

UNIVERSIDAD DE VALPARAISO.

FACULTAD DE ODONTOLOGIA UNIVERSIDAD DE VALPARAISO.

POSTITULO CIRUGIA ORAL Y MAXILOFACIAL.



ANÁLISIS MORFOMÉTRICO ÓSEO DEL MACIZO FACIAL

Monografía para optar al título de Cirujano Maxilofacial

Autor: Dr. Sebastián Vega Gatica

Tutor: Dr. Marco Nasi Toso

Valparaíso, Febrero 2021, Chile.

INDICE

I. INTRODUCCIÓN	4
II. MARCO TEÓRICO	6
II.1 ADQUISICIÓN DE VOLUMEN PARA ANÁLISIS MORFOMÉTRICO	6
II.1.1 TOMOGRAFÍA AXIAL COMPUTARIZADA ESPIRAL MULTICORTE (MS-TC).....	6
II.1.2 CONE BEAM (CBTC)	7
II.1.3 POSICIÓN DEL PACIENTE	10
II.2 PLANOS DE REFERENCIA PARA ANALISIS MORFOMETRICO DEL MACIZO FACIAL	13
II.2.1 PLANO HORIZONTAL	14
II.2.2 PLANO SAGITAL	15
II.2.3 PLANO FRONTAL.....	16
II.3 ANÁLISIS MORFOMÉTRICO ÓSEO FACIAL.....	17
II.3.1 TERCIO SUPERIOR.....	17
II.3.2 TERCIO MEDIO	20
II.3.3 TERCIO INFERIOR	27
III. CONCLUSION	34
IV. ANEXO	36
V. BIBLIOGRAFIA.....	38

ANÁLISIS MORFOMÉTRICO ÓSEO DEL MACIZO FACIAL

I. INTRODUCCIÓN

Se ha demostrado desde el punto de vista evolutivo que se prefieren individuos con simetría facial como pareja, como signo de superioridad genética y salud⁽¹⁾, por este motivo la simetría se considerada uno de los aspectos claves en el análisis de patrones de belleza y atractivo facial. El concepto de medidas faciales ideales ha sido estudiado desde la antigua Grecia, el Renacimiento europeo y la práctica quirúrgica moderna.⁽¹⁻³⁾

A pesar de lo anterior parece imposible delimitar a la belleza facial en un conjunto de medidas estrictas, y parece ser más prudente trabajar sobre conceptos tales como proporcionalidad y armonía facial, basados en conceptos clásicos de belleza como el de Aristóteles, quien la define como “Un impreciso sentido de proporcionalidad armoniosa o estéticamente agradable”⁽²⁾ y a conceptos más actuales de belleza, como una característica distintiva propia del individuo, que combina características únicas de base (raza, etnia, edad, género y rasgos distintivos faciales) que deben tenerse en cuenta en el enfoque del tratamiento para entregar resultados óptimos.⁽⁴⁾ Además hay que destacar que la armonía facial es el resultado de la adecuada interacción de las distintas subunidades anatómicas faciales, tanto en su expresión en el tejido blando como en sus bases óseas, siendo estas últimas, a juicio del autor, en las que prevalece el mayor número de dismorfias, asimetrías y desproporcionalidades del territorio maxilofacial.

El uso de herramientas complementarias al examen clínico, como las imagenológicas, que desde su inicios en 1931 con los estudios en 2-dimensiones (2D) de Broadbent y el desarrollo de diversas cefalometrías por distintos autores,⁽⁵⁻⁹⁾ han sido de gran utilidad para cuantificar, analizar, diagnosticar y establecer planes de tratamiento. Por otro lado es imposible realizar una evaluación tridimensional de las estructuras que componen el macizo facial con estas técnicas como ya ha sido planteado en los últimos 20 años por diversas limitantes como, superposición de estructuras, magnificación inherente a la técnica y dificultad para diagnosticar malformaciones en el tercio medio.^(6,8-11)

Con el diligente desarrollo de la tomografía axial computarizada (TC), tanto cónicas (CBTC) como espiral multicorte (MS-TC)^(7,8,12) se han abierto posibilidades de realizar análisis craneofaciales, intermaxilares y de relaciones estructurales internas en los tres sentidos del espacio. Y por último con el objetivo de entregar soluciones individualizadas a los diversos requerimientos arquitecturales, morfofuncionales y además de estético faciales, es imperativo el desarrollo de herramientas de evaluación contextualizadas. Este trabajo busca proponer un análisis morfométrico del macizo facial esquelético inicial, que posteriormente deberá ser validado y complementado con análisis de los tejidos blandos faciales, los cuales son la expresión final del tratamiento propuesto sobre las estructuras esqueléticas.

II. MARCO TEÓRICO

II.1 ADQUISICIÓN DE VOLUMEN PARA ANÁLISIS MORFOMÉTRICO

Desde la incorporación de la digitalización de exámenes imagenológicos y el desarrollo de imágenes en 3-dimensiones (3D) se han abierto nuevas posibilidades para realizar análisis estructurales, diagnósticos, planificación de tratamiento y seguimiento de estos. Si bien hoy en día existen varios métodos para la obtención de volúmenes, tales como: resonancia nuclear magnética (RNM), tomografía axial computarizada (TC), su derivado el Cone Beam (CBTC) y más recientemente la fotogrametría.^(5,7) Cada uno de ellos cuenta con diferentes características, las cuales son útiles dependiendo de la estructura a estudiar, para el tejido óseo particularmente el MS-TC y CBTC son considerados el gold estándar, y por lo tanto los más útiles en el contexto de un análisis morfométrico óseo del macizo facial.⁽¹³⁾

II.1.1 TOMOGRAFÍA AXIAL COMPUTARIZADA ESPIRAL MULTICORTE (MS-TC)

La TC desde sus inicios en 1960 ha experimentado múltiples cambios para llegar a ser lo que conocemos el día de hoy. Entre estos cambios destaca la incorporación del sistema de detección de imagen multicorte. El MS-TC permite la adquisición de múltiples datos de manera simultánea, disminuyendo el tiempo de exposición del paciente y la radiación sobre él. La información obtenida es codificada como voxel, el cual define un punto en las tres dimensiones del espacio, además permite determinar la densidad del objeto en una escala de grises calibrada denominada Hounsfield (HU). Durante la toma del MS-TC la información se obtiene a partir del plano axial. El plano axial divide a las estructuras en superior e inferior, sobre esta información recolectada el software genera la reconstrucción multiplanar en sentido axial, sagital y coronal, a través de la combinación de la información obtenida, y a partir de esta se pueden generar los volúmenes a analizar, los cuales son almacenados como archivos de imágenes y comunicación digital en medicina (DICOM).^(8,13)

Durante el proceso de toma de la tomografía del paciente este debe estar protocolizado y estandarizado dependiendo de la zona anatómica a evaluar, Swennen sugiere que el paciente debe estar cuidadosamente posicionado al interior del scanner MS-TC. El plano oclusal debe ser coincidente con el plano axial, para minimizar el número de cortes que sean afectados por artefactos causados por materiales dentales radiopacos. Si el paciente no puede permanecer en posición se debe evitar el uso de fijaciones tipo vendaje para evitar la deformación de los tejidos blandos, además el paciente debe mantener la boca cerrada con su oclusión natural. Los parámetros para la toma de imagen deben ser determinados con la mínima dosis sin causar excesivo ruido o artefactos en la imagen. Para MS-TC se utiliza 120kV, además de 80-90 mAs son suficientes, un factor de desplazamiento de corte o pitch inferior a 1 (ej. 0.75) y para la reconstrucción de tejido óseo con intervalos de 0,75 mm es adecuado.^(7,12)

II.1.2 CONE BEAM (CBTC)

A comienzos de los años 2000s se desarrolló un nuevo tipo de TC, el CBTC, el cual reducía los costos, tamaño y radiación de los MS-TC, además producía imágenes submilimétricas con muy buena resolución, ideal para el análisis de estructura dentofaciales, que con el uso del software adecuado provee una herramienta idónea para el diagnóstico y planificación de tratamientos en el territorio maxilofacial.

La utilización de un panel detector y el haz cónico de rayos X emitidos por el CBTC permiten la adquisición de volúmenes en 15-20 segundos. Además, aumenta la utilización de la energía de los rayos X disminuyendo el calor del tubo y la dosis de radiación emitida.⁽¹³⁾

Si bien el CBTC es el tipo de TC más utilizado en el territorio maxilofacial, no está ajeno a limitaciones. A veces el volumen escaneado es demasiado pequeño como para capturar todas las deformidades faciales. Dependiendo del tipo de CBTC la altura del campo de

visión es inadecuada para el análisis del macizo facial, el cual idealmente debe adquirir un volumen sobre el límite superior de la tiroides y 2 cm sobre el reborde supraorbitario. Lo que se traduce en un campo de visión (FOV) de 24 cm² (fig. 1), otra limitación

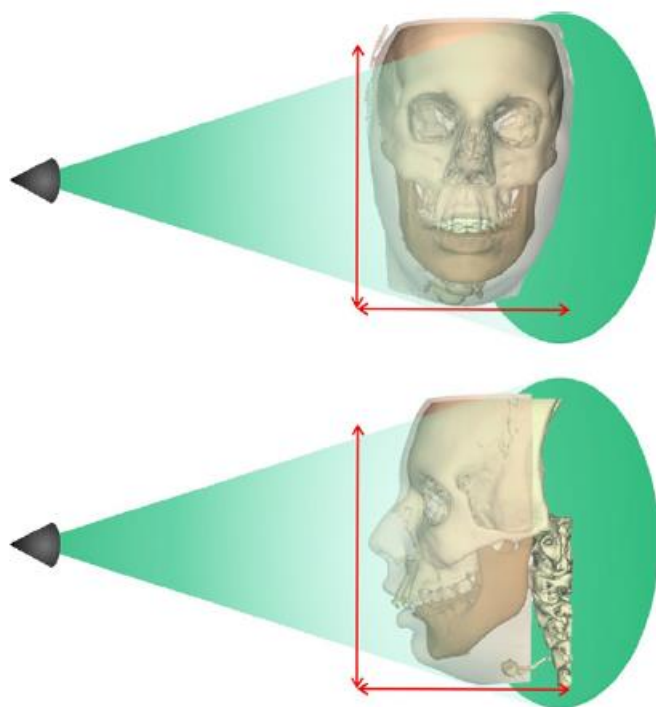


Figura 1 Esquema de volumen adquirido y campo de visión por CBTC, FOV de 24x24 cm ideal para evaluar desarmonías faciales. Swennen, Mollemans, and Schutyser. Three-Dimensional Treatment Planning for Orthognathic Surgery. J Oral Maxillofac Surg 2009.

documentada es que hay ocasiones en la cual la orientación del paciente en posición natural de cabeza (NHP) de forma precisa no es posible debido al pequeño aparato de toma de CBTC⁽¹⁴⁾

