

Universidad CEU Cardenal Herrera

Departamento de Odontología



ESTUDIO DE COHORTES RETROSPECTIVO  
PARA EL DESARROLLO DE UN MÉTODO  
DIAGNÓSTICO DEL DÉFICIT DE  
CRECIMIENTO TRANSVERSAL DEL  
COMPLEJO NASOMAXILAR

TESIS DOCTORAL

Presentada por:

Clara Guinot Barona

Dirigida por:

Dr. Santiago Arias de Luxán

Dra. Inmaculada Soler Segarra

Dra. Raquel Laparra Hernández

Valencia

2017



# FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

## DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGÍA

Dr.D. Santiago Arias de Luxán, profesor responsable de Ortodoncia en el Departamento de Odontología de la Universidad Cardenal Herrera CEU de Valencia.

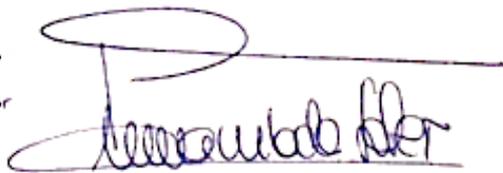
Dra.Dña. Inmaculada Soler Segarra, profesora asociada Ortodoncia en el Departamento de Odontología de la Universidad de Valencia.

Dra.Dña. Raquel Laparra Hernández, profesora asociada de Ortodoncia en el Departamento de Odontología de la Universidad Cardenal Herrera CEU de Valencia.

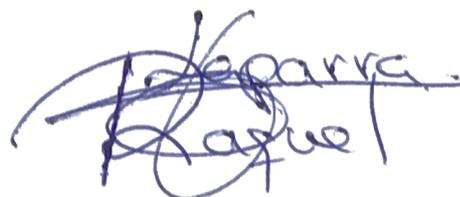
CERTIFICAN QUE: Dña. CLARA GUINOT BARONA, ha realizado bajo nuestra dirección el presente trabajo titulado “ESTUDIO DE COHORTES RETROSPECTIVO PARA EL DESARROLLO DE UN MÉTODO DIAGNÓSTICO DEL DÉFICIT DE CRECIMIENTO TRANSVERSAL DEL COMPLEJO NASOMAXILAR” y reúne, en nuestro criterio, los requisitos y méritos suficientes para optar, mediante el mismo, al grado de Doctor en Odontología por la Universidad Cardenal Herrera CEU de Valencia.



**Dr.D. Santiago Arias  
de Luxán**



**Dra.Dña. Inmaculada  
Soler Segarra**



**Dra.Dña. Raquel  
Laparra Hernández**



# AGRADECIMIENTOS

---



## AGRADECIMIENTOS

---

En primer lugar me gustaría mostrar mi más sincero agradecimiento a mis directores de tesis: al Dr.D. Santiago Arias de Luxán, por haberme dedicado todo su tiempo en el aprendizaje de esta maravillosa especialidad y ser el impulsor, en gran medida, de esta tesis; a la Dra.Dña. Inmaculada Soler Segarra, por haberme transmitido la belleza de la práctica de la ortodoncia y el amor a esta profesión; y a la Dra.Dña. Raquel Laparra Hernández, compañera y amiga, por su incansable paciencia, su tiempo y sus brillantes ideas durante las innumerables correcciones de esta tesis.

Agradecer al equipo de la Clínica Dental Mora-Arias de Valencia (a Esperanza y a Paloma) el tiempo y la atención dedicadas, sin su ayuda esta tesis no habría sido posible.

Quería también agradecer a los que fueron mis profesores y ahora puedo llamar compañeros del departamento de Ortodoncia de la Universidad Cardenal Herrera-CEU, por transmitirme sus conocimientos y dedicación a nuestra especialidad.

Mención aparte se merece el Dr.D. Eliseo Plasencia Alcina, que me ha enseñado que la ortodoncia no es sólo una profesión, sino que es una manera de disfrutar la vida, y que siempre se ha mostrado disponible para colaborar en la realización de esta tesis.

También quería agradecer a la profesora Paloma Valero Remohí por sus consejos y tiempo dedicado a la corrección de esta tesis.

También quería agradecer a mis compañeros del departamento de Odontopediatría por todo el apoyo mostrado durante todo este tiempo.

Agradecer a mis compañeras de Máster, a Rosa, Lidia , Raquel, Anna, Belén, Iciar, Teresa e Isa, por los largos días pasados en la universidad, que parecían no tener fin. Sin ellas, mi día a día en esta especialidad no sería lo mismo.

No puedo dejar de mencionar a mi madre (que siempre va conmigo) y a mi padre, que todo me lo han dado, y que a la vez, todo me lo han exigido. También agradecer a María, Peque, Pablo y Javier y a sus maravillosos hijos por estar a mi lado, sin ellos mi vida no sería la misma.

Quería agradecer a todos mis amigos el apoyo y la paciencia mostrada durante este tiempo. Ellos son esa parte de la familia que “uno elige” y, la realidad es que, nunca podría haber imaginado mejor elección.

No podía faltar mi agradecimiento a Jorge y a Blanca; A Jorge, que siempre está a mi lado, por todo el apoyo y la paciencia que ha mostrado, no sólo para la realización de esta tesis (que ha sido enorme) sino por acompañarme cada día en esta aventura de la vida; A Blanca, que desde hace más de un año le ha dado un nuevo sentido a mi vida, sin el cual, estaría del todo incompleta, por regalarme esas “horas de juegos” para poder dedicarme a la realización de esta tesis.

Finalmente, me gustaría agradecer a todos aquellos que, de un modo u otro, han hecho posible esta tesis.

**GRACIAS**

*A mis padres, especialmente  
a mi madre.*

*A Jorge y a Blanca.*



*Siempre parece imposible hasta que se hace.*  
(Nelson Mandela)

*Sólo una cosa vuelve un sueño imposible: el miedo a fracasar.*  
(Paulo Coelho)



# ÍNDICE

---



<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>1</b>
<b>ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....</b>	<b>15</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>19</b>
<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....</b>	<b>21</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICAS .....</b>	<b>25</b>
<b>ÍNDICE DE ESQUEMAS.....</b>	<b>27</b>
<b>ÍNDICE DE COLORES .....</b>	<b>29</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>33</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>39</b>
<b>CRECIMIENTO GENERAL DEL COMPLEJO CRANEOFACIAL .....</b>	<b>41</b>
CRECIMIENTO DE LA BÓVEDA CRANEAL .....	45
CRECIMIENTO DE LA BASE CRANEAL.....	48
CRECIMIENTO DEL COMPLEJO NASOMAXILOFACIAL .....	53
CRECIMIENTO DE LA MANDÍBULA .....	56
<b>EL PROBLEMA DEL DÉFICIT TRANSVERSAL DEL COMPLEJO</b>	
<b>NASOMAXILAR.....</b>	<b>59</b>
CONCEPTO .....	59
EVOLUCIÓN HISTÓRICA .....	66
EPIDEMIOLOGÍA .....	70
ETIOPATOGENIA .....	71
DIAGNÓSTICO.....	71

ANÁLISIS EN EL PLANO FRONTAL .....	73
ANÁLISIS DE LA RELACIÓN SAGITAL Y TRANSVERSAL .....	74
TRATAMIENTO .....	76
<b>CARACTERÍSTICAS TRANSVERSALES DE LAS PRINCIPALES MALOCLUSIONES .....</b>	<b>84</b>
CARACTERÍSTICAS TRANSVERSALES DE CLASE II .....	84
CARACTERÍSTICAS TRANSVERSALES DE CLASE III .....	87
<b>HIPÓTESIS NULA .....</b>	<b>91</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>95</b>
<b>MATERIAL Y MÉTODOS .....</b>	<b>99</b>
TIPO Y DISEÑO DEL ESTUDIO .....	99
POBLACIÓN DEL ESTUDIO .....	99
DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES ESTUDIADAS .....	105
CLASE ESQUELÉTICA Y PATRÓN FACIAL .....	106
DIFERENCIA ENTRE LAS ANCHURAS CRANEALES Y MANDIBULAR EN RELACIÓN A LA ANCHURA MAXILAR .....	116
EDAD CRONOLÓGICA .....	119
EDAD BIOLÓGICA .....	120
SEXO .....	121
<b>MÉTODO Y ANÁLISIS EMPLEADOS EN EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....</b>	<b>122</b>

CÁLCULO DEL ERROR DE MÉTODO DE LA TELERRADIOGRAFÍA LATERAL DE CRÁNEO .....	125
CÁLCULO DEL ERROR DE MÉTODO DE LA TELERRADIOGRAFÍA FRONTAL DE CRÁNEO .....	126
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>129</b>
<b>ANÁLISIS ESTADÍSTICO PREVIO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA     MUESTRA.....</b>	<b>129</b>
<b>RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO Y DEL     ANÁLISIS INFERENCIAL.....</b>	<b>129</b>
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO DE LA MUESTRA .....	129
ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN FUNCIÓN DE LAS VARIABLES DIRECTAS OBTENIDAS EN LA TELERRADIOGRAFÍA LATERAL Y FRONTAL DE CRÁNEO.....	133
ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN FUNCIÓN DE LA EDAD CRONOLÓGICA.....	136
ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN FUNCIÓN DE LA EDAD BIOLÓGICA .....	137
ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN FUNCIÓN DEL SEXO .....	138
<b>ANÁLISIS DE LOS DATOS MEDIANTE MODELOS SIMPLES Y     MULTIVARIABLES.....</b>	<b>139</b>
MODELOS SIMPLES DISCRIMINANTES DIAGNÓSTICOS DE LAS VARIABLES ABSOLUTAS .....	139
MODELO MULTIVARIABLE DE LAS VARIABLES ABSOLUTAS ...	144
<b>EVALUACIÓN DEL MODELO DE LAS VARIABLES ABSOLUTAS EN     UNA MUESTRA EXTERNA .....</b>	<b>147</b>

MODELOS SIMPLES DISCRIMINANTES DIAGNÓSTICOS DE LAS DIFERENCIAS CRÁNEO-MAXILARES .....	148
MODELO GENERALIZADO DIAGNÓSTICO EN FUNCIÓN DE LAS DIFERENCIAS CRÁNEO-MAXILARES. ....	153
<b>CÁLCULO DEL ERROR DE MÉTODO .....</b>	<b>158</b>
CÁLCULO DEL ERROR DE MÉTODO DE LA TELERRADIOGRAFÍA LATERAL DE CRÁNEO .....	158
CÁLCULO DEL ERROR DE MÉTODO DE LA TELERRADIOGRAFÍA FRONTAL DE CRÁNEO.....	160
<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>165</b>
<b>DISEÑO DEL ESTUDIO.....</b>	<b>165</b>
<b>LIMITACIONES DEL ESTUDIO.....</b>	<b>165</b>
<b>JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....</b>	<b>169</b>
<b>ANÁLISIS DE LAS VARIABLES ESTUDIADAS EN LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>170</b>
<b>PROPUESTA DE FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>180</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>185</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>189</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>199</b>
<b>ANEXO 1: CLAVES DE LA OCLUSIÓN DE ANDREWS.....</b>	<b>199</b>
<b>ANEXO 2: ESTADIOS DE DESARROLLO PUBERAL .....</b>	<b>200</b>
<b>ANEXO 3: DISCREPANCIA TRANSVERSAL DEL ESTUDIO DE RICKETTS.....</b>	<b>202</b>

<b>ANEXO 4: CRONOLOGÍA DE LA ERUPCIÓN.....</b>	<b>203</b>
<b>ANEXO 5: HOJA DE REGISTRO DE LOS DATOS DEL PACIENTE ....</b>	<b>205</b>
<b>ANEXO 6: HOJA DE REGISTRO DE LAS VARIABLES DE LA TELERRADIOGRAFÍA LATERAL Y FRONTAL DE CRÁNEO .....</b>	<b>206</b>
<b>ANEXO 7: TABLA DE REFERENCIA PARA VALORAR EL GRADO DE REPRODUCIBILIDAD DEL COEFICIENTE DE VARIACIÓN EN EL ÁREA DE CIENCIAS DE LA SALUD .....</b>	<b>207</b>
<b>ANEXO 8: TABLA DE REFERENCIA PARA VALORAR EL GRADO DE REPRODUCIBILIDAD PARA EL COEFICIENTE DE RELACIÓN INTRACLASE .....</b>	<b>208</b>
<b>ANEXO 9: TABLAS COMPLETAS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....</b>	<b>209</b>



## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

---

A (punto A) es el punto más profundo de la concavidad anterior del maxilar.

Ag (*Antegonion*) es un punto bilateral que se localiza a nivel de la curvatura antegonial, en el punto de máxima curvatura.

ANB: Ángulo ANB.

AUC: *Area Under the Curve* o área bajo la curva.

B (punto B) es el punto más posterior de la concavidad anterior de la sínfisis mandibular.

Ba (*Basion*) es el punto más anterior e inferior del agujero occipital.

Clase I: Clase I esquelética.

Clase II: Clase II esquelética.

Clase II/1: Clase II división primera.

Clase II/2: Clase II división segunda.

Clase III: Clase III esquelética.

CBCT: *Cone Beam Computerized Tomography*.

CCI: Coeficiente de correlación intra-clase.

CV: Coeficiente de variación.

E: Especificidad.

Eu (*Euryon*) es un punto bilateral que se corresponde con el punto más lateral de la bóveda craneal.

Gn (*Gnathion*) se define como el punto más anterior e inferior de la sínfisis mandibular.

Go (*Gonion*) es una medida bilateral, se define como el punto localizado en el ángulo gonial de la mandíbula.

Lo (*Latero-orbitale*) es un punto bilateral, generado por la intersección de la pared lateral de la órbita y el ala mayor del esfenoides.

Me (*Menton*) es el punto más inferior de la sínfisis mandibular.

Mm (milímetros) unidad de longitud equivalente a la milésima parte de un metro.

Mx (*Maxillare*) es un punto cefalométrico bilateral, obtenido por la intersección de la línea externa de la tuberosidad maxilar y el proceso cigomático.

Na (*Nasion*) se define como el punto más anterior de la sutura frontonasal.

OR (*Odds ratio*) es la razón de oportunidades o de probabilidades.

p: Probabilidad.

Plano md: Plano mandibular.

Pt (*Pterigoideo*) se define como el punto más superior del agujero redondo mayor, localizado cefalométricamente a nivel del punto más posterior y superior de la fosa pterigomaxilar.

ROC: *Receiver Operating Characteristic*.

S (punto S) se localiza cefalométricamente en el centro de la silla turca.

S: Sensibilidad.

SNA: Ángulo SNA.

SNB: Ángulo ANB.

VPN: Valor predictivo negativo.

VPP: Valor predictivo positivo.

Zyg (*Zygomatic*) topográficamente se corresponde con el aspecto más lateral del arco cigomático a nivel bilateral.



## ÍNDICE DE TABLAS

---

Tabla 1: Fórmula del índice de discrepancia maxilo-mandibular.

Tabla 2: Homogeneidad de los parámetros cefalométricos de la telerradiografía lateral de cráneo.

Tabla 3: Homogeneidad de los parámetros cefalométricos de la telerradiografía frontal de cráneo.

Tabla 4: Edad media, desviación típica, edad mínima y máxima y mediana en los dos grupos de estudio.

Tabla 5: Sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y negativo del modelo logístico en función de la anchura craneal.

Tabla 6: Resultados de los modelos independientes no ajustados de regresión logística binaria.

Tabla 7: Resultados del modelo de regresión logística binaria múltiple.

Tabla 8: Sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y negativo del modelo logístico en función del modelo de regresión logística múltiple.

Tabla 9: Validación del modelo en el 40% de la muestra.

Tabla 10: Sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y negativo del modelo sobre el 40% de la muestra.

Tabla 11: Diferencias entre las variables obtenidas en relación

Tabla 12: Valor t-test para valorar la homogeneidad de las variables calculadas en relación a la anchura craneal.

Tabla 13: Probabilidad de presentar compresión maxilar según cada una de las diferencias cráneo-maxilares.

Tabla 14: Probabilidad de presentar compresión maxilar según el modelo de regresión logística binario que engloba las diferencias craneal y orbital con el maxilar.

Tabla 15: Sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y negativo del modelo logístico en función del modelo de regresión logística binario que engloba las diferencias craneal y orbital con el maxilar.

Tabla 16: Diferencias de las medidas intra-examinador para la telerradiografía lateral de cráneo.

Tabla 17: Diferencias de las medidas intra-examinador para la telerradiografía frontal de cráneo.

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

---

Ilustración 1: Clasificación de las maloclusiones de Angle.

Ilustración 2: Esquema del cráneo.

Ilustración 3: Visión medial del cráneo.

Ilustración 4: Base interna del cráneo.

Ilustración 5: Corte sagital de la sincondrosis de la base del cráneo.

Ilustración 6: Crecimiento de la apófisis esfenoccipital.

Ilustración 7: Mecanismo de crecimiento del proceso maxilar al desarrollarse los procesos dentoalveolares.

Ilustración 8: Crecimiento rotacional del maxilar superior.

Ilustración 9: Hueso de la mandíbula.

Ilustración 10: Esquema de una mordida en tijera posterior y una oclusión normal.

Ilustración 11: Paciente con mordida cruzada derecha.

Ilustración 12: Representación de una mordida cruzada derecha.

Ilustración 13: Representación mordida cruzada bilateral.

Ilustración 14: Paciente con mordida cruzada completa.

Ilustración 15: Representación de una oclusión sin mordida cruzada, pero con las inclinaciones de los segmentos posteriores incorrecta.

Ilustración 16: Paciente sin mordida cruzada, pero con una alteración transversal.

Ilustración 17: Tratamiento de disyunción rápida del maxilar mediante un disyuntor tipo Hyrax.

Ilustración 18: Esquema de los elementos básicos de un disyuntor.

Ilustración 19: Telerradiografía lateral y frontal de un caso de C II/1.

Ilustración 20: Telerradiografía lateral y frontal de un caso de C II/2.

Ilustración 21: Telerradiografía lateral y frontal de un caso de C III.

Ilustración 22: Flujo de la determinación de la muestra.

Ilustración 23: Representación de la distribución de la muestra en los dos grupos.

Ilustración 24: Representación de la edad en las dos cohortes de estudio.

Ilustración 25: Puntos cefalométricos localizados en la telerradiografía lateral de cráneo.

Ilustración 26: Representación del ángulo SNA, SNB y ANB.

Ilustración 27: Representación del Wits.

Ilustración 28: Telerradiografía lateral de cráneo de un paciente de C I.

Ilustración 29: Comparación de un telerradiografía lateral de C II/1 y C III.

Ilustración 30: Representación del eje facial.

Ilustración 31: Representación del plano md.

Ilustración 32: Puntos cefalométricos localizados en la telerradiografía frontal de cráneo.

Ilustración 33: Representación de los planos determinantes de las anchuras craneales.

Ilustración 34: Estadios de maduración cervical.



## ÍNDICE DE GRÁFICAS

---

Gráfica 1: Curvas de crecimiento del tejido linfóide y neural, hueso maxilar y mandibular y del desarrollo de los genitales.

Gráfica 2: Curvas de crecimiento en los diferentes estadios de desarrollo en hombres y mujeres.

Gráfica 3: Valores medios de anchura craneal, cigomática y orbital.

Gráfica 4: Valores del Wits en el grupo control y grupo de compresión.

Gráfica 5: Medias del SNA y plano md en el grupo control y grupo de compresión.

Gráfica 6: Distribución de la muestra en función del estadio de madurez biológica.

Gráfica 7: Representación del incremento de la probabilidad de tener una compresión del maxilar superior en función de la anchura craneal.

Gráfica 8: Diferencias cráneo-maxilares en los dos grupos de estudio.

Gráfica 9: Representación del aumento de probabilidad de presentar compresión maxilar en función de la diferencia entre la anchura craneal y maxilar.

Gráfica 10: Representación del aumento de probabilidad de presentar compresión maxilar en función de la diferencia entre la anchura cigomática y maxilar.

Gráfica 11: Curva ROC del modelo de regresión logística binario en función de la diferencia cráneo-maxilar y cráneo-orbital.

Gráfica 12: Curva ROC del modelo en función de las variables absolutas y de las diferencias en relación al maxilar.



## ÍNDICE DE ESQUEMAS

---

Esquema 1: Secuencia cronológica del crecimiento craneofacial.

Esquema 2: Organización del complejo cráneo-facial.



## ÍNDICE DE COLORES

---



HUESO FRONTAL



HUESOS MAXILARES



HUESO ETMOIDES



HUESO ESFENOIDES



HUESO DE LA MANDÍBULA



HUESO VÓMER



HUESOS PARIETALES



HUESOS TEMPORALES



HUESO OCCIPITAL



HUESOS CIGOMÁTICOS



# INTRODUCCIÓN

---



## INTRODUCCIÓN

---

En el estudio de la morfología humana, en relación al estudio de una deformidad, deben identificarse qué situaciones son aquellas consideradas como normales. Una vez establecidas, podrá definirse correctamente cualquier situación patológica.

De este modo, una vez determinado el diagnóstico de una deformidad concreta, se gradúan las distintas maneras en las que puede presentarse mediante clasificaciones o escalas. Éstas se rigen comúnmente por un criterio de gravedad, o bien, responden a los diferentes modos de presentación que se pueden encontrar de la misma.

De igual forma ha ocurrido durante el desarrollo de la ortodoncia. Desde sus comienzos, se establecieron clasificaciones de las diferentes situaciones de oclusión que podemos encontrar a nivel oral. Una de las primeras clasificaciones y, sin duda, la más ampliamente conocida y extendida, fue la realizada por Angle en 1899 basada en la relación del primer molar permanente superior y el primer molar permanente de la arcada inferior, así como en el alineamiento de los dientes (ilustración 1). Ninguna referencia se estableció entonces en función de la dimensión transversal o vertical, siendo una clasificación exclusivamente en función del plano anteroposterior.

Sin embargo, el diagnóstico de la cavidad oral desde un punto de vista ortodóncico, debe comprender no sólo el plano anteroposterior, sino también el plano vertical y el horizontal. De manera que, al igual que el proceso de crecimiento se desarrolla mediante un complejo mecanismo que implica estos tres planos, el plan de tratamiento de ortodoncia y ortopedia dentofacial debe abarcarlos de igual forma. Será necesario por tanto, el conocimiento detallado de estos fenómenos para poder planificar con éxito cualquier tratamiento de ortodoncia (Nanda, 2000).

Los problemas maloclusivos en el plano horizontal o transversal constituyen una entidad clínica importante. En muchas ocasiones, se asocian a la presencia de mordida cruzada posterior y/o de mordida en tijera, lo que a su

vez, puede generar un deslizamiento lateral de la mandíbula, que de no corregirse dará lugar a una asimetría esquelética (Proffit, 2013). Sin embargo, también es posible encontrar una situación de desproporción a nivel esquelético entre el maxilar superior e inferior que puede verse compensada dentoalveolarmente por la inclinación vestibulo-lingual de los molares superiores e inferiores, sin existir por tanto, estas alteraciones dentarias a nivel transversal (Lorente, 2002).

La relación de mordida cruzada posterior se produce cuando las cúspides vestibulares de los dientes posteriores superiores ocluyen en la fosa central de los dientes posteroinferiores, donde deberían ocluir las cúspides palatinas. Este tipo de malposición se presenta con una prevalencia del 1-23% de la población general (Bravo, 2003), siendo mucho mayor cuando se trata de pacientes ortodóncicos, donde llegan a alcanzar cifras de alrededor del 50% (Navarro, 2009).

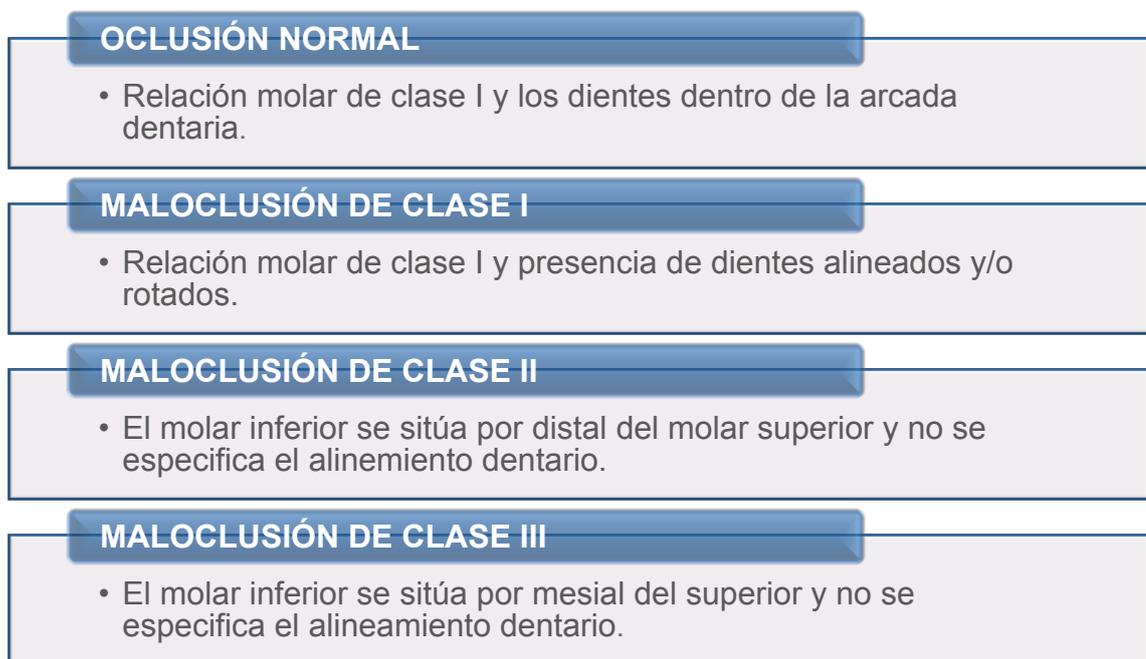


Ilustración 1. Clasificación de Angle E. extraída del libro de Proffit (2013).

En el caso contrario, cuando las cúspides palatinas superiores ocluyen por vestibular de las cúspides vestibulares de los dientes posteroinferiores, se trata de una entidad clínica denominada mordida en tijera. Estas son mucho más infrecuentes, apareciendo únicamente en el 0-8% de la población general (Bravo, 2003).

Por tanto, queda claro, que los problemas transversales, a pesar de ser con gran frecuencia olvidados, constituyen una situación clínica habitual en la práctica ortodóncica.

Dentro de las causas que llevan a un déficit en el desarrollo del complejo nasomaxilar se encuentran diferentes factores, incluyendo malformaciones congénitas y alteraciones del desarrollo (Navarro, 2009), así como factores ambientales como la presencia de determinados hábitos orales nocivos, entre los que destacan la respiración oral, la deglución infantil y la succión digital (Germa y cols., 2016).

El tratamiento de estos problemas, fue ampliamente estudiado en la década de 1990. Dado que tienen su origen en una base esquelética, deben ser enfocados del mismo modo, con una corrección total a nivel óseo. Para lograr este objetivo existen diferentes dispositivos de ortopedia siempre y cuando el tratamiento se realice sobre un sujeto en crecimiento. No ocurrirá lo mismo en el caso de los adultos, donde se deberá realizar un enfoque ortodóncico-quirúrgico, con los correspondientes riesgos y complicaciones que implica una cirugía de tal magnitud (Vanarsdall, 1999).

El momento óptimo de tratamiento deberá ser establecido por el ortodoncista, sabiendo que dentro de las opciones con las que es posible abordar el problema la más extendida es la expansión rápida del maxilar. Este procedimiento fue definido como seguro y predecible en pacientes durante todas las fases de crecimiento (Lione y cols., 2013). Sin embargo, el tratamiento debe procurar iniciarse tan pronto como se diagnostique, para restaurar el equilibrio del aparato estomatognático lo antes posible mediante procedimientos de ortopedia, cuyos riesgos y complicaciones son mínimos. Por

ello existe una necesidad clara de poder diagnosticar este tipo de problemas de manera precoz. (Bell y Kiebach, 2014).

Habitualmente, esta deformidad es detectada en base a la exploración clínica realizada. No obstante, este método es considerado insuficiente e inadecuado (Vanarsdall, 1999). Ante esta necesidad, Ricketts (1981) desarrolló un método para valorar la relación proporcional que debía existir entre el maxilar y la mandíbula, basado en la edad y en el sexo de cada sujeto en cuestión.

Este protocolo supuso un gran adelanto en el enfoque de los problemas transversales y se ha venido usando desde entonces. Sin embargo, no ha aparecido ningún otro método diagnóstico, ni tan siquiera una actualización del mismo, que incluyese las características verticales y/o sagitales del crecimiento craneofacial del paciente en cuestión.

Será por tanto necesario tener claro un protocolo diagnóstico que permita identificar estas situaciones anómalas, no sólo de manera clínica en base a la experiencia del especialista, sino mediante un determinado método.

De forma que, en pleno siglo XXI, la práctica de ortopedia dentofacial no cuenta con un protocolo actual que permita realizar un diagnóstico con una base científica y no, únicamente clínica, de un problema tan frecuente como son los problemas transversales del aparato estomatognático, siendo el principal enfoque diagnóstico puramente clínico, que resultará en una gran dificultad de aplicación en un especialista principiante durante sus primeros años de ejercicio.

Por tanto, ante esta ausencia de métodos diagnósticos objetivos, se cree necesario realizar un estudio que permita analizar las características más comunes de esta deformidad dentofacial.

# MARCO TEÓRICO

---



## MARCO TEÓRICO

---

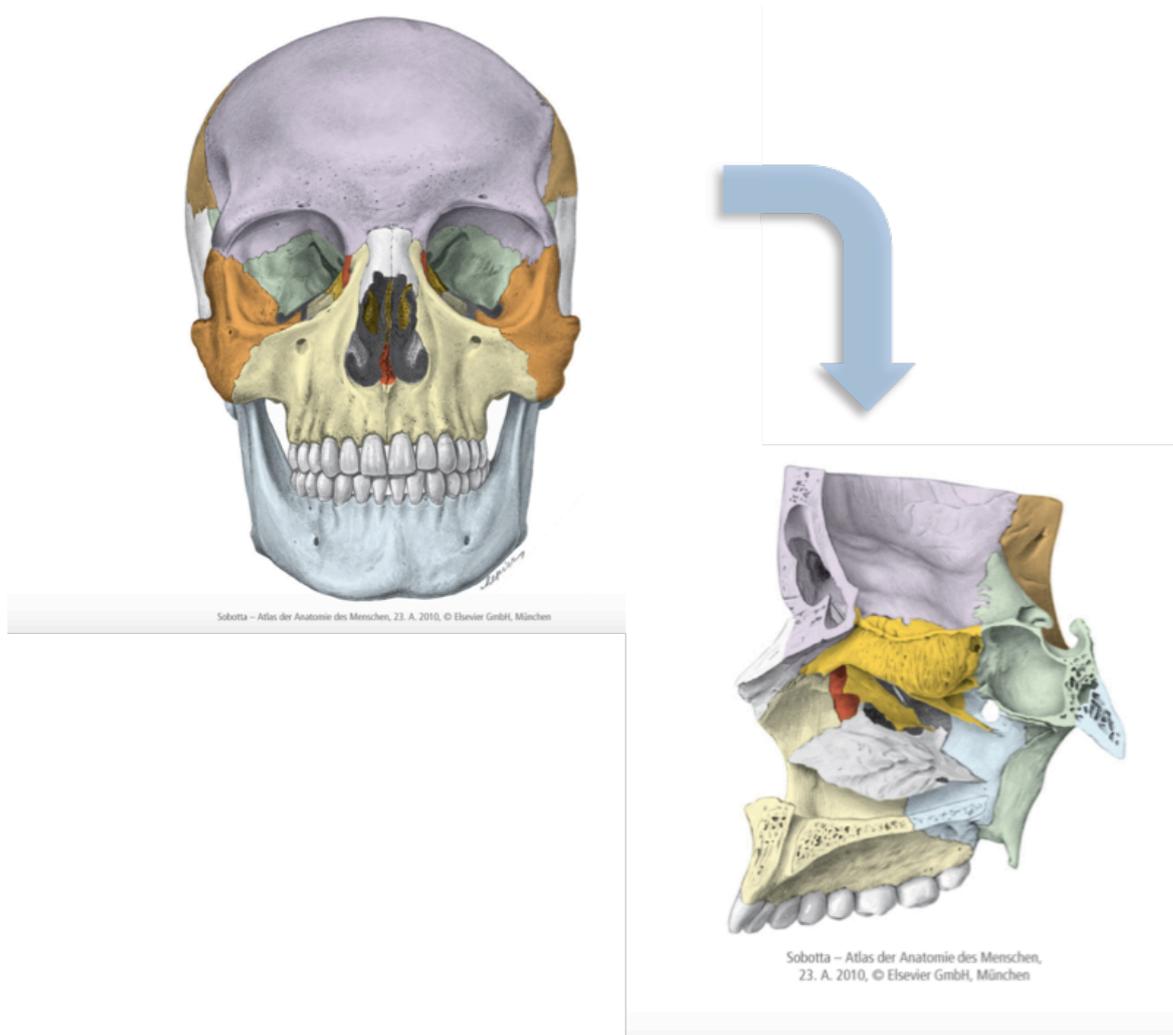
El conocimiento del crecimiento craneofacial sigue constituyendo uno de los principales objetivos de la ortodoncia y ortopedia dentofacial.

Si bien es cierto que en los últimos años se está sufriendo un cambio en la distribución de los pacientes en las consultas de ortodoncia, observándose un gran incremento del porcentaje de pacientes adultos, sigue existiendo un predominio de pacientes en edad infantil y adolescente. Sujetos que, al estar en una fase de crecimiento importante, sufrirán cambios significativos en su oclusión, aspecto facial y esquelético y de las partes blandas de la cara como parte de un crecimiento y desarrollo normales. De forma que, únicamente mediante el profundo conocimiento de estos cambios, el especialista podrá adelantarse a ellos y predecir, no sólo cómo ocurrirán, sino también cuándo van a ocurrir, individualizando el tratamiento más adecuado y escogiendo el momento idóneo para llevarlo a cabo en cada paciente concreto (Bishara, 2000).

Esta misma idea, fue destacada por Nanda (2000), cuando afirmó que “el conocimiento de los cambios que ocurren relativos al crecimiento es esencial en la planificación del tratamiento de ortodoncia”. Así, no se debe únicamente valorar la situación en la que se encuentra un paciente cuando demanda tratamiento, sino estimar y considerar los cambios que posteriormente ocurrirán con el crecimiento. De gran importancia serán los años inmediatamente después de haber finalizado el tratamiento, durante la fase de retención, hasta alcanzar la vida adulta.

Para entender cómo se produce el déficit de crecimiento transversal del complejo nasomaxilar, se debe conocer cómo es el proceso de crecimiento normal para poder así reconocer todos aquellos hallazgos que se alejen de esa situación de normalidad. Sin embargo, debe analizarse el desarrollo del conjunto craneofacial de forma global, ya que considerar de manera aislada el crecimiento del complejo nasomaxilofacial resulta imposible, debido a que el

crecimiento y desplazamiento de cada uno de los componentes del cráneo afecta a todo su conjunto (ilustración 2).



**Ilustración 2. Esquema del cráneo (ver leyenda de colores) y un corte en el plano sagital del complejo nasomaxilar y su relación con el conjunto del cráneo, Paulsen y Waschke (2012).**

Es determinante conocer que los problemas transversales pueden tener su origen tanto en el maxilar superior como en el inferior, tanto a nivel de las bases óseas como a nivel de las compensaciones dentoalveolares que pueden generar. Siendo importante identificar si el origen del problema se debe a un

verdadero déficit del maxilar superior o a un exceso del maxilar inferior (Lorente, 2002).

## CRECIMIENTO GENERAL DEL COMPLEJO CRANEOFACIAL

---

El crecimiento del conjunto craneofacial<sup>1</sup> es un proceso de gran complejidad, que implica diferentes mecanismos que no siguen necesariamente un mismo patrón, ni en relación al momento en el que se producen, ni en la magnitud en la que se generan (Bishara, 2000).

En el proceso del crecimiento del cráneo, las superficies interna y externa de cada uno de los huesos craneofaciales están recubiertas por una especie de mosaico que podemos denominar “campos de crecimiento”. De este modo, cada hueso constituye un mosaico de distintas zonas con diversas actividades de crecimiento. En una misma superficie existen zonas de aposición o de reabsorción o zonas de crecimiento sutural, que presentan una intensidad y ritmo de crecimiento diferente. De manera que, contrariamente a lo que se podría presumir, la superficie externa no es toda una superficie de aposición, ni tampoco toda la interna lo será de reabsorción (Aguilá y Enlow, 2006).

---

<sup>1</sup> Durante el desarrollo del presente compendio, se analiza el proceso de crecimiento desde un punto de vista principalmente clínico, en el que se ha excluido el área de la embriología y el área de la histología. Tampoco se explican las teorías de regulación de los mecanismos de crecimiento ni de las cascadas moleculares que lo integran y regulan, ya que se generaría un alejamiento importante de la materia de estudio. Dicho esto, se van a analizar los cambios apreciables que se pueden encontrar en el macizo facial desde el nacimiento hasta la edad adulta.

