

**UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
ESCUELA DE GRADUADOS
CÁTEDRA DE CIRUGÍA**



“COMPARACION DEL ANÁLISIS FACIAL FRONTAL MEDIANTE MEDICIÓN DIRECTA Y SOFTWARE AUTOCAD”

**Tesis para optar al Grado de Magíster en Ciencias Odontológicas
con mención en Cirugía y Traumatología Oral y Máxilo Facial**

**Autor: Dra. Carla Muñoz Torres
Dirección: Dr. Edwin Valencia Mundy**

**Valparaíso, Chile
2010**

A mis padres, por su esfuerzo y dedicación, por ayudarme a crecer y a cumplir mis metas y por hacer este logro posible.

A mi hermana y cuñadito, por ser un gran apoyo en los buenos y malos momentos.

A Felipe, sencillamente por hacerme tan maravillosamente feliz.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a mis profesores, quienes contribuyeron a mi formación durante este periodo de especialización, quienes me acompañaron y apoyaron día a día en los diferentes hospitales, por entregarme no sólo sus conocimientos sino también su amistad.

Gracias al Dr. Edwin Valencia y Dr. Joaquín Jaramillo por ayudarme en la realización de mi tesis y permitirme finalizar esta importante etapa de mi vida.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
ASPECTOS TEÓRICOS	3
- Estética y Análisis Facial	3
- Métodos de Análisis Facial	6
. Antropometría	6
. Cefalometría	7
. Fotogrametría	9
. Imaginología 3D	14
HIPÓTESIS	16
OBJETIVOS	16
- Objetivo general	16
- Objetivos específicos	16
MATERIALES Y MÉTODO	17
- Sujetos	17
- Universo	17
- Muestra	17
- Tipo de estudio	17
- Variables	17
- Unidad de estudio	17
- Metodología	18
- Recolección de información	18
- Análisis Estadístico	21
RESULTADOS	22
- Análisis de Lin	24
- Análisis de Bland y Alman	32
DISCUSIÓN	39
CONCLUSIONES	41
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

INTRODUCCIÓN

Cuando hablamos de análisis facial, nos referimos a realizar un análisis completo y detallado de la cara, que involucra el estudio y conocimiento de las características de ésta, sus líneas y particularmente sus porciones. Todo esto tiene gran relevancia cuando se pretende realizar un procedimiento quirúrgico, que determine perfeccionar o normalizar la apariencia de un individuo, con el fin de lograr un equilibrio y armonía objetiva que suministre al paciente un resultado satisfactorio. Lo cual es fundamental para su bienestar psicológico y autoestima, relacionado fuertemente con su desarrollo y comunicación en sociedad.

El concepto de estética y belleza facial es una percepción subjetiva, que varía en cada individuo, la cual es influenciada por numerosos factores de la sociedad e interpersonales, como idiosincrasia, personalidad, edad, cultura, religión, raza, y época.

Son varias las disciplinas de las ciencias médicas relacionadas con la forma y mejoría facial, de aquí la necesidad conocer los estándares estéticos de la cara que guían al clínico hacia un correcto diagnóstico y adecuado plan de tratamiento, que involucrará cambios en los tejidos blandos y duros de la cara.

Dentro de estas especialidades se encuentra la cirugía maxilofacial, la cual tiene dentro de sus múltiples objetivos, mejorar la estética facial, junto con otorgar una buena relación de las bases óseas y un correcto funcionamiento de todo el sistema estomatognático. Por lo tanto, el estudio de los tejidos blandos faciales es fundamental como parte del examen clínico de un paciente que será sometido a un procedimiento quirúrgico maxilofacial.

La armonía y balance facial están determinados por el esqueleto facial y por el tejido blando que lo recubre. Así, La arquitectura y relaciones topográficas del esqueleto facial forman el cimiento sobre el cual se basa la estética facial. Sin embargo, son los tejidos blandos y sus proporciones relativas las que proveen el impacto visual de la cara (Edler, 2006).

Dentro de los recursos con que contamos para realizar este estudio facial, uno de los más básicos y antiguos es la *antropometría*, ciencia que estudia las dimensiones y medidas humanas. Es una forma simple, directa y económica de obtener información cuantitativa acerca de las estructuras y regiones de la cara, analizar las dimensiones craneofaciales y los cambios de los tejidos blandos.

Por otra parte, un método de análisis que ha alcanzado gran desarrollo y aplicación clínica, al revisar la literatura, es la medición sobre fotografía, conocida como *fotogrametría*. Diversos autores han estudiado la fiabilidad de este método y sus ventajas sobre las mediciones directas, obteniendo satisfactorios resultados.

La fotogrametría provee un registro permanente del paciente sobre el cual el examinador puede realizar un número indefinido de mediciones. Más aún, con el advenimiento de la fotografía digital y su alta calidad de imagen, han aumentado sus ventajas, haciendo cada vez más práctica su utilización; debido a su fácil manejo y manipulación. Hoy en día, una vez tomada la fotografía, ésta puede ser fácilmente descargada, visualizada, editada y almacenada. Otorgándole al operador un exacto y fiable set de mediciones con alta reproductibilidad, sin tener la necesidad de la presencia del sujeto a analizar.

Debido a que las determinaciones clínicas deben ser tomadas sobre registros confiables, surge la importante necesidad de conocer la variabilidad de las mediciones realizadas sobre fotografías comparadas con las reales. Por este motivo, el propósito de este trabajo es comparar los dos métodos de análisis facial antes mencionados y observar la confiabilidad del registro fotográfico como método de obtención de medidas faciales. Se realizará, en un grupo determinado de pacientes sanos, una serie de mediciones faciales estándar, y se compararán luego con iguales mediciones realizadas sobre la fotografía de la cara del mismo sujeto, utilizando un software ampliamente utilizado por distintas especialidades en el trabajo de imágenes, llamado AutoCad.

ASPECTOS TEÓRICOS

Estética y Análisis Facial

La estética facial es un importante factor dentro de las relaciones interpersonales, que puede afectar significativamente en el desarrollo sicosocial de un individuo. Se pueden obtener diversas definiciones de la palabra estética, todas ellas referidas a la ciencia (rama de la filosofía) que se ocupa de analizar y resolver todas aquellas cuestiones relativas a la belleza y al arte en general (Rodríguez, 2000).

El concepto de estética y belleza facial es ampliamente subjetivo y variable entre razas, culturas y épocas. Sin embargo, las ciencias psicológicas y médicas indican que hay una belleza facial ideal intemporal y transversal entre diferentes grupos, basada en proporciones faciales. Así, normalmente lo desproporcionado es considerado como antiestético, mientras que los rasgos faciales proporcionados y un rostro simétrico son considerados aceptables, aunque no siempre bellos (Proffit, 1994; Matarso, 2004).

Las Proporciones humanas han sido estudiadas por diferentes culturas desde la antigüedad, predominando en la actualidad los cánones del renacimiento (que a su vez derivan del arte de la antigüedad greco-romana), con importantes estudios de artistas como Leonardo da Vinci (1452- 1519, Italia) y Dürer (1471-1528; Alemania), entre otros, quienes realizaron diversos estudios con el fin de establecer proporciones faciales (Wahl, 2006).

Las relaciones entre las distintas áreas de la cara y la cabeza formuladas por los artistas del renacimiento, fueron propagadas por anatomistas y artistas de los siglos diecisiete al diecinueve, como guías para la elaboración de un rostro bello, con la premisa básica de que las partes de un atractivo rostro deben seguir ciertas proporciones definidas. Farkas y colaboradores resumieron estos principios del balance de las proporciones en nueve *cánones neoclásicos*, donde incluyeron medidas faciales verticales, horizontales y una angular. Estas descripciones cuantitativas se conocen ampliamente en la actualidad y han sido guías de trabajo para todas aquellas disciplinas médicas que se encargan de modelar, rehabilitar o perfeccionar la apariencia de un individuo y lograr un equilibrio y armonía objetiva que suministre al paciente un resultado satisfactorio, fundamental para su desarrollo y comunicación en sociedad (Farkas, 1985).

La mayoría de los datos antropométricos faciales modernos, por tanto, proceden de los trabajos de Farkas realizados sobre poblaciones norteamericanas blancas, en distintas edades, estableciendo valores promedios para diferentes mediciones faciales en los tres sentidos del espacio. Sin embargo, estudios recientes en poblaciones Hispanas, Afroamericanas, Chinas y Coreanas han demostrado que las proporciones faciales obtenidas son muy distintas de estos estudios, manteniendo solo algunos de los cánones neoclásicos (Husein, 2010).

Así, por ejemplo, Parker y cols., analizaron una población de mujeres Afroamericanas, donde realizaron un análisis antropométrico incluyendo dieciséis mediciones faciales. Determinando que las dimensiones obtenidas no se ajustaban a los estándares neoclásicos y diferían significativamente, en especial las dimensiones horizontales, las cuales tenderían a ser más anchas en las mujeres Afroamericanas (Parker, 2001).

Choe y cols., por su parte, encontraron que 24 de 26 mediciones faciales realizadas en mujeres Coreanas, fueron significativamente diferentes comparadas con las mediciones de Farkas en mujeres Norteamericanas blancas. Entre éstas, destacan las mediciones nasales, con valores mayores para las mujeres Coreanas en el ancho nasal, columela y base alar, mientras que las diferencias encontradas en las mediciones del labio superior no fueron estadísticamente significativas (Choe, 2006).

De la misma forma Husein y cols., luego de realizar 30 mediciones faciales en una población de mujeres Indioamericanas y comparar los datos obtenidos con aquellos establecidos para mujeres Norteamericanas blancas, determinaron que las primeras presentaban una altura facial menor; con una frente más larga y un menor tercio medio e inferior de la cara. Transversalmente, presentaron un tercio medio de la cara más estrecho y un tercio inferior más ancho. Además de un mayor ángulo nasofrontal y nasofacial, (Husein, 2010).

Por consiguiente, debemos tener presente al momento de realizar un análisis facial que si bien existe un consenso en que algunos aspectos de la belleza son universales, existen otras normas que varían de cultura a cultura. Y más aún, considerar lo que sucede con los parámetros de belleza de minorías étnicas que viven en una sociedad dominada con normas estéticas de la mayoría étnica, en que los estándares estéticos de la cultura predominante contribuyen a lo que se considera bello por los otros grupos étnicos (Husein, 2010).

Al hablar de *análisis facial* nos referimos entonces, a un estudio y conocimiento detallado de las características de la cara, sus líneas y particularmente sus porciones, tanto lineales, verticales y horizontales, como angulares, las que debemos observar y registrar en los diferentes planos frente y de perfil. Todo esto, tiene gran relevancia cuando pretendemos realizar un procedimiento quirúrgico que involucre variar estas proporciones en un individuo.

Diferentes especialidades del área médica y odontológica, como la cirugía maxilofacial, la cirugía plástica, la ortodoncia, entre otras, tienen la habilidad para cambiar las características faciales. Todas ellas han notado la importancia de los tejidos faciales en la determinación de la estética facial, debido a que la armonía y el balance facial están definidos no solo por el esqueleto facial, sino que además por los tejidos blandos que lo recubren. Sin existir una total correspondencia entre ambos, por lo que deben estudiarse en forma aislada y reconocer las repercusiones de la modificación de uno u otro (Arnett, 1993; Zylinski, 1992; Naini 2006).

Diversos autores han publicado análisis de los tejidos blandos faciales, mediante diferentes métodos, todos ellos con el propósito de integrar la estética como parte fundamental y como guía para un correcto diagnóstico y planificación del tratamiento de diversas patologías y asimetrías del sistema estomatognático (Malkoc, 2009; Uysal, 2009).

Burstone fue uno de los pioneros en desarrollar un análisis de los tejidos blandos, éste incluía los ángulos naso labial y naso mental junto a todo el contorno facial. Varios años más tarde Arnett y Bergman analizaron los tejidos blandos tanto de frente como de perfil y describieron los perfiles clase I, II y III, medidos por medio del ángulo de convexidad facial (Burstone, 1958; Arnett, 1993).

Legan (1980) por su parte, enfatizó que los tejidos blandos que cubren los tejidos óseo y dentario presentan un espesor altamente variable, por lo que las mediciones de los tejidos duros pueden desviar considerablemente de la forma facial que el paciente expresa con los tejidos blandos. Por este motivo, por ejemplo, un paciente puede mostrar una convexidad en su perfil, mayor o menor de lo que indica su tejido óseo, particularmente en las zonas naso labial y del mentón (Legan, 1980).

La cirugía ortognática tiene múltiples objetivos, dentro de ellos, mejorar la estética facial variando parte de la estructura esquelética y sus relaciones topográficas, sobre la cual ésta se basa. Además de otorgar una buena relación de las bases óseas y un correcto funcionamiento del sistema Estomatognático.

Por lo tanto, el diagnóstico y la planificación del tratamiento de un paciente que requiere cirugía ortognática, debe incluir un exhaustivo análisis esquelético y de tejidos blandos. Pues, aunque el análisis de los tejidos duros evidencie la naturaleza de la discrepancia, este es incompleto en proveer información concerniente a la forma y proporciones faciales del paciente y, en muchas instancias, puede ser verdaderamente engañoso.

A continuación se describirá brevemente los diferentes métodos de análisis de estas estructuras, con los cuales disponemos hoy en día para brindar el mejor resultado a nuestros pacientes.