Además, se describe la existencia de mayor cantidad de artefactos sobre todo a nivel oclusal, menor resolución, bajo contraste y calidad de imagen en comparación con MS-CT. Pero el rápido desarrollo de esta tecnología ha permitido ir mejorando varios de estos aspectos y compensándolos en las actualizaciones de los softwares, paralelamente se puede obtener información de la vía aérea y tejidos blandos del paciente al igual que en el MS-TC.⁽¹⁴⁻¹⁶⁾

TABLA COMPARATIVA MS-TS VERSUS CBTC		
	CBTC	MS-TC
POSICION DEL PACIENTE	SENTADO/ PARADO (PNCM)	SUPINO
COSTO	MENOR	MAYOR
VELOCIDAD DE TOMA DE EXAMEN	20-40 SEGUNDOS	120 SEGUNDOS APROX.
RADIACION	37-50 μ Sv	1031-3324 μ Sv
EFECTO GRAVEDAD	FAVORABLE	DESFAVORABLE

La siguiente tabla compara las características del CBTC versus MS-TC:

Tabla 1 Comparativa entre CBTC versus MS-TS

La elección de qué tipo de tomografía utilizar siempre está sujeta a los recursos disponibles del centro de desarrollo. Pero desde el punto de vista técnico y en virtud de obtener la digitalización de la información más fidedigna de los pacientes se recomienda el uso de CBTC por fácil acceso, menor costo y el punto más relevante es la posición del paciente ya que al ser realizado en postura erecta o sentado, a diferencia del MS-TC, en la cual el paciente se encuentra en posición decúbito dorsal donde la gravedad actúa sobre los distintos elementos de la arquitectura facial, generando alteraciones en la expresión de los tejidos blandos, relaciones maxilo-mandibulares, cervicales y vía aérea.^(7,17,18) Pero eventualmente si se utiliza el MS-TC estaría indicado el uso de una cera que registra la relación céntrica del paciente (RC) que no altere los tejidos peri orales para tener una relación maxilo-mandibular adecuada.⁽¹⁷⁾

II.1.3 POSICIÓN DEL PACIENTE

Aun en la actualidad no existe un consenso absoluto cual es la posición ideal para tomar el MS-TC o CBTC del paciente. Pero hay conceptos adquiridos de los análisis cefalométricos 2D, los cuales han permitido realizar estudios y análisis reproducibles en el tiempo. Estos conceptos son la posición natural de cabeza (PNC), posición natural de cabeza modificada (PNM)(18), además de otros conceptos que derivan de los análisis estructurales y arquitecturales faciales desde un punto de vista evolutivo, como la utilización del plano de Frankfort (PF) y el plano bipupilar (PB).⁽⁶⁾

En este punto es importante tener claro los conceptos de arquitectura y estructuras faciales, ya que, para el análisis de estructuras faciales independientes, no toma mayor relevancia la posición de obtención de los registros imagenológicos, porque se analiza de forma estructural, es decir forma, dimensiones, ubicación de puntos anatómicos específicos de cada uno de los huesos que componen el macizo de forma independiente. Por otro lado, el concepto de arquitectura facial, el cual definimos como el conjunto de estructuras y subunidades faciales (pudiendo ser óseas, blandas y apéndices) y su interacción, para componer o constituir en su conjunto el balance facial.

Para el análisis arquitectónico facial cobra importancia la posición de registro del examen, porque debemos evaluar la posición, relación e interacción de las estructuras faciales en el espacio y su efecto en el balance facial. En este contexto cobra importancia las alteraciones presentes en la columna cervical. Evidencia de esto ha sido documentada principalmente en estudios cefalométricos, donde se ha determina que columnas cervicales con curvaturas cifóticas se asocian a traslaciones anteriores de la cabeza, y que posiciones de flexión y extensión de cabeza se encuentran asociadas principalmente al ángulo entre C0-C2 de la columna cervical, así mismo la existencia de posiciones adelantadas de cabeza y flexión en pacientes con curvaturas cervicales no fisiológicas.⁽¹⁹⁾ Por otra parte se ha determinado que la desprogramación neuromuscular mandibular produce extensión cervical en relación a una vertical verdadera, esto a su vez tiene una influencia directa en el diagnostico quirúrgico en pacientes en pacientes con desarmonías dento-faciales, sobre todo en PNC.⁽²⁰⁾

Posición natural de cabeza (PNC): El concepto de posición natural de cabeza (PNC) fue introducido en ortodoncia en 1950 en los artículos de Moorees & Kean, Molhave y otros autores posteriores demostraron que este concepto es reproducible y valido para diagnósticos cefalométricos. Cooke y Wei en 1988 realizaron estudios en jóvenes asiáticos encontrando una reproducibilidad con una variación cercana a 2°. La reproducibilidad de esta posición de cabeza fue mejor en paciente frente a un espejo (1,9°) que sin espejo (2,7°). Luego 1992 Lundstrom confirmo la reproductibilidad de la PNC cercana a 2° en jóvenes entre 10-14 años comparando la posición los puntos sella-nasion, basion-nasion y porion-orbitale con desviaciones entre 4,5°-5,6°. Además, demostraron que representa una apariencia realista del paciente. lo cual avalo el uso de PNC para el análisis cefalométrico de anomalías dentofaciales. Por su parte los estudios de Chow, Clarke y Cooke, midieron la relación entre una vertical verdadera en PNC y el plano de Frankfort encontrando una medida relativamente constante de 86,6° en adultos y 86,4° en niños. Slow y Taljgren desarrollaron una técnica para establecer el PNC. Ellos recomiendan que el paciente de una vuelta alrededor de la sala y se relaje, luego el paciente parado debe mover de forma decreciente su cabeza hacia atrás y delante de manera oscilante hasta llegar a una posición de balance, además debe mirar el reflejo de sus ojos frente a un espejo a 2 mts de distancia, Bister por otro lado omite el recorrido por alrededor de la sala y el movimiento de oscilación craneal, con una variación en sus posiciones de 1,4°. En resumen, la PNC ha mostrado ser la posición con mayor precisión de reproducción y usando PNC se podría analizar directamente la estructura facial sin influencia de la base craneal, además PNC ha mostrado ser la posición de cabeza más comúnmente usada (no Frankfort) por los pacientes. La posición mandibular puede ser registrada en relación céntrica con una cera interpuesta.⁽¹⁸⁾

Posición natural de cabeza modificada (PNCM): El concepto PNCM nace dado que algunos pacientes tienden ocultar o compensar sus desarmonías dentofaciales^(18,21) las cuales inducen a rotación posterior o anterior de la cabeza a expensas de las articulaciones craneofaciales. Por ejemplo, pacientes con retrognatia mandibular tienden

a realizar una rotación posterior para proyectar el mentón, lo cual producirá una alteración al momento de realizar el análisis morfométrico arquitectural del macizo facial. Por lo que el clínico debe identificar estas alteraciones de posición y ajustar la posición de cabeza, esta corrección permitirá registrar una posición más real y fisiológica para el análisis craneofacial.

Plano de Frankfort (PF): Es definido como el plano de unión entre el punto más inferior por debajo de la órbita y el punto más superior de la abertura del oído (porion) y este paralelo a la superficie terrestre. El plano nace como un consenso de antropólogos en Alemania en el año 1882, y fue elegido la mejor referencia anatómica para el estudio craneométricos de restos humanos. Desde entonces ha sido considerado un plano de referencia para el análisis de cefalometrías.⁽²²⁾ Pero dentro de las limitaciones que presenta en este contexto, es que la posición del PF varía según las características individuales de cada paciente. según Bjerin el PF puede presentar una variación promedio de 4,5° (rango -11° a 15°) con respecto a una horizontal verdadera, lo cual concuerda con los estudios realizados por Downs en pacientes con adecuadas relaciones dento-esqueletales.⁽²²⁾

Como el examen de elección para adquirir nuestros registros en 3D es el CBTC, se considera la PNC como una posición estandarizada y reproducible de la posición de la cabeza en el espacio, cuando el sujeto fija la mirada en un punto a la altura de los ojos.⁽²²⁾ Pero es más adecuado utilizar la posición de PNCM.⁽¹⁸⁾ Esto porque cada individuo tiene una PNC propia, pero de difícil protocolización al momento de la toma del examen, por lo que es responsabilidad del clínico adquirir los archivos DICOM en una posición representativa del paciente, no se recomienda el uso del PF por la falta de reproductibilidad, por otro lado a pesar de presentar una angulación promedio de 86,6° respecto a un vertical verdadera en pacientes simétricos. El análisis del macizo facial es particularmente importante en pacientes asimétricos o con dismorfias faciales. Se ha encontrado gran variabilidad de la posición e inclinación del PF según las características dento-esqueletales individuales. Además, la presencia de alteración en el desarrollo del maxilar puede alterar la inclinación del PF.⁽²²⁾

Hay que destacar que una errónea orientación de la posición de cabeza de los pacientes conlleva a un inadecuado diagnóstico, y esto a una inapropiada corrección de las desarmonías del macizo facial.

II.2 PLANOS DE REFERENCIA PARA ANALISIS MORFOMETRICO DEL MACIZO FACIAL

Una vez obtenido el volumen 3D de un paciente a partir de un archivo DICOM, independiente del software a utilizar, se debe establecer los planos de referencia que se utilizaran para evaluar la armonía de la arquitectura facial y sus estructuras. Esto permitirá la posterior reorientación de la posición de la cabeza en caso de ser necesario, como lo es en el caso de la planificación de cirugías ortognáticas y técnicas quirúrgicas complementarias a la armonización facial. Además, estos planos de referencia nos permitirán cuantificar de manera objetiva las diferencias existentes de las estructuras anatómicas.

Para comprender el concepto de reorientación se debe tener claro 3 conceptos desarrollados por Swennen, los cuales son:

Posición clínica natural de cabeza (c-PNC): Para una adecuada planificación el paciente debe ser escaneado en PNC, en RC y sin deformación de los tejidos blandos faciales. Como se comentó en párrafos anteriores difícilmente la orientación de la cabeza del paciente corresponde a una verdadera PNC durante la adquisición de CB-TC. Algunos autores como Xia y cols. durante el 2009 introdujeron un dispositivo de orientación digital para registrar PNC en 3D. este aparato consiste en un sensor digital unido a un arco facial y una lámina de mordida, el problema es que este dispositivo altera la posición y morfología de los labios, lo cual no es algo deseado. Por otro lado, Damstra el 2010 introduce el uso de láser para ayudar a registrar la c-PNC.

Posición natural de cabeza virtualmente modificada(v-PNC): Corresponde a las modificaciones necesarias a la posición de cabeza obtenida a partir del CB-TC para obtener la PNC.