El crecimiento es “un proceso multidimensional y dinámico, que para poder llegar a entenderse, debe ser monitorizado en sus cambios en los tres planos del espacio: transversal, sagital y vertical” (Nanda y cols., 2012). De forma que, la presencia de cualquier tipo de alteración en alguno de ellos, provocará la presencia manifestaciones concretas, como se muestra a continuación:

- ✓ Las alteraciones del plano frontal o transversal conducirán a la manifestación de asimetrías esqueléticas, compresiones o expansiones de las arcadas dentarias y/o bases óseas y la presencia clínicamente de mordidas cruzadas.
- ✓ El análisis del plano anteroposterior o sagital, ofrecerá información sobre el perfil facial, las discrepancias a nivel de las arcadas dentarias así como resaltes inadecuados, bien por ser excesivos o, por el contrario, por ser negativos.
- ✓ La monitorización del crecimiento en el plano vertical permitirá identificar la proporcionalidad de los diferentes tercios faciales<sup>2</sup> y el exceso o defecto de sobremordida, que guiarán a la presencia de una sobremordida profunda o una mordida abierta, bien por un exceso de solapamiento o bien por la ausencia de contacto a nivel incisivo respectivamente.

Es importante destacar, que pese a existir variaciones individuales en el crecimiento, la secuencia en la que se produce este crecimiento craneofacial es un hecho más invariable (esquema 1), siendo el punto que admite una mayor amplitud de opciones la edad en la que cada individuo va alcanzando cada uno de los distintos niveles de su desarrollo (Nanda y cols., 2012).

---

<sup>2</sup> En la visión frontal de la cara debemos analizar las dimensiones de los tercios faciales. Basado en los autores del Renacimiento podemos establecer que la distancia entre el nacimiento del cabello y la base de la nariz, la distancia entre la base de la nariz y el bajo de la misma y la distancia entre este punto y el bajo de la barbilla deben ser iguales (Proffit, 2013).

Las dimensiones transversales de la cara y el cráneo son prácticamente alcanzadas en su totalidad<sup>3</sup> en la adolescencia, mientras que las relaciones anteroposterior y vertical, pueden seguir desarrollándose hasta la edad adulta de cada sujeto. Hacia los 6 años de edad se ha completado el 95% de las dimensiones transversales del cráneo, llegando a finalizar totalmente alrededor de los 14 y 17 años, en el caso de las mujeres y los hombres respectivamente (Nanda y cols, 2012).

En el caso de las dimensiones generales de la cara, el pico de crecimiento se produce de una manera más tardía: alrededor de los 6 años en las mujeres se ha alcanzado el 86% de la dimensión adulta y un porcentaje ligeramente inferior, el 83%, en el caso de los hombres.



**Esquema 1. Secuencia cronológica en la que se completa el crecimiento craneofacial en los tres planos del espacio (Nanda y cols., 2012).**

---

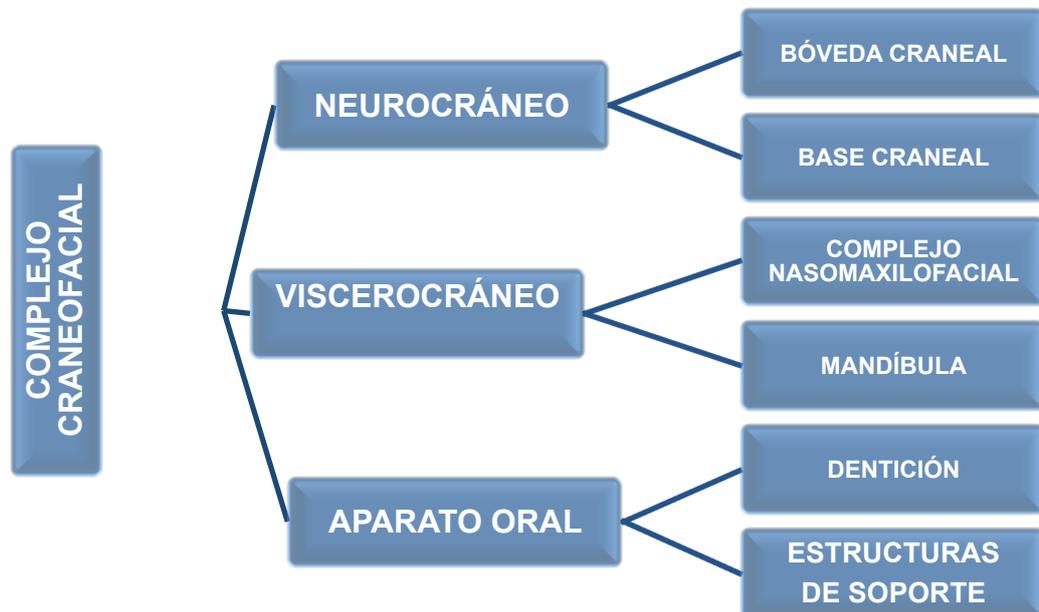
<sup>3</sup> Pese a que la gran mayoría de los valores transversales se incluyen en este conjunto, es importante recalcar que ciertas dimensiones, principalmente dos de ellas: la anchura intergomática y la anchura intergonial, finalizarán su crecimiento de una manera más acorde al crecimiento anteroposterior y vertical, en lugar que con el transversal.

Si se analiza a nivel esquemático el proceso de crecimiento y desarrollo del complejo craneofacial, se puede dividir en las siguientes regiones anatómicas: la bóveda y la base craneal, el complejo nasomaxilofacial y la mandíbula. Entre todos ellos, se presta especial atención principalmente al segundo de los grupos, pero sin perder de vista el concepto de crecimiento craneofacial en su conjunto.

En un intento de simplificar el entendimiento del crecimiento y su anatomía, el complejo craneofacial puede dividirse en dos partes: el neurocráneo y el desmocráneo, que forma la cara (Canut, 2000). Esta división realizada desde el punto de vista funcional puede incluir una tercera parte: el aparato oral. De manera que se presentaría como un complejo de tres unidades a nivel organizativo bien diferenciadas, esquema 2 (Graber y cols., 2012):

- **El neurocráneo**, donde se encuentra el encéfalo y se apoya en la base del cráneo y lo engloba la bóveda craneal.
- **El desmocráneo o viscerocráneo** que puede dividirse en los dos áreas: por un lado los dos tercios superiores, compuestos a nivel externo por los huesos del complejo maxilofacial principalmente y por otro lado, el tercio inferior formado por la mandíbula.
- **El aparato oral**, que incluye a la totalidad de la dentición y sus estructuras de soporte, tanto en el maxilar superior como en el inferior.

Si se realiza un análisis más detallado de los dos primeros, aparecen cuatro estructuras fundamentales.



Esquema 2. Esquema de la organización del esqueleto craneofacial, según la clasificación de Canut (1988) y actualizada por Graber y cols. (2012).

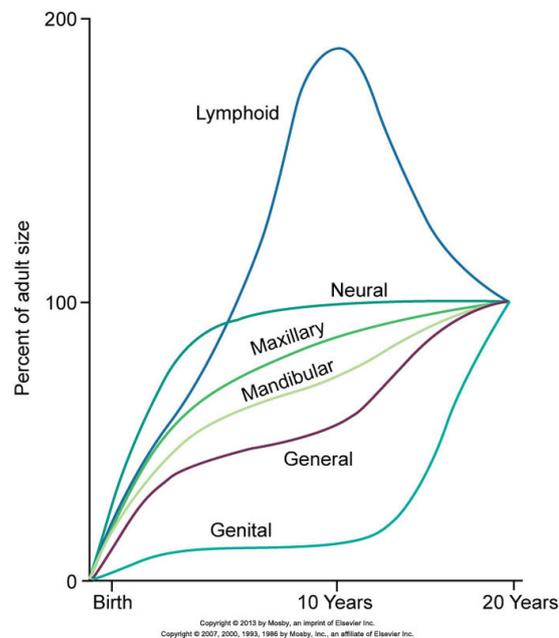
## CRECIMIENTO DE LA BÓVEDA CRANEAL

La bóveda craneal está compuesta por el conjunto formado por los siguientes huesos (ilustración 3):

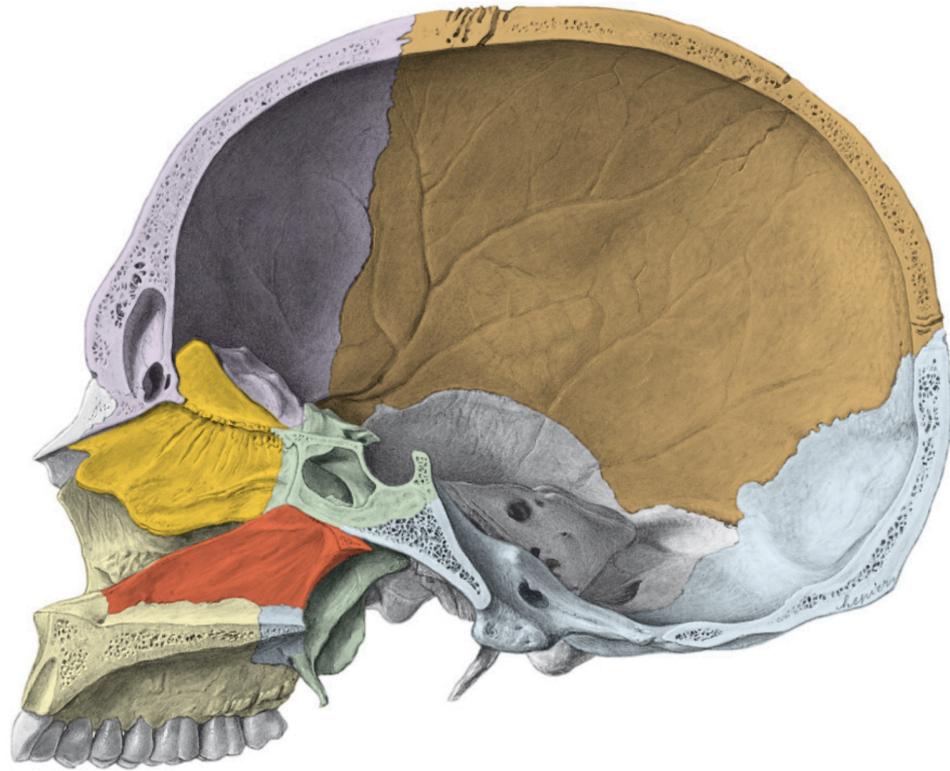
- ✓ El hueso frontal.
- ✓ Los huesos parietales.
- ✓ Los huesos temporales, en su porción escamosa.
- ✓ El hueso occipital, en su porción escamosa.

El ser humano presenta un gradiente de crecimiento céfalo-caudal postnatal, en el que existe una mayor posibilidad de crecimiento de los miembros más alejados de la cabeza. Esto conlleva que las dimensiones de la

cabeza queden prácticamente definidas en los primeros años de vida debido al mayor crecimiento neural en esta primera etapa de la vida y que abarca hasta los 8 años de edad aproximadamente (gráfica 1) (Bravo, 2003). Es por ello que la bóveda craneal es desproporcionadamente grande en relación a las dimensiones del resto de la cara y del cuerpo en el momento del nacimiento. De hecho, a los 4 años de edad aproximadamente se ha alcanzado el 80% de las dimensiones finales (Graber y cols., 2012) y, alrededor de los 6 años prácticamente ha finalizado el crecimiento de la bóveda, llegando al 95% del tamaño final (Yabuz y cols., 2004).



**Gráfica 1.** Gráfica que representa las curvas de crecimiento del tejido linfóide, del tejido neural, del hueso maxilar y mandibular y del desarrollo de los genitales. Se observa como el pico de crecimiento neural es el más precoz, determinando las dimensiones del cráneo, y que la curva de crecimiento maxilar siempre va por delante a la mandibular (Proffit, 2013).



Sobotta – Atlas der Anatomie des Menschen, 23. A. 2010, © Elsevier GmbH, München

**Ilustración 3. Visión medial del cráneo. La cavidad craneal incluye la calvaria o "tapa del cráneo" y la fosa craneal anterior, media y posterior, Paulsen y Waschke (2012).**

El desarrollo y crecimiento de la bóveda craneal en su conjunto depende principalmente del crecimiento y de la expansión del encéfalo y de los contenidos intracraneales. Dicho crecimiento se produce principalmente gracias a dos mecanismos:

- El crecimiento a nivel de las suturas, que son localizaciones de crecimiento adaptativas y compensatorias que responden a las fuerzas biomecánicas.
- El remodelado, proceso consistente en una reabsorción interna y una aposición externa de hueso.

## CRECIMIENTO DE LA BASE CRANEAL

---

Los huesos que componen base del cráneo son los siguientes:

- ✓ El hueso occipital.
- ✓ Los huesos temporales.
- ✓ El hueso frontal.
- ✓ El hueso etmoides.
- ✓ El hueso esfenoides.
- ✓ Los huesos parietales.

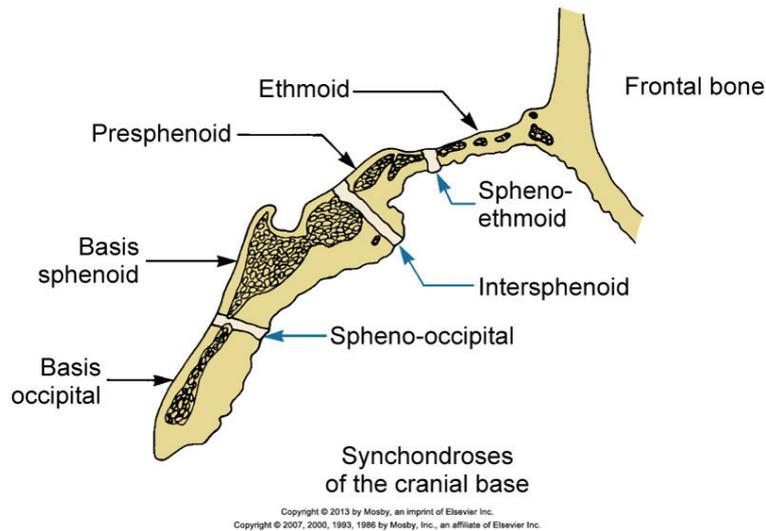
La base craneal puede dividirse en dos segmentos: la base craneal anterior y la posterior: la posterior comienza en la silla turca y finaliza a nivel del Basion, y la anterior se extiende desde la silla hasta el hueso frontal (ilustración 4).

El crecimiento de la base del cráneo está directamente relacionado con el crecimiento a nivel de las sincondrosis, que se consideran articulaciones cartilaginosas temporales que se sitúan entre huesos de origen cartilaginoso. Como la mayoría de los elementos que derivan en su formación de tejido cartilaginoso, tienen una regulación principalmente genética y epigenética. No obstante, la presencia de factores ambientales sistémicos como situaciones de enfermedad sistémica o desnutrición pueden alterar su desarrollo (Graber y cols., 2012).



**Ilustración 4. Base interna del cráneo; visión superior.** Se puede observar la fosa craneal anterior compuesta por los huesos frontal, esfenoides y etmoides, la fosa craneal media formada por huesos esfenoides y temporales y , la fosa craneal posterior, la más grande, formada por los huesos temporales, el occipital y, en menor medida por los huesos esfenoides y parietales, Paulsen y Waschke (2012).

Existen tres sincondrosis principales en el cráneo de un recién nacido: la sincondrosis interesfenoidal, la esfenoetmoidal y la esfenooccipital (ilustración 5).



**Ilustración 5. Corte en el plano sagital de las sincondroses de la base del cráneo: esfenooccipital interesfenoidal y esfenoetmoidal (Proffit, 2013).**

Cada una de ellas tiene un período de crecimiento máximo distinto. Sin embargo, se ha determinado que los mayores cambios que se generan en el tamaño y angulación de la base del cráneo se producen entre los 2 y 3 primeros años de vida, debidos básicamente al crecimiento en estas sincondroses sumado a un crecimiento aposicional.

- **La sincondrosis interesfenoidal**, como su nombre indica se sitúa entre la porción anterior del esfenoides y su porción posterior. Su contribución al crecimiento tras el nacimiento es nula o escasa, ya que se fusiona normalmente tras el parto.
- **La sincondrosis esfenoetmoidal**, se localiza entre el hueso esfenoides y el hueso etmoides, con una actividad máxima desde el nacimiento hasta los 7 años de vida, momento en el que pierde su

capacidad de crecimiento y se convierte en una sutura<sup>4</sup>. De modo que entre los 4 y los 5 años se ha alcanzado el 86-87% del tamaño final de la parte anterior de la base del cráneo. De este modo, prácticamente el crecimiento de la porción anterior de la base del cráneo se da por finalizado, siendo consideradas unas estructuras relativamente estables a partir de esta edad. Únicamente será la porción anterior la que goce de dicha estabilidad, ya que la porción posterior, así como el suelo de la silla turca, sufrirán importantes procesos de reabsorción durante prácticamente todo el crecimiento postnatal (Sathyanarayana y cols., 2013).

No obstante, pese a que se produzca un cese del crecimiento a nivel de la sincondrosis, seguirán produciéndose fenómenos de aposición superficial y reabsorción interna, sobre todo con el desarrollo del seno frontal.

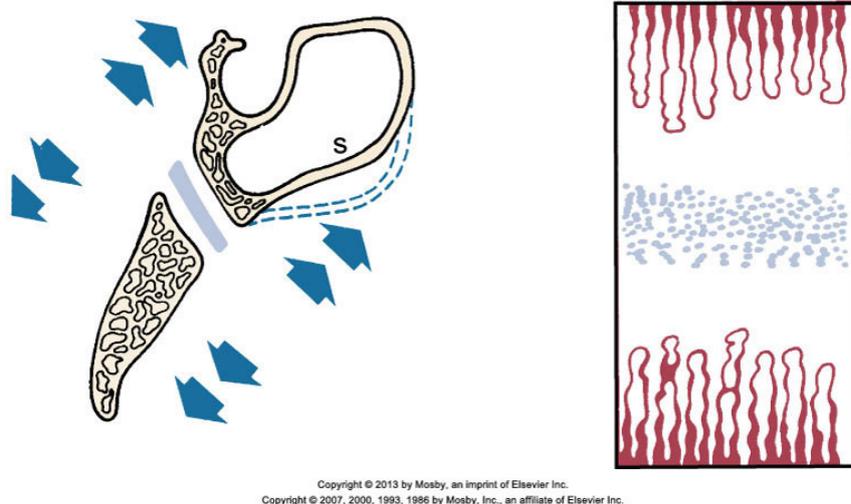
- **La sincondrosis esfenooccipital**, se sitúa entre los huesos esfenoides y occipital. Se fusiona en su totalidad alrededor de los 16-17 años en la mujeres y alrededor de dos años más tarde (entre los 18-19) en los hombres. Esta unión es definida desde el punto de vista microscópico en las uniones que se van generando, ya que sin embargo, a nivel radiográfico es difícil observar cambios antes de los 11-14 años y de los 13-16 en mujeres y hombres respectivamente.

El crecimiento de la sincondrosis esfenooccipital es uno de los factores más determinantes en el desarrollo vertical de la mitad superior de la cara y de la posición del complejo dentoalveolar

---

<sup>4</sup> Las suturas craneales y faciales cumplen cuatro funciones básicas: 1) actúan de unión entre los huesos, 2) son capaces de absorber las fuerzas en ellos ejercidas, 3) permiten cierto movimiento entre los huesos que unen actuando como articulaciones y, finalmente, 4) juegan un papel fundamental en el proceso de crecimiento (Wagemans y cols., 1988).

superior en el plano sagital. El resultado del crecimiento de la misma será un desplazamiento anterior de la base craneal y, por tanto, un descenso y adelantamiento del complejo nasomaxilar, alejándose del *foramen magnum*<sup>5</sup> y de las vértebras (Cohen, 1998).



**Ilustración 6. Representación esquemática del crecimiento en la apófisis esfenoccipital. A la derecha podemos observar una ilustración que representa el crecimiento en el tejido cartilaginoso que se sitúa en el centro de la sincondrosis (Proffit, 2013).**

## CRECIMIENTO TRANSVERSAL DEL COMPLEJO CRANEOFACIAL

El crecimiento transversal craneofacial se considera como finalizado a los 18 años de edad cronológica, quedando establecidas las dimensiones transversales finales del individuo en cuestión. La velocidad de crecimiento durante este proceso no sigue un patrón uniforme, sino que a los 6 años, el 80% de las dimensiones finales queda establecido, con la excepción de la

---

<sup>5</sup> El *foramen magnum* es un orificio ovalado situado en el hueso occipital, en la zona posteroinferior del cráneo, a través del cual articula con la columna vertebral.

anchura nasal, que únicamente ha alcanzado el 75% de su anchura en esta edad y que no habrá alcanzado su dimensión final hasta pasados los 18 años de edad (Nanda y cols., 2012).

## CRECIMIENTO DEL COMPLEJO NASOMAXILOFACIAL

---

El complejo nasomaxilofacial o tercio medio facial está compuesto por dos estructuras situadas en la cavidad nasal: los cornetes y el vómer. Además de los cinco grupos de huesos pares principales como son (Graber y cols., 2012):

- ✓ Huesos maxilares<sup>6</sup>.
- ✓ Huesos nasales.
- ✓ Huesos cigomáticos.
- ✓ Huesos lagrimales.
- ✓ Huesos palatinos.

Pese a que en muchas ocasiones cuando se trata de entender el crecimiento del maxilar superior, se enlaza únicamente con los huesos nasales (hablando así de complejo nasomaxilar). Más correctamente, debería hablarse de complejo nasomaxilofacial, ya que resulta imposible dividirlo de las estructuras craneofaciales a las que está íntimamente unido (Font, 2002).

Alrededor de los 7 años de edad se frena el crecimiento a nivel de la cápsula y del tabique nasal. El primero de ellos se osifica de manera completa a esta edad. El tabique nasal, a pesar de mantener una estructura cartilaginosa durante toda la vida del individuo, también detiene su tasa de crecimiento de

---

<sup>6</sup> En el desarrollo intrauterino y hasta los 3 y 5 años podemos hablar también de los huesos premaxilares (izquierdo y derecho), que acabarán fusionándose con los procesos maxilares alrededor de esta misma edad.

manera significativa. Si se observa con más profundidad qué ocurre en el desarrollo de la anchura nasal, se destaca que en la mujeres se completa el 80% alrededor de los 6 años y el 75% en el caso de los hombres. Es importante resaltar que existe una concordancia total entre el desarrollo de la anchura nasal y la facial en el caso de ambos sexos. Sin embargo, puede encontrarse una clara discrepancia, ya que, a diferencia de las mujeres, los hombres experimentan dos picos de crecimiento a nivel nasal: el primero entre los 8 y 10 años y, de nuevo, un segundo incremento alrededor de los 15 años (Nanda y cols., 2012).

Queda claro, por tanto, que el tercio medio facial inicia su crecimiento en concordancia con la base del cráneo y con la bóveda craneal, alcanzando prácticamente sus dimensiones finales hacia la primera década de la vida postnatal. De hecho, hacia los 5 años de edad la dimensión comprendida entre la espina nasal anterior y la espina nasal posterior ha alcanzado el 80% de su tamaño total y la altura facial anterior<sup>7</sup> casi un 73% de la final.

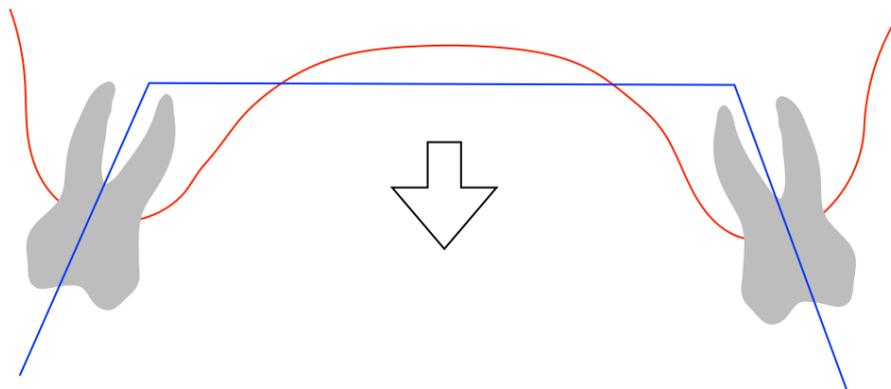
#### CRECIMIENTO TRANSVERSAL DEL MAXILAR

Para lograr entender el crecimiento transversal del maxilar es necesario entender que se produce una rotación del maxilar a nivel basal alrededor de la sutura palatina, que provoca un incremento en anchura del mismo. Así, los sujetos que mayor rotación experimenten, mayores incrementos a nivel transversal experimentarán. Es importante destacar también que el centro de rotación del maxilar comienza en una ubicación ligeramente anterior a la posición de los incisivos superiores y que, progresivamente a partir de los 14 años de edad, va migrando hacia una situación más posterior (Gandini y Buschang, 2000).

---

<sup>7</sup> Podemos definir la altura facial anterior como la distancia comprendida entre Na y Me.

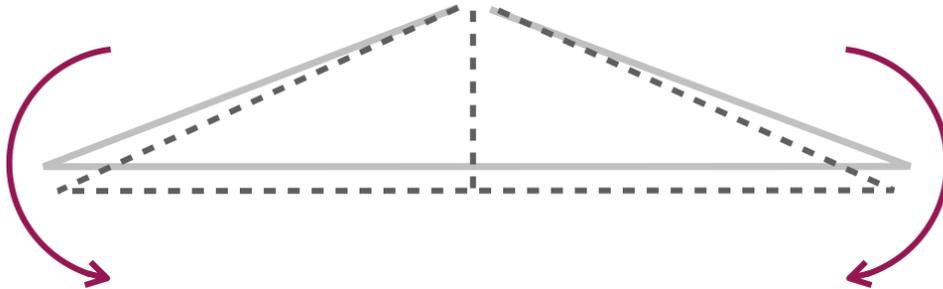
Si se analiza el desarrollo de la anchura del hueso maxilar, existe una fase de crecimiento rápido entre los 8 y 12 años, que se corresponde con el rápido desarrollo de los procesos dentoalveolares debido a la erupción de los segundos molares permanentes. Le sigue una fase de estabilización del crecimiento, siendo alcanzadas las dimensiones transversales finales alrededor de los 15 y 16 años, en el caso de las mujeres y de los hombres respectivamente (ilustración 7). De hecho, los sujetos que presentan un mayor grado de rotación del maxilar y de la mandíbula, también manifiestan un mayor crecimiento transversal del maxilar y de la mandíbula, respectivamente (Gandini y Buschang, 2000).



**Ilustración 7. Representación gráfica del mecanismo de crecimiento del complejo nasomaxilar a medida que se desarrollan los procesos alveolares (basada en un diagrama de Canut, 2000).**

La parte más distal del maxilar desciende en mayor medida que la parte más mesial, debido a que existe un mayor crecimiento vertical en la zona posterior, produciéndose como resultado un descenso con cierto grado de rotación, girando hacia delante y hacia arriba (Font, 2002). Es importante destacar que esto ocurre en la mayoría de los casos. No obstante, existen variaciones individuales y determinados sujetos pueden salirse de los patrones considerados como normales, manteniendo cierto grado de equilibrio global del aparato estomatognático. Este descenso del maxilar durante su crecimiento se produce acompañado de un proceso de rotación, en el que a medida que se

produce el ensanchamiento y descenso lateral, se genera un acortamiento como resultado final, ilustración 8 (Björk y Skieller, 1974).



**Ilustración 8. Representación del crecimiento del maxilar, donde se establece una determinada rotación que deriva en un acortamiento del mismo (Björk y Skieller, 1974).**

Una vez finalizado de manera casi completa el crecimiento transversal del complejo nasomaxilar, sigue existiendo un desplazamiento en sentido anteroinferior, con predominio del crecimiento vertical, que puede perdurar hasta la segunda década de la vida, en el caso de los varones. Este dimorfismo sexual no sólo se corresponde con una mayor duración del proceso de crecimiento, sino que la cantidad de crecimiento alcanzada es significativamente distinta, siendo mayor en el caso de los hombres.

## CRECIMIENTO DE LA MANDÍBULA

---

La mandíbula constituye desde el punto de vista anatómico un área del complejo craneofacial constituido por un único hueso, ilustración 9: el hueso de la mandíbula en el que se diferencian tres partes principales:

- ✓ El cuerpo mandibular.
- ✓ La zona del ángulo de la mandíbula.
- ✓ La rama mandibular.



**Ilustración 9. El hueso de la mandíbula en proyección lateral y en visión transversal desde una proyección inferior, Paulsen y Waschke (2012).**

Dentro del crecimiento craneofacial, el de la mandíbula es el último en iniciarse (como se observa en la gráfica 1) y también es el último en acabar de completarse. Destaca por ser la parte del esqueleto humano que presenta una mayor variación entre los diferentes individuos (Binner, 2015). Además de todas estas peculiaridades, la mandíbula es, dentro del complejo craneofacial, el hueso con un mayor potencial de crecimiento tras el nacimiento y posee la capacidad de manifestarlo de una manera más tardía que ningún otro hueso (Graber y cols., 2012).

Estas diferencias en cuanto al crecimiento mandibular pueden asociarse a las diferencias que existen en relación a su origen embrionario. La mandíbula

es un hueso cuyo origen es bien distinto al del resto de componentes del complejo craneofacial<sup>8</sup>. Se trata de una estructura ósea principalmente membranosa donde el desarrollo del cóndilo responde a la necesidad de adaptación frente a los cambios ambientales que se pueden generar. Tras el nacimiento se produce un crecimiento únicamente endocondral<sup>9</sup> a nivel de la superficie articular del cóndilo. De modo que la presión a la que se somete la mandíbula durante su función genera una respuesta condrogénica en lugar de osteogénica (Chaqués, 2015).

Es también un fenómeno de gran relevancia clínica el hecho de que, tanto en hombres como en mujeres, la mandíbula sigue mostrando incrementos más allá de los 18 años, más acusados en el caso de los varones. Hecho que deberá ser valorado a la hora de planificar un tratamiento ortodóncico y/u ortopédico (Nanda y cols., 2012).

Además de ser un hueso con la mayor variabilidad individual, la mandíbula muestra características diferentes al resto de huesos craneofaciales, en gran parte debido al papel que juega el cóndilo mandibular en su desarrollo. A lo largo de la historia han existido diferentes hipótesis de la función que podría desempeñar dicho cartílago en el crecimiento.

El cartílago del cóndilo mandibular presenta un comportamiento adaptativo, siendo una zona de crecimiento importante con una gran capacidad de acomodación a las circunstancias locales de cada individuo. De hecho, estas presiones locales que se generan, denominadas necesidades mecánicas, resultan indispensables para que se produzca la diferenciación celular y, como

---

<sup>8</sup> El método principal de crecimiento de los huesos de la cara y del cráneo, así como de las vértebras, es intramembranoso y en la mandíbula destaca un importante crecimiento cartilaginoso (Wagemans y cols., 1988).

<sup>9</sup> Cabe destacar que a nivel prenatal se genera también un crecimiento endocondral a nivel de la apófisis coronoides.

resultado, el crecimiento en el área del cóndilo. Sin embargo, éste no será el único mecanismo de crecimiento que se manifiesta en esta estructura ósea, sino que existe además un fuerte remodelado y una importante aposición ósea en su proceso de crecimiento (Chaqués, 2015).

### CRECIMIENTO TRANSVERSAL DE LA MANDÍBULA

Dentro del proceso de crecimiento transversal normal del hueso de la mandíbula destacan varios fenómenos:

- El incremento en anchura de las estructuras basales debido al depósito de hueso en la cara externa del hueso.
- El incremento en anchura debido a una rotación del hueso basal. El centro de rotación del mismo se sitúa a nivel de la sínfisis y permanece bastante estable durante todo el crecimiento, generando un remodelado a nivel de esta región, principalmente en el área lingual.

### EL PROBLEMA DEL DÉFICIT TRANSVERSAL DEL COMPLEJO NASOMAXILAR

---

#### CONCEPTO

---

El déficit del crecimiento transversal del complejo nasomaxilar, también es denominado en la literatura con diferentes términos como son: la compresión esquelética del maxilar superior o la hipoplasia transversal del maxilar. Esta deformidad constituye una entidad clínica englobada dentro de las maloclusiones o dismorfias transversales. De manera que se manifiesta una alteración de la relación esquelética entre la anchura de las bases apicales de los maxilares superior e inferior.

En el caso de las generadas por un déficit transversal del complejo nasomaxilar, el origen se encuentra de manera exclusiva de un defecto del maxilar superior, siendo la arcada inferior, tanto a nivel dentario como esquelético completamente normal.

Popularmente, se ha identificado la presencia de alteraciones transversales con la existencia de las denominadas mordidas cruzadas, tanto en sentido lingual como vestibular.

Se puede hablar de **mordida cruzada, o de mordida cruzada lingual**, cuando las cúspides vestibulares de los dientes maxilares se sitúan lingualmente a las cúspides vestibulares de los dientes posteriores inferiores. Se genera así un deslizamiento compensatorio mandibular, gracias a la adaptación de la actividad muscular, que permite que al entrar en máxima intercuspidad no se generen interferencias (Bell y Kiebach, 2014).

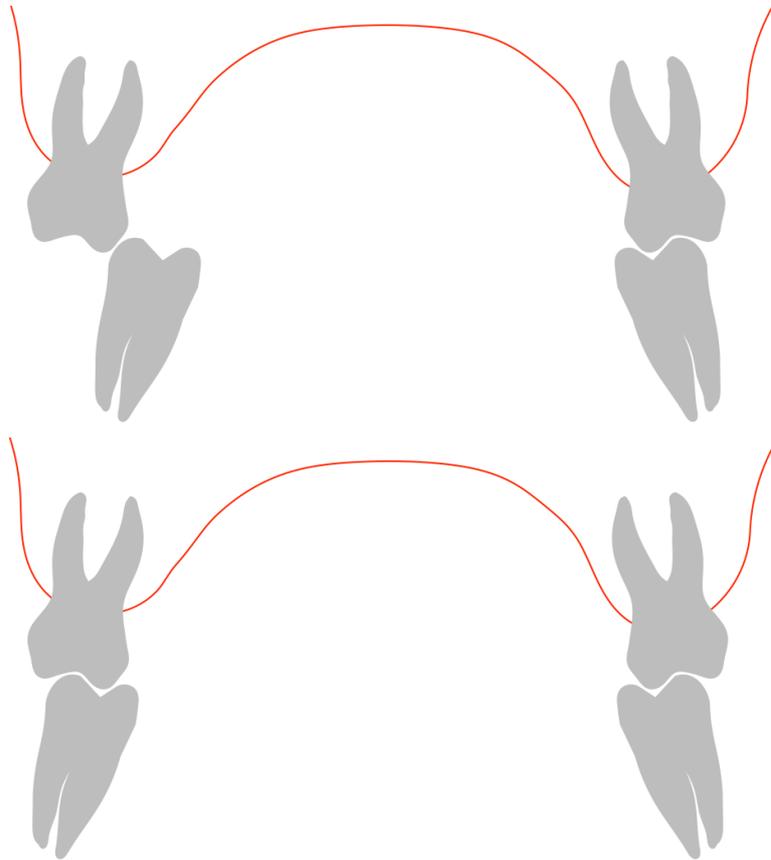
La desviación funcional de la mandíbula en el plano frontal, se acompaña a su vez de una discrepancia anteroposterior, expresando por ejemplo, una mayor clase II molar en el lado afectado y una mayor clase III en el que mantiene la correcta relación dentaria (Bell y Kiebach, 2014).

En el caso de que las cúspides palatinas de los dientes posteriores maxilares ocluyan por vestibular de las cúspides vestibulares de los dientes inferiores, se englobarán en el término de mordida cruzada bucal o, más comúnmente, **mordida en tijera**. Estos casos se producen generalmente por un crecimiento anómalo de la mandíbula y, por tanto, no formarán parte del área del presente trabajo, ilustración 10 (Marshall y Shroff, 2012).

Tanto la mordida cruzada posterior como la mordida en tijera pueden darse a tres niveles, excluyendo de esta clasificación las mordidas cruzadas exclusivamente anteriores, por ser consideradas una entidad

clínica diferente, que requiere un diagnóstico y tratamiento completamente distinto al de las posteriores<sup>10</sup>.

