

VNIVERSITAT  VALÈNCIA

FACULTAT DE MEDICINA I ODONTOLOGIA



Departamento de Estomatología

CAMBIOS DENTUESQUELÉTICOS EN CLASES III  
CON TRACCIÓN EXTRAORAL:  
ESTUDIO COMPARATIVO

Tesis Doctoral presentada por:

Gemma Martínez Asúnsolo

Dirigida por:

Prof. Dr. Eliseo Plasencia Alcina

Dra. Inmaculada Soler Segarra

Dra. Alicia Lanuza García

Valencia, 2015



*A mi padre, por supuesto.*



## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi agradecimiento

Al Prof. Eliseo Plasencia Alcina por su gran dedicación, esfuerzo, dirección y cariño con que me ha acompañado y ayudado en la realización de esta tesis.

Al Prof. Jose Antonio Canut Brusola (q.e.p.d.) por brindarme la oportunidad de pertenecer a este Máster, de darme a conocer a fondo el mundo de la ortodoncia y por inculcarme la búsqueda de la excelencia en los tratamientos.

A la Dra. Inmaculada Soler Segarra por sus buenos consejos, su ayuda y su interés que han sido fundamentales para llevar a cabo este trabajo.

A la Dra. Alicia Lanuza García por su apoyo y ayuda, y por el ánimo y afecto con el que me ha acompañado durante este largo tiempo.

Al Prof. Jose Luis Gandía Franco por darme la oportunidad de seguir formándome en esta Universidad y por todo su cariño y afecto.

Al Dr. Rafael Muñoz Morente porque gracias a él he podido acceder a las muestras longitudinales de crecimiento de las que he obtenido el grupo control.

A todos los compañeros y alumnos del Máster de ortodoncia porque con sus preguntas e inquietudes son un estímulo para seguir aprendiendo.

A mis padres y a mi hermano, por todos los momentos que compartimos y todo lo que me han enseñado y siguen enseñándome, especialmente a mi padre, motor, estímulo y fuente inagotable de energía, sin el cual esta tesis nunca hubiese visto la luz.

Y por último, y especialmente, quiero agradecer a Nacho, mi marido, y a mis hijos Nacho, Miguel y Gemma su comprensión por tantas horas sin estar junto a ellos, y su paciencia, además de todo el cariño y apoyo que me han dado durante la realización de esta tesis, anteponiéndola a sus deseos.



# ÍNDICE

<b>1.- INTRODUCCIÓN</b> .....	3
<b>2.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	9
2.1.- CLASE III: DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS .....	9
2.2.- DIAGNÓSTICO CEFALOMÉTRICO DE LAS CLASES III .....	15
2.3.- CRECIMIENTO EN LAS CLASES III .....	18
2.4.- MOMENTO DE TRATAMIENTO DE LAS CLASES III .....	25
2.5.- TRATAMIENTO ORTOPÉDICO DE LAS CLASES III .....	28
2.5.1.- Mentonera .....	29
2.5.2.- Mentonera de tracción anterior .....	32
2.5.3.- Tracción extraoral inferior .....	34
2.5.4.- Máscara facial .....	38
2.5.5.- Anclaje óseo .....	45
2.6.- ESTABILIDAD Y PREDICCIÓN DE RESULTADOS .....	51
<b>3.- HIPÓTESIS Y OBJETIVOS</b> .....	59
3.1.- HIPÓTESIS .....	59
3.2.- OBJETIVOS .....	59
<b>4.- MATERIAL Y MÉTODO</b> .....	63
4.1.- MUESTRA .....	63
4.2.- METODOLOGÍA .....	65
4.3.- ERROR DEL MÉTODO .....	71
4.4.- REDUCCIÓN DE VARIABLES .....	74
4.4.1.- Medidas craneales .....	78
4.4.2.- Medidas esqueléticas maxilares .....	78
4.4.3.- Medidas esqueléticas mandibulares .....	79
4.4.4.- Medidas intermaxilares .....	80
4.4.5.- Medidas verticales .....	80
4.4.6.- Medidas dentoalveolares .....	81
4.4.7.- Medidas interdentes .....	84
4.4.8.- Medidas de los tejidos blandos .....	85
4.5.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	85

<b>5.- RESULTADOS</b>	89
5.1.- CAMBIOS EN EL TIEMPO SEGÚN EL TIPO DE TRATAMIENTO	91
5.2.- INFLUENCIA DEL TIPO FACIAL EN EL TIPO DE TRATAMIENTO	110
5.3.- IDENTIFICACIÓN DE PATRONES NATURALES DE CLASE III	130
5.4.- PREDICCIÓN DE RESULTADOS	138
<b>6.- DISCUSIÓN</b>	155
6.1.- CAMBIOS EN EL TIEMPO SEGÚN EL TIPO DE TRATAMIENTO	155
6.1.1.- Cambios esqueléticos	155
6.1.2.- Cambios dentoalveolares	163
6.1.3.- Cambios interdentes	168
6.1.4.- Cambios en los tejidos blandos	172
6.2.- INFLUENCIA DEL TIPO FACIAL EN EL TIPO DE TRATAMIENTO	174
6.3.- IDENTIFICACIÓN DE PATRONES NATURALES DE CLASE III	179
6.4.- PREDICCIÓN DE RESULTADOS	180
<b>7.- CONCLUSIONES</b>	189
<b>8.- BIBLIOGRAFÍA</b>	193
<b>9.- ANEXOS</b>	217
9.1.- ANEXO 1: Informe del Comité Ético de Investigación Clínica	219
9.2.- ANEXO 2: Consentimiento informado	221
9.3.- ANEXO 3: Compromiso de confidencialidad	223
9.4.- ANEXO 4: Análisis descriptivo de las variables	225
9.5.- ANEXO 5: Coordenadas bajo la curva	289



# *INTRODUCCIÓN*



## 1.- INTRODUCCIÓN

La ortodoncia es una disciplina odontológica que ha evolucionado desde el siglo XVIII hasta nuestros días y que inicialmente tenía como propósito el alineamiento de los dientes, como se recoge en el libro de Pierre Fauchard *"Tratamiento de las irregularidades dentarias"* donde se describen los primeros aparatos de ortodoncia. Poco a poco, esta disciplina se preocupó también de las bases óseas sobre las que se encuentran los dientes y apareció el término ortopedia (Chapin Harris, 1849), pues las correcciones se aplicaban sobre todo a los niños. Posteriormente, en 1899, Edward Angle, considerado el padre de la ortodoncia, estableció qué características reunían las denticiones consideradas "normales" y propuso lo que serían las bases de la ortodoncia.

En este trabajo nos hemos centrado en las maloclusiones de clase III, también llamadas mesioclusiones al situarse el primer molar inferior más mesial de lo que se considera "normal". Estas maloclusiones dentarias suelen ir acompañadas de una discrepancia sagital de los maxilares bien por su tamaño y/o por su posición, y pueden tener su origen en el maxilar, en la mandíbula o en ambos.

Para valorar y cuantificar la discrepancia esquelética de los maxilares utilizamos la telerradiografía lateral de cráneo y nos basamos en puntos o relieves óseos fácilmente reconocibles y que proceden en su mayoría de la craneometría, rama de la antropometría. Estos puntos de referencia nos permiten hacer mediciones lineales y angulares del complejo craneofacial y ver cómo se modifican con el tiempo o con los tratamientos. Pero hay que tener en cuenta que la cefalometría tiene sus limitaciones, entre las que destacan la dificultad en la exactitud a la hora de localizar determinados puntos o la fiabilidad de los datos obtenidos, pues cuando las mediciones se realizan en edades de crecimiento se producen cambios dinámicos en todas las estructuras craneofaciales y no existe la estabilidad absoluta. Por ello, es conveniente recurrir a las estructuras menos inestables o cuyo crecimiento cese antes y tomarlas como referencia para valorar cómo y en qué cantidad cambia el resto respecto a ellas.

La valoración de los cambios en el tiempo se puede hacer de diversas maneras, bien sea mediante la comparación de los valores al principio y al final de la observación, bien sea mediante superposiciones como las de Björk y Ricketts o bien mediante el análisis morfométrico que propone Halazonetis. Las superposiciones de Ricketts, aunque no se realizan sobre las estructuras más estables ya que los planos y puntos de referencia que se utilizan cambian, son bastante reproducibles y programables, mientras que las de Björk necesitan realizarse mediante un trazado muy preciso para después buscar la máxima coincidencia de las estructuras que observó que tenían mayor estabilidad en sus estudios. Este tipo de análisis hubiesen permitido ver los cambios que se han producido en un individuo con mucha precisión, pero la dificultad surge cuando queremos comparar con otros individuos y entre diversos grupos. El presente trabajo se ha realizado comparando los cambios que se han producido en las variables cefalométricas entre la situación inicial y la final medidos en valores absolutos, lo cual nos proporciona una información clínica importante.

Cuando estudiamos los cambios y los efectos que produce un determinado aparato sobre los maxilares, muchas veces el problema está en distinguir qué cambios son debidos al tratamiento y cuáles se producirían igualmente por el propio crecimiento. Por ello, en este tipo de estudios cobra especial importancia la existencia de un grupo control, formado por individuos con edades y características craneofaciales similares a los estudiados pero que no hayan recibido ningún tipo de tratamiento y por lo tanto, sirvan de referencia para saber cuál es la evolución natural, sobre todo en lo que al crecimiento se refiere.

La obtención de un grupo control en este tipo de estudios suele ser difícil por el problema ético que supondría dejar de tratar a pacientes en los que estaría indicado hacerlo. Gracias a los avances tecnológicos y a internet, hemos podido obtener un grupo control de las muestras de crecimiento de la American Association of Orthodontists Foundation. No obstante, hay que tener en cuenta que los individuos que forman el grupo control pertenecen a otra zona geográfica y que las muestras fueron recogidas hace años. Además, debido a que la tecnología en aquella época no estaba tan avanzada, las radiografías no tienen

la calidad de las actuales, lo que ha dificultado en algunas ocasiones la localización de algún punto cefalométrico.

En el presente estudio, un grupo de pacientes con clase III susceptibles de ser tratados sólo con ortodoncia, sin cirugía ortognática y sin necesidad de compensar mediante la extracción de dientes inferiores se ha comparado con un grupo control.

El tratamiento de las maloclusiones de clase III ha supuesto un desafío para el ortodoncista desde hace mucho tiempo, y aunque hoy sabemos que los diferentes aparatos utilizados para la corrección de estas maloclusiones obtienen buenos resultados, en este trabajo nos hemos planteado valorar si dichos aparatos se diferencian en cuanto al manejo de la dimensión vertical, o si la mandíbula responde del mismo modo ante cada uno de ellos, o si éstos actúan de forma diferente sobre el plano oclusal y cambian así el resultado final o incluso si los cambios a nivel dentoalveolar son diferentes según el aparato utilizado.

La elección de un aparato u otro para corregir una maloclusión depende de muchos factores que dependen en gran parte del ortodoncista. Cada clínico, a través de su formación y experiencia, va descartando aquellos cuyo resultado no satisface los objetivos que se ha planteado inicialmente o aquellos con los que ha tenido una mala experiencia previa, decantándose por utilizar los que según su criterio proporcionan mayor beneficio al paciente. Sin embargo, a veces las percepciones clínicas sólo son eso, percepciones, y no tienen una base científica sobre la que apoyarse. Uno de los objetivos del método científico es, precisamente, comprobar la veracidad o descartar la falsedad de hipótesis formuladas a partir de suposiciones o de informaciones previas. Por lo tanto, en el presente estudio vamos a intentar dar respuesta a una serie de cuestiones que nos hemos planteado basadas en la experiencia clínica.



*REVISIÓN*

*BIBLIOGRÁFICA*





## **2.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1.- CLASE III: DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS**

Las maloclusiones de clase III se describen según la clasificación de Angle como una posición más mesial de la arcada inferior respecto a la superior, que generalmente va acompañada de una mordida cruzada anterior a nivel de los incisivos o de una relación borde a borde. En cuanto a la relación molar, la cúspide mesiovestibular de los primeros molares superiores ocluye por distal del surco vestibular de los inferiores.

A veces, debido a una interferencia oclusal se puede producir un desplazamiento anterior de la mandíbula que da lugar a una mordida cruzada anterior. A este tipo de maloclusión se le denomina pseudo-clase III o "clase III falsa". Sus características esqueléticas son similares a las de maloclusiones de clase I como comprobó Rabie (2000) al comparar 36 pacientes de pseudoclase III con 31 pacientes de clase I y observar valores normales de SNA y aumentados de SNB, aunque la longitud de la mandíbula no era mayor que en las clases I. Los incisivos superiores estaban proinclinados, los inferiores tenían una inclinación normal y en el 72% de los casos no había antecedentes familiares de clase III.

Las maloclusiones de clase III suelen ser el resultado de una combinación de componentes tanto esqueléticos como dentales que pueden tener su origen en una retrusión del maxilar, en un prognatismo mandibular o en una combinación de ambos como se puede ver en los numerosos estudios que hay sobre las características de las clases III en diferentes poblaciones.

La prevalencia de esta maloclusión varía mucho de unas poblaciones a otras siendo mayor en Asia que en Europa. En un estudio que se realizó en la Comunidad Valenciana sobre 1001 individuos (Martínez Miñana, 1983) se encontró que el 10% eran clases III. Asensi (1989) analizó 124 clases III también de la Comunidad Valenciana y concluyó que el 41,7% tenía retrognatismo maxilar, el 43,3% combinación de retrognatismo maxilar y prognatismo

mandibular y el 15% tenían únicamente prognatismo mandibular, que podía ser debido a un mayor tamaño o a una posición adelantada de la mandíbula.

Arrieta y Varela (2009) analizaron una muestra de 4047 pacientes de ortodoncia de la Comunidad de Madrid y encontraron que el 18% eran clases III de las cuales el 55% presentaban hipoplasia maxilar, el 24% prognatismo mandibular y el 21% eran mixtas.

Por tanto, respecto al origen de las clases III vemos una gran posibilidad de combinaciones que además no se repite de unos estudios a otros. Así, Ellis y McNamara (1984) comprobaron en una muestra de 302 adultos con clase III previamente a someterse a cirugía ortognática, que presentaban distintas estructuras esqueléticas y dentales alteradas, las cuales agruparon en 10 posibles combinaciones, siendo la más frecuente (12,3% de los casos) la que tenía un maxilar retruido, una mandíbula prognática, los incisivos superiores protruidos, los inferiores retroinclinados y la altura facial inferior aumentada.

En otros estudios se encontró que el patrón más frecuente consistía en un maxilar normal con una mandíbula situada más anteriormente y de mayores dimensiones (Jacobson y cols., 1974; Reyes 2006; Koodaryan y cols., 2009). No obstante, Jacobson y cols. (1974) encontraron que una cuarta parte tenía deficiencia del maxilar y Koodaryan y cols. (2009) vieron, aunque en menor porcentaje, la mandíbula normal con el maxilar retruido y una menor altura facial inferior. En otros estudios se ha observado con mayor frecuencia un maxilar pequeño y/o retrusivo, con una mandíbula mayor de lo normal y/o más prognática (Sanborn, 1955; Guyer y cols., 1986; Battagel, 1993a; Miyajima y cols., 1997) o una mandíbula de tamaño y posición normal (Asensi, 1982).

Staudt y Kiliaridis, en 2009, examinaron 3358 reclutas de la armada Suiza de los que el 2,3% eran clases III. De éstas, el 75,4% tenía un origen esquelético mientras que el 24% eran de origen dentoalveolar. En el 47,4% de los casos de origen esquelético la causa era mandibular debida a un prognatismo o a una posición adelantada de la misma (10,5%); a un exceso de crecimiento mandibular o macrognatia (15,8%) o a una combinación de ambos (21,1%). El 19,3% era de origen maxilar debido a un retrognatismo (10,5% de los casos) o a un

micrognatismo (8,8% de los casos), siendo el 8,7% restante por una combinación de ambos maxilares.

Wolfe y cols. (2011) encontraron que las clases III tenían mayor longitud del cuerpo mandibular, mayor altura de la rama, mayor ángulo goniaco (como encontraron Jacobson y cols., 1974), mayor ángulo del plano mandibular, así como mayor altura facial inferior (que coincide con Koodaryan y cols., 2009) junto con menor longitud del maxilar y, por tanto, mayor diferencia maxilomandibular, menor ANB y menor Wits appraisal. Esto coincide con Guyer y cols. (1986) prácticamente en todo excepto en que éstos no encontraron mayor longitud del cuerpo mandibular ni de la rama, a diferencia de Asensi (1989) que sí encontró una mayor longitud del cuerpo mandibular con la altura facial posterior disminuida.

Parece que otras características propias de las clases III son, por un lado una base craneal anterior menor de lo normal (Jacobson y cols., 1974; Asensi, 1989; Battagel, 1993a), lo que puede hacer que el retrognatismo maxilar pase desapercibido, ya que el ángulo SNA sería normal debido a la posición más posterior de Nasion (Williams y Andersen, 1986), y por otro lado una base craneal posterior mayor (Guyer y cols., 1986). Además, Asensi (1989) y Battagel (1993a), encontraron que el ángulo de la base craneal era más agudo, lo que situaba la articulación temporomandibular en una posición más anterior, dando como resultado una mandíbula más prominente no por tener un mayor tamaño sino por estar más adelantada (Sanborn, 1955; Asensi, 1987), lo que coincide con los hallazgos de Williams y Andersen (1986) y Basili (2009) que encontraron una posición más anterior de la fosa glenoidea.

En este sentido, otros autores como Droel e Isaacson (1972), Baccetti y cols. (1997) e Innocenti y cols. (2009), vieron que una posición más anterior de la fosa glenoidea estaba asociada a clases III esqueléticas mientras que una posición más posterior se asociaba a clases II. Además, cuando la fosa glenoidea se sitúa más inferior es característica de individuos con el ángulo del plano mandibular bajo, mientras que si está más superior se asocia a ángulos altos (Baccetti y cols., 1997).

