



Universidad de Valparaíso
Facultad de Odontología
Escuela de Odontología
Cátedra de Ortodoncia

**ESTUDIO CEFALOMÉTRICO DE LA INCLINACIÓN MANDIBULAR
SEGÚN LA MORFOLOGÍA FACIAL, MORFOLOGÍA MANDIBULAR Y
RELACIÓN INTERMAXILAR, EN PACIENTES DÓLICOFACIALES,
UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO (V REGIÓN).**

**Trabajo de Investigación
Requisito para optar al título de Cirujano Dentista**

Alumnos:

Maricarmen Espinoza Retamal
Patricio Hinojosa Henríquez
Paula Ibarra Leiva

Docente Guía:

Dr. Jorge Ramírez Caballero

**VALPARAÍSO, CHILE
2009**

Índice

Introducción.....	1
Marco Teórico.....	2
<i>Crecimiento y desarrollo</i>	2
<i>Crecimiento y desarrollo óseo</i>	2
<i>Crecimiento y desarrollo maxilofacial</i>	3
Conceptos generales sobre crecimiento	3
Rotaciones en el crecimiento	4
<i>Plan general de estructura cráneo facial humana</i>	6
Base del cráneo	6
Cara	7
Configuración nasomaxilar	8
Generalidades del crecimiento mandibular y ángulo gonial anatómico	10
<i>Variaciones normales en la forma facial</i>	15
<i>Biotipos braquicefálicos y dolicocefálicos</i>	15
Braquicefálicos	15
Dolicocefálicos	16
Características de los dolicocefálicos	17
<i>Telerradiografía y Cefalometría</i>	19
Telerradiografía lateral de cráneo	19
Cefalometría	19
Métodos cefalométricos	21
<i>Análisis cefalométricos relacionados con el estudio</i>	25
Análisis de Björk – Jarabak	25
Análisis de Trujillo	29
Análisis de Schwarz	30
Ángulo de inclinación mandibular (SPM)	31

Objetivos.....	32
Materiales y método.....	33
Resultados.....	38
Discusión.....	52
Sugerencias.....	54
Conclusiones.....	55
Resumen.....	56
Referencias Bibliográficas.....	57
Anexos.....	61

Padres

*Que ímensemente grande es el triunfo
alcanzado; pero cuán pequeño
nos resulta al ofrendárselos.*

Nuestros Sinceros agradecimientos

Al talentoso y joven profesor, Dr. Jorge Ramírez Caballero, guía e inspirador de esta tesis, por sus sabios consejos y constante ejemplo de dedicación y amor a la docencia.

*A la increíble mujer Teresa Leiva
quien además de apoyarnos
incondicionalmente,
se preocupó concediéndonos
de sus deliciosas meriendas.*

*A la eminente Facultad de la Universidad
de Valparaíso en su dilatada labor de
enseñanza, consagrandó la íntima penetración
de la inteligencia con la bondad.*

Finalmente:

*A nosotras... por ser un equipo, ser compañeras, tolerarnos,
perseverar y en armoniosa síntesis por llevar esto
acabo y ante todo... por ser amigas.*

Introducción

El esqueleto óseo cráneo facial es una estructura compuesta, que soporta y protege una serie de órganos vitales, siendo importante en la ortodoncia puesto que las variaciones en la morfología cráneo facial son la fuente de maloclusiones, y los cambios clínicos del crecimiento y la morfología ósea son una base fundamental del tratamiento.

El crecimiento y desarrollo cráneo facial, son procesos morfogénicos encaminados hacia un estado de equilibrio funcional y estructural entre las múltiples partes regionales de los tejidos duros y blandos. Este fenómeno básico perdura para conservar el equilibrio constante durante la edad adulta y la vejez, ante las relaciones y circunstancias externas e internas siempre cambiantes.

La ortodoncia, como parte de la odontología, es la ciencia que se ocupa de la morfología facial y bucal en sus diferentes etapas de crecimiento y desarrollo, así como el conocimiento, prevención y corrección de la desviación de esta morfología y funciones normales.

La posibilidad de actuar clínicamente en el crecimiento de las estructuras faciales es un gran desafío para los ortodontistas, porque en la actualidad, es esta especialidad la que valora y da más importancia al diagnóstico cráneo facial, y porque el conocimiento más profundo del problema, facilita aplicar un tratamiento adecuado.

Dentro de la ortodoncia, el análisis cefalométrico es de gran ayuda, tanto como medio de apoyo diagnóstico, de evolución, de evaluación del resultado y resultado final del tratamiento.

En la práctica diaria, para apoyar un diagnóstico cefalométrico determinado, se han utilizado cefalogramas de diversos autores. Lo cierto es que este hecho ha motivado a estudiar la coincidencia o no en los diagnósticos, al aplicar diferentes métodos cefalométricos en estos pacientes.

Las medidas cefalométricas, como apreciaciones matemáticas, muchas veces no se reflejan clínicamente. Es esperable que en un paciente dolicofacial se manifieste, entre otras características, la hiperdivergencia en el tercio facial inferior. Esta característica, es de vital importancia en la clínica ortodóncica para la toma de criterios terapéuticos.

De este modo, el presente estudio tiene como objeto estudiar el comportamiento de tres medidas cefalométricas distintas en pacientes dolicofaciales, evaluando la manifestación de patrones de hiperdivergencia en ciertos segmentos faciales determinados.

Si los análisis cefalométricos siempre arrojaran diagnósticos concordantes, sería necesaria la aplicación de uno solo, esto ayudaría de gran manera al diagnóstico definitivo del paciente. La finalidad de la cefalometría no es el crear una cara universal común, sino la de respetar los rasgos etarios, sexuales, étnicos, etc.

Se considera que la profundización en los estudios del diagnóstico ortodóncico ha contribuido al enriquecimiento del mismo, y ha dado la oportunidad de conocer lo difícil de esta problemática, donde se muestran nuevas motivaciones en el trabajo científico que puedan redundar en un conocimiento más integral de los pacientes.

Marco Teórico

Crecimiento y desarrollo

El crecimiento y desarrollo de un individuo es un fenómeno continuo que se inicia en el momento de la concepción y culmina al final de la pubertad, período durante el cual se alcanza la madurez en sus aspectos: físico, psicosocial y reproductivo. Esta transformación involucra cambios en el tamaño, organización espacial y diferenciación funcional de tejidos y órganos (Avaria, 2005).

Los procesos de crecimiento y desarrollo son fenómenos simultáneos e interdependientes. Ambos procesos tienen características comunes a todos los individuos de la misma especie, lo que los hace predecibles, sin embargo presentan amplias diferencias entre los sujetos, dadas por el carácter individual del patrón de crecimiento y desarrollo, el cual emerge de la interacción de factores genéticos y ambientales, que establecen, por una parte, el potencial del crecimiento y por otra, la magnitud en que este potencial se expresa. La información genética establece en forma muy precisa la secuencia y los tiempos en que estos procesos deben ocurrir, de modo que si alguna noxa actúa en estos períodos, impidiendo que un evento ocurra en los plazos establecidos, puede producir un trastorno definitivo del crecimiento y/o desarrollo (Avaria, 2005).

Crecimiento y desarrollo óseo

El hueso es una variedad de tejido conjuntivo. Es uno de los pocos tejidos que se mineraliza en condiciones normales (Rocemberg, 2005).

La formación y reabsorción ósea están relacionadas en el tiempo y espacio, y pueden regularse por factores locales y generales (Rocemberg, 2005).

Las células osteoprogenitoras son células madres mesenquimatosas pluripotenciales reguladas por citocinas y factores de crecimiento para luego dividirse y posteriormente diferenciarse en osteoblastos, células encargadas de la formación y mineralización ósea. En cuanto éstas quedan rodeadas de matriz se les conoce como osteocitos, las cuales son células osteoformadoras más numerosas aún, empotradas en el tejido óseo y comunicadas entre sí y con los osteoblastos de la superficie ósea por medio de redes de canalículos (Rocemberg, 2005).

El osteoclasto es la célula encargada de la reabsorción ósea, así pues, cuando el hueso se descompone en unidades elementales, se liberan sustancias que inician su renovación conformándose una actuación coordinada de osteoclastos y osteoblastos (Rocemberg, 2005).

Los osteoclastos y osteoblastos actúan coordinadamente, las citocinas y factores de crecimiento regulan el crecimiento, proliferación, maduración y metabolismo de éstas células (Rocemberg, 2005).

Crecimiento y desarrollo máxilofacial

Conceptos generales sobre crecimiento

El crecimiento y desarrollo facial es un proceso morfogenético encaminado hacia un estado de equilibrio funcional y estructural entre todas las múltiples partes regionales del tejido duro y blando en crecimiento y cambio (Enlow & Hans, 1998).

Para comenzar se presentan conceptos fundamentales vinculados con la morfogénesis de los huesos faciales (Enlow & Hans, 1998).

Los huesos crecen por agregación de tejido óseo nuevo (deposición) en un lado de la corteza ósea y mediante su eliminación en el otro (reabsorción). Este proceso compuesto recibe el nombre de “deriva” (fig. 1), el cual crea un movimiento directo de crecimiento de cualquier área ósea determinada. La superficie externa (periestio) e interna (endosteo) de todo un hueso presentan campos de reabsorción y depósitos combinados. A la vez esta remodelación continua generará una reubicación ósea de forma continua y tridimensional a fin de ajustarse con cada posición (Enlow & Hans, 1998).

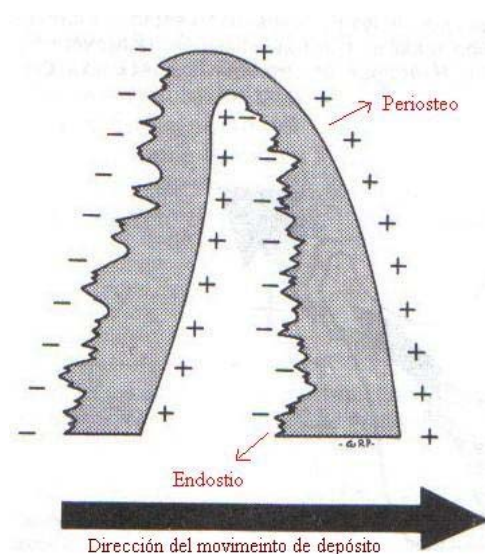


Figura 1. Proceso de deriva. Zonas de reabsorción (-) y aposición (+) (Enlow & Hans, 1998).

El crecimiento no está programado en la parte calcificada del hueso mismo, o sea no regula su propia remodelación, los determinantes genéticos, funcionales y estructurales radican en el conjunto de tejidos blandos que activan, desactivan, aceleran y retardan las acciones histogénicas de los tejidos conectivos osteogénicos (periestio – endosteo – suturas – membrana periodontal) aportando señales informativas que regulan el desarrollo óseo (Enlow & Hans, 1998).

Los cambios de tejidos óseos y blandos durante la adultez son más leves que en la adolescencia, por ende siguen ocurriendo cambios faciales en tanto aumenta la edad (Pecora et al., 2008).

Conforme el hueso aumenta de volumen, al mismo tiempo se aleja de otros huesos que están en contacto directo con él, fenómeno físico que recibe el nombre de “desplazamiento primario” (o translación) (fig. 2) el cual se presenta mientras crece y se remodela. Durante el crecimiento también se presenta un fenómeno de “desplazamiento secundario” el cual corresponde al movimiento de todo un hueso por el agrandamiento independiente de otros que pudieran ubicarse cerca o muy distantes. Otro concepto importante es el de las rotaciones, las cuales pueden ocurrir por remodelación o desplazamientos primarios o secundarios (Enlow & Hans, 1998).

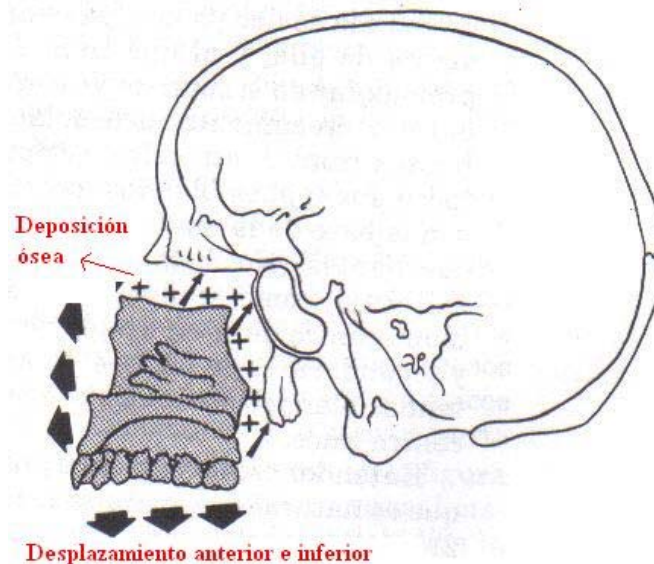


Figura 2. Desplazamiento Primario del complejo nasomaxilar y mandíbula (Enlow & Hans, 1998).

Rotaciones en el crecimiento

Existen dos categorías básicas de rotaciones por remodelación y por desplazamiento primario y secundario, constituyendo entre ambas categorías cambios en el crecimiento. Tanto el desplazamiento primario como el secundario, así como la remodelación, intervienen en los movimientos de crecimiento de todos los huesos. A través del complejo craneofacial, se identifican innumerables combinaciones diferentes de los tres procesos. (Enlow & Hans, 1998).

Si bien existen innumerables ejemplos rotacionales, varias en parte tienen un significado clínico destacado, ejemplos:

a) Rotación mandibular de la remodelación de la rama: esta ocurre cuando se cierra el ángulo gonial por remodelación de la rama (fig. 3) colocando el arco inferior en oclusión con el superior.

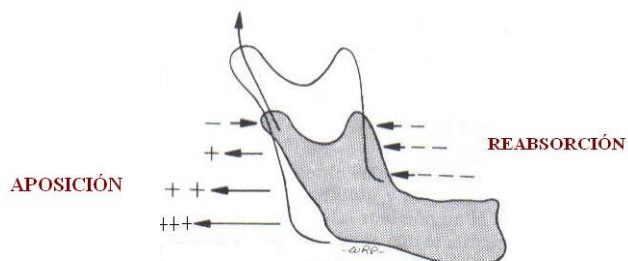


Figura 3. Rotación mandibular por remodelación de la rama (Enlow & Hans, 1998).

Mientras estos cambios avanzan también puede rotar toda la mandíbula hacia abajo y atrás o viceversa por la altura vertical del desarrollo del complejo nasomaxilar generando una rotación por desplazamiento (fig. 3) (Enlow & Hans, 1998).

b) Rotación mandibular por desplazamiento (fig. 4). Todo el complejo nasomaxilar rota a favor o en contra de las manecillas del reloj según las actividades del crecimiento del basicraneo subyacente y el complejo sutural que conecta la cara media al piso. Esto puede generar una inclinación y ajuste del paladar y el arco maxilar hacia posiciones abiertas o cerradas de mordida (Enlow & Hans, 1998).

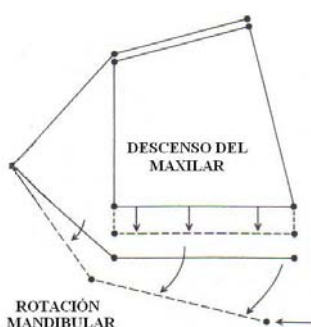


Figura 4. Rotación mandibular por desplazamiento (Enlow & Hans, 1998).

En conclusión el hueso no crece en sitios o centros especiales, su crecimiento se manifiesta en direcciones divergentes generándose un fenómeno tridimensional (Enlow & Hans, 1998).

Plan general de la estructura cráneo facial humana

Los huesos de la cabeza los podemos dividir en huesos del cráneo y huesos de la cara (Figun, 2002).

La bóveda es la parte superior del cráneo y la base del cráneo la parte inferior del mismo. (Enlow & Hans, 1998).

Base del cráneo

Está formada por los huesos frontal, etmoides, esfenoides, occipital y peñasco del temporal (Ustrell & Duran, 2002). Se divide en un segmento anterior (desde la silla turca al hueso frontal) y otro posterior (desde la silla turca al basión) (Canut, 2000).

La expansión de las diversas partes de los hemisferios cerebrales produce cavidades de tamaño considerable en el piso craneal. Cada una de estas fosas endocraneales se relaciona con lóbulos específicos del cerebro en el piso del cráneo. Y con partes individuales de la cara la faringe etc (Enlow & Hans, 1998).

Las fosas craneales anterior y media son determinantes en la longitud anteroposterior del complejo nasomaxilar y de la rama mandibular respectivamente (Enlow & Hans, 1998).

Por tanto la configuración de la arcada dentaria se relaciona de forma indirecta con base craneal, morfología cerebral, y el tipo de forma cefálica (Enlow & Hans, 1998).

En el feto la base craneal es una lámina contigua del cartílago en la que, hacia la 12ª semana, se van diferenciando unos centros de osificación separados entre sí por franjas de cartílago o sincondrosis o suturas tales como frontoesfenoetmoidal, interesfenoidal, esfenoccipital e intraoccipital. Estas suturas tienen el mismo papel que en el estadio prenatal: favorecer el crecimiento y desarrollo anteroposterior de las dos zonas de la base craneal (Ustrell & Duran, 2002).

La cabeza humana no crece de forma homogénea, como un balón que se hincha, sino que cada región crece según unas leyes particulares en dirección e intensidad. Debido a este hecho, es necesario encontrar unas estructuras fijas que sirvan de referencia para poder medir, en el tiempo, los cambios dimensionales que tienen lugar en el complejo dentofacial. La estabilidad absoluta es imposible de encontrar en el cráneo y en la cara en desarrollo, puesto que todos los huesos están creciendo a la vez y cambiando; no hay puntos o estructuras que no se modifiquen y permanezcan estables. Esto ha conducido a la necesidad de recurrir a estructuras de referencia que sean las menos afectadas por el crecimiento, las menos inestables o las que antes cesen en su crecimiento local (Barrachina, 2000).

La silueta radiográfica de la base craneal anterior ha sido usada como la línea de referencia en diferentes análisis cefalométricos. Desde esta zona de relativa estabilidad, a partir de los 7 años, es posible analizar el desarrollo de otras áreas de crecimiento (Canut, 2000).

Sutura frontoesfenoetmoidal

La sutura frontoesfenoetmoidal guía el crecimiento anteroposterior de la base craneal anterior y sus alteraciones influyen, además, en la posición espacial del frontal y del maxilar superior (Ustrell & Duran, 2002).

Existe una gran discrepancia entre los distintos autores sobre el momento de su cierre, por ello es importante saber que el máximo crecimiento se da a los 7 años. A partir de este momento sigue creciendo pero solo de forma residual (Ustrell & Duran, 2002).

Esta sutura está situada encima de la fosa pterigomaxilar (en realidad un espacio virtual), que será por tanto prácticamente su prolongación y por eso ejercerá de rompe – fuerzas entre los sectores craneal y facial (Ustrell & Duran, 2002).

Cara

Los huesos de la cara son pares y simétricos, estos son: el maxilar superior, malar o cigomático; el unguis o hueso lacrimal; los cornetes superior, medio e inferior; el nasal y el palatino. Las excepciones son el vómer y la mandíbula (Figun, 2002).