En función de los dientes afectados podemos clasificar las mordidas cruzadas posteriores como:



**Ilustración 10.** En la primera imagen se establece una mordida en tijera posterior derecha, en la que las cúspides palatinas superiores ocluyen por vestibular de las cúspides vestibulares inferiores. En la segunda ilustración se observa una relación normal de los dientes posteriores, donde las cúspides palatinas superiores ocluyen en la fosa central de las cúspides linguales inferiores. Destaca la inclinación vestibulo-lingual y vestibulo-palatina correcta tanto de los dientes superiores como inferiores

---

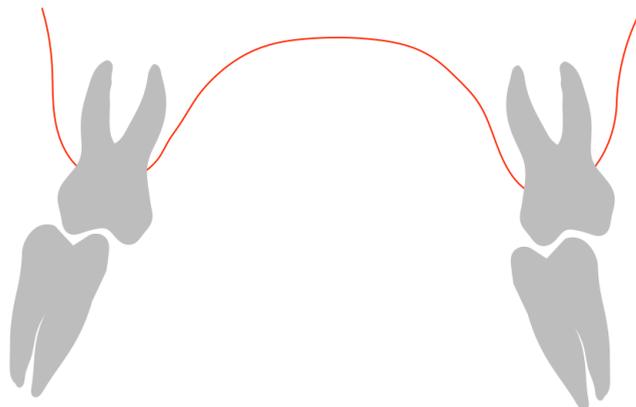
<sup>10</sup> Habitualmente se incluye la presencia de mordida cruzada a nivel de los caninos como una maloclusión posterior, quedando limitado el concepto de mordida cruzada anterior cuando las mordidas cruzadas se presentan de forma exclusiva en el área de los incisivos.

- i. **Unilateral.** Uno de los segmentos bucales se encuentra afectado, mientras que el otro lado presenta una oclusión completamente normal a nivel transversal (ilustración 11 y 12).

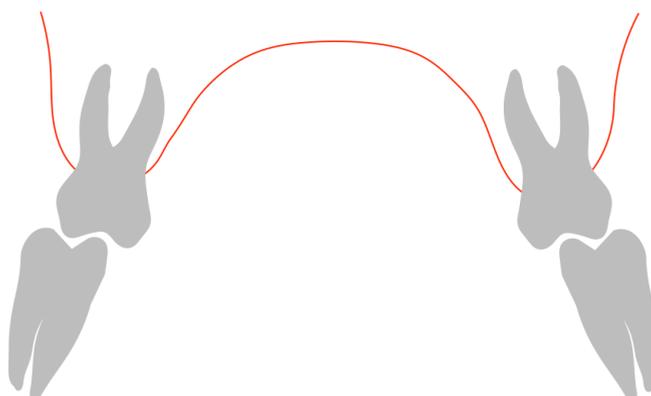


Ilustración 11. Paciente de 5 años que presenta una mordida cruzada posterior en la parte derecha, incluyendo al canino y al incisivo lateral temporal superior derechos. Se aprecia la desviación de la línea media inferior de causa funcional al entrar en oclusión habitual.

- ii. **Bilateral.** Se produce cuando ambos segmentos bucales se encuentran en mordida cruzada, pero sin afectación de los dientes anteriores (ilustración 13). Este tipo de casos suele reflejar la presencia de una constricción del maxilar superior grave, más que un exceso mandibular. Pese a presentar un mayor grado de compresión, este tipo de entidades no se acompañan normalmente de una desviación funcional de la mandíbula (Bell y Kiebach, 2014).
- iii. **Unidental.** Se genera cuando únicamente existe un diente implicado en la mordida cruzada.
- iv. **Completa.** Se genera cuando la totalidad de la arcada superior se encuentra ocluyendo lingualmente a la arcada inferior. En estos casos el déficit transversal se asocia con frecuencia a un déficit anteroposterior o bien, a un adelantamiento funcional de la mandíbula en respuesta a la compresión superior (ilustración 14).



**Ilustración 12. Representación gráfica de la mordida cruzada posterior unilateral en la que las inclinaciones de los dientes es correcta pero existe un desequilibrio esquelético.**

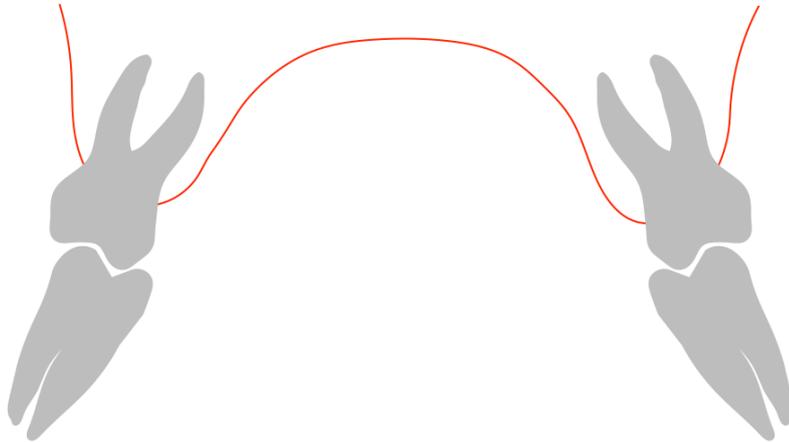


**Ilustración 13. Representación de una mordida cruzada bilateral, en la que se observa una inclinación de los dientes correcta, siendo el origen del problema una discrepancia esquelética.**



**Ilustración 14. Paciente de 7 años y 9 meses que presenta una mordida cruzada completa sin existir una desviación funcional de la mandíbula al entrar en oclusión habitual, por lo que existe una coincidencia la línea media superior e inferior,.**

Punto aparte requieren los casos en los que, sin presentar ninguna alteración oclusal por la presencia de mordidas cruzadas, sí que presentan un claro problema transversal. Son casos en los que la inclinación coronal de los dientes posteriores se ve alterada, estando acentuado el torque o inclinación corono-radicular hacia palatino o lingual en los dientes superiores e inferiores respectivamente (ilustración 15 y 16). En estos casos el enfoque del momento de tratamiento óptimo será algo distinto, valorando retrasar la corrección hasta edades más tardías en las que la colaboración del paciente sea más favorable y, sobre todo, se haya podido analizar de manera más global si el sujeto requiere algún tratamiento ortodóncico y/u ortopédico más complejo (Proffit, 2013).



**Ilustración 15. Situación en la que, sin aparecer mordidas cruzadas, existe un claro problema transversal compensado por la inclinación marcada tanto de los dientes superiores como inferiores.**



**Ilustración 16. Paciente de 7 años y dos meses que presenta una alteración transversal por un déficit del maxilar superior sin manifestar ninguna mordida cruzada. Sin embargo, se aprecia el torque coronopalatino exagerado de los dientes posteriores superiores.**

En 1860 se describió por vez primera el tratamiento de expansión esquelética del maxilar superior. El procedimiento fue descrito por Angell relatando un posible tratamiento para lograr espacio para los caninos superiores (Wertz, 1970). Sin embargo, la aplicación del sistema fue mínima, debido seguramente al abandono que tuvo la técnica en los Estados Unidos como consecuencia de una mayor aceptación del componente funcional en la resolución de las maloclusiones, hasta que un siglo más tarde se publicaron los estudios de Hass (1961).

A partir de este nuevo empuje a la técnica, diferentes hipótesis fueron surgiendo sobre las numerosas utilidades que podría tener este nuevo tratamiento, como, por ejemplo, facilitar el alineamiento a nivel anterior y la mejora de la respiración debido a un ensanchamiento de la cavidad nasal.

En esta etapa de auge de la expansión esquelética del maxilar superior, pero sin contar con ninguna clasificación en función de la relación en el plano transversal, Hass describió de una manera muy detallada las indicaciones de la técnica de expansión rápida del maxilar superior. Este mismo autor expuso la estabilidad alcanzada tras el tratamiento. Sin embargo, todas estas teorías se veían fundamentadas únicamente en una observación y un diagnóstico clínico a juicio del especialista (Hass 1961, 1965, 1970 y 1980).

Posteriormente, tras la popular clasificación de Angle, Andrews (1972) publicó uno de los artículos más conocidos en el área de la ortodoncia, en el cual estableció las normas que debían darse para considerar una oclusión como normal<sup>11</sup>. Fue entonces, cuando comenzó a establecerse una referencia a la inclinación vestibulo-lingual y/o vestibulo-palatina de los molares, determinando así una correcta relación en el plano transversal. Sin embargo, seguía destacando una clara ausencia de un diagnóstico con un fundamento radiográfico de los casos y, por tanto, una falta de proyección del problema a

---

<sup>11</sup> Véase anexo 1: Claves de la oclusión de Andrews.

nivel esquelético.

Del mismo modo que el crecimiento craneofacial se produce en los tres planos del espacio (transversal, vertical y anteroposterior), la presencia de una maloclusión debe ser valorada de igual modo. De manera que, la clave de un buen diagnóstico sería la evaluación de la maloclusión en los tres planos del espacio. Ese buen diagnóstico marcará, a su vez, la estabilidad a largo plazo del caso (Vanarsdall, 1999).

Fue unos pocos años más tarde, en 1981, casi 50 años más tarde de la introducción de la cefalometría, cuando Ricketts estableció una serie de normas tanto para la radiografía lateral de cráneo como para la frontal, basado en la recogida de radiografías frontales en hombres y mujeres desde los 6 años de edad cronológica. De manera que, fue el primero en describir una relación matemática de los cambios que sufren las medidas en el plano transversal obtenidas a partir de la cefalometría frontal y su variación en función de la edad.

Tras la introducción de este método, se establecieron unas normas para la anchura nasal, mandibular y maxilar y su variación desde los tres años de edad cronológica hasta la edad adulta. No se determinaron diferencias en cuanto al patrón facial o la relación maxilo-mandibular en sentido anteroposterior. Únicamente se realizó una mención especial en cuanto al género, diferenciando las medidas obtenidas en hombres y mujeres a partir de la adolescencia, basándose en la mayor capacidad de crecimiento que presentan los varones.

Este proceso diagnóstico marcó una serie de pautas en base a las cuales poder clasificar un caso con déficit de crecimiento transversal del maxilar. Este hecho permitió detectar problemas esqueléticos a nivel transversal pese a no existir una manifestación clínica en forma de mordida cruzada, uni o bilateral. Esta ausencia de alteraciones dentarias intermaxilares son debidas al hecho de que se puede generar una respuesta dentoalveolar frente a una anomalía en la anchura de las bases óseas. Basados en este intento natural de compensación pueden crearse tres posibilidades (Binner, 2015):

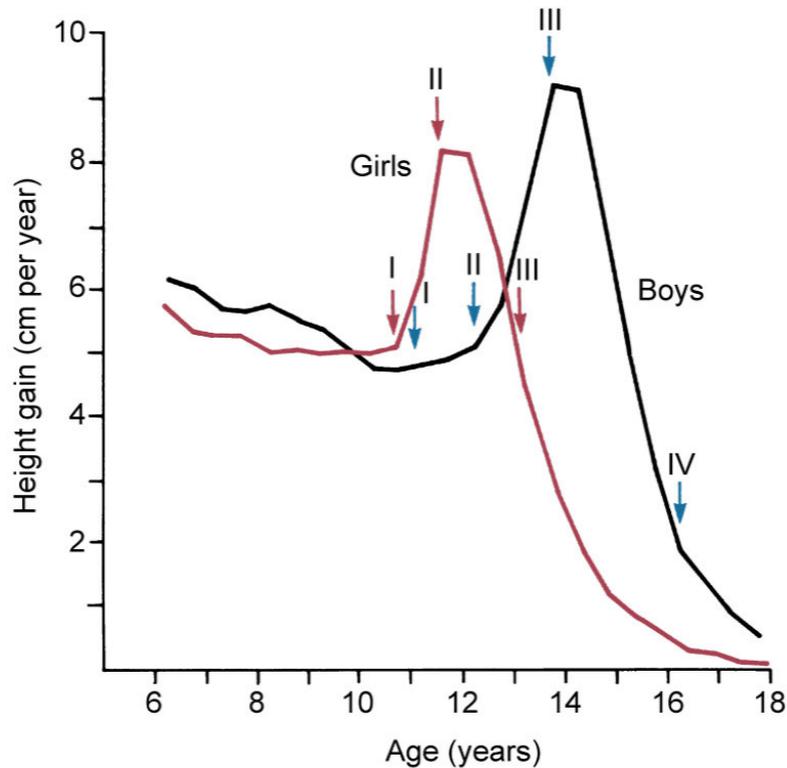
- Casos en los que destaca la presencia de unas bases óseas no coordinadas, pero con el mantenimiento de las relaciones transversales correctas a nivel dentario, lo que se genera a expensas de una grave alteración de la curva de Wilson<sup>12</sup>.
- La segunda de las posibilidades encontradas es la constituida por los casos en los que existen unas bases óseas no coordinadas, donde el crecimiento del proceso alveolar es incapaz de compensar totalmente el problema. De forma que se crea una mordida cruzada unilateral o bilateral con una curva de Wilson parcialmente alterada. Esta situación refleja un problema transversal aparentemente menor del que realmente existe.
- Finalmente, puede producirse un desarrollo alveolar completamente normal en unas bases óseas no coordinadas, lo que reflejaría clínicamente de manera total el problema transversal existente a nivel esquelético.

No obstante, pese al aporte científico que supuso en la práctica clínica el método de Ricketts (1981), fue criticado debido a que no permitía ser adaptado a las diferencias que se generan en función del sexo en el crecimiento del ser humano durante toda la infancia y adolescencia (gráfica 2) y no, únicamente en los últimos años, como diferencia dicho procedimiento (Cortella y cols., 1997). Apoyando esta misma premisa, se conoce que a nivel dentoalveolar, conforme avanza el crecimiento en el caso de los hombres se manifiestan arcos dentarios de mayores dimensiones que las mujeres, que nos lleva a presuponer dimensiones también distintas de las bases esqueléticas durante

---

<sup>12</sup> Podemos definir la curva de Wilson como la curva virtual determinada por la inclinación de los dientes posteriores en proyección transversal. Normalmente, existe una ligera inclinación de los molares superiores hacia vestibular y de los molares inferiores hacia lingual (Canut, 2000).

todas las fases del crecimiento y no únicamente, en el brote de crecimiento final que experimentan los hombres (Slaj y cols. 2010).



**Gráfica 2. Representación de las curvas de crecimiento durante la adolescencia en hombres y mujeres. Los estadios I, II, III y IV se corresponden a las etapas de desarrollo puberal<sup>13</sup> (Proffit, 2013).**

Pese a los inconvenientes del método de Ricketts, su introducción supuso un gran desarrollo de la técnica de expansión esquelética del maxilar superior. Así pues, los primeros años del siglo XX fueron destacados como los más

---

<sup>13</sup> Véase en el anexo 2: los estadios de desarrollo puberal en hombres y mujeres.

importantes para el desarrollo de esta técnica y su práctica sufrió una gran expansión, siendo 1990 declara la década de la dimensión transversal en ortodoncia como establece Vanarsdall (1999).

Finalmente, hace poco más de diez años, se estableció un protocolo de tratamiento detallado teniendo en cuenta la inclinación vestibulo-lingual de los dientes posteriores, relacionándolo con las anchuras de las bases esqueléticas. Sin embargo, no facilitaba la clave para el diagnóstico de estas alteraciones óseas (Lorente, 2002).

## EPIDEMIOLOGÍA

---

La frecuencia de aparición de los problemas transversales con origen en un déficit del maxilar superior en la población general varía ligeramente entre los diferentes autores. En general se han descrito cifras alrededor de un 10-20% de afectación en la población general o un porcentaje mínimamente superior, de un 23% (Marshall y cols., 2005). No obstante, todos los estudios coinciden en afirmar que si la población de estudio se concreta en aquellos pacientes que demandan tratamiento de ortodoncia, su frecuencia aumenta enormemente, llegando a alcanzar valores cercanos al 50% (Navarro, 2009).

La mayor parte de los datos epidemiológicos se basan en la presencia de problemas transversales con una manifestación clínica evidente como son las mordidas cruzadas, ya descritas anteriormente. Si se amplía aún más la población analizada a todos los pacientes que presentan un problema transversal maxilar sin la asociación a alteraciones funcionales el porcentaje de afectación sería mucho mayor (Lorente 2002).

La prevalencia en relación a la presencia de una mordida cruzada uni o bilateral, se establece entre el 1 y el 16% en niños en dentición temporal, pero sin identificar el origen de dicha patología, que bien podía ser dentoalveolar y/o esquelética (Agostino y cols., 2014). Cuando se valoran los casos de dentición mixta, las cifras se encuentran alrededor del 7,1%. Siendo en ambos casos,

tanto en dentición temporal como mixta, la presencia de presencia de mordida cruzada unilateral la forma de presentación más característica, con valores entre el 50 y el 90% (Proffit, 2013).

## ETIOPATOGENIA

---

La etiopatogenia del déficit transversal del maxilar superior es multifactorial, incluyendo malformaciones congénitas, alteraciones del desarrollo, traumáticas y iatrogénicas (Navarro, 2009). A todo ello, se suman también los factores ambientales, destacando el importante papel de los hábitos orales nocivos dentro de este marco: la respiración oral, la deglución infantil y la succión digital. En estas situaciones deformidad suele estar asociada a una mordida abierta anterior (Bell y Kiebach, 2014 y Germa y cols. 2016).

Como ya se ha mencionado, los problemas transversales pueden manifestarse asociados o no con la presencia de mordidas cruzadas. En el segundo de los casos, sus consecuencias serán más nocivas para el individuo que la padece, siendo la necesidad de tratamiento más apremiante. La principal repercusión a nivel oral de la presencia de una mordida cruzada es la desviación funcional de la mandíbula. También puede destacarse el apretamiento dental, que a su vez genera un patrón de desgaste oclusal anómalo, así como un crecimiento mandibular desequilibrado y el desarrollo de problemas articulares (Agostino y cols., 2014).

## DIAGNÓSTICO

---

El diagnóstico del déficit de desarrollo transversal del maxilar se ha realizado principalmente mediante el juicio clínico del profesional. El primer método que estableció una serie de normas para el diagnóstico topográfico de

los problemas transversales data de 1981<sup>14</sup>, casi 50 años después de la introducción de la cefalometría por Broadbent, inicialmente en Estados Unidos y en Alemania (Ricketts, 1981).

El método de la cefalometría frontal se basa en una serie de normas y valores en función de la diferencia que debe existir entre la anchura del maxilar superior y de la mandíbula a diferentes edades y en función del sexo. Se establece así el índice de discrepancia transversal maxilo-mandibular para mujeres y hombres respectivamente. Este fue el procedimiento empleado desde entonces hasta la actualidad para valorar el déficit transversal del maxilar superior, tanto en niños, para valorar la necesidad de un tratamiento de ortopedia, como en adultos que van a ser sometidos a un tratamiento conjunto de cirugía y ortodoncia.

Tabla 1. Fórmula del índice de la discrepancia mx-md, extraído de Navarro (2009).

<b>ÍNDICE DE DISCREPANCIA TRANSVERSAL MAXILOMANDIBULAR (mx-md)</b>	
1	Discrepancia transversal maxilomandibular según los datos recogidos por Ricketts (1981)
2	Discrepancia transversal maxilomandibular reales que presenta el paciente.
<b>Índice de discrepancia transversal (mx-md)=Diferencia entre 1-2</b>	

Ni el empleo de los modelos de escayola ni el diagnóstico únicamente a nivel clínico mediante la exploración del paciente son considerados un método adecuado para valorar el problema en el plano transversal. Destaca

<sup>14</sup> Véase anexo 3: normas obtenidas en los estudios de Ricketts de 1981.

principalmente el hecho de que la presencia o ausencia de mordida cruzada no representa de manera fiel el problema esquelético subyacente (Vanarsdall, 1999).

Así, como conclusión a este punto, se establece que el diagnóstico completo del problema debe incluir una evaluación detallada del aspecto facial y de la dentición en el análisis frontal, una valoración de la relación sagital y transversal de la dentición en boca y sobre los modelos de estudio (Marshall, Southard y Southard, 2005). De manera, que únicamente incluyendo una evaluación en el plano transversal detallada de las estructuras del cráneo y de la cara se llegará a un análisis del problema dentofacial de forma completa (Yavuz y cols., 2004).

#### ANÁLISIS EN EL PLANO FRONTAL

El gran hito en la telerradiografía frontal comenzó con los estudios de Broadbent, alrededor de 1930, donde expuso los principales hallazgos cefalométricos que recogió basándose en el crecimiento normal de la cara. Esto permitió el desarrollo de diferentes métodos de análisis de este tipo de proyección.

Pocos años más tarde, autores tan importantes como Ricketts, Brodie, Downs, Tweed, Björk y Steiner desarrollaron los análisis más populares de este tipo de radiografía craneal (Font, 2002). Sin embargo, pese a las grandes ventajas que ofrecen estos estudios, y que son los únicos que permiten valorar y cuantificar la existencia de asimetrías faciales, su empleo no es una práctica muy extendida, siendo una proyección de imagen radiológica muchas veces no incluida en la rutina diaria de las clínicas de ortodoncia (Hsiao y cols., 1997).

Uno de los errores más comunes durante el estudio de los problemas transversales es asemejar el diagnóstico de los mismos a la presencia o ausencia de mordidas cruzadas a nivel oral. Comúnmente esto genera una desviación funcional de la mandíbula, agravando el problema esquelético de

base. Esta desviación a su vez genera una asimetría facial que deriva de una desviación en la posición de los cóndilos (Bell y Kiebach, 2014).

Esta desviación mandibular de gran componente funcional en muchos casos, se resuelve espontáneamente tan sólo con la desprogramación del paciente, llegando así a un centrado espontáneo de la mandíbula. Es importante conocer que cuanto antes se corrija este problema, mayor será el componente funcional y menor el establecido esqueléticamente, pudiendo darse incluso una corrección completa de la posición mandibular. Si por el contrario, se retrasa la corrección del problema hasta avanzada la pubertad, el componente esquelético superará al funcional, quedando, una vez corregida la mordida cruzada, una desviación esquelética verdadera muchas veces apreciable a nivel facial (Bell y Kiebach, 2014).

#### ANÁLISIS DE LA RELACIÓN SAGITAL Y TRANSVERSAL

Es importante valorar la relación sagital no sólo en a nivel oral sino también sobre los modelos de estudio, sobre todo en los casos en los que exista una clase II o una clase III esquelética.

- ✓ En ocasiones cuando existe una clase II no se aprecian mordidas cruzadas. Sin embargo, al articular los modelos en clase I, corrigiendo la discrepancia anteroposterior, se aprecia una compresión maxilar manifiesta.
- ✓ El caso contrario ocurre en aquellos modelos que presentan una clase III molar, que en muchas ocasiones se acompaña de mordidas cruzadas. Sin embargo, al articular los modelos en clase I se observa que el problema transversal o no es tan grave (como ocurre la mayor parte de las ocasiones) o simplemente no puede encontrarse.

El tratamiento de la disyunción del maxilar superior se ha realizado principalmente en aquellos casos que presentan una mordida cruzada. Sin embargo, es importante volver a repetir la premisa de que, aún no presentando

alteraciones transversales a nivel oclusal, puede existir un problema transversal del maxilar superior, siendo de gran importancia el diagnóstico del problema transversal (Marshall y Shroff, 2012).

McNamara (2002), uno de los autores que, junto con su equipo, más ha estudiado sobre este tema, destacó que hasta el momento, el tratamiento de la disyunción rápida del maxilar había sido aplicado básicamente a casos con presencia de alguna mordida cruzada. Sin embargo, en los últimos años había comenzado a ser empleado de una manera más extendida en aquellos casos en los que se consideraba la existencia de una compresión esquelética maxilar pero sin alteraciones dentarias manifiestas, como son las mordidas cruzadas. Ampliando la aplicación de este tratamiento a los siguientes casos:

- ✓ Casos con una anchura intermolar reducida, considerando como tal una anchura entre los primeros molares superiores a nivel de las cúspides mesiopalatinas menor a 31mm, existiendo o no mordida cruzada.
- ✓ Casos con una curva de Wilson exagerada. En los casos más extremos se puede observar que las cúspides palatinas se encuentran por debajo del plano oclusal, pudiendo crear interferencias en los movimientos extrínsecos.
- ✓ Casos con presencia de corredores bucales muy amplios debido a una arcada extremadamente estrecha, que se benefician de este tipo de tratamiento en un intento de ensanchar el arco de la sonrisa.
- ✓ Casos en los que se aprecia una discrepancia óseo-dentaria moderada, en los que el ensanchamiento del maxilar superior mejoraría no sólo el apiñamiento superior de una manera directa, sino también indirectamente actuando sobre la resolución del apiñamiento inferior. Este fenómeno se debe principalmente a que, pese a que no se pueden

realizar acciones directas sobre la anchura de la mandíbula<sup>15</sup>, la expansión de la arcada superior llevará a un enderezamiento de los dientes inferiores, mejorando la inclinación coronal que dará como resultado un aumento del perímetro del arco dentario.

- ✓ Casos más controvertidos son aquellos en los que existe un déficit respiratorio. Principalmente en los casos más leves del síndrome de apnea obstructiva del sueño en niños, en los que la indicación de tratamiento quirúrgico no es clara, la expansión esquelética del maxilar podría mejorar la capacidad respiratoria al ensanchar la cavidad nasal.
- ✓ Finalmente, se apunta como principal aplicación de este tipo de tratamiento la presencia de clases III esqueléticas, que se deben en la inmensa mayoría de los casos a una retrusión del maxilar superior más que a una verdadera protrusión de la mandíbula, acompañada casi siempre de una reducción del diámetro transversal del maxilar superior (McNamara, 2002).

En conclusión, el análisis radiográfico en proyección posteroanterior queda en un segundo plano, siendo el análisis de la morfología del proceso alveolar y las relaciones oclusales las que harán evidente el problema a juicio del clínico (Marshall y cols., 2005).

## TRATAMIENTO

---

Una vez establecida la mordida cruzada posterior, a veces incluso en dentición temporal, las posibilidades de resolución espontánea son escasas (Agostino y cols., 2014). En la mayor parte de los casos resulta necesario

---

<sup>15</sup> En el momento del nacimiento a nivel de la línea media, en la sínfisis mandibular existe un cartílago que mantiene su capacidad de crecimiento hasta la segunda mitad del primer año de vida postnatal (Bravo, 2003).

realizar un tratamiento de ortodoncia y/u ortopedia para resolver dicha alteración. Así, el grado de autocorrección al pasar de dentición temporal a mixta es muy bajo y, en los casos en los que se produce este fenómeno, suele existir una relación directa con el cese de un hábito oral nocivo, como puede ser la succión digital o el empleo del chupete (Bell y Kiebach, 2014).

Lograr una expansión a nivel de las arcadas dentarias puede conseguirse mediante diferentes métodos, incluyendo aparatología fija o removible. Con base en el efecto logrado se pueden dividir los tipos de tratamiento aplicados en tres grandes grupos (Graber y cols., 2012):

- ✓ **La expansión ortodóncica:** en este grupo se engloban todos aquellos aparatos que, de manera fija o removible, consiguen un efecto exclusivamente dentario. Logrando el movimiento lateral de los segmentos bucales, de manera, que se consigue una inclinación de las coronas en dirección vestibular con una inclinación resultante de las raíces hacia palatino.

El resultado obtenido tenderá a una recidiva debido a las fuerzas que ejerce la musculatura de las mejillas, principalmente de los maseteros y buccinadores, así como del tipo facial que presente el individuo.

- ✓ **La expansión pasiva:** en este segundo grupo se encuentran aquellos aparatos que mediante la regulación de las fuerzas que se ejercen sobre la arcada dentaria favorezcan la expansión. Normalmente, se consigue este efecto mediante la construcción de aparatos bucales con escudos estratégicamente diseñados que impiden que la fuerza muscular externa por parte de los maseteros actúe sobre la arcada dentaria, facilitando que la fuerza ejercida por la lengua en un movimiento de expansión lateral actúe con mayor libertad.

En estos casos se producirá un depósito de hueso lateralmente al hueso alveolar, en lugar de a lo largo de la sutura palatina (Brieden y cols., 1984).

- ✓ **La expansión ortopédica:** en este grupo se incluyen todos aquellos aparatos que logran una verdadera expansión ortopédica, denominada así ya que los efectos se producen principalmente a lo largo de las estructuras esqueléticas, sin implicar grandes movimientos dentarios a lo largo del hueso alveolar.

Al aplicar este último grupo de dispositivos, se obtiene, de manera prácticamente inmediata, una expansión considerable, siendo del total del efecto obtenido el 60% dentario y el 40% esquelético (Marshall y Shroff, 2012).

Es importante resaltar que, aunque se produzca una apertura de la sutura en la mayor parte de los sujetos que se encuentren en crecimiento, el efecto del disyuntor será más favorable siempre que se realice el tratamiento antes del pico de crecimiento puberal. En estos casos se incrementa el porcentaje del efecto esquelético conseguido en contraposición al efecto dentoalveolar. Habrá, por tanto, un menor volcamiento de los dientes sobre los que apoya el dispositivo (Lione y cols., 2013).

Una vez lograda la expansión deseada, se producirá un nuevo depósito de hueso, restaurando la morfología de la sutura media palatina en un período de tiempo entre tres y seis meses.

El tratamiento de expansión ortopédica genera un beneficio directo sobre el aumento en el perímetro de la arcada superior. De manera que, al realizar un expansión rápida del maxilar en dentición mixta, se incrementa en 0.7mm la longitud del arco dentario por cada 1mm de expansión que se gana a nivel de premolares (Proffit, 2013).

En aquellos casos en los que se haya producido un cierre total de la sutura palatina, se deberá someter al paciente a una intervención quirúrgica previa que consiga la apertura de la sutura. Este es el procedimiento que se conoce como expansión esquelética del maxilar superior asistida quirúrgicamente o *surgically assisted rapid palatal expansion* (SARPE).

Tras la corrección, siempre se produce una recidiva del efecto obtenido. Principalmente se corrige el volcamiento generado durante el tratamiento activo, tanto a nivel dentario como a nivel de los procesos dentoalveolares. Es por ello por lo que se recomienda realizar una sobrecorrección en los casos en crecimiento, más necesaria cuanto mayor sea la edad del sujeto. Sin embargo, nunca se recomendará la misma en los casos en los que se ha realizado una técnica de SARPE (Vanarsdall, 1999).



**Ilustración 17.** Paciente de 11 años con una hipoplasia transversal del maxilar a la que se le sometió a una disyunción maxilar rápida con una expansión de 9.5mm, que se correspondería de media con 3,8mm de efecto esquelético, frente a los 5,7mm obtenidos a nivel dentoalveolar.

Este último grupo de aparatos será, por tanto, el de elección en los casos en los que se presente un caso de déficit transversal del maxilar superior, son **los aparatos de disyunción o disyuntores.**

Dentro del grupo de los disyuntores existen múltiples diseños. Sin embargo, todos ellos constan de dos elementos básicos: la unidad de anclaje y el tornillo de expansión<sup>16</sup> (ilustración 18).

---

<b>Unidad de anclaje</b>	Este primer componente estará compuesto por los elementos que sirvan de unión entre el aparato y el maxilar superior, de manera que podamos transferir las fuerzas ejercidas en él al hueso.
<b>Tornillo de expansión</b>	Debemos emplear un tornillo rígido, fuerte y totalmente metálico.

---

**Ilustración 18. Elementos básicos de un disyuntor (Canut, 2000).**

Dentro de las pautas de tratamiento, existen diferentes secuencias que deben determinarse individualmente para cada caso concreto. De manera clásica, se recomienda una activación de dos cuartos de vuelta cada día (unos 0,5mm de activación), lo que genera una presión suficiente a lo largo de la sutura palatina como para crear microfracturas en las espículas de hueso. La

---

<sup>16</sup> En la literatura podemos encontrar la descripción de tres elementos fundamentales, añadiendo a la unidad de anclaje y al tornillo de expansión un tercer grupo que es el soporte mucoso (Canut 2000). Sin embargo, lo hemos considerado como un elemento opcional, ya que como veremos posteriormente, puede incluirse o no en el diseño del disyuntor dependiendo del caso y de las necesidades de anclaje que se requieran.

fuerza es por tanto transmitida directamente de los dientes hacia la sutura del maxilar superior (Proffit, 2013).

La apertura de la sutura palatina no presenta una dimensión constante, sino que manifiesta un mayor ensanchamiento a nivel anterior debido a que en las zonas más posteriores existen conexiones importantes al macizo óseo, lo que dificulta el proceso de apertura (Proffit, 2013).

En cuanto al momento en el que debe ser iniciado el tratamiento, en la literatura pueden encontrarse diferentes opiniones. Sin embargo, parece existir un consenso general en que cuando se detecte la presencia de mordidas cruzadas con un deslizamiento mandibular funcional, el tratamiento (más indicado para cada caso) debería iniciarse lo antes posible.

Tampoco existe acuerdo en cuanto al momento idóneo para comenzar el tratamiento. Parece existir un gran consenso en comenzar el tratamiento antes del pico de crecimiento puberal (Alarashi y cols., 2003). La evidencia sugiere que el efecto conseguido será mayoritariamente esquelético al iniciar la terapia a menores edades, tanto a nivel exclusivamente del maxilar como de las suturas circunmaxilares. Cuando aparece una mordida cruzada se genera normalmente una desviación mandibular. Este deslizamiento es capaz de promover un remodelado adaptativo en la articulación temporomandibular y un crecimiento asimétrico de la mandíbula. En aquellos casos en los que pese a existir un déficit transversal, no se manifiesten ni mordidas cruzadas ni desviaciones funcionales de la mandíbula, se podrá retrasar el tratamiento a criterio del profesional. Sin embargo, el momento más adecuado para realizar modificaciones en el crecimiento generalmente se encuentra alrededor del desarrollo de la dentición mixta temprana, es decir, cuando los incisivos permanentes y los primeros molares permanentes ya han hecho erupción (Marshall 2005).

El tratamiento de la disyunción del maxilar se puede realizar con diferentes secuencias de activación. Se ha de tener en cuenta que los pacientes de menor edad requerirán la aplicación de fuerzas menores para lograr la apertura de la sutura palatina.

Una vez alcanzada la apertura necesaria para que se produzca el distanciamiento de los huesos, se producirá una separación progresiva de los incisivos centrales presentes en boca, tanto temporales como permanentes. Se ha podido determinar que la apertura de la sutura no es paralela, existiendo un mayor distanciamiento en la parte anterior que en la región posterior (Lione y cols., 2013).

Aunque el tratamiento mediante la expansión rápida del maxilar ha sido reconocido como un procedimiento seguro y previsible cuando se aplica a sujetos en crecimiento, durante su desarrollo, se han podido identificar una serie de efectos colaterales a corto y medio plazo tras el tratamiento de disyunción:

- **Daño dental debido a resorciones radiculares.** Si bien sí que es posible detectar cierta resorción radicular de los dientes empleados como anclaje, es importante destacar que en los casos de mayor gravedad analizados, la pérdida fue tan pequeña, que no creó ningún tipo de repercusión a nivel dentario. Estas pérdidas no fueron mayores que con un tratamiento de ortodoncia convencional. Este fenómeno se debe a que las fuerzas aplicadas sobre los dientes de más de 50gr generan lesiones en el 93% de los casos, pero esta afectación no se ve aumentada en el caso de duplicar las fuerzas ejercidas, como ocurre en el caso de los tratamientos de ortopedia. De manera que la presencia de reabsorciones radiculares importantes se correspondería más con una predisposición individual, que con una consecuencia directa del tratamiento (Sastre, 2000).
- **Cambios en la dimensión vertical.** El aumento de la dimensión vertical sería provocado por una inmediata rotación posterior de la mandíbula. Un efecto adverso inmediato a la disyunción es la rotación posterior de la mandíbula con un incremento total de la altura facial inferior, debido principalmente a la presencia transitoria

de interferencias oclusales al final del tratamiento activo<sup>17</sup>. Sin embargo, se detecta que a los 3 meses tras la finalización del tratamiento, el crecimiento vertical vuelve a los valores normales previos a comenzar el proceso de ortopedia. Siendo por tanto, este incremento de la dimensión vertical un fenómeno transitorio y reversible (Velázquez y cols., 1996). En casos más extremos en los que se requiere un mayor control vertical como parte de los objetivos del tratamiento, el empleo de un disyuntor de acrílico evita la creación de interferencias dentarias y, por tanto, de una posterorrotación mandibular (Lione y cols., 2013).

- **Daño periodontal.** Pese a existir una reducción del grosor del hueso de soporte a nivel vestibular y palatino de los dientes posteriores superiores inmediatamente después del tratamiento de expansión esquelética, a los 6 meses se observa una recuperación total. De manera que el estado periodontal a nivel óseo no se ve perjudicado por este tratamiento (Ballanti, y cols., 2009).

En los casos en los que existe una afectación en dentición exclusivamente temporal, manifestándose con una mordida cruzada unilateral o bilateral, con un deslizamiento funcional de la mandíbula en máxima intercuspidad, algunos autores han postulado la realización de un ajuste oclusal selectivo, con intención de restablecer la relación oclusal

---

<sup>17</sup> Es importante destacar que, en la mayoría de los casos, para decidir la cantidad de expansión que debe alcanzarse se toma como referencia la arcada dentaria inferior. Si existe una gran compensación del torque de los sectores bucales inferiores, deberá corregirse antes de comenzar el tratamiento superior. El objetivo del tratamiento será dejar en contacto las cúspides palatinas superiores con las cúspides vestibulares inferiores, llegando casi a la mordida en tijera, lo que genera dichas interferencias. Más tarde, alrededor de los 12 meses en retención, la recidiva que se producirá, mejorará el torque de los molares superiores, estableciendo una oclusión adecuada.

normal, de forma que se permita un desarrollo del maxilar equilibrado. No obstante, el alto porcentaje de recidiva de este tipo de abordaje (de un 30 o 50%), conlleva realizar un segundo tratamiento de expansión con un disyuntor. En muchas ocasiones podría optarse primeramente por esta segunda opción, aplicándola durante la fase de dentición temporal o, si así se considera, retrasar el tratamiento hasta que la colaboración del paciente sea considerada suficiente por el especialista (Marshall y cols., 2005).