Posición de cabeza para planificación (PCP) o macizo facial orientado: Corresponde a la posición final v-PNC sobre la cual se realizará la planificación virtual.⁽¹⁷⁾

Existen diversas formas para la construcción de planos de referencia como: los basados en puntos de referencia, análisis de forma, basados en superficies y modelos, y los basados en la superposición de voxel.⁽²³⁾

La elección del sistema de puntos de referencia para la construcción de planos en los ejes X, Y y Z del sistema cartesiano, presenta la ventaja de ser el más utilizado ya que los clínicos se encuentran más familiarizado y además es más simple de realizar.⁽²³⁾ Estos planos deben ser construidos sobre aquellos puntos de menor susceptibilidad a variaciones de posición, producto de asimetrías faciales y afectadas de menor medida por los procedimientos correctivos, esto aumenta la capacidad de realización y validez de los planos elegidos.⁽¹³⁾

II.2.1 PLANO HORIZONTAL

Determinar un plano de referencia horizontal, permite la evaluación de asimetrías y/o alteraciones de posición en sentido vertical. Como se mencionó anteriormente el plano de PF ha sido históricamente usado como plano de referencia horizontal. Algunos autores han planteado otros puntos de referencia que pudieran ser más estables y reproducibles. Estos puntos corresponden a la sutura fronto cigomática (FZ) (Punto más medial y anterior de cada sutura fronto-cigomática a nivel del reborde lateral de la órbita) y el punto supra orbital (SO) (Punto más superior del reborde supraorbitario). Por su parte Oh determinó una alta correlación al comparar la presencia de canteos clínicamente (distancia canto interno-canino superior) y al medirlos en CB-TC con relación al plano PF, y FZ. Siendo el punto orbital en el PF un punto de fácil identificación cercano a la órbita y considera que el plano de PF es un plano de referencia adecuado en este sentido.⁽²⁴⁾ En el 2017, Lonic comparó la utilización de PF, FZ y SO para la construcción de un plano de referencia para medir discrepancias verticales de los maxilares (canteo)(roll) en relación con el plano horizontal. En este estudio se realizó en CB-TC de 83 pacientes incluyendo

pacientes con fisura palatina y pacientes sin fisura palatina. No hubo diferencia estadísticamente significativa en la sensibilidad y especificidad para identificar los puntos de referencia, y se concluyó que el plano FH es el plano de referencia de elección para evaluar asimetrías con relación al plano horizontal, además plantea de que en pacientes con asimetrías maxilares de origen en base de cráneo que presenten alteraciones o asimetrías orbitaria debería utilizarse otro plano de referencia como el FZ.⁽²⁵⁾ Por otro lado existen autores que plantean el uso del plano Po-Na como un plano horizontal adecuado para el análisis de pacientes en crecimiento, esto principalmente argumentando que definir el punto orbital es más subjetivo, y además de que este plano (Po-Na) provee información de estructuras craneales centrales menos susceptibles a ser modificadas por crecimiento asimétricos. Esto podría facilitar estudios prospectivos de los pacientes.⁽²¹⁾

II.2.2 PLANO SAGITAL

Existen varios estudios que proponen distintos puntos de referencia para la construcción del plano medio sagital, Damstra y cols. Sugiere que el plano medio sagital (PMS) es perpendicular al plano de Frankfort pasando a través de punto nasion (N) y silla (Si). Green y cols. Recomienda el uso de PMS a través de N, foramen incisivo (IF) y basion (Ba), Shin y cols. Por su parte proponen que el PMS se construya a partir de N, espina nasal anterior (ENA) y la espina nasal posterior (ENP). Por su parte Swennen en su trabajo publicado el 2006 realiza la construcción del plano sagital de manera semiautomática a partir del plano horizontal el cual es generado de forma automática 6° por debajo de la base craneal anterior la cual es construida de manera manual al seleccionar como puntos de referencia silla (Si) y nasion (N).⁽¹²⁾ Hay otros autores que recomiendan la construcción del plano sagital medio a través de los punto ENA y N, ya que estos puntos coinciden o están muy próximos al plano medio sagital en un 90% de la población.⁽¹³⁾ Durante el 2020 Lee y cols. Realizaron un estudio en pacientes clase I y III esquelética, además de pacientes simétricos y asimétricos, en el cual midieron la distancia promedio de seis puntos centrales de referencia hacia los puntos medios generados de las distancias entre

estructuras laterales (sutura fronto cigomática - pogonion - punto orbital), en este estudio se determinó que el plano generado entre el punto Crista galli (Cr) (punto más superior y posterior de la lámina perpendicular del etmoides centrado medio lateralmente) y el punto Basion (Ba) (punto medio dorsal del margen anterior de agujero magno centrado medio dorsalmente) era el que presentaba menor discrepancia al punto medio de las estructuras laterales evaluadas, con discrepancias de 0,20 +/- 0,10mm. Por lo que sería lo más cercano a un plano medio sagital simétrico verdadero. ⁽²³⁾ Hay que destacar que, si bien desde el punto vista óseo podemos establecer una línea media objetiva, es muy importante valorar el grado de desviación que pueda existir con una línea de referencia sagital tegumentaria. Un parámetro a nivel de tejido blando puede ser una línea media del filtrum labial, pero en pacientes con alteraciones en estas zonas, como los pacientes con fisura labial no es un parámetro fidedigno, es por esto que se utiliza como alternativa una línea de referencia vertical en un punto equidistante entre ambos cantos internos oculares, esta línea de referencia debería coincidir con filtrum labial, punta nasal y centro del mentón⁽²⁶⁾, esto permitirá evaluar asimetrías faciales de manera adecuada. En el caso de que no coincida la línea media ósea con la línea media de tejido blando, se deberá realizar el análisis estructural y planificación quirúrgica con los planos de referencia de tejido blando ya que será de vital importancia alinear las estructuras faciales con la línea media facial para la obtención de rostro armónico.

II.2.3 PLANO FRONTAL

El análisis estructural de macizo facial en el plano frontal nos permite evaluar las alteraciones faciales en relación con la línea media facial y la distribución de los elementos faciales en sentido medio lateral y en sentido vertical. En términos generales el plano frontal se construye en relación con los planos sagital y horizontal, siendo perpendicular a estos e incluyendo el punto Porion (Po) de manera bilateral.⁽²⁷⁾

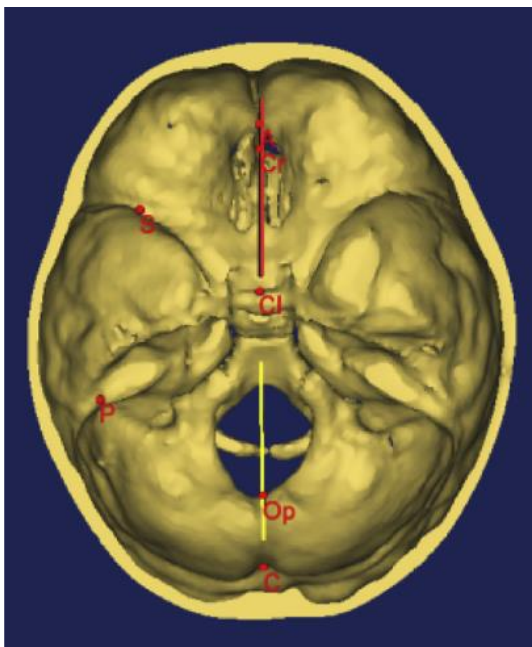
II.3 ANÁLISIS MORFOMÉTRICO ÓSEO FACIAL

Es reconocido que el crecimiento y desarrollo facial no depende solamente de los componentes de la cara, sino que también es influenciado por el desarrollo del cráneo y neurocráneo. Así mismo el desarrollo craneofacial es influenciado por otros elementos como lo son los musculares y órganos presentes en el territorio maxilofacial, lo cual es avalado por hipótesis tales como la del crecimiento asociado a matrices funcionales.⁽²⁸⁾

Para realizar el análisis óseo del macizo facial se abordará cada tercio facial de forma independiente y la relación existente entre ellos. Además, el objetivo de este trabajo es exponer aquellas relaciones entre los puntos de referencia que los autores consideran relevantes para el diagnóstico y tratamiento de asimetrías faciales, y no todos los puntos cefalométricos existentes.

II.3.1 TERCIO SUPERIOR

Si bien los trastornos y alteraciones craneales propiamente tales se enmarca en un grupo de patologías denominadas alteraciones craneofaciales son de diagnóstico en la infancia o perinatales y constituyen un segmento reducido de la población. Ante la sospecha o diagnóstico de este tipo de patología en pacientes infantiles no es posible



17

Figura 2 Puntos de referencia para análisis de base craneal. A (foramen cecum); Cr (crista galli); CI (procesos clinoides anterior); Op (opistion); C (protuberancia occipital); S (esfenoides); P (porción petrosa). Chen X, et al. Three-dimensional analysis of cranial base morphology in patients with hemifacial microsomia. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. febrero de 2018;46(2):362-7. Definición de puntos en Tabla 2.

	PUNTO	DEFNICION
TERCI	CRISTA GALLI (Cr)	Punto más superior y posterior de la lámina perpendicular del etmoides.

utilizar este análisis ya que no podrá ser realizado mediante CB-TC y requerirá un MS-TC para obtener volúmenes completos del cráneo. Dado que obtención de volúmenes para este análisis se realiza a través de CB-TC evaluaremos parcialmente el tercio superior de la cara, en este sentido hay que destacar que múltiples autores han estudiado la relación existente asimetrías faciales y la morfología del cráneo, pero sin llegar a consensos.^(29,30) Cheng en el 2018 concluyó que existen diferencias significativas entre el lado afectado y el lado sano en pacientes con microsomnia hemifacial moderada y severa tanto en los ángulos craneales posterior y medios además de la distancia entre los puntos clinoides anterior (Cl) - porción petrosa (P) y entre el punto ala menor del esfenoides (S) - el punto P, presentando menores longitudes el lado afectado (figura 2).⁽²⁹⁾

Otro elemento para evaluar del tercio medio superior lo constituye la posición de la cavidad glenoidea, en este sentido se ha documentado que existen diferencias significativas entre la cavidad glenoidea del lado afectado versus el lado sano en pacientes con asimetrías mandibulares ya sean estas verticales, transversales o mixtas (basados en la clasificación de Nitzan 2008) encontrándose en una posición más alta y adelantada respecto al lado sano. También se encontró que en pacientes con asimetrías mandibulares del tipo transversal el lado afectado presenta un ángulo de fosa craneal media (S-Cl-P) disminuido y el ángulo de fosa craneal posterior (P-Cl-Op) aumentado respecto al control.

(31)

Tabla 2 Puntos de referencia óseos para el análisis morfométrico óseo del tercio superior

PROCESO CLINOIDES ANTERIOR (Cl)	Punto medio en el proceso clinoides anterior.
PORCIÓN PETROSA (P)	Unión de la porción petrosa piramidal y la superficie interna del hueso parietal. (Bilateral)
ESFENOIDES (S)	Punto más anterior de del borde posterior del ala menor del esfenoides. (Bilateral)
OPISTION (Op)	Punto medio del arco posterior del foramen magno. (Bilateral)
CAVIDAD GLENOIDEA (Gl)	Punto más superior y posterior de la cavidad glenoidea (Bilateral)

Un aspecto importante para considerar no solo desde el punto de vista diagnóstico sino más bien práctico es identificar el límite anterior de la frente (FALL) el cual ha sido descrito por Andrews como una de las seis llaves de la armonía orofacial. Extrapolando la construcción de este punto desde el artículo original de Andrews se realizaba con fotografías de perfil sonriendo, luego la validación de este análisis por Resnick en 2018 donde realiza la construcción en pacientes sin sonreír. Este trabajo plantea la construcción de a partir de CB-TC originado de medidas clínicas y fotográficas del paciente de la siguiente manera (figura 3):

1. Se identifica glabella, punto más anterior del a frente inferior y se marca.
2. Se evalúa la forma de la frente y se determina el perfil entre recto, redondeado y angular.
3. Para la frente determinada como recta el triqueon es definido como la unión de la piel con el punto de nacimiento del cabello anterior.
4. Para la frente redondeada o angular el superior es definido como el punto más superior de la frente y es identificado y marcado.
5. Se dibuja la línea que conecta glabella con triqueon o superior.
6. El punto anterior del a frente (FA), se define como el punto medio de la línea que conecta glabella con superior o triqueon, es identificado y marcado. (puede realizarse marca con pin metálico previo a toma de examen).
7. La línea de limite anterior de la frente (FALL) se dibuja dejando caer una línea vertical desde el punto FA.
8. La inclinación de la frente se define como el ángulo entre ambas líneas dibujadas en la zona superior, y medido.