La cara humana es topográficamente diferente a las de otros mamíferos, aunque se apegan a las mismas reglas morfogenéticas y morfológicas básicas. En su mayor parte las diferencias se refieren al tamaño proporcionado de los elementos y sus ubicaciones rotacionales, a la manera como se vinculan con la postura corporal, cefálica y al tamaño y configuración cerebral (fig. 5) (Enlow & Hans, 1998).

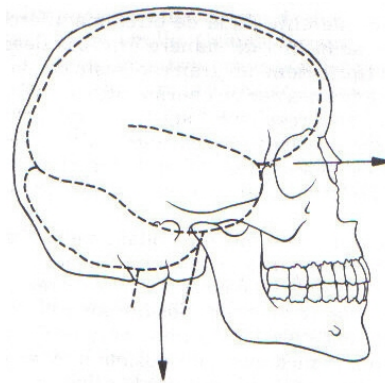


Figura 5. Ensanchamiento y configuración final del cerebro originando una curvatura del basicraneo humano (Enlow & Hans, 1998).

El proceso de crecimiento para cada región se plantea como dos partes separadas. Primero se describen los cambios producidos por remodelación luego se

explican los cambios generados por desplazamiento. Se entiende que ambos fenómenos ocurren al mismo tiempo, pero deben describirse por separado ya que sus efectos son muy distintos. (Enlow & Hans, 1998).

Por otra parte el crecimiento de cada parte de la cara comprende además dos elementos importantes “magnitud y dirección” constituyendo el vector de crecimiento. Para cada parte hay un perímetro ordenado y predeterminado de crecimiento máximo, el cual por lo general no se excede y es el mismo para el crecimiento cerebral. El cerebro comparte los límites de crecimiento anterior, descendente, posterior y lateral para la cara. El motivo de esta relación facial y basicraneal es que el cerebro evolucionó en combinación con el piso craneal, ajustándose en forma, tamaño, ángulos y rasgos topográficos y a la vez el piso craneal es la plantilla en donde se edifica la cara (Enlow & Hans, 1998).

Los vínculos posicionales entre lóbulos cerebrales y elementos faciales, además entre fosa craneal media y faringe, se establecen pronto en el desarrollo embrionario (Enlow & Hans, 1998).

La cara también se ensancha notablemente por la anchura mayor del cerebro y el piso craneal, y porque las órbitas y los pómulos rotan hacia posiciones anteriores. La cara humana se localiza por debajo del lóbulo frontal del cerebro; en contraste, en otros mamíferos se encuentra en gran parte frente al cerebro. (Enlow & Hans, 1998).

La altura facial se define como la distancia entre Nasión y Gnación cuando se proyectan en el plano frontal. Se divide en cara superior e inferior. La cara superior es la distancia entre ANS y Nasión cuando se proyectan en un plano frontal. La cara inferior es la distancia entre ANS y Gnación, cuando se proyectan en un plano frontal (Enlow & Hans, 1998). Esto es definido por puntos en tejidos duros.

Ahora bien, si la definimos en tejidos blandos, se obtiene trazando tres perpendiculares al plano sagital medio, que son tangentes a estructuras visibles. Así se logran tres rectas: la línea supraciliar, la subnasal y la submentoniana. Estas dividen la cara en dos mitades. Para que la cara esté proporcionada estas zonas deben tener la misma altura. Una desviación de la proporción establecida permite expresar si el tercio inferior facial es largo o corto con relación al resto de la cara. Es una medida de valor diagnóstico que puede directamente apreciarse al analizar visualmente la cara, corroborando después con la cefalometría la primera impresión subjetiva (Canut, 2000).

Configuración nasomaxilar

El tercio medio facial, o lo que habitualmente se considera como la cara propiamente tal, está constituido por la cavidad orbitaria, la cavidad nasal, los senos, el cuerpo y la apófisis alveolar del maxilar. El hueso más importante es el maxilar superior y al analizar su crecimiento es imposible separarlo de las estructuras craneofaciales a las que está unido, por lo que sería mejor hablar del crecimiento del complejo nasomaxilofacial (fig. 6) (Canut, 2000).

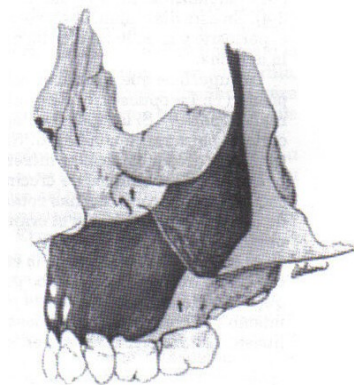


Figura 6. Complejo nasomaxilar (Enlow & Hans, 1998).

El complejo nasomaxilar, como ya se mencionó se asocia de manera específica con la fosa craneal anterior. Los límites posteriores de dichas fosas igualadas establecen el límite posterior a la cara media. Esta es, en esencia una relación anatómica que no varía. (Enlow & Hans, 1998).

El límite anterior de la región nasomaxilar (porción media facial) corresponde al margen anterior del lóbulo frontal y el borde posterior corresponde al límite posterior del lóbulo frontal. Los planos verticales anterior y posterior del área facial media son perpendiculares al bulbo olfatorio y la orbita, respectivamente (fig. 7). Los sentidos especiales ubicados en la cara misma (olfato y visión) establecen algunas direcciones de crecimiento facial. El complejo nasomaxilar crece tanto hacia delante como el borde cerebral con dirección casi perpendicular a los bulbos olfatorios. El límite inferior del espacio facial medio corresponde al nivel inferior del cerebro (Enlow & Hans, 1998).

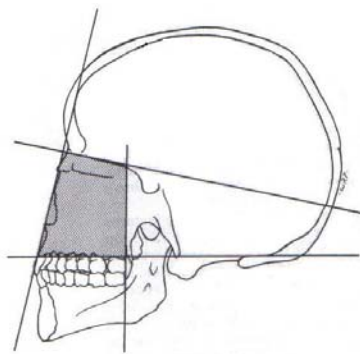


Figura 7. Perímetro de crecimiento que establece el espacio ocupado por el complejo nasomaxilar (Enlow & Hans, 1998).

La dirección del crecimiento en esta región se establece por el sentido de la vista.

El borde posterior de la tuberosidad del maxilar se sitúa debajo del piso de la órbita siendo ésta el techo de la tuberosidad y de los senos. La tuberosidad se alinea perpendicular al eje geométrico neutral de la órbita (fig. 8) (Enlow & Hans, 1998).

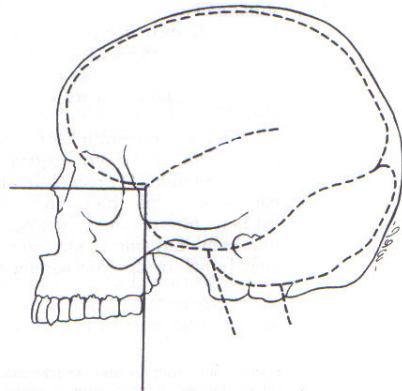


Figura 8. Alineamiento perpendicular de la tuberosidad al eje geométrico neutral de la órbita. (Enlow & Hans, 1998).

El maxilar de casi todos los mamíferos posee configuración triangular, en el ser humano es rectangular. Esto resulta de una rotación oclusal hacia un plano horizontal para adaptarse a la rotación vertical de toda la región facial media. En la mayor parte de los mamíferos, incluso el ser humano, el plano oclusal es casi paralelo al plano Frankfort. El característico perfil facial humano vertical es resultado combinado de 1) una frente bulbosa 2) la rotación del área nasal hacia un plano vertical 3) una disminución de la protrusión bucomaxilar, junto con la convergencia orbitaria medial, 4) la rotación de las órbitas hasta posturas verticales 5) una rotación del arco superior hacia abajo y hacia atrás y 6) la reducción bimaxilar en la extensión del prognatismo iguala la disminución nasal (Enlow & Hans, 1998).

Generalidades del crecimiento mandibular y ángulo gonial anatómico

La mandíbula se remodela y desplaza de manera simultánea mientras lleva a cabo un cambio hacia delante y abajo desde la interfase temporomandibular (Enlow & Hans, 1998).

El cóndilo es un campo de crecimiento regional muy importante a nivel mandibular y tiene un doble papel 1) proporcionar un contacto articular que amortigua la presión y 2) hacer posible una capacidad de crecimiento multidireccional en respuesta a las condiciones y variaciones del desarrollo constantemente cambiantes (Enlow & Hans, 1998).

El crecimiento total de la mandíbula es la suma total de todas las diferentes fuerzas regionales para el control del crecimiento (Enlow & Hans, 1998).

La fosa craneal media determina el espacio horizontal faríngeo y el ancho de la rama mandibular, las cuales la deben igualar en dimensión, la rama se adapta al espacio faríngeo para proporcionar el potencial de desarrollo requerido en la ubicación del cuerpo mandibular en una posición funcional, teniendo en cuenta que el tamaño del cuerpo mandibular debe ser igual al tamaño del arco superior. Si estos ajustes son exitosos existirá un mejor ajuste oclusal (Enlow & Hans, 1998).

La función clave de la rama es proporcionar al cuerpo y a la arcada dental un ajuste continuamente cambiante con el crecimiento maxilar y las ilimitadas variaciones estructurales de la cara. Esto gracias a una remodelación crítica y a ajustes en la alineación de la rama, la longitud vertical y el ancho anteroposterior. Lo que proporciona un mejor ajuste con el arco maxila y la fosa media craneal. De hecho, la especial importancia de la rama en el desarrollo se acentúa en el crecimiento craneofacial (Enlow & Hans, 1998).

Los principales vectores del crecimiento de la mandíbula son el posterior y el superior. Así, la rama casi siempre se remodela posterosuperiormente mientras la mandíbula se desplaza hacia anterior e inferior (Enlow & Hans, 1998).

El desarrollo y crecimiento de la rama deben a una reabsorción en el borde anterior y deposición en el borde posterior, entre otros. Por lo regular, la rama se alinea de manera más vertical durante el crecimiento activo y hacia posterior, acompañado de una gran deposición en la parte inferior del borde posterior. Se reabsorbe por ajuste en borde anterior más hacia inferior ocurriendo así una rotación en la remodelación del alineamiento de la rama. En tanto se alcanza un crecimiento más vertical y con mayor ensanchamiento horizontal. Con esto el ángulo gonial se reduce para adecuar el crecimiento nasomaxilar, que también se lleva a cabo al mismo tiempo, además sufre un cambio (se cierra) para prevenir cambios en la relación oclusal entre los arcos maxilar y mandibular (fig. 9) (Enlow & Hans, 1998).

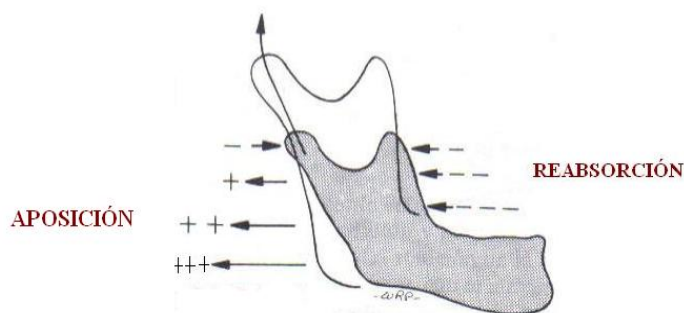


Figura 9. Alineamiento vertical de la rama durante el crecimiento activo (Enlow & Hans, 1998).

En cuanto a la elongación vertical de la rama continua después que su crecimiento horizontal disminuye o cesa (a la par con el crecimiento de la fosa media), con la intención de igualar el crecimiento vertical continuo de la cara media (Enlow & Hans, 1998).

Para lograr esto el crecimiento condilar se vuelve más vertical e incluso puede operar un patrón diferente en la remodelación de la rama (fig. 10). Las direcciones de la remodelación se pueden invertir, pudiendo en algunos individuos tener un crecimiento en la parte anterior y superior del proceso coronoides, una reabsorción en inferior y post de del borde posterior y una remodelación hacia atrás en la parte baja. El resultado una incorporación y dimensión vertical más larga de la rama sin un incremento de material en su anchura antero posterior. Este cambio en la remodelación, si ocurre, parece ser más marcado cuando la reubicación hacia atrás de la rama, para conservar la longitud del cuerpo, decrece. Probablemente hay otras relaciones involucradas debido a los diferentes tipos de cabeza y cara. Así, la rama sufre una alteración por remodelación en donde el ángulo se modifica para conservar una relación de posición constante entre los arcos superior e inferior (Enlow & Hans, 1998).

En la figura 10, si "a" pasa a la posición "b" (verticalización del crecimiento condilar) se produce un del cambio del ángulo gonial y se incrementa el espacio para que pueda erupcionar el tercer molar (Enlow & Hans, 1998).

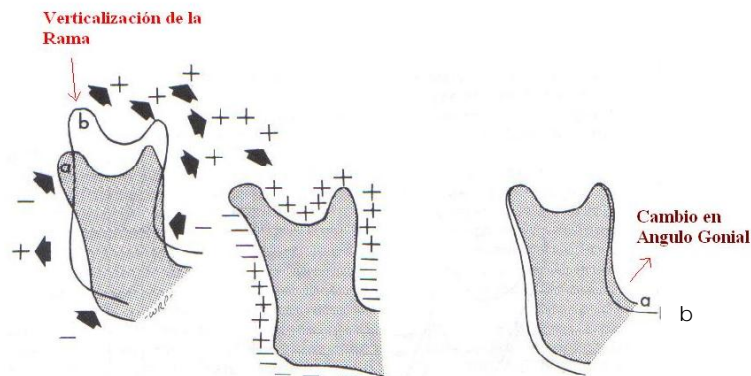


Figura 10. Verticalización del crecimiento condilar e inversión en las direcciones de depósito y reabsorción (Enlow & Hans, 1998).

El compuesto de los cambios en el crecimiento vertical del arco dentoalveolar mandibular, la rama y la fosa media craneal debe igualar al compuesto de los cambios por el crecimiento nasomaxilar vertical para alcanzar el equilibrio facial continuo. Cualquier diferencia generará un tipo de desplazamiento por rotación de la mandíbula hacia abajo y atrás o hacia delante y arriba. Las variaciones normales de los tipos faciales y patrones de la forma de la cabeza son una base común para dichas rotaciones mandibulares. El mentón del humano es el resultado filogenético de la rotación de toda la cara hacia abajo y atrás, y hacia la posición vertical, de la

disminución del prognatismo, de la extensión marcada del crecimiento facial vertical, y del desarrollo de la sobremordida (Enlow & Hans, 1998).

Por otra parte la superficie externa del cuerpo mandibular recibe depósitos constantes de hueso en sus caras bucal y lingual con reabsorción en la parte contraria además tiene un crecimiento alveolar hacia arriba extendiendo muchas veces el basal. Durante el descenso del arco maxilar y el movimiento vertical de los dientes de la mandíbula, al mismo tiempo los dientes anteroinferiores se modifican hacia lingual y arriba (fig. 11). Esto produce una mayor o menor cantidad de sobremordida vertical u horizontal. El borde ventral del cuerpo es también una superficie de depósito; sin embargo, este es un proceso de crecimiento prolongado y progresa de acuerdo con el desarrollo masticatorio a largo plazo y la maduración del arco dental (Enlow & Hans, 1998).



Figura 11. Movimiento vertical de dientes anteroinferiores hacia lingual y arriba por remodelación ósea (Enlow & Hans, 1998).

En cuanto al ángulo entre rama y cuerpo (para Enlow llamado ángulo gonial) siempre participan varios sitios de remodelación, la trayectoria adaptativa del crecimiento del cóndilo es normalmente un factor activo en el desarrollo como se muestra en la figura 12. Las direcciones variables del crecimiento se deben a la proliferación selectiva de pre-condroblastos en algunas partes de la periferia del cóndilo con retraso de la división celular entre otras. Por tanto el crecimiento condilar puede adaptarse a las condiciones ampliamente variables que se le presenten (Enlow & Hans, 1998).

Si cesa o disminuye el crecimiento condilar y el del borde posterior de la rama (la rama hacia atrás, no hacia arriba) la remodelación directa puede ocasionar cambios angulares de rama respecto al cuerpo, pudiendo cerrar o abrir el ángulo gonial (entre rama y cuerpo), entonces cambios en el ángulo gonial se pueden ocasionar a veces por remodelación de la rama, no del cuerpo, determinado por la dirección de la remodelación de la rama y su cóndilo, siendo estas combinaciones responsable de la alineación entre rama y cuerpo (fig.12) (Enlow & Hans, 1998).

En la figura 12, el tamaño de la escotadura antegonial se determina sobre todo por la naturaleza del ángulo entre rama y cuerpo, y por la extensión del depósito de hueso en la superficie inferior justo posterior o anterior a la escotadura. Como

característica, la mandíbula tiene una escotadura antegonial cóncava (a) si el ángulo entre la rama y el cuerpo se abre, y una más plana si se cierra (b). La escotadura antegonial en sí es una superficie de reabsorción porque se reubica hacia posterior, mientras el cuerpo se elonga, en la región originaria gonial de la rama (Enlow & Hans, 1998).

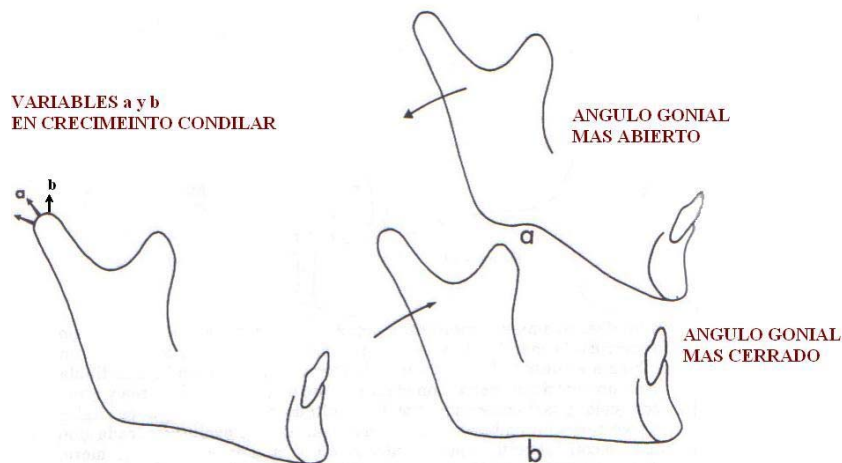


Figura 12. Cambios en ángulo gonial y escotadura antegonial determinado por la dirección de la remodelación de la rama y su cóndilo (Enlow & Hans, 1998).

Algunas estrategias para intervenciones clínicas (sobre todo en la cúpula del mentón) pretenden modificar el ángulo gonial mediante la remodelación de la rama (no sólo del cóndilo), para alcanzar los resultados clínicos deseados. Esto es un punto muy importante porque toda la rama (no sólo el cóndilo) es un objetivo clínico primario.(Enlow & Hans, 1998).

Un punto a destacar es que la manipulación clínica de la rama es efectiva solo mientras esté comprometida activamente en el crecimiento mandibular. Más allá, se conoce poco cómo estimular su capacidad de remodelación en respuesta, en tanto que como ya se analizó exhaustivamente, un equilibrio del desarrollo se alcanza mediante las relaciones vertical, anteroposterior y bilateral con el basicráneo, la vía aérea, el complejo nasomaxilar, la dentición, la lengua y los músculos masticatorios y hioideos. (Enlow & Hans, 1998).

Las mujeres presentan mayores movimientos verticales de mandíbula y rotaciones hacia arriba y hacia atrás. Los hombres, por otro lado, tienen un movimiento más anterior de la mandíbula y un aumento del mentón (Pecora et al., 2008).