## CARACTERÍSTICAS TRANSVERSALES DE LAS PRINCIPALES MALOCLUSIONES

---

En este apartado se abordarán brevemente las características transversales a nivel esquelético y a nivel dentario de las principales entidades clínicas clasificadas por Angle.

### CARACTERÍSTICAS TRANSVERSALES DE CLASE II

---

Dentro de la clase II de Angle pueden aparecer con dos situaciones:

**Clase II división primera (II/1)** donde aparece una proinclinación de los incisivos superiores (ilustración 19).

**Clase II división segunda (II/2)** en la que, al contrario que en la anterior, se manifiesta una retroinclinación de los incisivos superiores (ilustración 20).

Durante el estudio de este tipo de maloclusiones se ha corroborado la tendencia de las clase II división 1 a manifestar problemas transversales con origen en el maxilar superior, debido a un déficit maxilar en comparación con la arcada inferior (Bishara 1996).



**Ilustración 19. Telerradiografía lateral de cráneo y frontal de un paciente en crecimiento de clase II/1, que presenta los incisivos proinclinados.**

Esta reducción del tamaño del hueso a nivel transversal se asocia también a una reducción a nivel dentario. Siendo la presencia de arcos dentarios maxilares más estrechos al compararlos con los arcos mandibulares más característica en los casos de clase II/1. Tendencia que aparece en los estadios más tempranos, con el desarrollo de la dentición temporal y que continúa durante el desarrollo de la dentición mixta y permanente (Bishara, 2006).

Diferentes estudios demuestran la prevalencia de la compresión maxilar en asociación con la clase II/1, tanto a nivel dentario como esquelético. Se puede observar una discrepancia media de unos 3,4mm a nivel dentario (Tollaro y cols.,1996) y de 2,5mm si se analizan las dimensiones a nivel esquelético (Franchi y Baccetti, 2005). Pese a que la discrepancia media es algo menor la detectada a nivel dentario, puede llegar a concluirse una clara compresión ósea de la arcada maxilar en relación a la mandibular

Esta tendencia de las clases II/1 a la constricción del maxilar superior, puede relacionarse como un mecanismo de respuesta compensatorio frente a la retroposición mandibular propia de estas maloclusiones. Por lo que en muchos de estos casos se presenta un claro déficit transversal del maxilar superior sin presentar ninguna mordida cruzada, que quedará de manifiesto al corregir el problema anteroposterior (Da Silva y cols., 2008).

Mención aparte merecen los casos de clase II/2, caracterizados por la presencia de unos incisivos superiores retroinclinados, que muchas veces se acompañan de una sobremordida exagerada debido a un predominio de los patrones braquifaciales extremos en este tipo de maloclusión. Esto generalmente provoca un bloqueo de la arcada inferior, que resulta en una dimensión transversal ligeramente menor del arco dentario mandibular a nivel de los caninos si se compara con las clases I de Angle y con los casos de clase II/1 (Buschang y cols., 1994).

Por otro lado, en las clases II/2 también se ha observado que la anchura de los arcos dentarios, tanto maxilar como mandibular, son bastante similares a los casos de clase I, incluso en algunos sujetos podría observarse una tendencia a una mayor anchura del arco dentario maxilar (Walkow y Peck, 2002).

De este modo, se puede concluir que, si bien existe una mayor probabilidad de presentar una compresión esquelética maxilar en los casos de clase II con incisivos proinclinados, esto no ocurre cuando los incisivos superiores se encuentran retroinclinados.

En relación a la forma de la bóveda palatina puede destacarse la presencia de morfologías más estrechas y de mayor altura en los casos de clase II/1. Característica que se asocia a la presencia de una compresión esquelética del maxilar superior, mientras que los casos de clase II/2 muestran una altura de la bóveda palatina mucho menor (Buschang y cols., 1994).



**Ilustración 20. Paciente de clase II división segunda, telerradiografía lateral de cráneo y frontal.**

### CARACTERÍSTICAS TRANSVERSALES DE CLASE III

---

En las maloclusiones de clase III (ilustración 21) se manifiesta una tendencia clara hacia una compresión maxilar a nivel transversal, no sólo a nivel dentario, sino también a nivel del hueso basal maxilar, con un valor medio de 4mm de discrepancia. Puede así afirmarse que, en rasgos generales, los pacientes de clase III presentan comúnmente una deficiencia transversal del maxilar superior, que en muchas ocasiones también se verá acompañada de un déficit a nivel anteroposterior (Franchi y Baccetti, 2005).



**Ilustración 21. Telerradiografía lateral y frontal de cráneo de una paciente de clase III y patrón de tendencia vertical.**

# HIPÓTESIS NULA

---



## HIPÓTESIS NULA

---

- ✓ No existen diferencias anatómicas dentoalveolares y/o esqueléticas entre los sujetos del grupo de déficit de crecimiento transversal del complejo nasomaxilar y los sujetos del grupo control.
- ✓ En caso de poder rechazar la primera hipótesis nula, se planteará una segunda hipótesis nula que es la siguiente: las características anatómicas dentoalveolares y/o esqueléticas entre el grupo de estudio y el grupo control no son dependientes de las variables estudiadas:
  - i. Clase esquelética.
  - ii. Patrón facial.
  - iii. Diferencia entre las anchuras craneales y mandibulares en relación a la anchura maxilar.
  - iv. Edad cronológica.
  - v. Edad biológica.
  - vi. Sexo.
- ✓ No es posible establecer una fórmula numérica que permita diagnosticar los pacientes que presentan una compresión esquelética del maxilar superior de aquellos que no la presentan.



# OBJETIVOS

---



## OBJETIVOS

---

Los objetivos de la presente tesis doctoral, se agruparon en dos objetivos generales y tres objetivos específicos.

Objetivos generales:

1. Estimar la frecuencia de presentación de los rasgos anatómicos dentoalveolares y/o esqueléticos más frecuentes en los casos de déficit de crecimiento transversal del complejo nasomaxilar (compresión esquelética del maxilar superior).
2. Establecer un nuevo protocolo de diagnóstico del déficit de crecimiento transversal del maxilar superior, en forma de regresión logística, dependiente de dichas variables.

Objetivos específicos:

1. Identificar los rasgos anatómicos esqueléticos y/o dentoalveolares que son diferentes entre el grupo de estudio y el grupo control.
2. Analizar la existencia de una relación estadísticamente significativa entre la presencia de compresión maxilar esquelética y las siguientes variables estudiadas:
  - i. Clase esquelética.
  - ii. Patrón facial.
  - iii. Diferencia entre las anchuras craneales y mandibulares en relación a la anchura maxilar.
  - iv. Edad cronológica.
  - v. Edad biológica.
  - vi. Sexo.

3. Establecer una relación numérica en función de la potencia estadística de cada una de las variables anteriormente mencionadas, determinando la sensibilidad y especificidad del método de diagnóstico calculado.

# MATERIAL Y MÉTODOS

---



## **MATERIAL Y MÉTODOS**

---

### **TIPO Y DISEÑO DEL ESTUDIO**

---

En el presente trabajo se realizó un estudio de cohortes retrospectivo, en el que se estableció un grupo control, considerado como sanos, y un grupo de estudio, considerado como enfermos, diagnosticados con un déficit de crecimiento transversal del maxilar superior, con el objetivo de estudiar aquellos factores más representativos del grupo considerado como enfermo.

### **POBLACIÓN DEL ESTUDIO**

---

Para la realización del estudio se analizaron los registros de los pacientes que habían comenzado un tratamiento de ortodoncia y/u ortopedia dentofacial en la Clínica Dental Mora-Arias de Valencia desde enero de 2009 hasta enero de 2016, analizándolos de manera consecutiva en orden descendente comenzando por los más actuales.

Antes de comenzar con el análisis y clasificación del caso, el investigador principal se aseguraba que se cumpliesen los siguientes criterios de inclusión:

- ✓ Casos que habían sido sometidos a un estudio de ortodoncia completo, en el cual se debían incluir y conservar en buen estado los siguientes registros:
  - Fotografías intraorales en las siguientes proyecciones:
    - Oclusal superior.
    - Oclusal inferior.
    - Lateral derecha abarcando hasta el primer molar permanente, si estuviera presente.

- Lateral izquierda, abarcando hasta el primer molar permanente, si estuviera presente.
  - Frontal.
- Fotografías extraorales en las siguientes posiciones tanto en sonrisa como en posición de reposo:
    - Frontal.
    - De perfil.
    - En posición tres cuartos.
  - Ortopantomografía (realizada dentro de los 3 meses anteriores o posteriores al estudio de ortodoncia)<sup>18</sup>.
  - Telerradiografía de cráneo realizada en la propia clínica<sup>19</sup>:
    - Lateral.
    - Frontal en proyección anteroposterior.
- ✓ Casos que tuviesen una edad comprendida entre los 5 y los 18 años valorados cronológicamente.

De manera adicional, se aplicaron los siguientes criterios de exclusión a la muestra inicialmente seleccionada:

---

<sup>18</sup> La ortopantomografía podía haber sido realizada en la propia clínica o en otro centro radiológico.

<sup>19</sup> Todas las telerradiografías, tanto las laterales como las frontales fueron tomadas en sentido posteroanterior, en posición de máxima intercuspidad, con el plano de Frankfurt paralelo al suelo. Al ser realizadas en la misma clínica, se obtenía una imagen con una magnificación ya calculada automáticamente.

- Casos que hubiesen sido sometidos a un tratamiento de ortodoncia y/u ortopedia previos de cualquier tipo.
- Casos que hubiesen sido sometidos previamente a extracciones dentarias de dientes temporales y/o permanentes<sup>20</sup>.
- Casos cuyos registros no se conservasen completos y/o se conservasen en mal estado, de manera que su correcto análisis no fuese posible.
- Casos que padeciesen algún síndrome craneofacial.
- Casos que padeciesen cualquier tipo de enfermedad sistémica de mayor o menor gravedad.
- Casos en los que la telerradiografía frontal o lateral de cráneo, pese a haber sido realizada por un equipo experimentado, no permitiese una correcta localización de los puntos, debido a la falta de cooperación del paciente, o bien, a una mala colocación del mismo.

Después de haber sido aplicados todos los anteriores condicionantes, se obtuvo la muestra final que, seguidamente se sometió al análisis de tres especialistas de ortodoncia. Estos especialistas, se dedicaban a la práctica exclusiva de la especialidad y contaban con una experiencia superior a 6 años en el campo de la ortodoncia.

---

<sup>20</sup> En el caso de las extracciones de dientes temporales sólo fueron consideradas como tal las que hubiesen sido realizadas de manera prematura, sin contar aquellas extraídas en la clínica dental, pero en el momento correcto de exfoliación. En el anexo 4 se encuentra la cronología de erupción y recambio de los dientes temporales y de la erupción de los permanentes

Cada uno de los casos fue analizado de manera independiente por cada uno de los tres especialistas, los cuales asignaron el caso dentro de una de las tres categorías establecidas (ilustración 22).

- ✓ **El grupo 1 o de estudio** fue constituido por aquellos casos que claramente fueron identificados como sujetos en crecimiento que padecían un déficit transversal del maxilar superior.
- ✓ **El grupo 2 o grupo control**, por su parte, fue constituido por sujetos que acudieron a la clínica para ser sometidos a un tratamiento de ortodoncia y/u ortopedia, pero que no presentaban problema transversal de ningún tipo.
- ✓ El tercer grupo, denominado **grupo 3** lo formaron aquellos casos en los que el especialista de ortodoncia no tenía un diagnóstico claro para definir el caso, dejando la decisión de si realizar un tratamiento de expansión esquelética del maxilar superior en función de otras variables como la posición de los caninos superiores, la cantidad de apiñamiento presente en la arcada o bien, antecedentes familiares de compresión maxilar.

Una vez clasificados de esta manera el investigador principal determinó la muestra final de estudio. Ésta fue comprendida por todos aquellos casos en los que al menos dos de los tres especialistas en ortodoncia habían clasificado el caso dentro de la misma categoría.

Finalmente, el investigador principal analizó las agrupaciones que cada uno de los especialistas había realizado de los casos, excluyendo aquellos que habían sido clasificados como dudosos por dos o más de los especialistas.

Todos los casos en los que dos de los tres especialistas, o bien, los tres, habían coincidido en la clasificación del paciente, éste era directamente ubicado en el grupo 1 (de compresión transversal) o en el grupo 2 (sin problema esquelético).

Por el contrario, los casos en los que no había existido consenso en al menos dos de los especialistas, fueron automáticamente excluidos del estudio.

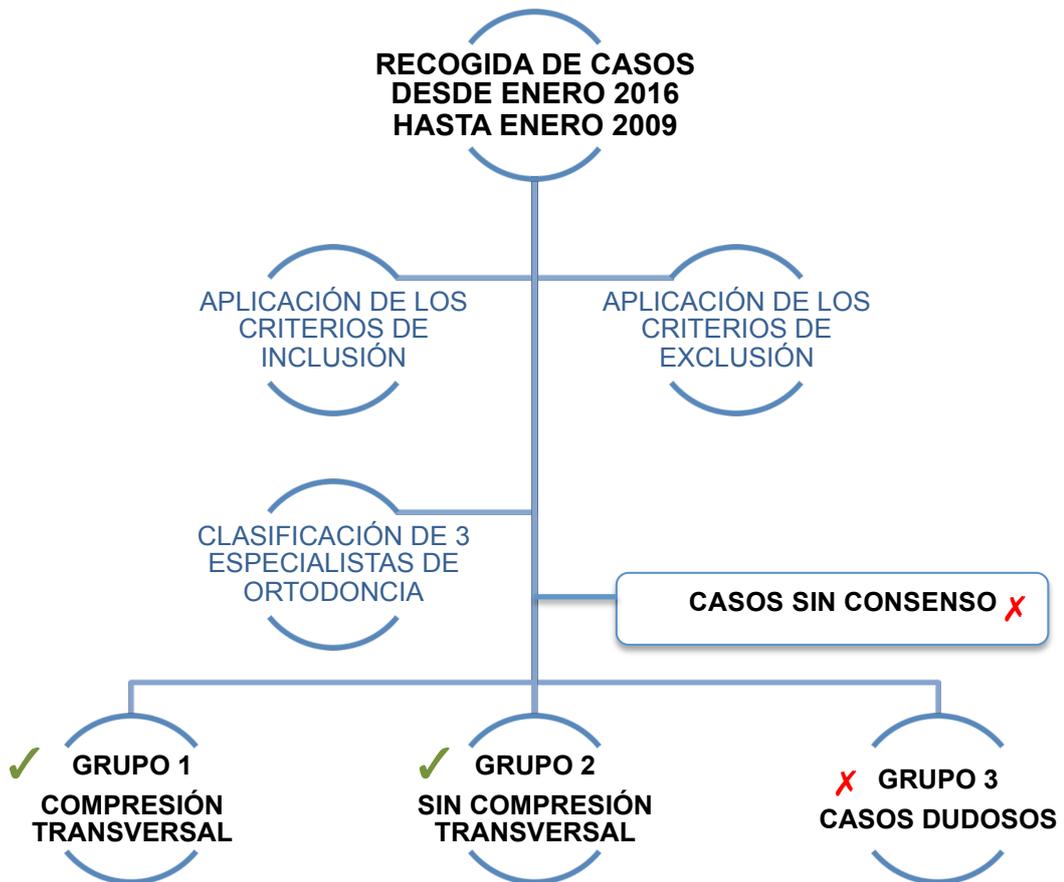
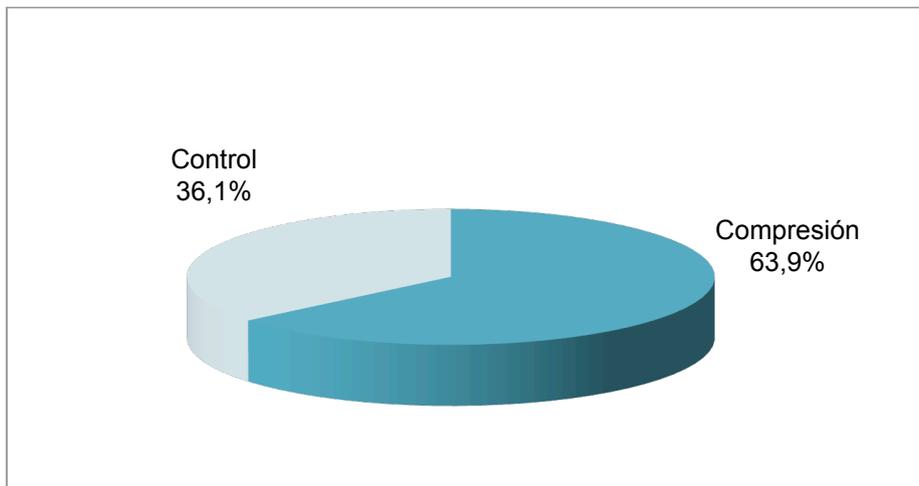


Ilustración 22. Flujo de selección de los casos determinados finalmente en el estudio siguiendo los criterios de inclusión y exclusión del mismo, así como la valoración concordante de al menos dos de los tres especialistas de ortodoncia. Finalmente la muestra de estudio fue la comprendida en los grupos 1 y 2.

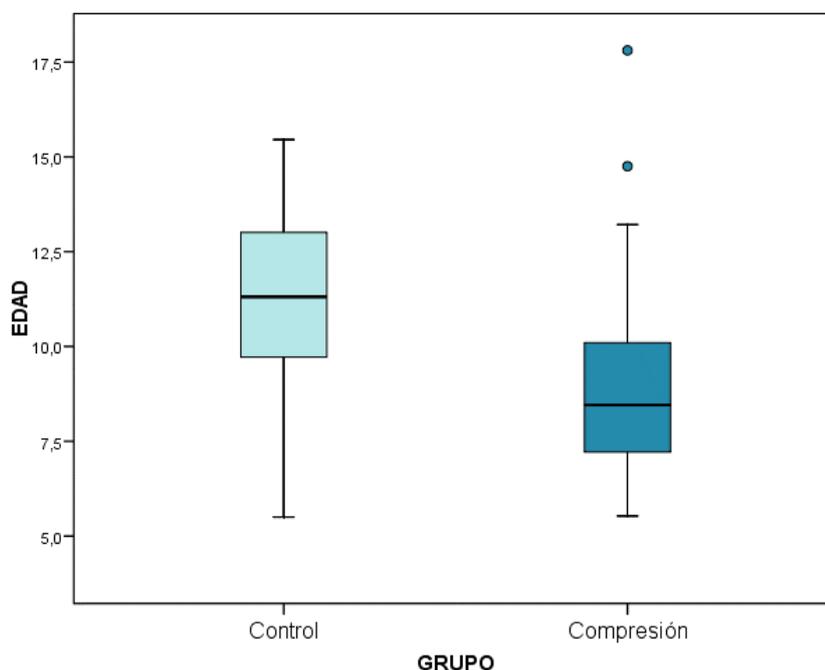
El número total de la muestra fue de 97 sujetos con una edad media global de  $9,8 \pm 2,6$  años, con un rango entre los 5,5 y los 17,8 años y una mediana de 9,3 años.

**El grupo 1 o grupo de compresión transversal** quedó comprendido por 62 casos, en el que las mujeres supusieron el 53,2% de los casos (ilustración 23 y 24).

**El grupo 2 o grupo de los controles** por su parte contó con 35 casos, de los cuáles un 42,9% fueron mujeres.



**Ilustración 23. Representación gráfica de la distribución de la muestra en los dos grupos analizados. El grupo 1 representa el 63.9% de la muestra y el grupo 2 el 36.1% de la muestra.**



**Ilustración 24.** Representación gráfica de la distribución por edad de los dos grupos analizados. La caja concentra al 50% de los casos, siendo la mediana la línea horizontal que la divide. La edad media del grupo 1 es de  $8,9 \pm 2,3$  años y la edad media del grupo 2 es de  $11,3 \pm 2,5$  años.

## DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES ESTUDIADAS

---

Tras la recogida de la muestra final, comprendida por los grupos 1 y 2, se realizó un análisis de las diferentes características que pretendían relacionarse con la anchura de los huesos maxilar y mandibular, tal como se especifica en los objetivos del estudio.

Para llevar a cabo la valoración de cada uno de los apartados se analizaron separadamente las siguientes características, que se recogieron en las tablas incluidas en el anexo 5 y 6:

- ✓ Clase esquelética.
- ✓ Patrón facial.

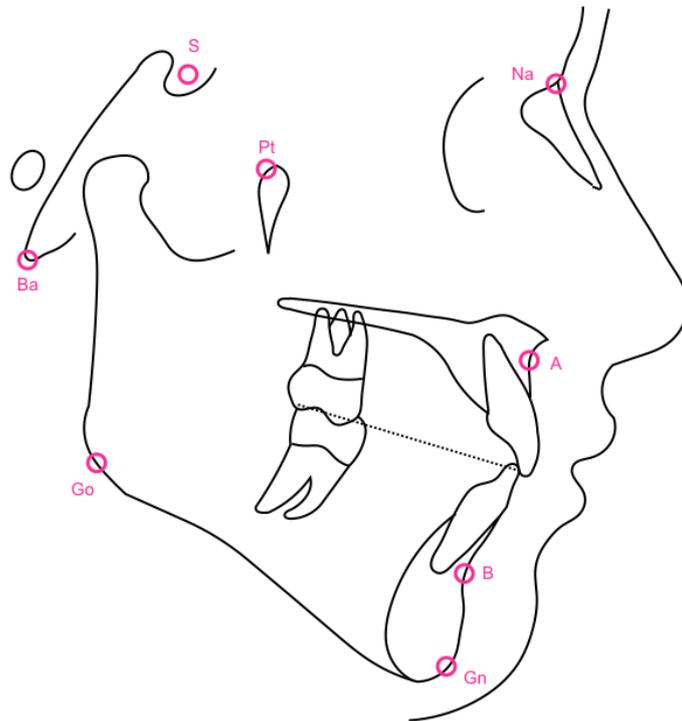
- ✓ Diferencia entre la anchura maxilar y la mandibular.
- ✓ Edad cronológica.
- ✓ Edad biológica.
- ✓ Sexo.

## CLASE ESQUELÉTICA Y PATRÓN FACIAL

---

La valoración de la clase esquelética y la determinación del patrón facial predominante se realizó sobre el plano anteroposterior en base a análisis lineales y angulares medidos sobre la telerradiografía lateral de cráneo.

El primer paso en este caso fue el trazado de los puntos cefalométricos empleados en el análisis (ilustración 25).



**Ilustración 25. Puntos cefalométricos empleados para el trazado de la telerradiografía lateral de cráneo. Las definiciones de los mismos se encuentran en el índice de abreviaturas.**

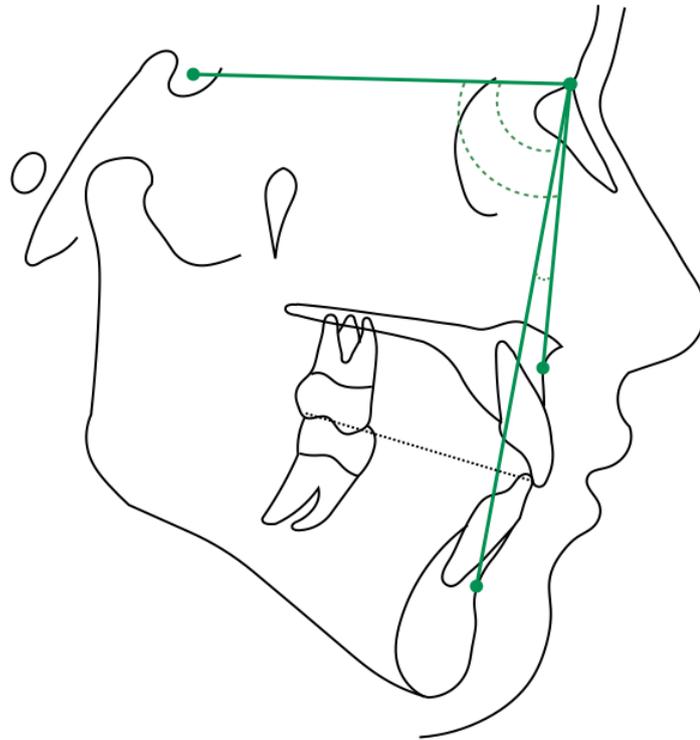
El primer grupo de variables que se estudiaron fueron las referentes a la posición del maxilar y la mandíbula en relación al cráneo.

- ✓ **Ángulo SNA:** es el ángulo formado por la línea SN (formada por la unión del punto S y Na) y la línea NA (formada por la unión de los puntos Na y A). Es un valor definido dentro del análisis de Steiner y su valor normal es de  $82^\circ$ , con una variación aceptable de  $\pm 2$  (ilustración 26). Según este valor, se encuentran tres posibilidades:

Posición retruída del maxilar respecto al cráneo, cuando los valores sean menores de  $80^\circ$ .

Posición de normalidad del maxilar en relación con el cráneo, cuando el resultado quede comprendido entre  $80$  y  $84^\circ$ .

Posición de prognatismo maxilar tomando como referencia el cráneo, en todas las situaciones con valores mayores de  $84^\circ$ .



**Ilustración 26.** A partir de los puntos S, Na, A y B, se obtuvieron las medidas SNA, SNB y ANB, siendo representativas de la posición del maxilar y de la mandíbula en relación al cráneo y del maxilar y la mandíbula entre ellos.

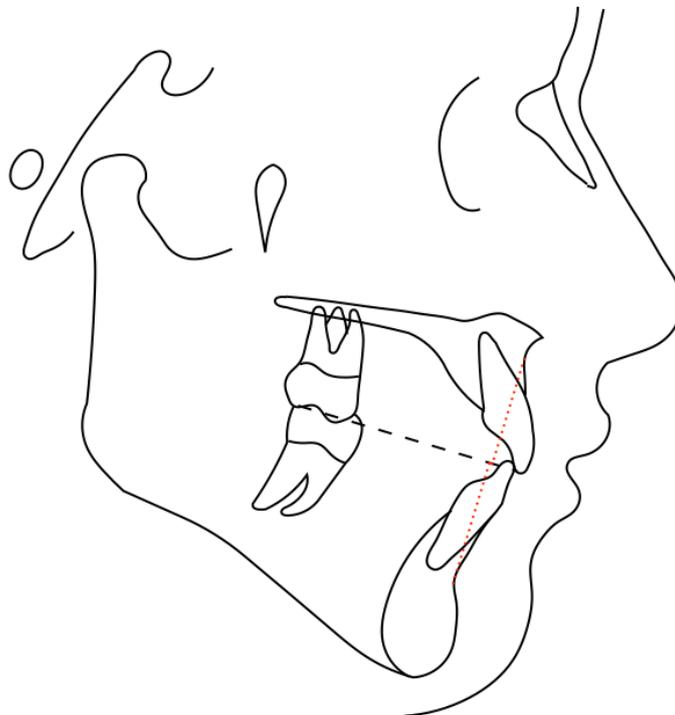
- ✓ **Ángulo SNB:** es el ángulo definido por la unión de las líneas SN y NB (determinada por la unión del punto Na y B), y determina la posición de la mandíbula en relación al cráneo. De igual modo, que la variable SNA, pertenece al análisis de Steiner y su valor normal es de  $80^\circ$  aceptando una variación de  $\pm 2$  (ilustración 26). De modo que se definen tres posibilidades:

Posición retruída de la mandíbula en relación al cráneo. Se dará en todos aquellos casos en los que el resultado sea menor de 78°.

Posición de normalidad de la mandíbula tomando como referencia el cráneo, quedando incluidos todos aquellos casos con valores comprendidos entre 78 y 82°.

Posición de prognatismo mandibular, cuando el valor sea mayor a 83°.

A partir de estas dos variables, se obtuvo **el valor ANB** (ilustración 26), resultado de la resta del valor SNA menos el valor SNB, cuyo objetivo fue analizar la posición del maxilar en relación a la mandíbula y viceversa. Su valor debe ser de 2°, con una desviación de  $\pm 2$ .



**Ilustración 27.** Representación gráfica del procedimiento para valorar el Wits, mediante dos líneas perpendiculares al plano oclusal desde el punto A (punto AO) y el punto B (punto BO).

La segunda de las variables que se midió fue **el Wits** (ilustración 27), como complemento al ángulo SNA para valorar la relación anteroposterior entre el maxilar y la mandíbula. Esta medida trata no sólo de relacionar ambos huesos entre sí, sino que se determina dicha relación en referencia al plano oclusal (Jacobson, 1975).

Para valorar el Wits primero se señaló el punto A y el punto B, así como el plano oclusal (que se dibujó a través de la zona de máxima intercuspidación); seguidamente, se trazó una perpendicular a dicho plano desde el punto A y B respectivamente y, finalmente, se obtuvo la medida del Wits, uniendo estos dos últimos puntos reflejados a lo largo del plano oclusal trazado medido en milímetros.

En función de estas dos medidas se determinó la posición del maxilar y de la mandíbula en sentido anteroposterior, clasificándose los siguientes grupos:

**Clase I esquelética.** En este caso el maxilar y la mandíbula se encuentran en línea a nivel anteroposterior (ilustración 28).

Se correspondió con todos los casos en los que

El valor de ANB se encontraba entre 0 y 4°.

El valor del Wits fue de 1 y 0mm, para hombres y mujeres, respectivamente.



**Ilustración 28. Telerradiografía lateral de un paciente de 15 años y 3 meses de edad, que presenta una clase I esquelética, estando en línea el maxilar superior con el inferior.**

### **Clase II esquelética.**

El valor de ANB en estos casos debe ser mayor de  $4^\circ$ .

El valor del Wits es mayor a 1mm en hombres y 0mm en mujeres.

En este caso la mandíbula se encuentra atrasada en relación al maxilar, bien por un adelantamiento y/o hiperplasia del maxilar superior o, por el contrario, por una retrusión y/o hipoplasia de la mandíbula. También puede aparecer una opción mixta, en la que se aprecie cierto componente patológico tanto en el maxilar superior como en el inferior.

Pese a que clásicamente, dentro de las características de una clase II esquelética pueden considerarse dos subgrupos, como se detalla a

continuación, en el estudio no se tuvo en cuenta esta situación dado que nuestra muestra incluía a pacientes con dentición mixta y permanente, por lo que en algunos casos aparecían incisivos superiores temporales muy reabsorbidos , o bien, con la ausencia de los mismos, por encontrarse el paciente en el momento de recambio dentario. Dado que la valoración entonces no iba a ser posible, se decidió obviar esta subclasificación.

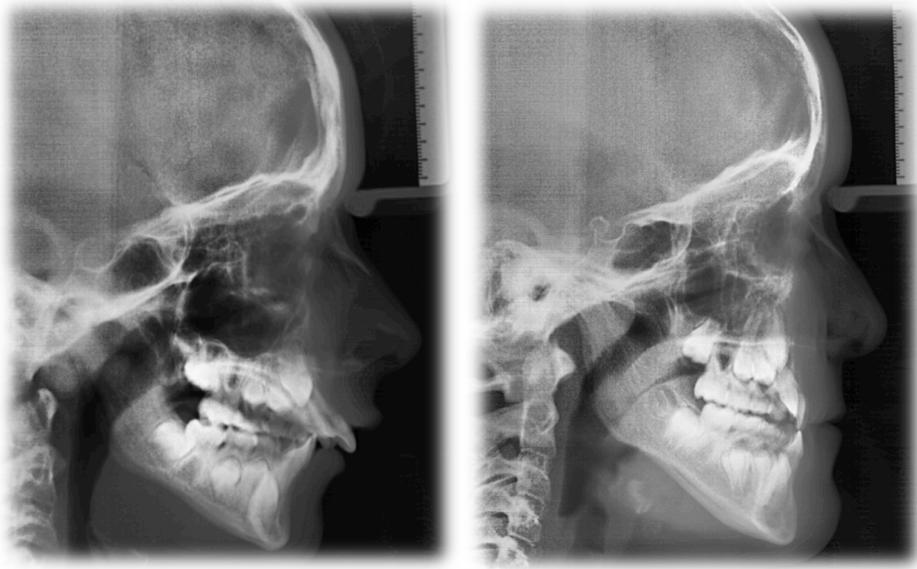
- **La clase II/1 o clase II división primera** en la que los incisivos superiores se encuentran con una inclinación exagerada en el plano sagital.
- **La clase II/2 o clase II división segunda** en la que los incisivos superiores, al menos los incisivos centrales, se encuentran retroinclinados desde el punto de vista sagital.

### **Clase III esquelética.**

La variable ANB se corresponde con valores menores de  $0^\circ$ .

El valor del Wits debe ser menor a 1mm en hombres y 0mm en mujeres.

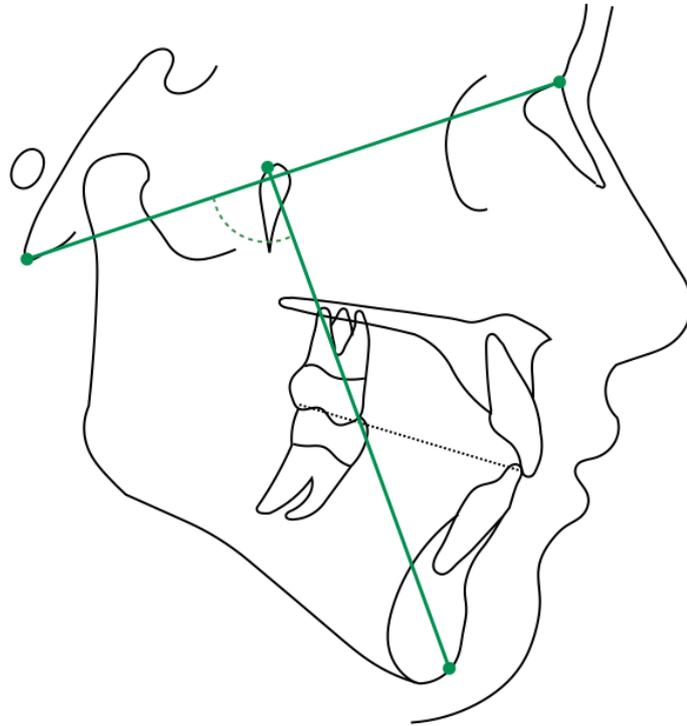
En este caso el maxilar se encuentra en una posición atrasada respecto a la mandíbula, siendo una posible causa un adelantamiento o hiperplasia de la mandíbula o, por el contrario, podemos encontrarnos antes una hipoplasia y/o retrusión maxilar, que suele ser lo más común. Una tercera posibilidad sería la existencia de esta situación debido a una causa mixta, es decir, con cierto componente maxilar y cierto componente mandibular (ilustración 29).



**Ilustración 28.** En ambas imágenes se puede observar una telerradiografía lateral. En la primera de ellas se muestra un paciente en crecimiento, en período de dentición mixta primera fase con una clara clase II esquelética de causa principalmente mandibular. En la segunda de ellas aparece una paciente de características similares en relación al recambio dentario, pero con un claro retrognatismo maxilar junto a una elongación del tamaño del cuerpo mandibular, determinando así una marcada clase III esquelética de causa mixta.

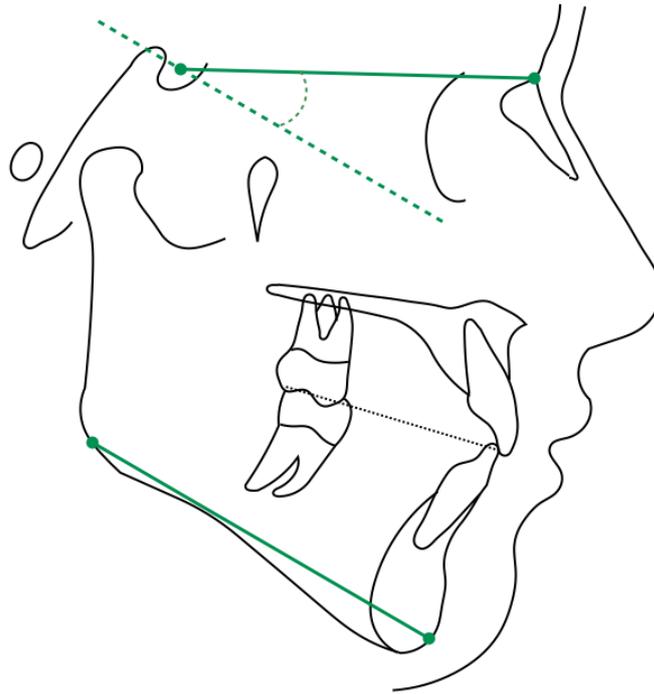
El segundo grupo de variables a estudiar dentro de la telerradiografía lateral de cráneo fueron el eje facial y el plano mandibular.

