

4. Los puntos y medida deben tener una relación significativa con la información requerida.

5. Las medidas deben ser capaces de ser valoradas en análisis estadísticos (Ramírez J.J.E., 1990; Salzmann, 1966).

4.2. P u n t o s

Por lo general se establecen puntos de referencia a nivel de los huesos, zona dentoalveolar y partes blandas. A diferencia de la antropología, la radiocefalometría se basa en puntos anatómicos, radiológicos (por la unión de dos sombras radiológicas) y ficticios (p. ej., S = centro de la hipofisaria), menos precisos que los primeros. Los puntos de referencia anatómicos se sitúan dentro del contorno óseo (p. ej., nasión, punto A, punto B, espina nasal anterior, pogonión y mentón). Los puntos de referencia unilaterales, situados en la línea media craneal, son metodológicamente más precisos que los bilaterales.

La constancia en la posición de los puntos de referencia durante el desarrollo craneofacial es variable. No existe ningún punto de referencia fijo. Los puntos situados en la proximidad de la base del cráneo son los que menos variación presentan después de la primera infancia.

Los datos que deben analizarse en la telerradiografía lateral son:

1. Anatomía craneo-facial.
2. Relación entre las bases maxilares.
3. Relación de los ejes incisivos.
4. Valoración de la morfología de las partes blandas.
5. Tendencia y dirección del crecimiento
6. Localización de la disgnatia.
7. Posibilidades y limitaciones del tratamiento (Rakosi, 1992).

Los puntos de referencia en cefalometría radiológica para este estudio son:

□ Sella

- Es un punto cefalométrico, impar y medio, ubicado sobre la base craneana. Alguna de las definiciones que se han dado de este punto son:

- "Es el centro de la silla turca. Localizada por inspección de la imagen de perfil de la fosa" Strang Y Thompson; Bench; Downs; Dickson (citados por Ramírez J.J.E. y Barturen, 1980).

- "Es el punto medio de la silla turca, determinado por inspección". Bjork; Broadbent; Brodie; Downs y Goustein; Graber; Higley; Korkhaus; Lundstrom; Margolis; Moorres; Ortiz Y Brodie; Pankow; Ricketts; Steiner;Wylie (citados por Ramírez J.J.E. y Barturen, 1980; Rakosi, 1992).

◘ Espina Nasal Anterior

- o Es un punto impar y medio ubicado en el maxilar superior. Ha sido definida por autores como: Broadbent; Brodie; Cole; Craig; Drelich; Graber; Harvold; Hoster; Lande; Le Fillatre; Litowits; Maj; Muzj; O'Meyer; Rickets por nombrar a algunos.

- o Martin la define como: "El punto más avanzado del maxilar superior".

"La punta de la espina nasal anterior visto en la película radiográfica desde una norma lateralis".

◘ Espina Nasal Posterior

- o Es un punto craneométrico, impar y medio ubicado sobre el maxilar superior.

- o Se define como: "Extremidad o punta de la espina nasal posterior del hueso palatino en el paladar duro" (Krogmann y Sassouni,1957).

- o "Su localización radiográfica se obtiene en la intersección del paladar duro y una perpendicular desde el plano horizontal de Frankfurt a través del punto inferior de la fisura pterigomaxilar". (Wylie, citado por Krogmann y Sassouni,1957).

- o "Proceso espinoso formado por la proyección más posterior de la unión de los huesos palatinos en la línea media de la bóveda palatina" (Castellino y cols.,1994).

◘ Pogonion

Es un punto impar y medio situado en el maxilar inferior. Se define como: “Punto más prominente o más anterior del mentón determinado por inspección y visto en Norma Lateralis” (Ramírez J.J.E. y Barturen, 1980).

4.3. *L í n e a s y P l a n o s*

Se hace aconsejable y práctico distinguir entre un plano y una línea, como son definidas y usada en películas telerradiográficas laterales. Estrictamente hablando, no hay planos en el trazado de telerradiografías laterales, dado que sólo hay disponibles dos puntos en el espacio. Incluso, si dibujamos una línea propuesta para ser la horizontal de Frankfurt, ésta estará basada en último término en cuatro puntos, Porion izquierdo y derecho, y Orbital, izquierdo y derecho, pero en la práctica usamos puntos medios entre Porion izquierdo y derecho, y Orbital izquierdo y derecho. El resultado final es una línea dibujada de un punto Porion a un punto Orbital (Krogman y Sassouni, 1957).

Debemos adoptar un punto de vista, en que cada línea que representa tres puntos al menos, es un plano en cefalometría radiológica. Por lo tanto, incluso cuando la definición original de horizontal de Frankfurt tanto en la cabeza como en el cráneo (seco) está basada en tres puntos en tres planos del espacio, continuamos llamándola un plano (Krogman y Sassouni, 1957).

4.3.1. Líneas de referencia en cefalometría radiológica

El trazado de líneas o planos de referencia radiocefalométricos constituye un requisito indispensable a la medición angular, lineal y proporcional de la telerradiografía lateral del cráneo. La mayoría de las líneas se definen como la recta de unión de dos puntos de referencia (p. ej., línea N-A = línea entre el punto N al punto A). Las líneas más importantes: (Rakosi, 1992).

- **Línea Pn**: Perpendicular nasal de Schwarz; es perpendicular a la línea N-Se que pasa por el punto N' (8 mm por delante del punto N en la prolongación N-Se) y se prolonga en sentido caudal.

- **Horizontal ideal de Frankfurt:** línea paralela a la línea N-Se (de A. M. Schwarz), que parte del punto Pn/2 de la perpendicular nasal (Rakosi, 1992).

- **Horizontal de Frankfurt**: el punto Porion izquierdo y derecho y el punto orbital izquierdo están en el mismo plano horizontal.

4.4. *Trazado de Cefalogramas*

El trazado cefalométrico o cefalogramas es el conjunto de puntos, que al unirse forman ángulos y planos trazados sobre el calco telerradiográfico de estructuras anatómicas de una telerradiografía lateral de cráneo (Castellino y cols., 1956; Ramírez, J.J.E., y cols., 1980).

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

HIPÓTESIS

Existe variación en la posición de la cabeza al tomar dos series, de Telerradiografías Laterales de Cráneo, en PNC, diferidas en el tiempo.

OBJETIVOS GENERALES

1. Evaluar la reproductibilidad de PNC en la toma de telerradiografías laterales de cráneo.

2. Establecer la existencia de cambios en la posición de la cabeza, entre series pareadas de telerradiografías laterales de cráneo tomadas en PNC, y diferidas en el tiempo.