METODOS DE ANÁLISIS FACIAL

Antropometría

La antropometría es la ciencia biológica que estudia las dimensiones del cuerpo humano. Es el método más básico y antiguo para obtener información cuantitativa acerca de la morfología de las estructuras craneofaciales. Nos permite analizar y cuantificar los cambios dimensionales de los tejidos y regiones de la cara y cráneo de una forma simple, directa, económica, no invasiva y de bajo riesgo para nuestros pacientes, en relación a la evaluación del alcance de los objetivos de tratamiento planificados.

Dentro de las variadas aplicaciones que tiene la antropometría se encuentra la posibilidad de evaluar los cambios producidos con el crecimiento, ajustándose a las normas en relación a sexo y edad, establecidas también a través de la misma técnica (Farkas, 2004).

Autores como Cozza y cols, evaluaron el crecimiento craneofacial durante el periodo prepuberal mediante mediciones antropométricas directas. Ellos realizaron comparaciones de los patrones de crecimiento craneal y facial y encontraron que las mediciones de la cara aumentaron más que las del cráneo, para este periodo de tiempo, siendo válidas tanto para hombres como para mujeres. Además, determinaron que la mandíbula fue el área facial que mayor desarrollo presentó (Cozza, 2005).

La técnica antropométrica, se utiliza eficazmente en el estudio de las malformaciones craneofaciales y en la planificación de su tratamiento mediante las diferentes técnicas quirúrgicas. Por ejemplo, en pacientes con microsomía hemifacial, con fisuras labiales y alveolopalatinas, entre otros. Así como también, en otras patologías emergentes como el síndrome de apnea del sueño (Roger, 2007; Kim, 2005).

Asimismo, existen diversas publicaciones de la aplicación de la antropometría en cirugía plástica y reconstructiva. En el caso de la blefaroplastia, las medidas antropométricas de la función del músculo palpebral superior, como el tamaño y la forma del párpado normal, son elementales en la evaluación y selección del método quirúrgico. Más aún, si ambos lados son intervenidos, la medición estándar resulta de vital importancia (Park, 2008).

Pese a sus diversas ventajas, la antropometría presenta también algunas limitaciones que dicen relación con la sensibilidad de medir directamente algunos tejidos, debido a que la compresibilidad (depresibilidad) de ellos determina un factor de error inherente a la técnica antropométrica, así como el diferente espesor y consistencia (Bichara, 1995).

La experiencia de Leslie G. Farkas basada en la evaluación antropométrica de más de 2.400 individuos sanos de ambos sexos y diversas edades, y más de 1.000 niños con síndromes faciales, lo ha llevado a analizar algunos de los puntos más usuales y controversiales encontrados en la literatura física antropológica. Además de entregar algunas sugerencias para mejorar la metodología al momento de realizar un estudio antropométrico, controlando algunos factores como los que se detallan a continuación:

1. *Representatividad de la muestra:* solo una muestra representativa de la población debiera ser usada, de un tamaño estadístico adecuado, que refleje la composición étnica y todos los niveles socioeconómicos de la sociedad.
2. *Diferencias étnicas:* las diferencias más frecuentemente encontradas entre los grupos étnicos de raza blanca, son en relación a la altura del cuerpo y raramente en las mediciones de cara y cráneo.
3. *Factores ambientales:* la influencia de los factores ambientales (temperatura y precipitación anual, severidad del clima, humedad, grado de contaminación, y altitud), no pueden ser precisados exactamente, debido a que interactúan los factores de origen genético y étnico, nivel socioeconómico de los padres, nutrición y especialmente el tiempo de exposición del individuo a estas influencias medioambientales.
4. *Factores socioeconómicos:* la validación de los datos antropométricos sólo pueden ser establecidos en una población en la cual todos los niveles socioeconómicos se encuentren representados.
5. *Precisión de las mediciones:* la habilidad del examinador es el factor más importante, por lo que idealmente las mediciones deben ser realizadas por un investigador entrenado. Otro punto importante es la habilidad para localizar los puntos y marcas craneofaciales y tener disponible un set de herramientas de medición de alta calidad. En los niños además, la precisión se ve influenciada por la edad y cooperación de éste y el tiempo de duración del examen (Farkas, 1996).

Cefalometría

La Cefalometría se refiere a las mediciones craneales realizadas por lo general sobre una radiografía. Tras el advenimiento de las máquinas radiográficas a principios del año 1900, la cefalometría se convirtió rápidamente en una herramienta de diagnóstico esencial, fundamentalmente en ortodoncia, por su aplicación para describir la morfología y el crecimiento del esqueleto facial, predecir el crecimiento y planificar el tratamiento y evaluación de los resultados (Nalçaci, 2010).

En un principio el análisis cefalométrico básico ponía énfasis en las mediciones óseas y dentales, no así en la medición de las características de los tejidos blandos faciales, particularmente sus relaciones entre sí. Posteriormente se fueron incorporando algunas

mediciones de estos tejidos, al introducir filtros para conseguir su visualización en la imagen radiográfica (Fernández, 2002).

El objetivo del análisis cefalométrico es obtener una detallada información sobre la relación de los dientes con el resto de las estructuras craneofaciales, lo cual es esencial en la evaluación de los diferentes patrones esqueléticos y de maloclusión (Bergman, 1999).

Si bien las normas esqueléticas ayudan a definir la necesidad de tratamiento y los objetivos de estabilidad, de las diferentes dismorfosis, se debe recordar y considerar que los tejidos blandos son solo parcialmente dependientes de la estructura esquelética de sostén y, que para predecir con exactitud la respuesta de éstos a los cambios de los tejidos óseos y dentarios, se debe entender su comportamiento como resultado del crecimiento y de los movimientos ortodóncico-ortopédicos y/o movimientos quirúrgicos, junto con las fuerzas musculares (Bergman, 1999).

La cefalometría de tejidos blandos, ha sido bien estudiada desde sus inicios hasta la actualidad. Se destaca a continuación algunos autores que han aportado verdaderas guías para la planificación de tratamiento y predicción de los cambios faciales esperados.

Burstone llevo a cabo un exhaustivo análisis estético del perfil facial, donde definió varios parámetros lineales entre los que destaca la posición y longitud de los labios superior e inferior, la longitud nasal y la distancia (espacio) interlabial (Burstone, 1958).

Legan sostiene que la evaluación funcional del labio es independiente de la medición de las dimensiones verticales y probablemente más significativa en la determinación de tratamiento, sobre todo cuando el objetivo principal de un procedimiento quirúrgico es mejorar la estética facial. Así también, enfatiza la importancia de incluir el cuello, junto al mentón, labios y nariz, en la evaluación de la convexidad de la cara (Legan, 1980).

Arnett describió un análisis de los tejidos blandos de perfil, en que señaló la importancia de la simetría facial tanto vertical como horizontal, así como el contorno de la línea de la sonrisa, la línea media facial y el contorno facial. En sus mediciones lineales enfatiza la equidad en los tercios faciales, analiza la exposición de los incisivos superiores y la posición del labio superior e inferior, en relación a las mediciones previamente usadas por Burstone (Arnett, 1993).

Bergman propone un análisis que da énfasis a 18 rasgos faciales, ninguno de ellos dependiente de las mediciones esqueléticas, los cuales son significativos en el éxito de los movimientos ortodóncicos, según señala el autor. Resalta la importancia de considerar los rasgos faciales en la planificación de un tratamiento ortodóncico para que la corrección oclusal no influya negativamente en la estética facial. Menciona además que los rasgos faciales más a menudo utilizados por los ortodoncistas son aquellos relativos al labio superior e inferior, los que proveen información importante, pero limitada con respecto a los cambios faciales que dará como

resultado el tratamiento (Bergman, 1999).

Así como la antropometría, la cefalometría también muestra algunas dificultades en la aplicación de la técnica, determinadas éstas principalmente por errores en la identificación de los puntos de referencia para realizar las mediciones, por parte del investigador, y aquellos en relación a la estandarización de la toma de la película radiográfica (Nalçaci, 2010).

Fotogrametría

La fotogrametría se refiere a las mediciones realizadas sobre la fotografía de un sujeto. Fue alrededor del año 1940, que Sheldon sugirió que medidas antropométricas exactas podían ser registradas a partir de fotografías.

La fotogrametría es un método de análisis facial que provee al clínico un registro permanente en el tiempo del paciente, sobre el cual el examinador puede realizar un número indefinido de mediciones, que le permite entre otras cosas, guiarlo en el diagnóstico y planificación de tratamiento, evaluar y comparar resultados, enseñar al paciente y además utilizarlo como documento médico legal (Nechala, 1999; Henderson, 2005).

Con el propósito de establecer en forma fiable la mayor cantidad de mediciones craneofaciales desde una fotografía, Farkas; en su trabajo "Is Photogrammetry of the face reliable? comparó mediciones faciales realizadas sobre fotografías, con mediciones directas de la cara del mismo sujeto. En un grupo de 36 pacientes sanos realizó 104 mediciones en cada uno, concluyendo que solo 62 mediciones podían ser duplicadas con fotogrametría y, que sólo 20 (32,3 %) de éstas podían reproducirse en forma confiable. La mayoría de ellas en relación a los labios y la boca, tomadas en un plano frontal (Farkas, 1980).

Diversos autores, en diferentes especialidades odontológicas y médicas, han estudiado la confiabilidad de este método, así como sus ventajas y desventajas sobre las mediciones directas. Evaluando principalmente su aplicación en el análisis facial de tejidos blandos como una herramienta útil en la práctica clínica (Zylinski, 1992; Parker, 2001; Jaramillo, 2001; Sommer, 2004; Choe, 2006; Coombes, 2007).

Se ha utilizado, por ejemplo, satisfactoriamente en la evaluación de cambios tridimensionales observados posterior al tratamiento de deficiencias transversales en los maxilares y en distintas deformaciones craneofaciales (Kohout, 1998; Marini, 2007; Stotland, 2007).

Este tipo análisis, puede realizarse mediante fotografía convencional o fotografía digital. La fotografía convencional ha evolucionado considerablemente a lo largo de sus casi 200 años

de existencia, a través de múltiples innovaciones técnicas en este campo. Manteniendo su base en el mismo proceso inicial; la exposición de la luz de una película revestida de una emulsión química que luego debe ser revelada para obtener un negativo con el que luego se pueden hacer ampliaciones en papel. Sin embargo, ninguno de estos importantes avances ha supuesto un cambio tan radical como la aparición de la fotografía digital (Fernandez, 2004).

La mayor ventaja de la fotografía digital, respecto a la fotografía análoga es que permite disponer de las imágenes grabadas al instante, sin necesidad de llevar la película al laboratorio y revelar los negativos para poder ver las imágenes.

La imagen digital es el resultado de convertir datos análogos en digitales. La luz incide en el sensor digital y genera señales eléctricas que un procesador, el conversor análogo-digital, convertirá en código digital creando un archivo de imagen. Esta imagen digital de un objeto determinado está formada por unos elementos llamados *pixeles* (picture elements), dispuestos en una trama denominada "mapa de bits". Cada pixel es la combinación de valores de color y brillo en una posición determinada que se registra numéricamente y si ampliamos mucho una imagen digital podremos ver que los pixeles que la forman se hacen evidentes (Costa, 2005).

Las cámaras para fotografía digital se dividen en dos grupos: las cámaras compactas y las réflex digitales. La diferencia entre ambas radica en su composición, debido a que la cámara réflex se compone de tres elementos por separado, el cuerpo de la cámara, el objetivo y el flash; mientras que la cámara compacta los integra en una sola unidad. Estas últimas ocupan un amplio espacio en el mercado, dirigidas fundamentalmente a personas no profesionales en el ámbito de la fotografía, que requieren una cámara de bajo costo y fácil manejo. (Fernández, 2005).

Debido a la alta calidad de imagen que otorga la fotografía digital actual y su fácil utilización, se han minimizado los problemas en relación a la estandarización y toma fotográfica, así como también, aquellos relacionados con su almacenamiento, debido al gran avance tecnológico en relación a la capacidad de disco duro de las computadoras, que pueden almacenar una gran cantidad de imágenes. Destacan además, ventajas de la fotografía digital como su accesibilidad, portabilidad, y rapidez en la obtención de una imagen. Éstas, pueden una vez tomadas ser vistas inmediatamente y descargadas en un computador donde son fácilmente manipuladas, editadas y almacenadas. Otorgándole al operador un exacto y fiable set de mediciones con alta reproductibilidad (Nechala, 1999, Choe, 2006).

En relación a la selección de la cámara fotográfica, para uso clínico, Nechala y cols., compararon una serie de mediciones faciales, realizadas con tres métodos distintos de obtención de fotografía digital: cámara digital, cámara de 35mm y cámara polaroid (fotografía instantánea). Ellos concluyeron que, con los tres tipos de cámaras, todas las mediciones realizadas fueron estadísticamente similares a la referencia antropométrica estándar (proporcionada por Farkas). En relación a otras características evaluadas, la mayor calidad de la fotografía se obtuvo con la cámara de 35mm. La polaroid por su parte es la más rápida y de más fácil obtención de copias

fotográficas. La cámara digital, es de menor costo, fácil de usar y genera fotografías casi de igual calidad que la cámara de 35 mm pero mucho más rápido. Las fotografías de las cámaras 35 mm y polaroid pueden igualmente ser digitalizadas utilizando un escáner, pudiendo variar la calidad final de la imagen según la calidad de la fotografía inicial y calidad del escáner (Nechala, 1999).