En 2012, Costa y cols., estudiaron la influencia del hueso temporal en el resto de la morfología craneofacial y vieron que en el grupo que había una rotación posterior de dicho hueso, la fosa glenoidea estaba localizada más anterior e inferior y la posición de la mandíbula era más anterior. Sin embargo, en el grupo en que se había producido una rotación anterior del hueso temporal, la base craneal era más larga y con menos flexión, situándose el Porion cefalométrico y la eminencia articular en una zona más superior y posterior, estando la mandíbula y el maxilar en una posición más retrognática, con el plano oclusal posterosuperior más inclinado y situado más posteriormente.

Durante el desarrollo facial se producen compensaciones oclusales que intentan mantener una oclusión normal a pesar de las variaciones en las relaciones esqueléticas. Esta compensación dentoalveolar varía dependiendo de las discrepancias esqueléticas sagitales, transversales y verticales. La posición fisiológica de los dientes se ha explicado tradicionalmente por la teoría del equilibrio de la lengua y los mecanismos del buccinador. Como los dientes en condiciones normales no se mueven, se puede pensar que están en un equilibrio estático en el que las fuerzas que reciben, su resistencia en el hueso alveolar, la renovación de estructuras periodontales y sobre todo el ambiente muscular labiolingual, se compensan unas con otras.

En este contexto, se puede decir que la compensación dentoalveolar, que mantiene la relación oclusal a pesar de las diferencias entre el crecimiento del maxilar superior y la mandíbula, también podría estar influenciada por la presión de los tejidos blandos, que puede ir cambiando según se manifieste la discrepancia esquelética que los sujeta. Sin embargo, pacientes con similar discrepancia esquelética muestran compensaciones dentoalveolares diferentes, teniendo como resultado un resalte positivo o negativo, y el mecanismo por el que esto ocurre no se ha podido esclarecer hasta la fecha.

Hasund y Ulstein, (1970) y Segner (1989) sugieren que la compensación dentoalveolar que se produce de forma natural en individuos no tratados, con una relación normal de incisivos, puede servir de guía para la corrección de la inclinación de los incisivos durante el tratamiento de ortodoncia. Esto coincide

con Weinstein y cols. (1963), que señalaron que los incisivos inferiores están en una zona estrecha de equilibrio entre las fuerzas opuestas de los tejidos blandos, y que su posición se debería mantener durante el tratamiento de ortodoncia para evitar la recidiva.

No obstante, en cuanto a las características dentales de las clases III también hay una gran variabilidad interindividual. La mayoría de autores (Guyer y cols., 1986; Staudt y Kiliaridis, 2009; Arriola-Guillén y Flores-Mir, 2014) han encontrado una compensación dental en un intento de mantener el contacto entre los incisivos superiores e inferiores, de manera que los superiores se encuentran proinclinados mientras que los inferiores están retroinclinados. En cambio, Battagel (1993a) encontró una posición de los incisivos superiores similar a la que tenían las clases I con los incisivos inferiores más vestibulizados, mientras que Asensi (1989) encontró una inclinación lingual de incisivos superiores con los inferiores situados correctamente.

Ishikawa y cols., en el año 2000 compararon pacientes con mordida cruzada anterior y con resalte normal y comprobaron que conforme empeoraba la relación sagital de los maxilares había mayor vestibulización de los incisivos superiores, mayor lingualización de los inferiores y el plano oclusal se hacía más horizontal, siendo la lingualización de los incisivos inferiores la que mayor correlación tenía. Además, a igual discrepancia sagital, si el resalte era negativo los tres parámetros anteriormente citados eran menores que si se mantenía normal, posiblemente por el crecimiento excesivo de la mandíbula que impide que se produzca esa compensación. Parece pues, que si se consigue mantener el contacto interincisivo porque el crecimiento lo permite, la compensación dentoalveolar es mayor que si se pierde el contacto incisal.

Estos mismos hallazgos fueron los que Kim y cols. (2014) observaron en las clases III cuando se mantenía el contacto interincisivo y el resalte seguía siendo positivo. Además, encontraron que estas características de los incisivos y del plano oclusal estaban más acentuadas cuanto más braquifaciales eran los individuos analizados. No obstante, a pesar de que había una mayor retroinclinación de los incisivos inferiores respecto al plano mandibular (IMPA),

ésta no era mayor respecto a la línea de referencia horizontal. Esto coincide con los hallazgos de Björk y Skieller en 1972 que vieron que la inclinación de los incisivos inferiores en relación a SN se mantenía constante a pesar de la rotación anterior de la mandíbula durante el crecimiento, debido seguramente al labio y a la lengua que tendían a mantener la oclusión funcional incisiva. De estos estudios se concluyó que la compensación de los incisivos inferiores está estrechamente relacionada con discrepancias sagitales y verticales en las clases III.

Como acabamos de ver, una característica propia de las clases III es el aplanamiento del plano oclusal. Braun y Legan (1997) vieron que por cada grado que se aplanaba el plano oclusal había un desplazamiento posterior de la dentición inferior respecto a la superior (0,5 mm), por lo que ésta puede ser una estrategia de tratamiento en las clases III. Kim y cols. (2014) también observaron un aplanamiento del plano oclusal en el grupo de resalte positivo que relacionaron con una rotación hacia delante del plano palatino y una infraerupción de los molares inferiores. Esta rotación anterior del plano palatino se puede considerar un mecanismo compensatorio, pues Kim y Vietas (1978) observaron que en retrognatismos mandibulares dicho plano rotaba hacia abajo en la zona anterior para ocluir en clase I.

En cuanto a la posición de los molares, Arriola-Guillén y Flores-Mir (2014) estudiaron la altura de los molares en adultos con mordida abierta y clase II o III, y observaron mayor altura de los molares superiores en las mordidas abiertas que en el grupo control, además de una mayor altura de molares inferiores en las clases II, coincidiendo con Kim y cols. (2006) en cuyo estudio observaron que al desarrollarse las clases III esqueléticas de los 6 a los 14 años, los primeros molares superiores erupcionaban más y el plano oclusal posterior era más aplanado, mientras que si se desarrollaba una clase II había una mayor erupción de los primeros molares inferiores con un plano oclusal posterior más inclinado.

Slaj y cols. (2010) estudiaron las formas de arcada y observaron que estaban relacionadas con la clase molar, ya que tanto los hombres como las mujeres con clase III tenían una mayor ratio anchura/profundidad a nivel de molares y caninos inferiores cuando se comparaban con clases I y II. Estos mismos autores, un año

más tarde, estudiaron el tamaño y forma de las arcadas en función del tipo de maloclusión y vieron que las clases III tenían la arcada superior más estrecha y la inferior más ancha, aunque no se podía establecer una forma de arcada específica para cada maloclusión ya que se daba en el 50% de los casos. Esto coincide con Chen y cols. (2008) que vieron en las clases III una menor anchura esquelética maxilar que en las de clases I, mientras que la anchura mandibular no presentaba diferencias.

En 2015, Zou y cols. en 33 clases III muy acusadas, comparan la forma que tiene la arcada a nivel de las coronas clínicas de los dientes inferiores con la forma del hueso basal mandibular, considerando éste a la altura de la unión mucogingival. Concluyen que existe de una moderada a alta correlación entre ambas, estando la de los dientes situada más hacia lingual que la del hueso basal, siendo el radio de la curva que forman las coronas clínicas de los dientes anteriores menor que el radio del hueso basal a este nivel, y encontrando mayores diferencias individuales en la zona de caninos que en la de los molares entre ambas formas de arcada, dental y basal. Además, sugieren utilizar la forma de arcada del hueso basal inferior como guía clínica para hacer los arcos individualizados.

Por tanto, se ha observado en los diversos estudios que hay una variabilidad interindividual muy amplia y que pocas clases III presentan todas las características juntas (Battagel, 1993a) por lo que no existe un rasgo morfológico indicativo del desarrollo de la clase III debido precisamente a esta amplia posibilidad de combinaciones esqueléticas (Williams y Andersen, 1986), ni existe un patrón esquelético típico de clase III (Sanborn, 1955; Asensi, 1989).

## **2.2.- DIAGNÓSTICO CEFALOMÉTRICO DE LAS CLASES III**

Para el diagnóstico de las clases III esqueléticas se utiliza la cefalometría, que consiste en medir sobre una telerradiografía lateral de cráneo la posición de las diferentes estructuras craneofaciales y dentales respecto a unos planos o líneas de referencia cuyas posiciones deben ser estables y estar en el mismo lugar del

espacio interindividualmente para ser válidas como referencia. Nanda y Sassouni en 1965, analizaron a 50 individuos y tomaron como referencia diferentes planos para comprobar si con todos se llegaba al mismo diagnóstico, pero los resultados fueron contradictorios. Por ello, consideran que si se utiliza un único plano de referencia basado en dos puntos no se pueda llegar a un diagnóstico adecuado por lo que proponen la utilización de varios planos.

Tradicionalmente, se han utilizado los ángulos SNA, SNB y ANB para valorar la relación sagital de los maxilares, de manera que el ángulo SNA nos indica cómo está el maxilar respecto al resto del cráneo, el ángulo SNB cómo está la mandíbula también respecto al cráneo y el ANB como se relacionan los maxilares entre sí (Riedel, 1957; Steiner, 1953). Esto tiene una serie de inconvenientes que destaca Jacobson (1976) en su artículo *Application of the "Wits" appraisal* donde explica cómo al utilizar SN como plano de referencia puede dar lugar a diferentes interpretaciones para una misma posición de los maxilares debido a cambios en la posición vertical de Nasion, ya que si dicho punto está a distinta altura, la inclinación del plano de referencia SN será diferente y no clasificará igual a dos pacientes con los maxilares en la misma posición. De la misma manera, también cambios en la posición anteroposterior de Nasion pueden variar el ángulo ANB para una misma posición de los maxilares. Así, si Nasion está más adelantado, el ángulo ANB será menor que si está más atrasado a pesar de que los maxilares tengan la misma relación entre sí en ambos casos (Jacobson, 2003), y lo mismo ocurre si los maxilares están rotados en sentido horario o antihorario. Por todo ello, propone la utilización del Wits appraisal para valorar la relación de los maxilares entre sí.

El Wits appraisal se mide trazando perpendiculares desde los puntos A y B al plano oclusal, que está determinado por la línea que une la cúspide mesiobucal del primer molar superior con el punto medio del entrecruzamiento de los incisivos superiores e inferiores. Cuando los maxilares se relacionan respecto al plano oclusal, la severidad de la disarmonía entre ellos no se ve afectada por las situaciones descritas anteriormente. En un estudio sobre 25 mujeres y 21 hombres adultos, Jacobson determinó valores medios de -1 mm en los hombres, localizándose la proyección del punto B 1 mm por delante de la proyección del



punto A, y de 0 mm en las mujeres. Uno de los inconvenientes del Wits appraisal es precisamente la localización del plano oclusal, ya que pequeñas variaciones en la inclinación de dicho plano tienen una gran repercusión en la proyección perpendicular de los puntos A y B (Soler, 1982).

Como se ha comentado, una de las características cefalométricas de las clases III es que cuanto mayor es el prognatismo mandibular mayor es la inclinación labial de los incisivos superiores y lingual de los incisivos inferiores (Ishikawa y cols., 1999; Kim y cols., 2014). Según los coeficientes de correlación, parece que el parámetro más apropiado para describir la compensación dentoalveolar sería el ángulo SN-AB mejor que el Wits appraisal, y que para describir las compensaciones dentales serían SN-Inc Sup, SN-Inc Inf y SN-pl. oclusal. De los tres parámetros dentales, el que mayor correlación tenía con SN-AB era el del incisivo inferior, teniendo el plano oclusal una correlación débil. Por lo tanto, la inclinación de los incisivos inferiores está regulada por la relación sagital intermaxilar y juega un papel importante en conseguir una relación incisiva normal. Además, se vio que incluso cuando la relación de incisivos era normal, difícilmente había clase I molar si el ángulo SN-AB era mayor de 84°, lo que nos indica que a pesar de la compensación dentoalveolar, hay límites para conseguir la relación de clase I molar.

En 1993, Mitani y cols. observaron que la longitud mandibular (Co-Gn) y del cuerpo (Go-Pg) así como el ángulo goniaco, eran mayores en el grupo de clases III que en el grupo con oclusión normal, observándolos en periodo postpuberal entre los 14 y los 18 años.

En un intento de determinar qué parámetros cefalométricos eran más fiables para determinar patrones esqueléticos de clase II o clase III, Kim y Kim (1998) utilizaron el análisis ROC (receiver operating characteristic) y concluyeron que la medida cefalométrica más efectiva para este fin era el APDI (Indicador de Displasia Anteroposterior), la segunda más efectiva el Wits appraisal y la medida que peor diagnosticó la discrepancia anteroposterior fue el ángulo ANB. El APDI es la resultante de la suma del ángulo facial, formado por el plano de Frankfurt

con el plano facial N-Pg), del ángulo del plano A-B con N-Pg y del ángulo del plano palatino con el plano de Frankfurt.

### **2.3.- CRECIMIENTO EN LAS CLASES III**

El crecimiento de las clases III se ha investigado a lo largo de los años tanto mediante estudios transversales como longitudinales. Se sabe que la mandíbula crece sobre todo por el crecimiento del cóndilo y el remodelado óseo, como se demuestra en los estudios con implantes metálicos de Björk (1969) y Baumrind y cols. (1992) además de los estudios de Ricketts (1955) y Enlow (1964). Este crecimiento condilar puede ser hacia arriba y adelante o hacia arriba y atrás, mientras que el tamaño mandibular cambia por aposición endostal y periostal además de por reabsorción.

La mayoría de estudios sobre clases III se han realizado en individuos asiáticos debido a la mayor prevalencia en esta población, que viene a ser entre un 4% y un 13% (Ishii, 1987). La creencia de que el crecimiento craneofacial, y concretamente el de la mandíbula y el cóndilo son hereditarios y los cambios en la oclusión secundarios, cambió en los años 70 en los que se vio que la mandíbula tenía una gran capacidad de adaptación y que su crecimiento y el del cóndilo eran reacciones adaptativas secundarias.

Björk (1969), en su estudio sobre implantes dio luz sobre cómo crece la mandíbula. El crecimiento condilar es ligeramente hacia delante pudiendo variar hasta 45°, lo que hace que la mandíbula gire anteriormente disminuyendo así su inclinación. Esta rotación puede ser más o menos pronunciada e incluso excesiva, dependiendo de si el centro de rotación está situado en los incisivos, en los molares, o en la articulación temporomandibular. También puede haber una rotación posterior de la mandíbula, aunque esto se da con menos frecuencia. Debemos tener en cuenta que esta rotación durante el crecimiento mandibular es distinta en cada individuo, lo que sugiere que está altamente relacionada con el crecimiento individual y con el desarrollo de la oclusión. Björk también estableció que las partes más estables de la mandíbula eran: la curvatura anterior del

mentón, la cortical interna del borde inferior de la sínfisis, las estructuras trabeculares relacionadas con el canal mandibular y el contorno inferior del germen del molar desde que la mineralización de la corona es visible hasta que las raíces se empiezan a formar.

Diversas investigaciones han sugerido que el patrón de crecimiento de las clases III y de las clases II esqueléticas está muy relacionado con la dimensión vertical y con la inclinación del plano oclusal. Por ejemplo, Sato (1994) y Kim y cols. (2006, 2009) estudiaron el crecimiento mandibular y el desarrollo oclusal, y vieron que la mayoría de los cambios oclusales tienen lugar durante la transición de la dentición temporal a la permanente y que la dimensión vertical va cambiando de los 6 a los 14 años en los molares más que en los dientes anteriores. Además, el plano oclusal superior rota 4,1° y el inferior 4,2°, lo que produciría una mordida abierta de no ser porque la mandíbula gira en sentido anterior 10,2° para adaptarse a este cambio gracias al crecimiento del cóndilo. Esto coincidiría con los hallazgos de Björk y Skieller (1972), además de Gu y McNamara (2007), que comprobaron que la mandíbula suele tener un crecimiento condilar hacia arriba y hacia delante con una rotación cuyo centro está a nivel de los incisivos, aumentando más en la zona posterior que en la anterior, produciéndose así una erupción de los molares. Además, Gu y McNamara (2007) en su estudio con implantes, también vieron que la remodelación de la mandíbula y la rotación del cóndilo continuó largo tiempo incluso después del pico de crecimiento mandibular.

Guyer y cols. (1986) observaron que aunque con el crecimiento empeoraban los rasgos de clase III, éstos ya estaban presentes en edades tempranas. Según Mitani (1981), el crecimiento de la mandíbula antes de la pubertad es similar, tanto si se trata de una mandíbula prognática como si es normal. Sin embargo, en las clases III, se produce un mayor aumento de la longitud mandibular un año más tarde que en las clases I, es decir, entre los 15 y 16 años (Battagel, 1993a; Reyes y cols., 2006).

En un estudio que hicieron Nagahara y cols. (1997), de 44 niñas en dentición temporal con mordida cruzada anterior, observaron que en las que la mordida

cruzada se había corregido espontáneamente tras la erupción de los incisivos centrales, la mandíbula estaba situada más posteriormente además de ser de menor tamaño y hubo crecimiento del maxilar que disminuyó el crecimiento hacia delante de la mandíbula, mientras que en los grupos que se mantuvo la mordida cruzada anterior tras la erupción de los incisivos centrales, el eje axial de los incisivos inferiores estaba más hacia lingual y en el grupo de mayor mordida cruzada, el maxilar estaba menos desarrollado además de no crecer tras la erupción de los incisivos centrales.

Buschang y cols. (1999), demostraron que en varones la velocidad media anual de crecimiento condilar era de 2,1 a 3,1 mm con un pico a los 14,3 años. Sin embargo, había una variación interindividual importante ya que un varón en el percentil 90 tenía un crecimiento del cóndilo de 5 mm por año de media, mientras que otro en el percentil 25 tenía un incremento anual de 1 a 2 mm, lo cual tendría un efecto diferente en el resultado del tratamiento.