3. Comparar mediciones cefalométricas, de las telerradiografías de la primera serie, con sus homólogas de la segunda serie, tomando como referencia el Plano de Frankfurt Visual (según Ramírez J.J.E.).

4. Determinar si la posible variación en la postura de la cabeza, resulta en cambios significativos en la medición de ángulos y trazos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar la confiabilidad de reproductibilidad de PNC, como posición de orientación de la cabeza, a través de las diferencias en las mediciones cefalométricas de los ángulos S-Pg/H y SNA-SNP/H y el trazo S-Pg.

2. Establecer la existencia de cambios en la posición de la cabeza, entre dos series de 50 telerradiografías laterales de cráneo cada una, tomadas en PNC, y separadas entre sí por un lapso de dos meses.

3. Comparar, mediante análisis cefalométrico, las telerradiografías laterales de la primera serie, con las mediciones cefalométricas de la segunda serie de un mismo paciente, tomando como referencia el Plano de Frankfurt Visual (Ramírez J.J.E., 1976).

4. Determinar la presencia de variación estadísticamente significativa del ángulo formado por la horizontal verdadera (H) y el Plano S-Pg (ángulo S-Pg/H).

5. Determinar la presencia de variación estadísticamente significativa del ángulo formado por la horizontal verdadera (H) y el plano Biespinal (ángulo SNA-SNP/H).

6. Determinar la presencia de variación estadísticamente significativa del trazo S-Pg.

MATERIALES Y MÉTODO

1. MATERIALES

- Equipo Orthoralix S- CEPH para la toma de Telerradiografías Laterales (Anexo 2. Foto 1).
- 100 películas radiográficas (18x24 cm) Marca Kodac T-Mat G/RA.
- Un transportador de ángulo para confeccionar la “Horizontal Verdadera”.
- Protector de olivas.
- Una alambre de ortodoncia de 0.16 mm de diámetro de 10.5 cm de largo.
- Una cadena fina.
- Un nivel de agua pequeño.
- Un espejo mural de 65 x 40 cm.
- Silicona mediana y fluida marca Speedex.
- Un pliego de papel mantequilla.
- Negatoscopio.
- Lupa.
- 100 hojas de papel vegetal (60/65) de 19,5 x 17,7 cm.
- Un Scotch.
- Un compás de punta fina.
- Tres lápices de tinta extrafinos de 0,3 mm.
- Cartridge de tinta china, marca Rotring color negro, rojo, azul, verde y amarillo.
- Portaminas de 0,5 mm.
- Regla milimetrada de 30 cms.
- Transportador para medición angular.
- Ficha simple para identificación y registro de cada paciente (ver Anexo 1).

2. MÉTODO

Este estudio se llevó a cabo en las instalaciones de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso.

La investigación es de tipo explicativa puesto que proporciona un sentido de entendimiento del fenómeno en estudio. Además se considera una investigación no experimental de diseño longitudinal panel, debido a que se analizan cambios a través del tiempo en determinadas variables o en relaciones entre éstas. Es decir, se recolectan datos en períodos especificados, para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias, al mismo grupo específico, los que están relacionados de alguna manera (por ejemplo la edad).

Seleccionamos una muestra de 50 alumnos voluntarios de Pre-grado (de primero a quinto año), que no estuviesen en tratamiento ortodóncico ni ortopédico en la actualidad; de los cuales 36 eran mujeres y 14 hombres que fluctuaban en un rango de edad de 18 a 30 años. Los pacientes fueron registrados en una ficha simple
(Ver Anexo I).

Se utilizará el método de posición postural de la cabeza para la obtención de 100 teleradiografias laterales de cráneo; de las cuales 50 se tomarán al inicio y las otras 50 dos meses después, en la misma muestra de alumnos.

Las radiografías fueron tomadas en el Servicio de Radiología de la Facultad de Odontología; con un equipo para radiografías extracraneales Orthoralix S-CEPH. Se trabajó con un miliamperaje de 10 mA, un kilovoltaje de 76 kV y 0.8 seg., de exposición. El tubo de rayos X se colocó a una distancia de 1.50 mt.

La distancia foco-paciente y paciente-placa fue constante.

Para ambas telerradiografías, la placa radiográfica se ubicó dentro del chasis de 24 x 30cm, quedando colocado en un portachasis situado al lado izquierdo del paciente. Se determinó la horizontal verdadera mediante la colocación de un dispositivo confeccionado con un transportador de ángulos, al que se le adhirió un trozo de alambre ortodóncico de 0,16 mm de diámetro y de 10,5 cm de largo, el que queda registrado en la radiografía. Para fijarlo a las secciones verticales del cefalostato se usó silicona para la sección vertical de la oliva del lado derecho del paciente. Para verificar que la horizontal no variara de posición entre cada paciente, se usó un nivel de agua pequeño que verificara la horizontalidad del alambre. Se determinó también la vertical

verdadera mediante la colocación de una cadena radiopaca colgante, que quedó registrada en la radiografía. (ANEXO 2; Fotos)

Las películas utilizadas fueron Kodac T-M G/RA, sensibles al verde y el revelado de la película se hizo siguiendo el método tiempo - temperatura.

Las telerradiografías en posición postural fueron tomadas con el paciente de pie, descalzo, manteniendo una separación de 10 cm. entre ambos pies, mirándose a los ojos en un espejo ubicado en frente de él.

Posteriormente se solicitó al paciente una inspiración profunda seguida de una espiración, secuencia que se repitió un par de veces hasta que el paciente adoptó su posición postural, con los brazos sueltos a ambos lados del cuerpo. Una vez obtenida esta posición se adaptaron superficialmente las olivas en la piel del paciente, procurando no interferir la posición lograda. De esta forma, se logra fijar la cabeza, evitando el balanceo del paciente.

La mandíbula adoptó una posición de Máxima Intercuspidación (MIC). Se procedió a la toma de la telerradiografía pidiéndole al paciente no deglutir durante la exposición (Ver anexo II).

Evaluación mediante calco cefalométrico y medición del ángulo SNA-SNP/H ., y plano biespinal (ver Protocolo Anexo 2).

Una vez obtenidas las radiografías, se procedió a calibrar a un operador experimentado quién, usando un compás, perforó las películas radiográficas, marcando los puntos Sella (S), Pogonion (Pg), Espina Nasal Anterior (SNA), Espina nasal Posterior (SNP) y Nasion (N).