Según Cummins (1995), algunas desventajas de registrar mediciones desde fotografías convencionales tienen que ver con algunos parámetros como diferencia de iluminación; que puede afectar la estructura facial, la posible distorsión por encogimiento o expansión del papel, o debido a una distancia lente-sujeto demasiado corta. Para reducir estas posibles fuentes de error, debe planificarse apropiadamente la toma fotográfica y el medio ambiente en que ésta será tomada (Cummins, 1995).

Vargas, especifica cómo influye el tipo de lente (objetivo) de la cámara fotográfica a utilizar. Manifestando que aquellas cámaras con longitud focal más corta tienden a distorsionar la cara del sujeto en la imagen (Vargas, 2003).

Existen muchos tipos de objetivos y muchas clasificaciones posibles, en general se identifican por su distancia focal, que es la distancia entre el centro del objetivo y el plano de la película cuando se mira al infinito.

Gran-angular: de 28 a 35mm. Con esta longitud se obtiene un campo visual extremadamente amplio, mayor al del ojo humano. Sin embargo, esto hace que la escena aparezca mucho más lejos de lo que en realidad está. Además, mientras menor es la distancia focal, los objetos que están más cerca del lente, aparecen inusualmente grandes y deformados.

Lente normal: de 40 a 55mm, ofrece un ángulo de visión moderado que se aproxima bastante al campo visual del ojo humano. Al contemplar una fotografía realizada con un objetivo normal, se obtiene la impresión de una perspectiva natural, sin distorsión de líneas como en los objetivos gran angular. Además suelen tener gran luminosidad. Este tipo de lente es el que viene incluido en la mayoría de las cámaras digitales y de 35 mm.

Teleobjetivos: de 130 a 500mm y más. Es un lente cuya distancia focal es significativamente mayor a la de un objetivo normal y por ello de menor ángulo de visión. Al fotografiar rostros con distancias focales muy largas (mayor a 135mm) los rasgos faciales pueden aparecer distorsionados, pues los lentes de mayor longitud provocan una perspectiva comprimida, al contrario de la perspectiva exagerada que provoca una lente gran angular colocada muy cerca del tema.

Zoom: Son objetivos de distancia focal variable, que va desde los 28 hasta 200mm o más. Destacan por su comodidad ya que evitan el cambio de objetivos de distancias focales fijas (angulares, normales y teleobjetivos). Sin embargo es recomendable que las distancias focales del zoom no sean muy extremas la una de la otra para no disminuir la calidad de la imagen.

Ojo de pez: de 6 a 16mm. Se trata de un angular extremadamente amplio, que proporcionan una profundidad de campo extrema, y las imágenes se ven curvas como si estuvieran reflejadas en una esfera (Velini, 2002; Hedgecoe, 1995).

Bengel (2006), recomienda utilizar un lente de al menos 80mm (idealmente entre 90 y 105mm) para fotografiar rostro, dado que produce un buen tamaño de rostro a una distancia que da una buena perspectiva sin distorsiones. Si se usa un lente más corto, hay que acercarse mas al sujeto para obtener un buen tamaño de rostro, lo que resulta en una perspectiva expandida (nariz o mentón pronunciados) y al alejarte y usar una distancia focal mayor, la perspectiva es mas plana. La figura 1 muestra diferentes fotografías de rostro tomada con distinta distancia focal.



Fig. 1: Retratos con diferentes perspectivas utilizando distinta distancia focal: 35mm (a), 90mm (b), y 160mm (c). La apariencia más natural se observa utilizando 90mm.

Para obtener registros fotográficos apropiados para su uso clínico, deben tenerse en cuenta una serie de aspectos comunes para que la toma fotográfica sea normalizada, realizada siempre en las mismas condiciones y así reflejar con la mayor fidelidad posible la situación clínica del paciente y así poder realizar mediciones y comparaciones posteriores. Por ejemplo, fondo, iluminación, posición del paciente, encuadre de la cara, posición y ajustes de la cámara, etc. (Fernández, 2006).

En relación a la estandarización fotográfica Henderson propone algunas guías para lograr 4 puntos principales: consistencia en la fotografía, mostrar detalles anatómicos relevantes, utilizarla en la planificación pre quirúrgica, y lograr exactitud en las comparaciones pre y postoperatorias. El autor recomienda tomar diferentes vistas en un formato vertical u horizontal, según el área facial que se desee evaluar; la serie más frecuentemente utilizada es la fotografía frontal y la de perfil derecha e izquierda, además de la oblicua derecha e izquierda. Considera además la preparación del paciente, que incluye requisitos como: exponer completamente la cara y orejas del paciente, retirar lentes ópticos y joyas, usar ropa sin elementos distractores e

idealmente en el caso de las mujeres sin maquillaje, de lo contrario éste no debe ser excesivo (Henderson, 2005).

Kohout y cols., señalan que la fotogrametría es adecuada para la evaluación de proporciones faciales y medidas angulares, más que para medidas absolutas, cuando se siguen procedimientos con un orden lógico y estandarizados (Kohout, 1998).

Además de estandarizar la posición de la cámara y del sujeto, en cirugía plástica por ejemplo, se debe estandarizar la mirada cuando se desea medir parámetros palpebrales, para obtener una fotografía reproducible y exacta, debido a que la posición del párpado superior se altera con la dirección de la mirada (Coombes, 2007).

La *posición del sujeto* destaca Vargas (2003), debe ser alrededor de un metro del fondo y directamente delante de la cámara, lo que evita cualquier sombra indeseada del sujeto en el fondo. Si éste no puede estar lo suficientemente lejos, se debe utilizar un fondo color negro para reducir al mínimo las sombras. Considerando la desventaja de que no se obtiene suficiente contraste en individuos con cabello color negro, causando que parte de la imagen se pierda en el fondo (Vargas, 2003).

Con respecto a la *posición de la cabeza* Sommer señala que el plano horizontal de Frankfort es un buen método de estandarización de la cabeza para las vistas frontal, lateral y oblicua. Sin embargo en la mayoría de los trabajos revisados, los investigadores utilizan la posición natural de la cabeza. Concepto introducido por ortodoncistas alrededor del año 1950 y validado posteriormente por los autores Lundström y Lundström. Esta posición se refiere a la orientación craneal que el paciente asume de forma natural, estando con una postura relajada de la cabeza y el cuerpo, cuando el sujeto está mirando un punto a la distancia a nivel de los ojos. Ésta, es la única posición estable y repetible del ser humano, razón por la cual es la única posición confiable para realizar un análisis facial adecuado (Sommer, 2004; Lundström, 1995; Zamora, 2004).

Las condiciones de *iluminación* de la consulta odontológica no siempre son óptimas, por lo que es necesario el uso de flash (incorporado en el cuerpo de la cámara compacta) para eliminar al máximo las sombras de la fotografía, junto con esto se debe posicionar siempre la cámara, el centro del objetivo, a la altura de los ojos del sujeto que estamos fotografiando.

La fotografía extraoral, se puede realizar con el mecanismo de *exposición* automático. Llamamos exposición a la cantidad de luz que incide en el material fotosensible durante la formación de la imagen. Factor que se controla y mide mediante el tamaño de la *abertura del objetivo* (expresada con un valor que es el denominador de un número fraccionado f/x) y la *velocidad de obturación* (expresada en segundos o fracciones de segundo $1/x$). Se recomienda para fotografías de rostro valores de apertura del orden de $f/8$ y velocidad $1/60$, para evitar obtener zonas insuficiente enfocadas. Sin embargo, en muchas cámaras se puede encontrar un

programa retrato, en que se determina automáticamente la velocidad y la abertura, obteniendo normalmente buenos resultados. (Fernandez-Bozal, 2006; Fernanadez-bozal 2005.)

Por último, se debe considerar además, que pese a la selección correcta de las características del aparato que será utilizado, así como la determinación de los detalles para la obtención de la toma fotográfica, se producirá inevitablemente cierto grado de distorsión en la imagen fotográfica. Proceso que se entiende como la “deformación” que sufre una señal tras su paso por un sistema (diferencia entre la señal que entra a un equipo o sistema y la señal de salida del mismo). Debido que al realizar la captura y el tratamiento digital de la imagen debe pasar por una serie de etapas antes de disponer de la información “codificada” de la imagen original ya que esta pasa a través de distintos componentes del sistema fotográfico (objetivo, película o sensor), y cada uno de esos componentes afecta de alguna manera la información original, originándose de esta forma cierto grado de distorsión (Sánchez, 2004).

Posterior a la obtención de la fotografía del paciente, el análisis fotogramétrico a realizar se puede hacer mediante la utilización de diferentes softwares computacionales, como lo han reportado diferentes autores, como el *Quick Ceph Image*, *V-ceph*, *Corel DRAW*, entre otros (Coombes y cols., 2007; Rhee y cols., 2008; Malkoç y cols., 2009).

Dentro de estos programas computacionales, se encuentra el universalmente conocido software **AutoCad**, el cual es un programa de diseño asistido por computador (*CAD: "Computer Aided Design"*) para dibujo en dos y tres dimensiones. Éste, permite trabajar sobre las imágenes, realizando diferentes mediciones lineales y angulares a través de diversos comandos de edición, además permite realizar dibujos y grandes acercamientos sin distorsionar la imagen (Corona, 2005; Assuncao, 2008; Verdugo, 2009; Gautam, 2009).

Análisis mediante imaginología 3D

En los últimos años, gracias a los avances tecnológicos de la imaginología médica, es posible la reproducción tanto de las estructuras internas del organismo como de la superficie externa, con una alta resolución (Ferraio, 1999).

Se han desarrollado técnicas imagenológicas tridimensionales como la estereofotometría, escáner láser, tomografía computada tridimensional, entre otros. Las que según diferentes autores, son un método de alta precisión apto para el estudio de las características faciales en la práctica clínica y la investigación (Hajeer, 2004; Millet, 2004; Tron, 2007; See, 2008; Ozsoy, 2009).

La estereofotometría, por ejemplo, es un método el cual genera una imagen tridimensional por medio del uso de la técnica de triangulación, esto es; dos cámaras digitales tipo estéreo 3D

son usadas para determinar la distancia a un punto determinado sobre una superficie de tres dimensiones, en este caso la superficie facial (See, 2008).

Ferrario y cols., sin embargo, señalan que ninguno de estos métodos de imagenología 3D ha proporcionado datos de referencia confiable, en una muestra en crecimiento y con un tamaño suficiente. Principalmente por limitaciones de costo y técnicas, como mayor tiempo de trabajo y aprendizaje por ser un método engorroso, y además invasivo. Presentan además, otras limitaciones intrínsecas al método, como la dificultad de extraer parámetros cuantitativos de la morfología facial típica de cada superficie en base a la reconstrucción (Ferrario, 1990).

Según todo lo anteriormente expuesto, el propósito de este trabajo es comparar dos métodos de análisis de los tejidos blandos faciales; la antropometría y fotogrametría, esta última a través de la utilización del software AutoCad. Y así, además observar la confiabilidad de un sistema individual de registro, el cual nos permita reflejar al paciente para realizar un análisis facial completo y posteriormente un diagnóstico global de éste.

HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

“Existe una asociación positiva entre las mediciones faciales realizadas directamente sobre el paciente y las mediciones realizadas sobre la fotografía del paciente utilizando el software AutoCad”.

OBJETIVOS

Objetivo General:

Comparar las mediciones faciales realizadas directamente sobre el paciente, en el plano frontal, con las mismas mediciones realizadas sobre la fotografía digital del paciente, utilizando el software AutoCad.

Objetivos Específicos:

Determinar la concordancia entre el método manual y el fotogramétrico, al realizar las siguientes mediciones verticales en el plano frontal:

- Distancia desde el punto N (nasion) a Sn (subnasion)
- Distancia desde el punto Sn a Me (menton)

Determinar la concordancia entre el método manual y el fotogramétrico, al realizar las siguientes mediciones horinzotales en el plano frontal:

- Distancia del ancho de la base nasal, entre los puntos ac (cresta alar)- ac
- Distancia del ancho de la comisura oral, entre los puntos ch (cheilon)- ch
- Distancia entre los puntos ex (exocanthion)– en ojo derecho
- Distancia entre los puntos en (endocanthion)–ex ojo izquierdo

Determinar la concordancia entre el método manual y el fotogramétrico, al medir la proporción entre las medidas verticales N- Sn y Sn- Me, obtenidas en cada paciente.

SUJETOS Y MÉTODO

SUJETOS

Universo:

El universo de este estudio corresponde a alumnos, estudiantes chilenos, pertenecientes a la Escuela de Odontología, Facultad de Ciencias de la Salud, de la Universidad de Talca del año 2009, que cursen entre tercer y sexto año, de ambos sexos, entre 20 y 30 años.

Se seleccionó este universo, principalmente porque se trata de un grupo homogéneo de individuos, que cumplen con los requisitos para llevar a cabo el estudio y son de fácil localización, pues se encuentran habitualmente en las clínicas odontológicas de la Universidad.