Kuc-Michalska y Baccetti (2010) estudiaron la duración del pico puberal en clases III comparándolas con clases I en una muestra de 218 individuos caucásicos. En las clases I la duración media del pico puberal fue de 11 meses mientras que en las clases III fue de 16 meses, por lo que consideran que la longitud mandibular en las clases III es mayor debido a una mayor duración del pico puberal. Además, Baccetti y cols. (2005a) señalaron que el pico puberal en las clases III tiene lugar un año más tarde que en las clases I tanto en los hombres como en las mujeres, en los estadios de maduración cervical 3 y 4 (CS3, CS4) coincidiendo con Gu y McNamara (2007).

Baccetti y cols. (2007a), observaron en una muestra de 1091 pacientes con clase III que durante el pico de crecimiento mandibular, que como hemos comentado se producía entre los estadios 3 y 4 de maduración de las vértebras cervicales (CS3 y CS4), la longitud total de la mandíbula aumentaba 8 mm de media en los hombres y 5,5 mm en las mujeres. Además, mientras que en pacientes con clase I el crecimiento mandibular disminuye de forma significativa después del brote puberal, en los pacientes con clase III dicho crecimiento persiste hasta los 18 años de media, con aumentos en los estadios finales de

maduración (de CS4 a CS6) de hasta dos veces mayores en las mujeres y tres veces mayores en los hombres con clase III cuando se les compara con oclusiones normales. También se observa un crecimiento más vertical en estadios postpuberales, durante la adolescencia tardía, correspondiéndose con la erupción completa de segundos y terceros molares (Baccetti y cols., 2007b), lo que coincide con los hallazgos de Chen y cols. (2006). También hay una mayor diferencia maxilomandibular por aumento de la longitud de la rama (Wolfe y cols., 2011). Al planificar el tratamiento debe tenerse en cuenta este patrón de crecimiento prolongado de la mandíbula, tanto por la duración de la retención como por la estabilidad de los resultados, ya que pueden llevar ocasionalmente a la realización de cirugía ortognática (Baccetti y cols., 2007b).

Así, podemos decir que se observa un largo periodo de crecimiento mandibular activo después de la pubertad que no es acompañado por un crecimiento del maxilar (Baccetti y cols., 2007b), ya que la mayor parte del crecimiento del tercio medio tiene lugar a edades tempranas (Alexander y cols., 2009; Miyajima y cols., 1997)

Transversalmente, se observa que durante el crecimiento aumenta más la anchura mandibular que la maxilar tanto en las clases I como en las clases III aunque este aumento es mayor en las clases III, lo que da lugar a una mayor compensación dentaria para evitar la mordida cruzada (Chen y cols., 2008).

En las maloclusiones de clase III se ha comprobado que hay un dimorfismo sexual que también está presente en el crecimiento mandibular normal, como demostraron Bishara y cols. (1981), que comprobaron que dicho crecimiento se producía más pronto en las mujeres y además, la magnitud de los cambios en la longitud mandibular era mayor en los hombres, aunque no lo era la relación de la mandíbula con el resto del cráneo.

Este dimorfismo sexual comprobado en muchos estudios (Reyes y cols., 2006; Battagel, 1993a) señala que en las maloclusiones de clase III la mandíbula es mayor en los hombres que en las mujeres. Baccetti y cols. (2005a) observaron que este dimorfismo sexual en las clases III no aparecía hasta los 13 años, momento en que el 94% de las mujeres ha alcanzado el estadio postpuberal

mientras que sólo lo ha hecho el 54% de los hombres. Las principales diferencias encontradas a partir de esta edad consistieron en una base craneal anterior más corta, una longitud maxilar y mandibular menor, además de una altura facial anterior menor en las mujeres que en los hombres, lo que coincide con Ellis y McNamara (1984), Mitani y cols. (1993) y Wolfe y cols. (2011). Estos últimos comprobaron que las diferencias entre hombres y mujeres de los 14 a los 18 años eran sobre todo en las medidas lineales, y no encontraron diferencias significativas en las medidas angulares ni en las relaciones anteroposteriores, lo que da a entender que las proporciones son similares en ambos sexos. Las mayores diferencias fueron sobre todo un mayor crecimiento de la rama mandibular y del tamaño maxilar en los hombres que en las mujeres.

Algunos autores observaron que las mujeres tenían una tendencia de crecimiento más horizontal y que los hombres tenían un patrón más vertical (Battagel, 1993a; Mitani y cols., 1993), mientras que otros señalaron que las mujeres tienen un crecimiento ligeramente más vertical con una altura facial anterior y un ángulo del plano mandibular mayores acompañados de menor sobremordida (Jacobson y cols., 1974; Miyajima y cols., 1997).

Alexander y cols. (2009) también vieron diferencias entre hombres y mujeres, tanto en el momento de crecimiento como en la cantidad de los cambios. En las mujeres el brote de crecimiento mandibular se producía entre los 10 y 12 años mientras que en los hombres entre los 12 y los 15 años. La media de incremento anual en las mujeres de los 6 a los 16 años fue de 1 mm en la altura facial anterior inferior y en el tercio medio, y de 3 mm en la longitud mandibular. En los hombres fue 0,5 mm mayor en cada parámetro y mostraron más de 3 mm de crecimiento mandibular en 3 intervalos de edad consecutivos que empezaron a partir de los 15 años.

Durante el crecimiento se ha especulado mucho sobre el espacio de deriva a la hora de establecerse la oclusión de clase I. Kim y cols., en 2006, vieron que el responsable del encaje en clase I de los molares no es tanto este espacio de deriva como el desarrollo vertical de la dentición, que juega un papel importante. Encontraron que un aumento de la dimensión vertical y de la erupción de los

primeros molares superiores estaba altamente correlacionado con un crecimiento hacia delante de la mandíbula. Estos mismos autores, en el año 2009, observaron que las clases II esqueléticas tenían mayor erupción de los molares inferiores mientras que las clases III tenían una mayor erupción de los molares superiores y que había diferencias significativas en el plano oclusal posterior según los diferentes marcos esqueléticos. Por lo tanto, si la dimensión vertical y la inclinación del plano oclusal no se desarrollan de forma adecuada se produce la maloclusión.

Con el tratamiento ortodóncico se producen modificaciones en los maxilares para corregir la discrepancia de los mismos, pero se ha visto que en los periodos postratamiento el patrón de crecimiento original se restablece (Sakamoto y cols., 1984; Wendell y cols. 1985).

Por otro lado, es bien sabido que las clases III tienen un componente hereditario importante. Actualmente se está profundizando en la investigación genética de las mismas como lo demuestran Xue y cols. (2014) que estudiaron si los genes COL2A1 y IGF-1 son genes de susceptibilidad del prognatismo mandibular y comprobaron que el gen COL2A1 mostraba asociación con el prognatismo mandibular mientras que el gen IGF-1 no, por lo que el primero podría utilizarse en el estudio de factores genéticos de riesgo en el prognatismo mandibular.

En cuanto a la predicción del crecimiento mandibular, el inicio y el pico de aceleración en la velocidad de crecimiento han sido evaluados tradicionalmente mediante radiografías de mano y de las vértebras cervicales. Hay que tener en cuenta que el momento de desarrollo de los huesos de la mano no necesariamente es el mismo que el de la mandíbula, lo que implica que la edad esquelética determinada con radiografía de mano no se debe utilizar como predictor del momento del pico de crecimiento mandibular (Hunter y cols., 2007). Además, la radiografía de mano supone una radiación añadida para planificar el tratamiento de ortodoncia.

Bishara y cols. (1981) comprobaron que el momento en que se producen los cambios mandibulares no está altamente correlacionado con los cambios en

estatura, por lo que no son predecibles y además, la aceleración del crecimiento mandibular alrededor del brote puberal no se produce en la mayoría de las personas y en las pocas que se produce, el momento en que esto ocurre y lo que es más importante, la magnitud son impredecibles.

Por otro lado, se ha comprobado que la maduración de las vértebras cervicales tiene una alta correlación con la maduración esquelética del individuo (Flores-Mir y cols., 2006; Gandini y cols., 2006). Además, Franchi y cols. (2000) y Baccetti y cols. (2005b) demostraron que los mayores incrementos en la longitud mandibular tenían lugar durante el brote de crecimiento puberal y que éste se producía entre los estadios 3 y 4 de maduración de las vértebras cervicales (CS3-CS4). No obstante, este método tiene de 6 a 11 índices por lo que el problema es la dificultad que tiene a veces el observador de decidir subjetivamente sobre uno de los 11 índices, lo que puede llevar a un resultado sesgado. Según Lee y cols. (2012a) la maduración de las vértebras cervicales no es un método suficientemente seguro para considerarlo una guía clínica estricta a la hora de valorar la edad de maduración esquelética.

Para estudiar el crecimiento mandibular, se ha utilizado en muchas ocasiones la estatura como medida de la maduración esquelética general. Lee y cols. (2012a) estudiaron si había diferencias en los parámetros de crecimiento en estatura en individuos de clase III respecto a la población general, y vieron que las variables relacionadas con la edad, como el momento de despegue y el pico puberal, mostraban diferencias significativas aunque no lo suficiente ya que estaban dentro de la primera desviación estándar, lo que no garantiza significancia clínica. Según este estudio, las características diferenciales de las clases III en estudios previos pueden estar limitadas por el modelo aplicado ya que la relación entre el crecimiento mandibular y la estatura se basa en la errónea presunción de que el crecimiento es lineal, lo cual puede ocultar cambios en el ritmo de crecimiento. Concluyen que los pacientes con clase III no tienen distintos parámetros de crecimiento (edad de inicio, velocidad, pico, etc...) que la población general.



El crecimiento es tan inescrutable que describir un patrón determinado de crecimiento en una maloclusión específica es imposible, ya que las variaciones individuales son mayores que las diferencias en los parámetros de crecimiento entre clases III y las que no lo son (Lee y cols., 2012a).

#### **2.4.- MOMENTO DE TRATAMIENTO DE LAS CLASES III**

Si consideramos que el tratamiento ortodóncico óptimo es el que consigue los mejores resultados posibles en el menor tiempo y con los menores costes biológicos, psicosociales y económicos para el paciente, entonces la elección del momento de iniciar el tratamiento es esencial. Muchos de los tratamientos tempranos, aunque afectan a las estructuras dentoalveolares, pueden cambiar las relaciones espaciales de los huesos dando lugar a resultados ortodóncicos aceptables (Shadowsky, 1998).

Se han realizado muchos estudios sobre el momento ideal para iniciar el tratamiento de las clases III con ortopedia, pero es importante cuando hablamos de la edad ideal que hagamos referencia a la edad esquelética y no a la cronológica, ya que el comienzo, la intensidad y la duración del crecimiento varía de unos individuos a otros de manera independiente a su edad cronológica.

Para determinar la edad esquelética se puede recurrir a la radiografía de mano, que tiene el inconveniente de añadir radiación al paciente. Otro método es mediante la maduración de las vértebras cervicales, que tiene la ventaja de que se puede hacer con la telerradiografía lateral de cráneo y no supone una radiografía extra para el paciente aunque como ya se ha comentado no es muy exacto a la hora de valorar la maduración esquelética del individuo.

El tratamiento temprano de las clases III se ha realizado desde hace más de un siglo, pero debido a la tendencia a la recidiva, algunos ortodoncistas son partidarios de esperar a que finalice el crecimiento para realizar dicho tratamiento, ya que consideran que el prognatismo mandibular tiene un potencial predeterminado genéticamente y que éste no se puede cambiar con el tratamiento temprano. Por todo ello, esperan que finalice el crecimiento para

hacer la corrección de la clase III mediante ortodoncia combinada con cirugía ortognática. Esto implica que los pacientes con deformidad facial y dental mantienen estas deformidades durante una de las épocas más importantes de su vida, lo que puede en ocasiones ser causa de una baja autoestima.

Hay numerosos estudios en los que se ha visto que la corrección temprana de la mordida cruzada anterior mejora las condiciones ambientales para el crecimiento del maxilar, y se ha comprobado que cuando ésta no se corrige y el maxilar es retrusivo, éste se mantiene así durante todo el crecimiento (Miyajima y cols., 1997).

Otros estudios han encontrado que los efectos ortopédicos del tratamiento de las clases III son mayores cuando se aplican en edades más tempranas. Así, Takada y cols. (1993) vieron que los efectos de la mentonera de tracción anterior eran mayores si se aplicaba antes o durante el periodo de aceleración del brote puberal, pero no después de los 12 años. Sakamoto (1981) y Sugawara y cols. (1990) también vieron mayor mejoría en los pacientes más jóvenes, aunque los últimos no vieron diferencias entre los que empezaron a los 7 años y los que empezaron a los 11 años una vez se manifestó todo el crecimiento. Kim y cols. (1999) y Kapust y cols. (1998) valoraron el uso de la máscara facial y vieron más cambios en los grupos de menor edad, entre los 4 y 10 años los primeros autores y entre los 4 y 7 años los últimos, aunque ambos opinan que el uso de la máscara es una opción válida en pacientes de mayor edad, entre 10 y 14 años, porque también se obtienen buenos resultados.

Sin embargo, Deguchi y Kitsugi (1996), compararon el uso de la mentonera en 24 niñas japonesas que dividieron en dos grupos, prepuberal con 8,10 años y puberal 10,10 años y encontraron mejores resultados en el grupo de mayor edad. Por su parte, Soler (1995) no observó diferencias significativas en los resultados del tratamiento con mentonera de tracción anterior en función de la edad a la que se iniciaba. Por otro lado, Mitani y Fukazawa (1986) observaron que la mentonera aplicada durante 12 horas diarias con una fuerza de 500 a 600 gramos, difícilmente alteraba el patrón de crecimiento mandibular durante la

pubertad, produciéndose reacciones individuales que actuaban independientemente en diferentes partes de la mandíbula.

En 1999, Kim y cols. hicieron un metaanálisis para determinar el consenso sobre el momento ideal del tratamiento de tracción anterior del maxilar y vieron que los cambios eran mayores en los grupos que habían sido tratados más jóvenes. Esta protracción era efectiva en pacientes en crecimiento, pero menos si éstos eran mayores de 10 años. También Jäger y cols. (2001) vieron mayores efectos de la máscara facial con expansión rápida del maxilar cuando se aplicaba antes de los 8 años, mejorando el ángulo SNA, ANB y consiguiendo menor protrusión de los incisivos superiores. Además, comprobaron que la cantidad de fuerza aplicada no influyó en los resultados.

En 2003, Cha estudió los cambios esqueléticos y dentoalveolares que producía la máscara facial con expansión rápida del maxilar en tres grupos según el desarrollo esquelético determinado con radiografías de mano: estado prepuberal (con una edad media de 9,82 años), estado puberal (con una edad media de 11,31) y postpuberal (edad media 13,07 años). No hubo diferencias en el avance maxilar entre el estado prepuberal y puberal aunque disminuyó en el postpuberal, en el que el efecto dentoalveolar fue mayor. Hubo cambios como la rotación posterior de la mandíbula, el aumento de la altura facial inferior y la erupción de los molares superiores que no mostraron correlación con la edad esquelética.

En esta misma línea, Vaughn y cols. (2005) observaron que el tratamiento con máscara facial consigue los mejores resultados cuando se aplica en dentición temporal o en mixta temprana, independientemente de que se realice o no expansión palatina, debido a la ausencia de tanta interdigitación de las suturas circunmaxilares, por lo que se recomienda este protocolo antes de los 8 años (Cha, 2003), lo que coincide con los hallazgos de Baccetti y cols. (1998, 2000), Saadia y Torres (2000), Franchi y cols. (1998, 2004) y Reed y cols. (2014). Sin embargo, Baik (1995) y Merwin y cols. (1997) encontraron una respuesta esquelética similar cuando realizaban el tratamiento con máscara facial y expansión antes de los 8 años o después, entre los 8 y los 12 años, si bien el

primer autor, encontró mejor respuesta esquelética en el grupo con expansión maxilar previa.

Por otro lado, el anclaje óseo con miniplacas y elásticos de clase III se ha comprobado que tiene más éxito en dentición mixta tardía o permanente temprana por la mejor calidad de hueso en el arco infracigomático ya que da mayor estabilidad a las miniplacas, por lo que estas cirugías se suelen posponer hasta después de los 10 años (De Clerck y cols., 2010) a diferencia del anclaje dental.

Por lo tanto, se recomienda el tratamiento ortopédico de las clases III en crecimiento en la mayoría de los casos por varias razones y la más importante es la carencia de suficientes datos que aseguren que el tratamiento va a fracasar a corto o a largo plazo. Se produce una mejoría relativamente estable y además, ante pequeñas recidivas se pueden realizar compensaciones dentoalveolares en dentición permanente (Asensi, 2000).

## **2.5.- TRATAMIENTO ORTOPÉDICO DE LAS CLASES III**

Las clases III esqueléticas pueden ser tratadas durante el crecimiento, aunque si la gravedad de las mismas sobrepasa los límites de la ortodoncia se deben tratar con cirugía ortognática una vez ha finalizado dicho crecimiento.

Parece que el crecimiento de las clases III difiere del resto, por lo que no siempre es fácil tomar la decisión de si se empieza el tratamiento para realizar ortopedia o se deja que termine el crecimiento para realizar la cirugía ortognática. En el primer caso, los aparatos de ortodoncia irán dirigidos a realizar ortopedia para equilibrar las relaciones óseas y así encajar los dientes en esas nuevas posiciones. Esto supone con relativa frecuencia realizar movimientos ortodóncicos que llamamos de compensación y que en las clases III suelen ser en la zona anterior, produciendo un aumento de la proinclinación de los incisivos superiores y una retroinclinación de los inferiores.

En un estudio para valorar los límites de estas compensaciones, se vio que el límite máximo de movimiento de los incisivos superiores era de 120° respecto a SN y de los inferiores de 80° respecto al plano mandibular sin que ello afectase al periodonto (Burns y cols., 2010).