- ✓ **El eje facial:** se define como el ángulo postero-inferior formado por la línea Ba-N determinada por la unión del punto Ba y el N, con la línea Gn-Pt, establecida a su vez, por la unión del punto Gn y Pt. Es un valor que fue definido en el análisis de Ricketts, y su valor normal es de  $90^\circ$ , aceptando una desviación de  $\pm 3$  (ilustración 30).



**Ilustración 29. Representación gráfica del ángulo calculado para valorar el eje facial, que a su vez, determina la dirección de crecimiento.**

- ✓ **El plano mandibular (plano md):** se corresponde con el ángulo formado por la unión de las líneas SN y plano mandibular (determinado a su vez por la unión de Gn y Go). Pertenece al análisis de Steiner y su valor debe ser  $32^\circ$  para contar con un crecimiento equilibrado (ilustración 31). Pese a que Steiner no admitió en su momento ninguna variación, actualmente se sabe que con la edad tiende a cerrarse, por lo que se admite una reducción de  $0,3^\circ$  por año (Bravo 2003).



**Ilustración 30. Esquema gráfico del ángulo del plano mandibular según el análisis de Steiner.**

Según la dirección de crecimiento predominante en el crecimiento craneofacial (más vertical o más horizontal), aparecen tres opciones diferentes de patrones faciales:

**Braquifacial o europrosopo.** Son aquellos pacientes en los que existe una reducción de los dos tercios inferiores de la cara, predominando un aspecto de cara corta y ancha. En nuestro análisis estos quedaron definidos por dos premisas:

Valores de eje facial mayores de  $93^\circ$ .

Valores menores a  $32^\circ$  del plano mandibular.

**Mesofacial o mesoprosopo.** Se entiende como patrón mesofacial cuando existe una proporcionalidad entre los tercios faciales en el plano frontal.

En estos casos, las variables principales valoradas debían quedar del siguiente modo:

Valores de eje facial entre 87 y 93°.

Valores del plano mandibular de 32° o con una reducción de 0.3° en función de la edad.

**Dolicofacial o leptoprosopo.** Esta última opción hace referencia a un patrón de predominio vertical, con un aumento de los dos tercios inferiores de la cara, con un aspecto de cara larga y estrecha. Para ser clasificado dentro de este grupo se debía cumplir que:

El valor del eje facial fuese menor de 87°.

El valor del plano mandibular fuese mayor de 32°.

#### DIFERENCIA ENTRE LAS ANCHURAS CRANEALES Y MANDIBULAR EN RELACIÓN A LA ANCHURA MAXILAR

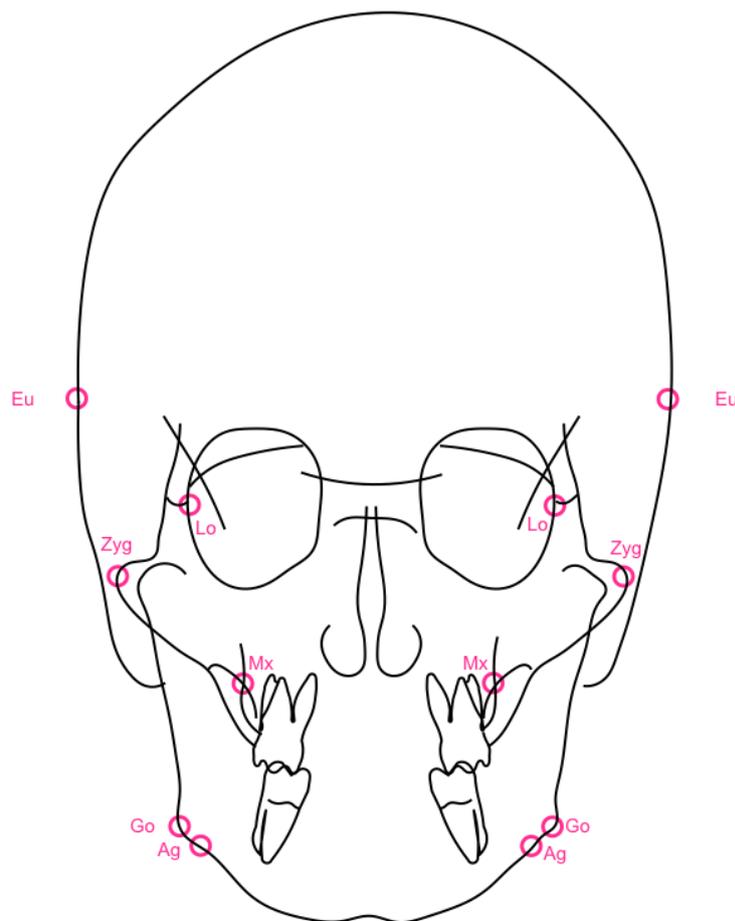
---

Para establecer la relación entre la anchura maxilar y la anchura mandibular, se midió la telerradiografía frontal de cráneo, tomada en sentido posteroanterior, obtenida en los registros iniciales del sujeto en cuestión al inicio del tratamiento.

La telerradiografía fue tomada por higienistas entrenadas en la técnica de realización. Como ya se estableció en los criterios de inclusión, esta técnica consiste en colocar al paciente en posición de máxima intercuspidación, con el plano de Frankfurt paralelo al suelo.

Para poder estandarizar la magnificación producida, la distancia entre el haz de radiación, el soporte de la película y el soporte de las orejas se mantuvo constante en todas las exposiciones. Todas las mediciones fueron realizadas mediante el programa de ordenador *Kodak Dental Imaging Software 6.12.11.0*, convirtiendo la magnificación generada de manera automática a una proporción de la imagen 1:1.

Se trazaron las radiografías tomando como referencia los puntos cefalométricos localizados a nivel bilateral como muestra la ilustración 32 y cuya definición se encuentra en el apartado Índice de abreviaturas (Franchi y Baccetti, 2005):



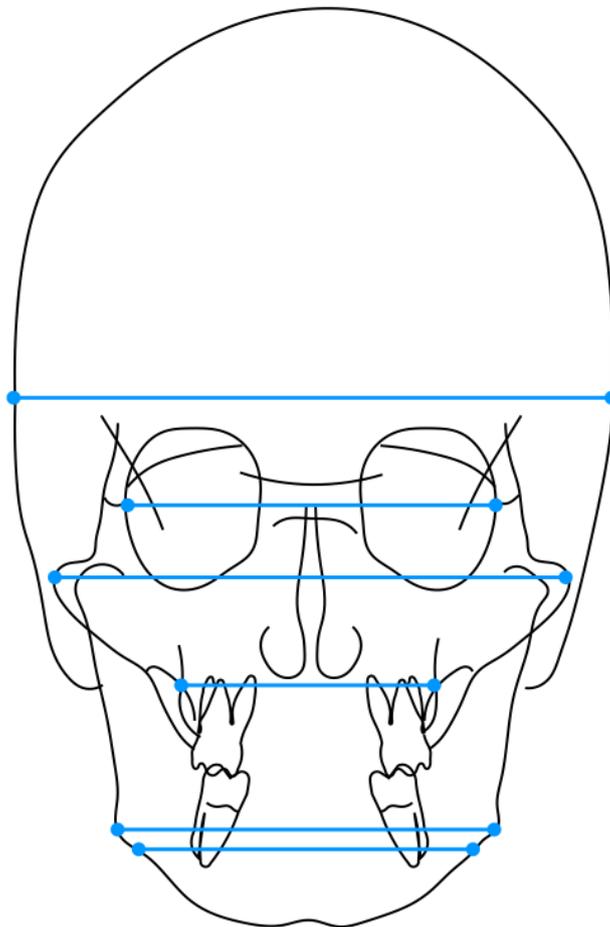
**Ilustración 31. Localización de los puntos de la cefalometría frontal de mayor interés para el análisis .**

De este modo, se obtuvieron las siguientes medidas cefalométricas lineales en base a los puntos anteriores (ilustración 33) (Franchi y Baccetti, 2005):

La anchura craneal como resultado de la unión de los puntos *Eu*.

La anchura orbital como resultado de la unión de los puntos *Lo*.

La anchura entre los huesos cigomáticos como resultado de la unión de los puntos *Zyg*.



**Ilustración 32. Representación de las principales líneas empleadas en el análisis de la telerradiografía frontal.**

La anchura maxilar, definida como la distancia entre los puntos *Mx*.

La anchura mandibular, que se midió tanto a nivel de ángulo mandibular como a nivel de la escotadura antegonial, tomando como referencia los puntos *Go* y *Ag*, respectivamente.

Una vez obtenidos todos estos valores, se calcularon otras mediciones directas en función de la anchura maxilar:

- ✓ La diferencia entre la anchura craneal y la anchura maxilar.
- ✓ La diferencia entre la anchura orbital y la anchura maxilar.
- ✓ La diferencia entre la anchura cigomática y la anchura maxilar.
- ✓ La diferencia entre la anchura maxilar y la bigonial.
- ✓ La diferencia entre la anchura maxilar y la biantegonial.

## EDAD CRONOLÓGICA

---

Para valorar la edad cronológica de los pacientes se tuvo en cuenta la fecha de realización del estudio radiográfico de la telerradiografía lateral de cráneo. Es importante destacar que en la mayor parte de los casos esta fecha coincidía con la fecha del estudio fotográfico así como del resto de imágenes radiológicas (telerradiografía frontal de cráneo y ortopantomografía); sin embargo, se admitió una diferencia entre fechas igual o menor a tres meses. Esta diferencia cronológica en los registros fue admitida debido a que en muchas ocasiones la ortopantomografía se había realizado con anterioridad a las otras pruebas diagnósticas. De forma que no admitirla habría llevado a la pérdida de una muestra considerable.

La edad, por tanto, es determinada únicamente por el momento de realización de la telerradiografía lateral de cráneo.

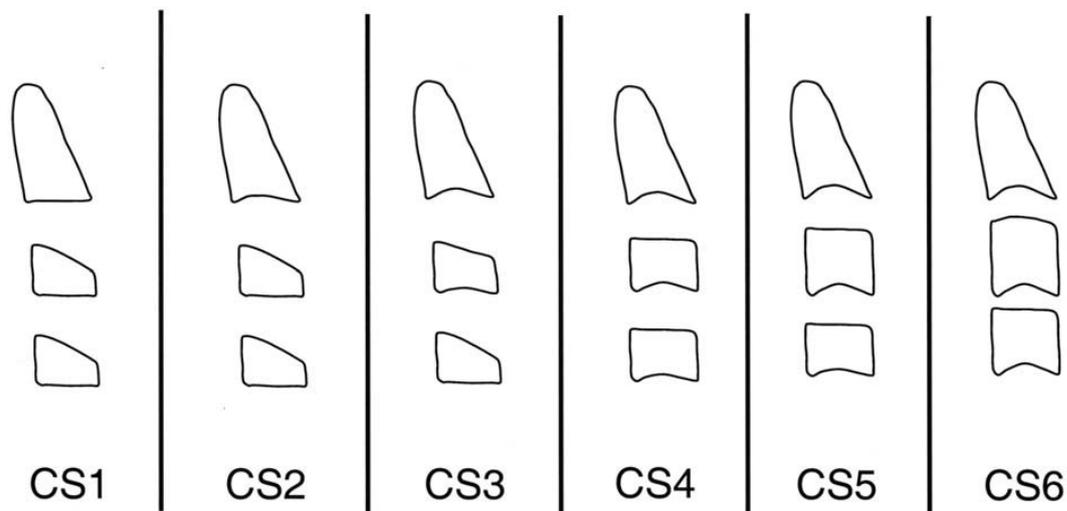
La variable edad es identificada con un único número decimal, siendo el número entero correspondiente a los años y el número decimal (de una cifra) correspondiente a los meses, prorrateando los doce meses del año en un conjunto del 1 al 10.

De modo que, siguiendo esta premisa, un sujeto de la muestra de 7 años y 6 meses tendría una edad de 7,5 años, y un sujeto de la muestra de 8 años y 11 meses sería identificado como 8,9 años.

## EDAD BIOLÓGICA

---

Para la valoración de la madurez esquelética, se realizó el análisis de la morfología vertebral, ilustración 34 (Baccetti y cols. 2005).



**Ilustración 33. Representación esquemática de los estadios de maduración vertebral en cuanto al método modificado por Baccetti y cols. (2005).**

Según este esquema (ilustración 34) aparecen seis estadios de maduración:

**Estadio cervical 1 o CS1.** Si un individuo presenta este estadio, el pico de crecimiento se producirá una media de dos años más tarde al momento del análisis.

**Estadio cervical 2 o CS2.** El pico de crecimiento en el individuo así descrito ocurrirá una media de un año después del momento de estudio.

**Estadio cervical 3 o CS3.** El pico de crecimiento dentro del crecimiento mandibular ocurrirá dentro del año inmediatamente después de que este estadio sea identificado.

**Estadio cervical 4 o CS4.** Una vez identificado este estadio, el pico de crecimiento ya habrá comenzado entre uno y dos años antes.

**Estadio cervical 5 o CS5.** En este caso el pico de crecimiento habrá finalizado con toda seguridad al menos un año antes.

**Estadio cervical 6 o CS6.** En este estadio el pico de crecimiento finalizó al menos dos años antes.

Partiendo de esta clasificación, se agruparon los casos analizados según estos 6 estadios, independientemente de la edad cronológica que mostraran en el momento del registro.

SEXO

---

Se registró la variable género, diferenciando entre hombre y mujer, en cada uno de los casos analizados.

## MÉTODO Y ANÁLISIS EMPLEADOS EN EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

---

Todos los resultados obtenidos, se analizaron con la ayuda del programa estadístico SPSS versión 15.0.

El nivel de significatividad empleado en los análisis fue del 5% ( $\alpha=0.05$ ).

Los datos fueron organizados en cinco niveles de análisis, división que facilitará el entendimiento del presente trabajo.

Los niveles de análisis fueron los siguientes:

- ✓ **Análisis estadístico previo para la determinación de la muestra y homogeneidad de la misma.**

El objetivo fue el establecimiento del tamaño muestral necesario, tanto en el grupo de casos como en el de controles, para alcanzar una potencia estadística del 80%.

Para valorar la homogeneidad de la muestra se empleó el test t de muestras independientes, para evaluar la igualdad de medias de parámetros de tipo continuo y con ajuste a normalidad (confirmado mediante prueba de Kolmogorov-Smirnov). Se utilizó, por tanto, para ver si los valores de una dimensión lineal o angular eran similares en ambos grupos.

- ✓ **Análisis descriptivo e inferencial de los datos recogidos.**

En este caso se estudiaron los datos obtenidos a partir de las mediciones que se realizaron. Por otro lado, a partir de ellas se determinaron las conclusiones generales que se pueden aplicar a una muestra determinada a partir de dichos resultados, en función de su significancia estadística.

Las pruebas estadísticas empleadas para el análisis inferencial fueron las siguientes:

En primer lugar se utilizó el test  $\text{Chi}^2$  de asociación, encargado de medir el grado de dependencia entre dos variables de tipo categórico. El resultado fue admitido como válido siempre que no más del 30% de las celdas de la tabla de contingencia tuvieran una frecuencia esperada inferior a 5 casos, atendiendo al test exacto de Fisher en caso contrario para tablas 2x2. Así pues, por ejemplo, se utilizó la  $\text{Chi}^2$  para comparar la distribución por sexos en los grupos.

Finalmente, se estimó un modelo de regresión logística binaria para explicar/predecir el grupo diagnóstico a partir de cada una de las variables cefalométricas. Se aportó el *odds ratio* (OD) de la asociación no ajustada e intervalos de confianza al 95%. A continuación, se realizó un modelo, también logístico, pero en este caso múltiple, con el conjunto de variables independientes. El objetivo de este análisis fue el de identificar el subgrupo óptimo de variables (determinando como variables óptimas aquellas que pudieran explicar mejor la presencia de la patología) y considerar que cualquier otra no aumenta la capacidad explicativa del modelo.

El modelo de entrada de variables es Wald hacia adelante. Se obtiene  $R^2$  de Nagelkerke y test de Hosmer-Lemeshow para evaluar la bondad de ajuste.

✓ **Análisis de los datos mediante modelos simples y modelos multivariantes.**

En este apartado se establecen las relaciones de asociación entre una o varias variables con la presentación o no del déficit de crecimiento transversal del complejo nasomaxilar superior.

Se realizó un primer análisis para las variables obtenidas en valores absolutos y un segundo análisis para las dimensiones craneales respecto a la anchura maxilar.

Para el modelo obtenido se proporcionaron los parámetros de validez diagnóstica interna y externa: sensibilidad, especificidad, valor predictivo de test positivo y negativo.

**La sensibilidad de una prueba diagnóstica (S)** es la probabilidad de obtener un resultado positivo de la prueba al analizar a un individuo enfermo, es decir, detectar a los verdaderos positivos.

**La especificidad de una prueba diagnóstica (E)** es la capacidad de detectar a los verdaderos negativos, esto es, de que un sujeto sano obtenga un resultado negativo en la prueba diagnóstica realizada.

**El valor predictivo positivo (VPP)** es la probabilidad de padecer la enfermedad si se obtiene un resultado positivo en el test.

**El valor predictivo negativo (VPN)** es la probabilidad de que un sujeto que ha obtenido un resultado negativo en la prueba esté verdaderamente sano.

Se obtuvo además la curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*) para la regla diagnóstica, evaluando así la capacidad discriminatoria de las mismas mediante la estimación de la AUC (*Area Under the Curve*). Se aportó también el error típico, con un intervalo de confianza al 95% de la AUC y un test de contraste  $AUC=0.5$ .

En último lugar, se re-estimó el modelo sobre una muestra de estimación correspondiente al 60% de casos de la muestra global y se evaluó sobre la muestra de validación restante. Se computaron de nuevo los parámetros de validez para comparar la posible pérdida de eficacia.

✓ **Análisis del modelo obtenido en una muestra externa.**

Con este procedimiento se trató de validar el modelo obtenido en el estudio mediante su aplicación a una parte de la muestra (en concreto al 40% de la muestra de estudio), con lo que se obtuvo el grado de fiabilidad de la fórmula diseñada.

✓ **Cálculo del error de método.**

En él se valoró cuál fue el error sistemático cometido por el principal investigador durante el proceso de medición de los registros.

La importancia de realizar esta primera estimación deriva de que las mediciones principales de la investigación, se basan en la localización de una serie de puntos radiológicos, en los cuales, el único y principal investigador puede cometer un determinado error. De modo que, para evaluar la reproducibilidad intra-observador del método de medición de las radiografías lateral y frontal se calculó el error cometido a partir de la repetición del procedimiento en 25 radiografías laterales y frontales seleccionadas de manera aleatoria de la muestra completa tal como se detalla a continuación.

**1. Cálculo del error de método de la telerradiografía lateral de cráneo**

Para el caso de la telerradiografía lateral de cráneo, se realizaron las mediciones de cinco parámetros basados en la localización de una serie de planos y ángulos determinados, a su vez, a partir de una serie de puntos radiológicos del conjunto total de la muestra (n=97).

Una vez transcurridos 30 días desde la última medición realizada, se repitieron un total de 25 telerradiografías seleccionadas aleatoriamente a partir de la determinación de una

letra al azar (mediante el lanzamiento de un dado que incluyese la totalidad del abecedario) escogiendo la letra “V” y seleccionando como primer sujeto del grupo muestral a aquel cuyo apellido comenzase por dicha letra y 24 sujetos más de manera sucesiva desde dicha letra<sup>21</sup>.

Sobre estos 25 sujetos de la muestra se realizó de nuevo la localización de puntos y planos para obtener las cinco variables estudiadas en la proyección lateral.

## **2. Cálculo del error de método de la telerradiografía frontal de cráneo**

El mismo proceso se siguió para las seis variables evaluadas en la radiografía frontal de cráneo.

En este caso la letra seleccionada al azar fue la “D” y alfabéticamente se continuó con la selección de la muestra hasta completar las 25 radiografías. Repitiendo de nuevo todas las mediciones y sin consultar en ningún caso los resultados obtenidos en la primera medición.

Para la valoración del error de método se realizaron tres análisis estadísticos:

- El test t de muestras relacionadas.
- La fórmula Dahlberg y el coeficiente de variación (CV).
- El coeficiente de correlación intra-clase (CCI).

---

<sup>21</sup> En este caso, una vez finalizada la lista completa, seguimos la selección de sujetos por el inicio de dicha lista, comenzada por los apellidos iniciados con la letra “A”.

# RESULTADOS

---



## RESULTADOS

---

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO PREVIO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA

---

El primer punto a describir dentro del análisis estadístico fue el cálculo del tamaño muestral previo a la ejecución del estudio, que se realizó para alcanzar una determinada potencia estadística.

Se concluyó que se debía requerir un mínimo de 95 sujetos para obtener un modelo de regresión logística con una potencia del 80% en el objetivo de detectar un  $OR=4,0\%$ <sup>22</sup>, con un nivel de confianza del 95%.

### RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO Y DEL ANÁLISIS INFERENCIAL

---

#### ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO DE LA MUESTRA

---

El primer punto a abordar desde el análisis estadístico fue la realización una estadística descriptiva de los datos recogidos a partir de los dos grupos muestrales:

- ✓ El grupo control, formado por casos en los que claramente no existía una compresión transversal esquelética del maxilar superior (n=35).
- ✓ El grupo de estudio, fue constituido por los casos que, bajo el juicio de tres especialistas, sí que se diagnosticaron con una compresión transversal del maxilar superior (n=62).

---

<sup>22</sup> Un OR (odds ratio) del 4,0% equivale a tasas de presentación de compresión maxilar de 0,15 y 0,40 en dos grupos determinados por los niveles de un cierto factor.

Con ello se obtuvieron las principales características de cada uno de los casos: la clase esquelética, el patrón facial, la edad cronológica y biológica y del sexo.

El objetivo perseguido al incluir un grupo de pacientes sin compresión, también denominado como sanos, fue poder determinar si las medidas obtenidas en el análisis de las pruebas de los pacientes del grupo de estudio eran diferentes en relación a aquellos que no fueron diagnosticados con un déficit transversal del maxilar o, si por el contrario, los resultados estaban dentro de unos valores normales.

Al evaluar el análisis descriptivo de la muestra se detecta que:

El grupo de estudio supone el 63,9% de la muestra estudiada y, por su parte, el grupo de los controles, el 36,1%.

En cuanto al análisis de **la variable edad**, se observaron los siguientes hallazgos:

Ambos grupos presentan una edad media de  $9,8 \pm 2,6$  años.

El grupo de estudio mostró valores menores, con una media de  $8,9 \pm 2,3$  años

El grupo clasificado como controles, mostró valores mayores en cuanto a la edad,  $11,3 \pm 2,5$  años.

Si se analizan los valores que se obtuvieron en función del **estadio de madurez biológica a nivel vertebral**, se detecta una clara relación con la edad de los pacientes.

El grupo de compresión presentó estadios comprendidos entre el CS1 y CS6, pero el 70,9% de la muestra se correspondió a los dos primeros estadios de desarrollo, mostrando una marcada tendencia a una edad biológica menor al grupo de sanos.

Por su parte, el grupo de controles, sólo mostró estadios comprendidos entre CS1 y CS5, sin embargo tan sólo el 48,6% fue incluido en los dos primeros momentos del desarrollo esquelético.

**La distribución en cuanto al sexo** en los diferentes grupos se observó que en el grupo de compresión había porcentaje de mujeres del 53,2%. En el grupo control la proporción de mujeres fue del 42,9%. Esta diferencia no alcanzó la significancia estadística ( $p=0,327$ ,  $\text{Chi}^2$ ), por lo que si se tiene en cuenta el método aleatorio de entrada de los pacientes en el estudio, se debe rechazar la asociación de la deformidad con uno u otro sexo.

Las mediciones de las variables de **la telerradiografía lateral de cráneo** se analizaron en conjunto como valor absoluto, sin llevar a cabo una clasificación de cada uno de los casos de manera independiente, en un intento de observar la tendencia general de la variable en el grupo. Se puede destacar que:

La mediana del valor del **eje facial** fue similar en ambos grupos con un valor  $89^\circ$ , lo que muestra un crecimiento cercano al equilibrio facial, con un mínimo también similar en torno a los  $81^\circ$  y un máximo de  $100^\circ$ .

En relación al **plano mandibular**, cuyo valor equilibrado es de  $32^\circ$  presenta una mediana de  $33^\circ$  y  $35.5^\circ$  en el grupo control y de estudio, respectivamente.

Si se valora **la relación entre el maxilar y la mandíbula** se detectó un ANB con una mediana de  $3^\circ$  en el grupo de compresión y de  $4^\circ$  en el de controles, ambos valores dentro de la normalidad esquelética. Sin embargo, cabe destacar que, en el grupo de compresión el valor mínimo y máximo mostró mayores extremos, de  $-5^\circ$  y  $10^\circ$ . Esto se traduce en la inclusión de casos mucho más extremos de clase III y II esquelética en el grupo de compresión.

Al analizar el valor del Wits, sí que se observa una mediana con un valor negativos (-0,5), que aun siendo incluido dentro de un equilibrio de clase I, muestra una tendencia hacia la clase III.

Dentro de los resultados obtenidos a partir de **la telerradiografía frontal de cráneo** se resaltan los siguientes hallazgos:

El valor de **la anchura craneal** mostró una mediana de 131,60mm en el grupo de compresión y de 126,00mm en el grupo control.

El valor de **la anchura orbital**, también mostró una mediana superior en los casos de compresión de 86,40mm, frente a 78,90mm que se registró en el caso de los controles.

Este mismo fenómeno se observó en **la anchura cigomática**, aunque con diferencias menores, siendo de 109,85mm en el grupo de compresión y de 107,90mm en el de controles.

Al analizar los datos recogidos en cuanto a **la anchura maxilar** se observan valores de mediana similares, siendo ligeramente superior en el caso del grupo de los controles, siendo de 58,90mm frente a los 57,60mm que se recogieron del grupo de compresión.

Destaca, por tanto, que ante medidas mayores de dimensión craneal, se detectaron valores menores de anchura maxilar en el grupo diagnosticado con un déficit de crecimiento transversal del maxilar.

Los valores respecto a **la anchura mandibular** mostraron resultados muy similares respecto a la mediana en ambos grupos, tanto medido a nivel del punto Ag como del punto Go.

De forma que, desde un análisis descriptivo de la muestra, los hallazgos más llamativos son las diferencias del tercio facial superior entre los dos grupos de estudio.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN FUNCIÓN DE LAS VARIABLES DIRECTAS  
OBTENIDAS EN LA TELERRADIOGRAFÍA LATERAL Y FRONTAL DE  
CRÁNEO

Para la valoración de la clase esquelética y del patrón facial se estudiaron los datos obtenidos de la cefalometría lateral de cráneo (tabla 2 y tabla 3).

**Tabla 2.** Tabla que muestra la homogeneidad de parámetros cefalométricos (lineales y angulares) obtenidos en la telerradiografía lateral de cráneo por grupos: se calcula para ello el t-test de muestras independientes

	p-valor (test)
<b>Eje facial</b>	0,914
<b>Plano md</b>	0,054
<b>SNA</b>	0,085
<b>SNB</b>	0,647
<b>ANB</b>	0,113
<b>Wits</b>	0,035*

\*p<0,05; \*\*p<0,01; \*\*\*p<0,001

**Tabla 3.** Tabla que muestra la homogeneidad de parámetros cefalométricos (lineales) obtenidos en la telerradiografía frontal de cráneo por grupos: se calcula para ello el t-test de muestras independientes.

	p-valor (test)
<b>Anchura craneal</b>	<0,001***
<b>Anchura zyg</b>	0,067
<b>Anchura orbital</b>	<0,001***
<b>Anchura maxilar</b>	0,472
<b>Anchura bigonial</b>	0,694
<b>Anchura biantegonial</b>	0,189

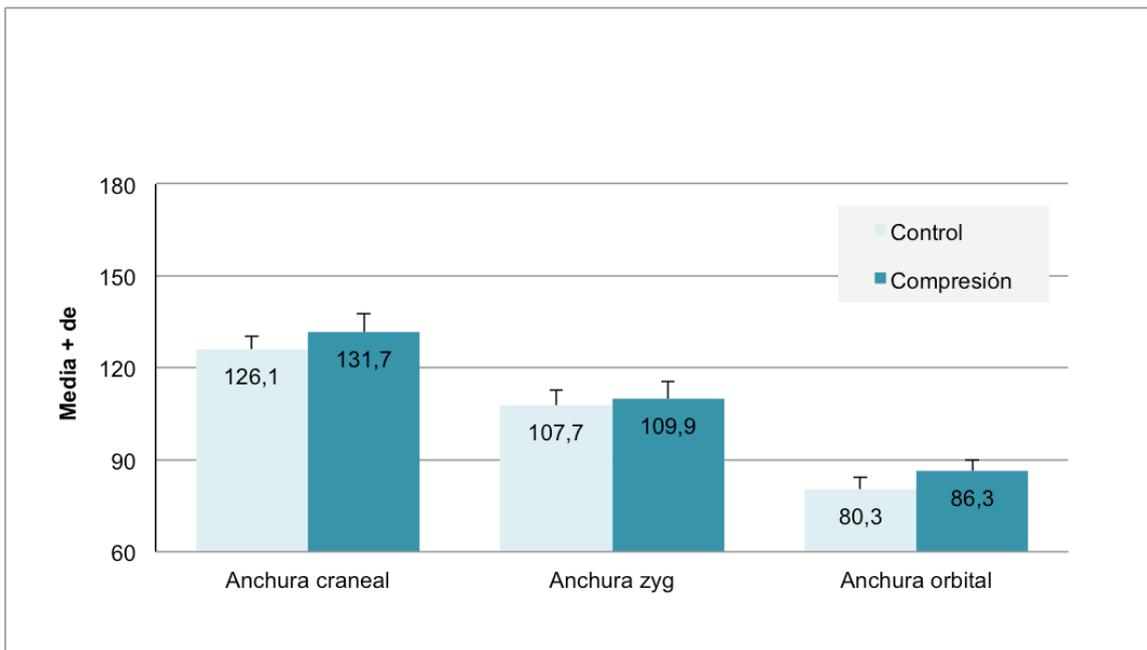
\*p<0,05; \*\*p<0,01; \*\*\*p<0,001

Dentro del grupo de medidas lineales, la anchura craneal, la anchura orbital y el Wits mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos.

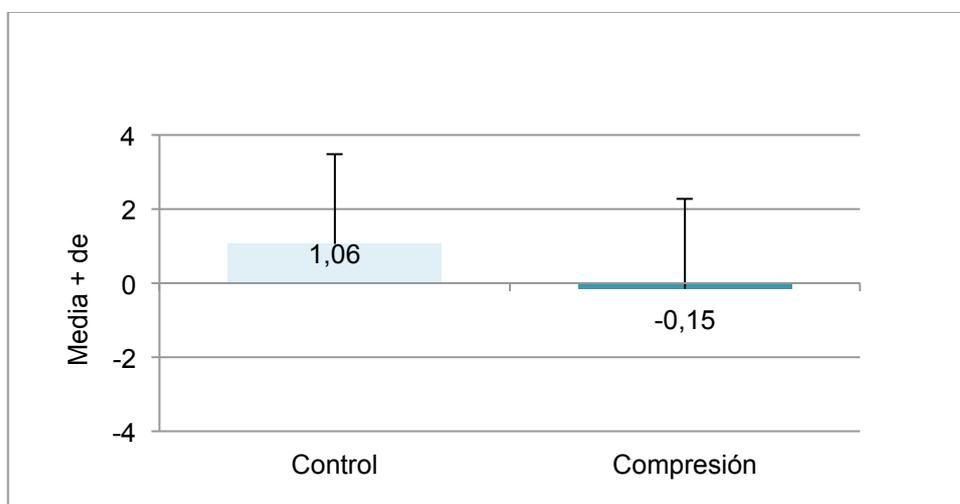
- **La anchura craneal y la anchura orbital** mostraron valores mayores en el grupo de compresión, como se observa en la gráfica 3.
- **El Wits**, que determina la clase esquelética del paciente, presenta una media negativa  $-0,15 \pm 2,79$  en sujetos diagnosticados frente a  $1,06 \pm 2,43$  en los sujetos del grupo control, manifestando una tendencia hacia la clase III esquelética, como se observa en la gráfica 4.

Otra de las medidas analizadas, concretamente **la anchura cigomática**, mostró una fuerte tendencia a presentar valores mayores en el grupo de pacientes caso.

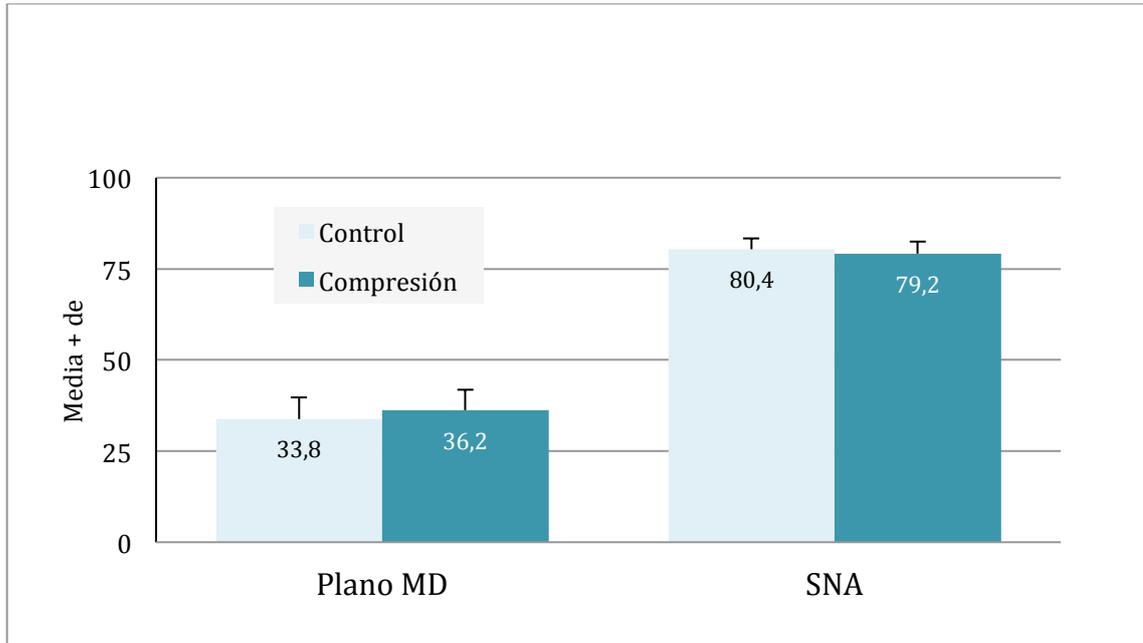
Asimismo, dentro de las medidas angulares **el plano md y el valor SNA** fueron los parámetros angulares más heterogéneos entre los grupos de estudio, exhibiendo también una fuerte tendencia estadística a ser mayor y menor, respectivamente, en el grupo de pacientes caso en relación al grupo de pacientes con compresión, como vemos en la gráfica 5.



**Gráfica 3.** Gráfica que representa los valores medios de la anchura craneal, la anchura cigomática y la anchura orbital entre los dos grupos muestrales. Las tres medidas valoradas son mayores en el grupo de compresión.



**Gráfica 4.** Gráfica que muestra los valores medios más negativos del Wits en el grupo de compresión, mostrando una tendencia hacia la clase III esquelética leve, pero sin significatividad estadística.



**Gráfica 5. Representación de las medias de las medidas angulares más heterogéneas entre los dos grupos: el plano md y el SNA.**

#### ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN FUNCIÓN DE LA EDAD CRONOLÓGICA

---

En función de la edad, se observa que la muestra total del estudio (n=97) cuenta con una edad media global de  $9,8 \pm 2,6$  años, un rango entre los 5,5 y 17,8 años y una mediana de 9,3 años, como se puede determinar en la tabla 4.