La manipulación clínica de la rama es efectiva mientras esté comprometida activamente en el crecimiento mandibular. Más allá se conoce poco como estimular su capacidad de remodelación pero sí se sabe que el equilibrio del desarrollo se alcanza mediante las relaciones vertical, anteroposterior y bilateral con el basicráneo, vía aérea, complejo nasomaxilar y tejidos blandos (Enlow & Hans, 1998).

Variaciones normales en la forma facial

Variación corresponde a una ley biológica fundamental, agrupa al conjunto de cambios estructurales, funcionales y de base genética presentes en un grupo de cualquier especie con capacidad de adaptación en un medio cambiante. Ciertamente la cara humana participa de los fenómenos de variación (Enlow & Hans, 1998).

Las diferencias faciales son de gran amplitud por la gran relación con la expansión del cerebro humano, el cual de manera proporcional muestra una configuración muy grande y variable. En efecto, es posible que entre los seres humanos se presenten patrones faciales más básicos y divergentes que entre las caras de casi todas las especies, esto es por rotaciones craneales y faciales poco frecuentes en relación con la expansión cerebral (Enlow & Hans, 1998).

Son dos los extremos fundamentales en la morfología cefálica: dolicocefálico y braquicefálico y entre ambos un tercer tipo la mesocefalia (Enlow & Hans, 1998).

Es muy característico que ciertos grupos poblacionales presenten tendencias correspondientes a algún tipo de maloclusión o perfil facial en el plan básico de la construcción facial. Sin embargo casi todas las personas presentan además rasgos estructurales intrínsecos que compensan dichas tendencias en mayor o menor grado, en caso de no presentarse tales rasgos compensatorios o de ser insuficientes el resultado de la maloclusión o perfil facial será de manera más marcada (Enlow & Hans, 1998).

En síntesis, la cara de toda persona, sin excepción, es el conjunto de variados desequilibrios regionales naturales e inevitables desde el punto de vista estructural, algunos de éstos compensan y contrarrestan de manera total o parcial los efectos de otros dando como resultado una situación de ajuste funcional y estructural (Enlow & Hans, 1998).

Biotipos braquicefálicos y dolicocefálicos

Como bien ya sabemos, son dos los extremos generales en cuanto a la morfología cefálica: la cabeza de forma alargada, estrecha (dolicocefalia) y aquella con morfología amplia, corta y globular (braquicefalia) (Enlow & Hans, 1998).

En este trabajo de investigación nos centraremos en características y patrones de crecimiento en individuos dolicocefálicos.

Para comenzar detallaremos brevemente las características generales de un braquicefálico para poder diferenciarlo de un dolicocefálico.

Braquicefálicos

Las personas o grupos étnicos con cabeza braquimórfica presentan un cerebro más redondeado, corto (en dirección horizontal) y ancho. Esto determina una base craneal más vertical y con angulación más cerrada disminuyendo la dimensión horizontal de la fosa craneal media. Las fosas craneales medias y anteriores se acortan influyendo esta última en la longitud horizontal y ancho bilateral del complejo

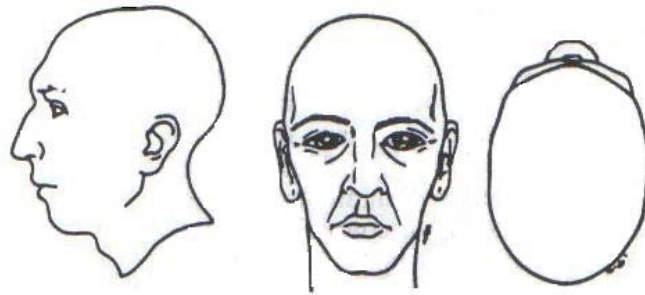
nasomaxilar, resultando más retrusivo y una ubicación relativa más anterior de toda la mandíbula generando mayor tendencia a un perfil prognata y a una clase molar III de Angle. El plano oclusal y la rama mandibular pueden alinearse hacia arriba, pero diversos fenómenos compensatorios producen con frecuencia un plano oclusal perpendicular o inclinado hacia abajo y ligera rotación posterior de la rama. Debido a una fosa craneal más recta y trayectoria más vertical de la médula espinal presentan una tendencia hacia una postura corporal más erecta (fig. 13) (Enlow & Hans, 1998).



Figura 13. Braquicefálicos (Enlow & Hans, 1998).

Dolicocefálicos

El proceso de crecimiento y desplazamientos de las estructuras faciales en personas o grupos poblacionales con cabeza dolicomórfica se liga directamente a que presentan un cerebro largo en sentido horizontal y un tanto estrecho. Esto determina una base craneal un poco más plana; o sea, la angulación entre el piso craneal medio y el anterior es más abierta y más larga en dirección horizontal. Primero, todo el complejo nasomaxilar se ubica en posición más protrusiva que la mandíbula por una rotación basicraneal hacia delante y, también, los segmentos medio y anterior del piso craneal son horizontalmente más largos. Segundo, todo el complejo nasomaxilar descende en relación con el cóndilo mandibular. Esto produce una rotación descendente y posterior de toda la mandíbula. Tercero, el plano oclusal rota hacia una alineación inclinada de modo descendente. La ubicación anterior bidireccional del maxilar y la colocación hacia atrás del cuerpo mandibular generan una tendencia hacia la retrusión mandibular, y la ubicación de los molares produce otra hacia una posición de clase II de Angle. El perfil tiende a ser retrógnata; no obstante, a menudo intervienen cambios compensatorios. Debido al ángulo más abierto de la base de cráneo y la trayectoria resultante de la médula espinal hacia la región cervical, este tipo facial se vincula con tendencia mayor hacia una postura algo encorvada y la inclinación anterior de la cabeza y el cuello (fig. 14) (Enlow & Hans, 1998).



DOLICOCEFALIA

Figura 14. Dolicocefálicos (Enlow & Hans, 1998).

Características dolicocefálicos

- Cara larga (Enlow, 1992; Iida et al., 2005; Pompa y Padilla & Teramoto, 2004) y estrecha en sentido horizontal.
- Nariz más larga en sentido vertical y mucho más protrusiva.
- La pendiente del perfil nasal tiende a seguir la misma inclinación de la frente.
- Glabella y arcos supraciliares tienden a ser más prominentes, lo que otorga a los pómulos un aspecto menos prominente, y por tal motivo los ojos parecen ubicarse a una mayor profundidad.
- Vista desde arriba, la cara es más angular y menos plana.
- Cerebro es largo en sentido horizontal determinando una base craneal más plana.
- Segmento medio y anterior del piso craneal horizontalmente más largos.
- La curvatura del basicraneo entre las partes media y anterior es más abierta. Un piso más aplanado lo que eleva al basicráneo.
- La angulación más abierta de la base craneal determina una porción facial superior más protrusiva y una región facial inferior más retrusiva (fig. 15).

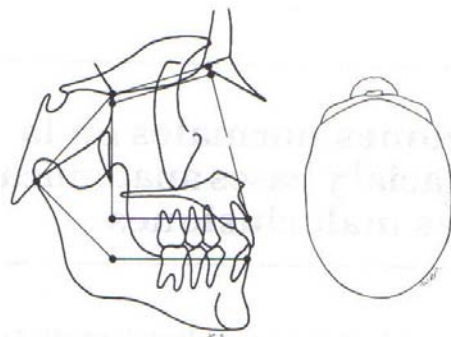


Figura 15. Angulación mas abierta entre parte media y anterior del basicraneo (Enlow & Hans, 1998).

- Complejo nasomaxilar se ubica en posición más protusiva que la mandíbula por una rotación basicraneal hacia delante, además este desciende en relación con el cóndilo mandibular, produciendo una rotación descendente y posterior de toda la mandíbula.
- **El plano oclusal rota hacia una alineación inclinada de toda la mandíbula.**
- **La ubicación anterior bidireccional del maxilar y la colocación hacia atrás del cuerpo mandibular generan una tendencia hacia la retrusión mandibular, y la ubicación de los molares produce otra hacia una posición clase II de Angle.**
- Perfil facial retrógnata (convexo), pero a menudo intervienen cambios compensatorios.
- Arco dental superior angosto y paladar profundo.
- Tendencia maloclusión clase II de Angle.
- Complejo nasomaxilar se ubica en posición más protrusiva que la mandíbula por una rotación basicraneal hacia delante, y también los segmentos medio y anterior del piso craneal horizontalmente más largos.
- Todo el complejo nasomaxilar desciende en relación con el cóndilo mandibular.
- **El plano oclusal rota hacia una alineación inclinada de modo descendente.**
- A menudo se nota una curva compensatoria de Spee más profunda.
- Tendencia mayor hacia una postura algo encorvada y la inclinación anterior de la cabeza y el cuello, debido al ángulo más abierto en la base del cráneo y la trayectoria resultante de la médula espinal hacia la región cervical.
- Existe más propensión a dolicocefalia en grupos caucásicos, en especial el grupo inglés (Enlow & Hans, 1998).

Telerradiografía y Cefalometría

Telerradiografía lateral de cráneo

Es un tipo de radiografía muy usada como complemento al diagnóstico en ortodoncia. En la técnica, dada la divergencia de haz de rayos, al aumentar francamente la distancia tubo de rayos-cuerpo a radiografiar, los rayos que llegan al cuerpo y por consiguiente a la placa son más paralelos. Si a esto se agrega que el cuerpo a radiografiar queda adosado a la placa radiográfica, se tendrá como resultado el que se obtenga una radiografía con una mínima magnificación con respecto al verdadero tamaño de las estructuras anatómicas, logrando una relación entre cuerpo e imagen lo más cercana al 1:1 (Urzúa, 2005).

Importancia actual y su complemento en el diagnóstico

Actualmente, la ortodoncia valora y da mayor importancia al diagnóstico, mediante el cual se facilita aplicar un tratamiento adecuado.

Diversos son los factores a considerar en la determinación de un plan de tratamiento, tales como la edad, sexo, raza, pronóstico de desarrollo, tipo facial y severidad de discrepancias maxilofaciales.

Si bien la telerradiografía lateral nos aporta información valiosa para el diagnóstico y tratamiento, no hay fórmula exacta para que puedan ser aplicadas al complejo facial, por lo cual se debe considerar a ésta como una ayuda del diagnóstico y complementarla con los demás datos obtenidos de los métodos de diagnóstico auxiliares (Sardiñas et al., 2001).

Cefalometría

La antropometría, como ciencia descriptiva del hombre ha sido definida por Hrdlicka como la ciencia que se ocupa de observar y medir al hombre, su esqueleto y otros órganos, mediante medios fiables y con objetivos científicos. Para realizar las mediciones, se sirve de unos puntos de referencia desde los que se miden distancias, ángulos o proporciones somáticas. La antropometría estudia el patrón morfológico humano, y ha estado siempre interesada en las mediciones craneales, faciales y dentarias. (Barrachina, 2000).

Desde un punto de vista histórico, Camper, al final del siglo XVIII, fue posiblemente, el primer antropólogo que empleó mediciones angulares para determinar las dimensiones faciales. Las investigaciones clásicas de Hellman en el principio de los años 30 constituyen el antecedente más próximo y directo de la cefalometría actual. El fue, por así decirlo, el eslabón científico que incorporó los métodos antropométricos a la ortodoncia y que sirvió de base para la iniciación de la craneometría radiográfica específicamente orientada a fines ortodóncicos (Barrachina, 2000).

Durante el siglo XIX, la antropometría y la craneometría sufren una evolución a pasos agigantados en manos de anatomistas europeos y americanos, evolución un tanto acelerada debido a los estudios paleoantropológicos suscitados por la teoría de la *selección natural* de Darwin, y el descubrimiento del hombre de Neanderthal y del hombre de Cromagnon (Medrano, 2004).

Entre los innumerables elementos necesarios para la composición de una documentación ortodóncica, la cefalometría ocupa un lugar destacado, permitiendo al ortodoncista elaborar un diagnóstico correcto y planificar el tratamiento con más seguridad. El complejo óseo se constituye en el armazón de soporte de los demás tejidos. De esa manera, cualquier modificación esquelética causará inmediata repercusión en las estructuras blandas. La armonía entre esos elementos confiere al individuo un aspecto estético agradable (De Camargo, 2004).

El desarrollo de la cefalometría ha dado lugar a la necesidad de ubicar de manera exacta marcas para mejorar los estudios cuantitativos del crecimiento craneofacial, evaluación de los efectos de los tratamientos y de la clasificación de los diagnósticos (Shin et al., 2002).

Definición

Cefalometría es un método que, empleando radiografías orientadas, obtiene medidas lineales y angulares de los diversos elementos anatómicos del cráneo y la cara, ofreciendo importante informaciones para la elaboración de los análisis cefalométricos (De Camargo, 2004).

Es importante definir el objetivo del análisis cefalométrico como el estudio de las relaciones horizontales y verticales de los cinco componentes funcionales más importantes de la cara: el cráneo y la base craneal, el maxilar óseo, la dentición y los procesos alveolares superiores, la mandíbula ósea y la dentición y los procesos alveolares inferiores. En este sentido, todo análisis cefalométrico es un procedimiento ideado para obtener una descripción de las relaciones que existen entre estas unidades funcionales (Barahona & Benavides, 2006).

Características de la cefalometría

La aplicación inicial de la cefalometría fue para estudiar el crecimiento facial infantil a través del seguimiento, a lo largo del tiempo, de un grupo de niños normales. Se trató de extraer una serie de patrones o valores medios que permitieran conocer y comparar el desarrollo dentofacial de forma similar a lo que hoy se hace con los atlas de la maduración ósea a través de la radiografía de muñeca. Sin embargo, el principal uso de la cefalometría ha sido la clínica ortodóncica como medio de diagnóstico y de evolución del progreso y resultado final del tratamiento; junto a esta faceta clínica, queda el empleo de la cefalometría para estudiar el crecimiento craneofacial donde se está empleando, desde hace cincuenta años, con fructíferos resultados (Barrachina, 2000).

Desde el punto de vista clínico, la técnica cefalométrica puede ser usada para valorar, comparar, expresar y predeterminar las relaciones espaciales del complejo craneomaxilofacial en un momento cronológico determinado a lo largo del tiempo, o sea permite la evaluación del crecimiento y desarrollo de los huesos maxilares y faciales (De Camargo, 2004); la validez de los datos dependerá de la precisión y fidelidad en respetar los principios que regulan cualquier reproducción radiográfica donde la orientación, distorsión y magnificación deben ser disminuidos y controlados para que los resultados sean objetivamente verificables (Barrachina, 2000).

La cefalometría radiográfica ha sido usada en extenso para el estudio de la forma facial y para el desarrollo de directrices que ayudan al diagnóstico ortodóncico y la planificación del tratamiento. También es usada para relacionar el progreso del tratamiento y el crecimiento craneofacial, para predecir crecimiento de cada paciente, y para otras aplicaciones en las investigaciones ortodóncicas (Barahona & Benavides, 2006; Kuramae et al., 2007). Las telerradiografías tomadas del mismo paciente en las diferentes fases del tratamiento permitirán que sean observados los cambios que están procesándose tanto por el crecimiento, como por la mecánica empleada. Da la oportunidad, de esta manera, que se promuevan cambios en el plan de tratamiento cuando la telerradiografía nos enseña algún posible error de planificación (De Camargo, 2004).

Todos los métodos cefalométricos están relacionados de una u otra manera, difiriendo en sus respectivos criterios para segmentar el complejo craneofacial, y teniendo en común la representación de las medidas en valores numéricos (Kuramae et al., 2007).

Los datos proporcionados por el cefalograma brindan al ortodoncista clínico medios eficientes para diagnosticar las anomalías y alteraciones dentofaciales y esqueléticas (Barahona & Benavides, 2006; De Camargo, 2004).

Al final del tratamiento ortodóncico, la telerradiografía es analizada con el objetivo de evaluar los resultados obtenidos y verificar si las metas propuestas fueron alcanzadas (De Camargo, 2004).

Es importante recalcar que como otras ayudas diagnósticas no se debe magnificar ni minimizar su importancia, además, nunca sustituye al examen clínico, sino que ayuda a complementarlo (Barahona & Benavides, 2006).

Métodos cefalométricos

El método cefalométrico constituye un conjunto de mediciones realizadas sobre telerradiografía de perfil, que permite analizar, localizar, comparar y pronosticar el tratamiento. Los innumerables métodos cefalométricos existentes persiguen en común aplicar los conocimientos actuales sobre el desarrollo facial a la clínica y a la investigación ortodóncica; no es ni posible ni necesario conocerlos todos, pero sí contar con una base que permita aplicar la cefalometría a la práctica diaria (Barrachina, 2000).

No hay, por supuesto, un método cefalométrico mejor, sino más o menos válido para el objetivo que se persigue y que consiste en cuantificar las relaciones espaciales dentomaxilares y craneofaciales. El es clínico el que debe preguntar qué es lo que necesita conocer, y cualquier método es bueno si se utilizar como un método

exploratorio complementario que dé al ortodoncista una información adicional sobre el marco óseo peridentario (Barrachina, 2000).

Tampoco es necesario seguir fielmente todas las mediciones propuestas por un autor, sino que puede ser útil combinar diferentes análisis según el criterio del operador o las exigencias individuales de cada caso concreto. Desde esta perspectiva clínica dirigida a diagnosticar una maloclusión, un método básico debe poder informar de las siguientes relaciones espaciales:

1. Mandíbula con relación al maxilar.
2. Maxilar y mandíbula con respecto al cráneo.
3. Arcada dentaria superior con respecto a la inferior.
4. Posición de los incisivos con respecto a las bases óseas.
5. Prominencia de la barbilla con relación al cuerpo mandibular.
6. Proporciones faciales verticales y sagitales.

Los centenares de métodos existentes pueden agruparse en tres tipos: lineales, angulares y posicionales; un método cualquiera puede tener, por supuesto, mediciones de dos o tres tipos (Barrachina, 2000).

Análisis lineales

Emplean mediciones directas milímetros o proporciones comparadas. Todas las mediciones realizadas sobre una placa lateral tomando puntos craneométricos bilaterales, proyectados sobre un determinado plano de referencia, sufren una doble proyección. Es necesario tener en cuenta la cuantía de la magnificación y su influencia en la medición radiográfica. Las mediciones lineales cambian, además, con la edad, por lo que las normas cefalométricas tendrán que estar adaptadas a los años del paciente. En este grupo de análisis lineales se encuentran los métodos de Korkhaus, Schwarz, Wylie, Bjork y Sassouni (Barrachina, 2000).

Análisis angulares

Fueron desarrollados para eludir algunos inconvenientes de las medidas lineales, ya que un ángulo teóricamente expresa una proporción entre dos líneas (y, por tanto, entre dos o tres puntos). Sin embargo, la desviación de la norma calculada en grados es de difícil interpretación, ya que su cuantía estará en relación con la distancia del punto craneométrico al vértice del ángulo. Es necesario decidir qué lado del ángulo es el que se considera fijo y cuál el variable, por lo que tampoco resuelve todos los problemas. En este grupo de análisis angulares están los métodos de Downs, Tweed, Ballard, entre otros. Algunos métodos combinan las mediciones lineales y angulares, tales como el de Steiner, Holdaway, Björk y Ricketts (Barrachina, 2000).