Se usaron calcos cefalométricos para marcar el perfil blando, la base de cráneo, el maxilar superior y la mandíbula, además de los puntos antes mencionados.

A fin de diferenciar las radiografías obtenidas en la primera toma, de las obtenidas en la segunda toma, se trazaron los perfiles usando tinta de color rojo para la primera toma y amarillo para la segunda.

A continuación se procedió a realizar los trazados, los cuales también fueron diferenciados usando tintas de distintos colores. Para el Plano Se-Pg se usó tinta color verde. Para el Plano Biespinal se usó color azul y para la Horizontal Verdadera (H), se usó color negro.

Para realizar las mediciones angulares, se calibró a un operador experimentado, quién efectuó las mediciones de los ángulos S-Pg/H, SNA-SNP/H y midió la longitud del Plano S-Pg en milímetros.

Los resultados de las mediciones cada individuo fueron registrados en una ficha simple (Anexo 1), a fin de poder comparar las mediciones de cada uno tanto de la primera como la segunda toma (Ver Anexo III).

Con la información recolectada se procedió a realizar el análisis estadístico a fin de determinar diferencias estadísticas significativas entre las mediciones obtenidas en la primera y la segunda toma. Para el análisis de los resultados se utilizó el software "STATISCA", aplicándose el Test T^2 Hotelling para las mediciones angulares S-Pg/H, SNA-SNP/H debido a que se trata de variables univariadas. Se aplicó el Test t-student para el análisis comparativo del trazo S-Pg.

RESULTADOS

Del registro de mediciones podemos inferir los siguientes resultados (Ver Anexo IV):

	S-Pg/H		SNA-SNP/H		S-Pg	
Medidas Descriptivas	**1ª Medición**	**2ª Medición**	**1ª Medición**	**2ª Medición**	**1ª Medición**	**2ª Medición**
Promedio	56,9	56,43	1,98	2,04	129,44	128,34
Varianza	32,84	27,08	28,48	31,38	72,21	78,89
Mínimo	43	45	-13	-9	110,5	110
Máximo	69	67	13	14	147	147

Tabla I: Medidas descriptivas de las mediciones cefalométricas S-Pg/H, SNA-SNP/H y S-Pg.

De la tabla se observa que las medias y varianzas de la 1ª y 2ª mediciones cefalométricas de los ángulos S-Pg/H y SNA-SNP/H, no presentan un gran cambio. Sin embargo, en el caso de la medida S-Pg se observa bastante variabilidad entre la 1ª y 2ª medición. Además se observan los ángulos mínimo y máximo de S-Pg/H y SNA_SNP/H, y la menor y mayor distancia de S-Pg.

A través del Test de Kolmogorov-Smirnov, se determinó que cada una de las mediciones cefalométricas poseía distribución normal, por lo tanto, las diferencias también siguen esta distribución debido a que son una combinación lineal de variables aleatorias normales. Sin embargo, al estar correlacionadas las mediciones de los ángulos, sus diferencias deben ser tratadas de manera bivariada.

1. Test de Hipótesis T^2 Hotelling para comparación de medias angulares.

Hipótesis de interés

H_0 : No existen diferencias entre la 1ª y 2ª mediciones cefalométricas de S-Pg/H y SNA-SNP/H, al utilizar la técnica de telerradiografía lateral con posición de cabeza libre.

H_a : Existen diferencias entre la 1ª y 2ª mediciones cefalométricas de S-Pg/H y SNA-SNP/H, al utilizar la técnica de telerradiografía lateral con posición de cabeza libre.

Regla de Decisión

Para un nivel de confianza (1-α), la región crítica para el estadístico T^2 Hotelling, está dada por:

$$RC = \left\{ T^2 \; / \; \mathrm{T}^2 > \frac{(n\text{-}1)p}{n\text{-}p} F_{p,n\text{-}p} \right\}$$

Si el estadístico de prueba T^2 pertenece a RC, se rechaza la hipótesis nula H_0. Por tanto, será posible afirmar para un nivel de confianza (1- α)% que existe diferencia significativa entre la 1ª y 2ª medición cefalométrica en las medidas S-Pg/H y SNA-SNP/H.

El estadístico de prueba T^2 tiene un valor de 1,0566.

Por otra parte, el resultado obtenido de la fórmula es igual a

$$\left[p(n-1)/(n-p)\right]F_{p,n-p}(0{,}05) = \left[2(49)/48\right]F_{2,48}(0{,}05) = 2{,}04 * 3{,}19 = 6{,}51$$

.

De esto se desprende que, como T^2 es menor que 6,51 entonces no se rechaza la hipótesis H_0 , es decir: No existen diferencias entre la 1ª y 2ª mediciones cefalométricas de S-Pg/H y SNA-SNP/H, al utilizar la técnica de telerradiografía lateral con posición de cabeza libre.

2. Test de Hipótesis t-student para comparación de medias

El test de hipótesis t-student para comparar diferencias de medias es de gran utilidad cuando se consideran las variables en estudio como univariadas. A través de este, se desea determinar si existen diferencias entre las mediciones de la distancia S-Pg.

H_0 :	No existen diferencias entre la 1ª y 2ª medición cefalométrica de S-Pg, al utilizar la técnica de teleradiografía lateral con posición de cabeza libre.
H_a :	Existen diferencias entre la 1ª y 2ª medición cefalométrica de S-Pg, al utilizar la técnica de teleradiografía lateral con posición de cabeza libre.

Diferencia de la medida cefalométrica	Promedio	Desviación Estándar	Estadístico de Prueba T	Valor p	Percentil $t_{(0,025;\ 49)}$
S-Pg	1,10	1,7291	4,4984	0,00004	2,009
Región de Rechazo	$\|T\| > 2{,}009$				

Tabla II: Estadístico de prueba t-student para la diferencia de medias entre de la 1ª y 2ª medición cefalométrica de S-Pg.

El estadístico de prueba T = 4,4984 es mayor que 2,009 por lo que pertenece a RC, luego, se rechaza la hipótesis nula H_0. Por tanto, existe evidencia muestral suficiente para afirmar con 95% de confianza que hay diferencias significativas entre la 1ª y 2ª medición cefalométrica de la distancia S-Pg.

DISCUSIÓN

Existe gran controversia en la literatura sobre cual sería el plano de referencia más adecuado para la orientación de la cabeza durante la toma de telerradiografías laterales de cráneo. Diversos autores han defendido PNC por su capacidad de reproductibilidad clínica, considerándola más confiable que la posición en Norma Lateralis.