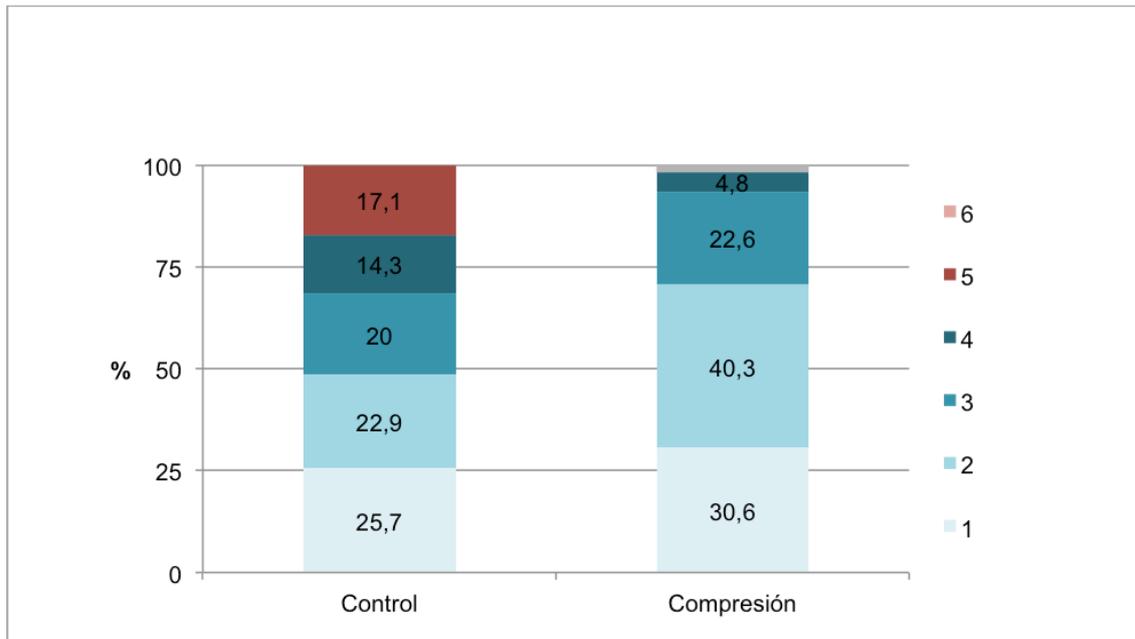
**Tabla 4. Cálculo de la edad media, desviación típica, edad mínima y máxima y mediana en función de cada grupo.**

	GRUPO		
	TOTAL	GRUPO CONTROL	GRUPO COMPRESIÓN
<b>N</b>	97	35	62
<b>Media</b>	9,8	11,3	8,9
<b>Desviación típica</b>	2,6	2,5	2,3
<b>Mínimo</b>	5,5	5,5	5,5
<b>Máximo</b>	17,8	15,5	17,8
<b>Mediana</b>	9,3	11,3	8,5

#### ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN FUNCIÓN DE LA EDAD BIOLÓGICA

En cuanto al análisis del estadio de crecimiento según la madurez vertebral o edad ósea se puede apreciar resultados similares a los obtenidos en función de la edad cronológica (gráfica 6).

De manera que los pacientes diagnosticados con compresión del maxilar superior exhibieron valores más bajos de estadio de madurez vertebral, constatándose diferencias significativas respecto al grupo de los controles ( $p=0,033$ , MW).



**Gráfica 6. Distribución de la muestra de los dos grupos en función del estadio de madurez esquelética.**

#### ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN FUNCIÓN DEL SEXO

Si se analiza la distribución en función del sexo, puede observarse que se trata de una muestra con una distribución muy homogénea inicialmente, ya que se trata de 49 varones (50,5%) y 48 mujeres (49,5%).

Sin embargo, se aprecia que en los individuos con compresión, las mujeres suponen el 53,2% y entre los controles únicamente el 42,9%. Esta diferencia no alcanza la significancia estadística ( $p=0,327$ ,  $\text{Chi}^2$ ). Por ello, teniendo en cuenta el método totalmente aleatorio de entrada de los pacientes al estudio (sin tener en cuenta la cantidad de pacientes de uno y otro sexo que entraban a formar parte del estudio), no se puede establecer una asociación sexo-diagnóstico.

## ANÁLISIS DE LOS DATOS MEDIANTE MODELOS SIMPLES Y MULTIVARIABLES

---

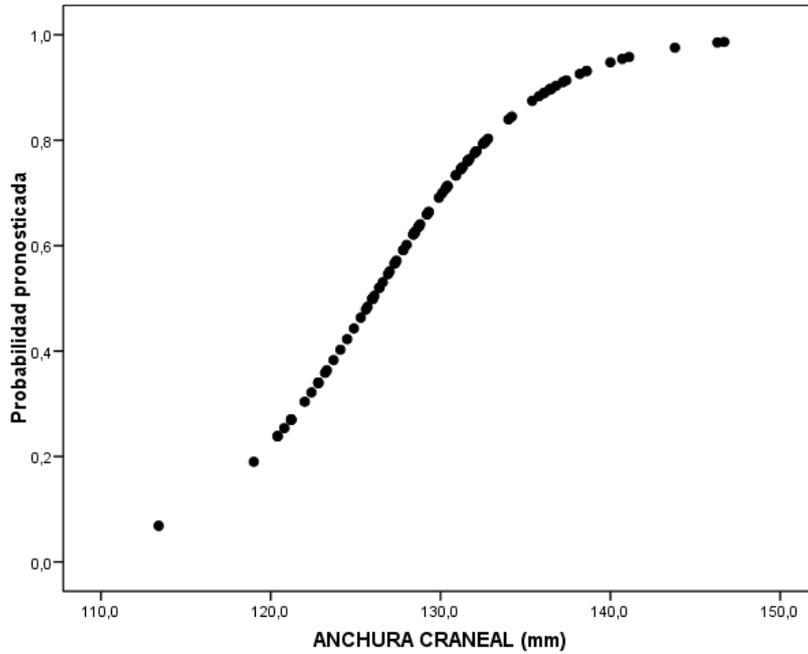
### MODELOS SIMPLES DISCRIMINANTES DIAGNÓSTICOS DE LAS VARIABLES ABSOLUTAS

---

Con los resultados mostrados anteriormente, se obtuvo una primera visión de qué variables mostraron diferencias entre los dos grupos de estudio y, por tanto, podrían tener un cierto valor pronóstico en la decisión diagnóstica de clasificar un caso como sano o con compresión.

Empleando tal información, se realizó un modelo en el que se definió “p” como la probabilidad de que un sujeto presente la anomalía en cuestión. En concreto, se empleó una variable derivada de “p”, el llamado *odds*  $p/(1-p)$ , el cual se relaciona a través de un modelo de regresión logística con cada una de las variables independientes del estudio.

Se observó que **la anchura craneal** incrementaba significativamente ( $p < 0,001$ ) la probabilidad de que el individuo sea clasificado en el grupo de compresión maxilar. Concretamente, por cada 1 mm adicional de anchura, el *odds* (o riesgo) de presentar el diagnóstico se multiplica por 1,23, se eleva por tanto, un 23% (gráfica 7).



**Gráfica 7.** El gráfico permite la visualización del aumento de probabilidad de diagnóstico de compresión maxilar a medida que lo hace la anchura del cráneo.

Por tanto, se estableció que a partir de la anchura craneal es posible predecir el grupo al que pertenece cada sujeto estudiado, al grupo de compresión o al grupo de controles.

Una vez valorado la repercusión que tiene cada una de las variables sobre la probabilidad de tener la deformidad, se estudió el número de pacientes que a partir del modelo se clasificaron correctamente en la muestra.

La tabla siguiente (tabla 5) muestra la calidad del modelo predictivo en términos de número de pacientes que se clasifican correctamente.

**Tabla 5.** Tabla que muestra el número de pacientes correctamente clasificados teniendo en cuenta la anchura craneal, que permite obtener S, E, VPP y VPN.

Observado		Pronosticado		
		GRUPO		Porcentaje correcto
		Control	Compresión	Control
GRUPO	Control	19	16	54,3
	Compresión	8	54	87,1
Porcentaje global				75,3

Para entender este modelo, se debe interpretar de la siguiente manera: de los 62 sujetos con compresión, un modelo como éste (no ajustado, basado exclusivamente en la lectura de la anchura craneal) acertará, detectando a los verdaderos positivos, en el 87,1% de los casos (ésta es la sensibilidad). Por su parte, entre los controles, el 54,3% serán clasificados correctamente, sin compresión, es decir, como verdaderos negativos, y ésta es la especificidad. Globalmente, se afirma que el 75,3% de los individuos son clasificados de manera correcta.

Este mismo procedimiento de análisis se repitió para todas las variables medidas como se muestra en la tabla 6.

**Tabla 6. Probabilidad de compresión maxilar según cada una de las dimensiones: Resultados modelos independientes no ajustados de regresión logística binaria.**

	B	E.T.	Wald	gl	p-valor	OR	I.C. 95,0% Inferior	para OR Superior
ANCHURA CRANEAL	0,207	0,053	15,251	1	<0,001***	1,230	1,109	1,364
ANCHURA ZYG	0,073	0,040	3,268	1	0,071	1,075	0,994	1,164
ANCHURA ORBITAL	0,419	0,084	25,179	1	<0,001***	1,521	1,291	1,792
ANCHURA MAXILAR	-0,039	0,054	0,528	1	0,468	0,961	0,864	1,069
MD BIGONIAL	0,017	0,043	0,159	1	0,690	1,017	0,935	1,106
MD BIANTEGONIAL	0,064	0,049	1,722	1	0,189	1,066	0,969	1,172
EJE FACIAL	0,006	0,053	0,012	1	0,913	1,006	0,907	1,115
PLANO MD	0,073	0,038	3,604	1	0,058	1,076	0,998	1,160
SNA	-0,118	0,069	2,896	1	0,089	0,889	0,776	1,018
SNB	-0,028	0,060	0,215	1	0,643	0,973	0,865	1,094
ANB	-0,149	0,095	2,452	1	0,117	0,862	0,715	1,038
WITTS	-0,177	0,086	4,231	1	0,040*	0,838	0,708	0,992

\*p<0,05; \*\*p<0,01; \*\*\*p<0,001

Los hallazgos obtenidos enfatizan las mismas relaciones significativas y tendencias reportadas en el apartado anterior. Podemos definir por tanto que:

- ✓ **La anchura cigomática** exhibe un efecto sobre el diagnóstico próximo a la significatividad estadística (p=0,071). Concretamente, 1mm adicional de esta longitud implica un aumento del 7,5% en la probabilidad de un diagnóstico de compresión.

Un modelo basado en la anchura cigomática tendría un porcentaje global de correcta identificación de nuestro paciente caso del 64,9%.

- ✓ **La anchura orbital** es otra medida clave para discriminar entre afectados y no afectados. La asociación es significativa (p<0,001), estimándose un OR=1,52, esto es, cada mm más de anchura orbital implica un 52% más de probabilidad de compresión.

Si se establece una ecuación logística basada en este parámetro se clasificarán correctamente los sujetos del grupo de compresión en el

80,4% de veces. La sensibilidad de la regla predictiva será del 87,1% y la especificidad del 68,76%.

- ✓ Si se analizan las medidas que mostraron una fuerte tendencia, destaca **el plano mandibular**. El impacto de los cambios en este ángulo sobre el *odds* de compresión es moderado (OR=1,076); pero la función estimada refleja perfectamente la existencia de una asociación.

Un modelo basado sólo en esta medida acierta a nivel moderado: 64,9%, en parte por su elevada sensibilidad a costa de una muy pobre especificidad (es decir, casi todos los pacientes los predice como afectados).

- ✓ En el caso **del SNA** se observó una situación similar, pero aun más débil que la anterior ( $p=0,089$ ). La estimación de OR en este caso fue del 0,889, es decir, inferior a 1. Este hecho se interpreta como una relación inversa. Si SNA aumenta, la probabilidad de compresión disminuye, en concreto, cada grado angular de aumento del SNA es un -11% de variación del *odds*.

En este caso el grado de acierto en el diagnóstico en función de este valor será considerado muy bajo, del 62,9%.

- ✓ Finalmente, si se valora **el valor del Wits**, se observa que la estimación obtenida sugiere que 1 mm más de Wits impone una reducción del riesgo de compresión del 16,2% (OR=0,84).

En base a lo expuesto anteriormente, se debe tener en cuenta que son variables cuyo aumento o disminución de manera individual se relaciona con la probabilidad de compresión; pero sin mostrar una capacidad predictiva relevante.

## MODELO MULTIVARIABLE DE LAS VARIABLES ABSOLUTAS

Una vez se ha explorado el impacto de cada uno de los parámetros por separado (modelos no ajustados), se propuso la estimación de un modelo completo o múltiple, que permitiese mejorar el valor predictivo positivo y por tanto, la capacidad de detectar a los sujetos con compresión como tal, incluyendo los valores cuya variación resultó estadísticamente significativa en el grupo de compresión y añadiendo la anchura maxilar, antes sin relevancia (tabla 7).

**Tabla 7. Probabilidad de compresión maxilar según el conjunto de dimensiones: Resultados modelo de regresión logística binaria múltiple.**

	B	E.T.	Wald	gl	p-valor	O R	I.C. 95,0% para OR	
							Inferior	Superior
	-47,035	11,13	17,880	1	<0,001***	,000		
<b>ANCHURA CRANEAL</b>	0,171	0,064	7,227	1	0,007**	1,186	1,047	1,344
<b>ANCHURA ORBITAL</b>	0,567	0,128	19,675	1	<0,001***	1,763	1,372	2,264
<b>ANCHURA MAXILAR</b>	-0,366	0,105	12,123	1	<0,001***	0,693	0,564	0,852

\*p<0,05; \*\*p<0,01; \*\*\*p<0,001

Es importante destacar que, variables que antes resultaron significativas, no fueron incluidas en este modelo, no porque al introducirlas dejaran de tener relación estadística, sino porque en presencia de las tres anteriores (la anchura craneal, la orbital y la maxilar) no aportaban resultados novedosos. De forma que, pese a complicar el modelo de regresión no incrementaban la capacidad predictiva del modelo diagnóstico calculado y, por ello, se excluyeron.

En base al modelo que se obtuvo a partir de los resultados, se puede afirmar que en el modelo diagnóstico calculado:

- **La anchura craneal** incrementa significativamente (p=0,007) la probabilidad de que el individuo presente una compresión maxilar. Por cada 1 mm adicional de anchura, el *odds* (o riesgo) de presentar

el diagnóstico se multiplica por 1,18 (se eleva la probabilidad un 18%).

- **La anchura orbital** incrementa significativamente ( $p < 0,001$ ) la probabilidad de diagnosticar un sujeto con compresión maxilar. Por cada 1 mm adicional de anchura, el *odds* (o riesgo) de presentar el diagnóstico se multiplica por 1,76 (se eleva la probabilidad en un 76%).
- Por último, **la anchura maxilar** reduce el riesgo de clasificación de un paciente con compresión. Lo hace en un porcentaje del 31% ( $OR=0,69$ ) por cada 1 mm adicional en la longitud.

Para la valoración del ajuste del modelo a los datos se realizó el cálculo del coeficiente  $R^2$  de Nagelkerke: en este caso, se cifra en 0,682, lo que es moderadamente aceptable en términos de bondad de ajuste.

Por otro lado, también se halló el test de Hosmer-Lemeshow, que permite aceptar la hipótesis de que el modelo se ajusta adecuadamente ( $p=0,925$ ).

La tabla de clasificación final (pronóstico *versus* realidad) fue la siguiente (tabla 8).

Tabla 8. Tabla que muestra el número de pacientes correctamente clasificados teniendo en cuenta la anchura craneal, la maxilar y la orbital.

Observado		Pronosticado		
		GRUPO		Porcentaje correcto
		Control	Compresión	Control
GRUPO	Control	27	8	77,1
	Compresión	7	55	88,7
Porcentaje global				84,5

Para comprender esta tabla, puede decirse que de los 62 casos con la alteración en la muestra, el modelo calculado (basado en la lectura de estos 3 parámetros) es capaz de acertar en 55 de ellos, esto es, tiene una sensibilidad del 88,7%. Por su parte, de los 35 pacientes clasificados como controles, el modelo es capaz de predecir correctamente la ausencia de patología en 27 (77,1%). Estos resultados se traducen en un total de 82 casos bien clasificados (84,5%).

De la tabla pueden calcularse también el valor predictivo positivo y el valor predictivo negativo.

- ✓ El modelo es capaz de predecir la compresión en 63 casos y es correcto en 55 (**PPV=87,3%**).
- ✓ El modelo predice la situación de no compresión en 34 casos y es correcto en 27 (**PPN=79,4%**).

La ecuación del modelo logístico responde a siguiente la expresión:

$$\frac{p}{1-p} = 3,7 \cdot 10^{-21} \cdot 1,18^{craneal} \cdot 1,76^{orbital} \cdot 0,69^{maxilar}^{23}$$

En la lectura del modelo, se calculará “p / (1-p)” donde se define “p” como la probabilidad de que un sujeto presente un déficit transversal superior, y, despejando la fórmula, obtenemos p.

Si por ejemplo si se denomina “a” a toda la expresión de la derecha se observaría que “p/(1-p) = a”. Por tanto “p = a / (1+a)”.

---

<sup>23</sup> Todos los elementos de la ecuación van unidos por la operación matemática “producto”, no obstante, en su esquematización no se representa el símbolo correspondiente, que ya se da por supuesto.

Dada una determinada anchura craneal, orbital y maxilar de un sujeto se sustituye en la fórmula y se calcula la probabilidad pronosticada 'p' de que tenga compresión,, de forma que:

Si esa  $p > 0,5^{24}$ , el caso se predecirá como con compresión.

Si  $p < 0,5$  el caso se predecirá como control-sin compresión.

## **EVALUACIÓN DEL MODELO DE LAS VARIABLES ABSOLUTAS EN UNA MUESTRA EXTERNA**

---

La ecuación obtenida procede del total de datos disponibles en el estudio (los 97 pacientes de la muestra total). Obviamente, su capacidad predictiva será máxima cuando sea aplicada a la misma muestra, tal y como se ha hecho en este estudio.

El verdadero poder predictivo de un modelo, como es el diseñado, se consigue evaluando sus resultados en una muestra externa, diferente a la actual pero procedente de la misma población.

Teniendo en cuenta que la muestra actual es de un tamaño considerado grande, puede dividirse en dos partes en proporciones del 60% y del 40% aproximadamente. La idea al realizarlo de este modo es que la parte más numerosa (el 60% del total) sirva para re-estimar el modelo de nuevo y la más pequeña (el 40% del total) permita comprobar su grado de acierto. Lo más importante será estudiar cómo se comportaría esta nueva fórmula en el conjunto del 40% que constituye la "muestra de validación" (tabla 9).

---

<sup>24</sup> Esta regla práctica tiene unos indicadores de validez diagnóstica (sensibilidad  $S=0,88$  y especificidad  $E=0,77$ ). Si se modifica la "probabilidad de corte" de 0,5 a otro valor, se puede obtener una más alta S a costa de perder E o viceversa.

**Tabla 9. Tabla de clasificación de los sujetos sobre la muestra de validación, que es representada por el 40% de la muestra total de enfermos.**

	Total		Control		Compresión	
	N	%	N	%	N	%
<b>Total</b>	42	100,0%	22	52,4%	20	47,6%
<b>Grupo Control</b>	19	100,0%	17	89,5%	2	10,5%
<b>Grupo Compresión</b>	23	100,0%	5	21,7%	18	78,3%

De los 23 casos realmente afectados en la muestra, el modelo es capaz de acertar en el 78,3% de los casos (S) y, de los 19 realmente sanos, acierta en el 89,5% (E) de los casos. Así pues, la clasificación es correcta para 35 individuos, lo que constituye el 83,3% del total. Es decir, el modelo tiene una capacidad predictiva similar. Se espera que en futuras muestras (de suficiente tamaño) funcione con el mismo nivel de acierto, concluyendo a esto, que el tamaño muestral de nuestro grupo fue adecuado (tabla 10).

**Tabla 10. Validez diagnóstica del modelo actual (estimado sobre 60% de la muestra y estimado en el 40%) respecto al completo**

	S	E	PPV	PPN	% correctos total
<b>Modelo actual (60%-40%)</b>	89,5%	78,3%	90,0%	77,3%	83,3%
<b>Modelo completo (100%)</b>	88,7%	77,1%	87,3%	79,4%	84,5%

\*p<0,05; \*\*p<0,01; \*\*\*p<0,001

## MODELOS SIMPLES DISCRIMINANTES DIAGNÓSTICOS DE LAS DIFERENCIAS CRÁNEO-MAXILARES

Partiendo del primer modelo diagnóstico de Ricketts (1981) basado en la diferencia maxilo-mandibular, se planteó un análisis de las diferencias entre las variables valoradas en la telerradiografía frontal de cráneo en relación a la

anchura maxilar del paciente en cuestión. Con ello se obtuvieron los valores presentados en la tabla 11.

**Tabla 11. Diferencias entre las variables obtenidas en la telerradiografía frontal de cráneo y la variable anchura del maxilar.**

		GRUPO		
		Total	Control	Compresión
<b>DIF_CRA_MAX</b>	<b>N</b>	97	35	62
	<b>Media</b>	71,29	67,35	73,51
	<b>Desviación típica</b>	6,34	4,11	6,31
	<b>Mínimo</b>	55,40	58,60	55,40
	<b>Máximo</b>	88,50	75,30	88,50
<b>DIF_ZYG_MAX</b>	<b>Mediana</b>	70,90	67,20	75,00
	<b>N</b>	97	35	62
	<b>Media</b>	50,66	48,90	51,65
	<b>Desviación típica</b>	4,52	4,53	4,24
	<b>Mínimo</b>	36,50	36,50	41,60
<b>DIF_ORB_MAX</b>	<b>Máximo</b>	62,00	60,10	62,00
	<b>Mediana</b>	50,20	49,40	50,95
	<b>N</b>	97	35	62
	<b>Media</b>	25,70	21,44	28,11
	<b>Desviación típica</b>	5,17	3,12	4,51
<b>DIF_BIG_MAX</b>	<b>Mínimo</b>	15,40	15,70	15,40
	<b>Máximo</b>	40,80	28,00	40,80
	<b>Mediana</b>	26,10	21,60	27,80
	<b>N</b>	97	35	62
	<b>Media</b>	22,14	21,49	22,50
<b>DIF_BIA_MAX</b>	<b>Desviación típica</b>	4,32	4,35	4,29
	<b>Mínimo</b>	9,80	13,70	9,80
	<b>Máximo</b>	34,70	31,00	34,70
	<b>Mediana</b>	21,90	20,70	22,10
	<b>N</b>	97	35	62
	<b>Media</b>	14,59	13,41	15,26
	<b>Desviación típica</b>	4,12	3,46	4,33
	<b>Mínimo</b>	5,50	6,60	5,50
	<b>Máximo</b>	25,80	22,70	25,80
	<b>Mediana</b>	14,10	12,60	15,40

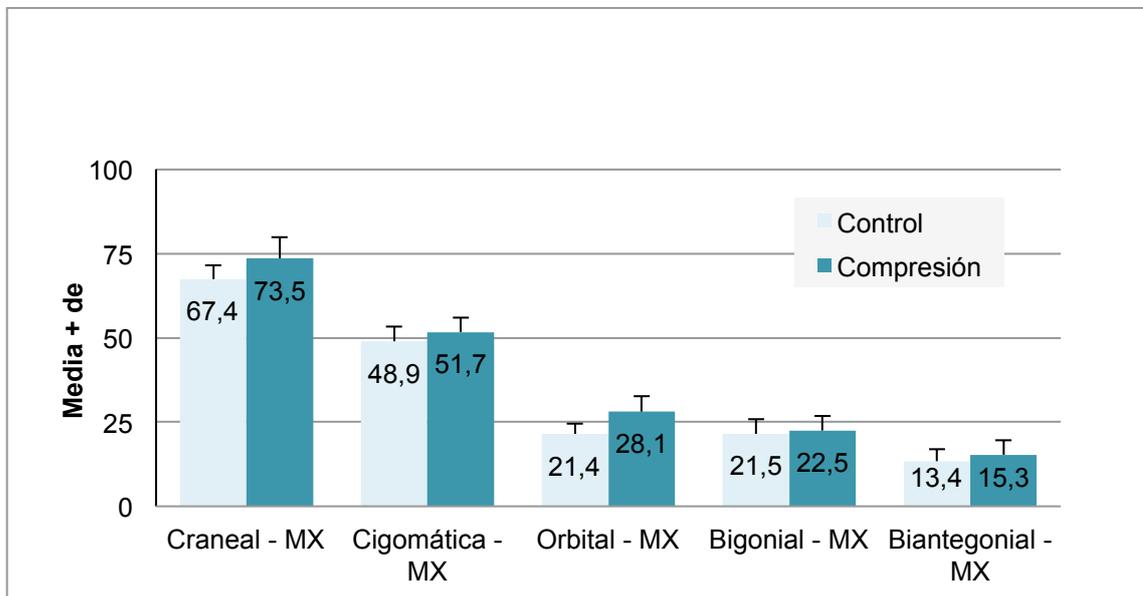
De nuevo se realizó sobre estos resultados (las diferencias de la anchura maxilar en relación a las demás variables evaluadas) el t-test para valorar si existía homogeneidad entre los resultados de los dos grupos de estudio. En la tabla 12 se observa que sólo la diferencia entre la anchura maxilar y la anchura bigonial puede considerarse similar en ambos grupos. Para el resto de

variables calculadas la diferencia media fue siempre significativamente mayor para el grupo diagnosticado con un déficit transversal del maxilar superior que para el grupo de no compresión maxilar, como detalla la gráfica 8.

Tabla 12. Cálculo del valor t-test para valorar la homogeneidad de las variables calculadas en relación a la anchura maxilar.

	p-valor (test)
Dif. anchura craneal - maxilar	<0,001***
Dif. anchura zyg – maxilar	0,004**
Dif. anchura orbital – maxilar	<0,001***
Dif. Anchura MD bigonial - maxilar	0,268
Dif. Anchura MD biantegonial - maxilar	0,033*

\*p<0,05; \*\*p<0,01; \*\*\*p<0,001



Gráfica 8. Gráfica que muestra las diferencias de las variables calculadas directamente desde la telerradiografía frontal frente a la anchura maxilar. Obsérvese que todas ellas son mayores en el grupo diagnosticado con compresión del maxilar superior.

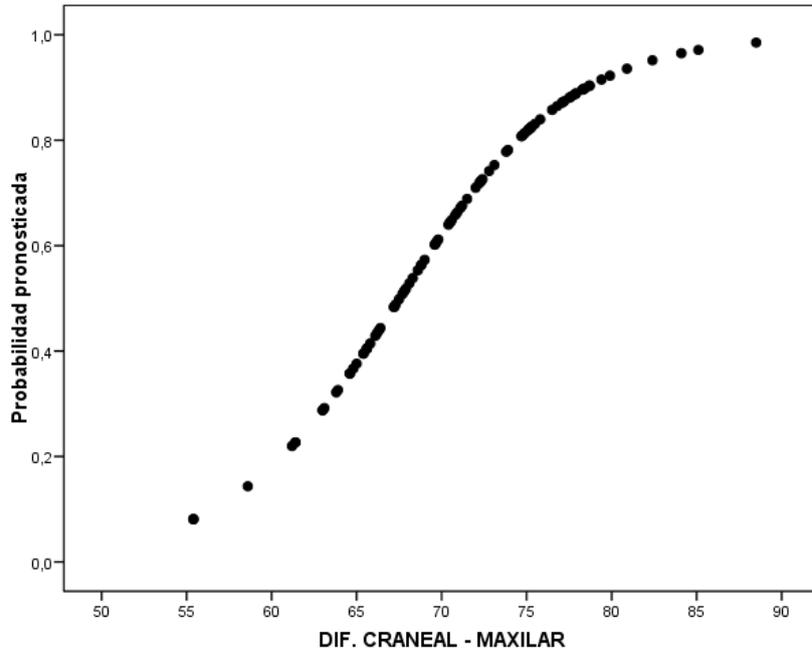
Para cuantificar el impacto de los cambios de esas diferencias sobre la probabilidad de haber diagnosticado a un sujeto con un déficit de crecimiento transversal del maxilar superior, fue necesario estimar las regresiones logísticas. Inicialmente, se emplearon modelos simples (uno para cada una de las variables calculadas en relación a la anchura maxilar) (tabla 13).

**Tabla 23. Probabilidad de presentar compresión maxilar según cada una de las diferencias de anchura: resultados modelos independientes no ajustados de regresión logística binaria .**

	B	E.T.	Wald	gl	p-valor	OR	I.C. 95,0% Inferior	para OR Superior
<b>ANCHURA CRANEAL – MX</b>	0,200	0,048	17,070	1	<0,001***	1,221	1,111	1,343
<b>ANCHURA ZYG – MX</b>	0,150	0,055	7,557	1	0,006**	1,162	1,044	1,293
<b>ANCHURA ORBITAL – MX</b>	0,423	0,086	24,303	1	<0,001***	1,526	1,290	1,806
<b>MD BIGONIAL – MX</b>	0,056	0,051	1,234	1	0,267	1,058	0,958	1,168
<b>MD BIANTEGONIAL - MX</b>	0,117	0,056	4,368	1	0,037*	1,124	1,007	1,255

\*p<0,05; \*\*p<0,01; \*\*\*p<0,001

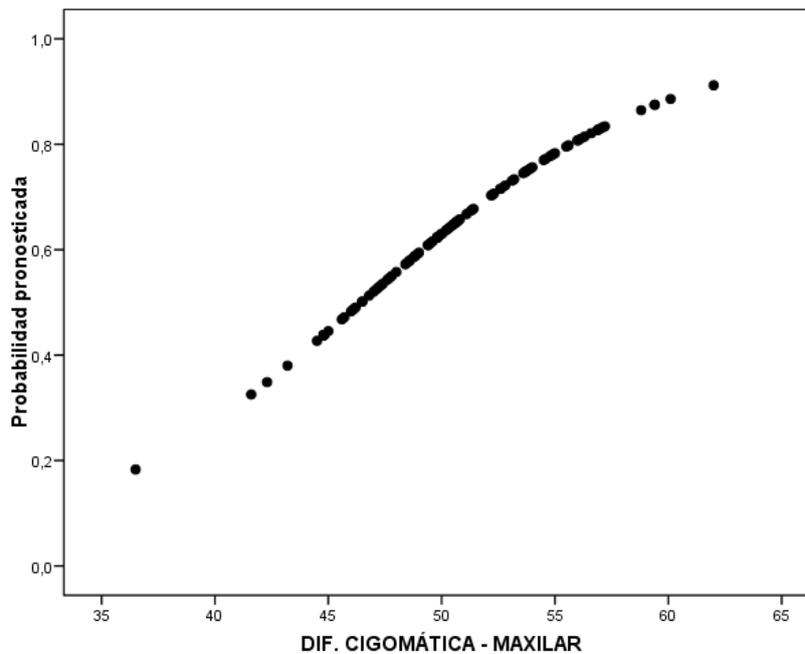
En base a la tabla anterior, se calculó gráficamente la probabilidad en la que se eleva la posibilidad de sufrir un déficit del crecimiento transversal del maxilar superior en función de los incrementos en las diferencias de la anchura maxilar con el resto de las variables obtenidas en la telerradiografía frontal de cráneo.



**Gráfica 9. Representación gráfica del aumento de la probabilidad de sufrir una compresión esquelética del maxilar superior al elevarse la diferencia cráneo-maxilar.**

En la gráfica 9 puede verse cómo por cada 1mm adicional en la diferencia de la anchura craneal y la maxilar, la probabilidad de presentar una compresión esquelética del maxilar superior se incrementa un 22,1% ( $p < 0,001$ ).

En la gráfica 10 se representa que por cada 1mm que se incrementa la diferencia entre la anchura cigomática y la anchura maxilar, la probabilidad de compresión maxilar se eleva un 16,2% ( $p = 0,006$ ).



**Gráfica 10. Representación del aumento de la probabilidad de sufrir una compresión esquelética del maxilar en función del aumento de la diferencia cigomático-maxilar.**

Si se analiza la relación entre la anchura orbital y maxilar, se obtiene que un incremento de 1mm en la diferencia entre las anchuras orbital y maxilar, la probabilidad de compresión maxilar aumenta un 52,6% ( $p < 0,001$ ).

Los cambios en la diferencia de las anchuras bigonial y maxilar, no generaron cambios en el *odds* del diagnóstico.

Finalmente, por cada 1mm adicional en la diferencia de las anchuras biantegonial y maxilar, la probabilidad de manifestar una compresión esquelética del maxilar superior se eleva un 12,4% ( $p = 0,037$ ).

#### MODELO GENERALIZADO DIAGNÓSTICO EN FUNCIÓN DE LAS DIFERENCIAS CRÁNEO-MAXILARES.

Una vez obtenidos estos datos, se realizó un modelo generalizado de regresión logística binaria múltiple, según el cual únicamente dos de las variables anteriores son esenciales para definir la probabilidad de diagnóstico

de déficit de crecimiento transversal del maxilar superior (ver tabla 14), que son:

- La diferencia entre la anchura craneal y la anchura maxilar.
- La diferencia entre la anchura orbital y la anchura maxilar.

De modo que, concluyendo este punto, **sólo la diferencia entre estas anchuras y la anchura maxilar responderían a un cierto patrón** en el criterio de los expertos a la hora de diagnosticar un caso con una compresión esquelética del maxilar o un caso sin dicha condición clínica.

**Tabla 14. Probabilidad de presentar compresión transversal del maxilar superior según el conjunto de diferencias de anchura como resultado de un modelo de regresión logística binaria múltiple.**

	B	E.T.	Wald	gl	p-valor	OR	I.C. 95,0% para OR	para Superior
							Inferior	
<b>Constante</b>	-15,941	3,932	16,439	1	<0,001 ***	0,000		
<b>ANCHURA CRANEAL – MX</b>	0,103	0,052	3,904	1	0,048*	1,108	1,001	1,227
<b>ANCHURA ORBITAL – MX</b>	0,380	0,090	17,890	1	<0,001 ***	1,462	1,226	1,744

\*p<0,05; \*\*p<0,01; \*\*\*p<0,001

Los OR varían moderadamente respecto a los modelos no ajustados: los riesgos del incremento unitario de las diferencias de anchura son +10,8% y +46,2% para diferencia craneal y orbital respectivamente.

La tabla de clasificación (tabla 15) indica que el porcentaje de acuerdo total es del 87,6% (superior al 84,5% del modelo basado en las medidas originales). La sensibilidad S=90,3%, especificidad E=82,9%, PPV=90,3% y PPN=82,9%, todos valores mejores que los encontrados en el modelo de regresión anterior (S=88,7%, E=77,1%, PPV=87,3%, PPN=70,4%).

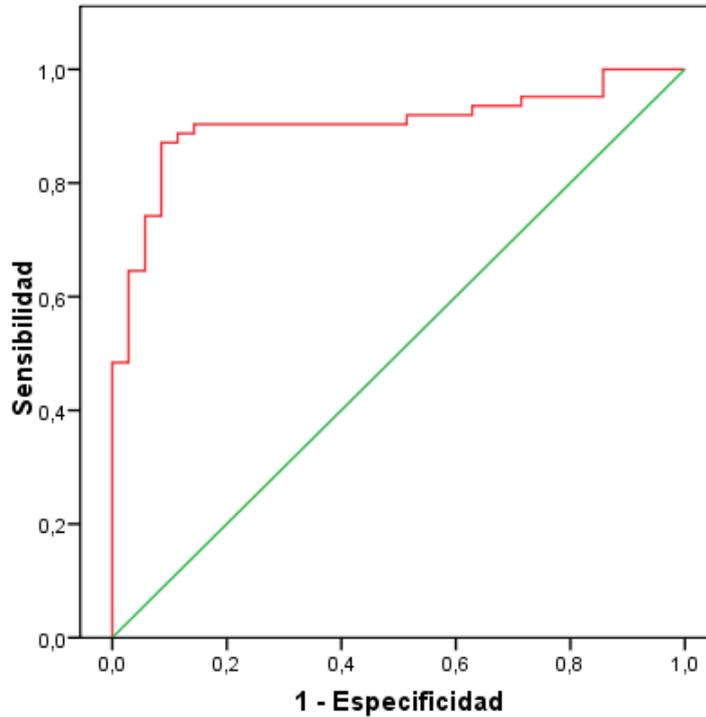
Tabla 15. Tabla de clasificación de los sujetos sobre la muestra de validación, que es representada por el 40% de la muestra total de enfermos.

Observado		Pronosticado		
		GRUPO		Porcentaje correcto
		Control	Compresión	Control
GRUPO	Control	29	6	82,9
	Compresión	6	56	90,3
Porcentaje global				87,6

La ecuación del modelo de regresión logístico definitivo calculado fue de la siguiente manera:

$$\frac{p}{1-p} = 1,2 \cdot 10^{-7} \cdot 1,11^{dif.craneal-mx} \cdot 1,46^{dif.orbital-mx}$$

Por última, se realizó la curva ROC (véase grafica 11) para evaluar la capacidad discriminante de la regla de clasificación basada en las dos diferencias de anchura, craneal y orbital respecto a la maxilar independientemente.