Análisis posicionales

Para su aplicación al diagnóstico ortodóncico, los métodos posicionales son los más sencillos de interpretar porque dan en tamaño real la cuantía y naturaleza de la desviación. Se marcan ciertas líneas referenciales basadas en la arquitectura facial; se valoran ciertas correlaciones entre las estructuras objeto de estudio y las líneas o puntos de referencia. El más antiguo y conocido de estos sistemas es el de Simon, que trazaba una perpendicular al plano de Frankfurt a través del punto suborbitario; la divergencia en la posición del canino, por ejemplo, es medida por la distancia real desde la perpendicular. En la cefalometría actual se usan los ángulos SNA y SNB, que dan las relaciones posicionales de los maxilares, basándose en un plano de referencia craneal. Se incluyen aquí los métodos de Izard, Muzj, Kosky y Sassouni (Barrachina, 2000).

Reproducibilidad de puntos y trazos cefalométricos

En la ortodoncia contemporánea, la telerradiografía lateral es utilizada para evaluar el tratamiento y los avances logrados. Por lo tanto, es importante mantener los errores al mínimo para lograr evidenciar los pequeños cambios logrados por el tratamiento. Se han investigado errores en la toma de radiografías, trazado, marcación de puntos y mediciones, a fin de minimizarlos. La tecnología, a través de software computacionales e imágenes digitales han ayudado a lograr resultados lo más fieles posibles (Sayinsu et al., 2007).

El análisis cefalométrico está basado en la identificación de puntos anatómicos, muchos de los cuales son difíciles de identificar. Algunas de estas marcas son más reproducibles que otras, y una precisión absoluta es difícil de lograr ya que todas las identificaciones están sujetas a algún grado de error (Dias da Silveira & Dias, 2006).

La interpretación de las imágenes radiográficas es dependiente del conocimiento radiológico, patrones de reconocimiento, y calidad física de la imagen. Parece lógico creer que imágenes cefalométricas con buena calidad nos darán mejores condiciones para la identificación exacta de puntos. Pero, existen otros factores relacionados con la fiabilidad de identificación de puntos (Shin et al., 2002).

La dificultad de identificar estos puntos esta asociada al hecho que en las imágenes las estructuras anatómicas se superponen y los puntos se parean con su homologo del otro lado de la cara. En consecuencia, aparecen como imágenes dobles no coincidentes en la radiografía (Dias da Silveira & Dias, 2006).

De todas maneras, el valor de los análisis cefalométricos depende de la precisión de las técnicas de medición porque errores en estos registros nos pueden llevar a diagnósticos incorrectos (Dias da Silveira & Dias, 2006).

Además existe variación entre observadores en la identificación de los puntos, ya que se crean diferentes conceptos individuales acerca de la definición y percepción de las marcas y trazos (Dias da Silveira & Dias, 2006; Shin et al., 2002).

Otros errores descritos en las mediciones del método cefalométrico son diferencias en la proyección entre dos radiografías del mismo individuo y errores en el proceso de lectura (Björk & Solow, 1962).

La validez de cada medida cefalométrica obtenida de las radiografías depende de la reproducibilidad de los puntos (Dias da Silveira & Dias, 2006).

La calidad de las radiografías, las condiciones bajo las cuales las medidas han sido hechas, y la habilidad y entrenamiento de la persona que hace los trazos cefalométricos afectan en la magnitud del error en la identificación de los puntos cefalométricos (Dias da Silveira & Dias, 2006).

Análisis cefalométricos relacionados con el estudio

a. Análisis de Björk – Jarabak

El análisis cefalométrico de Björk – Jarabak es usado para evaluar el patrón de crecimiento facial en sujetos con oclusión normal o con maloclusión (Kuramae et al., 2007).

Jarabak ha definido la cefalometría como la ciencia que segmenta el complejo dentofacial en orden de relacionar cada parte, y cómo el crecimiento individual de cada una puede afectar a todo el complejo (Kuramae et al., 2007).

Su análisis se basó en los estudios investigativos de Björk, el cual se aplicó a condiciones clínicas, haciendo posible comparar variaciones de forma, tamaño, edad, sexo y raza. También considera las relaciones intermaxilares antero-posterior y vertical, tomando como referencia la base craneal (Kuramae et al., 2007).

Clasificación del biotipo

Realizando la suma de los ángulos de la silla (N-S-Ar), articular (S-Ar-Go) y gonial (Ar-Go-Gn), se obtiene la dirección del patrón de crecimiento (Enlow & Hans, 1998; Zamora, 2004), para así valorar las relaciones de la altura facial anterior (Enlow & Hans, 1998).

La norma de esta sumatoria es de 396° (fig. 16) (Enlow & Hans, 1998; Zamora, 2004).

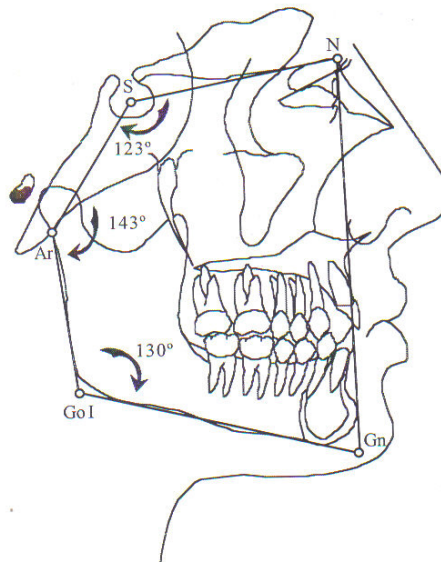


Figura 16. Sumatoria de los ángulos (Zamora, 2004).

En un patrón de crecimiento vertical, los ángulos de la silla y el ángulo gonial estarán abiertos y el ángulo articular se cerrará. Por lo tanto, un valor por sobre la norma determina un crecimiento hipervergente (dolicofacial) (Zamora, 2004).

El trazado de cada ángulo se determina de la siguiente manera:

1. Ángulo de la silla (fig. 17), está formado por Nasion (punto más anterior de la sutura frontonasal ubicada sobre el plano sagital medio), Silla (punto ubicado en el centro de la silla turca del esfenoides) y Articular (punto ubicado en la intersección del borde posterior de la rama con la apófisis basilar del occipital). Su norma es de 123° , y la desviación estándar es de $\pm 5^\circ$.

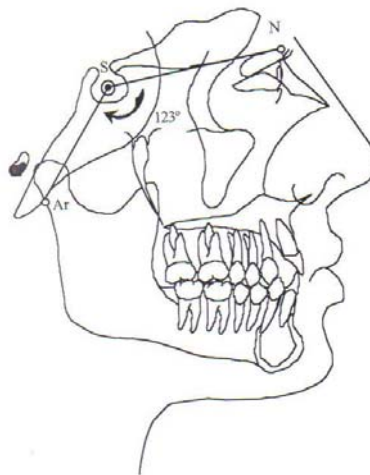


Figura 17. Ángulo N-S-Ar (Zamora, 2004).

2. Ángulo articular (fig. 18), está formado por los puntos Silla, Articular y Gonion (punto de unión del borde posterior de la rama con el borde inferior del cuerpo de la mandíbula). Su norma es de 143° , y la desviación estándar es de $\pm 6^\circ$.

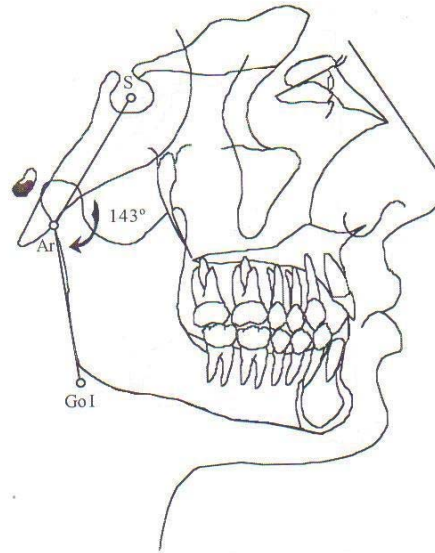


Figura 18. Ángulo S-Ar-Go (Zamora, 2004).

3. Ángulo gonial (fig. 19), está formado por los puntos Articular, Gonion geométrico (Gol) y Gnation geométrico (Gnl).

Gol se encuentra en la intersección de una línea tangente al borde posterior de la rama con otra línea tangente al borde inferior de la mandíbula. Gnl se encuentra en la intersección de una línea tangente al borde inferior de la mandíbula con otra recta entre los puntos N y Pg (el punto pogonion es el más prominente de la parte anterior de la sínfisis mentoniana).

Su norma es de 130° , y la desviación estándar es de $\pm 7^{\circ}$ (Enlow & Hans, 1998; Zamora, 2004).

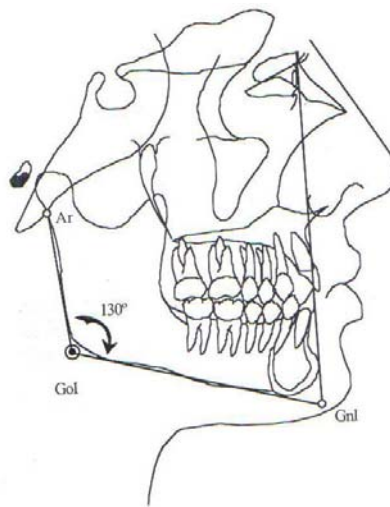


Figura 19. Ángulo Ar-Go-Gn (Zamora, 2004).

b. Análisis de Trujillo

Ángulo Goniaco, morfología mandibular (nombre arbitrario para el estudio)

Es el ángulo formado por la intersección del plano mandibular (Go – Me) y el plano posterior de la rama ascendente que se forma al trazar una recta entre el punto condilar posterior (CdP) que es el más posterior del cóndilo y el punto más posterior del borde del ángulo de la mandíbula (fig. 20) (Zamora, 2004).

Señala el grado de inclinación entre el cuerpo mandibular y la rama ascendente. Los ángulos mayores a la norma generalmente se relacionan con patrones de crecimiento facial vertical mientras que los ángulos menores a la norma se relacionan con patrones de crecimiento horizontal (Zamora, 2004).

La norma para este ángulo es de 125° , con una desviación estándar de $\pm 5^\circ$.

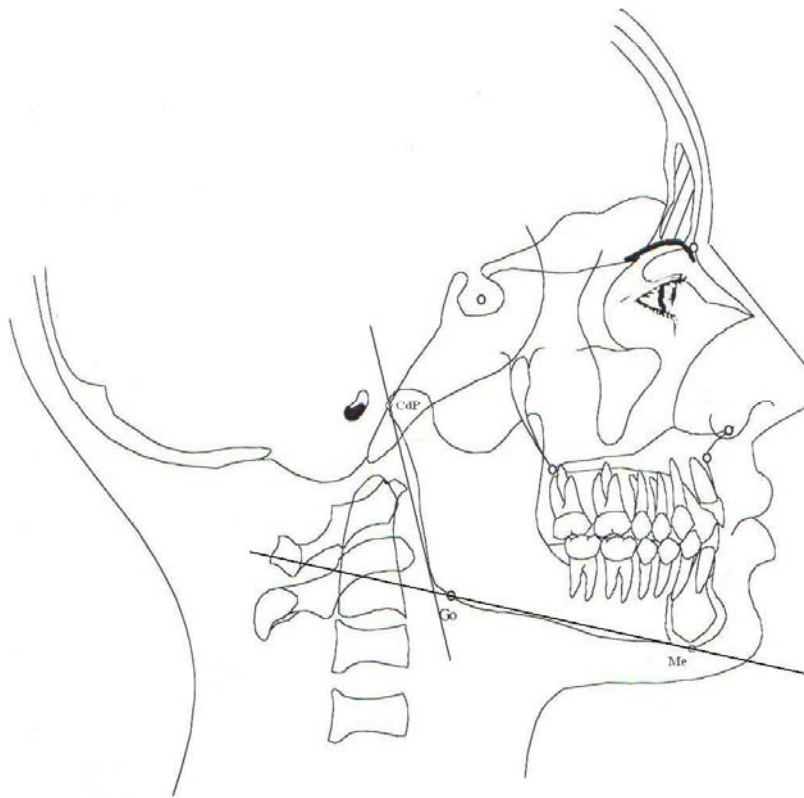


Figura 20. Ángulo de la morfología mandibular (Zamora, 2004).

c. Análisis de Schwarz

Ángulo bimaxilar o de las bases maxilares

Es el ángulo que se forma en la intersección de los trazados de los planos maxilar o biespinal (ANS-PNS) y mandibular (PM) (fig. 21), siendo el valor norma de 15-25°. Determina la relación vertical entre los maxilares superior e inferior (medida angular intermaxilar), así una cifra superior a esta, indica un aumento en la altura facial (Reichenbach & Bruckl, 1965).

El plano maxilar se define por la unión de los puntos espina nasal anterior (ANS) y espina nasal posterior (PNS). El ANS está ubicado en la apófisis medial aguda, formada por la prolongación anterior de los dos huesos maxilares en el margen inferior de la apertura anterior de la nariz. El PNS está ubicado en la apófisis formada por los extremos unidos de los bordes posteriores de los dos huesos palatinos, que se proyectan en dirección medial (Enlow, 1992).

El plano mandibular se define como la línea que une los puntos Gonion (Go) y Menton (Me). El punto Go es el más posterior e inferior de la mandíbula en sentido antero-posterior. Está localizado en la bisectriz del ángulo formado por las tangentes que pasan por el borde inferior del cuerpo y borde posterior de la rama ascendente de la mandíbula. El Me es el punto más inferior de la sínfisis mandibular en el plano sagital medio (Enlow, 1992; Reichenbach & Bruckl, 1965; Zamora, 2004).

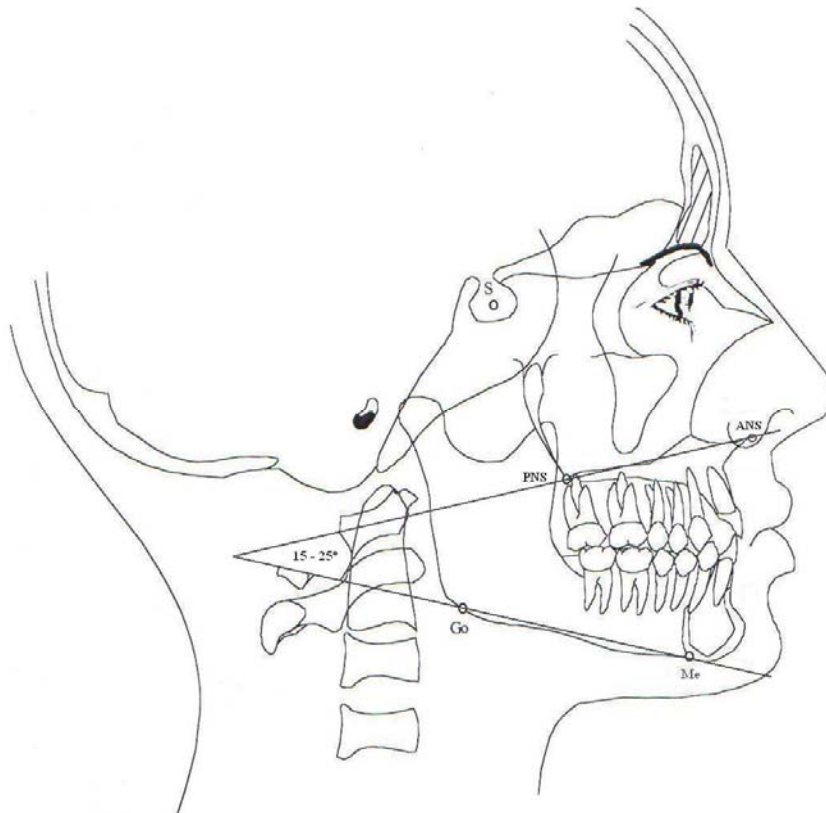


Figura 21. Ángulo bimaxilar (Zamora, 2004).

d. Ángulo de inclinación mandibular (SPM)

Es el ángulo de la morfología facial, que relaciona la posición relativa de la mandíbula con el resto de la cara. Se construye a partir de una vertical que sale de la base del cráneo y se relaciona con el plano mandibular PM generando un ángulo cuya norma es para 6-15 años : $113,5^\circ$, desviación estándar $\pm 4^\circ$ y para 16-25 años : $109,5^\circ$, desviación estándar $\pm 6,1^\circ$ (Ramírez J.A., 2004).

Se entiende que la norma representa individuos mesofaciales.

La vertical se construye con la unión de los puntos Se o sincodrosis esfenoides (punto más superior de la sutura frontoesfenoides) y Ptm (es el punto más inferior del contorno de la fisura pterigomaxilar formado anteriormente por la tuberosidad retromolar de la maxila, y posteriormente por la curvatura anterior del proceso pterigoides del hueso esfenoides) (Enlow & Hans, 1998; Zamora, 2004).

Al unirlos, se forma la vertical maxilar posterior (fig. 22).

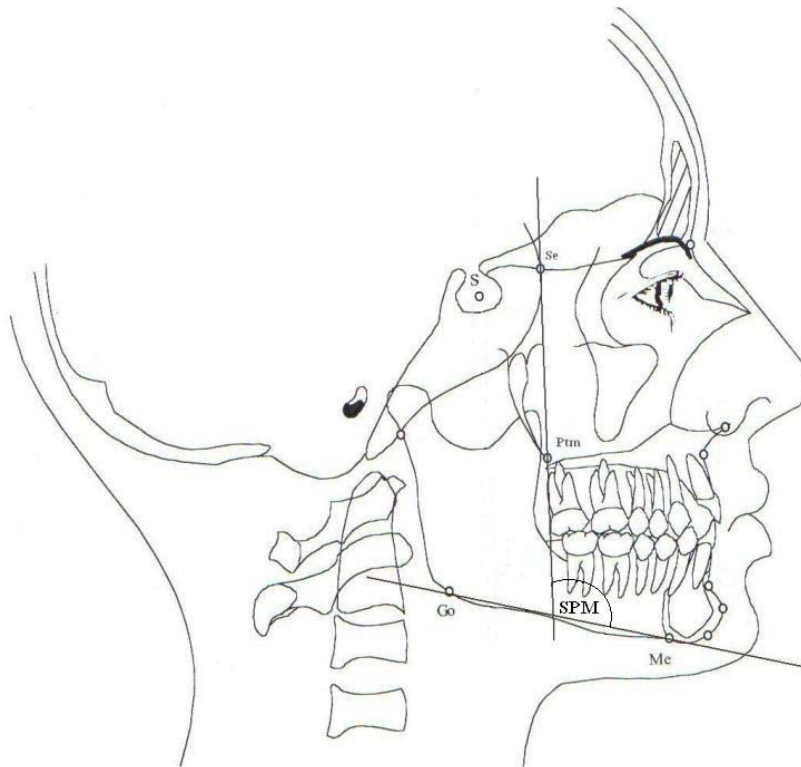


Figura 22. Ángulo SPM

Objetivos

Objetivo General

Evaluar en un grupo de pacientes clasificados como dólcofaciales (según Björk – Jarabak), la inclinación mandibular en la hiperdivergencia, comparando la interpretación cefalométrica del ángulo de la morfología facial o SPM (Ramírez, J.A.), con la del ángulo goniaco de Trujillo (morfología mandibular) y el ángulo intermaxilar de Schwarz (ANS-PNS/PM).