9. El GALL se dibuja con una línea vertical desde un punto ubicado a x milímetros anterior a FA en una horizontal verdadera, donde x es definido por la fórmula: $x = (\text{inclinación de la frente} - 7) * 0,6$

Suponiendo que I.- La inclinación es mayor que 7 (si es 7° entonces GALL=FALL)
II.- Glabella es el límite anterior para GALL

10. La distancia horizontal desde la superficie vestibular más anterior del incisivo central maxilar a GALL es medido y registrado como la posición ideal del incisivo.

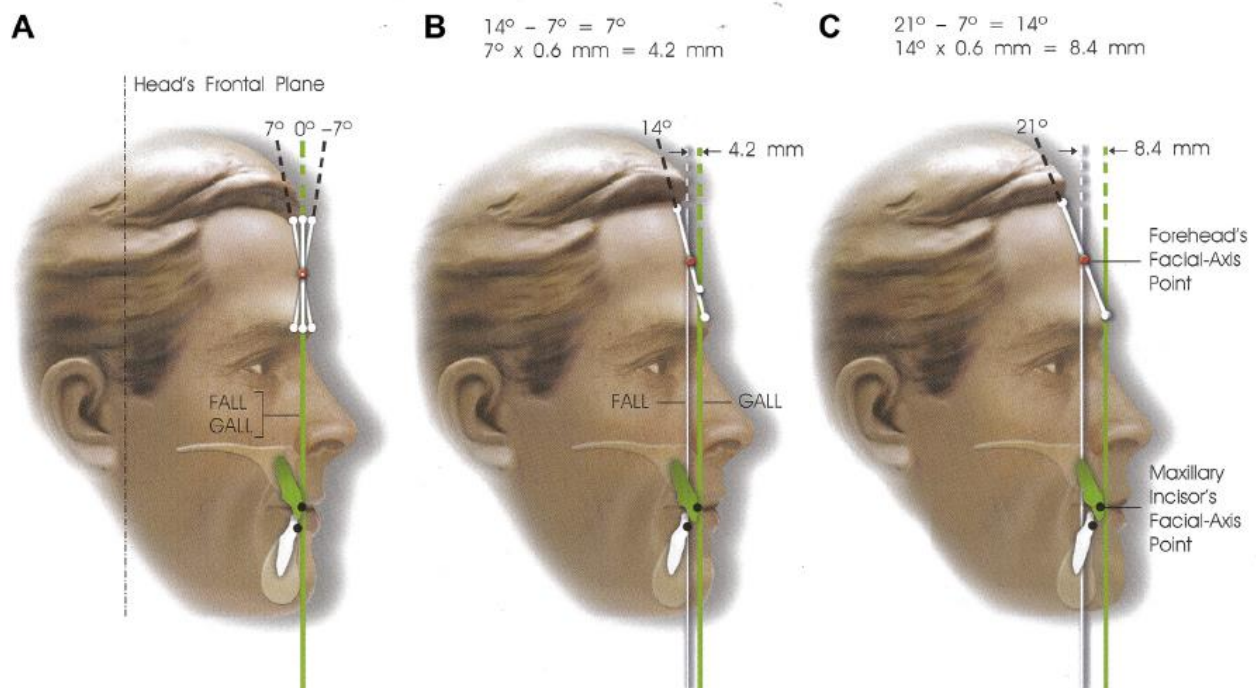


Figura 3. Determinación de GALL basado en la inclinación de la frente en un paciente con frente angulada. FALL, línea límite anterior de la frente; GALL, línea de objetivo de posición del incisivo central superior. Resnick et al. Evaluation of Andrews analysis. J Oral Maxillofac Surg 2018.

II.3.2 TERCIO MEDIO

El tercio medio facial se define generalmente como la región delimitada en la zona superior por el contorno de las cejas y el punto subnasal como límite inferior, e incluye principalmente al hueso cigomático, maxilar y cavidad orbitaria. El complejo cigomático-maxilar constituye un elemento fundamental en la composición arquitectónica del macizo facial, ya que otorga proyección en el plano sagital y delimita el contorno externo del

tercio medio facial, esto principalmente otorgado por el hueso cigomático. En el plano frontal se puede evaluar discrepancias verticales y transversales. Para el análisis vertical se utiliza el plano de referencia horizontal y se realizan medidas verticales hacia los puntos SO, OR, FZ y MX (Tabla 3) hay que recordar que se consideran asimetrías discrepancias iguales o mayores a 4 mm.

El análisis transversal se evalúa respecto al plano de referencia sagital (plano medio sagital) midiendo linealmente hasta los puntos SO, FZ, MX y la distancia la foramen infraorbitario (FIO) de esta manera podremos evaluar si existen asimetrías volumétricas en relación al tercio medio.⁽³²⁾

Para el análisis anteroposterior del tercio medio facial se utilizará el método propuesto por Kim, donde se deben determinar los puntos de referencias del complejo cigomático-maxilar, para lo cual se deben construir tres planos horizontales y sagitales, estos planos serán paralelos a los planos de referencia horizontal y vertical respectivamente (los cuales ya fueron descritos). El plano horizontal superior (PHS) pasa por el punto OR derecho, el plano horizontal inferior (PHI) pasa por el borde inferior de la sutura cigomático-maxilar y el plano horizontal medio (PHM) pasara equidistante del plano horizontal superior e inferior. Por otro lado, el plano sagital interno (PSI) pasa tangente al vértice externo de la apertura piriforme, el plano sagital medio (PSM) pasa a través del punto OR y el plano sagital externo (PSE) pasa por el borde inferior de la sutura cigomático-maxilar, de esta manera se crea una cuadrícula que nos permitirá identificar puntos de referencia para realizar mediciones anteroposteriores. Se identifican los puntos de intersección entre los planos creados con letras S para identificar puntos superiores, M para medios e I para inferiores y con códigos numéricos 1 para puntos internos, 2 para medios y 3 para externos en el plano frontal, por ejemplo, el punto M3 corresponde al punto de intersección de plano medio horizontal con el plano externo sagital (Figura 4).

Si bien estos puntos de referencia se pueden extrapolar a tejidos blandos, este trabajo se enfoca al análisis del tejido óseo. Para evaluar la proyección del hueso cigomático se realiza una medida lineal en el plano horizontal desde el plano de referencia frontal hacia el punto S2-M2 y se establece la distancia en milímetros⁽³³⁾, esto permite evaluar si la falta de proyección de tercio medio corresponde realmente a una deficiencia del tejido óseo o

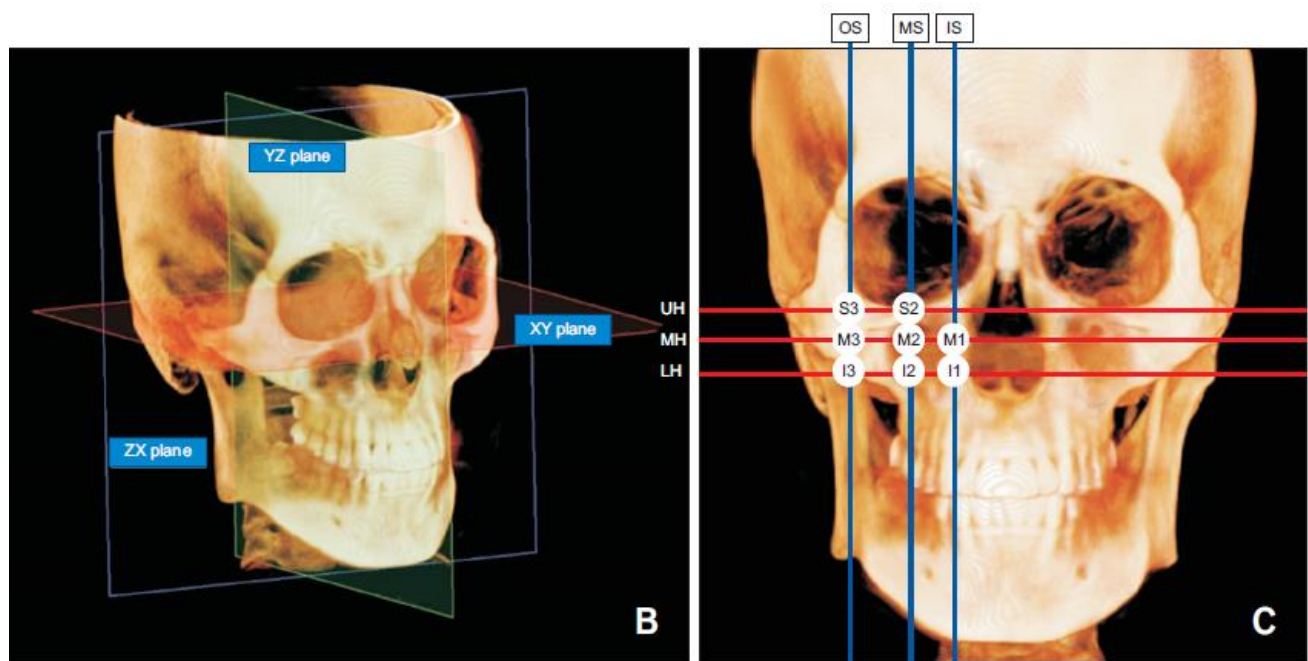


Figura 4 Referencia de construcción de puntos de referencia a nivel de hueso cigomático, extraído de: Hard- and soft-tissue profiles of the midface región in patients with skeletal Class III malocclusion using cone-beam computed tomography multiplanar reconstructed image análisis, Bomi y cols,2017.

si la proyección del tercio medio es asimétrica (FIG xxxxx).

Otro aspecto importante por evaluar es la convexidad facial. Esto se establece a través de las medidas angulares del complejo cigomático maxilar y los planos de referencia. Esto incluye al ángulo sagital maxilar (ASM°) el cual se construye entre PHS y la tangente entre la pared anterior del maxilar y PHM, el ángulo cigomático sagital (ACS°) el cual se construye entre PHS y la tangente entre el borde anterior del hueso cigomático y el PSE. Por último, el ángulo cigomático transverso construido entre el PSI y una línea

construida entre la sutura cigomático-maxilar y cigomático-temporal a nivel del PHS (Figura 5).