La evaluación de las estructuras cráneo-faciales por medio de líneas de referencias **intracraneales**, como el plano de Frankfurt, ha sido criticada por las siguientes razones:

- Variaciones individuales en la inclinación de las líneas de referencias intracraneales pueden resultar en diferentes interpretaciones de la estructura cráneo-faciales de los sujetos con perfiles similares.

- Variaciones en las relaciones entre líneas de referencias pueden resultar en una evaluación diferente del patrón esquelético facial, dependiendo del plano de referencia especifico utilizado.

- Una evaluación de estructura cráneo-faciales por medio de líneas de referencia intracraneal no siempre refleja la apariencia clínica del individuo (Özbek, 1993).

La reproductibilidad de PNC según Viazis (1995), está dentro del espectro de variación clínicamente aceptable, en comparación al plano de Frankfurt intracraneal y el plano S-N en distintos individuos.

Según Guardo el plano de Frankfurt que se emplea en el posicionamiento de la cabeza no refleja una posición reproducible fidedigna con respecto a la posición natural de la cabeza del paciente, por los siguientes motivos:

- La dificultad de ubicar los puntos craneométricos en la placa radiográfica, especialmente el Porion, por lo que se utiliza el Porion mecánico como imagen sustituta; este esta dado por las olivas del cefalostato, pero esta imagen no siempre coincide con el Porion anatómico produciendo un plano de Frankfurt ligeramente divergente.

- Además, la órbita se mueve de forma descendiente entre los 5 y 7 años de edad y el Porion crece hacia abajo y atrás en relación a la base del cráneo, produciendo cambios en el plano de Frankfurt (Salzmann, 1966).

"El plano de Frankfurt sirve para estudios craneométricos y antropométricos que se emplean para un estudio anatómico estático muy alejado de reproducir la posición fisiológica de la cabeza" (Guardo y cols., 2000).

Pero es de vital importancia destacar la confusión que existe sobre la definición precisa de Plano de Frankfurt. La discusión de los diferentes autores, se centra en considerar si es adecuado o no el uso del Plano de Frankfurt como referencia para la obtención de telerradiografías laterales de cráneo. Es por esto, que debemos hacer hincapié en la diferencia entre el **Plano de Frankfurt Visual o Tegumentario** (J.J.E.Ramírez, 1976), que es el utilizado como referencia clínica para el correcto posicionamiento de la cabeza del paciente, con el **Plano de Frankfurt Intracraneal, Cefalométrico y Telerradiográfico**, que no puede ser usado como referencia para la obtención de telerradiografías laterales de cráneo al no ser visible, y por todas las limitantes anteriormente mencionadas (Cooke, 1990; Cooke y cols.,1993; Özbek y Köklü,1993; Viazis, 1995; Guardo y cols., 2000). El uso de estos dos planos, diferentes entre sí, es comúnmente erróneo, ya que son cosiderados como equivalentes. De acuerdo a lo anterior, no es posible comparar, y por lo tanto validar la técnica que utiliza PNC para telerradiografía lateral de cráneo, criticando el Plano de Frankfurt Intracraneal.

Se determinó como hipótesis de este estudio que debieran presentarse diferencias significativas en la posición de la cabeza, usando PNC como referencia posicional, entre la primera y la segunda serie de telerradiografías. Esto traería como consecuencia, variaciones en la ubicación de puntos cefalométricos; y por lo tanto, en los trazos y ángulos formados por éstos, al medirlos en relación con un plano de comparación invariable, que permanezca horizontal y paralelo al piso, en todo el proceso, que corresponde al Plano de Frankfurt Visual (Ramírez J.J.E., 1976).

De acuerdo a los resultados obtenidos, todos los pacientes (n=50) presentaron algún grado de variación en la medición de los parámetros analizados (SNA-SNP / H y S-Pg / H y el trazo S-Pg), lo que parecía indicar la presencia de cambios en la orientación de la cabeza entre ambas series telerradiográficas. Sin embargo, el análisis estadístico determinó que esta variación no era significativa para los ángulos (SNA-SNP / H y S-Pg / H). Lo paradójico de este resultado fue, que la investigación arrojó diferencias significativas en la longitud del trazo S-Pg.

Esto, que a simple vista parece ser contradictorio, en realidad es fundamental, ya que si bien, no hubo diferencias estadísticamente significativas en las mediciones angulares, la variación de longitud del trazo S-Pg, indica diferencias en la ubicación del punto Pg, manifestado en variación en la posición de la cabeza, y por lo tanto repercutiendo en las mediciones basados en él.

La localización de puntos periféricos como Pogonion, Menton, Gnation, punto A, punto B, etc;, que ubican en contornos poco acentuados, en el trazado cefalométrico dependen fundamentalmente de la subjetividad del operador y, la orientación de la cabeza. (Ramírez J.J.E y Barturen, 1980).

De acuerdo a lo anterior, la variación de la posición de la cabeza altera la ubicación del punto Pg, y si consideramos que tanto los análisis cefalométricos de Downs, Steiner, Ricketts, entre otros utilizan como referencia fundamental de diagnóstico este punto, podemos inferir que esta variación en la localización del punto Pogonion puede traer consigo errores en el diagnóstico ortodóncicos, y, por consiguiente, en el tratamiento. Dentro de este último, se puede interpretar los falsos resultados como cambios en la dirección de desplazamiento y redirección mandibular obtenidos con terapias ortodóncicas u ortopédicas (concepto de autorrotación).

A pesar de que Guardo y cols., defienden PNC como posición de referencia para telerradiografías laterales indicaron: “Es nuestra intención hacer notar que si bien logramos un referente externo (PNC), no podemos evitar que el paciente efectúe libremente ligeras rotaciones de la cabeza, a pesar de mantener su mirada en el horizonte” (Guardo y cols., 2000).

En relación a esto la experiencia práctica que tuvimos nos mostró que a pesar de cumplir exhaustivamente con el protocolo tuvimos que prestar especial cuidado a la inmovilidad del paciente el momento de la toma, lo que nos hace pensar que si no se realiza siguiendo todos los pasos adecuadamente se puede incurrir en errores por una dificultad de la técnica.

Finalmente, debemos hacer notar que este estudio se realizó con alumnos de la Escuela de Odontología de la Universidad de Valparaíso, y por lo tanto nuestros resultados no son extrapolables a una población mayor.