Objetivos Específicos

- Medir el ángulo goniaco Trujillo, en pacientes clasificados como dólcofaciales según Björk – Jarabak.
- Determinar la influencia de la morfología mandibular en su inclinación, en un grupo de pacientes dólcofaciales.
- Medir el ángulo intermaxilar de Schwarz, en pacientes clasificados como dólcofaciales según Björk – Jarabak.
- Determinar la influencia de la relación vertical de las bases maxilares en la inclinación mandibular, en un grupo de pacientes dólcofaciales.
- Medir el ángulo SPM, en pacientes clasificados como dólcofaciales según Björk – Jarabak.
- Determinar la influencia de la morfología facial en la inclinación mandibular, en un grupo de pacientes dólcofaciales.
- Determinar el nivel de concordancia de las tres mediciones en el establecimiento de la inclinación mandibular en pacientes dólcofaciales.

Materiales y método

Este es un *estudio descriptivo* que buscará la relación cefalométrica entre morfología facial, morfología mandibular y relación intermaxilar, en pacientes dólícofaciales, de ambos sexos, con edades entre 6 y 25 años, en la ciudad de Valparaíso. Se realizará en base a distintos análisis cefalométricos en telerradiografías laterales de cráneo.

Sujetos de estudio

El *universo* de este estudio estará constituido por los pacientes que asistieron al post – grado de Ortodoncia y Ortopedia Facial Maxilar de la Facultad de Odontología, Universidad de Valparaíso, Chile, en el período comprendido marzo 1999 a octubre 2008.

El número total de pacientes que conforman este universo es de 74 telerradiografías laterales las cuales cumplen con los criterios de inclusión. Por lo tanto, considerando que nuestro universo es pequeño, se determinó no obtener una muestra, sino que incluir a todas las fichas dentro de la investigación. Por lo tanto, el tamaño muestral es de 74 de telerradiografías laterales de cráneo.

En la revisión de las fichas clínicas los criterios de inclusión serán los siguientes:

- Pacientes entre 6 y 25 años.
- Pacientes dólícofaciales (determinado antes por el análisis de Björk – Jarabak).
- Pacientes sin tratamiento ortodóncico previo a la realización de la ficha.

Diseño de la investigación

Nuestro estudio a de considerarse de tipo observacional descriptivo, el cual se limita a medir variables sin intervención en éstas por parte de los investigadores, transformándose en un estudio generador de hipótesis.

Se utilizarán telerradiografías laterales iniciales considerando que cumplan con la calidad y estandarización requerida, tendrán trazados cefalométricos determinados, los cuales serán establecidos por los tres medidores en una secuencia ordenada para evitar y disminuir el margen de error.

Una vez obtenidas las telerradiografías, se procederá a clasificar según el análisis de Björk – Jarabak, seleccionando solo a pacientes dolicocefálicos. Esta clasificación previa fue la realizada por los estudiantes del post-grado de Ortodoncia y Ortopedia Facial Maxilar de la Universidad de Valparaíso.

Seleccionadas todas las radiografías, se procedió a enumerarlas y a poner 3 transparencias sobrepuestas en cada una: en las dos primeras, especialistas de la cátedra de Ortodoncia de la Universidad de Valparaíso marcaron por separado los puntos necesarios para formar los ángulos.

Luego, el primer investigador marcó con un alfiler todos los puntos sobre la radiografía, retiró las dos primeras micas y puso la tercera. Sobre esta última, marcó los promedios de los puntos de la radiografía perforados anteriormente, buscando la mitad de la distancia entre ellos.

El segundo investigador, trazó la unión de los puntos para formar las líneas que construyen los ángulos. Esto se realizó con un lápiz indeleble rojo de 0,3mm, marca Stadler, de distinto color al usado para marcar los puntos promedios.

El tercer medidor, será el encargado de medir los ángulos formados y tomar registros de los mismos.

Con el proceder anterior, se realizó siguiendo los parámetros determinados por las medidas de Trujillo, Schwarz y J. Ramírez C.

Este proceso se realizó en una habitación con luz tenue, y las tres mediciones se hicieron sobre el negatoscopio. Las mediciones se realizaron nuevamente diez días después de obtenidos los primeros resultados, cambiando las funciones de los tres investigadores.

Materiales necesarios

- Telerradiografías laterales de cráneo de pacientes dólícofaciales.
- transparencias (216 x 279 mm., tamaño carta).
- Aguja.
- Esponja (26 x 29 cm.).
- Lápiz indeleble rojo de 0.3mm., marca Staedtler (Triplus fineliner).
- Lápiz indeleble negro de 0,3mm., marca Staedtler (Triplus fineliner).
- Lápiz indeleble verde de 0,3mm., marca Staedtler (Triplus fineliner).
- Regla transparente.
- Transportador transparente.
- Cinta adhesiva.
- Tijeras.
- Negatoscopio.

Seguridad en la obtención de datos

Deberemos realizar una calibración y estandarización en las mediciones para eliminar problemas con la obtención de los datos tales como:

- Variaciones del observador: los encargados de la marcación de los puntos la hicieron dos especialistas en ortodoncia. Luego se obtuvo un promedio de ambas marcaciones.
- Variaciones entre observadores: los investigadores realizaron distintas mediciones, es decir, el primer observador determinará los promedios de los puntos cefalométricos, el segundo realizará los trazados cefalométricos y el tercero procederá a determinar el valor de cada ángulo cefalométrico en

cuestión. En la segunda medición las funciones fueron intercambiadas, realizando calibraciones entre operadores.

- Propios del instrumento de medición: utilización de los mismos instrumentos de medición para todas las cefalometrías, esto es, transportador, regla y lápiz indeleble de 0.3 mm.
- Propios de la técnica de medición: las mediciones fueron realizadas en una pieza con luz tenue y repetidas con un intervalo mínimo de diez días. Se determinaron números exactos y decimales cuando el valor se encuentre entre dos grados.
- Propias de la telerradiografía: utilización solo telerradiografías laterales estandarizadas.

Las distintas mediciones fueron realizadas por dos investigadores diferentes, por lo que ambos examinadores debieron ser calibrados para conocer el grado de concordancia entre los mismos.

Primero se especificaron las definiciones operacionales de cada variable a medir. Luego, se llegó a un acuerdo con respecto a cada medición: en el caso de la primera, sacar un promedio entre los dos puntos cefalométricos marcados con una regla; en la segunda medición, que la línea pase por el punto promedio.

La calibración propiamente tal, consiste en determinar el grado de concordancia de los resultados obtenidos entre observadores, ya sea inter como intraexaminador. La primera, se realizó a través de la realización de 10 mediciones por ambos examinadores; la segunda, consistió en que cada investigador haga las mismas mediciones 10 días después.

Para cuantificar el grado de concordancia se utilizará el test de Kappa, a través de la siguiente fórmula:

$$\kappa = \frac{(\text{concordancia observada}) - (\text{concordancia esperada})}{N - (\text{concordancia esperada})}$$

El grado de concordancia mínimo aceptable, según el Test de Kappa es entre 0.85 – 0.90 (Rubio et al., 1997). El valor para el test interexaminador fue de 0.88 y para el test intraexaminador 0.91 (ver anexos, tabla XXXI).

Variables a medir

La especificación de las variables se muestra a continuación:

1. Relación entre cuerpo y rama mandibular:

<i>Definición conceptual</i>	Definido por Trujillo. Es el ángulo formado por el plano mandibular y la tangente que pasa por el borde posterior del cóndilo y el borde posterior de la rama de la mandíbula. La norma es 125° y una desviación estándar $\pm 5^{\circ}$. Determina la relación que existe entre el cuerpo y la rama mandibular.
<i>Definición operacional</i>	Se mide en grados. Ángulos mayores a la norma determinan a un paciente hiperdivergente.
<i>Escala de medición</i>	Cuantitativa – Continua

2. Relación vertical entre maxilar superior e inferior:

<i>Definición conceptual</i>	Definido por Schwarz. Es el ángulo que se forma en la intersección de los trazados de los planos maxilar o biespinal y mandibular, siendo el valor norma de $15-25^{\circ}$. Determina la relación vertical entre los maxilares superior e inferior (medida angular intermaxilar).
<i>Definición operacional</i>	Se mide en grados. Ángulos mayores a la norma determinan a un paciente hiperdivergente.
<i>Escala de medición</i>	Cuantitativa – Continua

3. Ángulo de inclinación mandibular (Ramírez):

<i>Definición conceptual</i>	Definido por Ramírez C. Es el ángulo que relaciona la posición relativa del cuerpo mandibular con el proceso facial, cuya norma es para 6 a 15 años: $113,5^{\circ}$, desviación estándar $\pm 4^{\circ}$ y para 16-25 años: $109,5^{\circ}$, desviación estándar $\pm 6,1^{\circ}$.
<i>Definición operacional</i>	Se mide en grados. Ángulos mayores a la norma determinan a un paciente con un aumento de la altura facial.
<i>Escala de medición</i>	Cuantitativa – Continua

Criterios para la selección de las variables

En este trabajo de investigación como bien sabemos busca determinar si existe o no concordancia entre las diferentes mediciones cefalométricas, estableciendo como medida clasificatoria inicial la de Björk – Jarabak, la cual a la vez, decretará nuestro universo. Una de las razones de su elección ha sido el hecho de confiabilidad y masivo uso en el departamento de post – grado de Ortodoncia y Ortopedia Facial Maxilar perteneciente a la Universidad de Valparaíso, teniendo además resultados muy parecidos a los concretados en la propia técnica cefalométrica de esta misma institución, método cefalométrico del Dr. J.J.E. Ramírez Tornatore, director del Post – Grado.

En la medición del ángulo goniaco se considera la posición entre la rama y el cuerpo mandibular, surgiendo la problemática cuando la rama tiene una inclinación oblicua, lo que genera un aumento del ángulo. Esto podría arrojar un diagnóstico cefalométrico correspondiente a dólicofacial, pudiendo no existir necesariamente hiperdivergencia del cuerpo mandibular, en relación al proceso facial, ausentándose características básicas pertenecientes a este grupo.

En el caso de el ángulo intermaxilar de Schwarz, este también se ve influido por crecimientos regionales individuales del complejo nasomaxilar, el cual puede tomar una orientación hacia arriba y adelante o tener alterado el plano maxilar dando como efecto un diagnóstico cefalométrico de dólicofacial el cual también puede no ajustarse a parámetros clásicos de hiperdivergencia en dólicofaciales.

El autor de la investigación Dr. Jorge Ramírez Caballero ha propuesto el ángulo de la morfología facial (SPM), el cual basa sus mediciones respecto a la posición única del cuerpo mandibular con respecto a la cara y a la base del cráneo. Esta medición se hace independiente del crecimiento regional hacia posterior que desarrolle la rama mandibular y otras estructuras faciales.

Por tales motivos, estas variables se han seleccionado con el fin de relacionar la concordancia entre los análisis cefalométricos complementarios para el diagnóstico ortodóncico.

Variables de exclusión

Hemos decidido excluir variables tales como género, raza y tipo de dentición ya que este estudio, está dirigido a determinar la veracidad de distintos métodos cefalométricos independientes a los factores antes mencionados. Su interés se centra en explicar la concordancia o no de estos, relacionándolos directamente con la remodelación ósea regional que distintas estructuras faciales pueden desarrollar.

Resultados

Análisis de los datos

Tamaño muestral y potencia del estudio

En las tres mediciones angulares se utilizaron 74 registros. Para un nivel de significancia de 0,05 y asumiendo como prueba principal el testeo de medias con diferencias de al menos 2 puntos medios para cada medición angular, los valores de potencia estadística obtenidos fueron mayor que 0,78 (Minitab 14.0, power and sample size).

Normalidad de los datos

Hipótesis Estadística

H₀: Los datos provienen de una distribución normal.

H₁: Los datos no provienen de una distribución normal.

Test de normalidad

Para verificar la distribución normal o no de los datos, se utilizaron las pruebas de Shapiro- Wilks, Lilliefors y Jarque-Bera (tablas I, II y III). En todas ellas, a un nivel de significancia de 5%. No fue posible rechazar la hipótesis nula de normalidad de los datos, es decir la evidencia permite concluir que los datos se distribuyen normalmente.

Tabla I. Pruebas de normalidad en ángulo de Trujillo.

Prueba de Shapiro-Wilk :		Prueba de Lilliefors :		Prueba de Jarque-Bera:	
W	0,971	D	0,085	JB	2,053
p-valor	0,090	p-valor	0,213	p-valor	0,358
Alfa	0,05	Alfa	0,05	Alfa	0,05

Tabla II. Pruebas de normalidad en ángulo de Schwarz.

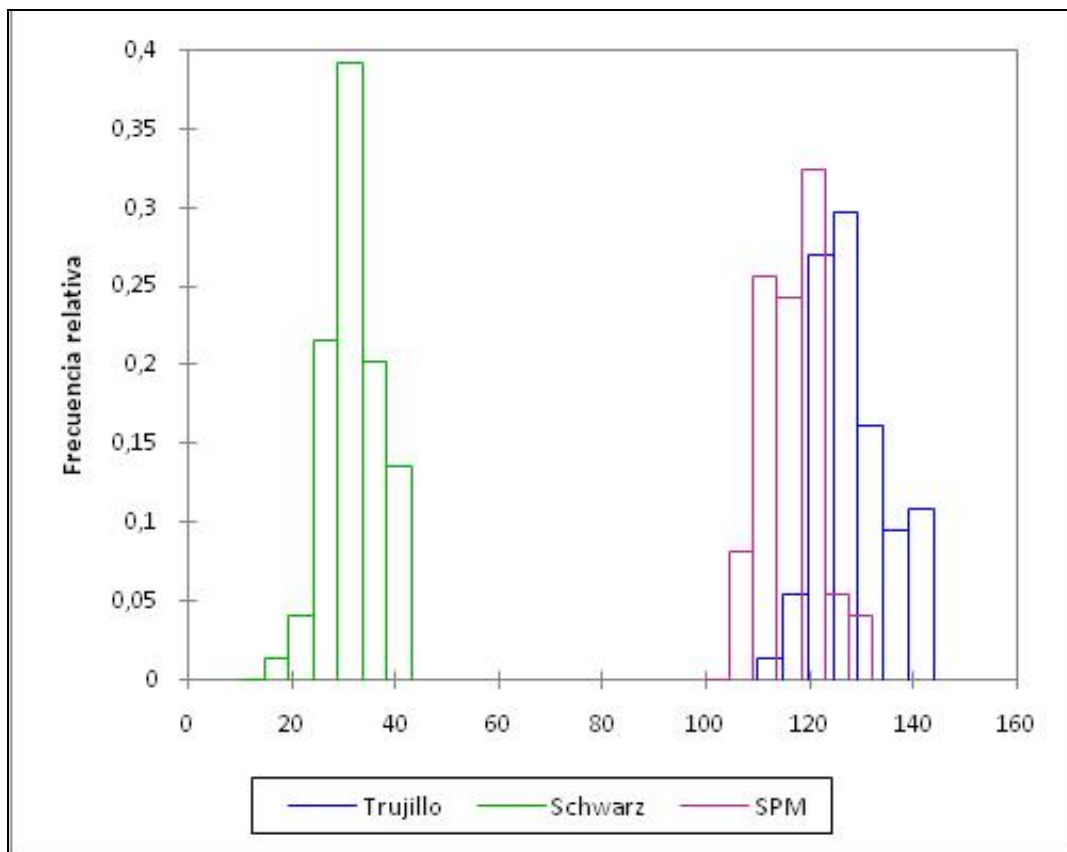
Prueba de Shapiro-Wilk:		Prueba de Lilliefors:		Prueba de Jarque-Bera:	
W	0,975	D	0,079	JB	0,042
p-valor	0,140	p-valor	0,304	p-valor	0,979
Alfa	0,05	Alfa	0,05	Alfa	0,05

Tabla III. Pruebas de normalidad en ángulo SPM.

Prueba de Shapiro-Wilk		Prueba de Lilliefors		Prueba de Jarque-Bera	
W	0,987	D	0,054	JB	0,871
p-valor	0,674	p-valor	0,863	p-valor	0,647
Alfa	0,05	Alfa	0,05	Alfa	0,05

Además, la distribución normal de los datos se puede graficar (ver anexos, figuras 27, 28 y 29) interpretándola como un ajuste de los puntos (los datos, o la distribución empírica) a la recta que representa la distribución normal. Si en general, los puntos siguen la recta, la distribución se aproxima a la normal; para un análisis más preciso se utilizan las pruebas específicas detalladas anteriormente.

Figura 23. Histograma conjunto de distribución para los tres ángulos, respecto a sus frecuencias relativas.



Este gráfico (fig.23) presenta los datos en escalas de intervalos continuas. Las superficies de las barras representan la frecuencia en cada categoría de la escala de clasificación.

En las tabla IV, se presenta la estadística descriptiva para los tres ángulos analizados en este trabajo.

Tabla IV. Estadísticas descriptivas.

Estadística	Trujillo	Schwarz	SPM
No. De observaciones	74	74	74
Mínimo	112,750	18,250	105,400
Máximo	143,400	42,300	131,250
Amplitud	30,650	24,050	25,850
1° Cuartil	123,388	28,413	112,150
Mediana	127,825	31,975	116,450
3° Cuartil	131,450	35,125	120,113
Media	128,384	32,146	116,534
Varianza (n-1)	45,397	27,628	31,299
Desviación típica (n-1)	6,738	5,256	5,595
Coefficiente de variación	0,052	0,162	0,048
Asimetría (Fisher)	0,387	-0,008	0,228
Curtosis (Fisher)	-0,196	0,048	-0,158
Error estándar de la media	0,783	0,611	0,650

Estadística inferencial

I-. Pruebas analíticas de contrastación de los ángulos medidos respecto a la norma, considerados en conjunto (no individualmente)

Para testear si los tres ángulos medidos están significativamente fuera de norma (sobre ella) respecto a los valores cefalométricos establecidos, y por tanto son válidos para determinar la condición de hiperdivergencia, se contrastarán respecto a los valores conocidos con sus respectivas desviaciones. Las pruebas serán direccionales, asumiendo como hipótesis alternativa que la media observada es mayor que la media teórica, usando T test para una y dos muestras, asumiendo como segunda muestra los valores reportados por la bibliografía.

1) Trujillo

Prueba T de la muestra:

Tabla V. Prueba T para el ángulo de Trujillo
Test de $\mu = 125$ vs > 125

Muestra	N	Media	DS	DE Media	95% Lower Bound	T	P
1	74	128,38	6,74	0,78	127,080	4,32	0,000

Tabla VI. Intervalo de confianza para la media al 95%

Diferencia	3,384
t (Valor observado)	4,321
t (Valor crítico)	1,666
GDL	73
p-valor (unilateral)	< 0,0001
Alfa	0,05

Minitab 14.0 – XLStat 2008 v15.01.

Tabla VII. Prueba T de dos muestras

Muestra	N	Media	DS	DE Media
1	74	128,38	6,74	0,78
2	74	125,00	5,00	0,58

Tabla VIII. Intervalo de confianza.

Diferencia	$\mu (1) - \mu (2)$
Valor estimado para diferencia	3,8400
95% límite inferior de la diferencia	1,76848
T-Test de diferencia	0
	(vs >)
T-Value	3,47
P-Value	0,000
GL	134

Esta prueba no puede desarrollarse en todos los software estadísticos ya que sólo puede realizarse con datos resumidos en este caso, no se cuenta con los datos originales de los estudios históricos. La segunda prueba T, con dos muestras asumió como valores, media y DS los históricos, en tanto n se asumió como los mismos del trabajo actual (n=74).