Muestra:

Se determinó estimar un porcentaje de concordancia de 32,3%, según el estudio de *Farkas y cols., 1980: Is Photogrammetry of the face reliable?*, con un nivel de significancia del 5% y una precisión del 15%. Se aplicó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{z_{\alpha/2}^2 \times P \times (100 - P)}{d^2} = \frac{1,96^2 \times 32,3 \times (100 - 32,3)}{15^2} = 38$$

Así, usando una estimación de concordancia de 32.3%, con un nivel de significación del 5% y una precisión del 15%, se concluyó necesario una muestra de 38 pacientes, lo cual se aproximó a un número de 40 sujetos.

Tipo de Estudio:

Corresponde a un estudio de tipo analítico, mediante el cual se pretende determinar la confiabilidad en la utilización del software AutoCad; al comparar mediciones faciales realizadas con este sistema computacional, sobre fotografía digital, con las mismas realizadas directamente sobre la cara del sujeto en estudio.

Variables: Cuantitativas Continuas

- Distancias verticales: N- Sn y Sn- Me.
- Distancias horizontales: ex- en ojo derecho, en- ex ojo izquierdo, ac- ac y ch- ch
- Método 1 de medición de distancia: *antropometría*
- Método 2 de medición de distancia: *fotogrametría*

Unidad de estudio:

La unidad de estudio corresponde a la cara del sujeto

METODOLOGÍA:

Recolección de información:

1. Se confeccionó una ficha en una planilla excel, para registrar todas las mediciones realizadas en cada unidad de estudio, mediante los dos métodos de análisis.
2. Una vez seleccionado cada paciente se le explicó en qué consistía el estudio y se le solicitó firmar un consentimiento informado.
3. Se marcó luego, por un mismo operador (para eliminar el error interexaminador), con un lápiz tinta punta fina, sobre la superficie facial de cada sujeto, los puntos antropométricos correspondientes que demarcan las siguientes distancias: N-Sn, Sn-Me, ex-en ojo derecho, en-ex ojo izquierdo, ac-ac y ch-ch. Tales puntos se describen y observan en la figura 2:

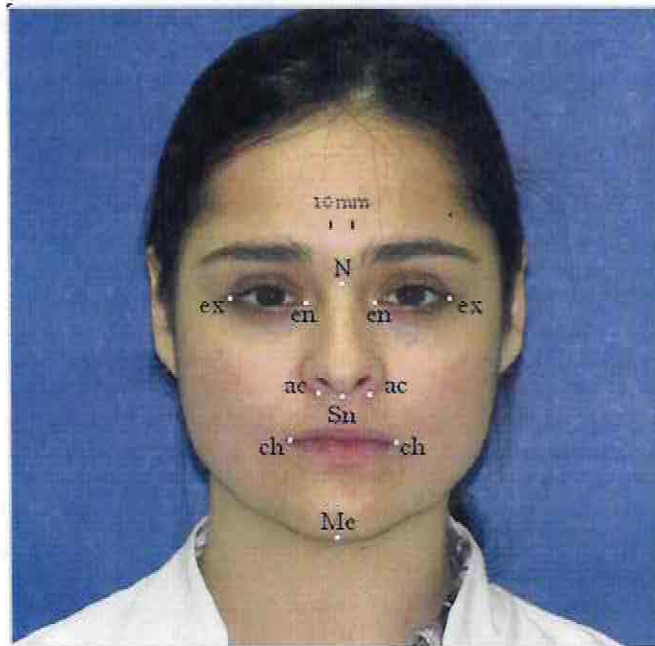


Fig. 2: N: nasion, depresión profunda donde se une la piel de la frente con la raíz de la nariz; Sn: subnasal, punto donde se une la base de la columela nasal con el labio superior; Me: menton, punto más inferior del borde inferior del mentón; en: endocanthion, punto más medial de la fisura palpebral derecho e izquierdo; ex: exocanthion, punto más lateral de la fisura palpebral derecho e izquierdo; ac: cresta alar, punto de la cresta alar derecho e izquierdo; ch: cheilion, punto más lateral de los labios derecho e izquierdo.

4. Se midió cada una de estas distancias en una sola oportunidad, por el mismo operador y se registró inmediatamente en la ficha confeccionada para tal finalidad. Se utilizó un pie de metro manual; instrumento de medición lineal, de material acero inoxidable, el cual consta de una regla con una escuadra en un extremo, sobre la cual se desliza otra destinada a indicar la medida en una escala; la inferior milimétrica y la superior en pulgadas. Éste permite realizar mediciones de longitudes interiores, exteriores y de profundidad.
5. Para realizar la toma fotográfica se ubicó al paciente en una sala iluminada por medio de luminaria fluorescente, de pie, considerando la posición natural de la cabeza y con un fondo color azul opaco oscuro. Procurando tener el pelo tomado y sin maquillaje las mujeres y, sin barba los hombres. Siempre el mismo operador, se ubicó alrededor de un metro de distancia del sujeto, con la cámara a la altura de los ojos.
6. La cámara fotográfica utilizada fue una cámara compacta digital Canon, modelo PowerShot SX120 IS. Ésta presenta un lente tipo zoom con una distancia focal que va desde 6.0 a 60.0 mm (equivalente en una cámara de 35mm, de 36 a 360 mm). Se programó la cámara con flash (incorporado en el cuerpo de la cámara) y en el modo *retrato*, con el cual automáticamente se obtuvo valores de exposición $f/3.5$ y $1/60$. Con el fin de obtener una imagen sin distorsión de los rasgos faciales, se ocupó un zoom óptico de manera de obtener una distancia focal análoga de 90mm. Esto se obtiene conociendo el factor de multiplicación; valor numérico por el cual se multiplica la distancia focal de un objetivo, para determinar la distancia focal equivalente respecto a una cámara de 35mm (Benguel, 2006).
7. Las fotografías fueron descargadas y almacenadas inmediatamente en un computador HP Pavilion tx 1000, en un archivo confeccionado para este fin. Posteriormente se realizó en el programa AutoCad, versión 2007, la importación y escalado de la fotografía para obtener una proporción 1:1, paciente: fotografía.
8. Posteriormente, el mismo operador, utilizando los comandos de dimensión lineal del software AutoCad, realizó sobre cada fotografía, la medición de las distancias verticales marcadas inicialmente en el paciente, y se registró este valor numérico en la planilla excel antes mencionada. Lo cual se muestra en la figura 3.
9. De la misma forma se midió y registró en cada fotografía, las distancias horizontales. Lo que se observa en la figura 4.



Fig. 3: Mediciones lineales N-Sn, Sn-Me.



Fig. 4: Mediciones verticales: ex-en ojo derecho, en-ex ojo izquierdo, ac-ac y ch-ch.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La primera parte del análisis consistió en describir las variables a través de su promedio y desviación estándar cuando se cumplió el supuesto de normalidad. En caso contrario se utilizó la mediana y el rango intercuartílico.

Luego, para evaluar la concordancia de cada una de las mediciones entre ambos métodos, se usó el *coeficiente de correlación de Lin* y el *método de Bland y Alman*. Ambos métodos permiten evaluar concordancia en variables cuantitativas continuas.

Se evaluó además la simetría de la proporción de las mediciones faciales verticales (N-Sn / Sn-Me), medidas con ambos métodos en estudio. Se realizó una prueba test student para una media simple, con el fin de decidir entre las siguientes hipótesis:

$$H_0 : P_{NSn / SnMe} = 1$$

$$H_1 : P_{NSn / SnMe} \neq 1$$

Los análisis estadísticos y los gráficos se llevaron a cabo mediante los softwares MedCalc Demo y SPSS

RESULTADOS

Todos los valores obtenidos para cada variable de ambos métodos en estudio, se registraron y ordenaron en una tabla excel, agrupados en mediciones verticales y horizontales por separado.

La Tabla I muestra los valores numéricos, en milímetros, de las mediciones verticales, donde **M1** corresponde a la medición realizada en forma antropométrica y **M2** a la medición realizada mediante fotometría utilizando el software AutoCad.

Tabla I

Sujeto	N-Sn M1 (mm)	N-Sn M2 (mm)	Sn-Me M1 (mm)	Sn-Me M2 (mm)	Sujeto	N-Sn M1 (mm)	N-Sn M2 (mm)	Sn-Me M1 (mm)	Sn-Me M2 (mm)
1	52	53	68,5	69,4	21	53	53,4	63,5	63,7
2	50	51,1	54,5	55	22	53	54	57	57,2
3	54	54,8	58	57,3	23	58	59	68	67,3
4	55	54,4	65	64,4	24	53	53,9	71,5	72,4
5	52,5	53,5	65	64,2	25	48	49	59	60
6	49	49,8	65,5	64,9	26	56,5	57,5	72,5	73,5
7	56	57	75	75,6	27	55,5	56,4	66	65,2
8	55	56	72	71,6	28	54,5	53,7	57	58
9	52	51	64,5	65,1	29	46,5	47,2	63	63,9
10	55	55,3	74	75	30	57	57,8	57	56,5
11	53	54	62	61	31	51,5	52,5	58	57,1
12	48	48,8	60	59	32	54,5	54	63,5	63,5
13	50	49,7	69,5	68,7	33	51	52	66,5	65,5
14	51	51,8	62	62,7	34	49,5	50,5	71	70
15	54	53,1	65	64,8	35	55	56	58,5	57,6
16	51	52	60,5	59,5	36	49,5	50,5	67	66,1
17	53	53,6	60,5	60,8	37	52	53	66,5	65,6
18	47,5	48,5	65	66	38	49,5	49,3	71,5	71,2
19	55	56	64,5	65	39	53,5	53,8	60	60,9
20	46,5	46,9	63	63,3	40	53	54	63,5	64

Mediciones Horizontales

La Tabla II muestra los valores numéricos, en milímetros, de las mediciones horizontales, donde **M1** corresponde a la medición realizada en forma antropométrica y **M2** a la medición realizada mediante fotometría utilizando el software AutoCad.

Tabla II

Sujeto	ex-en Der M1 (mm)	ex-en Der M2 (mm)	en-ex Izq M1 (mm)	en-ex Izq M2 (mm)	ac-ac M1 (mm)	ac-ac M2 (mm)	ch-ch M1 (mm)	ch-ch M2 (mm)
1	32,5	32,7	32	32,5	26,5	27	53	53,6
2	30,5	31,2	30,5	31	21	22	50,5	51,5
3	29,5	29,1	29,5	28,6	15,5	16,5	42,5	42,8
4	31,5	30,5	31	30,4	14	14,9	50,5	51,3
5	31	30	32	31	19	18,6	53,5	53,5
6	32,5	31,5	33	32,7	20	20,8	51,5	52,4
7	31,5	30,7	31	30	21,5	21,9	55	55,3
8	33,5	32,6	34,5	33,6	25	25,9	53	52,3
9	33,5	32,6	34	33,2	23	23,6	53	53,7
10	34,5	33,8	34	33,3	19	20	54	54,8
11	31	30,1	31	30	19,5	19,7	48	48,5
12	32	31,1	32,5	31,6	20,5	21,5	49,5	50,4
13	34	33,4	34	33	25,5	25,4	51	50,6
14	34	33	34,5	33,5	21,5	21,8	51	51,9
15	30,5	30,9	30	29	23	23,8	53	52,9
16	33	32	33,5	33,1	22,5	23,5	46	46,2
17	31,5	30,5	32	31	18	18,5	49	48
18	33,5	32,5	32,5	31,6	21,5	22	49	49,9
19	33,5	32,5	35	34,6	21,5	22,5	51,5	52,5
20	31,5	30,5	31	30	23	23,1	52	52,6
21	32,5	31,5	33	32,6	19	19,7	51	51,6
22	33	32	32,5	31,5	19,5	20,3	49	49,9
23	33	32,3	33	32,1	20,5	21,1	46,5	47,5
24	33,5	32,5	34,5	33,5	21,5	21,1	50	50,3
25	33	32	33	32	23,5	23,9	48,5	48
26	34,5	33,5	34	33	19	19,3	56	56,5
27	32	31	32	31	21,5	22	45,5	46,5
28	32	31,1	31	30	19	19	53	53,6
29	31,5	30,5	31	30	16,5	17,1	49	50
30	32	31	31,5	30,8	22	22,5	49,5	49,8
31	33	32,3	33,5	32,7	19	19,3	47,5	47,2
32	31	30	31	30,1	21	22	46	46,6
33	33	32,6	33	32,3	21	21,2	50,5	51,1
34	32	32,2	31,5	30,6	18	18,2	50	49,8
35	34	33,3	34	33,2	20,5	21,2	49,5	50
36	32,5	31,5	33	32,3	18,5	18,8	45	46,5
37	32,5	32	32	31	17	17,3	50,5	51,4
38	32,5	31,4	32	31	19,5	20,4	52	53,1
39	32,5	31,6	33	32,6	20	20,4	48,5	48,8
40	32,5	31,5	33	32,1	20,5	20,7	47,5	46,9

La Tabla III muestra el valor promedio $\pm$ la desviación estándar (DS) de cada variable, obtenida por los dos métodos en estudio. Donde **M1** corresponde a la medición realizada en forma antropométrica y **M2** a la medición realizada mediante fotometría utilizando el software AutoCad.