CONCLUSIONES

El objetivo del presente estudio consistió en determinar la presencia de variación en la posición de la cabeza al comparar dos series de telerradiografías laterales de cráneo en PNC tomadas con dos meses de diferencia, comparando las mediciones de los ángulos SNA-SNP/H, S-Pg/H y la longitud del trazo S-Pg.

De los resultados obtenidos podemos concluir que:

1. No se encontraron variaciones estadísticamente significativas del ángulo S-Pg/H, usando como referencia el Plano de Frankfurt Visual, al comparar las telerradiografías homólogas de la primera y segunda serie de tomas telerradiográficas.

2. No se encontraron variaciones estadísticamente significativas del ángulo S-Pg/H, usando como referencia el Plano de Frankfurt Visual, al comparar las telerradiografías homólogas de la primera y segunda serie de tomas telerradiográficas.

3. Se determinó que las variaciones del trazo S-Pg, usando como referencia el Plano de Frankfurt Visual, al comparar las telerradiografías homólogas de la primera y segunda serie de tomas telerradiográficas, eran estadísticamente significativas.

4. A pesar que las variaciones angulares no fueran estadísticamente significativas, el hecho de que las variación del trazo S-Pg sí fuera significativa, indica la existencia de cambios en la posición de la cabeza, que repercute en la localización del punto Pg, lo que podría manifestarse como errores en el diagnóstico cefalométrico.

5. Podemos determinar que PNC, como referencia posicional, no tiene un grado de confiabilidad satisfactoria, debido a su variación en los parámetros usados en este estudio para establecer su capacidad de reproducir la orientación de la cabeza en telerradiografias diferidas en el tiempo.

SUGERENCIAS

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, consideramos necesario lo siguiente:

1. Realizar un estudio a largo plazo, a fin determinar si se producen cambios significativos en la variación de la posición de la cabeza, y a su vez, establecer claramente la dirección de este cambio.

2. Complementar los resultados de este estudio, cuantificando la variación exacta de la posición de la cabeza.

3. En una futura investigación, comparar la variación en la posición de la cabeza entre las técnicas telerradiográficas en Norma Lateralis y en PNC, usando como referencia el Plano de Frankfurt Visual (según J. J. E. Ramírez).

4. Investigar a futuro el comportamiento del punto Pg y otros puntos periféricos, en una muestra, con mayor lapso de tiempo y en condiciones comparables.

RESUMEN

La finalidad de este Seminario de Tesis fue determinar la existencia de variaciones en la posición de la cabeza al tomar telerradiografías laterales de cráneo en posición natural de la cabeza (PNC) con el Plano de Frankfurt Visual como plano de comparación, para determinar la confiabilidad de la técnica según su reproductibilidad.

Para ello se tomaron dos series de telerradiografías, a una muestra de cincuenta pacientes, separadas por un período de tiempo de dos meses. En el análisis cefalométrico se marcaron los trazos SNA-SNP, S-Pg, y la proyección del Plano de Frankfurt Visual (H), y luego se realizaron las mediciones de los ángulos formados por éstos (SNA-SNP/H; S-Pg/H;) y la longitud del trazo S-Pg.

Los resultados obtenidos no indicaron variaciones estadísticamente significativas para los ángulos medidos, pero sí establecieron diferencias en la longitud del trazo S-Pg. La variación estadísticamente significativa en la longitud del trazo S-Pg, indica que existieron cambios en la posición de la cabeza, lo que repercutió sobre la localización del punto Pg. Esto hace sospechar que también otros puntos periféricos, así como sus mediciones, podrían estar afectados. Lo anterior involucra una relevancia clínica, pues sugiere que los cambios en la posición de la cabeza influyen sobre las mediciones cefalométricas basadas en puntos periféricos.

El análisis de los datos obtenidos nos lleva a concluir que la técnica telerradiográfica utilizando PNC como posición de orientación de la cabeza, no es suficientemente confiable, ya que no permite comparaciones entre análisis cefalométricos de telerradiografías tomadas en distintos períodos de tiempo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aristeguieta R. (1994), Cap.1 Generalidades y consideraciones radiológicas. En: Diagnóstico cefalométrico simplificado. Ed. Actualidades Médico Odontológicas latinoamericana, Caracas, pp: 11-6.

Castellino A.; Provera H.; Santini R. (1956), Primera parte Historia de la Cefalometría. Cap.1 Técnica cefalométrica. En: La Cefalometría en el Diagnóstico Ortodóncico. Primera Edición. Editorial "La Medica", Rosario, pp: 9-32 / 35-96.

Cooke, M. S. (1990): Five-Years Reproductibility of Natural Head Posture: A Longitudinal Study. Am J Orthod Dentofac Orthop. 97, pp: 489-94.

Cooke M.S.; Chan T.C.K.; Hägg U.; Tony T.H. (1993): Effect of head posture on cephalometric sagittal angular measures. Am J Orthod Dentofac Orthop.104, pp: 337-41.

Enlow W.W.; Broadbent H. (1992), Cap.14 Cefalometría En: Crecimiento Maxilofacial. Ed. Salvat, Interamericana - McGraw-Hill, Barcelona, pp: 357-70.

Finlay L.N. (1980): Craniometry and cephalometry: A History Prior to the Advent of Radiography. Angle Orthod. Vol. 50, Nº4 pp: 312-21.

Garcia Pelayo Y. Gross R. (1995): Diccionario Larousse Ilustrado. Ed. Larousse, Ciudad de México, pp 595.

Goaz, P. W.; White, S. C. (1995), Sección Uno Física de la radiación ionizante; 1: Física de la radiación; Sección Tres: Seguridad y protección contra la radiación; 3 Física sanitaria, Sección Cuatro: principios y técnicas de la radiografía 6: Geometría de la proyeccion, En: Radiología Oral; principios e interpretación, Tercera edición Ed. Mozby / Doyma Libros, Mendizábal, J. A. Madrid. pp: 1-22 / 60 / 61.97 / 105.

Guardo C. R.; Mateu E. M.; Ostojic E. A.; Mosquera I. (2000): Importancia de la posición natural de la cabeza. Sociedad Argentina de Ortodoncia. Vol 64 N° 127, pp: 5-13.

Graber, T.M. (1974), Cap.8 Procedimientos para el diagnóstico, auxiliares y su interpretación. En: Ortodoncia Teoría y Práctica, Ed. Interamericana, México, pp: 407-10.