En ambos casos puede concluirse que las diferencias son significativas respecto a los valores normales, (la evidencia muestral no permite aceptar la hipótesis nula de igualdad de medias, por lo que se puede aceptar la hipótesis alternativa, $p < 0,001$) por lo que la medición por sí sola del ángulo de la morfología mandibular de Trujillo resulta confiable en la determinación cefalométrica de patrones de hiperdivergencia de la morfología mandibular de los pacientes en estudio (tablas V, VI, VII y VIII).

2) Schwarz

Prueba T de la muestra:

Tabla IX. Prueba T de una muestra.

Test de $\mu = 20$ vs > 20

Muestra	N	Media	DS	DE Media	95% Lower Bound	T	P
1	74	32,1459	5,2562	0,6110	31,1280	19,88	0,000

Tabla X. Intervalo de confianza

Diferencia	12,146
t (Valor observado)	19,878
t (Valor crítico)	1,666
GDL	73
p-valor (unilateral)	< 0,0001
Alfa	0,05

Tabla XI. Prueba T de dos muestras.

Muestra	N	Media	DS	DE Media
1	74	32,146	0,611	0,071
2	74	20,00	5,00	0,58

Tabla XII. Intervalo de confianza.

Diferencia	$\mu (1) - \mu (2)$
Valor estimado para diferencia	12,1459
95% límite inferior de la diferencia	11,1707
T-Test de diferencia	0
	(vs >)
T-Value	20,74
P-Value	0,000
GL	75

En ambos casos puede concluirse que las diferencias son significativas respecto a los valores normales, (la evidencia muestral no permite aceptar la hipótesis nula de igualdad de medias, por lo que se puede aceptar la hipótesis alternativa, $p < 0,001$) por lo que la medición por sí sola del ángulo intermaxilar de Schwarz resulta confiable en la determinación de la hiperdivergencia entre las bases maxilares de los pacientes en estudio (tablas IX, X, XI y XII).

3) SPM

a) Niños

Prueba T de la muestra:

Tabla XIII. Prueba T de una muestra.
Test de $\mu = 113,5$ vs $> 113,5$

Muestra	N	Media	DS	DE Media	95% Lower Bound	T	P
1	67	116,379	5,756	0,073	115,206	4,09	0,000

Tabla XIV. Intervalo de confianza

Variable	SPM-N
N	67
Media	116,379
DS	5,756
DE Media	0,703
95% Lower Bound	115,206
T	4,09
P	0,000

Tabla XV. Prueba T de dos muestras

Muestra	N	Media	DS	DE Media
1	67	116,38	5,76	0,70
2	90	113,50	4,00	0,42

Tabla XVI. Intervalo de confianza

Diferencia	$\mu (1) - \mu (2)$
Valor estimado para diferencia	2,88000
95% límite inferior de la diferencia	1,51930
T-Test de diferencia	0
	(vs >)
T-Value	3,51
P-Value	0,000
DF	111

b) Adultos

Prueba T de la muestra:

Tabla XVII. Prueba T de una muestra.

Test de $\mu = 109,5$ vs $> 109,5$

Variable	SPM-A
N	7
Media	118,014
DS	3,674
DE Media	1,389
95% Lower Bound	115,316
T	6,13
P	0,000

Tabla XVIII. Prueba T de dos muestras.

Muestra	N	Media	DS	DE Media
1	7	118,01	1,39	0,53
2	45	109,50	6,10	0,91

Tabla XIX. Intervalo de confianza.

Diferencia	$\mu(1) - \mu(2)$
Valor estimado para diferencia	8,51000
95% límite inferior de la diferencia	6,74455
T-Test de diferencia	0
	(vs >)
T-Value	8,10
P-Value	0,000
DF	43

En ambos casos las diferencias son significativas, no obstante los tamaños muestrales son pequeños, lo que constituye una limitación en el caso de la medición para adultos. La medición por sí sola del ángulo SPM resulta confiable en la determinación de la hiperdivergencia de la morfología facial (tablas XIII, XIV, XV, XVI, XVII, XVIII Y XIX).

II-

A) Pruebas de análisis de aciertos por casos considerados individualmente (no como conjunto)

Asumiendo que todos los pacientes son efectivamente hiperdivergentes, y asumiendo que los valores poblacionales de los tres ángulos y sus DS son confiables, se realizaron tablas de contrastación para evaluar caso a caso, si los ángulos medidos estaban por sobre los valores normales o no, tanto en 1 como en 2DS, considerando esta última medición como la más rigurosa, pues daría cuenta de patrones más alejados de la normalidad y por lo tanto efectivamente hiperdivergente.

Considérese que a diferencia del punto anterior, los análisis a continuación consideran el concepto cualitativo nominal dicotómico de “acierto” con resultados de acierto SI/NO.

Se obtuvieron las siguientes tablas para comparación con 1 y 2 DS.

La siguiente tabla (XX) resume los hallazgos de detección o no detección, considerando como detección cuando el ángulo medido efectivamente estaba sobre el valor normal más 1DS o sobre el valor normal más 2DS. Los resultados de la tabla fueron graficados (fig. 24).

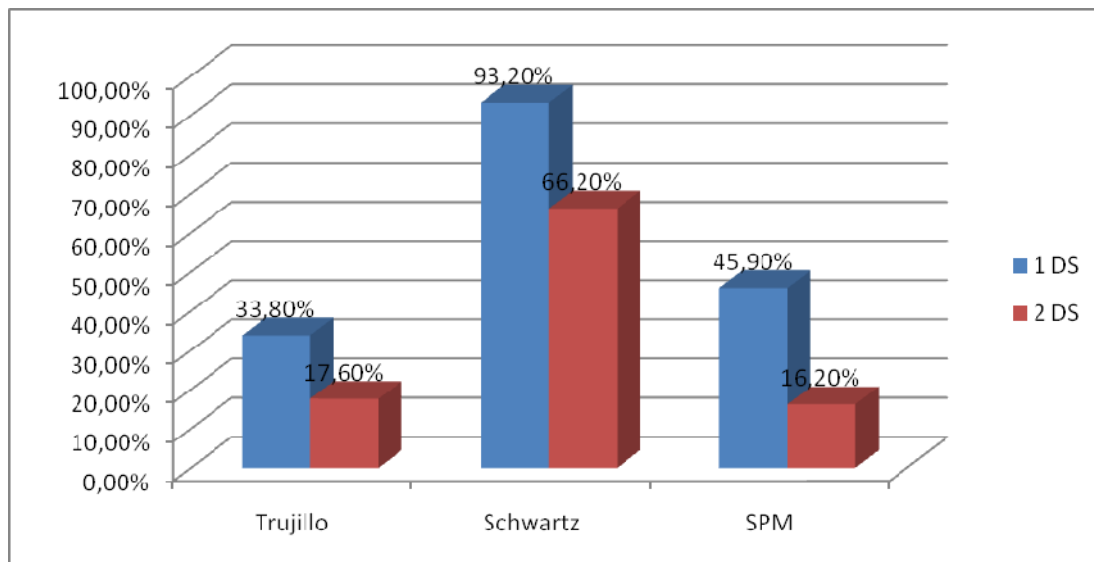
Tabla XX. Comparación de 1 y 2DS para los tres ángulos.

Resultado		Angulo medido:		
		Trujillo	Schwarz	SPM
1 DS	Detecta	25	69	34
	No detecta	49	5	40
	Porcentaje	33,80%	93,20%	45,90%
2 DS	Detecta	13	49	12
	No detecta	61	25	62
		17,60%	66,20%	16,20%

Se observa que tanto a 1DS como a 2DS, la medición de Schwarz es la más consistente como patrón de hiperdivergencia, especialmente en 1DS (93,2% $p < 0,0001$ y en 2DS 66,2% $p < 0,007$). La medición SPM sólo es parcialmente consistente a valores de 1DS, con detecciones algo menores al 50% de las veces, lo que no resulta significativo ($p = 0,561$), en tanto Trujillo y SPM no lo son cuando son contrastadas a 2 DS.

Según los resultados obtenidos en Schwarz relacionandolo con SPM, podríamos inferir que prácticamente la mitad de los pacientes tienen un ángulo intermaxilar aumentado a expensas del plano mandibular.

Figura 24. Frecuencias relativas de casos consistentes, para las tres mediciones angulares bajo 1 y 2 DS.



Al analizar los resultados de acuerdos bajo 1 DS, en 20 de los 74 casos las tres mediciones fueron conjuntamente consistentes (tabla XXI), es decir todas ellas estuvieron por sobre los valores de referencia confirmando el diagnóstico de dolicocefálicos.

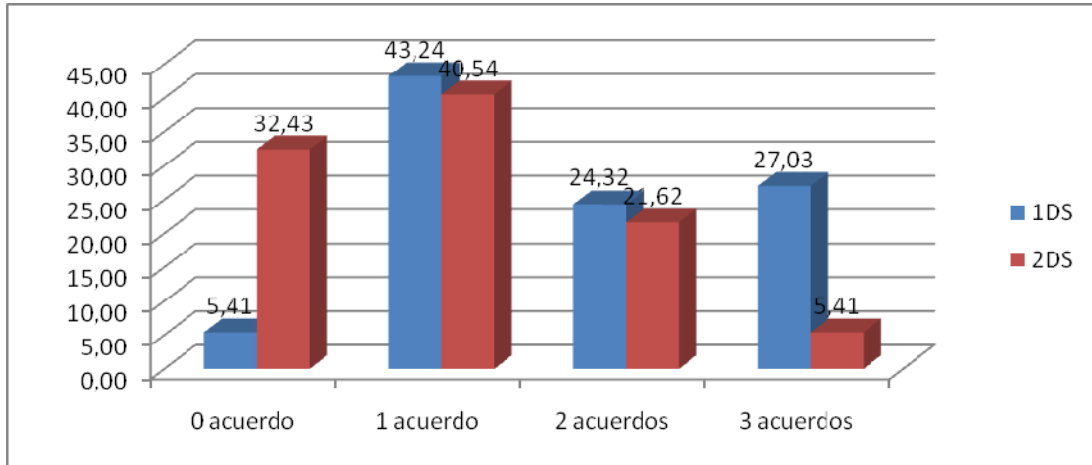
En los resultados de acuerdos bajo 2DS, sólo en 4 de 74 casos, las tres mediciones fueron consistentes (tabla XXI).

Los resultados de la tabla XXI fueron graficados en la figura 25.

Tabla XXI. Resumen de las frecuencias relativas y absolutas de aciertos conjuntos de los acuerdos, para 1 y 2 DS.

	1DS		2DS	
	N	%	N	%
0 acuerdo	4	5,41	24	32,43
1 acuerdo	32	43,24	30	40,54
2 acuerdos	18	24,32	16	21,62
3 acuerdos	20	27,03	4	5,41
TOTAL	74	100,00	74	100,00

Figura 25. Frecuencias relativas de acuerdo con 1 y 2 DS respectivamente.



B) Análisis de asociación entre los resultados bivariados

Se realizaron tablas de contingencia entre cada par de variables analizadas respecto a sus resultados dicotómicos para 2DS de coincidencia o no entre ellas, para medir su grado de asociación con cuatro pruebas estadísticas (tablas XXII, XXIII y XXIV).

B.1) Trujillo – Schwarz

Tabla XXII. Grado de asociación entre Schwarz y Trujillo, respecto a sus resultados dicotómicos para 2DS.

	Schwarz		
Trujillo	No	Si	Total
No	24	37	61
%	32,43	50,00	82,43
Si	1	12	13
%	1,35	16,22	17,57
Total	25	49	74
%	33,78	66,22	100,00

Los resultados son inciertos, no se puede decir que exista o no una relación de dependencia o asociación entre los aciertos de las mediciones angulares de Trujillo y Schwarz ya que 2 de las 4 pruebas rechazan la asociación, una la confirma (Cramer V) y la prueba de Fischer no es concluyente ($p=0,049$) (ver anexo tabla XXVI).

B.2) Trujillo – SPM

Tabla XXIII. Grado de asociación entre Trujillo y SPM, respecto a sus resultados dicotómicos para 2DS.

	SPM		
Trujillo	No	Si	Total
No	53	8	61
%	71,62	10,81	82,43
Si	9	4	13
%	12,16	5,41	17,57
Total	62	12	74
%	83,78	16,22	100,00

En este caso, tres de las cuatro pruebas son consistentes en que hay asociación significativa ($p > 0,05$) entre los eventos de aciertos entre los valores angulares de Trujillo y SPM (cuando una acierta también lo hace la otra y viceversa). Sin embargo, los valores p no son extremadamente superiores al nivel de significancia, por lo que tales asociaciones deberían considerarse con precaución (ver anexo tabla XXVII).

B.3) Schwarz – SPM

Tabla XXIV. Grado de asociación entre Schwarz y SPM, respecto a sus resultados dicotómicos para 2DS.

	SPM		
Schwarz	No	Si	Total
No	25	0	25
%	33,78	0	33,78
Si	37	12	49
%	50,00	16,22	66,22
Total	62	12	74
%	83,78	16,22	100,00

En este caso, 3 de 4 pruebas demuestran que no existe dependencia significativa entre los eventos de aciertos entre los valores angulares de Schwarz y SPM, sólo una de ellas (Cramer $p=0,09$) mostró un valor levemente sobre 0,05 (ver anexo tabla XXVIII).

Discusión

Hoy en día, aún no existe un método que extraiga la totalidad de la información presente en los registros de los pacientes para analizar su crecimiento y los cambios que este conlleva (Mercedes, 2002).

Se considera que la profundización de los estudios de diagnóstico ortodóncico ha contribuido al enriquecimiento del mismo y ha dado la oportunidad de conocer lo difícil de esa problemática, donde se muestran nuevas motivaciones en el trabajo científico que puedan redundar en un conocimiento más integral de los pacientes (Sardiñas et al., 2001).

El hecho de clasificar a un paciente no debe basarse únicamente en un trazado cefalométrico, pues todas las mediciones presentan sus ventajas y limitaciones, como por ejemplo la no coincidencia en los diagnósticos de cada método (Barahona & Benavides, 2006).

El uso de los trazados cefalométricos presenta como desventaja que muchos de ellos proveen una descripción parcial y localizada (Barahona & Benavides, 2006).

El período que comprende entre los 8 y 14 años de edad es un estadio en el cual el tratamiento correctivo ortodóncico es el más frecuentemente aplicado. La inclinación del plano mandibular puede jugar un rol anticipador de cambios entre las relaciones intermaxilares verticales y transversales desde los 8 hasta los 14 años. Por lo tanto, una evaluación en los cambios del crecimiento que ocurren normalmente en este periodo, puede proveer información muy valiosa para la planificación del tratamiento (Chen et al., 2007).

Según las características en dolicocefálicos, el plano oclusal rota hacia una alineación inclinada de toda la mandíbula de modo descendente (Enlow & Hans, 1998).

La inclinación del plano mandibular es el determinante mayor de la dimensión vertical de la cara (corta o larga). Pero también, existen muchos reportes que sugieren una posible relación entre el desarrollo del complejo maxilofacial y los diferentes tipos de caras (Chen et al., 2007).

En el presente estudio realizado, se analizaron los ángulos SPM (Ramírez, J.A.), Intermaxilar de Schwarz y Goniaco de Trujillo para la evaluación de la inclinación mandibular como determinante de hiperdivergencia facial en pacientes dólico (fig. 26).

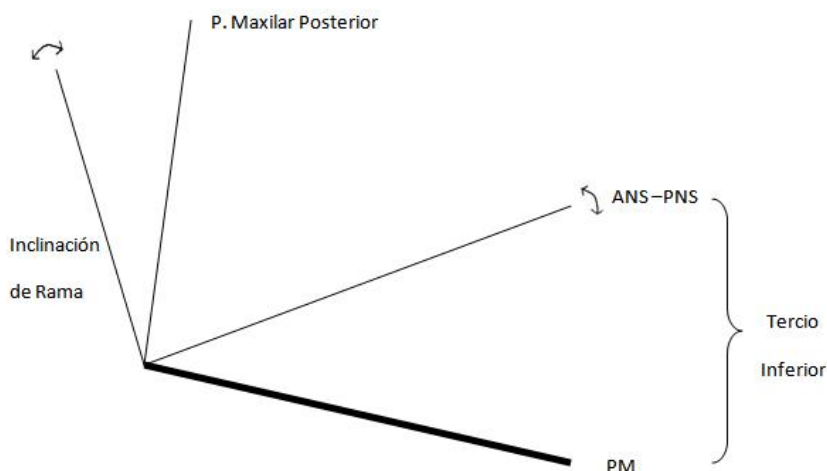


Figura 26. Esquema de la relación de los tres ángulos (SPM, Schwarz y Trujillo), (Ramírez, J.A.).

El ángulo SPM no mostró gran tendencia a la hiperdivergencia en cuanto a la inclinación del cuerpo mandibular para los pacientes dólicofaciales estudiados, sólo en casi el 50 % de las veces a valores de 1 DS.

La medición de Schwarz presentó un alto porcentaje de hiperdivergencia en el estudio, a valores de 1 y 2 DS. Sin embargo, un aumento del valor no especifica si fue por una mayor inclinación del plano maxilar o del cuerpo mandibular o ambos.

En cuanto al ángulo de Trujillo, a pesar de ser también un ángulo parcialmente consistente en la determinación de patrones de hiperdivergencia (casi 35% de las veces a valores de 1 DS), éste no describe si el aumento de su valor corresponde a una inclinación posterior de la rama, a una inclinación inferior del cuerpo o ambos.

A la luz de estos resultados podemos deducir de que en los pacientes dólicofaciales estudiados, la inclinación mandibular, aspecto central de este estudio, descrita en el ángulo SPM (Ramírez, J.A.) se vio de manifiesto en poco más del 45% de los casos, pese al gran número de hiperdivergencia detectadas en las mediciones intermaxilares de Schwarz. En cuanto al ángulo goniaco (Trujillo), sólo podemos acotar de que amén de su baja incidencia en la manifestación de hiperdivergencia, no queda explícito a expensas de qué estructura anatómica (rama o cuerpo) se produce.

Sugerencias

Para determinar con precisión la idoneidad de estas tres medidas angulares, mediante pruebas discriminantes, hubiera sido necesario expandir el universo de estudio a pacientes braqui y meso faciales o al menos otro patrón facial.

Queda la inquietud para futuras investigaciones.

Conclusiones

- Con respecto a la hiperdivergencia facial, evaluada en un grupo de pacientes clasificados como dólicofaciales (según Björk – Jarabak), se determinó que los ángulos estudiados no siempre se presentaron aumentados.
- El ángulo de Trujillo se presentó aumentado en un bajo porcentaje de los pacientes dólicofaciales en estudio.
- La inclinación mandibular no se pudo determinar en el ángulo goniaco, ya que un aumento de este pudo haber sido a expensas de la rama, lo que no se expresaría facialmente.
- El ángulo intermaxilar de Schwarz se presentó por sobre la norma en casi la totalidad de los pacientes dólicofaciales estudiados.
- Sin embargo, no se pudo determinar la influencia de la relación vertical de las bases maxilares en la inclinación mandibular, ya que un aumento pudo ser a expensas del plano maxilar.
- El ángulo SPM se presentó aumentado en poco menos de la mitad de los pacientes dólicofaciales estudiados. De esto se infiere que no en todos los pacientes estudiados se manifestó una inclinación mandibular vertical.
- Individualmente, el ángulo SPM fue el único que influyó directamente en la altura del tercio inferior de la cara. Las fluctuaciones de los valores de este ángulo dependen exclusivamente de los cambios en la inclinación del cuerpo mandibular. De esta manera, se está determinando directamente la altura del tercio inferior facial.
- Los resultados no establecieron relaciones significativas entre los tres ángulos estudiados. De haber existido, nos hubiera permitido tener una descripción más detallada e individual de éstos, especialmente de los de la morfología mandibular (Trujillo) y del ángulo intermaxilar (Schwartz), ya que son influenciados por la posición de dos estructuras.