Tabla III

Variable	M1 promedio $\pm$ DS	M2 promedio $\pm$ DS
N- Sn	52,34 $\pm$ 2,91	52,95 $\pm$ 2,93
Sn- Me	64,36 $\pm$ 5,17	64,31 $\pm$ 5,27
en- ex Derecho	32,43 $\pm$ 1,14	31,68 $\pm$ 1,08
en-ex Izquierdo	32,5 $\pm$ 1,36	31,7 $\pm$ 1,4
ac- ac	20,45 $\pm$ 2,53	20,96 $\pm$ 2,53
ch- ch	50,04 $\pm$ 2,87	50,5 $\pm$ 2,9

A continuación se procedió a evaluar la concordancia entre los dos métodos en estudio, mediante el coeficiente de correlación de Lin y luego mediante el método de Bland y Alman.

Coeficiente de Correlación de Concordancia de Lin

El coeficiente de correlación de Lin (Lin, 1989), es un tipo de análisis estadístico es apropiado cuando se necesita determinar la semejanza de mediciones de una misma variable continua en un mismo individuo, realizada con dos métodos diferentes de medición, como es el caso de esta investigación. El Coeficiente de Lin se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\rho_c = \frac{2\sigma_{12}}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + (\mu_1 - \mu_2)^2}$$

Donde:

1. σ_1, σ_2 son las desviaciones estándar de las mediciones realizadas en los métodos M1 y M2, respectivamente.
2. μ_1, μ_2 son las medias de las mediciones en los métodos M1 y M2 respectivamente
3. σ_{12} es la covarianza de las mediciones entre ambos métodos

Para el cálculo del *intervalo de confianza de Lin*, se utilizó una transformación sobre este coeficiente para garantizar normalidad asintótica:

$$\hat{Z} = \tanh^{-1}(\hat{\rho}_c) = \frac{1}{2} \ln \frac{1 + \hat{\rho}_c}{1 - \hat{\rho}_c}$$

$$\sigma_{\hat{Z}}^2 = \frac{1}{n-2} \left[\frac{(1-\rho^2)\rho_c^2}{(1-\rho_c^2)\rho^2} + \frac{4\rho_c^3(1-\rho_c)u^2}{\rho(1-\rho_c^2)^2} - \frac{2\rho_c^4 u^4}{\rho^2(1-\rho_c^2)^2} \right]$$

Donde:

$$u = (\mu_1 - \mu_2) / \sqrt{\sigma_1 \sigma_2} \quad \text{y} \quad \rho = \text{coeficiente de correlación de Pearson}$$

Luego, el *Intervalo de Confianza* del 95% para Lin será:

$$[\text{Tanh}(z-1.96 \times \sigma_Z); \text{Tanh}(z+1.96 \times \sigma_Z)]$$

Se aplicó entonces el coeficiente de correlación Lin, para comparar cada una de las variables medidas con ambos métodos de estudio. Obteniendo los siguientes valores para cada una de ellas:

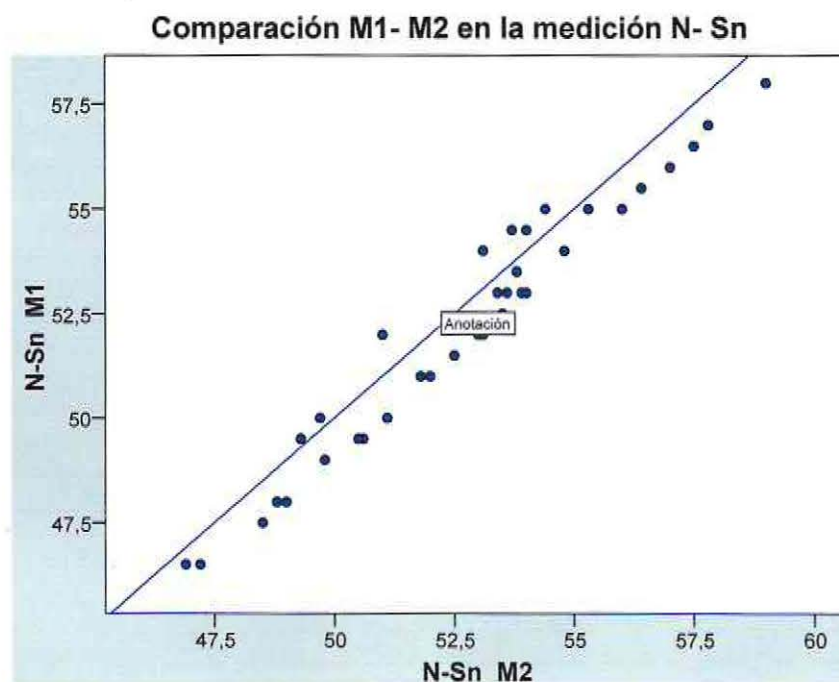
I. Mediciones verticales:

1. Medición Nasion – Subnasion (N- Sn):

Variable	Coefficiente de Lin	Intervalo de Confianza 95%
N-Sn M1 v/s N-Sn M2	0,95	0,911 - 0,972

El intervalo de confianza para el coeficiente de correlación de Lin, en la comparación de la medición Nasion- Subnasion realizada antropométricamente y la misma medición realizada sobre fotografía digital utilizando AutoCad, es de (0,911 - 0,972). Se observa por lo tanto, un intervalo que no incluye el cero y con límites bastante cercanos a uno. Lo que indica en términos de este estudio que existe una excelente reproductibilidad o concordancia entre ambos métodos comparados. Esto se expresa, en el grafico n° 1, de dispersión de puntos, de la siguiente forma:

Gráfico 1:



En el grafico de dispersión de puntos la línea dibujada corresponde a la línea bisectriz y cada uno de los puntos que conforman esta línea se caracterizan porque el valor de la abscisa es igual al valor de la ordena ($x=y$). Por lo tanto, mientras más se acerquen los puntos a esta bisectriz, mayor es la concordancia que existe entre ambos métodos analizados.

Es importante observar, que la mayoría de los puntos están por debajo de la bisectriz, lo que indica que para estos puntos el valor de la abscisa es superior al valor de la ordenada ($x > y$). Lo que indica que la medición M2 realizada mediante AutoCad tiende a sobreestimar las mediciones obtenidas por el método manual M1.

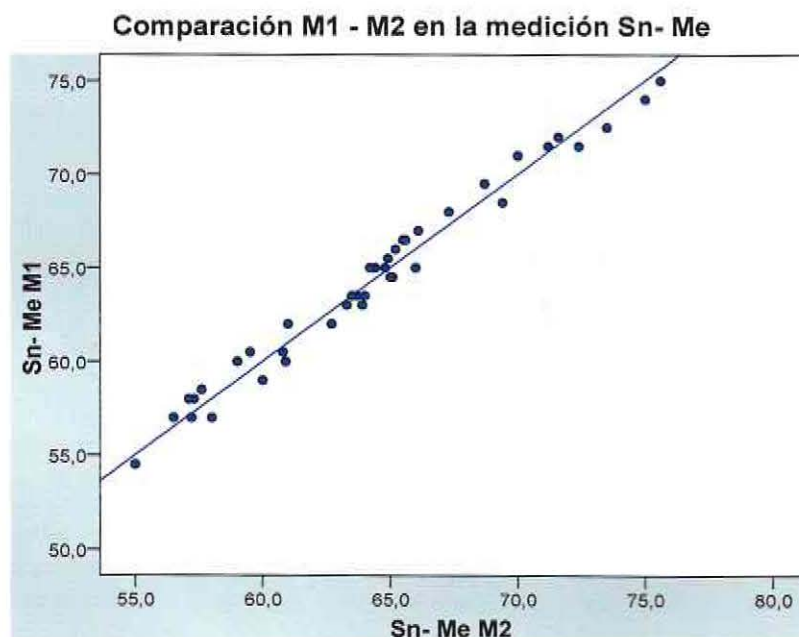
2. Medición Subnasion- Menton (Sn- Me):

Variable	Coefficiente de Lin	Intervalo de Confianza 95%
Sn-Me M1 v/s Sn-Me M2	0,98	0,968 - 0,987

El grado de concordancia, según el coeficiente de correlación de Lin, para la comparación entre la medición Subnasion- Menton realizada antropométricamente y la misma medición realizada sobre fotografía digital utilizando AutoCad, es excelente.

Es importante destacar que en este caso, se obtuvo el valor más alto para el coeficiente de Lin, al igual que el intervalo de confianza, con un límite inferior muy cercano a uno. Esto indica, que ambos métodos de medición en estudio muestran una concordancia casi perfecta. Lo cual podemos apreciar también en el grafico correspondiente (grafico n° 2).

Grafico 2:



El grafico nº 2 muestra la estrecha cercanía de los puntos graficados en la línea bisectriz, distribuyéndose éstos de manera casi simétrica tanto por debajo como por sobre esta línea. Lo que significa que los valores de la abscisa se aproximan a la igualdad con los valores de la ordenada. Por lo tanto, las mediciones obtenidas mediante el método manual (M1), no muestran casi diferencia con las mediciones realizadas sobre fotografía digital con AutoCad (M2).

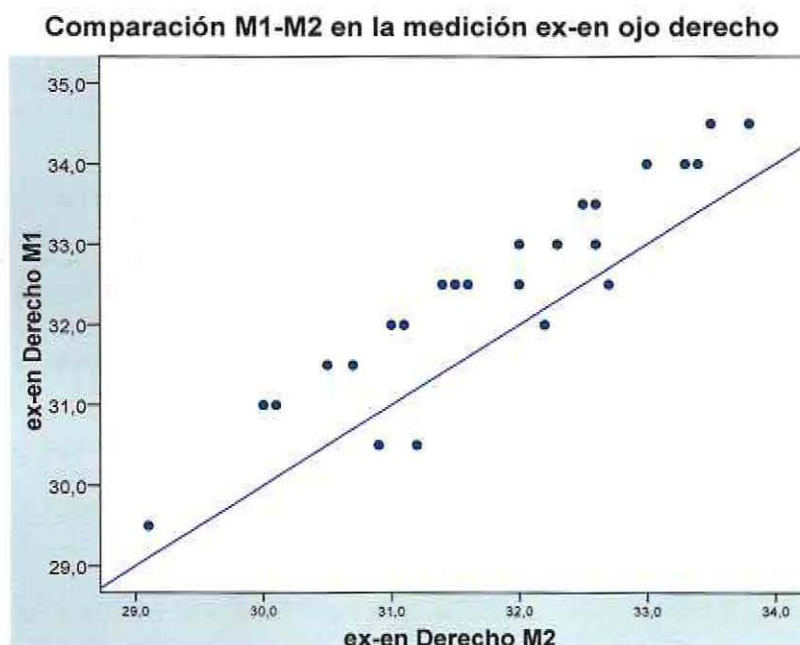
II. Mediciones Horizontales:

3. Medición ex- en ojo derecho:

Variable	Coeficiente de Lin	Intervalo de Confianza 95%
ex-en Der M1 v/s ex-en Der M2	0.75	0.635 - 0.831

Al comparar las mediciones de la distancia ex- en del ojo derecho, realizadas mediante ambos métodos en estudio, se obtiene una buena concordancia, más no excelente. Pues, el intervalo de confianza no contiene el cero, pero el límite inferior está más alejado de uno. Lo podemos también ver graficado de la siguiente forma en el grafico nº 3.

Grafico 3:



El grafico 3 nos muestra que los valores de la abscisa son menores a los valores de la ordenada ($x < y$). Lo que indicaría, en términos de nuestro estudio, que los valores obtenidos mediante la medición con AutoCad (M2), tienden a subestimar las mediciones obtenidas manualmente (M1).