A lo largo de la historia de la ortodoncia han sido muchos los tratamientos que se han aplicado a las clases III en un intento de compensar la discrepancia esquelética de los maxilares. Los efectos de los aparatos ortopédicos dependen de factores como la magnitud de la fuerza, las horas diarias que se lleva, la duración del tratamiento, la cooperación del paciente, etc... Las fuerzas óptimas serán las que con la mínima magnitud produzcan los efectos dentales y esqueléticos deseados. A continuación se hace un repaso de los diferentes aparatos que se utilizan con fines ortopédicos y sus efectos.

### **2.5.1.- MENTONERA**

El tratamiento con mentonera consiste en aplicar presión sobre la articulación temporomandibular con el fin de inhibir o redirigir el crecimiento condilar. Fue el primer aparato utilizado para disminuir el prognatismo mandibular aplicando fuerzas extraorales a finales del siglo XIX en Europa por Cellier en Francia y en EEUU por Fox, Kingsley y Farrar. No obstante, las fuerzas eran pequeñas y los tratamientos no muy eficaces, además de que no se conocía mucho sobre el crecimiento mandibular y facial por lo que a veces se aplicaba a pacientes en los que ya no había crecimiento. A finales de los años 40 y principios de los 50 cambió la filosofía de la mentonera y se empezaron a utilizar fuerzas "ortopédicas" mayores, del orden de 400 a 800 gramos.

Los efectos de la mentonera sobre el complejo craneofacial son variados según los distintos autores que los han estudiado, aunque algunos de estos efectos aparecen en la mayoría de estudios. Así, se observa una mejoría de la relación maxilomandibular (Graber, 1977; Sakamoto y cols., 1984; Üner y cols., 1995; Deguchi y cols., 2002) y del resalte (Graber, 1977; Gökalp y Kurt, 2005), con una disminución del ángulo SNB (Graber, 1977; Deguchi y McNamara, 1999), una

mejoría del ANB (Deguchi y cols., 2002; Gökalp y Kurt, 2005), una disminución del ángulo goniaco (Graber, 1977; Sakamoto y cols., 1984; Üner y cols., 1995; Deguchi y McNamara 1999; Deguchi y cols., 2002; Gökalp y Kurt, 2005), con rotación posterior de la mandíbula (Graber, 1997; Sakamoto y cols., 1984; Sugawara y cols., 1990; Takada y cols., 1993; Yu y cols., 1993; Deguchi y cols., 2002) y un aumento de la altura facial anterior (Graber, 1997; Abdelnaby y Nassar, 2010) y del ángulo del plano mandibular (Sugawara y cols., 1990; Üner y cols., 1995; Abdelnaby y Nassar, 2010). Otros autores como Wendell y cols. (1985) y Mitani y Fukazawa (1986) encuentran gran variabilidad en los resultados tras el tratamiento con mentonera.

En algunos estudios se ha observado una disminución de la altura de la rama (Sakamoto y cols., 1984; Deguchi y cols. 2002) que es mayor cuanto mayor es la fuerza aplicada (Abdelnaby y Nassar, 2010), con disminución de la altura facial posterior (Graber, 1977), aunque en otros estudios como el de Üner y cols. (1995) se observa que, por el contrario, aumenta la altura facial posterior más que la anterior y hay un mayor aumento de la longitud de la rama (Gökalp y Kurt, 2005), lo que produce un menor desplazamiento de la mandíbula hacia abajo (Wendell y cols., 1985), o incluso, no se encuentran diferencias en estos parámetros al compararlos con el grupo control (Deguchi y McNamara, 1999).

En cuanto al crecimiento en longitud de la mandíbula, en algunos estudios no se ha visto que aumente tanto como cabría esperar, es decir, parece que la mentonera restringe su crecimiento (Sakamoto y cols., 1984; Wendell y cols., 1985; Deguchi y McNamara, 1999; Deguchi y cols., 2002), mientras que en otros las dimensiones mandibulares se han mantenido a pesar del tratamiento con mentonera. Además, se ha observado que la cabeza del cóndilo sufre una flexión hacia delante tras el uso de la mentonera (Üner y cols., 1995; Mimura y Deguchi, 1996; Gökalp y Kurt, 2005), además de dar lugar a un cuello condilar más delgado y a una fosa glenoidea más ancha y profunda (Mimura y Deguchi, 1996), lo que produce mayor estrés en la zona posterior de la articulación cuando la línea de acción de la fuerza se dirige por detrás de la línea Gn-Co o distribuyéndose dicho estrés de manera uniforme sobre toda la articulación cuando va por delante o sobre dicha línea (Tanne y cols., 1996).

Alarcón y cols. (2011) estudiaron los cambios a corto plazo de 50 niños españoles tratados con mentonera comparándolos con 40 niños no tratados, y observaron una forma más rectangular de la mandíbula con orientación del cóndilo hacia delante y compresión en la zona del cuello y en la zona goniaca, así como estrechamiento de la sínfisis, por lo que concluyen que se produce un cambio en la forma mandibular cuando la mentonera se utiliza en edades tempranas. En el estudio de Liu y cols. (2004) se observaron cambios en el tamaño y en la forma de la mandíbula.

Tras el uso de la mentonera se observan cambios en la base craneal produciéndose una disminución del ángulo N-S-Ba (Graber, 1977; Ritucci y Nanda, 1986) y la inhibición del crecimiento posterior de Basion, aunque Deguchi y McNamara (1999) no encontraron diferencias significativas en el ángulo de la base del cráneo, que aumentó tanto en el grupo de mentonera como en el grupo control.

Algunos autores han observado cambios en el maxilar con el uso de la mentonera como el aumento del ángulo SNA (Deguchi y McNamara, 1999; Gökalp y Kurt 2005) y la inhibición del crecimiento vertical con rotación horaria (Graber, 1977; Ritucci y Nanda, 1986). Otros no han encontrado cambios en el maxilar (Sakamoto, 1984; Deguchi y McNamara, 1999).

Yoshida y cols. (2005) estudiaron si los efectos de la mentonera eran diferentes en individuos dólicofaciales que en los que no lo eran y vieron cambios satisfactorios en ambos grupos, aunque las características esqueléticas originales de cada uno se mantuvieron en el periodo de retención. También Yoshida y cols., en 2007, compararon los efectos de la mentonera con placas removibles en ambos maxilares y elásticos de clase III en 42 niñas japonesas con distinto tipo facial. Los rasgos al iniciar el tratamiento que diferenciaban ambos tipos faciales eran que las que tenían el plano mandibular alto, es decir, las dólicofaciales tenían las alturas faciales anteriores, superior e inferior, y el ángulo goniaco mayores, así como una mayor inclinación del plano oclusal. Al final del tratamiento, las braquifaciales tuvieron mayor desplazamiento anterior del maxilar y mayor aumento de su tamaño, aunque los cambios en los ángulos SNA

y ANB fueron significativos en ambos grupos. No se encontraron diferencias en el tamaño y posición mandibular entre ambos tipos faciales.

En cuanto a los efectos dentales, los cambios en los incisivos inferiores varían de unos estudios a otros. Según Graber (1977) se vestibularon más en los tratados con mentonera, mientras que en el grupo control se lingualizaron. Para Üner y cols. (1995) y Abdelnaby y Nassar (2010) los incisivos inferiores se retruyeron tras el uso de la mentonera y los incisivos superiores aumentaron su angulación respecto a SN (Graber, 1977) y tuvieron menor erupción (Ritucci y Nanda, 1986).

En cuanto a la estabilidad de los resultados, Sugawara y cols. (1990), observaron que tras 4 años y medio de tratamiento, hubo mejoría en los momentos iniciales del tratamiento aunque no se mantuvo, por lo que concluyen que no se puede garantizar la corrección esquelética una vez finalizado el crecimiento. Para Deguchi y cols. (2002), cuanto más tiempo dura el tratamiento con mentonera más se mantienen los cambios. Como los tratamientos con mentonera suelen ser largos y debido a la presión que se ejerce durante tanto tiempo sobre la articulación temporomandibular, algunos estudios han valorado la posible aparición de molestias tras su uso. Deguchi y Kitsugi (1996) encontraron que aplicando fuerzas de 500 a 600 gr/lado aparecía dolor en la articulación en el periodo de retención (17 a 19 años) en 5 de los 40 pacientes de la muestra.

Las diferencias que aparecen en los distintos estudios y que acabamos de revisar pueden ser por variaciones en el diseño del aparato, en la duración del tratamiento, en la fuerza utilizada o en la edad de inicio del tratamiento.

### **2.5.2.- MENTONERA DE TRACCIÓN ANTERIOR**

Debido a que en muchas ocasiones las clases III además del prognatismo mandibular tienen una deficiencia en el desarrollo del maxilar, y con el fin de conseguir mayores efectos, algunos autores han utilizado la mentonera con unos



vástagos que salen del apoyo del mentón y suben a la altura de los labios para desde ahí, traccionar del maxilar hacia delante como se hace con la máscara facial. Oppenheim (1944) fue de los primeros en describir el uso de este aparato, advirtiendo de la importancia de ferulizar la arcada superior para este fin. A esta variación de la mentonera se le denomina mentonera de tracción anterior y los efectos que se consiguen son similares a los de la mentonera pero con una mayor mejoría del tercio medio, por lo que son comparables a los de la máscara facial.

Entre los efectos de la mentonera de tracción anterior se observa una rotación posterior de la mandíbula (Nanda, 1980; Asensi, 1991; Takada y cols., 1993; Soler, 1995; Yoshida y cols., 1999; Palma y cols., 2015) que conlleva el aumento de la altura facial inferior (Asensi, 1991).

Chang y cols. (2005) y Palma y cols. (2015) encontraron una disminución del ángulo goniaco y del ángulo del plano mandibular, mientras que Soler (1995) y Yoshida y cols. (1999) no encontraron cambios significativos en la longitud del cuerpo mandibular ni en el ángulo goniaco. Según Asensi (1991), tras el uso de este aparato, hay mayor crecimiento de la rama que del cuerpo, mientras que Soler (1995) encuentra mayor aumento de la altura facial anterior que de la posterior, sin cambios en el tamaño mandibular. Por otro lado, se observa reabsorción en la zona del punto B (Nanda, 1980) y movimiento posterior del mismo, así como un crecimiento hacia delante del cóndilo (Chang y cols., 2005), con disminución del ángulo SNB, y aumento del ANB y del Wits appraisal (Palma y cols., 2015).

En cuanto a los efectos en el maxilar, con la mentonera de tracción anterior se observa un avance del mismo así como de los dientes superiores (Nanda, 1980; Asensi, 1991; Soler, 1995; Yoshida y cols., 1999; Chang, 2005) además de una rotación antihoraria (Asensi, 1991; Soler, 1995; Yoshida y cols., 1999), que es mayor si se tracciona de los molares que si se hace de los premolares (Ishii y cols., 1987). La corrección del maxilar se mantiene a largo plazo durante el crecimiento según Yoshida y cols. (1999) y Palma y cols. (2015), aunque según Soler (1995) tiende a volver tras el tratamiento, pero sin alcanzar los valores

iniciales. Chang y cols. (2005) no encontraron rotación antihoraria del plano palatino.

Los efectos dentales más destacados, en general, son el desplazamiento hacia delante de los dientes superiores con abanicamiento de los mismos (Asensi, 1991; Soler, 1995) y lingualización de los inferiores por la presión del aparato sobre el mentón (Nanda, 1980; Asensi, 1991). Sin embargo, Soler (1995) no encontró dicha lingualización de los incisivos inferiores, que permanecieron sin cambios, lo que produjo una disminución del ángulo interincisivo por la protrusión de los incisivos superiores. Además, se produjo una extrusión de los molares, que fue mayor en los inferiores que en los superiores.

### ***2.5.3.- TRACCIÓN EXTRAORAL INFERIOR***

En la segunda mitad del siglo XX, algunos autores abogaban por el uso de la mentonera mientras que otros veían limitaciones, lo que motivó el aumento de estudios sobre animales para investigar los cambios histológicos que se producían en la articulación temporomandibular al aplicar fuerzas sobre la mandíbula.

Ya en 1968, Kuhn habla de la importancia de controlar la erupción de los molares y explica la acción que ejerce la tracción extraoral cuando se aplica sobre los molares inferiores. En función de la localización de la rama externa explica tres posibles opciones: si ésta se coloca a nivel del plano oclusal hay una fuerza intrusiva y hacia distal con un momento que inclina las coronas de los molares hacia distal; cuando la rama externa está más inferior que el plano oclusal se produce un movimiento de traslación a través del centro de resistencia del molar; y cuando la rama externa está más inferior al centro de resistencia se produce una fuerza hacia distal y un momento que produce rotación de las raíces hacia distal.

Gianelly (1971) aplicó una tracción extraoral sobre los molares inferiores como anclaje indirecto para el uso de elásticos de clase II y en clases I con

biprotrusión para la retracción de los incisivos inferiores y observó que la tracción inferior realizaba una fuerza intrusiva sobre los molares inferiores.

En 1973, Joho vio que al aplicar la tracción extraoral a molares inferiores en *Macaca mulatta* se producía distalización de los mismos y movimiento hacia distal de la mandíbula con remodelación en la articulación además de cierre del ángulo goniaco, que no cambió significativamente durante la recidiva. No obstante, la articulación, que se había desplazado hacia detrás durante el tratamiento, se resituó en una posición más anterior durante la recidiva.

En los estudios realizados posteriormente sobre tracción extraoral inferior se han descrito diferentes efectos esqueléticos y dentales. A continuación vamos a hacer un repaso de los mismos.

A nivel esquelético hay una mejoría de la relación entre los maxilares. Se produce una disminución del ángulo SNB (Battagel y Orton, 1993, 1995; Baccetti y cols., 2009) que tiene como resultado una menor proyección sagital del mentón (Baccetti y cols., 2007c). Como consecuencia de esto, mejoran el ángulo ANB (Battagel y Orton, 1995) y el Wits appraisal (Rey y cols., 2008). También se observa a nivel mandibular que mejora la diferencia maxilomandibular, describiendo también algunos estudios la disminución de la longitud mandibular Co-Gn (Rey y cols. 2008; Baccetti y cols., 2009).

Algunos autores observan que también se produce una rotación posterior de la mandíbula (Cozzani, 1981; Battagel y Orton, 1991, 1995) con el consiguiente aumento de la altura facial anterior inferior (Arun y Everdi, 1994; Battagel y Orton, 1993; Rey y cols., 2008), mientras que otros por el contrario no observan dicha posterorrotación mandibular (Kuroda y cols. 2010). En este sentido los autores defienden que con el uso de la tracción extraoral inferior parece que se altera la dirección y no la cantidad de crecimiento, produciéndose un cambio en su posición. La indicación del uso de este aparato sería fundamentalmente en pacientes braquifaciales debido a ese aumento de la altura facial inferior.

Los efectos que se producen en el maxilar son mínimos a diferencia de la mentonera, que se ha visto que reduce el crecimiento vertical del tercio medio

facial (Arun y Everdi, 1994). Por ello, la tracción extraoral inferior está indicada en prognatismos mandibulares y no en hipoplasias maxilares. Sin embargo, y con el fin de conseguir efectos no sólo mandibulares sino también maxilares, Rey y cols. (2006) utilizaron la tracción extraoral inferior combinada con elásticos de clase III que se sujetaban desde una placa superior de acrílico con ganchos en los primeros molares superiores a la rama externa de la tracción inferior, ejerciendo así una fuerza hacia delante sobre el maxilar con una dirección muy similar a la de los elásticos de tracción anterior utilizados con la máscara facial.

Cozzani, ya apuntaba en 1981 que dependiendo de la naturaleza de la clase III realizaba un tratamiento u otro. Para ello, era importante la exploración del paciente en relación céntrica con el objetivo de distinguir si se trataba de una pseudoclase III, en la que la mandíbula avanzaba para conseguir la máxima intercuspidación debido a alguna prematuridad que le impedía el cierre adecuado o, si por el contrario, era una clase III "verdadera". Una vez diagnosticada la maloclusión en relación céntrica, dicho autor apuntaba que si la causa era de origen mandibular la trataba con mentonera, que no tenía control sobre los dientes, o con tracción extraoral inferior, aunque esta última no la utilizaba en mordidas abiertas ya que producía rotación posterior de la mandíbula. Si la causa era maxilar trataba la maloclusión con máscara facial, aunque vigilando si los caninos superiores habían o no erupcionado ya que se podían quedar bloqueados al mesializarse los segmentos bucales superiores durante la tracción anterior del maxilar, que además protruía los incisivos superiores. Si la causa de las clases III estaba en el maxilar y en la mandíbula las trataba primero con máscara facial y después con tracción inferior.

A nivel dental son varios los cambios que se producen con el uso de la tracción extraoral apoyada en molares inferiores. Un efecto en el que coinciden todos los estudios es el distalamiento de los molares inferiores en mayor o menor cantidad, siendo en la mayoría de estudios de 1,5 mm (Orton y cols., 1983; Arun y Everdi, 1994; Rey y cols., 2008; Baccetti y cols., 2009). También se observa intrusión de dichos molares inferiores (Arun y Everdi, 1994) y aplanamiento del plano oclusal (Battagel y Orton, 1993). Además, la distancia entre los molares y los incisivos inferiores aumenta, a diferencia de la mentonera que disminuye esta

distancia debido a la retroinclinación de los incisivos. Otros autores observaron una mejoría del resalte (Rey y cols., 2008, Baccetti y cols., 2009) con proinclinación de los incisivos superiores y retroinclinación de los inferiores.

En un estudio postretención, 2 años después de terminar el tratamiento, Battagel y Orton (1993) observaron una ligera recidiva con aumento del ángulo SNB, disminución del ángulo ANB y rotación anterior de la mandíbula con mayor proyección del mentón. Coinciden con el estudio de Rey y cols. (2008) en que durante este periodo postratamiento, siguen aumentando la longitud mandibular (Co-Gn) y la longitud facial media (Co- punto A), pero estos autores observaron que la altura facial inferior también aumentaba a diferencia de Battagel y Orton (1993). Por tanto, hubo un mayor crecimiento horizontal de la mandíbula, lo que coincide con los hallazgos de Üner y cols. (1995) al estudiar los efectos de la mentonera, aunque a pesar de ello no recidivó la convexidad facial conseguida durante el tratamiento.