Resumen

Se realizó un estudio cefalométrico comparativo a 74 pacientes clasificados como dólícofaciales según el cefalograma de Björk – Jarabak en pacientes entre 7 y 21 años de edad, de ambos sexos y sin tratamiento ortodóncico previo. Se realizó un análisis relacionando el ángulo intermaxilar de Schwarz, ángulo gonial de Trujillo y ángulo SPM de Ramírez, J.A., para establecer la inclinación mandibular, determinante fundamental de la hiperdivergencia facial. Se utilizó la prueba “t” de significancia para cada ángulo en cuestión y un análisis de asociación entre los resultados. Se observó que pese a la hiperdivergencia manifiesta en la mayoría de los casos para el ángulo intermaxilar de Schwarz; el ángulo SPM detecta inclinación del plano mandibular en poco menos de la mitad de los pacientes estudiados. Por otra parte, la morfología mandibular hiperdivergente del ángulo goniaco (Trujillo) no alcanzó el 35% de los casos.

PALABRAS CLAVES: Cefalometría / Crecimiento y desarrollo maxilofacial/ Huesos faciales/ Ángulo intermaxilar de Schwarz, Ángulo Gonial de Trujillo/Ángulo SPM de J. Ramírez C.

Referencias bibliográficas

- Avaria, M. (2005): Aspectos biológicos del desarrollo psicomotor. *Revista Pediatría Electrónica*, 2(1): 36 – 46
- Barahona, J., Benavides, J. (2006): Principales análisis cefalométricos utilizados para el diagnóstico ortodóntico. *Revista Científica*, 4(5): 11 – 27
- Barrachina C. (2000): Cefalometría. En: *Ortodoncia Clínica*. Canut, J. 2ª Edición. Editorial Masson, Barcelona, España, pp. 161-185
- Björk, A., Solow, B. (1962): Measurements on radiographs. *J. Dent. Res.*, 41: 672 – 683
- Canut, J. (2000): Crecimiento postnatal maxilofacial. En: *Ortodoncia Clínica*. Canut, J. 2ª Edición. Editorial Masson, Barcelona – España, pp. 69 – 94
- Chen, F., Wu, L., Terada, K., Saito, I. (2007): Longitudinal intermaxillary relationships in class III malocclusions with low and high mandibular plane angles. *The Angle Orthodontist*, 77(3): 397–403
- De Camargo, C. (2004): Cefalometría Clínica. En: *Ortodoncia, diagnóstico y planificación clínica*. Vellini, F. 2ª Edición. Editorial Artes Médicas Ltda., Sao Paulo – Brasil, pp. 311 – 330
- Dias da Silveira, H., Dias, H. (2006): Reproducibility of cephalometric measurements made by three radiology clinics. *The Angle Orthodontist*, 76(3): 394 – 399
- Enlow, D. (1992): Cara. En: *Crecimiento máxilofacial*. Enlow, D. 3ª Edición. Interamericana McGraw – Hill, Ciudad de México – México, pp. 1 – 17
- Enlow, D. (1992): Variaciones normales en la forma facial y fundamento anatómico de las maloclusiones. En: *Crecimiento máxilofacial*. Enlow, D. 3ª Edición. Interamericana McGraw – Hill, Ciudad de México – México, pp. 201 – 229
- Enlow, D., Hans, M. (1998): Revisión del crecimiento y desarrollo craneofaciales. En: *Crecimiento facial*. Enlow, D., Hans, M. 1ª impresión. McGraw-Hill Interamericana, Ciudad de México – México. 1 – 18
- Enlow, D., Hans, M. (1998): Conceptos básicos del crecimiento. En: *Crecimiento facial*. Enlow, D., Hans, M. 1ª impresión. McGraw-Hill Interamericana, Ciudad de México – México, pp. 19 – 40

Enlow, D., Hans, M. (1998): Crecimiento de la mandíbula. En: Crecimiento facial. Enlow, D., Hans, M. 1ª impresión. McGraw-Hill Interamericana, Ciudad de México – México, pp. 61 – 84

Enlow, D., Hans, M. (1998): El neurocráneo. En: Crecimiento facial. Enlow, D., Hans, M. 1ª impresión. McGraw-Hill Interamericana, Ciudad de México – México, pp. 107 – 118

Enlow, D., Hans, M. (1998): Crecimiento facial y cambios dentales básicos. En: Crecimiento facial. Enlow, D., Hans, M. 1ª impresión. McGraw-Hill Interamericana, Ciudad de México – México, pp. 119 – 130

Enlow, D., Hans, M. (1998): Patrón y forma facial. En: Crecimiento facial. Enlow, D., Hans, M. 1ª impresión. McGraw-Hill Interamericana, Ciudad de México – México, pp. 131 – 154

Enlow, D., Hans, M. (1998): El plan de la cara humana. En: Crecimiento facial. Enlow, D., Hans, M. 1ª impresión. McGraw-Hill Interamericana, Ciudad de México – México, pp. 155 – 176

Enlow, D., Hans, M. (1998): Variaciones normales en la forma facial y bases anatómicas para las maloclusiones. En: Crecimiento facial. Enlow, D., Hans, M. 1ª impresión. McGraw-Hill Interamericana, Ciudad de México – México, pp. 177 - 204

Figun, M. (2002): En: Anatomía odontológica: funcional y aplicada. Figun, M. 2ª Edición. Editorial El Ateneo, Buenos Aires – Argetina, pp 45 - 56 .

Iida, Y., Deguchi, T., Kageyama, T. (2005): Chin cup treatment outcomes in skeletal class III dolicho versus nondolichofacial patients. *The Angle Orthodontist*, 75(4): 576–583

Kuramae, M., Borges de Araújo, M., Marcantonio, E., Simoni, A. (2007): Jarabak's cephalometric analysis of brazilian black patients. *Braz. Dent. J.*, 18(3): 258 – 262

Medrano, D. (2004): Historia de la cefalometría, En: Compendio de cefalometría. Análisis Clínico y práctico, Zamora, C. Editorial Amolca, Caracas – Venezuela, pp. 1-6

Mercedes, E. (2002): Revisión de los métodos para estudiar el crecimiento craneofacial en ortodoncia. *Ortodoncia clínica*, 5(2): 110 – 116

Pecora, N., Baccetti, T., McNamara, J. (2007): The again craneofacial complex: A longitudinal cephalometric study from late adolescence to late adulthood. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 132(4): 496 – 505

Pompa y Padilla, J.A., Teramoto, A. (2004): Notas sobre craneometría, En: Compendio de cefalometría. Análisis clínico y práctico. Zamora, C. Editorial Amolca, Caracas – Venezuela, pp. 7 – 16

Ramírez, J.A. (2004): Estudio cefalométrico de la estabilidad del plano Oliva – Orbital, a través de un modelo geométrico en distintos grupos etarios, Universidad de Valparaíso (En proceso de publicación).

Ramírez, J.A. (2004): Proposición de medidas cefalométricas para la base craneal, maxilar superior y maxilar inferior, Universidad de Valparaíso (En proceso de publicación).

Reichenbach, E., Bruckl, H. (1965): Diagnóstico ortopédicomaxilar. En: Clínica y terapéutica ortopédicomaxilar. Reichenbach, E., Bruckl, H. 1ª Edición. Editorial Mundi S.A., Buenos Aires – Argentina, pp. 43 – 80

Rocemberg, A. (2005): Bones, joints and soft tissue tumors. En: Robbins & Cotran: Pathologic basis of disease. Kumar, y cols. 7ª Edición. Elsevier-Saunders, Michigan – USA, pp. 1273 – 1324

Rubio, J., Robledo, T., Llodra, J., Salazar, F., Artazcoz, J., González, V., García – Camba, J. (1997): Criterios mínimos de los estudios epidemiológicos de salud dental en escolares. Revista Española de Salud Pública, 71: 231 – 242

Sardiñas, M., Martínez, I., Casas, J. (2001): Estudio cefalométrico comparativo para el diagnóstico del tipo de crecimiento facial. Revista Cubana Ortodoncia, 16(1): 24 – 9

Sayinsu, K., Isik, F., Trakyali, G., Arun, T. (2007): An evaluation of the errors in cephalometric measurements on scanned cephalometric images and conventional tracings. European Journal of Orthodontics, 29(1): 105 – 108

Shin, J., Choi, H., Heo, M., Lee, S., Choi, S. (2002): Reproducibility of lateral cephalometric landmarks on conventional radiographs and spatial frequency-processed digital images. Korean Journal of Oral and Maxillofacial Radiology, 32: pp. 213 – 219

Urzúa, R. (2005): Técnicas radiográficas intraorales. En: Técnicas radiográficas dentales y maxilofaciales – Aplicaciones. Urzúa, R. 1ª Edición. Editorial Amolca, Caracas – Venezuela, pp. 11 – 78

Urzúa, R. (2005): Técnicas radiográficas extraorales. En: Técnicas radiográficas dentales y maxilofaciales – Aplicaciones. Urzúa, R. 1ª Edición. Editorial Amolca, Caracas – Venezuela, pp. 79 – 120

Urzúa, R. (2005): Telerradiografía. En: Técnicas radiográficas dentales y maxilofaciales – Aplicaciones. Urzúa, R. 1ª Edición. Editorial Amolca, Caracas – Venezuela, pp. 181 – 219

Ustrell J.M., Duran J. (2002): Crecimiento Cráneo facial. En: Ortodoncia. Ustrell J.M., Duran J. Ediciones Universitat de Barcelona, pp. 31 – 57

Zamora, C. (2004): Análisis de las contrapartes de Enlow. En: Compendio de cefalometría, análisis clínico y práctico. Zamora, C. 2ª Edición. Editorial Amolca, Caracas – Venezuela, pp. 33 – 46

Zamora, C. (2004): Análisis de Bigerstaff. En: Compendio de cefalometría, análisis clínico y práctico. Zamora, C. 2ª Edición. Editorial Amolca, Caracas – Venezuela, pp. 149 – 170

Zamora, C. (2004): Análisis de Jarabak. En: Compendio de cefalometría, análisis clínico y práctico. Zamora, C. 2ª Edición. Editorial Amolca, Caracas – Venezuela, pp. 191 – 210

Anexos

Figura 27. Distribución de probabilidades, para el ángulo de Trujillo.

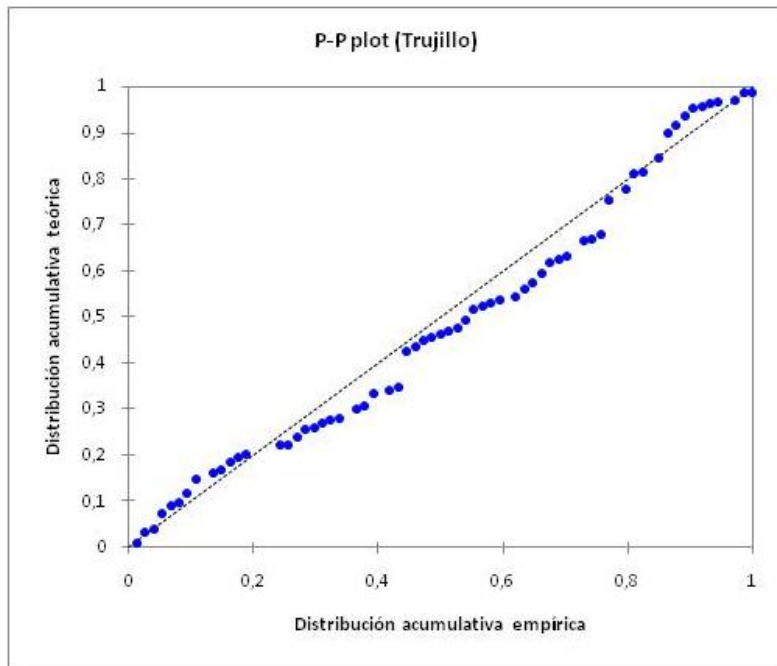


Figura 28. Distribución de probabilidades, para el ángulo de Schwarz.

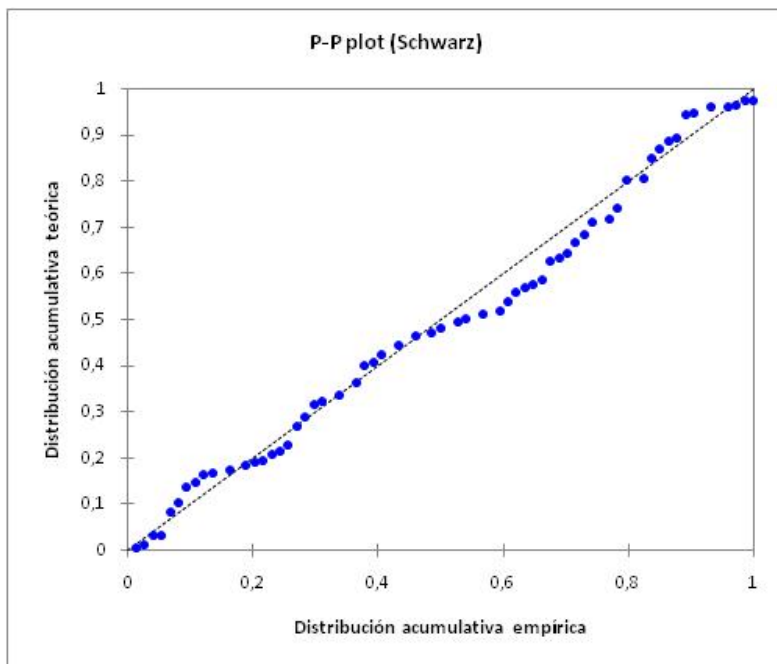
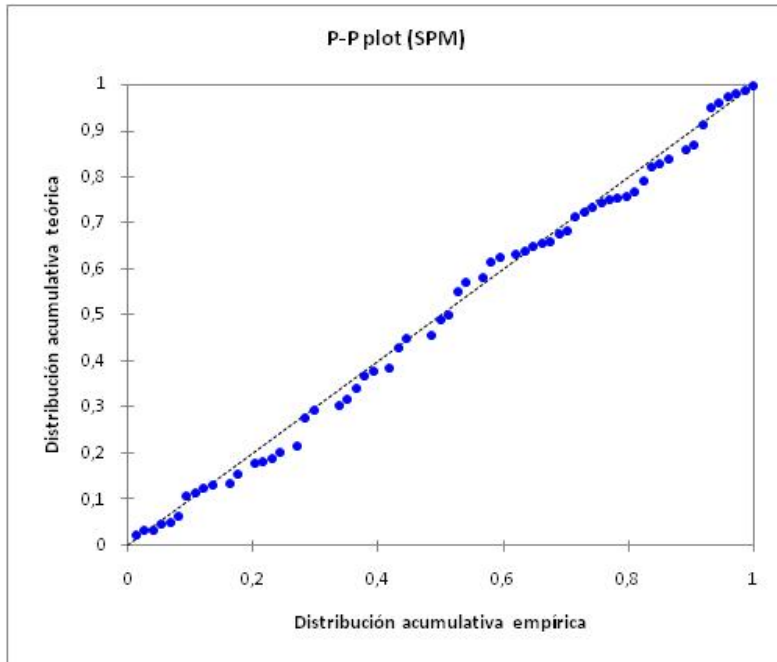


Figura 29. Distribución de probabilidades, para el ángulo SPM.



Para las figuras 30 y 31, nos muestran la simetría de la distribución de los datos, vinculando de manera global los conceptos de valor máximo, primer cuartil, mediana, tercer cuartil y valor mínimo. La primera (fig. 30), permite comparar la dispersión absoluta de los datos respecto a los valores reales de los ángulos. La segunda (fig. 31) permite comparar la dispersión relativa al número de desviaciones estándar. En todos los casos se observa poca dispersión de los datos.

Figura 30. Dispersión de los valores angulares, agrupados según valores absolutos.

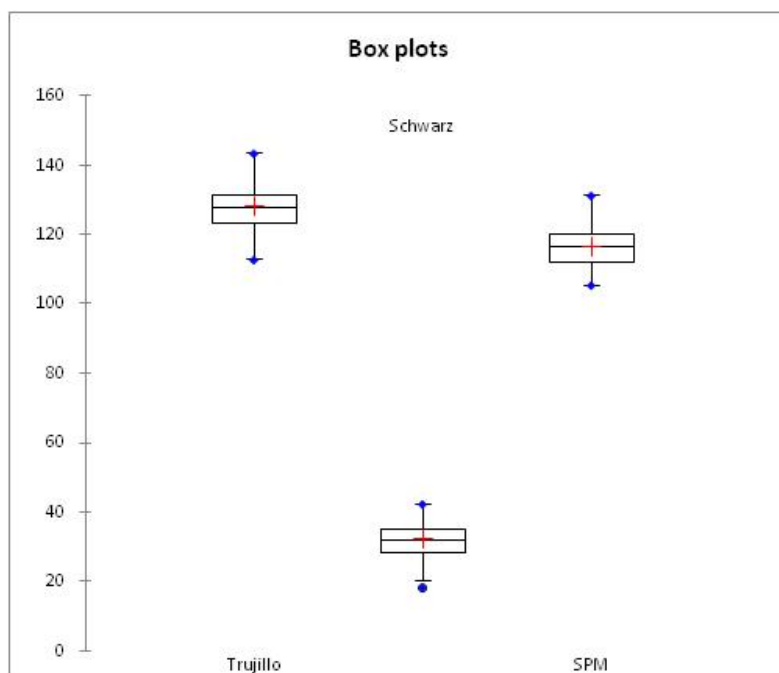
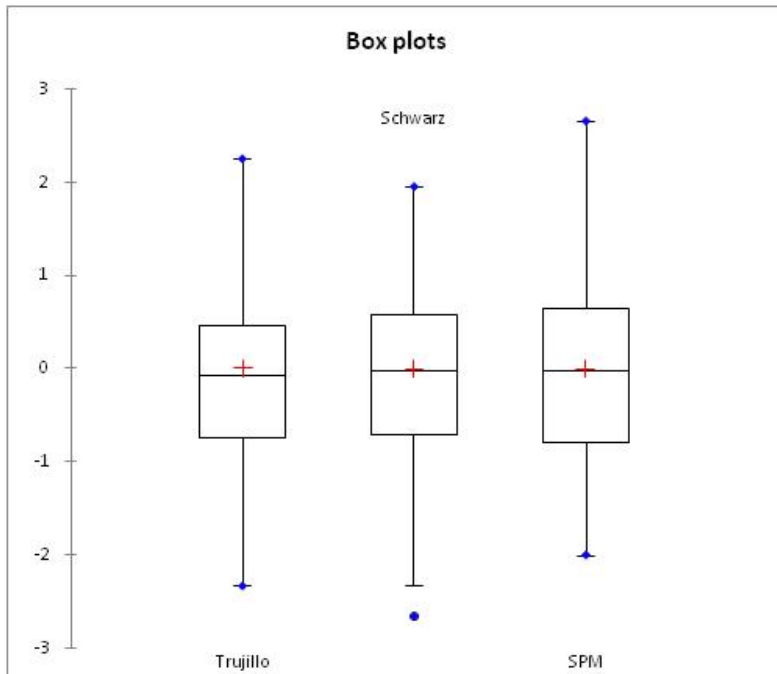


Figura 31. Dispersión de los valores angulares, agrupados por desviación estándar (normalizados).