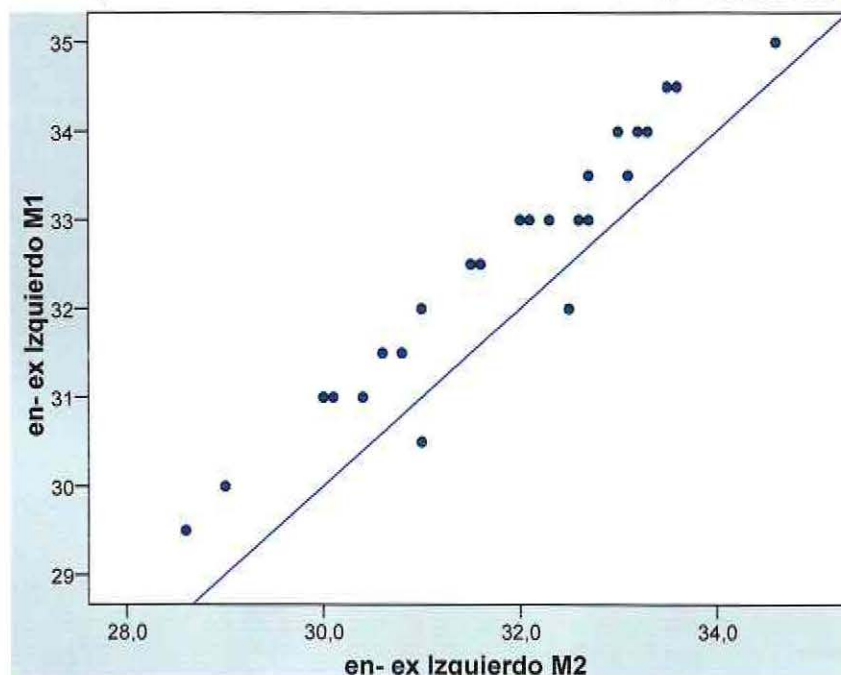
4. Medición en- ex ojo izquierdo:

Variable	Coefficiente de Lin	Intervalo de Confianza 95%
en-ex Izq M1 v/s en-ex Izq M2	0,83	0,754 - 0,884

Según el coeficiente de correlación de Lin, la reproducibilidad de las mediciones en- ex del ojo izquierdo realizadas antropométricamente, comparadas con aquellas realizadas mediante fotometría utilizando AutoCad, es buena. Al igual que el caso anterior, el intervalo de confianza no contiene el cero y el límite inferior se aleja un poco de uno. Esto se expresa en el grafico n° 4 de la siguiente forma:

Grafico 4:

Comparación M1- M2 en la medición en- ex ojo izquierdo



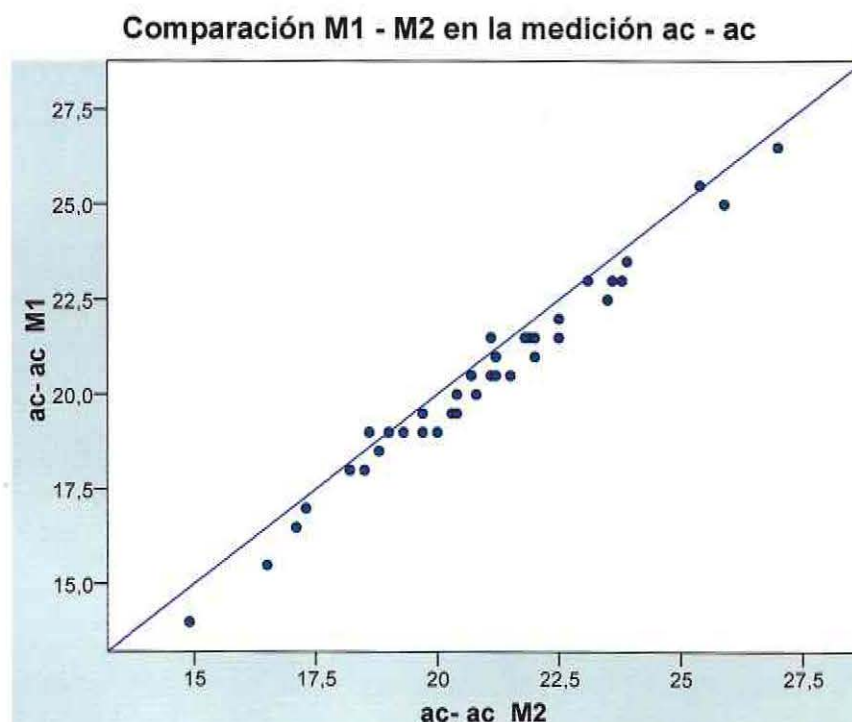
En el grafico 4 se observa que los valores de la medición en- ex del ojo izquierdo, realizadas directamente sobre el paciente tienden a sobreestimar los valores de la misma medición realizada sobre fotografía digital con AutoCad ($x < y$).

5. Medición del ancho de la base alar (ac-ac):

Variable	Coefficiente de Lin	Intervalo de confianza 95%
ac- ac M1 v/s ac-ac M2	0,97	0,948 – 0983

La reproducibilidad, según el coeficiente de correlación de Lin, de ambos métodos en estudio (M1 y M2), para la medición ac- ac, es excelente. Se puede observar que el intervalo de confianza de 95%, no contiene el cero y ambos límites, superior e inferior, se encuentran muy cercanos a uno. Lo cual se expresa de la siguiente forma en el grafico n° 5:

Grafico 5:



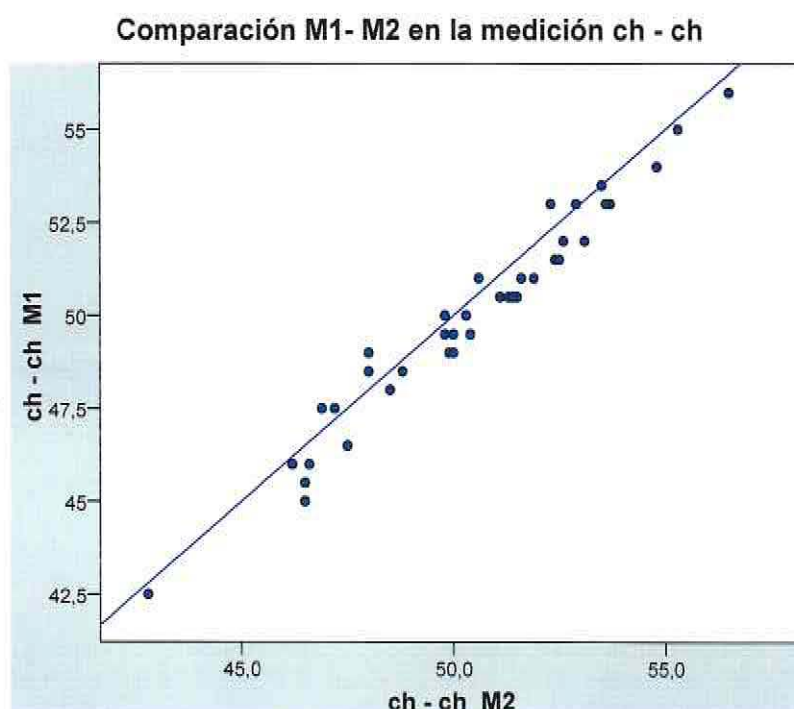
El gráfico 5 muestra que casi la totalidad de los puntos graficados se encuentran por debajo la línea bisectriz, siendo el valor de la abscisa mayor al de la ordenada ($x > y$). Sin embargo, se encuentran en una estrecha cercanía a la línea bisectriz. De esto se desprende, que los valores obtenidos mediante antropometría (M1) tienden a subestimar levemente los valores obtenidos mediante fotogrametría con AutoCad (M2).

6. Medición Ch- ch:

Variable	Coefficiente de Lin	Intervalo de Confianza 95%
ch-ch M1 v/s ch-ch M2	0,96	0,929 - 0.978

Según el coeficiente de correlación de Lin, la reproducibilidad o concordancia entre los dos métodos de medición, antropometría (M1) y fotogrametría (M2), para la variable ch -ch es excelente. Se observa que el intervalo de confianza no contiene el cero y ambos límites son cercanos a uno. Esto se grafica de la siguiente forma en el gráfico nº 6:

Gráfico 6:



En el gráfico 6 se observa que la mayoría de los puntos se ubican bajo la línea bisectriz, siendo el valor de la abscisa mayor que el valor de la ordenada. ($x > y$). Esto indica que los valores obtenidos con el método de medición manual (M1) tienden a subestimar los valores obtenidos con el método de medición sobre fotografía digital con AutoCad (M2). Sin embargo, el grado de concordancia según Lin, es excelente y la proximidad de los puntos graficados nos hablan de una leve variación entre ambos métodos de estudio.

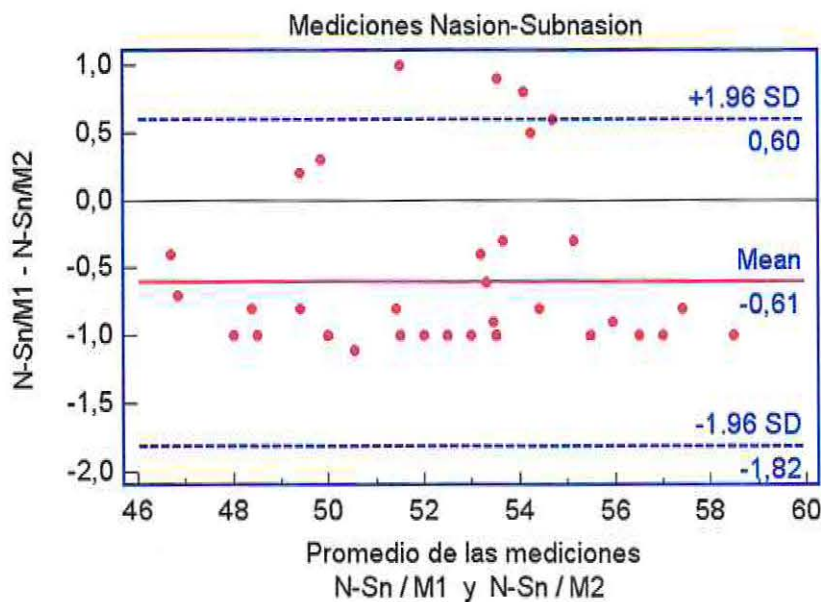
Análisis de Bland y Altman

El método de Bland y Altman, (1986) corresponde a un sencillo procedimiento para evaluar la concordancia entre dos sistemas de medida. Dicho procedimiento consiste en representar gráficamente las diferencias entre dos mediciones frente al promedio de estas mediciones.

Para poder aplicar este tipo de análisis, la diferencia entre ambos métodos en estudio para la variable a estudiar, debe tener distribución normal. En aquellos casos en que este supuesto no se cumplió se buscó una transformación de la variable de manera de obtener diferencias con distribución normal.

A continuación, se graficará los resultados obtenidos al analizar con el método de Bland y Altman las seis variables estudiadas:

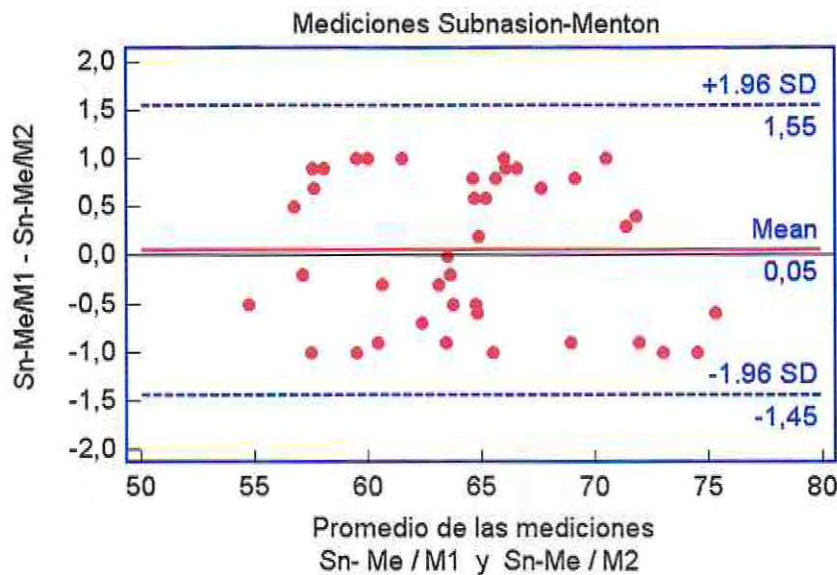
Grafico 7: Mediciones Nasion- Subnasion para el método manual y con AutoCad:



En este tipo de gráfico se espera, en el caso que no haya error sistemático, que la mayoría de los puntos se distribuyan aleatoriamente a uno y otro lado de la recta (horizontal negra) correspondiente a la diferencia 0 entre las medidas ($M1 - M2 = 0$). La línea marcada en rojo representa la media de las diferencias (error sistemático del segundo método respecto al primero) y las líneas punteadas en azul corresponden a los límites de confianza del 95% para esa diferencia, y se denominan *límites de concordancia*. Por lo tanto, para que exista una buena concordancia entre ambos métodos, se esperaría que no mas del 5% de los casos se encuentre fuera de las bandas de confianza ($\text{media} \pm 1,96 \text{ SD}$).

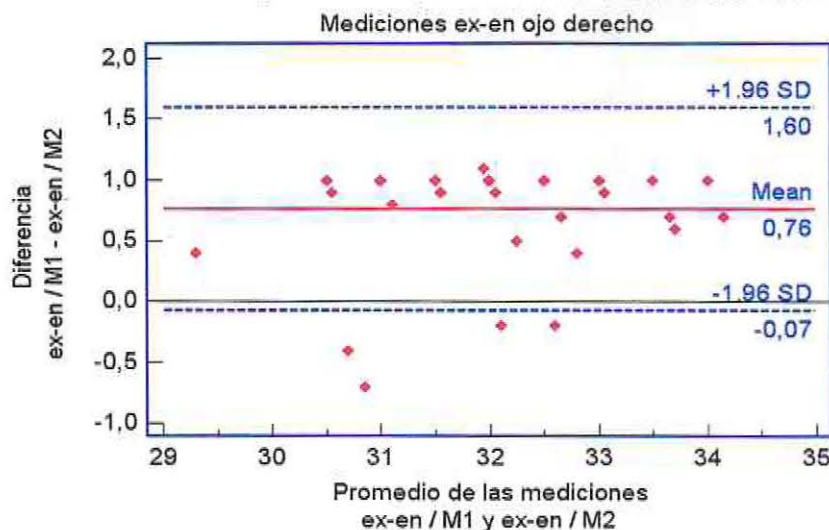
En este gráfico, la mayoría de los puntos se ubica bajo la línea de diferencia 0, lo que indica que las mediciones dadas por el método manual (M1) son inferiores a las mediciones dadas por el método con AutoCad (M2), siendo el promedio de sus diferencias -0,61mm. Pese a obtener una concordancia excelente según el coeficiente de Lin, podemos observar que aproximadamente un 7% de los casos se encuentra fuera de los límites de confianza.