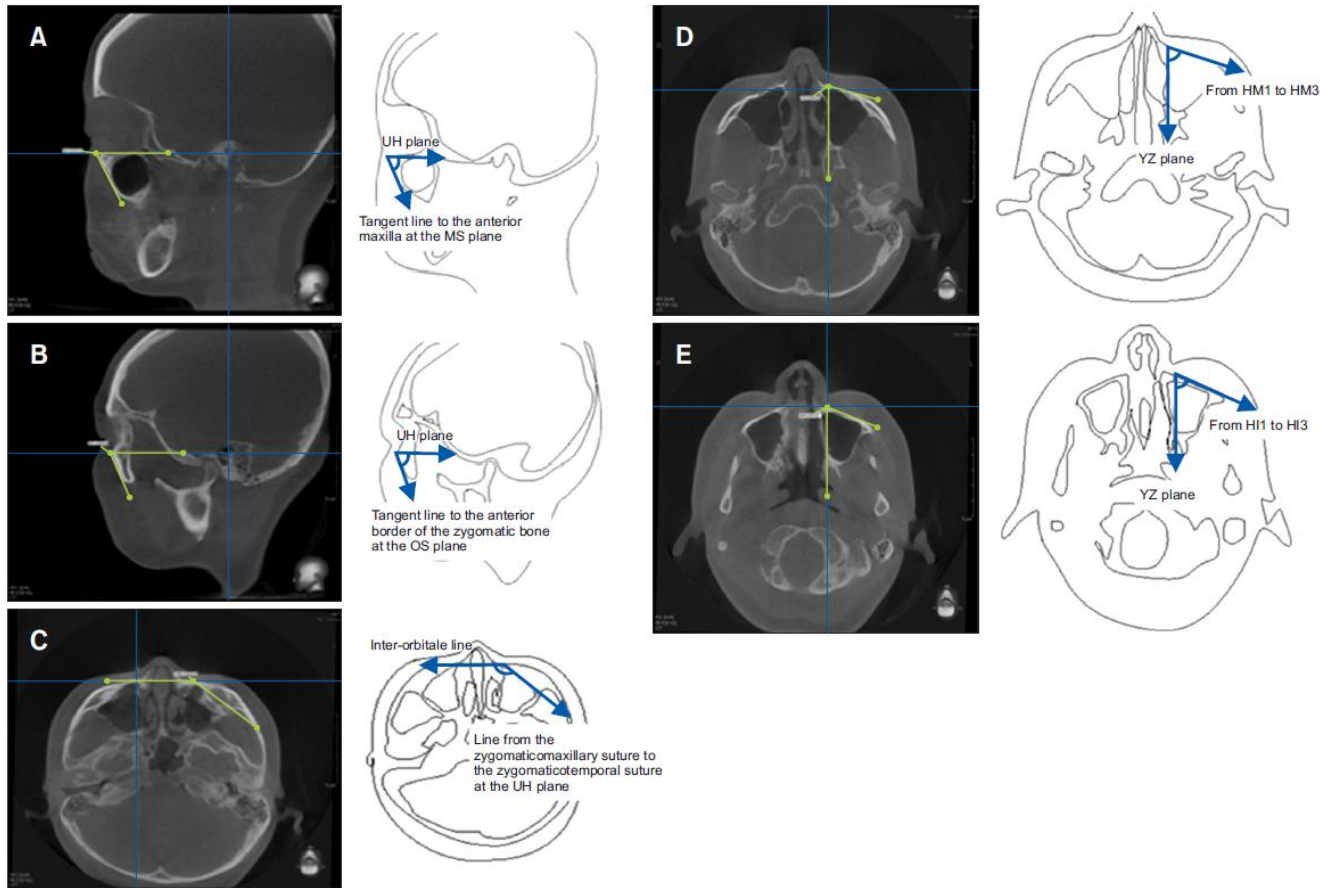


Figura 5 Ejemplo de construcción de medidas angulares para evaluación de proyección de tercio medio facial. **A**, ángulo sagital maxilar. **B**, ángulo sagital cigomático **C**, ángulo transverso cigomático **D**, ángulo transverso sagital medio **E**, ángulo transverso inferior. extraído de: Hard- and soft-tissue profiles of the midface región in patients with skeletal Class III malocclusion using cone-beam computed tomography multiplanar reconstructed image análisis, Bomi y cols,2017.

Para evaluar las características de superficie del tercio medio, se realizan mediciones de las áreas de superficie del hueso cigomático y maxilar. Esto incluye la convexidad del área cigomática (Z-área), que corresponde al área entre el contorno óseo del hueso cigomático hasta la línea base trazada la sutura cigomático-maxilar y cigomático-temporal en el PHS. La concavidad maxilar (M-área) se construye a partir del contorno óseo maxilar anterior hasta el plano horizontal construido con los puntos M1 a M3. Hay que destacar que este tipo de mediciones han sido desarrolladas por en pacientes asiáticos y no existe una base de datos que establezca medidas específicas para pacientes caucásicos o latinos.

Otra región importante para evaluar es la órbita, la cual está compuesta por cuatro paredes ósea y presenta múltiples estructuras neurovasculares las cuales son vitales para el desarrollo del sentido de la visión.⁽³³⁾ El correcto análisis de esta región cobra vital importancia en casos de trauma facial, donde la alteración anatómica genera enoftalmo, exoftalmo e hipoftalmo. Se ha descrito que fracturas de más de 2 mm del piso de orbita o que involucren el 50% de esta tienen mayor probabilidad de generar enoftalmo. Múltiples estudios han determinado que por cada 1cc de aumento del volumen orbitario se genera 1 mm de enoftalmo.⁽³⁴⁾ Para el análisis volumétrico de la órbita se define como límite anterior el reborde orbitario incluido la cresta lagrimal anterior, el límite posterior se define por la porción más anterior del canal óptico (esto porque rara vez es afectado en fracturas orbitarias, además es de fácil identificación en CBTC) y los límites superior, inferior, lateral y medial son determinados por las paredes orbitaria, además en el trabajo de Andrades subdivide a la órbita en tres áreas, que tienen distinto comportamientos y difieren en su importancia en el desarrollo de distopias postraumáticas las tres zona se delimitan de la siguiente manera (tabla 3):

Zona	Limites
Anterior	Reborde orbitario hasta borde anterior de la fisura orbitaria inferior.
Central	Borde anterior de fisura orbitaria inferior a proceso orbitario del hueso palatino.

Posterior	Proceso orbitario palatino hasta porción más anterior del canal óptico
------------------	--

Tabla 3 áreas volumétricas anatómicas de orbita.

Hay que destacar que la “Zona clave” (“Key zone”) la cual es definida como la zona de transición entre la zona posterior del piso orbitario y la pared medial de la órbita, se encuentra en la zona central. Este trabajo determino que el volumen global de la órbita es de 24.5 +/- 8.08 cc con un rango de 16.9-35 cc, la siguiente tabla especifica los volúmenes por zona:

Zona	Global	Lado derecho	Lado izquierdo
Anterior	17.3 cc (DS 2.6)	17.27 cc (DS 2.63)	17.40 cc (DS 2.69)
Central	5.4 cc (DS 1.77)	5.49 cc (DS 1.11)	5.3 cc (DS 1.76)
Posterior	2.0 cc (DS 0.64)	2.00 cc (DS 0.65)	2.01 cc (DS 0.62)

Tabla 4 Volumen orbitario por zona. DS: desviación estándar.

Con respecto a la influencia de las zonas de la órbita y su influencia en las distopias hay que destacar que la zona anterior corresponde al 70.61% del volumen orbitario, y el trauma de esta zona por lo general no impacta en la posición del globo ocular. La zona central generalmente causa hipofalmo cuando es comprometida y representa el 22,04% del volumen orbitario. La zona posterior que es asociada a enoftalmo en caso de ser comprometida representa el 8,16% del volumen orbitario, es decir que las modificaciones generadas en menos del 30% posterior del volumen orbitario pueden traer repercusiones funcionales. Por otro lado, Andrades estableció una fórmula para determinar el volumen orbitario la cual se expresa:

$\text{Volumen orbitario} = \text{edad} \times 0.0395 + \text{largo facial} \times 0.0468 + \text{ancho facial} \times 0.1587 + \text{distancia inter orbitaria} \times 0.1347 - 14$
--

Esta fórmula puede predecir el volumen orbitario con un rango de error de 2.18 cc en pacientes sin referencia contralateral. Si bien establecer el volumen orbitario es importante, no es una indicación absoluta de corrección quirúrgica, pero si la diferencia de la órbita fracturada es de 2 cc y existe una distopia de 2 mm quizás ayuda a indicar el tratamiento quirúrgico, además esta diferencia permite saber cuánta corrección quirúrgica se requiere y facilita la evaluación post quirúrgica.⁽³⁴⁾

II.3.3 TERCIO INFERIOR

El tercio inferior facial está delimitado en la zona superior por el punto subnasal e inferiormente por el punto mentón, y abarca en subunidad oclusal compuesta tanto por el maxilar y la mandíbula. Desde el punto de vista sagital la adecuada posición del maxilar es evaluada en función de la posición del incisivo central superior, considerando que este se encuentre en una buena posición respecto a su base ósea, lo cual se revisa en el apartado de tercio superior (Fig. 3). En el plano frontal es importante evaluar la presencia de canteos (roll) en el maxilar, esto se puede realizar midiendo desde el plano de referencia horizontal como el plano bipupilar hasta la cúspide de ambos caninos superiores y la cúspide mesio-vestibular de los primeros molares superiores, o bien se puede utilizar un plano de referencia horizontal óseo como el PF, plano horizontal supra orbital o el plano frontocigomático (Figura 6), Lonic y cols. Determino en pacientes portadores de fisura labio palatina y sin fisura que no hay diferencia estadísticamente significativa entre estos tres planos, pero sin embargo el PF presentaba una mejor performance para la detección del canteo, y si no se podía detectar el canteo mediante la utilización del PF, se debería utilizar el plano supra orbital por sobre el fronto-cigomático.⁽²⁵⁾