Haring, J. I.; Lind, L. J. (1997), Parte 1 Principios básicos de la radiación; Cap 1 Historia de la Radiación; Cap 2 Física de la radiación; Cap 3 Características de la radiación; Cap 8 Características de la imagen dental de rayos X. En: Radiología Dental, principios y técnicas. Ed. McGraw-Hill interamericana, México pp: 5-9 / 13-29 / 35-43 / 112-22.

Hernández S.; Fernández C.; Baptista P. (1998): Capítulo 7: Diseños no experimentales de investigación. En: Metodología de la investigación. Ed. McGraw-Hill, México, pp: 183-92.

Järvinen S. (1987): A study of the factors causing differences in the relative variability of linear radiographic cephalometric measurements. Am J Orthod Dentofac Orthop. 92, pp: 17-23.

Jiménez A.; Brignardellos M.; Nilo X. (1993), Cefalometría computarizada y manual. Análisis Crítico. Seminario de Tesis, Facultad de Odontología, Universidad de Valparaíso, Chile.

Jiménez A. M., Ramírez, J.A. (1994), Mediciones cefalométricas en ortognatas, según el método de J.J.E. Ramírez, en diversos grupos etarios. Seminario de Tesis. Facultad de Odontología, Universidad de Valparaíso, Chile.

Johnson R.A.; Wichern D.W. (2002), Chapter 6. Comparisions of Several Multivariate means. En: Applied Multivariate Statistical Analysis, Fifth Edition. Ed. Prentice Hall, New Jersey, pp: 272-276.

Krogman W.M.; Sassouni V. (1957): Syllabus in Roentnographic cephalometry. Philadelphia. Library of Congress.

Lundström A.; Lundström F. (1995): The Frankfurt horizontal as a basis for cephalometric analysis. Am J Orthod Dentofac Orthop. vol.107, N° 5, pp: 537-40.

Mc William,J.S.; Welander U. (1978): The effect of image quality on the identification of cephalometrics landmarks. Angle Orthod., 48 pp: 49-56.

Mel L.K.; Ceib L.P.; William R.P. (1993): Subtraction radiography to assess reproductibility of patient positioning in cephalometrics. Am J Orthod Dentofac Orthop,104, pp: 350-4.

Moyers R. E.; Bookstein F.L.; Hunter W.S. (1992), Cap.12 Análisis del esqueleto craneofacial: cefalometría. En: Manual de Ortodoncia. Ed. Mundi , 4° Edición, Buenos Aires, pp: 251-71.

Özbek M.M.; Köklü A. (1993): Natural cervical inclination and craniofacial structure. Am J Orthod Dentofac Orthop.104, pp: 584-91.

Preston C.B.; Evans W.G.; Todres J.I.(1997): The relationship between ortho head posture and head posture measured during walking. Am J Orthod and dentofac Orthop.111, pp: 283-7.

Proffit, W. (1994), Cap. 6 Diagnóstico ortodóncico: Establecimiento de un listado de problemas. En: Ortodoncia teoría y práctica. Ed. Mosby/Doyma Libros, Madrid. pp: 162-72.

Rakosi, T. (1992), Análisis cefalométrico de la telerradiografía lateral. En: Atlas de ortopedia maxilar: diagnóstico. Masson, Salvat, Ed. científicas y técnicas S.A. Barcelona, pp: 179 – 83.

Ramírez J.; Cortez A.; González M.S. (2000): Variaciones del triangulo de Rocabado en pacientes clase II y III esqueletal. Seminario de tesis, Facultad de Odontología, Universidad de Valparaíso, Chile.

Ramírez, J.J.E. (1976): "Röntgenstereometrische Untersuchungen an Schädelpräparaten mit Metallimplantaten". Im Druck, Österr. Zeitschrift f. Stomatologie. pp: 401-13.

Ramírez, J.J.E. (1977): Evaluación de puntos cefalométricos de referencia en radiografías tridimensionales. "Ortodoncia" Órgano de la Sociedad Argentina de ortodoncia, Vol 41, Nº 81, pp: 5-16

Ramírez J.J.E.; Quirós F.; Retamales, P. (1980), La subjetividad como factor de variación en la localización de puntos cefalométricos. Seminario de Tesis. Facultad de Odontología, Universidad de Valparaíso, Chile.

Ramírez, J.J.E., Barturen A. (1980): Análisis crítico de las definiciones y de la determinación práctica de puntos craneométricos y cefalométricos. Seminario de tesis. Universidad de Chile. Chile.

Ramírez J.J.E. (1990): Contribución a la clasificación de maloclusiones y proposiciones de un método cefalométrico radiológico. Memoria para profesor Titular de la Catedra de Ortodoncia de la Universidad de Valparaíso. Chile.

Ramírez, J.J.E. (2002): Apuntes de clase de ortodoncia de pregrado. Universidad Valparaíso. Chile.

Rouvière H.; Delmas A. (1999), Primera parte: Anatomía de la cabeza y del cuello. En Anatomía Humana, descriptiva, topográfica y funcional Tomo 1. Cabeza y cuello. Décima edición. Ed. Masson, Barcelona, pp: 134-35.

Salzmann, J.A. (1966), Cap. 17 Orthodontics Examination of the Patient; Cap.18 Roentnography in Orthodontics; Cap.19 Cephalometrics and Anthropometrics. En: Practice of Orthodontics, J.B Lippincott Company, Philadelphia and Montreal, pp: 445-55 / 464-69 / 480-501.

Savara B.S.; Takeuchi, Y. (1979): Anatomic location of cephalometric landmarks on the sphenoid and temporal bones. Angle Orthod. 2, pp: 141-49.

Spolyar, J. (1987): Head positioning error in cephalometric radiography-An Implant Study. The Angle Orthod. pp: 77-88.

Trpkova B.; Major P.; Prasad N.; Nebbe B. (1997): Cephalometric landmarks identification and reproductibility: a meta analysis. Am J Orthod Dentofac Orthop. 112, pp: 165-70.

Valencia E.; Araya P.; Bou C.; Contreras P.; Díaz M.; Echiburú N.; (1987): Influencia de la posición fija y postural de la cabeza en el análisis cefalométrico para cirugía ortognática. Seminario de Tesis, Facultad de Odontología, Universidad de Valparaíso, Chile.

Viazis, A.D. (1995), Parte B, Evaluación facial y cefalométrica. En: Atlas de Ortodoncia-Principios y aplicaciones clínicas. Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires, pp: 33-65.