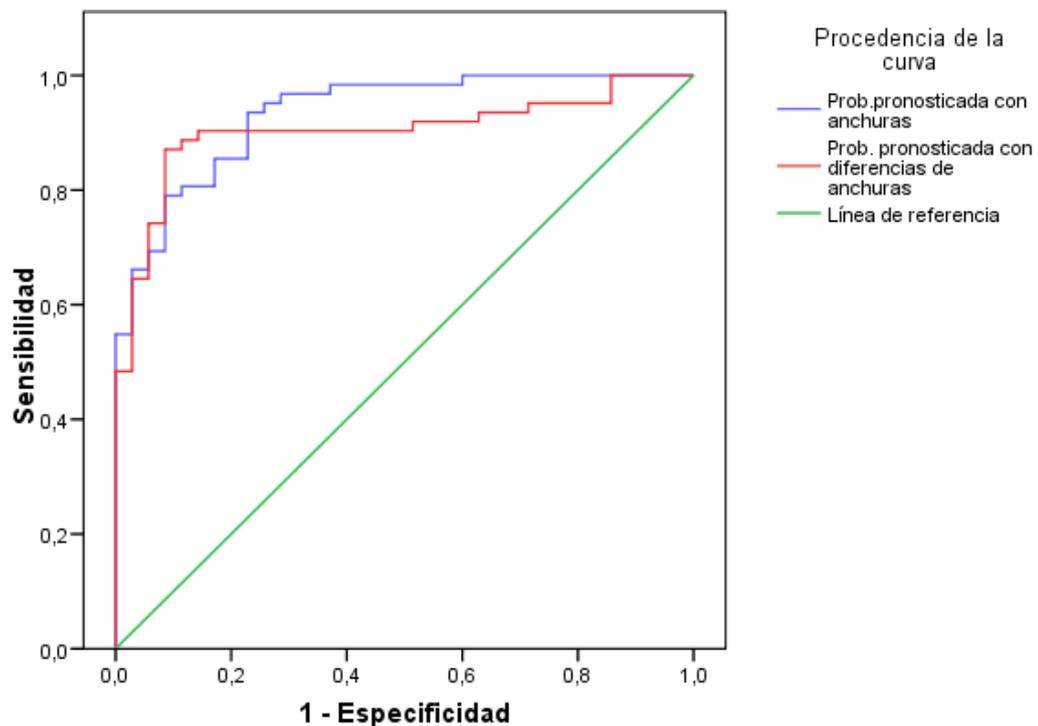


**Gráfica 11. Curva ROC, que muestra el ratio de verdaderos positivos frente al ratio de verdaderos negativos, es decir enfrenta la sensibilidad de un test frente a su especificidad.**

El área bajo la curva obtenida es 0,903. Al compararlo con la obtenida en el modelo inicial se detecta que es algo inferior ( $AUC=0,934$ ). La interpretación a este hecho es la siguiente: para este modelo utilizar una regla de clasificación basada en la fórmula logística de la página anterior y una probabilidad de corte 0,5 es óptimo, mejorando la clasificación del modelo inicialmente calculado. Pero si el investigador decide cambiar la probabilidad de corte, disminuyéndola un poco para mejorar la sensibilidad, la especificidad se ve muy penalizada (se comenzarán a predecir casos con compresión cuando realmente no lo son, es decir, se detectarán muchos falsos positivos). Si, por el contrario, se eleva el punto de corte para ser más específicos, el efecto sobre la sensibilidad también será rápido.

En la gráfica 12 puede observarse una gráfica comparativa construida a partir de los modelos hallados. En ella se aprecia cómo el modelo basado en

las diferencias cráneo-maxilares (línea roja) presenta un vértice más aislado, es decir, cuando se desplaza hacia la derecha o la izquierda, la sensibilidad o la especificidad se ven muy afectadas. Por su parte, el modelo original (basado únicamente en las mediciones absolutas de las distintas variables) presenta un perfil más regular en la zona del óptimo, es decir, no hay problemas en mover la probabilidad de corte para mejorar uno de los indicadores sin castigar al otro.



**Gráfica 12.** Representación de la curva ROC del modelo inicial basado en variables absolutas (color rojo) y de la curva ROC del segundo de los modelos basado en las diferencias (línea azul).

El valor asociado al contraste de homogeneidad con la diagonal principal es  $<0,001$  (gráfica 12). Esto significa que no puede aceptarse que la regla basada en el modelo logístico tenga el mismo poder discriminatorio que el puro azar ( $AUC=0,5$ ; línea verde). El IC95% para el AUC es [0,887 0,981]. Lógicamente, al no contener al 0,5, el resultado del test anterior es estadísticamente significativo.

## CÁLCULO DEL ERROR DE MÉTODO

### CÁLCULO DEL ERROR DE MÉTODO DE LA TELERRADIOGRAFÍA LATERAL DE CRÁNEO

Los resultados obtenidos al realizar el ejercicio sobre la telerradiografía lateral de cráneo se relatan en la tabla 16.

**Tabla 16. Diferencia de medidas intra-examinador (1ª-2ª medición para los parámetros del método de medición de la telerradiografía lateral: Media  $\pm$  desviación estándar, intervalo de confianza al 95%, test t-student (p-valor), D de Dahlberg, Coeficiente de de variación (%) y Coeficiente de correlación intra-clase.**

	n	Media	DE	IC 95%	p-valor (test t)	D	CV (%)	CCI
<b>Eje facial</b>	25	0.04	1.57	(-0.61 0.69)	0.900	1.09	1.22	0.914
<b>Plano Md</b>	25	-0.32	1.84	(-1.08 0.44)	0.394	1.30	3.45	0.959
<b>SNA</b>	25	0.20	1.44	(-0.40 0.80)	0.495	1.01	1.29	0.929
<b>SNB</b>	25	0.20	1.38	(-0.37 0.77)	0.477	0.97	1.30	0.932
<b>Wits</b>	25	-0.35	0.95	(-0.75 0.05)	0.077	0.71	---	0.942

\* p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001.

En general, las medias de los diferentes parámetros están centradas en cero, con desviaciones no superiores a  $\pm 2$  unidades. Este hecho significa que no hay un sesgo apreciable entre las dos mediciones, de manera que no se puede detectar que en una sesión la investigadora haya medido sistemáticamente más que en otra).

Para concluir sobre este punto se aplicó un intervalo de confianza al 95% y se aplicó un test t de medidas repetidas.

Por ejemplo, para el parámetro eje facial, el IC 95% para la diferencia media es (-0,61 0,69), lo que significa aceptar la nulidad de la misma o, lo que es

igual, la homogeneidad de medias entre la primera y la segunda medición ( $p=900$ ). La misma conclusión es aplicable para el resto de parámetros. La única tendencia se refiere al valor del Wits ( $p=0,077$ ), donde hay una cierta inclinación a medir más en la segunda sesión.

En lo referente al análisis del estadístico  $d$  de Dahlberg (tabla 16) se obtuvieron valores en torno a 1 (mm para medidas lineares y grados para las angulares).

Poniendo de nuevo el ejemplo del valor del eje facial, se calcula la media de la doble medición de un paciente y se calcula la desviación estándar para el par de medidas: el promedio de la misma a través de toda la muestra válida de  $n=25$  es de  $1,09^\circ$ . Dicho de otro modo, es una estimación del error absoluto cuando se compara la medición de la primera y segunda sesión. La interpretación, en términos absolutos, es que las cifras son bastante bajas.

Todo esto se traduce, en términos relativos, en valores del error del método (coeficiente de variación CV) del 1,2% al 3,4%. Se trata, por tanto, de cifras que pueden interpretarse como de alta reproducibilidad, si se toma como referencia la tabla del anexo 7.

Se puede apreciar en la tabla 16, que no se ha calculado el CV para el valor del Wits. Esto es debido a que ésta es una variable con valores muy pequeños, generalmente variables en torno al cero, a lo que el indicador es muy sensible y pierde su utilidad y significado.

Por último, la tabla 16 aporta en la última columna el coeficiente de correlación intra-clase (CCI), otro indicador del grado de concordancia entre las dos evaluaciones. Se han obtenido valores entre 0,91 y 0,96, lo que corrobora que es un error intra-observador bastante bajo, por lo que se puede determinar que la reproducibilidad es bastante alta, de acuerdo al anexo 8.

## CÁLCULO DEL ERROR DE MÉTODO DE LA TELERRADIOGRAFÍA FRONTAL DE CRÁNEO

La misma estrategia de análisis fue aplicada para el estudio del error del método frontal, dónde se obtuvieron los siguientes resultados (tabla 17).

**Tabla 17. Diferencia de medidas intra-examinador (1ª-2ª) para los parámetros de la telerradiografía frontal: Media ± desviación estándar, intervalo de confianza al 95%, test t-student (p-valor), D de Dahlberg, Coeficiente de de variación (%) y Coeficiente de correlación intra-clase.**

	n	Media	DE	IC 95%	p-valor (test t)	D	CV (%)	CCI
<b>Craneal</b>	25	0.52	0.53	(0.30 0.73)	<0.0001***	0.52	0.39	0.986
<b>Zyg</b>	25	0.20	0.99	(-0.21 0.60)	0.330	0.70	0.63	0.982
<b>Orb</b>	25	0.28	1.27	(-0.25 0.80)	0.287	0.90	1.05	0.918
<b>Mx</b>	25	-0.60	2.67	(-1.70 0.50)	0.268	1.90	3.29	0.701
<b>Bigonial</b>	25	1.04	4.11	(-0.65 2.74)	0.217	2.94	3.66	0.634
<b>Bianteg</b>	25	-0.40	1.12	(-0.86 0.07)	0.091	0.83	1.12	0.937

\* p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001.

Por ejemplo, tomando como base los datos calculados (tabla 17) se puede leer que la anchura craneal se mide, en promedio, 0,52mm más que en la segunda medición. Precisamente para esta dimensión, el intervalo de confianza excluye al cero, alcanzando la significatividad estadística (p<0,001). Dicho de otra manera, se detectó un sesgo por el cual la investigadora principal medía más anchura craneal en las primeras mediciones.

Para el resto de parámetros se ha de aceptar la homogeneidad de las medias y la ausencia de sesgo.

En la tabla 3 se registra el estadístico  $d$  de Dahlberg tomando valores entre 0,5 y 3,0mm para todas las medidas. La  $d$  es baja para la anchura craneal, interpretando que la parte aleatoria del error cometido no es importante.

Las cifras del CV confirman que la medición de la anchura maxilar y la medición de la anchura bigonial implican errores relativos más altos (3,3% y 3,7%); pero siempre dentro de un elevado nivel de reproducibilidad. La medición de las otras cuatro anchuras de la telerradiografía frontal de cráneo apenas rebasan el 1%, lo que se considera un error extremadamente bajo.

Por último, se valora el coeficiente de correlación intra-clase (CCI) (tabla 17) que se eleva por encima de 0,9 para la mayoría de las dimensiones, a excepción nuevamente de la anchura bigonial y maxilar, dónde la reproducibilidad apenas podría evaluarse como moderada. Es decir, en la medición de estas dos variables se puede decir que hay un cierto error aleatorio, no del todo despreciable, que aleja la medición de la primera respecto de la segunda medición a veces por encima, a veces por debajo.

Finalmente, puede aceptarse que para las variables medidas en la telerradiografía lateral de cráneo se obtuvo un grado de reproducibilidad bastante alto. En el caso de las variable de la telerradiografía frontal se obtuvo un grado de reproducibilidad intra-examinador alto, con ciertos matices:

- a) Un sesgo para la medición de la anchura craneal.
- b) Un cierto error para la medición de la anchura bigonial y la anchura maxilar.



# DISCUSIÓN

---



## DISCUSIÓN

---

### DISEÑO DEL ESTUDIO

---

En el presente proyecto se ha llevado a cabo un estudio de cohortes retrospectivo (también denominado histórico), en el cual se trata de reconstruir la experiencia de una cohorte o grupo en el tiempo mediante el análisis de sus registros. El tamaño de la muestra dependerá, por tanto, de la disponibilidad de estos registros.

En este caso en cuestión, en un intento de optimar la calidad de los mismos, se acotó la búsqueda de sujetos para la muestra a una única clínica dental, la Clínica Dental Mora-Arias de Valencia. En esta clínica dental rutinariamente se sigue un protocolo sistematizado para la recogida de registros tanto radiográficos como fotográficos por parte del equipo de higienistas dentales.

El diseño del estudio de cohortes con mayor validez científica es el prospectivo, sin embargo, en este caso no se tuvo acceso a este tipo de diseño. El principal inconveniente que se presentó fue el dilema ético de exponer a este grupo de pruebas diagnósticos (radiografía panorámica, telerradiografía lateral de cráneo y frontal de cráneo) a niños de corta edad sin deformidades dentofaciales o maloclusión aparente, resultaría en un enfrentamiento ético importante.

### LIMITACIONES DEL ESTUDIO

---

Como primer punto del apartado de discusión se establecen las principales limitaciones con las que ha contado el estudio.

Como ya se ha establecido, se decidió por un diseño retrospectivo, en el que se realizó una división en grupos o cohortes dependiendo de la existencia o no de una determinada situación, un déficit del crecimiento transversal del

maxilar superior, considerada como “cohorte enferma” frente a una que no lo estuviera, “cohorte sana”, permitiendo realizar una asociación diagnóstica a cada uno de los grupos.

Es un hecho destacable que, en el estudio, se observó una clara diferencia entre los grupos en relación a la edad y al estadio de madurez biológica (que se relacionaron íntimamente). Sólo se valoraron los sujetos a los que se obtuvo acceso, por lo que únicamente fueron aquellos en los que se manifestó una necesidad de tratamiento a nivel clínico, motivo por el cual se les sometió a un análisis radiográfico. Este tipo de análisis de imagen para el estudio ortodóncico incluye rutinariamente una ortopantomografía y telerradiografía lateral de cráneo, no ocurriendo lo mismo con la telerradiografía frontal de cráneo. Muchos de los casos analizados no incluían este tipo de proyección, por lo que se encontraron dificultades para compilar una muestra de sujetos no enfermos con características similares al grupo enfermo. Por ello, no sólo no pudimos recoger sujetos con una edad similar a los del grupo de compresión, sino que tuvimos incluso que aumentar el rango de búsqueda hasta los 18 años de edad cronológica.

En el grupo muestral de pacientes sin compresión maxilar se detectó una edad de presentación media mucho más elevada que en el grupo de pacientes caso:  $8,9 \pm 2,3$  para el grupo con compresión frente a  $11,3 \pm 2,5$  años del grupo de sujetos sanos. Esta asociación, queda de nuevo establecida si se evalúa el grado de madurez esquelética, predominando el estadio de madurez vertebral CS2 y sin llegar a mostrar ninguno de los casos el estadio CS 5 ni CS 6, en el grupo de compresión frente a una distribución mucho más heterogénea en el grupo de sanos.

Hay que tener en cuenta que para poder ser incluido en el estudio los pacientes debían poseer los registros radiográficos y fotográficos propios de un estudio de ortodoncia. Dada la necesidad de irradiar al paciente para obtener estas pruebas, sólo se realizarán en el caso de que el profesional del campo dental observe algún indicio de enfermedad o desequilibrio dentofacial.

Explicado de otro modo más sencillo con un ejemplo, si un paciente acude a una revisión oral y no muestra señales de deformidad alguna, la necesidad de realizar una serie de radiografías (telerradiografía frontal y lateral de cráneo y una ortopantomografía) entraría dentro de un debate sobre la ética de la práctica clínica. Este hecho es el que explica las grandes diferencias en cuanto a la edad de los dos grupos muestrales.

Pese a estas diferencias, se ha de tener en cuenta que durante el proceso de crecimiento y desarrollo craneofacial normal, si se manifiesta un déficit de crecimiento transversal del maxilar superior, éste no sólo no se resolverá de manera espontánea, sino que se irá agravando con los años, como determinaron la revisión sistemática de la biblioteca Cochrane (Agostino y cols., 2014) y la revisión de Bell y Kiebach., 2014. De manera que concluían que este tipo de problemas (principalmente haciendo referencia a la presencia de mordidas cruzadas) raramente se resuelven de manera espontánea durante el paso de la dentición temporal a la dentición adulta.

Por lo expuesto, se decidió se descartar el factor edad y madurez biológica en el diseño final de la fórmula diagnóstica obtenida, evitando así la introducción de un sesgo que pudiese llevar a la asociación causal de que a menor edad del caso, mayor probabilidad existe de presentar un déficit de crecimiento transversal del complejo nasomaxilar.

Otro factor a tener en cuenta es la práctica cada vez más frecuente de la exploración mediante imagen tridimensional con el empleo del *Cone Beam Computerized Tomography* (CBCT). Sin embargo, ante esta idea surge de nuevo el debate de realizar este procedimiento en niños, cuando otro tipo de imagen, en dos dimensiones, permite llegar al diagnóstico del problema maloclusivo. Además, si en algún momento se sistematiza este tipo de diseño tridimensional como criterio de referencia para los registros iniciales de los pacientes que van a someterse a un tratamiento de ortodoncia y/u ortopedia dentofacial, se requerirá un nuevo método de medición con una nueva localización de puntos adaptado a esta nueva imagen.

En un primer diseño del estudio realizado se trató de incluir como criterio de inclusión la valoración de los modelos de diagnóstico, ya que el tratamiento de disyunción del maxilar superior es empleado también en casos de falta de espacio en la arcada superior, en un intento de mejorar el perímetro del arco: por cada milímetro de expansión que se gana a nivel de premolares, se obtiene un aumento del perímetro del arco dentario de 0,7mm (Proffit, 2013). Ya fue descrito desde sus inicios como un tratamiento para lograr espacio para caninos superiores altos (Hass, 1961). Sin embargo, no se contó con una calidad óptima de este tipo de registro, por lo que debió ser eliminado de los criterios del proyecto.

Finalmente, dentro de las limitaciones del estudio realizado se estableció como criterio de referencia la valoración clínica de los casos mediante el análisis de los registros propuestos. En este caso se consideró que la coincidencia de dos especialistas en el campo de la especialidad de la ortodoncia como premisa para incluir el caso en los grupos o cohortes de estudio. Podría haberse exigido una mayor coincidencia o incluso realizar un cuestionario a miembros que hubiesen obtenido la especialidad en universidades distintas, sin embargo, el gran tamaño muestral exigido requería la valoración de más de cien casos, por lo que el grado de participación voluntaria se habría dificultado enormemente. Por ello, se decidió establecer tres como número de referencia, de manera que al menos dos de los mismos debían llegar a un acuerdo sobre el diagnóstico. Además, como ya se relató en el punto de material y métodos quedaron excluidos del estudio los casos dudosos para evitar introducir sujetos límite donde el criterio entre los especialistas pudiese no haber sido tajante. De manera que en estudio se analizaron los casos que claramente presentaron una condición de malformación inicial y casos que claramente no la presentasen. Asumiendo que al valorar los casos dudosos el especialista en cuestión se pueda plantear otros factores como los antecedentes familiares, la falta de espacio o las dificultades respiratorias.

## JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

---

El primer punto a valorar será la necesidad de realizar este trabajo. Es conocido que el déficit de crecimiento transversal del maxilar constituye una deformidad que se presenta con una prevalencia en la población general del 10-20% (Kuroi y Berlung 1992; Marshall Southard y Southard 2005). Al centrar el objeto de análisis sobre una población de pacientes que demandan tratamiento de ortodoncia, podemos alcanzar valores de hasta el 50% (Navarro 2009). Por tanto, constituye un problema frecuente en la práctica clínica habitual.

De manera previa al planteamiento y realización del estudio se planteó la necesidad de realizar este estudio diagnóstico, para ello se ejecutó una búsqueda de la literatura para establecer los métodos de medición que habían sido empleados sobre la telerradiografía frontal para el diagnóstico de la deformidad de compresión maxilar. En los resultados obtenidos por un lado, se corroboró la falta de análisis de este tipo de imagen, sobre todo ante la multitud de métodos de valoración de los problemas que se presentan en el plano anteroposterior, tal como afirman Athanasiou y cols., 1992. Por otro lado, sí que se concluyó la existencia de un número importante de estudios para la valoración de los problemas transversales sobre los arcos dentarios y la evaluación clínica del paciente, sin embargo, éstos no fueron objeto de esta investigación, pese a que en determinados puntos se tuvieron en cuenta ante la falta de otras fuentes.

Wertz, 1970, ya describió la falta de empleo de la telerradiografía frontal de cráneo en la rutina diaria de una clínica dental. Esta premisa puede ser destacada en la investigación llevada a cabo como se plasma en la dificultad que tuvo la principal investigadora en la recogida de la muestra evaluada como control. La gran mayoría de los pacientes sometidos a ortodoncia en la clínica dental colaboradora no cumplían con los criterios de inclusión de la muestra por no contar con la telerradiografía frontal de cráneo, por lo que hubo que ampliar el período de búsqueda y el rango de edad hasta alcanzar el tamaño suficiente a nivel estadístico del grupo de sanos (n=35).

Se determinó que únicamente el estudio de Wagner y Chung, 2005, relacionó la dimensión transversal craneofacial mediante técnicas de imagen, estableciendo a su vez una referencia con las características anteroposteriores y verticales, pero que únicamente se centró en mujeres y sin problema transversal aparente.

En cuanto al diseño de un modelo multivariante, se encontró en la literatura analizada el realizado por Cvatat y cols. (2005), pero cuyo objetivo fue obtener las curvas de crecimiento normal de determinados parámetros faciales a nivel anteroposterior sobre la telerradiografía lateral de cráneo, para, con ellos poder predecir el crecimiento de los pacientes en el plano sagital.

Por tanto, no se encontró en la literatura ningún estudio similar, basado en el análisis de telerradiografías frontales de cráneo, con el objetivo de realizar un modelo multivariante para obtener una herramienta diagnóstica. Por todo lo expuesto, quedó justificada la realización del trabajo realizado.

## **ANÁLISIS DE LAS VARIABLES ESTUDIADAS EN LA INVESTIGACIÓN**

---

El primero en describir un método para cuantificar el problema transversal a nivel maxilar fue Ricketts (1981) mediante el estudio de la telerradiografía frontal de cráneo. Si bien es cierto que la introducción de esta proyección de imagen fue mucho anterior (casi 50 años antes) no fue hasta 1968 cuando comenzó a emplearse en estudios sobre el crecimiento y desarrollo del ser humano. La introducción de los expansores esqueléticos (realizada por Angell en 1860, Haas 1961) y/o dentoalveolares del maxilar superior, ampliaron nuevos horizontes de la práctica de la ortodoncia, forzando la necesidad de establecer unas normas concretas, capaces de cuantificar la discrepancia entre la anchura maxilar y la mandibular.

El procedimiento diseñado por Ricketts consideraba la proporción maxilo-mandibular desde los 3 años hasta la edad adulta, siguiendo la misma norma ambos sexos hasta llegar a los 16 años; momento en el que las mujeres

detienen su crecimiento y los hombres lo continúan hasta los 20 años. Si bien se debe elogiar la gran innovación que supuso este primer método que se ha venido usando hasta la actualidad, debe ser empleado con cautela. Ya desde bien pequeños, el ritmo de crecimiento es diferente en hombres y mujeres a nivel facial. Se conoce que a los 6 años el desarrollo transversal del maxilar en mujeres está completado al 80% y, al 75% en el caso de los hombres (Graber y cols., 2012), con resultados similares para el desarrollo del cráneo (que se ha completado al 95%) y la cara en su conjunto para cada uno de los dos sexos (Yavuz y cols., 2004). Además, en el caso de los hombres, se conoce que experimentan dos grandes picos de crecimiento a nivel nasal, hacia los 9 años el primero y, de nuevo, hacia los 15 años (Nanda, y cols., 2012). Siendo, por tanto, más adecuado llevar una individualización de cada uno de los grupos en función del sexo desde bien pequeños y no sólo desde la adolescencia. Fueron estos mismos autores quiénes realizaron una actualización de la tabla obtenida por Ricketts (1981), pero comenzando su valoración desde los 6 años hasta los 18 y diferenciando en todo momento según el sexo. En su medición de la anchura maxilar observaron incrementos desde 56,17 a 66,24mm y de 54,44 a 61,80mm en el caso de hombres y mujeres, respectivamente; y en la anchura mandibular medida en el punto bigonial (diferente por tanto a la referencia anteriormente tomada por Ricketts) de 78,43 a 99,36mm y 76,33 a 92,17mm en el caso de hombres y mujeres, respectivamente.

En el método diseñado, no se tuvo en cuenta ni la variable edad, ni el sexo del paciente en cuestión por no resultar datos estadísticamente significativos en la muestra estudiada. Tampoco la anchura mandibular tuvo significancia alguna. Por su parte, las dimensiones craneales, a las que el hueso maxilar está íntimamente unido y cuyo crecimiento depende directamente de él (por el desplazamiento secundario del que hablaron Enlow y Aguilá, 2006), sí que fueron diferentes de manera estadísticamente significativa.

En lo referente a la muestra recogida, como ya se ha explicado, el rango de edad tuvo que ser ampliado para poder llegar a un tamaño muestral suficiente como para obtener datos con una significancia estadística.

En ninguno de los estudios similares analizados (Nanda y cols., 2012 y Franchi y Baccetti, 2005) se consideró el estadio de madurez vertebral. En el estudio llevado a cabo inicialmente se planificó realizar un análisis del error de método, al igual que se realizó con las variables de la telerradiografía lateral y frontal de cráneo. Sin embargo, al ser tan desproporcionado en uno y otro grupo (como lo fue la edad entre las cohortes) esta variable decidió obviarse y con ello la importancia de la reproducibilidad del método.

Otro punto a criticar dentro del estudio llevado a cabo fue la generalización de las maloclusiones (clase I, II o III), sin especificar el origen de la misma ni sus subclasificaciones. Este hecho se realizó de este modo en un intento de obtener datos con una mayor potencia estadística, ya que al dividir cada grupo de estudio en subgrupos, se habrían incrementado las necesidades en cuanto al tamaño de la muestra.

Siguiendo con la evaluación de los métodos empleados, todas las radiografías se obtuvieron de la misma clínica y se midieron con el mismo programa informático, de modo, que únicamente el error humano del principal investigador pudiese ser introducido en el estudio. El análisis del mismo obtuvo un grado de reproducibilidad alto, por lo que la medición digital y localización de los puntos cefalométricos empleados resultó ser un procedimiento adecuado y fiable.

Se advierte una distribución uniforme en cuanto al sexo, hombres y mujeres, pese a que en el grupo de compresión el porcentaje de mujeres fue ligeramente superior no llegó a ser estadísticamente significativo. Hay que tener en cuenta que los hombres experimentan incrementos mayores si se comparan al que sufren las mujeres. Ricketts, 1981, establece una diferencia a partir de la adolescencia. Sin embargo, Yabuz y cols., 2004, hablan de diferencias desde los 6 años de edad. Athanasiou y Droschi, 1992, establecieron diferencias en cuanto al sexo en referencia a los valores absolutos de las mediciones realizadas; desigualdades que desaparecen al comparar ratios y diferencias entre los valores obtenidos.

En los resultados obtenidos, las diferencias entre hombres y mujeres se disipan debido a la falta de consideración de las variables edad y estadio de madurez esquelética. Dicho de otro modo, las diferencias en función del sexo se debe a que las mujeres finalizan de manera más precoz el crecimiento. Así pues, si se hubiese analizado cada grupo por edades, muy probablemente se habrían detectado estas diferencias, sin embargo al contemplar el grupo de hombres y mujeres en su conjunto, las diferencias fueron compensadas entre los casos.

Si se analizan las características y rasgos dentoalveolares más frecuentes que se pueden encontrar tanto en los pacientes con un déficit del crecimiento transversal del complejo nasomaxilar como de los pacientes con dimensiones transversales normales se determina un mayor número de estudios y datos en la literatura analizada. Yavuz y cols., 2004, encontraron que la anchura craneal es un valor prácticamente constante en el desarrollo a partir de los 6 años de edad, quedando algo más de desarrollo en la anchura facial, nasal, maxilar y mandibular. Estos mismo autores coinciden con Graber y cols., 2012, en la secuencia de desarrollo, según la cual las dimensiones transversales son mucho más estables y se detienen antes que las anteroposteriores y verticales.

En el estudio se obtuvo que uno de las variables con mayor relación con la presencia de una compresión esquelética superior era la anchura craneal y su diferencia en relación al maxilar. Si se tiene en cuenta que es uno de los factores más estables desde los 6 años, se podrá afirmar que definitivamente, se relaciona con el diagnóstico de la deformidad, independientemente de la edad del sujeto.

Antes de comenzar con el desarrollo de la relación anteroposterior entre el maxilar y la mandíbula y su asociación con la presencia de un déficit de crecimiento transversal del maxilar superior, se debe valorar también que el método de inclusión de la muestra fue totalmente aleatorio, valorando todos los casos en orden cronológico, sin analizar únicamente los casos de una determinada condición, como podrían haber sido los casos de clase III, que tanto se asocian en el protocolo de tratamiento a la expansión esquelética del maxilar superior (Chen y cols., 2007).

Al analizar los datos obtenidos en el grupo de casos a partir de las proyecciones laterales observamos que la única medida estadísticamente significativa en relación al grupo de sanos es el Wits, que muestra una tendencia a un resultado negativo según la media obtenida ( $-015 \pm 2,79$ ) lo que manifiesta una tendencia del déficit de crecimiento transversal del maxilar y la clase I esquelética en el límite hacia la clase III.

Dentro de la literatura revisada, sólo se encontró un estudio que analizase las características radiológicas a nivel frontal en las clases III en el entorno geográfico<sup>25</sup> en el que se desarrolló la presente investigación (Franchi y Baccetti, 2005). Estos mismos autores destacan este hecho (la ausencia de más estudios transversales sobre esta maloclusión esquelética) como el resultado de la extensa aplicación que posee el protocolo de tratamiento de este tipo de deformidad, consistente en el uso de una expansión esquelética del maxilar superior previa a la tracción anterior del maxilar, bien mediante aparatología extraoral (la máscara facial) o bien, mediante el empleo de miniplacas y/o minitornillos. Se afirma entonces que la necesidad de realizar un estudio transversal de este tipo de casos ha ido quedando durante años relegada a un segundo plano. Concluyendo que dado que la eficacia de la tracción anterior mejora con la expansión, no resulta importante estudiar si es necesaria o no la expansión por un problema transversal subyacente, porque de hecho, independientemente del resultado obtenido en el análisis en el plano frontal, se deberá expandir el maxilar para un resultado más exitoso.

Al realizar el primer estudio en base una radiografía posteroanterior de cráneo, Franchi y Baccetti (2005) encontraron que la anchura maxilar era 3,8mm más pequeña en los casos de clase III al compararlos con los de clase I esquelética. Este mismo procedimiento se realizó también para el grupo de clase II esquelética, dónde apareció también una diferencia en la anchura

---

<sup>25</sup> Si que se encontró el estudio de Chen y cols. (2007), que analizaron las características transversales de las clases III esqueléticas pero exclusivamente de población china.

maxilar, pero de una dimensión menor que en el caso anterior (2.5mm más pequeña). Si se comparan estos resultados con los obtenidos, se observa una concordancia, ya que el valor del Wits junto con la desviación estándar entra dentro de los valores normales de clase I esquelética así como de una clase III y clase II ligera (Jacobson 1975).

Además del estudio ya mencionado (Franchi y Baccetti, 2005), se puede contar con otros dos que analizan las características transversales a nivel radiológico de casos de clase II y clase I. Alarashi y cols., (2003) describieron las características en el plano frontal sobre una telerradiografía de cráneo en casos de clase I y II división primera (en las cuales es característica una proinclinación de los incisivos superiores) sin aparente problema transversal. Se destaca la necesidad de valorar la maloclusión transversal en una radiografía, tanto más cuanto mayor sea la discrepancia a nivel anteroposterior que muestre el paciente. Estos autores encontraron diferencias estadísticamente significativas en la anchura maxilar y en la anchura intermolar superior<sup>26</sup>, siendo éstas más estrechas en los casos de clase II/1 que en los casos de clase I. Estos resultados se asociaron a su vez, aunque no de manera estadísticamente significativa, con un mayor crecimiento vertical del maxilar superior, más propio de los patrones dolicofaciales. También se evidenció una cierta contracción de la anchura nasal, pero no estadísticamente relevante. Sin embargo, no se mostraron diferencias en cuanto a la anchura mandibular al comparar los casos de clase I y de clase II esquelética. Al comparar estos datos con los resultados obtenidos se aprecia cómo sujetos que presentan un mayor defecto transversal del complejo maxilofacial, mostraron unos valores máximos mayores en cuanto a la retrusión anteroposterior del maxilar superior (SNA), normalmente asociado a una clase

---

<sup>26</sup> La anchura intermolar superior se mide mediante la unión de los puntos *Upper molar* o “molar superior”, definidos como el punto más prominente de la cara vestibular del primer molar superior derecho e izquierdo (Franchi y Baccetti, 2005).

III y a la vez, también valores mínimos de posición mandibular (SNB) también más extremos que los controles, asociado en este caso a la clase II.

Lux y cols., (2003) también analizaron las características cefalométricas a nivel transversal de las clases I y II, incluyendo en este caso tanto un subgrupo de clase II/1 como de clase II/2. Encontraron que los casos de clase II con proinclinación de los incisivos superiores mostraban maxilares más estrechos que ningún otro grupo. No se pudieron encontrar diferencias estadísticamente significativas en cuanto al tamaño mandibular entre los grupos (C I, C II/1 y C II/2). Coincidiendo con los resultados de las investigación realizada, según los cuales, la anchura mandibular no es un dato significativo a tener en cuenta cuando se valora la presencia de un déficit de crecimiento transversal del maxilar superior. No obstante, en el diseño del estudio encontramos una gran diferencia respecto al desarrollado en el presente trabajo y a los dos encontrados en la literatura, ya que la telerradiografía frontal se tomó con una inclinación de 35° respecto al plano de Frankfurt, por lo que no serían comparables.

Sumando lo expuesto hasta el momento, se aprecia como en la literatura analizada se muestra que cualquier clase esquelética puede asociarse a un déficit de crecimiento transversal del maxilar superior, tanto casos extremos de clase III como casos de retrusión mandibular.

Esta ausencia de relación de la compresión esquelética del maxilar superior con una clase esquelética clara, se muestra también en el presente estudio al no existir una relación estadísticamente significativa de la muestra del grupo casos con el resultado de la variable ANB, pese a sí existir una tendencia a los valores negativos del Wits.

Éste es un punto clave a destacar, ya que a la hora de diseñar el estudio y seleccionar qué variables debían ser analizadas se incluyeron dos valoraciones para cada una de las características estudiadas. De manera que, por un lado, la clase esquelética fue definida por el valor del Wits y del ANB y, por otro lado, el patrón de crecimiento facial se definió por el eje facial y el plano mandibular. De este modo se permitía comprobar o descartar un posible resultado

estadísticamente significativo. Este mismo fenómeno se comprobó de nuevo con el análisis del crecimiento facial. En el estudio estadístico de variables independientes se manifestó una cierta tendencia estadística del plano mandibular a ser mayor en sujetos del grupo de compresión ( $36.2^\circ$  frente a los  $33.8^\circ$  de media en el grupo de sanos), que podría haber mostrado una cierta tendencia al crecimiento vertical de los sujetos con compresión. Sin embargo, al comprobar esta relación sugerida a la luz de los resultados obtenidos con la segunda variable analizada sobre el crecimiento vertical, se observó que el ángulo del eje facial no mostró ninguna relación estadística entre los grupos. Por ello, se descartó tal asociación como estadísticamente significativa, pero dejando una sospecha estadística entre los patrones más verticales y la presencia de un déficit de compresión esquelética del maxilar superior.

Este requisito de doble valoración de la clase esquelética y del patrón facial dificultaron la clasificación de los casos. En un primer momento el diseño se planificó con la idea de dividir la muestra en tres subgrupos según el patrón facial y según la clase esquelética. Sin embargo, en la mayoría de los casos uno de los valores clasificaba al sujeto en un grupo y la segunda variable determinaba la clasificación del mismo sujeto en otro grupo. Así por ejemplo, para un paciente determinado el ANB podría estar dentro de los parámetros de clase I, mientras que el Wits pertenecía al conjunto de clase III. Por esto, finalmente se decidió considerar únicamente los valores absolutos de las variables así como las medidas de ellas derivadas (media, mediana, máximos y mínimos).

Si se amplían los criterios de inclusión de los estudios seleccionados a aquellos que analizan las características transversales en base a unos modelos diagnósticos, pese a no formar parte este tipo de registro del método diseñado en el estudio, se detecta que, los pacientes que muestran una relación dentaria de clase II/1 manifiestan una menor dimensión de la anchura dentaria del arco superior (Tollaro y cols., 1996).

Coincidiendo con estos mismos autores Bichara y cols. (1996), describieron cómo los sujetos con esta maloclusión dentaria, mostraron esta relativa compresión desde los primeros estadios de la dentición temporal hasta una vez

finalizado el recambio dentario, validando la premisa ya expuesta de que no puede existir una relación entre la edad del paciente y la probabilidad de presentación del problema transversal del maxilar superior como podían aparentar *a priori* los resultados obtenidos, sino que, por el contrario, la anchura deficiente del maxilar superior no sólo no se soluciona espontáneamente sino que se agrava con el paso del tiempo. Da Silva y cols., (2008) coinciden con estos mismos autores al estudiar las características a nivel dentario de las clases II dentarias, recomendando de esta forma, una valoración de la necesidad de realizar una expansión de la arcada superior previa a la corrección sagital. No establecieron si esta expansión debía ser esquelética o dentaria, ya que no analizaron registros radiográficos y, por tanto, no tuvieron en cuenta la anchura de las bases esqueléticas.