En estos estudios se observó que la relación molar recidivaba, aunque en cantidades clínicamente no significativas. Los incisivos superiores se proinclinaban y los inferiores se retroinclinaban, aunque menos que con la máscara facial. Los cambios durante el tratamiento se mantuvieron con el tiempo, siendo estable la inclinación de los incisivos (Battagel y Orton, 1993). Además, el maxilar disminuyó su avance, el plano oclusal siguió aplanándose y se observaron cambios en la mandíbula que siguió creciendo, pero no se apreciaron cambios dentales. También se observó una disminución de la sobremordida en el periodo postratamiento, lo que lleva a la interpretación de que si se consigue mayor sobremordida durante el tratamiento, habrá menor probabilidad de recidiva.

Como hemos visto, la tracción extraoral inferior está indicada en pacientes con prognatismo mandibular. También a lo largo de la literatura se dan más indicaciones, como por ejemplo, utilizar este aparato para evitar el abuso de los elásticos por los efectos indeseables que producen o para distalar la arcada inferior cuando está protruida (Canut, 1988). Otros autores indican el uso de la tracción extraoral inferior cuando los incisivos superiores están protruidos (Battagel y Orton, 1991).

#### **2.5.4.- MÁSCARA FACIAL**

Aunque la tracción anterior del maxilar se remonta a finales del siglo XIX, cobra gran importancia a partir de los trabajos de Delaire a finales de los años 60, y tiene como objetivo traccionar del maxilar hacia delante para corregir las clases III. La forma de traccionar ha ido variando desde la mentonera, a la que se añadían unos vástagos que permitían dicha tracción mediante elásticos apoyados en los molares superiores, a la máscara de Delaire con un apoyo frontal y otro en el mentón. Debido a la mesialización que se producía en los dientes superiores al apoyarse en ellos, Oppenheim (1944) aconsejaba ferulizar la arcada superior con algún tipo de aparato de apoyo palatino, para traccionar desde unos ganchos de las bandas de los primeros molares superiores.

Se ha publicado mucho sobre la máscara facial para traccionar del maxilar, unas veces acompañada de expansión y otras sin expansión, así como aplicada a diferentes edades. En el apartado de "Momento de tratamiento" hemos revisado cómo los mejores resultados se obtienen en dentición temporal y mixta 1ª fase, aunque sigue siendo eficaz su utilización en edades más avanzadas. Además, la colaboración del paciente es mejor en estas edades tempranas (Turley, 2007).

Todos los estudios coinciden en que el tratamiento con máscara facial produce un avance del maxilar (Ngan y cols., 1992, 1997; Baik, 1995; Chong y cols., 1996; Deguchi y cols. 1999; Baccetti y cols., 2000; Jäger y cols., 2001; Arman y cols., 2004 y 2006; Göyenc y Ersoy, 2004; Tortop y cols., 2007; Showkalbakhsh y cols., 2011; Gencer y cols., 2015), aunque la cantidad de dicho avance es lo que varía de unos estudios a otros. Así, Ngan y cols. (1996a) encontraron un avance de 1,8 mm y en un estudio posterior, en 1998, de 2,1 mm; Williams y cols. (1997) de 1,54 mm, Gallagher y cols. (1998) de 1,6 mm por año, Nartallo-Turley y Turley (1998) de 3,34 mm, Westwood y cols. (2003) de 1,8 mm más que en el grupo control, Isci y cols. (2010) de 2,33 mm y Reed y cols. (2014) de 2,6 mm.

La máscara tracciona del maxilar hacia delante, pero si se quiere realizar ortopedia debe estabilizarse la arcada superior con el fin de evitar al máximo el

efecto dental. Esto se puede hacer de varias maneras: con expansión rápida del maxilar, con un botón de Nance, con aparatos de acrílico que cubran las superficies oclusales o con aparatología fija con arcos gruesos.

La protracción del maxilar produce patrones de respuesta diferentes del complejo craneofacial en función de la dirección de la fuerza, como demostraron Tanne y cols. (1989) y Hata y cols. (1987) que traccionando del maxilar en cráneos observaron: una rotación anterior del mismo cuando se hacía a nivel de la arcada superior, una rotación posterior si se hacía desde 10 mm por encima de la horizontal de Frankfurt y un movimiento hacia delante sin apenas rotación si se hacía 5 mm por encima del plano palatino.

Keles y cols. (2002) vieron que la rotación del plano palatino cuando hay protracción del maxilar puede verse afectada por el lugar de aplicación de la fuerza, la magnitud de la misma y la dirección de tracción de los elásticos. Compararon la tracción desde los caninos con 30° de inclinación hacia el plano oclusal y desde 20 mm por encima del plano oclusal a la altura de los premolares, concluyendo que aunque ambos protruyeron el maxilar, en el primer grupo hubo rotación antihoraria y en el segundo hubo traslación sin rotación, siendo este último tipo de tracción el más deseable en casos de mordidas abiertas o pacientes dólcofaciales.

En el metaanálisis que hicieron Jäger y cols. en el año 2001 concluyeron que la máscara facial además de avanzar el maxilar producía una rotación anterior del mismo. En este sentido, Canut y cols., (1990) observaron dicha rotación anterior del maxilar al traccionar de él, siendo más intensa cuando la fuerza se aplicaba a los incisivos laterales que cuando se aplicaba a los primeros molares permanentes. También, Itoh y cols. (1985) vieron que si la fuerza resultante de la tracción anterior se aplicaba paralela al plano oclusal producía mayor rotación antihoraria en el molar y en el plano palatino que si se hacía con una inclinación de 20° hacia abajo respecto a dicho plano, en cuyo caso este efecto disminuía. Sin embargo, Tagawa y cols. (2012), no encontraron dicha rotación anterior del plano palatino traccionando entre caninos y molares en una dirección paralela al plano oclusal.

En la mandíbula se produce una posterorrotación debido al efecto mentonera de la máscara, ya que se apoya en el mentón para traccionar del maxilar hacia delante, siendo muy frecuente este hallazgo en la mayoría de los estudios (Ngan y cols., 1992, 1996a, 1997; Baik, 1995; Chong y cols., 1996; Williams y cols., 1997; Gallagher y cols., 1998; Nartallo-Turley y Turley, 1998; Deguchi y Kanomi, 1999; Jäger y cols., 2001; Arman y cols., 2004, 2006; Isci y cols., 2010). Esto se traduce en un menor aumento del que cabría esperar del prognatismo mandibular (Mermigos y cols., 1990; Westwood y cols., 2003; Reed y cols., 2014). Pocos estudios han encontrado una rotación anterior de la mandíbula con tendencia a disminuir el ángulo del plano mandibular y el ángulo goniaco (Mermigos y cols., 1990). Baccetti y cols. (2000) observaron una restricción del crecimiento mandibular debido a que el cóndilo crecía hacia arriba y atrás, aunque vieron que posteriormente tendía a recidivar.

El efecto de rotación posterior de la mandíbula produce un aumento del ángulo del plano mandibular, que encontraron Ngan y cols. (1996), Reed y cols. (2014), pero no Gencer y cols. (2015). También se produce un aumento de la altura facial anteroinferior para la mayoría de autores (Mermigos y cols., 1990; Ngan y cols., 1996a, 1997; Baccetti y cols., 2000; Jäger y cols., 2001; Arman y cols., 2004, 2006; Isci y cols., 2010; Reed y cols., 2014; Gencer y cols., 2015). Sin embargo, Deguchi y Kanomi (1999), y Tagawa y cols. (2012) no observaron este aumento de la altura facial antero-inferior. En un intento de prevenir esta rotación de la mandíbula se han diseñado diversos aparatos a lo largo de los años, como el de Göyenci y Ersoy (2004) que traccionaba desde una placa removible superior con resina acrílica en oclusal y unas ramas de tracción extraoral dirigidas hacia arriba, evitando así la rotación de ambos maxilares y el aumento de la altura facial inferior.

Debido a los efectos sobre los maxilares, la mayoría de autores encuentran una mejoría del ángulo SNA, que aumenta con el tratamiento (Nartallo-Turley y Turley, 1998; Williams y cols., 1997; Arman y cols., 2004; Isci y cols., 2010; Mandall y cols., 2010; Showkalbakhsh y cols., 2011; Nienkemper y cols., 2013; Gencer, 2015), y del ángulo SNB que disminuye (Nartallo-Turley y Turley, 1998; Jäger y cols., 2001; Mandall y cols., 2010; Nienkemper y cols., 2013; Gencer, 2015), así



como una mejoría del ángulo ANB (Nartallo-Turley y Turley, 1998; Jäger y cols., 2001; Arman y cols., 2006; Mandall y cols., 2010; Nienkemper y cols., 2013; Tortop y cols., 2014; Tagawa y cols., 2012) y del Wits appraisal (Westwood y cols. 2003; Nienkemper y cols., 2013; Wilmes y cols., 2014; Gencer, 2015).

En cuanto a los efectos dentales, debido a que la máscara facial se apoya en los dientes superiores produce algunos movimientos no siempre deseados, ya que lo ideal sería que la corrección fuese sobre todo esquelética sin tener apenas efectos dentales. Uno de los principales efectos dentales es la protrusión o proinclinación de los incisivos superiores, que encuentran la mayoría de estudios (Ngan y cols., 1992, 1996a, 1997; Baik, 1995; Williams y cols., 1997; Gu y cols., 2000; Jäger y cols., 2001; Göyencü y Ersoy, 2004; Tortop y cols., 2014; Reed y cols., 2014). Gencer y cols., 2015 encuentran que esta protrusión de los incisivos superiores, aunque significativa, es igual a la que se produce en el grupo control. Alcan y cols. (2000) encontraron extrusión y retroinclinación de dichos incisivos al traccionar sin apoyo en el mentón, desde un arco facial cuyas ramas subían para traccionar desde el apoyo frontal, coincidiendo con los hallazgos de Keles y cols. (2002) al traccionar a la altura de los premolares pero 20 mm por encima del plano oclusal.

En la literatura se ha cuestionado si la protracción del maxilar era más efectiva cuando previamente se hacía una expansión del mismo, ya que se consideraba que tras dicha expansión las suturas intermaxilares estaban más abiertas y los efectos esqueléticos serían mayores. Baik (1995) encontró un mayor movimiento del maxilar cuando se realizaba expansión rápida del paladar. En un metaanálisis que hicieron Kim y cols. (1999) para determinar si el efecto esquelético de la tracción anterior del maxilar era mayor con o sin expansión concluyeron que cuando no se había realizado expansión, la angulación de los incisivos superiores al finalizar el tratamiento estaba más aumentada, de lo que deducen que el efecto esquelético es mayor cuando se realiza expansión, lo que coincide con los hallazgos de Gautam y cols. (2009). También Halicioglu y cols. (2014) comparan los efectos de la máscara facial con o sin expansión y encuentran una mayor proinclinación de los incisivos superiores cuando no se realiza expansión. Sin embargo, Vaughn y cols. (2005) no encontraron diferencias

significativas si se había realizado disyunción previamente al uso de la máscara facial.

Respecto a los incisivos inferiores se ha visto en la mayoría de estudios que se produce una retroinclinación (Chong y cols., 1996; Ngan y cols., 1996a, 1997; Campbell, 1983; Arman y cols., 2004; Showkalbakhsh y cols., 2011; Tagawa y cols., 2012; Reed y cols., 2014; Gencer y cols., 2015) o un enderezamiento (Gallagher y cols., 1998; Jäger y cols., 2001) al compararlos con las clases III no tratadas que servían de grupo control, en las que dichos incisivos inferiores se protruían (Arman y cols., 2004; Gencer y cols., 2015).

En cuanto a los efectos de la máscara facial sobre los molares, en la mayoría de los estudios se observa que los superiores se desplazan hacia mesial tras el uso de la máscara (Ngan y cols., 1992, 1996a; Nartallo-Turley y Turley, 1998; Tortop y cols., 2014) con mayor angulación si no se usa una doble placa que detenga dicha mesialización (Gencer y cols., 2015), y también se extruyen (Ngan y cols., 1996a; Göyenci y Ersoy, 2004; Isci y cols., 2010; Reed y cols., 2014), excepto en algunos estudios como el de Alcan y cols. (2000) en el que, al anular el apoyo del mentón la dirección de la fuerza resultante tiene un componente intrusivo sobre el molar. Tampoco se observa dicha extrusión de molares superiores cuando se colocan planos de acrílico en la arcada superior durante la tracción (Göyenci y Ersoy, 2004). Los efectos de la máscara facial sobre los molares inferiores son mínimos, referenciándose en algún caso extrusión de los mismos (Ngan y cols., 1996a; Reed y cols., 2014).

El resultado de estos efectos esqueléticos y dentales permite una corrección del resalte (Ngan y cols., 1998; Gu y cols., 2000; Mandall y cols., 2010; Tortop y cols., 2014; Reed y cols., 2014; Gencer y cols., 2015) y de la relación molar (Ngan y cols., 1997; Tortop y cols., 2014) que es mayor si se utiliza una doble placa con guía según Gencer y cols. (2015). Sin embargo, debido a la rotación posterior de la mandíbula y al aumento de la dimensión vertical que produce el uso de la máscara, hay una disminución de la sobremordida (Ngan y cols., 1996a y 1997; Gencer y cols., 2015). También hay cambios en el plano oclusal, que se inclina hacia delante (Ngan y cols., 1998), aunque cuando la fuerza se aplica 20 mm o

más por encima del mismo se produce una rotación horaria (Alcan y cols., 2000; Keles y cols., 2002).

Todos estos cambios dentales y esqueléticos se reflejan en los tejidos blandos y en el perfil, ya que acompañan el movimiento del maxilar en un 50-79% y de la mandíbula en un 71-81%, resultando una perfil más recto y no tan cóncavo, con mejoría también de los labios (Ngan y cols., 1996b; Nartallo-Turley y Turley, 1998; Arman y cols., 2004).

En general, algunos estudios encuentran que la corrección de la clase III con máscara facial tiene poco efecto ortopédico y moderado efecto dentoalveolar (Williams y cols., 1997), otros no encuentran que haya contribución dental, siendo la corrección sólo esquelética (Tortop y cols., 2007), mientras que otros consideran que la máscara facial es efectiva por tener efectos esqueléticos y dentales (Mandall y cols., 2010, Tagawa y cols., 2012). No obstante, se recomienda la sobrecorrección ya que el crecimiento es similar al de las clases III no tratadas (Turley, 2007).

Cordasco y cols., en 2014 hicieron una revisión sistemática para valorar la eficacia a corto plazo de la máscara facial incluyendo ensayos clínicos aleatorizados, ya que son los que mayor nivel de evidencia científica aportan. Sólo encontraron tres estudios que concluyeron que la máscara fue eficaz a corto plazo, y producía un desplazamiento hacia delante del maxilar y hacia detrás de la mandíbula, con una rotación horaria del plano mandibular y antihoraria del plano maxilar, lo que coincide con la revisión que hicieron Freire y cols. (2012) que además encontraron un desplazamiento anterior de los incisivos superiores y una inclinación lingual de los incisivos inferiores, independientemente del tipo de máscara utilizada (compararon 8 tipos diferentes), el tipo de anclaje, la dirección y la magnitud de las fuerzas aplicadas.

En una revisión sistemática en la base de datos de Cochrane (Watkinson y cols., 2013) se incluyeron siete ensayos clínicos aleatorizados cuyo nivel de evidencia era bajo, en los que comparaban el uso de la máscara facial con individuos no tratados y la mentonera también con controles sin tratamiento. Concluyeron que había algo de evidencia de que la máscara facial corrige los

incisivos inferiores prominentes cuando se compara con los controles no tratados a corto plazo, aunque debido a la baja calidad de los estudios incluidos, estos resultados debían tomarse con precaución, y se necesitan más ensayos clínicos controlados y aleatorizados con un seguimiento a largo plazo.

En un intento de conseguir mayores efectos esqueléticos ha surgido un protocolo de tratamiento en el que se expande y se comprime el maxilar de forma alterna para desarticular las suturas circunmaxilares y conseguir así mayor movilidad del maxilar. A este protocolo de tratamiento se le ha denominado Alt-RAMEC (Alternate Rapid Maxillary Expansions and Constrictions). Wang y cols. (2009) aplicaron este tratamiento a gatos que luego sacrificaron y comprobaron que Alt-RAMEC abrió las suturas circunmaxilares sagitales y coronales más que la expansión rápida del maxilar, y que las suturas sagitales, tanto las que articulan directamente con el maxilar (intermaxilar y nasomaxilar) como indirectamente (internasal y cigomácticotemporal), se abrieron significativamente más (del 94,4% al 100%) que las que articulan coronalmente, bien directa (frontomaxilar, cigomácticomaxilar) o indirectamente (frontonasal), que se abrieron del 56,9% al 58,3%.

También Isci y cols. (2010) compararon los efectos del protocolo Alt-RAMEC frente a la expansión rápida del maxilar en pacientes y observaron que la máscara facial producía un mayor avance del punto A si se trataba con Alt-RAMEC que con expansión rápida, siendo 4,13 mm en el primer caso y 2,33 mm en el segundo. El resto de efectos mandibulares y de dimensión vertical fueron prácticamente los mismos, excepto que los incisivos superiores avanzaron más con Alt-RAMEC. El 91% de la corrección del resalte en el grupo tratado con Alt-RAMEC fue esquelética, de la cual, el 57,9% fue por contribución del maxilar y el 35,1% de la mandíbula, mientras que en el grupo tratado con expansión rápida del maxilar la corrección esquelética fue del 92,5%, de la que el 46,8% fue debida al maxilar y el 45,7% a la mandíbula.

Algunos estudios han comparado los efectos de la máscara facial con la mentonera de tracción anterior, y no han encontrado diferencias significativas en el avance del maxilar (Showkalbakhsh y cols., 2011). También se ha comparado el

uso de la máscara facial acompañada de expansión rápida palatina con el de mentonera y una placa de mordida, y se ha observado que los efectos son similares a nivel de los tejidos blandos (Arman y cols., 2004). Perillo y cols. (2015), que compararon el uso de máscara facial con el de mentonera acompañada de placas con elásticos de clase III, observaron resultados similares en el avance maxilar y la restricción mandibular, teniendo mayor divergencia de los maxilares el grupo de máscara que el de mentonera tras el tratamiento, lo que supone mayor un control vertical de la mentonera con placas.