Grafico 8: Mediciones Subnasion- Menton (Sn- Me) para el método manual y con AutoCad:



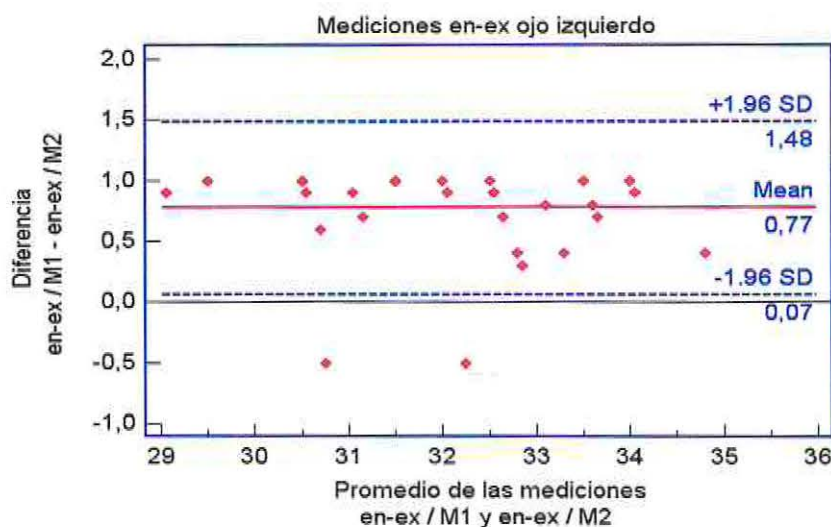
En el gráfico 8 se observa que las diferencias de los valores obtenidos entre la medición antropométrica (M1) y la medición fotogramétrica con AutoCad (M2), es cercana a cero. Los puntos se distribuyen simétricamente en torno a su media de 0,05 mm, la cual es casi coincidente con la recta 0. Además, se encuentran dentro de los límites de concordancia. Todo lo anterior, nos habla de una concordancia casi perfecta entre ambos métodos de medición para este distancia.

Grafico 9: Mediciones ojo derecho para el método manual y con AutoCad:



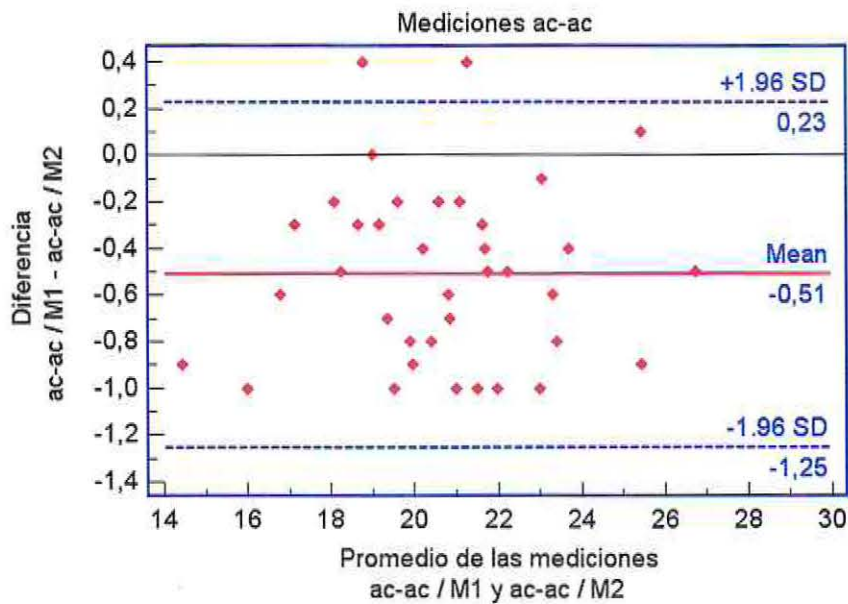
El gráfico 9 muestra que para la distancia ex-en del ojo derecho, la mayoría de los puntos se distribuyen sobre la recta horizontal 0. La diferencia promedio de estas mediciones es de 0,76 mm y alrededor del 10% de los casos queda fuera de los límites de concordancia. Por lo tanto, los valores obtenidos en la medición manual (M1), son mayores a los obtenidos en la medición con AutoCad (M2) y, algunos valores se alejan con respecto a la media, solo alrededor de 1 mm.

Grafico 10: Mediciones ojo izquierdo para el método manual y con AutoCad:



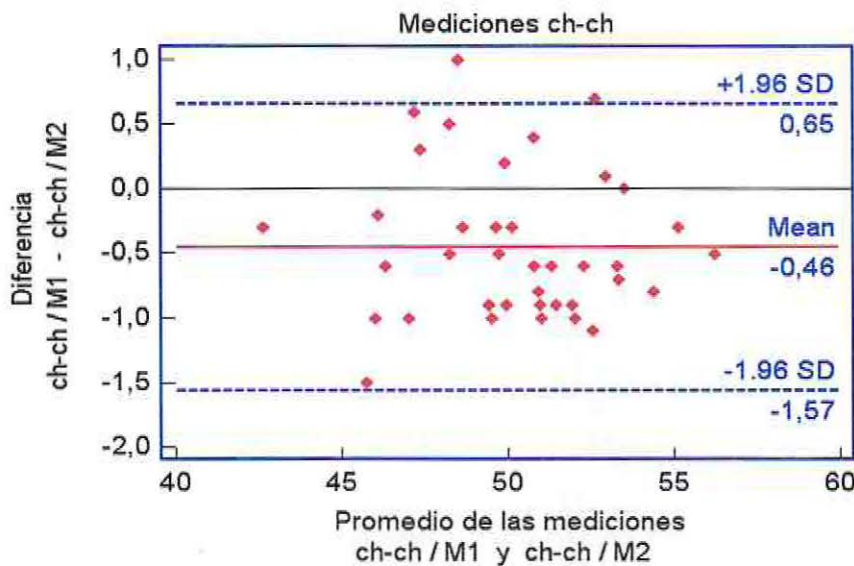
En el grafico 10 se observa que la mayor parte de los puntos dibujados se distribuyen por sobre la recta cero, en torno a su diferencia promedio de 0,7 mm. Los dos valores fuera de los límites de concordancia corresponden al 5% del total de las mediciones. Por lo tanto, ambos métodos en estudio presentan una buena concordancia, sin embargo, los valores del método con antropometría (M1) son mayores que los obtenidos mediante fotometría con AutoCad (M2).

Grafico 11: Mediciones ac- ac para el método manual y con AutoCad:



En el grafico 11 se observa que el 95% de los puntos correspondientes a la diferencia de los valores obtenidos entre ambos métodos, se distribuyen mayormente bajo la recta 0, dentro de los *límites de concordancia* y, su diferencia promedio es de un valor de -0,51 mm. Esto nos habla de una excelente concordancia entre ambos métodos de medición, no obstante, los valores de la medición con AutoCad (M2) son levemente mayores que los valores obtenidos a través de la antropometría (M1).

Grafico 12: Mediciones ch-ch para el método manual y con AutoCad:

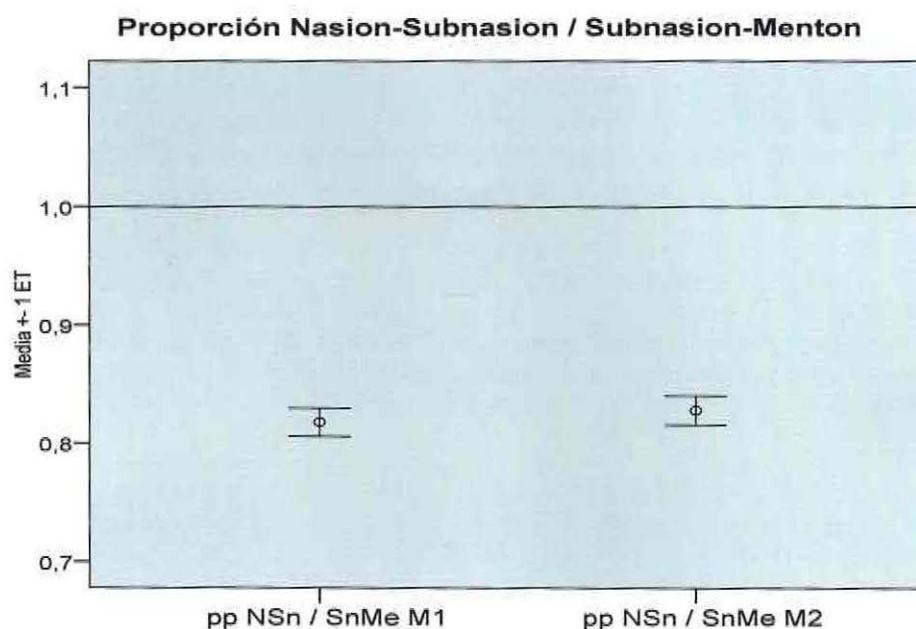


El grafico 12 muestra que la diferencia promedio entre las mediciones realizadas mediante antropometría (M1) y las mediciones realizadas mediante fotogrametría con AutoCad (M2) es de -0, 65 mm. Donde la mayoría de los valores se encuentran bajo la recta cero y menos del 2% de ubica fuera los límites de concordancia. Esto en términos de nuestro estudio indicaría que existe una excelente reproducibilidad entre ambos métodos, sin embargo los valores obtenidos por el primer método son levemente menores que los obtenidos con el segundo método en estudio.

Proporción Facial entre el tercio medio e inferior de la cara, en ambos métodos de estudio:

Para evaluar la medición de la proporción vertical, entre los tercios medios e inferior de la cara, obtenida en ambos métodos de estudio, se aplicó la prueba test student, la cual arrojó un valor $P < 0,001$ para la medición manual y para la medición realizada mediante autocad. Lo cual observamos en el gráfico 13:

Gráfico 13:



A partir del gráfico se puede observar que los valores de la proporción nasion-subnasion / subnasion-menton, obtenidos en ambos métodos de medición, son bastante similares, ambas menores a uno.

DISCUSION

Como sabemos el análisis de los tejidos blandos faciales es una parte importante y esencial dentro del diagnóstico y planificación de tratamiento de un paciente que presenta alguna malformación cráneo facial o algún grado de discrepancia dentro esquelética.

En esta investigación se compararon dos métodos de análisis facial. Sin embargo, los resultados obtenidos no son comparables con otros estudios, debido a que no se encuentran en la literatura publicaciones en que se haya comparado la técnica antropométrica con la fotogrametría, utilizando el software AutoCad.

Para las mediciones verticales, se encontró que la distancia Subnasion - Menton, presentó una concordancia casi perfecta entre ambos métodos de estudio, con el valor más alto para el coeficiente de correlación de Lin. Lo que significa que se puede utilizar indistintamente uno u otro, obteniendo similares resultados y mediciones que no varían como promedio en más de 0,05 mm.

Para la distancia N- Sn se encontró una diferencia significativa entre ambos métodos de estudio al comparar sus mediciones, según el método de Bland y Alman. Sin embargo, el promedio de estas diferencias corresponde a solo -0,6mm, lo que llevado a la práctica clínica no es estrictamente significativo. Debido a que si recordamos los datos aportados por Farkas, quien validó la fotogrametría, las diferencias esperadas entre ambos métodos son hasta 1mm en las mediciones lineales y 2 grados en las mediciones angulares (Farkas, 1980).

Al evaluar las distancias horizontales, se encontró una reproducibilidad o concordancia excelente en las mediciones de la base alar y de la comisura bucal, sin encontrar diferencias significativas entre ambos métodos. No obstante, en ambas distancias las mediciones realizadas a través de la técnica de antropometría, tienden a subestimar las mediciones realizadas sobre fotografía digital con AutoCad. Esto implica que si bien un método no desmerece al otro, se obtuvieron valores levemente mayores con la fotogrametría.

Por otra parte, las mediciones de la distancia de ambos ojos, mostraron una buena reproducibilidad también, según el coeficiente de correlación de concordancia de Lin. Pese a mostrar diferencias significativas con el método de Bland y Alman, levemente mayor en las mediciones del ojo derecho, podemos decir que en la práctica clínica estas diferencias se aproximan a 1mm.

Según lo observado en la práctica clínica al llevar a cabo la investigación, creo en forma subjetiva que esta diferencia encontrada entre ambos métodos de análisis, puede deberse a una mayor apertura de la fisura palpebral al momento de realizar la medición directa

en el paciente y, posteriormente producirse una pequeña contracción de la fisura palpebral al momento de ser tomada la fotografía.

Como se mencionó anteriormente las diferencias promedio entre las mediciones no alcanza a ser 1 mm. Lo cual hace pensar en una excelente rigurosidad del método de análisis aplicado.

En relación con la utilización del software AutoCad, quisiera enfatizar su gran y variada aplicación en la práctica clínica, debido a su fácil manejo, mediante el cual se puede realizar un exhaustivo análisis de los tejidos blandos faciales, desde una vista frontal como de perfil. Análisis que es fundamental en el diagnóstico y planificación de tratamiento de los pacientes que requieren cirugía ortognática. Así también es un método simple para explicar al paciente la patología estudiada y posteriormente comparar resultados una vez realizado el tratamiento definitivo.