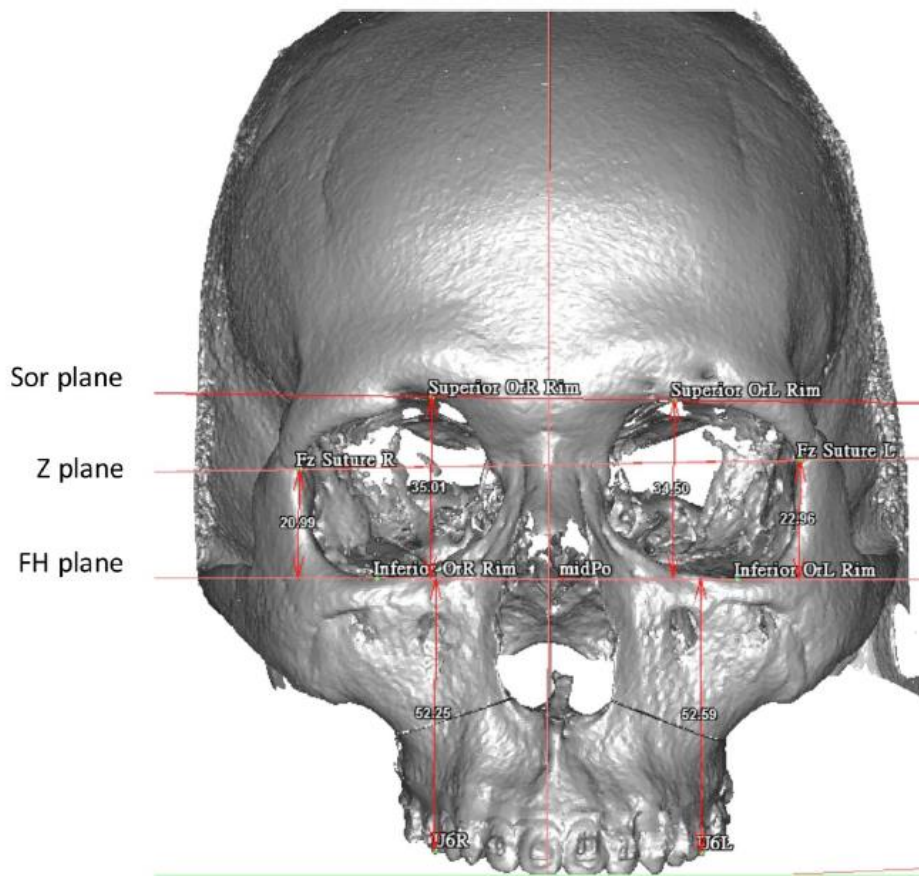


Figura 6 Evaluación de canteo, SOR: plano supra orbitario, Plane Z: plano frontocigomatico, FH Plane: Plano de Frankfort (PF), Extraído de Selection of a horizontal reference plane in 3D evaluation: Identifying facial asymmetry and occlusal cant in orthognathic surgery planning, Daniel Lonc y cols ,Scientific Reports 7: 2157, 2017.

No existe un método único para establecer la posición ideal del maxilar en el plano sagital, cada análisis cuenta con limitaciones. Dentro de las variables a considerar las mas utilizadas son el Angulo existente entre los puntos Silla, Nasion y punto A (SNA), el largo del maxilar (MXU) el cual es definido como la distancia desde el punto Condíleo al punto A y la posición del incisivo superior a través del análisis de Andrews.⁽³⁵⁾

El ángulo SNA fue descrito por Cecil Steiner en 1953, el cual punto medio al interior de la Silla al punto nasion y al punto A (el punto mas anterior y cóncavo del maxilar), además Steiner describe el ángulo SNB al conectar los puntos Silla-Nasion con el Punto B, el cual corresponde al punto mas anterior y cóncavo de la sínfisis mandibular. Un SNA o SNB disminuido indican una hipoplasia o retrusión maxilar y/o mandibular, y un SNA o SNB aumentado indican una hiperplasia o protrusión de uno, o los dos maxilares.⁽³⁶⁾ Dentro de las limitaciones de este método destaca que no tiene consideración por género, además no especifica si la condición de anomalía es generada por una alteración de

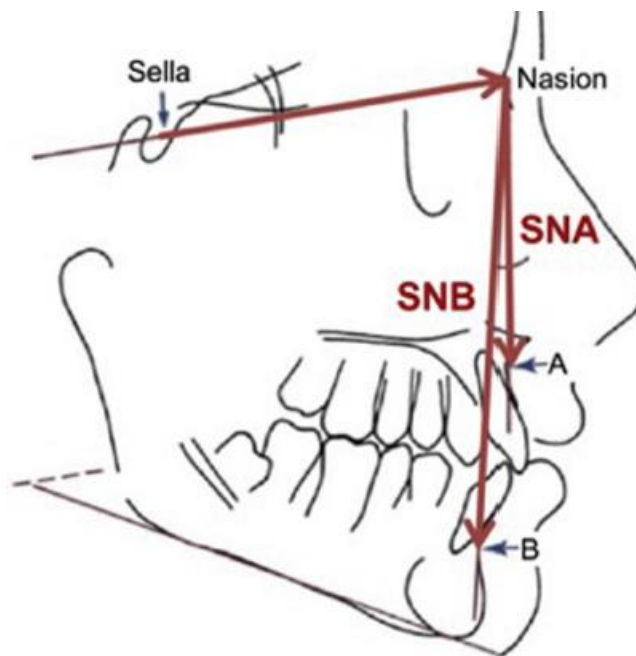
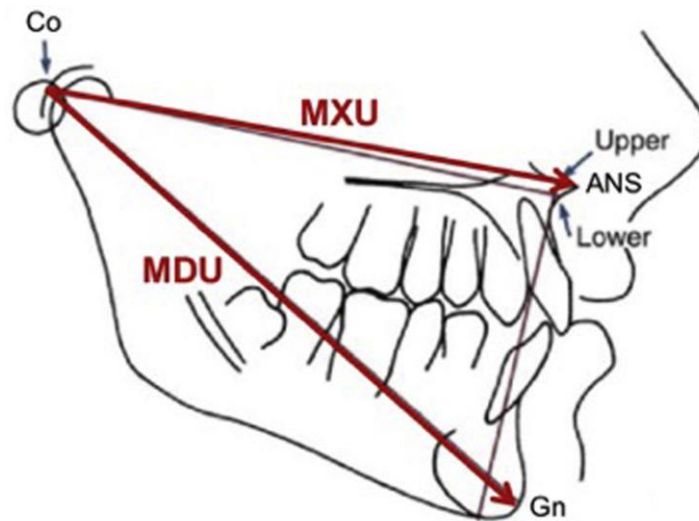


Figura 7 Construcción de SNA y SNB. Extraído: Wu, Kaban, and Peacock. Harvold and Steiner Analyses. J Oral Maxillofac Surg 2019.

posición de los huesos maxilares o alteración en el tamaño de los mismos, y por último SNA/SNB presentan variación en pacientes con alteraciones de su base craneal como ocurre en un número importante de pacientes con malformaciones faciales (Figura 7).^(35,36)

Comúnmente menos utilizado es el análisis de Harvold, el cual fue desarrollado en 1974 y consiste en mediciones lineales. El largo de la unidad maxilar (MXU) consiste en la

medición lineal desde el borde posterior del cóndilo mandibular (condileon) hasta la espina nasal anterior. Y el largo de la unidad mandibular (MDU) es la medición lineal desde condileon hasta el punto gnation. Los hombres tienden a presentar valores mas elevados que las mujeres en las mediciones maxilo-mandibulares. Las mediciones MXU y MDU tiene valores genero específicas. Y variaciones de 2 desviaciones estándar (SD), son consideradas como hipoplasia o hiperplasia dependiendo si son valores menores o



mayores respectivamente (Figura 8).⁽³⁶⁾

Al comprar ambos métodos de evaluación del maxilar Wu y Cols, en el año 2019 determinaron que el análisis de Harvold presentaba mejor correlación con la evaluación clínica de cirujanos expertos para determinar alteración de hipo e hiperplasia maxilar y/o mandibular, esto es consistente con los resultados de McNamara, que favorecen las medidas lineales por sobre las angulares para el análisis de posicionamiento sagital de los maxilares, básicamente esto se sustenta en que las medidas lineales de los maxilares no tienen dependencia del posicionamiento de la base craneal, la cual presenta lata

Figura 8 Construcción de MXU y MDU. Extraído: Wu, Kaban, and Peacock. Harvold and Steiner Analyses. J Oral Maxillofac Surg 2019.

variabilidad en paciente con malformaciones dentofaciales. Y además las medidas lineales no se ven afectadas por la posición relativa mandibular respecto del maxilar como por ejemplo en casos de deficiencia maxilar, sobremordida, en las cuales el posicionamiento del punto B esta alterado aumentando o disminuyendo el ángulo SNB. Lo opuesto ocurre cuando existe un exceso vertical maxilar posterior (por ejemplo mordida abierta).⁽³⁶⁾

Otro método para evaluar la posición ideal del maxilar es evaluar la posición del incisivo central respecto a la vertical de Andrews, siempre y cuando el incisivo se encuentre alineado en su base ósea con una correcta inclinación. Si bien el trabajo clásico de Andrews establece que la posición ideal del incisivo central superior debe estar alineado con la línea FALL o dentro del rango según la corrección determinado por la forma del contorno de la frente del paciente. Por su parte Resnick 2018, realizó un estudio de preferencia estética en pacientes caucásicos, en el cual determino que se consideran rostros más atractivos la relación de +2 a +4 mm de la posición del incisivo central superior respecto a FALL en rostros femeninos y la distancia de 0 a -4 mm en pacientes masculinos.⁽³⁷⁾

Para el análisis mandibular es importante evaluar la dimensión condilar, la cual usualmente se mide desde el punto más alto de la cabeza del cóndilo hasta el punto más inferior de la escotadura sigmoidea. Durante el desarrollo embriológico, el cuerpo mandibular posee una osificación membranosa guiada por el cartílago de Meckel, el cual va disminuyendo de tamaño hasta formar dos huesos al interior del oído medio y el ligamento esfenomandibular, el cual le da forma a la línula mediante la tracción sobre la misma, del mismo modo el proceso coronoideo aparece y es modelado por la acción de la tracción del musculo temporal. La escotadura sigmoidea es una depresión localizada entre el proceso coronoideo y el proceso condilar (ambos originados de cartílagos secundarios). Además, se establece que el cartílago condilar secundarios se extiende desde la línula hasta la cavidad glenoidea del hueso temporal. En este sentido el punto más superior para evaluar la longitud condilar es el punto más superior de la cabeza del cóndilo y el más inferior es la base de la línula.⁽³⁸⁾

Protocolo de medición (Fariña 2015) (Figura 9):

Punto 1: Cóndilo Mandibular (Co): Punto más superior de la convexidad de la cabeza del cóndilo

Punto 2: Escotadura Sigmoidea (Sig): Punto más inferior de la escotadura sigmoidea.

Punto 3: Lígula Mandibular (MI): Base de la lígula mandibular con relación al foramen mandibular.

Punto 4: Angulo Mandibular (Ma): bisectriz formada por la tangente basilar y la tangente del borde posterior mandibular.