Al no existir una clara relación de dependencia cefalométrica o geométrica entre las variables (las tres operan de forma independiente) no es posible realizar análisis de regresión o correlación lineal, por lo que esta presentación es sólo con carácter descriptivo.

Para las figuras 32 y 33, asocian dos variables para observar intuitivamente alguna tendencia entre ellas. Si existe alguna tendencia o fuerza de correlación, la nube de puntos se concentra en torno a la línea de regresión (azul – roja/negra), de lo contrario los puntos se dispersan como nube, lo que indica una baja asociación.

Figura 32. Diagrama de dispersión o nube de puntos para los ángulos asociados: SPM vs Trujillo.

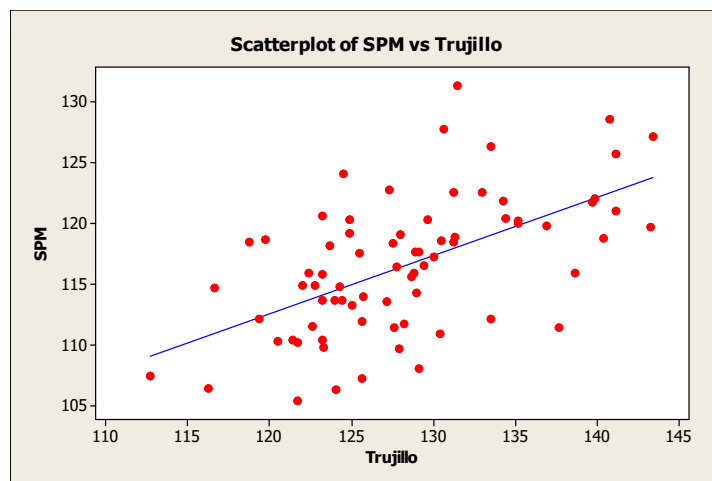


Figura 33. Diagrama de dispersión o nube de puntos para los ángulos asociados: Schwarz vs (Trujillo – SPM).

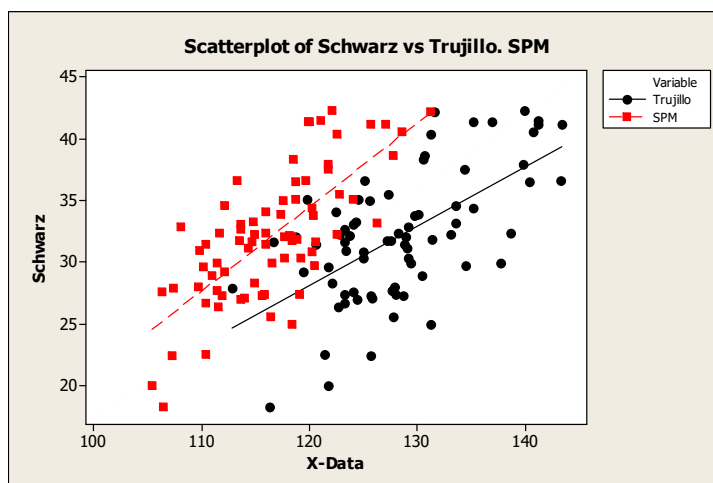


Figura 34. Pruebas de igualdad de varianzas, para datos pareados y para el total de las muestras: Trujillo – Schwarz.

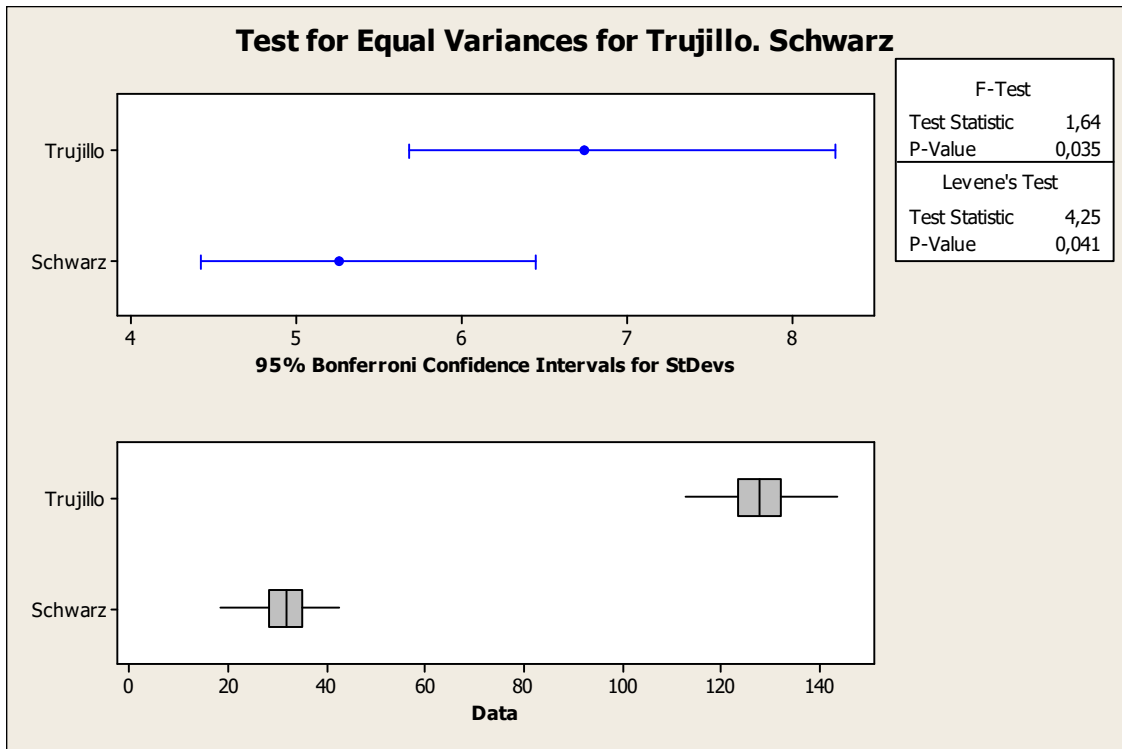
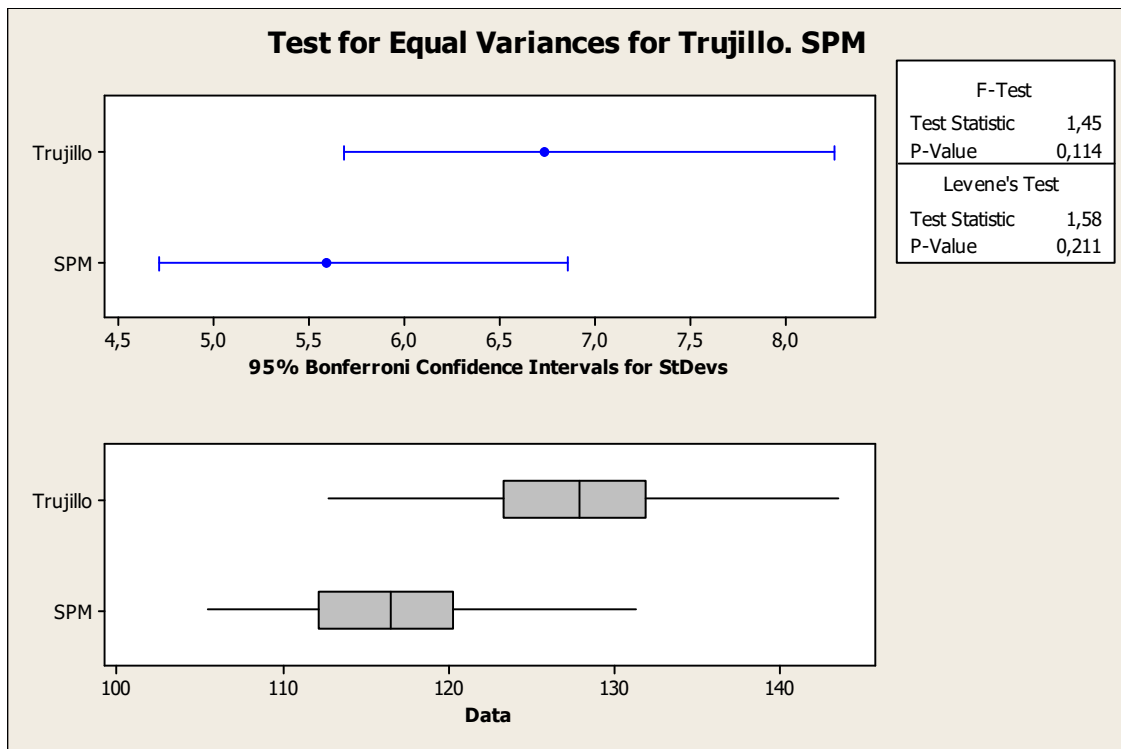


Figura 35. Pruebas de igualdad de varianzas, para datos pareados y para el total de las muestras: Trujillo – SPM.



Para datos en conjunto (3 muestras):

Se utilizó una prueba de comparación de 3 varianzas de Bartlett, gracias a la distribución normal de datos. En caso contrario debió usarse una prueba de Levene o una prueba no paramétrica.

Tabla XXV. Prueba de Bartlett de igualdad de varianzas, para datos en conjunto de las muestras: Trujillo – SPM - Schwarz.

Prueba de Bartlett.

Chi-cuadrado ajustado (Valor observado)	4,993
Chi-cuadrado ajustado (Valor crítico)	5,991
GDL	2
p-valor (unilateral)	0,082
Alfa	0,05

El p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,05$ por lo que se puede aceptar la hipótesis nula H_0 , (no hay diferencias entre las varianzas, por lo tanto los datos son homogéneos) sin embargo este valor no es contundentemente mayor que α , por lo que pudiera experimentar cambios a mayores tamaños muestrales.

Tabla XXVI. Pruebas de asociación entre Trujillo – Schwarz.

Pearson Chi-Square	4,799
DF	1
P-Value	0,028
Odds Ratio Chi-Square	5,836
DF	1
P-Value	0,016
Fisher's exact test: P-Value	0,0490196
Cramer's V-square	0,064854

Tabla XXVII. Pruebas de asociación entre Trujillo – SPM.

Pearson Chi-Square	2,458
DF	1
P-Value	0,117
Odds Ratio Chi-Square	2,146
DF	1
P-Value	0,143
Fisher's exact test: P-Value	0,205763
Cramer's V-square	0,033221

Tabla XXVIII. Pruebas de asociación entre SPM – Schwarz.

Pearson Chi-Square	7,307
DF	1
P-Value	0,007
Odds Ratio Chi-Square	11,047
DF	1
P-Value	0,001
Fisher's exact test: P-Value	0,0061051
Cramer's V-square	0,098749

Tablas XXIX. Contrastación para casos individuales en los tres ángulos, para 1DS. Tabla de contraste + 1 DS, con Trujillo 130°, Schwarz 30°, SPM A 115,6° y PM N117,5°. La columna Dif. (diferencia) señala si los valores medidos son mayores o no que las referencias de los ángulos con sus respectivas 1 ó 2 DS.

Trujillo	Dif.	Schwarz	Dif.	SPM	Dif
133,5	SI	34,65	SI	112,15	NO
139,75	SI	38	SI	121,65	SI
123,25	NO	32,65	SI	113,65	NO
143,25	SI	36,65	SI	119,65	SI
123,25	NO	31,65	SI	120,55	SI
129,65	NO	33,8	SI	120,3	SI
123,65	NO	32,15	SI	118,15	SI
129,15	NO	30,3	SI	117,65	SI
121,75	NO	20	NO	105,4	NO
134,4	SI	29,75	SI	120,4	SI
112,75	NO	27,9	SI	107,4	NO
122	NO	28,25	SI	114,9	NO
125,65	NO	27,25	SI	111,9	NO
141,15	SI	41,25	SI	125,65	SI
125,5	NO	35,05	SI	117,5	NO
131,5	SI	42,25	SI	131,25	SI
121,4	NO	22,5	NO	110,4	NO
125,05	NO	36,65	SI	113,25	NO
139,9	SI	42,3	SI	122	SI
131,25	SI	24,9	NO	118,4	SI
124,4	NO	27	SI	113,65	NO
137,65	SI	29,9	SI	111,4	NO
123,25	NO	26,65	SI	110,4	NO
129,15	NO	32,9	SI	108	NO
121,75	NO	29,65	SI	110,15	NO
122,65	NO	26,4	SI	111,5	NO
120,5	NO	31,4	SI	110,3	NO
127,15	NO	31,75	SI	113,5	NO
127,65	NO	27,65	SI	111,4	NO
125,65	NO	22,4	NO	107,25	NO
129	NO	31,15	SI	114,25	NO
127,9	NO	28	SI	109,65	NO
128,65	NO	27,25	SI	115,55	NO
130	NO	33,9	SI	117,25	NO
138,65	SI	32,4	SI	115,9	NO
119,75	NO	35,15	SI	118,65	SI

128,25	NO	32,4	SI	111,65	NO
127,55	NO	31,75	SI	118,3	SI
124,9	NO	30,3	SI	119,15	SI
124,5	NO	35,15	SI	124,05	SI
141,15	SI	41,5	SI	121	SI
123,25	NO	27,4	SI	115,8	NO
124,3	NO	33,25	SI	114,8	NO
128	NO	27,4	SI	119,05	SI
131,3	SI	31,9	SI	118,8	SI
130,65	SI	38,65	SI	127,75	SI
116,25	NO	18,25	NO	106,4	NO
116,65	NO	31,65	SI	114,65	NO
130,4	SI	28,9	SI	110,9	NO
135,15	SI	41,4	SI	120	SI
128,9	NO	32,05	SI	117,65	SI
125,75	NO	27,05	SI	113,9	NO
127,3	NO	35,5	SI	122,75	SI
124	NO	33,05	SI	113,65	NO
123,3	NO	30,9	SI	109,8	NO
129,4	NO	29,9	SI	116,5	NO
124,05	NO	27,55	SI	106,25	NO
130,5	SI	38,4	SI	118,5	SI
122,4	NO	34,05	SI	115,9	NO
136,9	SI	41,4	SI	119,8	SI
118,75	NO	32,05	SI	118,4	SI
127,75	NO	25,55	SI	116,4	NO
134,3	SI	37,55	SI	121,75	SI
119,4	NO	29,25	SI	112,15	NO
140,75	SI	40,65	SI	128,55	SI
133	SI	32,3	SI	122,5	SI
124,9	NO	30,8	SI	120,25	SI
131,25	SI	40,4	SI	122,5	SI
122,8	NO	32,3	SI	114,9	NO
128,8	NO	31,4	SI	115,9	NO
135,15	SI	34,4	SI	120,15	SI
143,4	SI	41,25	SI	127,05	SI
140,4	SI	36,55	SI	118,75	SI
133,5	SI	33,15	SI	126,25	SI

Tablas XXX. Contrastación para casos individuales en los tres ángulos, para 2DS.

Trujillo	Dif.	Schwarz	Dif.	SPM	Dif
133,5	NO	34,65	SI	112,15	NO
139,75	SI	38	SI	121,65	NO
123,25	NO	32,65	SI	113,65	NO
143,25	SI	36,65	SI	119,65	NO
123,25	NO	31,65	SI	120,55	NO
129,65	NO	33,8	SI	120,3	NO
123,65	NO	32,15	SI	118,15	NO
129,15	NO	30,3	SI	117,65	NO
121,75	NO	20	NO	105,4	NO
134,4	NO	29,75	NO	120,4	NO
112,75	NO	27,9	NO	107,4	NO
122	NO	28,25	NO	114,9	NO
125,65	NO	27,25	NO	111,9	NO
141,15	SI	41,25	SI	125,65	SI
125,5	NO	35,05	SI	117,5	NO
131,5	NO	42,25	SI	131,25	SI
121,4	NO	22,5	NO	110,4	NO
125,05	NO	36,65	SI	113,25	NO
139,9	SI	42,3	SI	122	SI
131,25	NO	24,9	NO	118,4	NO
124,4	NO	27	NO	113,65	NO
137,65	SI	29,9	NO	111,4	NO
123,25	NO	26,65	NO	110,4	NO
129,15	NO	32,9	SI	108	NO
121,75	NO	29,65	NO	110,15	NO
122,65	NO	26,4	NO	111,5	NO
120,5	NO	31,4	SI	110,3	NO
127,15	NO	31,75	SI	113,5	NO
127,65	NO	27,65	NO	111,4	NO
125,65	NO	22,4	NO	107,25	NO
129	NO	31,15	SI	114,25	NO
127,9	NO	28	NO	109,65	NO
128,65	NO	27,25	NO	115,55	NO
130	NO	33,9	SI	117,25	NO
138,65	SI	32,4	SI	115,9	NO
119,75	NO	35,15	SI	118,65	NO
128,25	NO	32,4	SI	111,65	NO
127,55	NO	31,75	SI	118,3	NO

124,9	NO	30,3	SI	119,15	NO
124,5	NO	35,15	SI	124,05	SI
141,15	SI	41,5	SI	121	NO
123,25	NO	27,4	NO	115,8	NO
124,3	NO	33,25	SI	114,8	NO
128	NO	27,4	NO	119,05	NO
131,3	NO	31,9	SI	118,8	NO
130,65	NO	38,65	SI	127,75	SI
116,25	NO	18,25	NO	106,4	NO
116,65	NO	31,65	SI	114,65	NO
130,4	NO	28,9	NO	110,9	NO
135,15	SI	41,4	SI	120	NO
128,9	NO	32,05	SI	117,65	NO
125,75	NO	27,05	NO	113,9	NO
127,3	NO	35,5	SI	122,75	SI
124	NO	33,05	SI	113,65	NO
123,3	NO	30,9	SI	109,8	NO
129,4	NO	29,9	NO	116,5	NO
124,05	NO	27,55	NO	106,25	NO
130,5	NO	38,4	SI	118,5	NO
122,4	NO	34,05	SI	115,9	NO
136,9	SI	41,4	SI	119,8	NO
118,75	NO	32,05	SI	118,4	NO
127,75	NO	25,55	NO	116,4	NO
134,3	NO	37,55	SI	121,75	SI
119,4	NO	29,25	NO	112,15	NO
140,75	SI	40,65	SI	128,55	SI
133	NO	32,3	SI	122,5	SI
124,9	NO	30,8	SI	120,25	NO
131,25	NO	40,4	SI	122,5	SI
122,8	NO	32,3	SI	114,9	NO
128,8	NO	31,4	SI	115,9	NO
135,15	SI	34,4	SI	120,15	NO
143,4	SI	41,25	SI	127,05	SI
140,4	SI	36,55	SI	118,75	NO
133,5	NO	33,15	SI	126,25	SI

Tabla XXXI. Test de Kappa (Rubio et al., 1997).

Valor de κ	Concordancia
0.00 – 0.20	Mínima concordancia
0.21 – 0.40	Ligera concordancia
0.41 – 0.60	Moderada concordancia
0.61 – 0.80	Concordancia Importante
0.81 – 1.00	Concordancia casi completa