Otros estudios han comparado el uso de máscara facial con el de la tracción extraoral inferior, y han observado sobre todo diferencias en el resalte (Battagel y Orton, 1995), que mejora más con la máscara facial que con la tracción inferior a expensas, principalmente, de una mayor proinclinación de los incisivos superiores y una mayor retroinclinación de los inferiores (Baccetti y cols., 2007c). También los cambios en el maxilar son mayores con máscara debido al aumento del ángulo SNA. Por otro lado, con la tracción extraoral inferior no aumenta tanto la longitud mandibular ni la longitud facial media y se producen más efectos en los molares inferiores, más cambios en el labio superior y una rotación horaria del plano oclusal (Battagel y Orton, 1995).

#### **2.5.5.- ANCLAJE ÓSEO**

Como hemos visto en el apartado anterior, la protracción del maxilar realizada apoyándose en los dientes superiores tiene efectos no sólo ortopédicos sino también dentales, muchas veces no deseados durante el tratamiento de ortodoncia. En 1985, Kockich y cols. fueron los primeros en apoyarse en caninos anquilosados para traccionar con una máscara facial en un caso único. Más tarde, Singer y cols. en el año 2000 retomaron esta idea publicando un caso de fisura palatina tratado con máscara facial sobre dos implantes cigomáticos.

En ese intento de minimizar los efectos dentales de la tracción anterior se empezó a aplicar la fuerza de la máscara directamente sobre miniplacas o implantes en el maxilar. Enacar y cols. (2003) se apoyaron en implantes

osteointegrados en una niña con hipoplasia maxilar severa y observaron que aumentaba la convexidad maxilar, pasando de -4 a +3 mm. Hong y cols. (2005) colocaron un implante en el centro del paladar y aplicaron la fuerza de la máscara a la arcada superior ferulizada a dicho implante, gracias a lo cual, consiguieron minimizar la extrusión de los molares superiores que además no se mesializaron y el maxilar avanzó 2,9 mm tanto en sentido vertical como horizontal. A pesar de ello, el ángulo del plano mandibular aumentó 3° así como la altura facial inferior, que también aumentó.

Kircelli y cols. en 2006, traccionaron con una máscara facial de dos miniplacas colocadas en la pared lateral nasal del maxilar en una paciente con una hipoplasia severa del maxilar e hipodoncia, consiguiendo un avance de 8 mm del maxilar.

Es bien sabido que la clave del éxito para la corrección ortopédica de las clases III es la colaboración del paciente. A la vista de los buenos resultados obtenidos con el anclaje óseo y en un intento de aumentar dicha colaboración para conseguir un mayor efecto esquelético, aparecieron los anclajes óseos bimaxilares, que posibilitan el uso continuado de los elásticos las 24 horas del día, siendo mejor aceptados por el paciente que la máscara facial, aunque ésta sólo tengan que llevarla 14 horas al día.

De Clerck y su equipo fueron los primeros investigadores que aplicaron elásticos intermaxilares desde miniplacas colocadas en la sínfisis mandibular y en el hueso cigomático, evitando de esta manera el uso de aparatología extraoral. El uso de las miniplacas supone 8 cirugías en dos procesos quirúrgicos, 4 para la inserción de las dos superiores y las dos inferiores y otras 4 para la desinserción de las mismas, lo que aumenta los costes además de algunas molestias y de que en algunos casos han fallado y ha habido que retirarlas. No obstante, explican por qué prefieren su utilización en lugar de los minitornillos, cuyo uso sería más sencillo y no tan invasivo en cuanto a su colocación y desinserción, y es que éstos últimos tienen el inconveniente de que la densidad de hueso en los preadolescentes es menor y además suelen haber dientes no erupcionados que podrían dañarse durante su colocación.

La gran ventaja del anclaje esquelético es, por tanto, que transfiere la fuerza directamente a los huesos y a las suturas aumentando el efecto ortopédico, algo imposible de conseguir con la máscara facial apoyada en la arcada superior, ya que un gran porcentaje de la fuerza se pierde a través del ligamento periodontal y tiene efecto sobre los dientes de soporte. En 2008, Cornelis y cols. estudiaron la percepción que tenían 97 pacientes y 30 clínicos tras usar miniplacas y concluyeron que los aparatos eran bien tolerados por los pacientes y la experiencia quirúrgica mejor de lo que esperaban en el 82% de los casos, con poco o nada de dolor. Para los ortodoncistas los aparatos eran fáciles de usar y simplificaban mucho el tratamiento de ortodoncia.

Uno de los efectos más significativos de las miniplacas con elásticos de clases III fue el avance del maxilar sin prácticamente rotación del mismo. Este avance fue de casi 4 mm en el estudio de De Clerck y cols. (2010) y de 3,7 mm en el de Nguyen y cols. (2011), acompañado además de un avance del proceso cigomático (Heymann y cols., 2010; Nguyen y cols., 2011) que se extendió a las zonas orbital y pterigomaxilar (De Clerck y cols., 2010; Koh y Chung, 2014). Los incisivos superiores avanzaron 4,3 mm según Nguyen y cols. (2011), se proinclinaron en la mitad de los pacientes del estudio de Heymann y cols. (2010), se retroinclinaron en la otra mitad, y no cambiaron su inclinación en el estudio de De Clerck y cols. (2010). Se produjo un avance del labio superior (Heymann y cols., 2010) que en el estudio de Nguyen y cols. (2011) fue de 3,82 mm. Este último estudio encontró una alta correlación entre las variables arriba nombradas, por lo que sugiere que el tercio medio se desplaza hacia delante como una unidad.

En la mandíbula los cambios son menores, de manera que De Clerck y cols. (2010) encontraron una disminución del ángulo goniaco de 4,1° sin aumento de la altura facial inferior, mientras que Heymann y cols. (2010) observan cambios en la zona anterior de la mandíbula de distinta magnitud y dirección, además de cambios en el cóndilo que son positivos en la superficie posterior y negativos en la anterior, sin especificar la cantidad. Esto apunta en la misma dirección que los hallazgos posteriores de De Clerck y cols. (2012) que observaron una

remodelación de la fosa glenoidea con reabsorción en su pared posterior y aposición en la eminencia articular.

En cuanto a los incisivos inferiores se proinclinaron  $1,7^\circ$  en el estudio de De Clerck y cols. (2010), lo que coincide con Heymann y cols. (2010). No obstante, Nguyen y cols. (2011) sugieren valorar los resultados tras el tratamiento con aparatología fija y tras el brote puberal para comprobar la estabilidad a largo plazo.

El primer estudio en comparar los cambios dentoesceléticos producidos por los tratamientos con máscara facial y expansión maxilar frente a los realizados con miniplacas fue el de Cevitanes y cols. en 2010. Aunque los protocolos eran diferentes respecto al punto de aplicación de la fuerza y sus vectores, respecto a la frecuencia y magnitud del uso de elásticos, así como al momento de iniciar el tratamiento, se observó que había una mejoría significativamente mayor de las medidas maxilares, intermaxilares y de la relación molar en el grupo de anclaje óseo, aunque no hubo diferencias en la posición sagital de la mandíbula excepto un ligero cierre, estadísticamente significativo, del ángulo del plano mandibular en el grupo de anclaje óseo, en el que aumentó menos la altura facial anteroinferior, lo que coincide con los estudios posteriores de Baccetti y cols. (2011) y de Hino y cols. (2013). También hubo con el uso de las miniplacas una mayor proinclinación de los incisivos inferiores, que fue  $6,2^\circ$  mayor que en el grupo de expansión y máscara, por lo que concluyeron que la máscara facial con expansión rápida del maxilar tiene más éxito en dentición temporal y mixta inicial, mientras que el anclaje óseo lo tiene en dentición mixta tardía y en dentición permanente.

El anclaje óseo tiene la ventaja de que el tiempo total de tratamiento es menor, ya que entre las dos fases no hay tanto tiempo de espera (Cevitanes y cols., 2010; Sar y cols., 2011). Otra ventaja añadida de las miniplacas superiores es que se pueden mantener para distalar los molares superiores durante la fase de aparatología fija.

Se ha combinado el uso de la máscara facial con el anclaje óseo colocando únicamente dos miniplacas en el maxilar con el fin de minimizar los efectos



dentales de la tracción anterior. Si se compara con el anclaje dental que utiliza la expansión rápida del maxilar, se ha visto que con anclaje esquelético el avance que se produce del maxilar es mayor, además de que no se protruyen los incisivos superiores ni se mesializan los molares (Sar y cols., 2011; Kaya y cols., 2011; Cha y Ngan, 2011; Ge y cols., 2012; Lee y cols. 2012b). También hay menor posterorrotación mandibular y, por tanto, menor aumento de la altura facial inferior (Sar y cols., 2011; Lee y cols., 2012b), observándose en los pacientes dólcofaciales una disminución del ángulo del plano mandibular (Koh y Chung, 2014). Sin embargo, Cha y Ngan (2011) no encontraron diferencias significativas entre ambos protocolos en cuanto a la rotación posterior mandibular ni al ángulo del plano mandibular que aumentó y tampoco respecto al plano palatino que disminuyó, aunque la extrusión de los molares superiores fue menor con las miniplacas.

También Sar y cols., en 2014, compararon el uso de la máscara facial a miniplacas en el maxilar con elásticos 14 horas al día, con el de un disyuntor superior y miniplacas en la mandíbula con elásticos 24 horas al día. En el grupo del disyuntor hubo más protracción del maxilar con rotación antihoraria, mayor rotación posterior de la mandíbula y aumento de la altura facial anterior. Dentalmente hubo extrusión y mesialización de los molares superiores y proinclinación de los incisivos superiores, cosa que no ocurrió en el grupo de máscara facial. Los incisivos inferiores se protruyeron en el grupo del disyuntor con elásticos de clase III a miniplacas inferiores y se retroinclinaron en el de máscara facial a miniplacas superiores, pero los cambios en los tejidos blandos fueron similares. Por lo tanto, los autores sugieren aplicar el protocolo de máscara facial a miniplacas superiores en pacientes con retrusión severa del maxilar, dólcofaciales o con ausencia de dientes de anclaje, mientras que los elásticos de clase III a miniplacas inferiores en pacientes con patrón normal o braquifaciales y con los incisivos inferiores retroinclinados.

A partir de aquí han surgido múltiples combinaciones de anclaje óseo. Así, He y cols. (2013) compararon la técnica Multiloop Edgewise Arch Wire (MEAW) con elásticos de clase III apoyados en los segundos molares superiores o en microtornillos. Comprobaron que apoyándose en los microtornillos no se

producía proinclinación de los incisivos superiores, sino una ligera retrusión y extrusión de los mismos, y tampoco se extruían los molares superiores ni había posteriorrotación mandibular. Además, los molares inferiores se inclinaban a distal sin extruirse y la arcada inferior se distalaba, disminuyendo la protrusión del labio inferior. Sin embargo, sin microtornillos los incisivos superiores se proinclinaban, se extruían los molares superiores y aumentaba el ángulo del plano mandibular así como la altura facial anterior, por lo que recomiendan el uso de microtornillos en casos de mordidas abiertas y en pacientes dólícofaciales.

Major y cols. (2012), en una revisión sistemática para comparar el anclaje dental con el óseo, observaron que en los ensayos clínicos los pacientes eran menos severos que en los "case reports" o series de casos, quizá porque cuestiones éticas impiden incluir en ensayos clínicos a pacientes severos si no se tiene un pronóstico razonable de buen resultado, o quizá porque en los "case reports" se enseñan los mejores resultados. Los anclajes esqueléticos intraoral y extraoral no se podían comparar debido a la incompatibilidad de los análisis cefalométricos en el momento inicial de la observación. En esta revisión concluyeron que se pueden esperar mayores cambios ortopédicos con menos cambios dentales si se utiliza protracción del maxilar con anclaje óseo.

Al comparar el anclaje esquelético intraoral con el extraoral hay que tener en cuenta que la dirección de la fuerza es diferente y que las horas de aplicación de la misma también. Raghuraman y cols. (2013) estudiaron los cambios nasomaxilares en cráneos humanos aplicando la fuerza de protracción en dos supuestos: el primero a nivel del plano oclusal con 0° de angulación, y el segundo 15 mm por encima de dicho plano y con 20° de angulación hacia abajo. Además, lo hicieron en dos momentos diferentes: antes y después de la expansión. Cuando se aplicaba a nivel del plano oclusal sin expansión había un desplazamiento anterior del maxilar con rotación antihoraria, pero si por el contrario se hacía 15 mm por encima del plano oclusal con 20° hacia abajo y expansión, se producía traslación pura del maxilar sin rotación.

En 2013, Morales-Fernández y cols. hicieron una revisión sistemática del anclaje óseo frente al dental y en los dos tipos de tratamiento se observó

posterorrotación mandibular y aumento de la altura facial anteroinferior, que se expresó más en el tratamiento con anclaje dental que con el óseo. Los parámetros dentales como el resalte, aumentaron significativamente en ambos grupos con un rango de 1,7 a 7,9 mm en el anclaje dental y de 2,7 a 7,6 mm en el óseo.

## **2.6.- ESTABILIDAD Y PREDICCIÓN DE RESULTADOS**

El tratamiento de las clases III supone un desafío para el ortodoncista porque aunque se traten en edades tempranas, se observa con relativa frecuencia y a pesar de conseguir resultados aceptables, que suele haber cierta tendencia a la recidiva, independientemente del tipo de tratamiento (Sugawara y col, 1990; Franchi y cols., 1997; Tahmina y cols. 2000) y de la edad a la que se haya realizado (Battagel, 1993b).

No es fácil separar crecimiento de recidiva, ya que algunos de estos cambios se podrían considerar cambios normales en la adolescencia tardía y no recidiva. El predominio del desarrollo horizontal de la mandíbula sobre el maxilar y la rotación anterior de la misma están en línea con los cambios normales que tienen lugar al final de la adolescencia que describen Björk y Skieller (1972), por lo que no está tan claro que sea recidiva.

Los cambios a lo largo del tiempo no se producen tanto en el maxilar, que se mantiene prácticamente estable hasta que finaliza el crecimiento (Yoshida y cols., 1999; Masucci y cols., 2011), como en la mandíbula que sigue creciendo sin que los incisivos superiores puedan proinclinarse para mantener el resalte (Ngan, y cols., 1997; Williams y cols., 1997; Baccetti y cols., 2000; Westwood y cols., 2003; Arman y cols., 2006).

Battagel y Orton (1993) observaron que con el tratamiento cambiaba la posición de la mandíbula pero no su longitud, de manera que el crecimiento mandibular se redireccionaba y no se reducía durante el tratamiento, y por tanto, no consideran que exista una aceleración del crecimiento postretención, sino que el crecimiento facial y sobre todo el mandibular continúa, y da lugar a una

disminución del resalte y de la sobremordida. Además, observaron que dicho crecimiento mandibular se produce en ambos sexos y que en las mujeres con clase III sigue activo en la tercera década de la vida, siendo un factor importante en la recidiva. Palma y cols. (2015) tras analizar 22 mujeres con una media de 10 años postratamiento observaron que los cambios se mantenían estables sin tendencia a la recidiva, con un éxito del 81,8% de los casos, y que hubo una ligera rotación posterior de la mandíbula que ayudó a mantener la mejoría a largo plazo.

Hägg y cols., en 2003, al analizar los cambios 8 años postratamiento comprobaron que la mandíbula creció cuatro veces más en el grupo de mayor recidiva que en el más estable, que creció dos veces más. En este sentido, Tahmina y cols. (2000) encontraron que la mandíbula inicialmente era similar en tamaño y posición en los dos grupos, pero tuvo un desplazamiento hacia delante y una rotación anterior mayor con el tiempo en el grupo más inestable, lo que coincide con los hallazgos de Ko y cols. (2004). También encontraron que los pacientes que más recidivaron fueron los que inicialmente tenían mayor ángulo goniaco y mayor altura facial anteroinferior, contrariamente a Iida y cols. (2005) que encontraron buenos resultados tanto en los dólcofaciales como en los que no lo eran, y ambos grupos mantuvieron las características iniciales durante la retención. Según Hägg y cols. (2003) y Ko y cols. (2004) los que más recidivaron fueron aquellos en los que más había aumentado el ángulo del plano mandibular al final del tratamiento, y se había producido una mayor posterorrotación de la mandíbula y un mayor aumento de la altura facial inferior. Yoshida y cols. (1999) al valorar los efectos de la mentonera de tracción anterior a largo plazo en niñas japonesas encontraron que la mandíbula mantuvo su posición aunque mostró un crecimiento excesivo hacia delante y hacia abajo.

No obstante, en la mayoría de los casos se mantiene la mejoría aunque con algo de recidiva (Yoshida y cols., 1999; Gallagher y cols., 1998; Iida y cols., 2005; Masucci y cols., 2011). Üner y cols. (1995) observaron que los incisivos inferiores, que se habían retruido durante el tratamiento, recuperaban sus valores iniciales. Además, los incisivos superiores también se protruyeron durante el periodo postratamiento.

Dicho todo esto, si pudiésemos anticipar un resultado poco favorable antes de tratar a un paciente, podríamos plantearnos modificar el tipo de tratamiento utilizado, el momento de iniciarlo o incluso, si supiésemos con certeza que el tratamiento no iba a tener éxito, esperar a que finalizase el crecimiento para realizar ortodoncia combinada con cirugía ortognática.