CONCLUSIONES

1. En base a los resultados obtenidos y a la discusión antes realizada, se prueba la hipótesis de investigación de este estudio. Determinando que sí existe una asociación positiva entre las mediciones faciales realizadas directamente sobre el paciente y las mediciones realizadas sobre la fotografía del paciente utilizando el software AutoCad.
2. El grado de concordancia, para la comparación de ambos métodos de análisis facial, es positivo y *excelente*, al medir las distancias verticales nasion- subnasion y subnasion- menton, así como para las distancias horizontales del ancho de la base alar y ancho de la comisura bucal.
3. La concordancia y reproducibilidad es *buen*a, para la comparación de ambos métodos de análisis facial, para las mediciones endocantion- exocantion de ambos ojos.
4. Respecto a la utilización del software AutoCad en la aplicación de la técnica fotogramétrica, es un método eficiente y válido para ser utilizado en el análisis facial de los tejidos blandos. Debido a las principales características:
 4. Es un programa de fácil manipulación por parte del operador, sin la necesidad de tener grandes destrezas, ni mayor entrenamiento.
 5. Permite a través de la utilización de fotografía digital aproximarse a la relación 1:1, paciente/fotografía.
 6. Se pueden realizar un sinnúmero de mediciones faciales, tanto lineales como angulares, además de áreas, perímetros, etc.
5. Respecto a la utilización de la imagen digital, presenta diversas ventajas: entre ellas, la posibilidad de obtener fácil y rápidamente una buena calidad de imagen, se pueden descargar y almacenar fácilmente, permitiendo tener un respaldo permanente y constante de nuestro trabajo clínico. No obstante, para hacer real completamente su potencial, tales imágenes digitales deben ser reproducibles y estandarizadas.

Por lo tanto, estos resultados sugieren que el sistema de fotogrametría digital con análisis con AutoCad es comparable, y ofrece ventajas sobre el método tradicional de mediciones antropométricas. Además, este sistema ofrece un simple, estandarizado, y rápido método de evaluación facial, con importantes aplicaciones en el registro electrónico de pacientes, revisión e investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arnett, G. W.; Jelic, J.; Kim, J.; Cummings, D.; Beress, A.; Macdonald, C.; Chung, B.; Bergman, R. (1993): Soft tissue cephalometric analysis: diagnosis and treatment planning of dentofacial deformity. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 116(3):239-253.
2. Arnett, G. W.; Bergman, R. T. (1993): Facial keys to orthodontic diagnosis and treatment planning. Part I. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 103:299-312.
3. Assuncao, W. G.; Gomes, E.; Tabatala, L.; Gennari, F. (2008): A comparison of profilometer and AutoCAD software techniques in evaluation of implant angulation in vitro. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants.* 23(4):618-22.
4. Bengel, W. (2006): *Mastering Digital Dental Photography.* Quintessence Publishing Co. Página 117.
5. Bergman, R. T. (1999): Cephalometric soft tissue facial analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 116(4):373-389.
6. Bishara, S. E.; Jorgensen G.; Jakobsen, J. (1995): Changes in facial dimensions assessed from lateral and frontal photographs. Part I—Methodology. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 108(4):389-393.
7. Bland, J.M., Altam, D.G. (1986): Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *The Lancet.* 1:307-10.
8. Burstone, C. J. (1958): The integumental profile. *Am J Orthodo.* 44(1):1-25.
9. Coombes, A. G.; Sethi, C.; Kirkpatrick, W.; Waterhouse, N.; Ophth, N. (2007): A standardized digital photography system with computerized eyelid measurement analysis. *Past Reconstr Surg.* 120:647
10. Choe, K. S.; Yalamanchile, H.; Litner, J.; Sclafani, A.; Quatela, V. (2006): The Korean American woman's nose an in-depth nasal photogrammatic analysis. *Arch Facial Plast Surg.* 8:319-323.
11. Corona G, Jaramillo J, Valencia E. (2005): Análisis teleradiográfico posteroanterior mediante el software autocad. *Revista Chilena Ortodoncia* 22:26-34.
12. Cozza, P.; Stripe, G.; Condo, R.; Donatelli, M. (2005): Craniofacial and body growth: a cross-sectional anthropometric pilot study on children during prepubertal period. *European Journal Of Pediatric Dentistry: Official Journal Of European Academy Of Paediatric Dentistry.* 6(2):90-6.
13. Cummins, D. M.; Bishara, S.; Jakobsen, J. (1995): A computer assisted photogrammetric analysis of soft tissue changes after orthodontic treatment. Part II: Results. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 108:38-47.
14. Edler R, Agarwal P, Wertheim D, Greenhill D. (2006): The use of anthropometric proportion indices in the measurement of facial attractiveness. *Eur J Orthod* 28:274-81.
15. Farkas, L. G.; Hreczko, T.; Kolar, J.; Munro I. (1985): Vertical and horizontal proportions of the face in young adult North American Caucasians: Revision of neoclassical canons. *Plast Reconstr Surg.* 75:328-337.

16. Farkas, L. G. (1996): Accuracy of anthropometric measurements: past, present, and future. *Cleft Palate Craniofacial Journal*. 33(1):
17. Farkas, L. G.; Eiben, O.; Sivkov, S.; Tompson, B.; Katic M.; Forrest C. (2004): Anthropometric measurements of the facial framework in adulthood: age-related changes in eight age categories in 600 healthy white North Americans of European ancestry from 16 to 90 years of age. *J Craniofac Surg* 15:288-98.
18. Fernández, P; Suárez, D, Smyth, E; Suárez, M. (2002): "Linear photogrammetric analysis of the soft tissue facial profile" *Am J Orthod Dentofacial Orthop*.;122:59-66
19. Ferrairo, V. F. (1990): Soft- Tissue Facial Morphometry from 6 years to adulthood: A Three- Dimensional growth study using a new modeling. *Plastic and Reconstructive Surgery* 103:768-778.
20. Gautman, P.; Valiathan, A.; Adhikari, R. (2009): Skeletal response to maxillary protraction with and without maxillary expansion: A finite element study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 135(6):723-728.
21. Hajeer MY, Millett DT, Ayoub AF, Siebert JP. (2004): Applications of 3D imaging in orthodontics: Part II. *Journal of Orthodontics*. 31(2):154-162
22. Hedgecoe, J., Ford, L., Cruz, A. (1995): *Manual de técnica fotográfica*. Editorial Tursen Blume, 3º Edición. Madrid, España.
23. Henderson, J. L.; Larrabee, W.; Krieger, B. (2005): Photographic standards for facial plastic surgery. *Arch Facial Plast Surg*. 7:331-333.
24. Husein, O.F.; Sepehr, A; Garg, R.; Sina-Khadiv, M.; Gattu, S.; Waltzman, J.; Wu, E.; Shieh, M.; Heitmann, G.; Galle, S. (2009): Anthropometric and aesthetic analysis of the Indian American woman's. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*.1-7
25. Jaramillo, J., Valencia, E. (2001): *Análisis facial en cirugía ortognática utilizando imagen digital y software AutoCad*. Tesis de grado de cirugía y traumatología oral y maxilofacial. Universidad de Valparaíso. Valparaíso, Chile.
26. Kim, SK.; Lee, JH.; Lee, KC.; Park, JM. (2005): Mulliken method of bilateral cleft lip repair: anthropometric evaluation. *Plast Reconstr Surg*. 116(5):1243-1251.
27. Kohout Mark, Aljaro Luis Monasterio, et al. (1998): Photogrammetric comparison of two methods for synchronous repair of bilateral cleft lip and nasal deformity. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 102:1339-1349.
28. Legan, H. L. y Burstone, C. J. (1980): Soft tissue cephalometric analysis for orthognathic surgery. *J Oral Surg* 38:744-752.
29. Lin, L. I (1989): A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. *Biometrics*. 45, 255-268.
30. Lundström, A; Lundström, L; Lebet, L; Moorrees, C (1995): "Natural head position and natural head orientation: basic considerations in cephalometric analysis and research". *European journal of orthodontics*, Vol. 17, pp 111-120
31. Matarasso, A. (2004): The Beautiful Face: The First Mathematical Definition, Classification, and Creation of True Beauty. *Plastic & Reconstructive Surgery*. 113(1):439.
32. Millett, D.T.; Ayoub A.; Siebert, J. (2004): Applications of 3D imaging in

orthodontics: Part I. *J Orthod* 31:62-70.

33. Malkoc, S.; Demir, A.; Uysal, T.; Canbuldu, N. (2009): Angular photogrammetric analysis of the soft tissue facial profile of Turkish adults. *The European Journal of Orthodontics*. 31(2):174-179.
34. Mommaerts, M. Y. y Moerenhout, B. (2008): Reliability of clinical measurements used in the determination of facial indices. *Journal of Cranio Maxillofacial Surgery*. 36(5):279-284.
35. Naini, F.B.; Moss, J.; Gill, (2006): The enigma of facial beauty: esthetics, proportions, deformity, and controversy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 130:277-82.
36. Nalçacı, R.; Öztürk, F.; Sökücü, O. (2010): A comparison of two-dimensional radiography and three-dimensional computed tomography in angular cephalometric measurements. *Dentomaxillofacial Radiology*. 39, 100-106.
37. Nechala, P. B.; Mahoney, J.; Farkas, L. (1999): Digital two dimensional photogrammetry: A comparison of three techniques of obtaining digital photographs. *Plast Reconstr Surg*. 103:1819-1825.
38. Parker, J. y Olson, k. (2001): Anthropometric facial analysis of the African American woman. *Arch Facial Plast Surg*. 3:191-197.
39. Park, D. H.; Choi, W.; Yoon, S.; Song, C. (2008): Anthropometry of Asian Eyelids by Age. *Plast Reconstr Surg*. 121(4):1405-1413.
40. Park, D. H.; Jung, J.; Song, C. (2008): Anthropometric Analysis of Levator Muscle Function. *Plast Reconstr Surg*. 121(4):1181-1187.
41. Proffit, W. R. Capítulo 6. Diagnóstico y planificación del tratamiento. En: *Ortodoncia Teoría y Práctica*. Ed. Mosby. 1994;143-9
42. Rhee, SC.; Dhong, ES.; Yoon, ES. (2008): Photogrammetric Facial Analysis of Attractive Korean Entertainers.
43. Rodriguez, M.; Rodriguez, ME.; Barbería, E.; Durán, J.; Muñoz, M.; Vera, V. (2000): Evolución histórica de los conceptos de belleza facial. *Ortodoncia Clínica*. 3(3):156-163.
44. Rogers, G. F. y Mulliken, J. (2007): Repair of Transverse Facial Cleft in Hemifacial Microsomia: Long-term anthropometric evaluation of commissural symmetry. *Plast Reconstr Surg*. 120(3):728-737.
45. Samir E. Bishara, Gregory J. Jorgensen, and Jane R. Jakobsen. (1995): Changes in facial dimensions assessed from lateral and frontal photographs. Part I- methodology. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 108:389-93.
46. Samir E. Bishara, David M. Cummins, Gregory J. Jorgensen and Jane R Jakobsen (1995): A computer assisted photogrammetric analysis of soft tissue changes after orthodontic treatment. Part I: Methodology and reliability. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 107:633-639.
47. See, M. S.; Roberts, C.; Naduka, C. (2008): Age- and gravity-related changes in facial morphology: 3-dimensional analysis of facial morphology in Mother-Daughter Pairs. *J Oral Maxillofac Surg* 66:1410-1416.
48. Sommer, D. D. y Mendelsohn, M.; (2004): Pitfalls of nonstandardized photography in

- facial plastic surgery patients. *Plast Reconstr Surg*. 114:10.
49. Stotland, M. A. y Chang, W. T. (2007): A better template for microtia reconstruction: the waterproof, mirror-image digital photograph of the contralateral ear. 119(7):2088-2091.
 50. Tron A. D.; Hermann, N. (2007): Palatal surface area of maxillary plaster casts--a comparison between two-dimensional and three-dimensional measurements. *Cleft Palate Craniofac J* 44:381-90.
 51. Ozsoy, U.; Murat, B.; Fatos D., Yildirim, B.; Tosun, O.; Sarikcioglu, L. (2009): Method selection in craniofacial measurements: Advantages and disadvantages of 3D digitization method. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. Article in press; doi:10.1016/j.jcms.2008.12.005
 52. Vargas, M. A. (2003): Photographs of the face for publication and presentations. *Journal of Prosthodontics*. 12(1):47-50
 53. Velini, F. (2002): *Ortodoncia Diagnóstico y Planificación Clínica*. Editorial Artes Médicas Limitada, 1º Edición, Sao Paulo, Brasil.
 54. Verdugo, F.; Simonian, K.; Smith, M.; Nowzari, H. (2009): Quantitation of mandibular ramus volume as a source of bone grafting. *Clinical Implant Dentistry And Related Research*. 11 (1):32-7.
 55. Wahl, N. (2006): *Orthodontics in 3 millennia*. Chapter 7: Facial analysis before the advent of the cephalometer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 129:293-298.
 56. Zamora, C (2004): "Fotografía clínica" En: *Compendio de cefalometría, análisis clínico y práctico*. Editorial Amolca; 25: pp 435-445
 57. Zylinski, C. G.; Nanda, R. S.; Kapila, S. (1992): Análisis of soft tissue facial profile in white males. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 101:514-518.