Wuehrmann A.H.; Manson-Hing L.R. (1983) Cap.1 Fundamentos de la Radiografía, Cap.7 Técnicas extraorales especializadas. En: Radiología Dental, Ed. Salvat, Barcelona, pp: 1-19 / 161-78

ANEXOS

1. ANEXO I

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PACIENTES					
N° Radiografía	Nombre	Edad	Sexo	Fecha 1° Radiografía	Fecha 2° Radiografía
1					
10					
20					
30					
40					
50					

2. ANEXO II

PROTOCOLO PARA LA TOMA DE TELERRADIOGRAFÍA LATERAL DE CRÁNEO EN POSICIÓN NATURAL DE LA CABEZA (PNC).

1. La distancia foco-paciente y paciente-placa debe ser constante.

2. La película radiográfica se ubica dentro del chasis 24 x 30cm, el cual se coloca en el porta chasis situado al lado izquierdo del paciente.

3. El aparato radiográfico debe estar calibrado a 76 kV, 10 mA, 0.8 seg. con filtro número 4. (ANEXO 3; fotos 7 y 8)

4. Recepción del paciente; llenado de ficha simple.

5. Retirar los adornos metálicos de la región cráneo-cervico-facial (anteojos, aros, cadenas, etc).

6. Solicitar al paciente que se retire los zapatos.

7. Posicionar al paciente:

   a) Colocar en la oliva derecha del cefalostato, el dispositivo para que registra el plano de Frankfurt (H)
   b) El paciente se debe posicionar en el cefalostato, manteniendo una postura erguida, con los brazos relajados a ambos lados del cuerpo, manteniendo una separación de 10 cm entre ambos pies.
   c) Adaptar las olivas en los conductos auditivos externos.
   d) Solicitar al paciente que mire el reflejo de sus ojos en un espejo ubicado frente a él.
   e) La mandíbula debe adoptar posición de M.I.C.
   f) Posteriormente se solicita al paciente una inspiración profunda seguida de una espiración suave, secuencia que se repite un par de veces hasta que el paciente adopte la posición natural.
   g) Soltar las olivas para que queden adaptadas superficialmente a la piel del paciente, procurando no interferir la posición lograda.
   h) Corroborar la horizontal verdadera con nivel de agua.

8. Finalmente se procede a la toma de la telerradiografía pidiéndole al paciente que mantenga la posición, sosteniendo la respiración.

9. Las Radiografías se revelaron usando el método Tiempo-Temperatura.

3. ANEXO III

F o t o g r a f í a s

Foto 6.
Equipo Orthoralix S- CEPH para la toma de Telerradiografías Laterales.

Foto 7.
Equipo Orthoralix S- CEPH para la toma de Telerradiografías Laterales.

Foto 8.
Cefalostato de Equipo Orthoralix S- CEPH.

Foto 9.
Estandarización del equipo para toma de telerradiografía lateral usando filtro N° 4.

Foto 10.
Estandarización del equipo para toma de telerradiografía lateral, especificando Kilovoltaje, miliamperaje y tiempo de exposición.

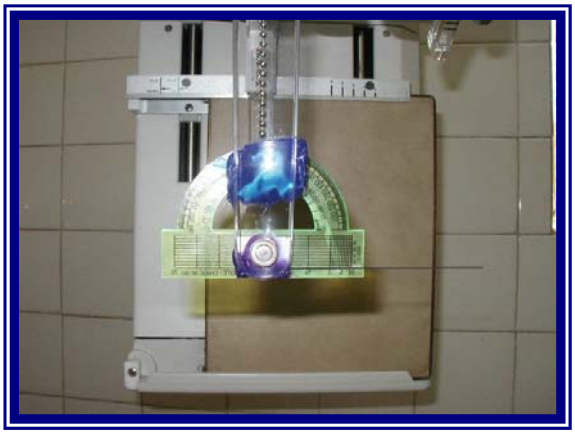


Foto 11.
Dispositivo utilizado para determinar la Horizontal Verdadera
(según J. J. E. Ramírez).

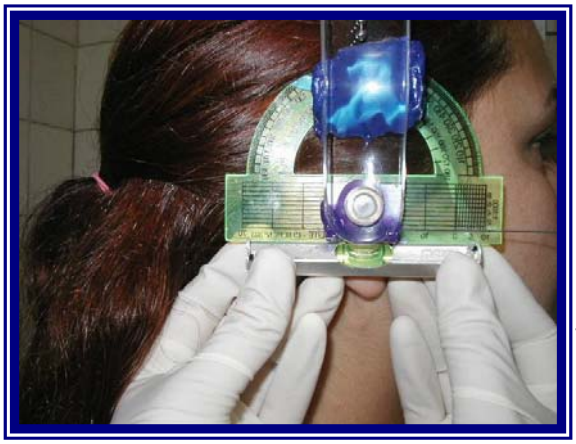


Foto 12.
Verificación, mediante el uso de un nivel de agua, de la horizontalidad del dispositivo.

Foto 13.
Vista sagital de la posición del paciente en PNC, y su relación con el dispositivo.

Foto 14.
Vista frontal de la correcta posición del paciente en PNC.

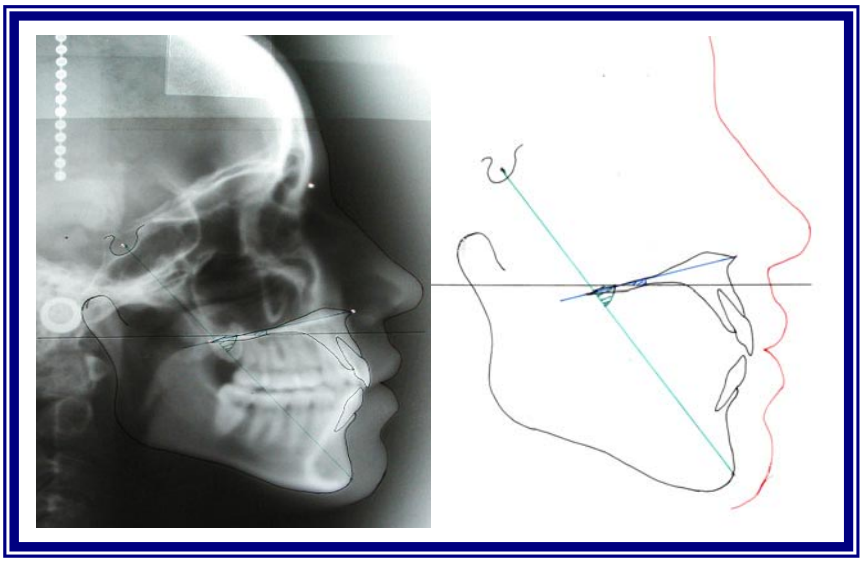


Foto 15: Primera toma de Telerradiografía Lateral de Cráneo en PNC y su respectivo calco cefalométrico, en que se observa: Plano de Frankfurt Visual (H) (negro); Plano SNA-SNP en (azul); Plano S-Pg (verde); Perfil (rojo).