En este sentido, Battagel (1993b) fue una de las primeras investigadoras que pensó en la necesidad de tener un modelo de predicción de los resultados a largo plazo en los tratamientos de clase III. En su estudio seleccionó cuatro variables predictoras: la inclinación de los incisivos superiores con el plano maxilar, las distancias de Labrale superior a Nasion blando y Labrale inferior a la vertical en Sella y el número de dientes anteriores que estaban en mordida cruzada. Encontró que ellas por sí solas no eran diferentes en el grupo que recidivó y en el grupo que fue estable, pero la combinación de todas ellas sí lo fue. No obstante, clasificó correctamente el 73% de los casos, y predijo la recidiva sólo en el 61,5% de los mismos.

A partir de ahí surgieron múltiples estudios con esta finalidad (Franchi y cols. 1997; Zentner, 2001; Schuster y cols., 2003; Moon y cols., 2005; Ghiz y cols., 2005; Yoshida y cols., 2006), por lo que la gran variedad de modelos de predicción hace dudar de si realmente es posible identificar predictores fiables. Uno de los parámetros que coincide en muchos estudios es el ángulo goniaco, que fue mayor al inicio del tratamiento en las clases III que resultaron menos estables (Stensland y cols., 1998; Tahmina y cols., 2000; Ko y cols., 2004; Yoshida y cols., 2006; Ghiz y cols., 2005; Moon y cols., 2005).

Wells y cols. (2006) observaron que si durante el tratamiento se producía rotación posterior mandibular con aumento del ángulo del plano mandibular y de la altura facial anterior había mayor probabilidad de fracaso. Sin embargo, el éxito era mayor cuanto mayor eran el resalte y la proinclinación de los incisivos superiores que se conseguía al final del tratamiento, es decir, cuanto mayor capacidad había de compensar dentoalveolarmente, mejores resultados se alcanzaban. Esto coincide, en parte, con Yoshida y cols. (2006) que observaron que si durante el tratamiento con mentonera de tracción anterior se producía un

aumento de las medidas verticales (especialmente de la altura facial inferior), un aumento del ángulo goniaco y un aumento del ángulo del plano mandibular había menor probabilidad de éxito, y que éste era mayor cuanto más aumentaba el ángulo SNA y menos aumentaba el SNB, con la consiguiente mejoría del Wits appraisal durante el tratamiento.

En los estudios revisados hay muchos otros parámetros que aparecen como posible predictores de éxito o fracaso como el Wits appraisal (Alarcón Pérez y cols., 1999; Schuster y cols., 2003; Ferro y cols., 2003; Ko y cols., 2004), la retroinclinación de los incisivos inferiores (Alarcón Pérez y cols., 1999; Schuster y cols., 2003; Ko y cols., 2004), el ángulo del plano mandibular aumentado (Schuster y cols., 2003; Baccetti y cols., 2004; Moon y cols., 2005), la mayor altura facial antero-inferior (Tahmina y cols., 2000; Yoshida y cols., 2006), la profundidad maxilar (Canut y cols., 1985), la distancia espina nasal anterior-espina nasal posterior (Alarcón Pérez y cols., 1999), o la menor sobremordida (Ferro y cols., 2003; Wells y cols., 2006).

Algunos estudios como los de Ghiz y cols. (2005) y los de Wells y cols. (2006), encontraron que los pacientes con peores resultados tenían una posición de la mandíbula más adelantada, que se puede relacionar con otros parámetros encontrados en otros estudios como: el ángulo S-N-Go más avanzado que encuentran Stensland y cols. (1998), el ángulo de la base craneal más agudo (Baccetti y cols., 2004; Alarcón Pérez y cols., 1999), la mayor inclinación de la rama mandibular y el ángulo N-Ar-Pg mayor que encuentran Tahmina y cols. (2000) o el mayor ángulo SNB de Ferro y cols. (2003).

En cuanto a la edad de inicio de tratamiento y su duración, Ferro y cols. (2003) no encontraron que influyera en el éxito o fracaso a largo plazo, aunque Wells y cols. (2006) observaron que los tratamientos iniciados a partir de los 10 años tenían menos éxito conforme aumentaba la edad de inicio. Parece que lo que determina el éxito no es la respuesta del maxilar, sino la cantidad y dirección de crecimiento mandibular durante y después de la adolescencia, ya que los pacientes de fracaso tenían mucho más crecimiento facial tardío que los de éxito

(Wells y cols., 2006). Además, se encontró menor estabilidad en los hombres que en las mujeres (Ferro y cols., 2003).

Fudalej y cols. (2011), en una revisión sistemática que hicieron de la literatura publicada hasta ese momento para valorar la eficacia en la predicción de resultados en los tratamientos con clase III, seleccionaron 14 estudios en los que identificaron 38 variables predictoras, de las cuales 35 eran cefalométricas y 3 sobre modelos de estudio. Vieron poca similitud entre las variables de cada estudio y encontraron que sólo dos fueron establecidas en más de uno: la longitud total mandibular (Ghiz y cols., 2005; Wells y cols., 2006), que cuanto mayor era inicialmente mayores probabilidades de fracaso y la longitud de la rama mandibular (Baccetti y cols., 2004; Ferro y cols., 2003 y Ghiz y cols., 2005) que aunque los dos primeros estudios encontraron que a mayor altura de la rama, y por lo tanto, a mayor altura facial posterior había menos probabilidades de éxito a largo plazo, los últimos por el contrario observaron que cuanto mayor era la altura de la rama, mayor era la probabilidad de éxito a largo plazo. Además, en esta revisión sistemática encontraron que los coeficientes de correlación entre algunas variables y el resultado eran bajos.

Hay algunos parámetros que ni siquiera coinciden en varios estudios, como la prominencia del mentón más aguda que sólo encontraron Stensland y cols. (1998) como predictora de mal resultado, o la mayor distancia de Condoleon a la base del cráneo que encontraron Ghiz y cols. (2005) como predictora de mejor resultado. Según Nardoni y cols. (2015), las variables que predecían peor resultado tras el uso de la máscara facial eran la combinación de la altura facial inferior aumentada con la disminución del ángulo del plano mandibular y el eje condilar al inicio del tratamiento, y tenían una capacidad de predicción del 88,5%.

Por otro lado, muchos autores señalan un alto poder de clasificación de sus propios modelos de predicción, como el 95,6% de exactitud de Franchi y cols. (1997), el 94,3% de Schuster y cols. (2003), el 85,7% de Tahmina y cols. (2000), el 84,4% de Yoshida y cols. (2006) y el 83,3% de Baccetti y cols. (2004). No obstante, es lógico obtener una buena clasificación si el investigador valora, con su modelo de predicción, los mismos casos que ha utilizado para crear dicho modelo.

Realmente, para saber si un modelo de predicción es bueno, se deberían clasificar a priori diferentes casos a los utilizados. Como los autores no realizan procedimientos de validación, sino que crean modelos nuevos, no se conoce la exactitud predictiva de cada modelo. Además, aunque las medidas utilizadas para clasificar los resultados eran más o menos las mismas (resalte, sobremordida, etc...), no se utilizaban los mismos valores de corte en los diferentes estudios, por lo que la clasificación en éxito o fracaso no es equivalente.

A la vista de lo dicho anteriormente, la predicción de los resultados en los tratamientos de clase III es cuestionable debido a la gran cantidad de variables que parecen tener valor predictivo, a los diferentes grupos de variables que cada investigador considera predictivos y a la baja o desconocida correlación entre los predictores y los resultados, ya que muy pocos estudios especifican los coeficientes de correlación (Fudalej y cols., 2011).



*HIPÓTESIS*  
*Y*  
*OBJETIVOS*



### **3.- HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

#### **3.1.- HIPÓTESIS**

Se han formulado las siguientes hipótesis nulas:

- 1.- Todos los tipos de tratamiento estudiados producen los mismos efectos esqueléticos en individuos con maloclusión de clase III.
- 2.- Todos los tipos de tratamiento estudiados tienen los mismos efectos dentales en maloclusiones de clase III esquelética.
- 3.- El tipo facial de un individuo no influye en su respuesta ante el tratamiento de ortodoncia.

#### **3.2.- OBJETIVOS**

De acuerdo con estas hipótesis se plantean los siguientes objetivos:

- 1.- Comparar individuos con clase III esquelética tratados con distintos tipos de aparatología ortodóncica con un grupo control de clases III no tratadas para observar qué cambios esqueléticos, dentoalveolares y de tejidos blandos se producen, además de ver si éstos son equiparables entre sí.
- 2.- Valorar si los individuos con patrones faciales extremos, dólicofaciales y braquifaciales, tienen una respuesta diferente ante el mismo tipo de tratamiento de ortodoncia.
- 3.- Identificar si inicialmente existen diferentes grupos lo suficientemente homogéneos, es decir, patrones naturales de clase III, con el fin de analizar si su comportamiento ante los distintos tipos de tratamiento es diferente o no.
- 4.- Identificar qué variables nos permitirían predecir a priori, si el resultado al final del tratamiento va a ser el deseado o no, y si el tipo de aparatología utilizada influye en dicho resultado.



*MATERIAL*

*Y*

*MÉTODO*



## 4.- MATERIAL Y MÉTODO

### 4.1.- MUESTRA

Se trata de un estudio de cohortes retrospectivo descriptivo y analítico que fue aprobado por el Comité Ético de Investigación de la Universidad de València **(anexo 1)**.

La muestra está constituida por 134 individuos, 54 hombres (40,3%) y 80 mujeres (59,7%). La edad media inicial es de  $12,02 \pm 1,67$  años y la final de  $15,23 \pm 1,75$ . De los 134 individuos 100 han recibido tratamiento de ortodoncia y 34 no han recibido ningún tipo de tratamiento y constituyen el grupo control.

El grupo que ha recibido tratamiento ha sido obtenido de dos clínicas de ortodoncia exclusiva de Valencia. A todos los pacientes que han participado en el estudio se les informó por escrito de la investigación de la que iban a formar parte y firmaron una autorización que permitiera utilizar sus registros con tales fines **(anexo 2)**. Así mismo, se les facilitó un compromiso de confidencialidad de sus datos por parte de la investigadora **(anexo 3)**.

Los criterios de inclusión para la selección de la muestra que recibió tratamiento de ortodoncia fueron los siguientes:

- Dentición mixta segundo periodo transicional o dentición permanente.
- Relación molar de Clase III.
- Wits appraisal menor o igual a -2 mm.
- Ausencia de agenesias dentales (excepto de terceros molares).
- No haberse realizado extracciones durante el tratamiento.
- Telerradiografía lateral de cráneo antes de iniciar el tratamiento y al finalizarlo.

Los criterios de exclusión fueron:

- Dentición temporal o mixta primer periodo transicional.
- Clase I o clase II molar.

- Wits appraisal mayor de -2 mm.
- Realización de extracciones durante el tratamiento.
- Agenesias dentarias distintas a la de los terceros molares.

Los individuos que no recibieron tratamiento de ortodoncia y que forman el grupo control se han obtenido de la *American Association of Orthodontists Foundation (AAOF) legacy collection*, fundación que ha unido nueve de las once colecciones de registros de crecimiento craneofacial longitudinal conocidas de EEUU y Canadá, y de las que se ha creado un sitio web con una base de datos. Cada colección es independiente de la otra teniendo sus propias estrategias de muestreo y recogida de datos. Todas ellas están formadas por niños que no recibieron ningún tratamiento de ortodoncia.

Se hizo una búsqueda en dicha colección de todos los individuos clasificados como clases III así como una revisión de todos los que habían sido clasificados como maloclusión "unknown" (desconocida). Se obtuvieron 37 clases III de las cuales desechamos 3 por tener registros en edades muy tempranas (que no era de interés para el estudio), 2 por ser clases III muy graves o intensas que de haberse tratado hubiesen sido claramente quirúrgicas y 1 porque la radiografía no tenía la suficiente calidad. Entre los individuos cuya maloclusión estaba clasificada como "desconocida" se encontraron 3 casos más, quedando un total de 34 individuos cuyo Wits appraisal era igual o menor a -2mm.

Este grupo control formado por 34 individuos de los cuales 17 son mujeres (50%) y 17 varones (50%) tiene una edad media de  $11,67 \pm 1,6$  años en el momento de la observación inicial y de  $15,34 \pm 1,7$  en el de la observación final.

El grupo que llevó tratamiento formado por 100 pacientes, 63 mujeres (63%) y 37 varones (37%) tiene una edad media de  $12,19 \pm 1,83$  años en el momento de la observación inicial (T1) y de  $15,3 \pm 1,9$  años en el de la observación final (T2).

Este grupo se ha dividido a su vez en 3 subgrupos según el tipo de tratamiento recibido. La elección de uno u otro tratamiento no estuvo condicionada por las características iniciales de la maloclusión o la gravedad de



la misma sino por la formación, hábitos de trabajo y preferencias del clínico que las trató. Los 3 subgrupos son:

- 1.- Tracción extraoral inferior.
- 2.- Expansión rápida del maxilar y máscara facial con tracción anterior.
- 3.- Aparatología fija multibrackets y elásticos de clase III.

Los dos primeros grupos (tracción extraoral inferior y máscara facial) llevaron también aparatología multibrackets al mismo tiempo que la aparatología extraoral o a continuación de la misma. A los pacientes se les recomendaba el uso de la aparatología extraoral durante un mínimo de 14 horas al día.

#### **4.2.- METODOLOGÍA**

De toda la muestra se obtuvieron dos telerradiografías, una al iniciar el tratamiento (T1) y otra al finalizarlo (T2). En el caso del grupo control, debido a que cada individuo tenía varias telerradiografías a lo largo de su periodo de crecimiento, se seleccionaron las que se encontraban más cercanas al intervalo de edad de la muestra para poder utilizarlas como referencia.

Todas las telerradiografías laterales de cráneo de cada individuo, inicial y final, fueron trazadas con el programa Nemoceph versión 11.3.1 por un mismo observador y en todas ellas se corrigió la magnificación al estar tomadas con una regla en el apoyo frontal que permitía hacer el cálculo de la medida real.

En las telerradiografías del grupo control (que están hechas hace muchos años y carecen de regla) la magnificación se calculó gracias a unos puntos que llevan marcados en las esquinas y de los cuales la propia AAOF legacy collection da unos valores de coordenadas, que son diferentes según la colección. Estas coordenadas nos permiten determinar la distancia que hay entre dos de esos puntos y por tanto entre cualquier medición que se haga en las telerradiografías.

Las mediciones se realizaron a partir de los siguientes PUNTOS CEFALOMÉTRICOS (figura 1):

- N: Nasion, punto más anterior de la sutura frontonasal.
- S: Sella, punto situado en el centro de la silla turca.
- Ba: Basion, punto más anteroinferior del foramen magnum (agujero occipital).
- Pt: Pterigoideo, punto más posterosuperior de la fosa pterigomaxilar.
- Ar: Articulare, situado en la intersección del borde posterior de la rama mandibular con la apófisis basilar del occipital.
- Co: Condilion, punto más superior y posterior del cóndilo.
- Po: Porion, punto más superior del meato auditivo externo.
- Or: Suborbitale, punto más inferior del borde externo de la órbita.
- Ena: Espina nasal anterior, punto situado en la parte más anterior del maxilar sobre el margen inferior de la cavidad nasal.
- Enp: Espina nasal posterior, punto más posterior del contorno de los huesos palatinos.
- Gn: Gnation, punto más anteroinferior de la sínfisis mandibular.
- Pg: Pogonion, punto más anterior de la sínfisis mandibular.
- Me: Menton, punto más inferior de la sínfisis mandibular.
- Go: Gonion, punto más posteroinferior del ángulo de la mandíbula.
- Ag: Antegonion, punto más posterior de la escotadura antegonial de la mandíbula.
- A: Punto A, localizado en la zona más posterior de la concavidad anterior del maxilar.
- B: Punto B, localizado en la zona más posterior de la concavidad anterior de la sínfisis mandibular.
- I sup: Incisal superior, situado en el borde incisal del incisivo superior.
- I inf: Incisal inferior, situado en el borde incisal del incisivo inferior.
- A sup: Apical superior, situado en el ápice del incisivo superior.
- A inf: Apical inferior, situado en el ápice del incisivo inferior.
- M sup: Superficie mesial del primer molar superior.

- M inf: Superficie mesial del primer molar inferior.
- En: Punto más anterior de la prominencia de la nariz.
- Cm: Columela, punto más anterior de la columela de la nariz.
- Sn: Subnasal, punto de la unión de la base de la columela con el labio superior.
- Ls: Labrale superior, punto más anterior del labio superior.
- Li: Labrale inferior, punto más anterior del labio inferior.
- Pg': Pogonion blando, punto más anterior de la barbilla.

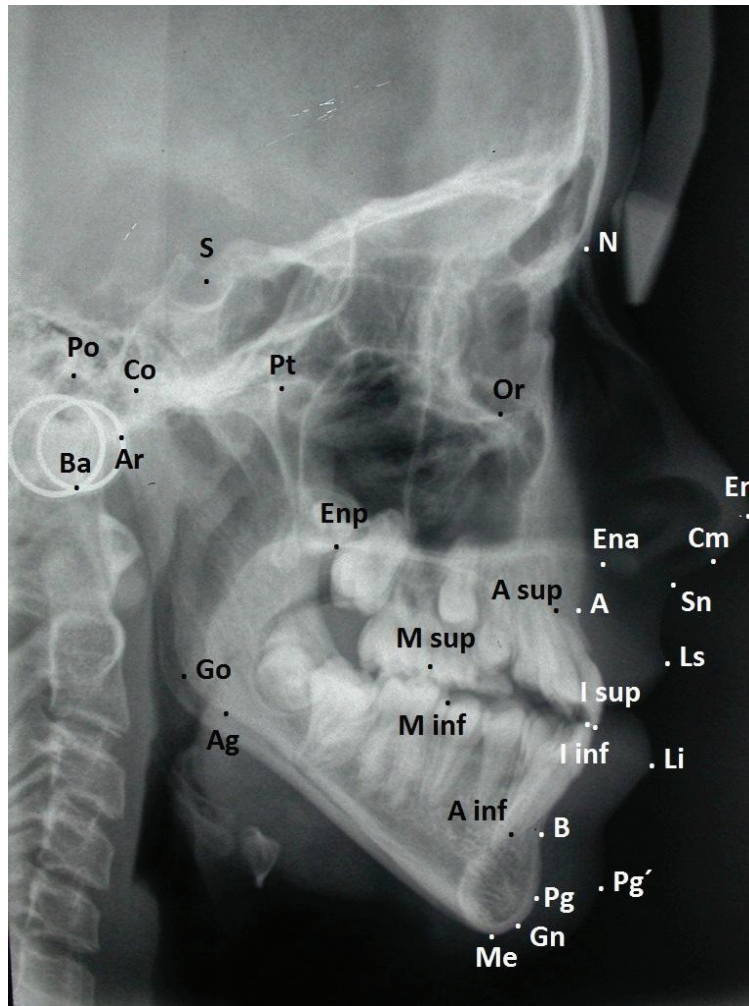


Fig. 1: Puntos cefalométricos utilizados en el análisis.