Sayin y Turkkahraman (2004) diseñaron un estudio a partir de modelos de escayola para valorar no sólo la anchura dentaria sino también la dentoalveolar, midiendo la mayor anchura del modelo a nivel vestibular, en sujetos de clase II división primera y sujetos de clase I. Ellos concluyen que efectivamente existe una tendencia a la compresión del arco dentario superior en el caso de los sujetos que presentan distooclusión, pero que estas diferencias se disipan cuando miden a nivel del proceso dentoalveolar (como ellos lo denominan). Pese a coincidir con los resultados del estudio realizado (en el cual no se pudo establecer una relación estadística entre la clase esquelética y la presencia de compresión maxilar) este método de estudio suscita grandes dudas por no corroborarse con una proyección frontal de cráneo que permita evidenciar los hallazgos que se observaron.

El único de los estudios analizados que hace una referencia exclusiva de las características dentarias de los casos de clase II/2 (Walkow y Peck, 2002) muestra que este tipo de maloclusión presenta rasgos más similares respecto a las clases I que a las clases I/1, con unos arcos dentarios más amplios, sin aparente constricción. Únicamente destaca la ligera compresión que aparece a nivel de la arcada inferior probablemente por el efecto que causa la sobremordida, propia de este tipo de maloclusión, al bloquear totalmente el

arco dentario inferior (siendo esta reducción del diámetro dentario más acusada a nivel de los caninos).

Por todo lo expuesto anteriormente puede concluirse que ni el patrón de crecimiento predominante en el paciente ni la clase esquelética muestra una relación estadísticamente significativa con la presentación del déficit de crecimiento transversal del maxilar superior, no siendo posible identificar un patrón determinado.

Al analizar la relación entre la variable sexo y la presencia de un déficit de crecimiento transversal del maxilar superior, se observa como en la literatura no existe ninguna relación estadísticamente significativa en cuanto a esta premisa. En los resultados se detecta una concordancia respecto a esta condición, ya que aunque en el grupo de pacientes caso las mujeres suponen un mayor porcentaje que los hombres, estos datos no fueron estadísticamente significativos. Este hecho unido al método de inclusión de la muestra llevan a que no pueda establecerse que exista una relación entre el sexo y la presencia de una compresión transversal del maxilar.

Finalmente, si se valoran los resultados obtenidos mediante el análisis individual de las variables lineales y el análisis multivariante realizado sobre la relación establecida entre el maxilar y el resto de medidas lineales obtenidas en la telerradiografía frontal de cráneo, se observa que en un primer momento Ricketts (1981) relacionó de forma exclusiva la anchura del maxilar con la anchura mandibular, independientemente del resto de morfología craneal, con la única diferenciación entre el sexo, atendiendo así a los diferentes tiempos de desarrollo que experimentan los hombres y las mujeres respectivamente. Si se tienen en cuenta únicamente los estudios obtenidos que pueden compararse a este método, se debe desechar el estudio de Lux y cols. (2003) dado que la técnica de imagen difiere enormemente en relación a los otros tres artículos estudiados, que colocaban el plano de Frankfurt paralelo al suelo. Por tanto, únicamente los estudios de Nanda y cols. 2012 y Franchi y Baccetti, 2005 fueron

comparables<sup>27</sup>. Ninguno de los estudios trató de extraer un método diagnóstico para este tipo de deformidad dentofacial; los primeros extrajeron unas tablas de predicción del crecimiento normal del complejo nasomaxilar, basado en valores absolutos sin establecer relaciones proporcionales, que resultan de mucho más interés, teniendo en cuenta las amplias diferencias que pueden existir en el conjunto del crecimiento y desarrollo de un grupo muestral de la misma edad, pero cuyas características de complexión craneal difieran radicalmente. El segundo grupo de autores determinó que los casos de clase III y clase II presentan cierta tendencia hacia la compresión maxilar, sobre todo los de clase III. Este hecho no pudo ser contrastado correctamente en el estudio analizado por no contar con una muestra suficiente, así como criterios claros que permitiesen dividir la cohorte en tres grupos según la clase esquelética. Sin embargo, sí que se observó unos valores mínimos y máximos en el grupo de compresión maxilar, por lo que sí que es posible detectar cierta tendencia a la asociación de las discrepancias anteroposteriores más extremas con el déficit de crecimiento transversal del maxilar superior.

## PROPUESTA DE FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

---

El estudio de cohortes desarrollado ha permitido calcular un modelo de diagnóstico con el fin de objetivar la presencia de un déficit de crecimiento

---

<sup>27</sup> Es un punto a destacar que pese a presentar características semejantes, se diferencian en rasgos tan importantes como la selección de los puntos cefalométricos a estudiar. Nanda y cols., (2012) criticaron la selección del punto Ag como ideal para valorar la anchura mandibular (como realizó Ricketts, 1981), tomando como referencia, por su parte el punto Go. Por lo que sus valores en relación a la anchura mandibular llegaron a presentar diferencias de hasta 10mm y no pueden por tanto compararse a los de Ricketts.

transversal del complejo nasomaxilar. Sin embargo, durante su realización se han abierto nuevas líneas de investigación que permitirían alcanzar un mayor conocimiento del problema.

Como principales líneas de investigación se destacan:

- La realización de un modelo multicéntrico que permita alcanzar un mayor tamaño muestral, tanto en el grupo de casos como en el de controles. De manera que se permita realizar una mayor división de la muestra en función de la clase esquelética y el patrón facial, así como de un número de sujetos suficientes en el grupo de los controles de cada grupo de edad.
- Realizar un estudio similar sobre imágenes tridimensionales obtenidas mediante el análisis de los CBCT de los casos. Para ello deberá diseñarse un modelo de variables en base a una nueva localización de los puntos craneales así como comprobar la validez del modelo de regresión logística calculado en este estudio.
- Realizar un estudio longitudinal valorando si en el grupo de compresión esquelética del maxilar superior se normalizan los valores de las diferencias cráneo-maxilares y orbito-maxilares tras el tratamiento de expansión rápida del maxilar superior, tanto a corto como a largo plazo.



# CONCLUSIONES

---



## CONCLUSIONES

---

Las conclusiones que se derivan del presente estudio son:

1. Los rasgos anatómicos dentoalveolares y/o esqueléticos estudiados en los casos con un déficit de crecimiento transversal del complejo nasomaxilar muestran una distribución similar a los sujetos que no lo presentan, con excepción de la anchura craneal y orbital en relación a la anchura maxilar.
2. Es posible determinar la probabilidad de sufrir un déficit de crecimiento transversal del complejo nasomaxilar mediante una fórmula matemática.

En cuanto a las conclusiones específicas se puede afirmar que:

1. Los sujetos que presentan un déficit del crecimiento transversal del complejo nasomaxilar se caracterizan por presentar diferencias mayores al comparar las anchuras craneal y orbital en relación a la anchura maxilar.
2. No es posible establecer una relación estadísticamente significativa entre la presencia de un déficit de crecimiento transversal del maxilar y las siguientes variables: edad cronológica, estadio de madurez esquelética, sexo, patrón de crecimiento ni con la clase esquelética. Tampoco la diferencia maxilo-mandibular fue un factor determinante de presencia del déficit.

Sí que es posible determinar que sujetos con una diferencia maxilo-craneal y maxilo-orbital tienen una probabilidad mayor de sufrir un déficit de crecimiento transversal del maxilar superior.

3. En la muestra estudiada, la probabilidad de que un caso presente un déficit del crecimiento transversal del complejo nasomaxilar mediante la asociación de la diferencia maxilo-craneal y maxilo-

orbital puede ser determinada numéricamente con una sensibilidad del 90.3% y una especificidad del 82.9%.

A la luz de los datos obtenidos en el estudio desarrollado se descarta la primera de las hipótesis nulas, ya que sí que se detectaron diferencias anatómicas en los casos de déficit transversal del complejo nasomaxilar en relación a los sujetos que no presentaban esta deformidad. La segunda de las hipótesis nulas planteadas fue rechazada sólo parcialmente, ya que no se pudo establecer una relación del déficit de crecimiento transversal del complejo nasomaxilar en función de la edad cronológica ni de la biológica ni de la clase esquelética ni del patrón facial ni del sexo, pero sí que pudo relacionarse con la anchura craneal y orbital. Finalmente, se rechazó la tercera de las hipótesis planteadas, ya que fue posible calcular un modelo basado en una regresión logística múltiple para calcular la probabilidad de tener la deformidad estudiada.

# BIBLIOGRAFÍA

---



## BIBLIOGRAFÍA

---

Agostino P., Ugolini A., Signori A., Silvestrini-Biavati A., Harrison JE. y Riley P. (2014) "Orthodontic treatment of posterior crossbites (Review)" en *Cochrane Library Database of Systematic Reviews*, 8, CD000979, pp. 1-61.

Aguilá FJ. y Enlow DH. (2006) *Crecimiento craneofacial: ortodoncia y ortopedia*. 3ªed, Méjico, Interamericana McGraw Hill.

Alarashi M., Franchi L., Marinelli A. y Defraia E. (2003) "Morphometric analysis of the transverse dentoskeletal features os Class II malocclusion in the mixed dentition" en *The Angle Orthodontist*, 1, 73, pp. 21- 5.

Angell EH. (1860) "Treatment of the irregularity of the permanent or the adult teeth" en *Dental Cosmos*, 1, 10, pp. 540-44.

Athanasiou A., Droschi H. y Bosch C. (1992) "Data and patterns of transverse dentofacial structure of 6 to 15 year-old children: a posteroanterior cephalometric study" en *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 5, 101, pp. 465-71.

Baccetti T., Franchi L., McNamara JA., Tollaro (1997) "Early dentofacial features of Class II malocclusion: a longitudinal study from te deciduous trough the mixed dentition" en *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 5,111, pp. 502-9.

Baccetti T., Franchi L., Cameron CG., McNamara JA.Jr. (2001) "Treatment timing for rapid maxillary expansion" en *The Angle of Orthodontist*, 5, 71, pp. 343-50.

Baccetti T., Franchi L. y McNamara JA. (2005) "The cervical vertebral maturation (CMV) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics" en *Seminars in Orthodontics*, 3, 11, pp. 119-29.

Ballanti F., Lione R., Fanucci E., Frnachi L., Baccetti T. y Cozza P. (2009) "Immediate and post-treatment effects of rapid maxillary expansion investigated by computed tomography in growing patients" en *The Angle Orthodontist*, 1, 79, pp. 24-9.

Bell RA. y Kiebach TJ. (2014) "Posterior crossbites in children: developmental-based diagnosis and implications to normative growth patterns" en *Seminars in Orthodontics*, 2, 20, pp. 77-113.

Binner K (2015) "Relación entre crecimiento craneofacial y evolución del proceso alveolar: Mecanismo compensatorio dentoalveolar" en *Revista Española de Ortodoncia*, 4, 45, pp. 211-16.

Bishara SE. (1996) "Longitudinal comparisons of dental arch changes in normal and untreated Class II, Division 1 subjects and their clinical implications" en *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 5, 110, pp. 483-9.

Bishara SE. (2000) "Facial and dental changes in adolescents and their clinical implications" en *The Angle of Orthodontist*, 6, 70, pp. 471-83.

Bishara SE. (2006) "Class II malocclusions: diagnostic and clinical considerations with and without treatment" en *Seminars in Orthodontics*, 1, 12, pp. 11-24.

Björk A. y Skieller V. (1974) "Growth in width of the maxilla studied by the implant method" en *Scandinavian Journal Plastic Reconstructive Surgery*, 1, 8, pp. 26-33.

Boj JR., Catalá M., García-Ballesta C. y Mendoza A. (2004) *Odontopediatría*, pp. 89-106. 1ªed, Barcelona, Masson.

Bravo LA. (2003) *Manual de ortodoncia*, Madrid, Editorial Síntesis S.A.

Brieden CM., Pangrazio-Kulbersh V. y Kulbersh R. (1984) "Maxillary skeletal and dental changes with Fränkel appliance therapy- an implant study" en *The Angle of Orthodontist*, 3, 54, pp. 226-32.

Buschang PH., Stroud J. y Alexander RG. (1994) "Differences in dental arch morphology among adult females with untreated Class I and Class II malocclusion" en *European Journal of Orthodontics*, 1, 16, pp. 47-52.

Canut JA. (2000) *Ortodoncia clínica y terapéutica*. 2ªed, Barcelona, Masson.

Chaqués J. (2015) "Actualización acerca del crecimiento del cóndilo mandibular" en *Revista Española de Ortodoncia*, 4, 45, pp. 217-26.

Chen L., Wu L. y Terada K. (2007) "Longitudinal intermaxillary relationships in class III malocclusions with low and high mandibular plane angles" en *The Angle Orthodontist*, 3, 77, pp. 397-403.

Chvatal B., Behrents R., Ceen R. y Buschang P. (2005) "Development and testing of multilevel models for longitudinal craniofacial growth prediction" en *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 1, 128, pp. 45-56.

Coben SE. (1998) "The spheno-occipital synchondrosis: The missing link between the profession's concept of craniofacial growth and orthodontic treatment" en *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 6, 114, pp. 709-12.

Cortella S., Shofer F. y Ghafari J. (1997) "Transverse development of the jaws: Norms for the posteroanterior cephalometric analysis" en *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 5, 112, pp. 519-22.

Da Silva OG., Ferrari FM. y Ozawa TO. (2008) "Dental arch dimensions in Class II división 1 malocclusions with mandibular deficiency" en *The Angle Orthodontist*, 3, 78, pp. 466-74

Font JM. (2002) "Tratamiento interceptivo en el maxilar superior" en *Revista Española de Ortodoncia*, 2, 32, pp. 109-22.

Franchi L. y Baccetti T. (2005) "Transverse maxillary deficiency in Class II and Class III malocclusions: a cephalometric and morphometric study on postero-anterior films" en *Orthodontic and Craniofacial Research*, 1, 8, pp. 21-8.

Gandini LG. y Buschang PH. (2000) "Maxillary and mandibular width changes studied using metallic implants" en *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 1, 117, pp. 75-80.

Germa A., Clément C., Weissenbach M., Heude B., Forhan A., Martin-Marchand L., Bonet M., Vital S., Kaminski M. y Nabet C. (2016) "Early risk factors for posterior crossbite and anterior open bite in the primary dentition" en *The Angle Orthodontist*, 5, 86, pp. 832-8.

Graber LW., Vanarsdall RL., Vig KWL. *Orthodontics: current principles and techniques*. 5ª ed. Philadelphia: Elsevier Mosby, 2012.

Haas AJ. (1961) "Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture" en *The Angle of Orthodontist*, 2, 31, pp. 73-89.

Haas AJ. (1965) "The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture" en *The Angle of Orthodontist*, 3, 35, pp. 200-17.

Hass AJ. (1970) "Palatal expansion: Just the beginning of dentofacial orthopedics" en *American Journal of Orthodontics*, 3, 57, pp 219-55.

Hass AJ. (1980) "Long-term posttreatment evaluation of rapid palatal expansion" en *The Angle of Orthodontist*, 3, 50, pp. 189-217.

Hesby RM., Marshall SD., Dawson DV., Southard KA., Casko JS., Franciscus RG. y Southard TE. (2006) "Transverse skeletal and dentoalveolar changes during growth" en *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 6, 130, pp. 721-31.

Hsiao TH., Chang HP. y Liu KM. (1997) "A method of magnification correction for posteroanterior radiographic cephalometry" en *The Angle of Orthodontist*, 2, 67, pp. 137-42.

Jacobson A (1975) "The Wits appraisal of jaw disharmony" en *American Journal of Orthodontics*, 2, 67, pp. 125-38.

Kurol J. y Berlung L. (1992) "Longitudinal study and cost benefit analysis of the effect of early treatment of posterior crossbites in the primary dentition" en *European Journal of Orthodontics* 3, 14, pp. 173-9.

Lione R., Franchi L. y Cozza P. (2013) "Does rapid maxillary expansion induce adverse effects in growing patients?" en *The Angle Orthodontist*, 1, 83, pp. 172- 82.

Lorente P. (2002) "Clasificación y tratamiento de las maloclusiones transversales. 2. Mordidas cruzadas unilaterales (MCU)" en *Revista Española de Ortodoncia*, 4, 42, pp. 196-210.

Lorente P. (2002) "Clasificación y tratamiento de las maloclusiones transversales. 1. Mordidas cruzadas bilaterales (MCB)" en *Revista Española de Ortodoncia*, 4, 42, pp. 182-95.

Lorente P. (2002) "Clasificación y tratamiento de las maloclusiones transversales. 3. Mordidas cruzadas completas (MCC)" en *Revista Española de Ortodoncia*, 4, 42, pp. 211-23.

Lorente P. (2002) "Clasificación y tratamiento de las maloclusiones transversales" en *Revista Española de Ortodoncia*, 4, 42, pp. 179-81.

Lux CJ., Conradt C., Burden D., y Komposch G. (2003) "Dental arch widths and mandibular-maxillary base widths in class II malocclusions between early mixed and permanent dentitions" en *The Angle Orthodontist*, 6, 73, pp. 674- 85.

Marshall SD., Southard KA. y Southard TE. (2005) "Early transverse treatment" en *Seminars in Orthodontics*, 3, 11, pp. 130-9.

Marshall SD. y Shroff B. (2012) "Long-term skeletal changes with rapid maxillary expansion: a review of the literature" en *Seminars in Orthodontics*, 2, 18, pp. 128-133.

McNamara JA. (2000) "Maxillary transverse deficiency" en *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 5, 117, May, pp. 567-70.

McNamara JA. (2002) "Early intervention in the transverse dimensión: Is it worth the effort?" en *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 6, 121, pp. 572-4.

Nanda R. (2000) "The contributions of craniofacial growth to clinical orthodontics" en *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 5, 117, pp. 553-5.

Nanda R., Snodell SF. y Bollu P. (2012) "Transverse growth of maxilla and mandible" en *Seminars in Orthodontics*, 3, 18, pp. 100-17.

Navarro C. (2009) *Tratado de cirugía oral y maxilofacial*. Tomo II, 2ªed., Madrid, S.A. Arán Ediciones.

Paulsen F. y Waschke J. (2012) *Sobotta. Atlas de Anatomía Humana*. Vol. I, 23ªed., España, S.A. Elsevier.

Proffit WR. (2013) *Contemporary Orthodontics*. 5ªed., St. Luois, Missouri, Mosby.

Ricketts RM. (1981) "Perspectives in the clinical application of Cephalometrics" en *The Angle Orthodontist*, 2, 51, pp. 115-50.

Sastre T. (2000) "Factores de riesgo que predisponen a la reabsorción radicular durante el tratamiento de ortodoncia" en *Revista Española de Ortodoncia*, 4, 30, pp. 351-363.

Sathyanarayana HP., Kailasam V. y Chitharanjan AB. (2013) "Sella turcica- Its importance in orthodontics and craniofacial morphology" en *Dental Research Journal*, 5, 10, pp. 571-75.

Sayin MO. y Turkkahraman H. (2004) "Comparison of dental arch and alveolar widths of patients with Class II, Division 1 malocclusion and subjects with Class I ideal occlusion" en *The Angle Orthodontist*, 3, 74, pp. 356-60.

Slaj M., Spalj S., Pavlin D., Illes D. y Slaj M. (2010) "Dental archforms in dentoalveolar Class I, II and III" en *The Angle Orthodontist*, 5, 80, pp. 919-24.

Tollaro I., Baccetti T., Franchi L. y Tanasescu D. (1996) "Role of posterior transverse interarch discrepancy in Class II, Division 1 malocclusion during the mixed dentition phase" en *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 4, 110, pp. 417-22.

Vanarsdall RL. (1999) "Transverse dimensión and long-term stability" en *Seminars of Orthodontics*, 3, 5, pp. 171-80.

Velázquez P., Benito E. y Bravo LA. (1996) "Rapid maxillary expansion: A study of the long term effects" en *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 4, 109, pp. 361-7.

Wagemans PAHM., van de Velde J. y Kuljpers-Jagtman AM. (1988) "Sutures and forces". *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 2, 94, pp. 129-41.

Wagner D. y Chung C. (2005) "Transverse growth of the maxilla and mandible in untreated girls with low, average, and high MP-SN angles: a longitudinal study" en *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 6, 128, pp. 716-23.

Walkow TM. y Peck S. (2002) "Dental arch width in Class II Division 2 deep-bite malocclusion" en *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 6, 122, pp. 608-13.

Wertz RA. (1970) "Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening" en *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 1, 58, pp. 41-66.

Yavuz I., Íkbal A., Baydas B. Y Ceylan I. (2004) “Longitudinal posteroanterior changes in transverse and vertical craniofacial structures between 10 and 14 years old” en *The Angle Orthodontist*, 5, 74, pp. 624-29.

# ANEXOS

---



## ANEXOS

---

### ANEXO 1: CLAVES DE LA OCLUSIÓN DE ANDREWS

---

1. Relación del primer molar permanente superior con el inferior.
2. Angulación de las coronas en relación al eje axial de los dientes.
3. Inclinación de los dientes en sentido buco-lingual, tanto de los anteriores como de los posteriores.
4. Ausencia de rotaciones en los dientes.
5. Ausencia de diastemas entre los dientes.
6. Presencia de un plano oclusal plano o con una ligera curva de Spee.

## ANEXO 2: ESTADIOS DE DESARROLLO PUBERAL

---

Dentro de los estadios del desarrollo durante la adolescencia en niñas podemos encontrarnos con tres fases (Proffit, 2013):

Estadio I. Comienza en el principio de estirón físico, implica la aparición de brotes mamarios y el comienzo del desarrollo del vello púbico.

Estadio II. Un año después del inicio de la fase I, se entra en esta fase que coincide con la mayor velocidad de crecimiento. Existe un mayor desarrollo de los caracteres de la fase anterior y aparece vello en las axilas.

Estadio III. Se produce un año o año y medio después de la fase anterior y su inicio coincide con la primera menstruación. Se ensanchan las caderas y se acumula tejido adiposo. Se completa el desarrollo de las mamas.

En los chicos podemos diferenciar un estadio más:

Estadio I. El primer signo que determina la entrada en la pubertad suele ser una ganancia importante de peso, acumulando tejido adiposo.

Estadio II. Esta fase se produce aproximadamente un año después de la primera, y se produce una aceleración del crecimiento. Se reduce algo el tejido adiposo y comienza a aparecer vello púbico y comienza a aumentar el tamaño del pene.

Estadio III. Se produce entre 8 meses y un año después de la fase anterior. Se observa la mayor velocidad de crecimiento y comienza a aparecer vello facial encima del labio y axilar. Los órganos sexuales masculinos alcanzarán el tamaño propio de un adulto.

Estadio IV. Esta cuarta fase presente en el desarrollo de los chicos se produce de 15 meses a dos años después de la tercera. El vello se

desarrolla y aparece también a nivel del mentón, se desarrolla el vello axilar y la fuerza muscular sigue aumentando.

### ANEXO 3: DISCREPANCIA TRANSVERSAL DEL ESTUDIO DE RICKETTS

---

**Tabla 18. Valores normales de la diferencia maxilo-mandibular de Ricketts a diferentes edades cronológicas.**

<b>EDAD</b>	<b>ANCHURA MX</b>	<b>ANCHURA MD</b>	<b>DIFERENICA</b>
<b>9</b>	62.0	76.0	14.0
<b>10</b>	62.6	77.4	14.8
<b>11</b>	63.2	78.8	15.6
<b>12</b>	63.8	80.2	16.4
<b>13</b>	64.4	81.6	17.2
<b>14</b>	65.0	83.0	18.0
<b>15</b>	65.5	84.4	18.8
<b>16</b>	66.2	85.8	19.6

---

Lo primero para realizar este método es establecer la diferencia maxilo-mandibular ideal en función de la edad del sujeto (tabla 18).

Posteriormente se medirá sobre la telerradiografía frontal de cráneo del sujeto sus dimensiones maxilar y mandibular (en el punto Ag).

Finalmente se completa la siguiente fórmula:

Diferencia maxilo-mandibular esperada – Diferencia maxilo-mandibular obtenida (con el resultado en mm). Si el resultado es mayor de 2,5-3mm es indicativo de un problema transversal esquelético.

---

## ANEXO 4: CRONOLOGÍA DE LA ERUPCIÓN

### DENTICIÓN TEMPORAL

Tabla 19. Cronología de erupción de la dentición temporal (Boj y cols., 2004).

DIENTE TEMPORAL	ERUPCIÓN PROMEDIO EDAD EN MESES	DESVIACIÓN ESTANDAR
<b>SUPERIORES</b>		
Incisivo central	10	8-12
Incisivo lateral	11	9-13
Canino	19	16-22
Primer molar	16	13-19 niños 14-18 niñas
Segundo molar	29	25-33
<b>INFERIORES</b>		
Incisivo central	8	6-10
Incisivo lateral	13	10-16
Canino	17	15-21
Primer molar	16	14-18
Segundo molar	27	23-31 niñas 24-30 niñas

**Tabla 20. Cronología de erupción de la dentición temporal (Proffit, 2013).**

<b>DIENTE PERMANENTE</b>	<b>ERUPCIÓN EDAD EN AÑOS</b>
<b>SUPERIORES</b>	
<b>Incisivo central</b>	7 1/4
<b>Incisivo lateral</b>	8 1/4
<b>Canino</b>	11 1/2
<b>Primer premolar</b>	10 1/4
<b>Segundo premolar</b>	11 1/4
<b>Primer molar</b>	6 1/4
<b>Segundo molar</b>	12 1/2
<b>Tercer molar</b>	20
<b>INFERIORES</b>	
<b>Incisivo central</b>	6 1/4
<b>Incisivo lateral</b>	7 1/2
<b>Canino</b>	10 1/2
<b>Primer premolar</b>	10 1/2
<b>Segundo premolar</b>	11 1/4
<b>Primer molar</b>	6
<b>Segundo molar</b>	12
<b>Tercer molar</b>	20

## ANEXO 5: HOJA DE REGISTRO DE LOS DATOS DEL PACIENTE

---

NUMERO DE FICHA:

SIGLAS IDENTIFICATIVAS DEL PACIENTE:

FECHA DE NACIMIENTO:

CLASE ESQUELÉTICA:

Clase I	Clase II	Clase III
---------	----------	-----------

PATRÓN FACIAL:

Braquifacial	Mesofacial	Dolicofacial
--------------	------------	--------------

DIFERENCIA mx-md:

ANCH mx	ANCH md bigonial	DIF mx-md
ANCH mx	ANCH md biantego	DIF mx-md

EDAD CRONOLÓGICA:

ESTADIO DE MADUREZ BIOLÓGICA:

CS1	CS2	CS3	CS4	CS5	CS6
-----	-----	-----	-----	-----	-----

SEXO:

HOMBRE	MUJER
--------	-------

## ANEXO 6: HOJA DE REGISTRO DE LAS VARIABLES DE LA TELERRADIOGRAFÍA LATERAL Y FRONTAL DE CRÁNEO

---

### VARIABLES DE LA TELERRADIOGRAFÍA FRONTAL DE CRÁNEO

ANCHURA CRANEAL	
ANCHURA ORBITAL	
ANCHURA CIGOMÁTICA	
ANCHURA MAXILAR	
ANCHURA MANDIBULAR EN Go	
ANCHURA MANDIBULAR EN Ag	

### VARIABLES DE LA TELERRADIOGRAFÍA LATERAL DE CRÁNEO

ANGULO SNA	
ANGULO SNB	
ANGULO ANB	
EJE FACIAL	
PLANO MANDIBULAR	
WITS	

## ANEXO 7: TABLA DE REFERENCIA PARA VALORAR EL GRADO DE REPRODUCIBILIDAD DEL COEFICIENTE DE VARIACIÓN EN EL ÁREA DE CIENCIAS DE LA SALUD

---

Tabla 21. Tabla de referencia para valorar el grado de reproducibilidad del CV.

<b>RANGO CV</b>	<b>REPRODUCIBILIDAD</b>
<1%	Muy alta
1%-5%	Alta
5-10%	Moderada
>10%	Mediocre

Se trata de una tabla muy genérica, utilizada de manera convencional; pero según la especialidad científica puede estar sujeta a diferentes criterios.

## ANEXO 8: TABLA DE REFERENCIA PARA VALORAR EL GRADO DE REPRODUCIBILIDAD PARA EL COEFICIENTE DE RELACIÓN INTRACLASE

Tabla 22. Tabla de referencia para valorar el CCI.

RANGO CCI	REPRODUCIBILIDAD
>0.90	Muy alta
0.71-0.90	Buena
0.51-0.70	Moderada
0.31-0.50	Mediocre
<0.30	Muy mala

## ANEXO 9: TABLAS COMPLETAS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Tabla 23. Tabla de distribución por grupos o cohortes.

	N	%
<b>Total</b>	97	100,0%
<b>Control</b>	35	36,1%
<b>Compresión</b>	62	63,9%

Tabla 24. Tabla de distribución de las cohortes en función de los años de cada una de ellas.

	GRUPO		
	Total	Control	Compresión
<b>N</b>	97	35	62
<b>Media</b>	9,8	11,3	8,9
<b>Desviación típica</b>	2,6	2,5	2,3
<b>Mínimo</b>	5,5	5,5	5,5
<b>Máximo</b>	17,8	15,5	17,8
<b>Mediana</b>	9,3	11,3	8,5

Tabla 25. Tabla de distribución de las cohortes en función de la variable sexo.

	GRUPO					
	Total		Control		Compresión	
	N	%	N	%	N	%
<b>Total</b>	97	100,0%	35	100,0%	62	100,0%
<b>Hombre</b>	49	50,5%	20	57,1%	29	46,8%
<b>Mujer</b>	48	49,5%	15	42,9%	33	53,2%

**Tabla 26. Tabla de distribución de los grupos de estudio en función del estadio de madurez biológica.**

	<b>GRUPO</b>					
	<b>Total</b>		<b>Control</b>		<b>Compresión</b>	
	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>Total</b>	97	100,0 %	35	100,0 %	62	100,0 %
<b>1</b>	28	28,9 %	9	25,7 %	19	30,6 %
<b>2</b>	33	34,0 %	8	22,9 %	25	40,3 %
<b>3</b>	21	21,6 %	7	20,0 %	14	22,6 %
<b>4</b>	8	8,2%	5	14,3 %	3	4,8%
<b>5</b>	6	6,2%	6	17,1 %	0	,0%
<b>6</b>	1	1,0%	0	,0%	1	1,6%

**Tabla 27. Datos obtenidos en función de la anchura craneal, valorado en mm.**

	<b>GRUPO</b>		
	<b>Total</b>	<b>Control</b>	<b>Compresión</b>
<b>N</b>	97	35	62
<b>Media</b>	129,72	126,16	131,72
<b>Desviación típica</b>	6,09	4,13	6,12
<b>Mínimo</b>	113,40	119,00	113,40
<b>Máximo</b>	146,70	141,10	146,70
<b>Mediana</b>	129,20	126,00	131,60

**Tabla 28. Datos obtenidos en función de la anchura cigomático en los dos grupos, medido en mm.**

	GRUPO		
	Total	Control	Compresión
<b>N</b>	97	35	62
<b>Media</b>	109,08	107,71	109,86
<b>Desviación típica</b>	5,56	5,24	5,62
<b>Mínimo</b>	93,80	93,80	99,70
<b>Máximo</b>	122,20	117,00	122,20
<b>Mediana</b>	108,70	107,90	109,85

**Tabla 29. valores obtenido de la medición de la anchura orbital en los dos grupos medido en mm.**

	GRUPO		
	Total	Control	Compresión
<b>N</b>	97	35	62
<b>Media</b>	84,13	80,25	86,32
<b>Desviación típica</b>	4,76	4,00	3,63
<b>Mínimo</b>	71,40	71,40	78,00
<b>Máximo</b>	97,60	88,00	97,60
<b>Mediana</b>	84,50	78,90	86,40

**Tabla 30. Tabla de la anchura maxilar , medida en mm en los dos grupos.**

	GRUPO		
	Total	Control	Compresión
<b>N</b>	97	35	62
<b>Media</b>	58,43	58,81	58,21
<b>Desviación típica</b>	3,90	3,48	4,13
<b>Mínimo</b>	50,20	54,00	50,20
<b>Máximo</b>	69,20	67,00	69,20
<b>Mediana</b>	57,80	58,90	57,60

**Tabla 31. Tabla de representación de los datos obtenidos al medir la anchura mandibular en el punto Go, en mm.**

	GRUPO		
	Total	Control	Compresión
<b>N</b>	97	35	62
<b>Media</b>	80,56	80,29	80,71
<b>Desviación típica</b>	4,99	5,10	4,96
<b>Mínimo</b>	65,90	70,50	65,90
<b>Máximo</b>	94,60	90,90	94,60
<b>Mediana</b>	80,50	80,50	80,75

**Tabla 32. Tabla de los valores obtenido en los grupos de la anchura mandibular a nivel de Ag, en mm.**

	GRUPO		
	Total	Control	Compresión
<b>N</b>	97	35	62
<b>Media</b>	73,02	72,21	73,47
<b>Desviación típica</b>	4,50	3,89	4,78
<b>Mínimo</b>	60,70	63,00	60,70
<b>Máximo</b>	85,20	79,60	85,20
<b>Mediana</b>	72,80	72,20	73,10

Tabla 33. Evaluación del eje facial en los grupos medidos en°.

	GRUPO		
	Total	Control	Compresión
<b>N</b>	97	35	62
<b>Media</b>	89,03	88,97	89,06
<b>Desviación típica</b>	4,03	4,29	3,91
<b>Mínimo</b>	80,00	82,00	80,00
<b>Máximo</b>	100,00	100,00	97,00
<b>Mediana</b>	89,00	89,00	89,00

Tabla 34. Datos obtenido en relación al eje facial medido en°.

	GRUPO		
	Total	Control	Compresión
<b>N</b>	97	35	62
<b>Media</b>	35,29	33,77	36,15
<b>Desviación típica</b>	5,84	5,91	5,67
<b>Mínimo</b>	20,00	20,00	23,00
<b>Máximo</b>	47,00	44,00	47,00
<b>Mediana</b>	35,00	33,00	35,50

Tabla 35. Valores del ángulo SNA en los dos grupos.

	GRUPO		
	Total	Control	Compresión
<b>N</b>	97	35	62
<b>Media</b>	79,66	80,40	79,24
<b>Desviación típica</b>	3,18	2,97	3,25
<b>Mínimo</b>	72,00	75,00	72,00
<b>Máximo</b>	89,00	89,00	87,00
<b>Mediana</b>	80,00	80,00	79,00

**Tabla 36. Valores del ángulo SNB en los dos grupos de estudio.**

	Total	GRUPO	
		Control	Compresión
<b>N</b>	97	35	62
<b>Media</b>	75,98	76,20	75,85
<b>Desviación típica</b>	3,54	3,70	3,46
<b>Mínimo</b>	69,00	71,00	69,00
<b>Máximo</b>	88,00	88,00	83,00
<b>Mediana</b>	75,00	75,00	75,00

**Tabla 37. Valores al ángulo ANB en función del grupo de estudio.**

	Total	GRUPO	
		Control	Compresión
<b>N</b>	97	35	62
<b>Media</b>	3,68	4,20	3,39
<b>Desviación típica</b>	2,43	1,84	2,67
<b>Mínimo</b>	-5,00	1,00	-5,00
<b>Máximo</b>	10,00	8,00	10,00
<b>Mediana</b>	4,00	4,00	3,00

**Tabla 38. Valores obtenidos del Wits en mm en los dos grupos de estudio.**

	Total	GRUPO	
		Control	Compresión
<b>N</b>	97	35	62
<b>Media</b>	,29	1,06	-,15
<b>Desviación típica</b>	2,72	2,43	2,79
<b>Mínimo</b>	-6,90	-5,40	-6,90
<b>Máximo</b>	7,00	6,30	7,00
<b>Mediana</b>	,20	,90	-,05

**Tabla 39. Valores de las diferencias de las variables absolutas obtenidas en relación a la anchura craneal medido en mm.**

		GRUPO		
		Total	Control	Compresión
DIF_CRA_MAX	N	97	35	62
	Media	71,29	67,35	73,51
	Desviación típica	6,34	4,11	6,31
	Mínimo	55,40	58,60	55,40
	Máximo	88,50	75,30	88,50
	Mediana	70,90	67,20	75,00
DIF_ZYG_MAX	N	97	35	62
	Media	50,66	48,90	51,65
	Desviación típica	4,52	4,53	4,24
	Mínimo	36,50	36,50	41,60
	Máximo	62,00	60,10	62,00
	Mediana	50,20	49,40	50,95
DIF_ORB_MAX	N	97	35	62
	Media	25,70	21,44	28,11
	Desviación típica	5,17	3,12	4,51
	Mínimo	15,40	15,70	15,40
	Máximo	40,80	28,00	40,80
	Mediana	26,10	21,60	27,80
DIF_BIG_MAX	N	97	35	62
	Media	22,14	21,49	22,50
	Desviación típica	4,32	4,35	4,29
	Mínimo	9,80	13,70	9,80
	Máximo	34,70	31,00	34,70
	Mediana	21,90	20,70	22,10
DIF_BIA_MAX	N	97	35	62
	Media	14,59	13,41	15,26
	Desviación típica	4,12	3,46	4,33
	Mínimo	5,50	6,60	5,50
	Máximo	25,80	22,70	25,80
	Mediana	14,10	12,60	15,40