Con estos cuatro puntos identificados, se traza una línea que conecten el punto 1 al 4 para determinar la longitud de la rama mandibular. Entonces 3 líneas se dibujan perpendicular a este plano pasando por los puntos 1, 2 y 3, que son las líneas A, B y C

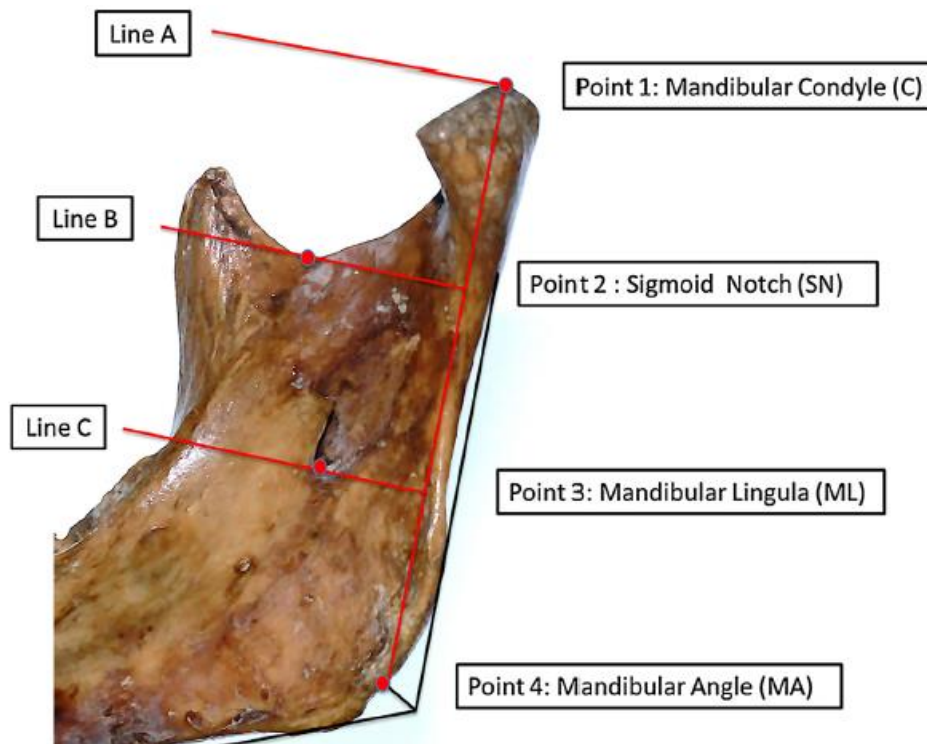


Figura 9 Protocolo medición para cóndilo y rama mandibular (Fariña 2015).

respectivamente (Fig. 9).

En el trabajo de Fariña 2017 concluye que MI es el punto más bajo de la unidad condilar y es un parámetro estable para ser usado en mediciones en pacientes con hiperplasia condilar, por este motivo debe ser utilizado como punto de referencia para la medición de la altura condilar contribuyendo al diagnóstico y planificación de tratamiento. En contraste la medición a la escotadura sigmoidea no es un punto estable en paciente con asimetrías y no debiera ser considerado para medidas de la unidad condilar.⁽³⁸⁾

Por último, se debe evaluar la relación maxilo-mandibular en el aspecto transversal, para esto la universidad de Pensilvania establece las referencias funcionales transversales con el objetivo de mantener a las piezas dentaria con un entrecruzamiento adecuado y centradas en el hueso alveolar. Cuando existen deficiencias transversales y compensaciones dentarias. Se produce una excesiva inclinación dentaria, generando una curva de Wilson exagerada y las cúspides palatinas son posicionadas sobre las cúspides vestibulares inferiores. Algunos autores han señalado que esta inclinación genera contactos primarios que generan la distracción condilar y subsecuentemente el desarrollo de trastornos temporomandibulares. Por otro lado, la presencia de una curva de Wilson exagerada se relaciona con un paladar estrecho, esto principalmente asociado a descenso lingual hacia el piso de boca aumentando el riesgo de apnea del sueño. Oliveira de Felipe y cols. Encontraron que la expansión palatina mejora y mejora la respiración nasal.⁽³⁹⁾ Existen tres métodos para el análisis transversal de la relación intermaxilar; análisis de modelos, análisis cefalométrico de Ricketts con proyección anteroposterior y a través del análisis de CBTC, siendo este ultimo el mas cercano a la anatomía del paciente según la revisión sistemática realizada por Sawchuk y Cols.⁽⁴⁰⁾ Para el análisis transversal en CBTC, se debe determinar como punto de referencia maxilar el punto Mx, el cual se ubica en relación al centro de resistencia del primer molar superior, el cual se encuentra relativamente cerca del punto utiliza por Ricketts en su análisis (punto ubicado en la profundidad de los contorno maxilares laterales, en la unión del maxilar con el contrafuerte cigomático.), luego se define el punto Md el cual se ubica en la cortical bucal del hueso mandibular a nivel del centro de resistencia de los primeros molares inferiores. Según Kantona, coincide con el nivel de la furca de los molares.⁽³⁹⁾ Como se plantea en el

artículo de Tamburrino, se eligen esos puntos debido a su inmutabilidad en el hueso alveolar apical con ortodoncia y porque representan el ancho mínimo absoluto del hueso basal de cada maxilar.⁽³⁹⁾ Una vez identificados los puntos se realiza la medición transversal desde el punto Mx derecho al punto Mx izquierdo y se realiza el mismo procedimiento con los puntos Md a nivel mandibular, obteniendo la medición transversal en milímetros (mm.). Se realiza la sustracción del ancho de la medida mandibular del ancho maxilar. Tanto en los análisis de Ricketts como Andrews se determinó que la diferencia transversal óptima es de 5 mm en pacientes adultos. Con el análisis de Pensilvania, se determinó que la diferencia ideal en pacientes adultos es de 5mm siempre que los molares se encuentren bien asentados en su base ósea (figura 10).

III. CONCLUSION

El desarrollo de las herramientas imagenológicas permite un análisis más acabado del macizo facial y con menor distorsión que la imagenología convencional. Actualmente ya no se considera ningún examen imagenológico óseo, que presente mayor fidelidad a la anatomía propia del paciente que la tomografía axial computarizada y el cone beam, por

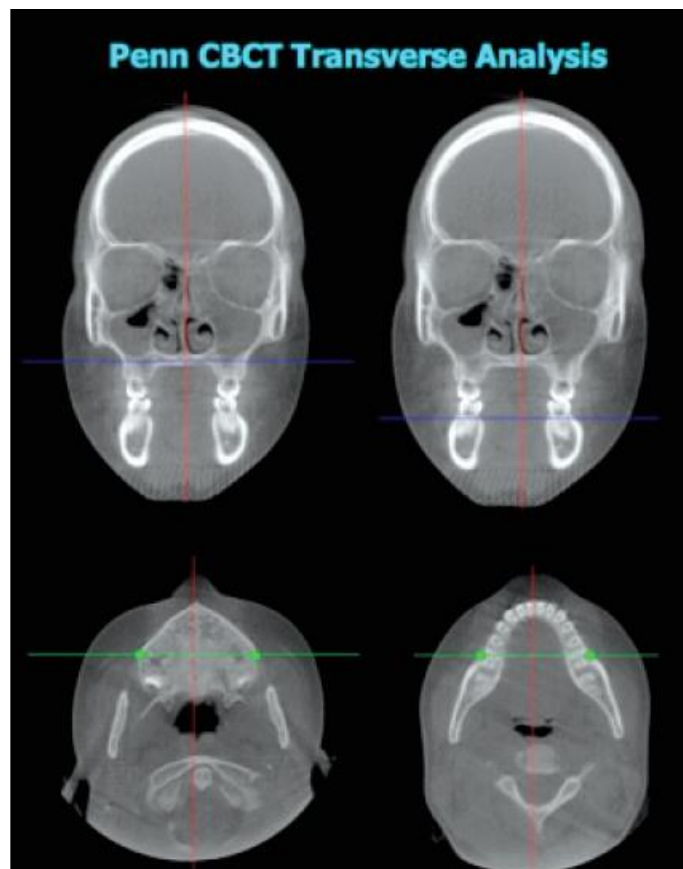


Figura 10 Ejemplo de análisis de Pensilvania, extraído de: *The transverse dimension: diagnosis and relevance to functional occlusion*, Tamburrino RK.

lo cual son considerados el gold estándar en este aspecto.

Es fundamental que el cirujano maxilofacial este familiarizado con este tipo de examen, su versatilidad y aplicabilidad para los distintos procedimientos que puede realizar y a su vez es importante reconocer los planos de referencia para la orientación del macizo facial para su eventual estudio ya sea en etapas de diagnóstico y planificación de tratamientos. A si mismo debe reconocer y protocolizar los puntos mas relevantes para el análisis del macizo facial, no existe consenso en la literatura ni protocolos universalmente aceptados para el correcto análisis de las estructuras faciales, pero existen algunos trabajos que dilucidan y/o establecen puntos estables de fácil identificación que permitirían establecer algunos parámetros de referencia. Por otro lado, hay que destacar que la anatomía facial es compleja su disposición, armonía y proporcionalidad no solo esta dada por las estructuras óseas, si bien son un elemento importante al corregir desarmonías dentofaciales, la interacción con el tejido blando y la expresión de este son fundamentales tanto en el proceso diagnóstico como en la planificación de los procedimientos quirúrgicos. Es por esto por lo que se deben realizar trabajos a futuro que busquen compilar y exponer dichas relaciones e interacciones de los puntos faciales esqueléticos mas relevantes y su expresión en el tejido blando, esto en busca de la obtención de protocolos de análisis del macizo facial mas completos y reproducibles en el tiempo.

	PUNTO DE REFERENCIA.	DEFINICION	OBSERVACIONES
--	-----------------------------	-------------------	----------------------

IV. ANEXO

Los puntos de referencia a utilizar, los cuales se detallan en las tablas 5 y 6 a continuación:

ÓSEO	NASION (NA)	Punto más posterior en la curva entre el hueso frontal y el hueso nasal en el plano medio sagital.	
	REBORDE SUPRAORBITARIO (SO)	Punto más superior del reborde supraorbitario.	Bilateral
	SUTURA FRONTOCIGOMÁTICA (FZ)	Punto más medial y anterior de cada sutura fronto-cigomática a nivel del reborde lateral de la órbita.	Bilateral
	ESPINA NASAL ANTERIOR (ENA)	Punto más anterior de la espina nasal maxilar.	
	ESPINA NASAL POSTERIOR (ENP)	Punto más posterior de la espina nasal maxilar.	
	PUNTO A (A)	Punto más posterior en plano medio sagital de la concavidad maxilar.	
	PUNTO B (B)	Punto más posterior en plano medio sagital de la concavidad superior a la sínfisis mandibular.	
	GNATION (G)	Punto mas anterior de la sínfisis mandibular	
	MENTON (Me)	Punto más inferior en la sínfisis mandibular.	Punto de indicador de asimetría más importante a nivel de línea media facial. ⁽⁴¹⁾
	ESCOTADURA SIGMOIDEA (SN)	Punto más inferior de la escotadura sigmoidea.	
	LINGULA (ML)	Base de la llingula mandibular con relación al foramen mandibular.	
	POGONION (Pg)	Punto más anterior del mentón en el plano sagital.	
	PORION (PO)	Punto más superior y externo del conducto auditivo externo.	
	ORBITALE (OR)	Punto más inferior del margen óseo inferior orbitario.	Construcción del plano de FH.
	GONION (GO)	Punto más inferior y posterior del ángulo mandibular.	Bilateral
	CONDILO (CO)	Punto más superior del cóndilo mandibular.	Bilateral
MAXILAR (Mx)	Base ósea alveolar del maxilar superior. Punto más lateral del tejido óseo cortical en relación con el 1° molar superior en el plano transversal a la altura del centro radicular.	Bilateral, en relación con unión mucogingival. Permite determinar comparativamente relación de base ósea maxilar y mandibular.	