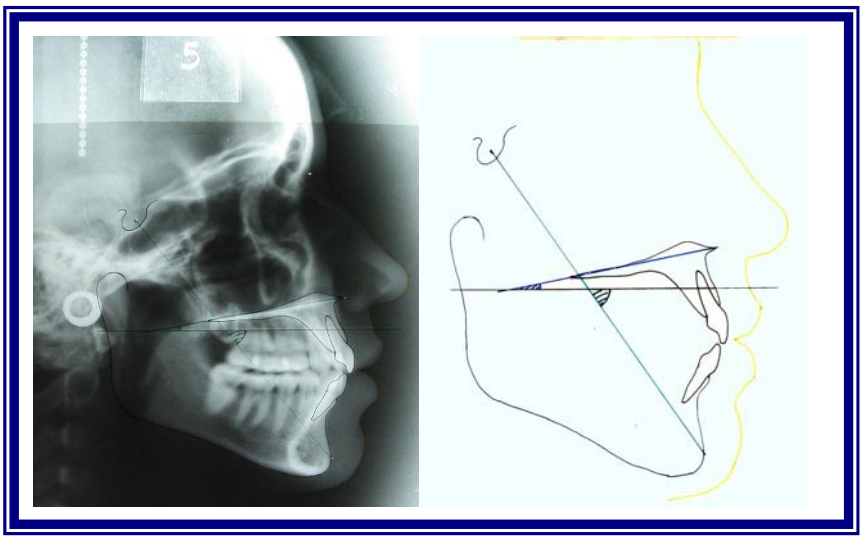


Foto 16: Segunda toma de Telerradiografía Lateral de Cráneo en PNC y su respectivo calco cefalométrico, en que se observa: Plano de Frankfurt Visual (H) (negro); Plano SNA-SNP en (azul); Plano S-Pg (verde); Perfil (amarillo).

N°	SNA-SNP/H (grados)		dif.	S-Pg/H (grados)		dif.	S-Pg (milímetros)		dif.
	1ª Medición	2ª Medición	SNA-SNP/H	1ª Medición	2ª Medición	S-Pg/H	1ª Medición	2ª Medición	S-Pg
1	5	-2	7	63	59	4,00	135	135	0
2	5	9	4	56	52,50	3,50	126	125	1
3	3	6	3	53	52	1,00	125	125	0
4	13	14	1	52	54	2,00	122	120	2
5	1	-7	8	55	60	5,00	122	120	2
6	5	5	0	51	50,5	0,50	127,5	127	0,5
7	-6,5	-3	3,5	67	52,5	14,50	142	142	0
8	-2	-3	1	56	53	3,00	124	124	0
9	7	11	4	57	55	2,00	125	126	-1
10	7	7	0	51,5	57	5,50	136	132,5	3,5
11	1	-0,5	1,5	61	60	1,00	133	130	3
12	-4	-4	0	66	64	2,00	120	120	0
13	3	2,5	0,5	56	55	1,00	138	138	0
14	-2	1	3	63	62	1,00	132	131	1
15	-6	4	10	64,5	61	3,50	126,5	122	4,5
16	5,5	8	2,5	55,5	54	1,50	143	142	1
17	-1,5	-9	7,5	60	67	7,00	141,5	142	-0,5
18	2	4	2	54	52	2,00	147	147	0
19	2	1	1	58	59	1,00	139	139	0
20	-2	3	5	59	54	5,00	110,5	110	0,5
21	0	7	7	55	54	1,00	120	121	-1
22	-1,5	2	3,5	59	53	6,00	126	126	0
23	7	7,5	0,5	48	48	0,00	125	125	0
24	4	-3	7	48	54,5	6,50	114,5	114	0,5
25	4	-3	7	49	55	6,00	126,5	126	0,5

Tabla I: Resultados de las mediciones de los ángulos SNA-SNP/H, S-Pg/H, y trazo S-Pg (N° 1 a 25). Diferencias entre la 1° y 2° toma de telerradiografía lateral de cráneo en PNC.

N°	SNA-SNP/H		dif.	S-Pg/H (grados)		dif.	S-Pg (milímetros)		dif.
	1ª Medición	2ª Medición	SNA-SNP/H	1ª Medición	2ª Medición	S-Pg/H	1ª Medición	2ª Medición	S-Pg
26	5	3,5	1,5	54	55	1,00	121	121	0
27	1,5	7	5,5	56	56	0,00	132	132,5	0,5
28	9,5	9	0,5	55	55	0,00	142	142	0
29	3	7	4	60	54	6,00	131	129	2
30	5	4	1	53	54	1,00	129	127	2
31	9	6	3	43	45	2,00	123	122	1
32	5	-2	7	60	66	6,00	124	119	5
33	4	1,5	2,5	62,5	64	1,50	121	118	3
34	-4	-0,5	3,5	65	62	3,00	127	127,5	0,5
35	-13	-9	-4	62,5	63	0,50	120	116	4
36	2,5	-1	3,5	58	58	0,00	124	122	2
37	-4	2	-6	69	62,5	6,50	138	135	3
38	4	6,5	2,5	48	45	3,00	117	117	0
39	12	10	2	49	52	3,00	146	147	1
40	-4,5	-5	0,5	60	60	0,00	122	121,5	0,5
41	-4	-2	2	66	64	2,00	134	134	0
42	8	7,5	0,5	56	54	2,00	141	140	1
43	-3	-2,5	0,5	57	53	4,00	122	117,5	4,5
44	1,5	5	3,5	56,5	56	0,50	132	133	1
45	-6,5	-9	2,5	62	63	1,00	140	137	3
46	5	5	0	54	55	1,00	138,5	139	0,5
47	11	9	2	48	47	1,00	129	130	1
48	-5	-6	1	63	61	2,00	130,5	125,5	5
49	3	1,5	1,5	56	57	1,00	129	127	2
50	5	-3	8	54	62	8,00	132	128	4

Tabla II: Resultados de las mediciones de los ángulos SNA-SNP/H, S-Pg/H, y trazo S-Pg (N° 26 a50). Diferencias entre la 1° y 2° toma de telerradiografia.