	MANDIBULAR (Md)	Base ósea alveolar del maxilar mandibular. Punto más lateral del tejido óseo cortical en relación con el 1° molar inferior en el plano transversal a la altura del centro radicular	Lo mismo anterior.
--	-----------------	---	--------------------

Tabla 5 Puntos de referencia óseos para el análisis morfométrico óseo del macizo facial.

	PUNTO DE REFERENCIA.	DEFINICION	OBSERVACIONES
DENTARIO	INCISIVO CENTRAL SUPERIOR (ICS)	Punto medio entre ángulo medial de borde incisal de ambos incisivos centrales superiores.	
	CANINO SUPERIOR (CS)	Punta cúspide canino superior.	Bilateral
	INCISIVO CENTRAL INFERIOR (ICI)	Punto medio entre ángulo medial de borde incisal de ambos incisivos centrales inferiores.	
	1° MOLAR SUPERIOR	Punto en centro de la cámara pulpar del primer molar superior	Bilateral
	1° MOLAR INFERIOR	Punto en centro de la cámara pulpar del primer molar inferior.	Bilateral

Tabla 6 Puntos de referencia dentarios para el análisis morfométrico óseo del macizo facial

V. BIBLIOGRAFIA

1. Wang TT, Wessels L, Hussain G, Merten S. Discriminative Thresholds in Facial Asymmetry: A Review of the Literature. *Aesthet Surg J.* 1 de abril de 2017;37(4):375-85.
2. Prokopakis EP, Vlastos IM, Picavet VA. The golden ratio in facial symmetry. *Rhinol J.* 1 de enero de 2013;51(1):18-21.
3. Linden OE, He JK, Morrison CS, Sullivan SR, Taylor HOB. The Relationship between Age and Facial Asymmetry: *Plast Reconstr Surg.* noviembre de 2018;142(5):1145-52.
4. Shamban A. The signature feature TM : A new concept in beauty. *J Cosmet Dermatol.* junio de 2019;18(3):692-9.
5. Pinheiro M, Ma X, Fagan MJ, McIntyre GT, Lin P, Sivamurthy G, et al. A 3D cephalometric protocol for the accurate quantification of the craniofacial symmetry and facial growth. *J Biol Eng.* diciembre de 2019;13(1):42.
6. Lee S-H, Kil T-J, Park K-R, Kim BC, Kim J-G, Piao Z, et al. Three-dimensional architectural and structural analysis—a transition in concept and design from Delaire’s cephalometric analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg.* septiembre de 2014;43(9):1154-60.
7. Swennen GRJ, Schutyser F. Three-dimensional cephalometry: Spiral multi-slice vs cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* septiembre de 2006;130(3):410-6.
8. Verhelst PJ, Verstraete L, Shaheen E, Shujaat S, Darce V, Jacobs R, et al. Three-dimensional cone beam computed tomography analysis protocols for condylar remodelling following orthognathic surgery: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg.* febrero de 2020;49(2):207-17.
9. Kogou T, Takaki T, Shibahara T. Three-dimensional Analysis and Evaluation in Orthognathic Surgical Cases with Facial Asymmetry. *Bull Tokyo Dent Coll.* 2018;59(3):147-61.
10. Farkas LG, Tompson BD, Katic MJ, Forrest CR. Differences Between Direct (Anthropometric) and Indirect (Cephalometric) Measurements of the Skull: *J Craniofac Surg.* enero de 2002;13(1):105-8.
11. Yanez-Vico Rm, Iglesias-Linares A, Torres-Lagares D, Gutierrez-Perez JI, Solano-Reina E. Diagnostic of craniofacial asymmetry. Literature review. *Med Oral Patol Oral Cirugia Bucal.* 2010;e494-8.
12. Swennen GRJ, Schutyser F, Barth E-L, Groeve PD, Mey AD. A New Method of 3-D Cephalometry Part I: The Anatomic Cartesian 3-D Reference System. *J Craniofac Surg.* 2006;17(2):12.
13. Kadioglu O, Currier GF, editores. *Craniofacial 3D Imaging: Current Concepts in Orthodontics and Oral and Maxillofacial Surgery* [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2019 [citado 6 de mayo de 2020]. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-00722-5>

14. Swennen GRJ, Mollemans W, Schutyser F. Three-Dimensional Treatment Planning of Orthognathic Surgery in the Era of Virtual Imaging. *J Oral Maxillofac Surg.* octubre de 2009;67(10):2080-92.
15. Grauer D, Cevidanes LSH, Styner MA, Ackerman JL, Proffit WR. Pharyngeal airway volume and shape from cone-beam computed tomography: Relationship to facial morphology. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* diciembre de 2009;136(6):805-14.
16. Alsufyani NA, Dietrich NH, Lagravère MO, Carey JP, Major PW. Cone beam computed tomography registration for 3-D airway analysis based on anatomic landmarks. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* septiembre de 2014;118(3):371-83.
17. Swennen G, editor. *3D Virtual Treatment Planning of Orthognathic Surgery* [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2017 [citado 18 de mayo de 2020]. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-662-47389-4>
18. Arnett GW, McLaughlin RP. *Facial and dental planning for orthodontists and oral surgeons.* Edinburgh: Mosby; 2004. 320 p.
19. Wang K, Deng Z, Li Z, Wang H, Zhan H. The Influence of Natural Head Position on the Cervical Sagittal Alignment. *J Healthc Eng.* 2017;2017:1-7.
20. Andrighetto AR, Fantini SM de. Effects of neuromuscular deprogramming on the head position. *CRANIO®.* julio de 2015;33(3):183-8.
21. Xia JJ, McGrory JK, Gateno J, Teichgraber JF, Dawson BC, Kennedy KA, et al. A New Method to Orient 3-Dimensional Computed Tomography Models to the Natural Head Position: A Clinical Feasibility Study. *J Oral Maxillofac Surg.* marzo de 2011;69(3):584-91.
22. Naini FB. The Frankfort Plane and Head Positioning in Facial Aesthetic Analysis—The Perpetuation of a Myth. *JAMA Facial Plast Surg.* 1 de septiembre de 2013;15(5):333.
23. Lee E-H, Yu H-S, Lee K-J, Han S-S, Jung H-D, Hwang C-J. Comparison of three midsagittal planes for three-dimensional cone beam computed tomography head reorientation. *Korean J Orthod.* 2020;50(1):3.
24. Oh S, Ahn J, Nam K-U, Paeng J-Y, Hong J. Frankfort horizontal plane is an appropriate three-dimensional reference in the evaluation of clinical and skeletal cant. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg.* 2013;39(2):71.
25. Lonic D, Sundoro A, Lin H-H, Lin P-J, Lo L-J. Selection of a horizontal reference plane in 3D evaluation: Identifying facial asymmetry and occlusal cant in orthognathic surgery planning. *Sci Rep* [Internet]. diciembre de 2017 [citado 1 de junio de 2020];7(1). Disponible en: <http://www.nature.com/articles/s41598-017-02250-w>
26. Suhk J, Park J, Nguyen A. Nasal Analysis and Anatomy: Anthropometric Proportional Assessment in Asians—Aesthetic Balance from Forehead to Chin, Part I. *Semin Plast Surg.* 23 de noviembre de 2015;29(04):219-25.

27. Lee S-T, Choi N-R, Song J-M, Shin S-H. Three-dimensional morphometric analysis of mandible in coronal plane after bimaxillary rotational surgery. *Maxillofac Plast Reconstr Surg* [Internet]. diciembre de 2016 [citado 7 de junio de 2020];38(1). Disponible en: <http://jkamprs.springeropen.com/articles/10.1186/s40902-016-0096-7>
28. Icen M, Orhan K, Oz U, Horasan S, Avsever H. Relationship between pterygomaxillary fissure morphology and maxillary/mandibular position: A cone beam computed tomography assessment. *J Orofac Orthop Fortschritte Kieferorthopädie*. mayo de 2020;81(3):183-91.
29. Chen X, Zin AM, Lin L, Xin Y, Chen W, Han W, et al. Three-dimensional analysis of cranial base morphology in patients with hemifacial microsomia. *J Cranio-Maxillofac Surg*. febrero de 2018;46(2):362-7.
30. Costa HN, Slavicek R, Sato S. A computerized tomography study of the morphological interrelationship between the temporal bones and the craniofacial complex: The temporal bones and the craniofacial complex. *J Anat*. junio de 2012;220(6):544-54.
31. Marianetti TM, Marianetti S, Gasparini G, Pelo S. Correlation Between Cranial Base Morphology and the Position of the Glenoid Fossa in Patients With Facial Asymmetry: *J Craniofac Surg*. julio de 2014;25(4):1190-4.
32. Harikrishnan P, Balakumaran V. Analysis of Intramaxillary and Mid-Face Skeletal Asymmetry in a Three-Dimensional Model With Complete Unilateral Cleft Lip and Palate: *J Craniofac Surg*. noviembre de 2018;29(8):e759-62.
33. Singh J, Rahman RA, Rajion ZA, Abdullah J, Mohamad I. Orbital Morphometry: A Computed Tomography Analysis. *J Craniofac Surg*. enero de 2017;28(1):e64-70.
34. Andrades P, Cuevas P, Hernández R, Danilla S, Villalobos R. Characterization of the orbital volume in normal population. *J Cranio-Maxillofac Surg*. abril de 2018;46(4):594-9.
35. Resnick CM, Calabrese CE, Resnick AS. Maxillary Sagittal Position in Relation to the Forehead: A Target for Orthognathic Surgery. *J Craniofac Surg*. mayo de 2018;29(3):688-91.
36. Wu BW, Kaban LB, Peacock ZS. Correlation of Cephalometric Analyses With Clinical Impression in Orthognathic Surgery Patients: Harvold and Steiner Analyses. *J Oral Maxillofac Surg*. noviembre de 2019;77(11):2308-17.
37. Resnick CM, Daniels KM, Vlahos M. Does Andrews facial analysis predict esthetic sagittal maxillary position? *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. abril de 2018;125(4):376-81.
38. Fariña R, Bravo R, Villanueva R, Valladares S, Hinojosa A, Martinez B. Measuring the condylar unit in condylar hyperplasia: from the sigmoid notch or from the mandibular lingula? *Int J Oral Maxillofac Surg*. julio de 2017;46(7):857-60.
39. Tamburrino RK, Boucher NS, Vanarsdall RL, Secchi A. The Transverse Dimension: Diagnosis and Relevance to Functional Occlusion. :6.

40. Sawchuk D, Currie K, Vich ML, Palomo JM, Flores-Mir C. Diagnostic methods for assessing maxillary skeletal and dental transverse deficiencies: A systematic review. *Korean J Orthod.* 2016;46(5):331.
41. Kim MS, Lee EJ, Song IJ, Lee J-S, Kang B-C, Yoon S-J. The location of midfacial landmarks according to the method of establishing the midsagittal reference plane in three-dimensional computed tomography analysis of facial asymmetry. :6.