Inicialmente se registraron 63 mediciones angulares y longitudinales para cada radiografía, pero debido a su gran número y para facilitar la interpretación de los resultados se redujeron a 40 mediante un análisis factorial de componentes principales que se detalla más adelante.

A continuación se enumeran las 63 medidas, cuyo análisis descriptivo con los valores estadísticos más relevantes se puede consultar en el **anexo 4**: media, desviación estándar, mínimo, máximo y mediana para las variables continuas además de frecuencias absolutas y relativas (porcentajes) para las categóricas. Más adelante, se describen únicamente las 40 medidas que se han utilizado como definitivas con un trazado cefalométrico detallado.

A.- MEDIDAS CRANEALES

- 1.- Ángulo de la silla: N-S-Ar (°)
- 2.- Eje facial Y: NaBa-PtGn (°)
- 3.- Base craneal anterior: S-N (mm)

B.- MEDIDAS ESQUELÉTICAS

*MAXILARES Y MANDIBULARES*

- 4.- Ángulo SNA (°)
- 5.- Posición antero-posterior del maxilar: Co-Ena (mm)
- 6.- Profundidad facial: NPg- pl. Frankfurt FH (°)
- 7.- Posición anteroposterior de la mandíbula: Co-Pg (mm)
- 8.- Profundidad maxilar: NA-FH (°)
- 9.- Ángulo SNB (°)
- 10.- Altura de la rama: Ar-Go (mm)
- 11.- Ángulo del plano mandibular: GoGn-SN (°)
- 12.- Ángulo goniaco (rama-cuerpo): Ar-Go-Me (°)
- 13.- Longitud del cuerpo mandibular: Go-Me (mm)
- 14.- Grosor del mentón óseo: Distancia de Pg a NB (mm)
- 15.- Ángulo goniaco superior: Ar-Go-N (°)
- 16.- Ángulo goniaco inferior: N-Go-Me (°)

*INTERMAXILARES*

- 17.- Ángulo ANB (°)
- 18.- Convexidad facial: Punto A- NPg (mm)
- 19.- Wits appraisal: Distancia en mm, medida sobre el plano oclusal, donde cortan la proyección perpendicular de los puntos A y B.
- 20.- Diferencia maxilomandibular: Co-A/Co-Gn (mm)
- 21.- Divergencia de los maxilares: pl. palatino- pl. mandibular (°)

*VERTICALES*

- 22.- Inclinación del maxilar: pl. palatino-SN (°)
- 23.- Altura facial superior: N-Ena (mm)
- 24.- Altura facial inferior: Ena-Gn (mm)
- 25.- Altura facial anterior (AFA): N-Me (mm)
- 26.- Altura facial posterior (AFP): S-Go (mm)
- 27.- Relación AFP/AFA (mm)

C.- MEDIDAS DENTOALVEOLARES

*RESPECTO AL INCISIVO SUPERIOR (I sup)*

- 28.- Ángulo del I sup-pl. palatino (°)
- 29.- Ángulo del I sup-pl. oclusal (°)
- 30.- Ángulo del I sup-FH (°)
- 31.- Inclinación del I sup: I sup-APg (°)
- 32.- Ángulo del I sup-NA (°)
- 33.- Distancia del I sup- pl. palatino (mm)
- 34.- Protrusión del I sup- APg (mm)
- 35.- Posición del I sup- NA (mm)
- 36.- Distancia del I sup (borde incisal) a la vertical en Sella (mm)
- 37.- Distancia del I sup (ápice) a la vertical en Sella (mm)

*RESPECTO AL MOLAR SUPERIOR (M sup)*

38.- Distancia del M sup (cúspide mesial)- pl. palatino (mm)

*RESPECTO AL INCISIVO INFERIOR (I inf)*

39.- Inclinação del I inf- APg (°)

40.- Ángulo del I inf- NB (°)

41.- Ángulo I inf- pl. oclusal (°)

42.- IMPA: Ángulo del I inf- pl. mandibular (°)

43.- FMIA: Ángulo del I inf- FH (°)

44.- Distancia del I inf (borde incisal)- pl. mandibular (mm)

45.- Posición del I inf- NB (mm)

46.- Protrusión del I inf- APg (mm)

47.- Distancia del ápice del I inferior (A inf) a la vertical en Sella (mm)

48.- Distancia del borde incisal del I inferior a la vertical en Sella (mm)

*RESPECTO AL MOLAR INFERIOR (M inf)*

49.- Inclinação del M inf (eje axial de la raíz mesial)- pl. mandibular (°)

50.- Ángulo del M inf (eje axial de la raíz mesial)- pl. oclusal (°)

51.-Distancia del M inf (cúspide mesial) a la vertical en Sella (mm)

52.- Distancia vertical del M inf (cúspide mesial)- pl. mandibular (mm)

D.- MEDIDAS INTERDENTALES

53.- Resalte (mm)

54.- Sobremordida (mm)

55.- Ángulo interincisivo (°)

56.- Ángulo del plano oclusal-SN (°)

57.- Ángulo del plano oclusal- pl. palatino (°)

58.- Ángulo del plano oclusal- pl. mandibular (Ag-Me) (°)

59.- Relación molar (mm)

E.- MEDIDAS DE TEJIDOS BLANDOS

- 60.- Distancia del labio superior (L sup) a la línea E (mm)
- 61.- Distancia del labio inferior (L inf) a la línea E (mm)
- 62.- Ángulo nasolabial: Cm-Sn-Ls (°)
- 63.- Grosor del mentón blando (mm): Pg-Pg'

**4.3.- ERROR DEL MÉTODO**

Para analizar la reproducibilidad intra-observador se trazaron de nuevo 30 radiografías seleccionadas al azar con un intervalo de 21 días desde el primer trazado. Se valoró el grado de reproducibilidad mediante la fórmula de Dahlberg, el coeficiente de variación (CV) y el coeficiente de correlación intraclase (CCI). Posteriormente se compararon los valores medios de las medidas obtenidas mediante un test t de medidas apareadas para valorar la ausencia de posibles errores sistemáticos. A continuación, en la tabla 1, se muestran los valores estadísticos básicos de la diferencia entre las dos mediciones para cada variable.

*Tabla 1: Diferencia de medidas y error del método con d de Dahlberg, CV y CCI intra-examinador para las dos mediciones de cada radiografía.*

	<b>Diferencia</b>		<b>Intervalo de</b>		<b>D</b>	<b>CV</b>	<b>CCI</b>
	<b>1ª – 2ª medición</b>		<b>confianza al 95%</b>				
	Media	DE	Lím. Inf.	Lím. Sup.			
Ángulo silla (N-S-Ar)	0,33	2,86	-0,75	1,41	2,00	1,66	0,873
Eje facial (NBa-PtGn)	0,33	1,49	-0,23	0,89	1,06	1,19	0,916
Base craneal ant. (S-N)	0,22	1,97	-0,52	0,96	1,38	2,07	0,947
Ángulo SNA	-0,43	1,04	-0,82	-0,04	0,79	0,98	0,952
Posición maxilar (Co-Ena)	-0,69	2,79	-1,74	0,36	2,00	2,34	0,940
Prof. facial (NPg-FH)	-0,17	1,29	-0,66	0,32	0,90	0,98	0,907
Posición mandibular (Co-Pg)	-3,44	18,69	-10,47	3,59	13,22	12,15	0,358
Profundidad maxilar (NA-FH)	-0,20	1,30	-0,69	0,29	0,91	1,00	0,902
Ángulo SNB	-0,23	1,10	-0,64	0,18	0,79	0,99	0,948
Altura de la rama (Ar-Go)	-2,27	4,02	-3,78	-0,76	3,22	6,99	0,727

*Cambios dentoesceléticos en clases III*

Angulo pl. mand (GoGn-SN)	-0,03	1,56	-0,62	0,56	1,09	3,31	0,951
Angulo goniaco (Ar-Go-Me)	-3,73	26,62	-13,74	6,28	18,70	15,03	0,099
Long. cuerpo mand (Go-Me)	0,60	3,22	-0,61	1,81	2,28	3,21	0,886
Mentón óseo (Pg-NB)	0,08	0,79	-0,22	0,38	0,55	28,80	0,858
Ang. goniaco sup. (Ar-Go-N)	-2,13	3,58	-3,48	-0,78	2,91	5,68	0,564
Ang. goniaco inf (N-Go-Me)	-2,03	3,42	-3,32	-0,74	2,78	3,64	0,693
Angulo ANB	0,00	0,64	-0,24	0,24	0,45	32,85	0,931
Convexidad facial (A-NPg)	-0,07	0,54	-0,27	0,13	0,38	23,75	0,960
Wits appraisal (AB-pl. ocl)	1,08	1,68	0,45	1,71	1,39	35,19	0,739
Dif. max-mand (CoA/CoGn)	0,06	1,71	-0,58	0,70	1,19	3,95	0,927
Diverg. maxilares (pl pt-pl. md)	-0,20	2,07	-0,98	0,58	1,45	5,39	0,888
Inclinación max (pl. ptino-SN)	0,13	1,17	-0,31	0,57	0,82	11,28	0,948
Alt. fac. superior (N-Ena)	0,06	1,77	-0,61	0,73	1,23	2,47	0,931
Alt. fac. inferior (Ena-Gn)	-0,41	2,17	-1,23	0,41	1,54	2,49	0,941
Alt. fac. anterior (N-Me)	-0,25	3,74	-1,66	1,16	2,61	2,32	0,933
Alt. fac. posterior (S-Go)	-1,60	3,91	-3,07	-0,13	2,95	3,98	0,833
Alt. fac. post/ alt. fac. ant	2,84	3,28	1,61	4,07	3,04	2,00	0,891
Angulo del I sup- pl. ptino	-0,93	2,55	-1,89	0,03	1,89	1,63	0,924
Angulo del I sup- pl. ocl	0,60	1,79	-0,07	1,27	1,32	2,46	0,941
Angulo del I sup- FH	-0,87	3,23	-2,08	0,34	2,33	1,95	0,863
Inclinación del I sup- APg	-0,73	2,48	-1,66	0,20	1,80	6,66	0,889
Angulo del I sup- NA	-0,67	2,58	-1,64	0,30	1,85	6,54	0,921
Distancia del I sup- pl. ptino	-0,06	0,70	-0,32	0,20	0,49	1,83	0,975
Protrusión del I sup- APg (°)	0,03	0,42	-0,13	0,19	0,29	5,43	0,972
Posición del I sup- NA (mm)	0,06	0,75	-0,22	0,34	0,53	9,25	0,945
Distancia I sup- vertical Sella	0,08	2,97	-1,04	1,20	2,06	2,83	0,919
Dis.I sup ápice- vertical Sella	-0,67	2,20	-1,50	0,16	1,60	2,62	0,928
Distancia del M sup- pl. ptino	-0,26	1,16	-0,70	0,18	0,83	3,75	0,923
Inclinación del I inf- APg	0,17	2,17	-0,65	0,99	1,51	5,77	0,906
Angulo del I inf- NB	0,10	2,23	-0,74	0,94	1,55	6,31	0,918
Angulo del I inf- pl. ocl	-0,37	2,53	-1,32	0,58	1,77	2,28	0,935
IMPA (ángulo I inf- pl. mand)	0,57	2,65	-0,43	1,57	1,88	2,07	0,924
FMIA (ángulo I inf- FH)	-0,30	2,61	-1,28	0,68	1,83	2,76	0,933
Distancia del I inf- pl. mand.	-0,19	1,48	-0,75	0,37	1,04	2,74	0,909
Posición del I inf- NB (mm)	0,21	0,46	0,04	0,38	0,35	8,18	0,946
Protrusión del I inf- APg (°)	0,17	0,60	-0,06	0,40	0,43	12,72	0,901
Distancia I inf (ápice)-vert. Sella	-0,18	3,33	-1,43	1,07	2,32	3,77	0,905
Distancia I inf (borde)-vert. Sella	0,10	2,67	-0,90	1,10	1,86	2,63	0,927
Angulo M inf (mesial)-pl. mand	-2,40	3,50	-3,72	-1,08	2,97	3,85	0,483



Angulo M inf (eje mesial)-pl. ocl	1,07	3,22	-0,14	2,28	2,36	2,77	0,704
Distancia M inf- vertical Sella	0,10	2,60	-0,88	1,08	1,81	3,93	0,907
Distancia M inf- pl. mandibular	0,04	1,23	-0,42	0,50	0,85	2,97	0,920
Resalte (mm)	-0,19	0,42	-0,35	-0,03	0,32	12,85	0,959
Sobremordida (mm)	0,00	0,55	-0,21	0,21	0,38	20,88	0,894
Angulo interincisivo	0,47	2,92	-0,63	1,57	2,06	1,62	0,947
Angulo pl. oclusal- SN	-1,43	1,92	-2,15	-0,71	1,68	10,17	0,895
Angulo pl.oclusal- pl. palatino	-1,07	2,70	-2,09	-0,05	2,02	21,72	0,805
Angulo pl.oclusal- pl. mand.	1,33	2,25	0,48	2,18	1,83	10,44	0,715
Relación molar (mm)	0,21	0,59	-0,01	0,43	0,44	15,22	0,931
Distancia labio sup- línea E	0,03	0,95	-0,33	0,39	0,66	15,98	0,829
Distancia labio inf- línea E	-0,16	1,00	-0,54	0,22	0,70	24,39	0,692
Angulo naso-labial (Cm-Sn-Ls)	-0,47	5,04	-2,37	1,43	3,52	3,16	0,761
Mentón blando (Pg-Pg')	-0,53	0,91	-0,87	-0,19	0,74	6,52	0,852

En la primera columna se han resaltado las variables cuya diferencia entre la 1ª y la 2ª medición supera las 2 unidades de media en valor absoluto: posición anteroposterior mandibular (Co-Pg), altura de la rama (Ar-Go), ángulo goniaco (Ar-Go-Me), ángulo goniaco superior (Ar-Go-N), ángulo goniaco inferior (N-Go-Me), altura fac. posterior/ altura fac. anterior y eje axial molar inferior-plano mandibular.

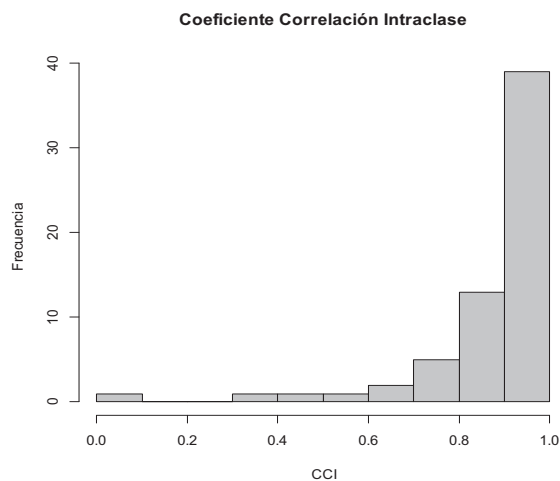
En la segunda columna está la desviación típica, de manera que si la diferencia media es cercana a 0 y la desviación típica pequeña hay una buena reproducibilidad y ausencia de sesgo.

El intervalo de confianza al 95% para la diferencia entre las dos mediciones (3ª y 4ª columna) contiene el cero en la mayoría de los casos (49 de las 63 mediciones), por lo que se puede aceptar que se está midiendo lo mismo. En los 14 parámetros en que el intervalo no contiene el cero (resaltados en la tabla 1), el límite inferior o el superior está muy próximo al mismo.

La D de Dahlberg nos indica cuánto se parecen las dos medidas y con qué dispersión. En la tabla 1, se observa que oscila entre 0,29 y 3,52 con las unidades originales excepto en dos: la posición anteroposterior mandibular Co-Pg (13,22) y el ángulo goniaco Ar-Go-Me (18,70).

Como el coeficiente de variación puede distorsionarse mucho en variables cuyo valor promedio está próximo a 0 es conveniente interpretar la reproducibilidad a partir del coeficiente de correlación intraclase (CCI) que toma valores entre 0 y 1. Los más cercanos a 1 indican que hay una gran concordancia en las medidas y los más cercanos a 0 que la concordancia es nula.

En el siguiente gráfico (figura 2), se muestra el CCI que se refleja en la tabla anterior y se observa que la mayoría de valores están entre 0,80 y 1, además de que 57 de las 63 variables tienen un CCI superior a 0,7 lo que indica una concordancia entre buena y muy buena. También se observó que de las 57 hay 40 variables con un coeficiente mayor que 0,90 pudiendo decir que hay una buena reproducibilidad intra-examinador.



*Fig. 2: Coeficiente de correlación intraclase.*

#### **4.4.- REDUCCIÓN DE VARIABLES**

Debido al gran número de variables, se realizó un análisis factorial de componentes principales para estudiar las correlaciones existentes entre las variaciones de las mismas y así poder descartar aquellas que dan la misma información sobre los efectos del tratamiento. El análisis no se aplicó a las

variables originales sino a la diferencia absoluta entre los tiempos T1 y T2, que son los que representan los cambios durante el tratamiento.

Este análisis se realizó mediante una rotación Varimax de las componentes, estimándose además el índice Kaiser-Meyer-Olbin y el test de Bartlett como indicadores de la adecuación del análisis. Se identificaron 13 factores o componentes principales que conjuntamente explicaban el 85,7% de la variabilidad total (tabla 2, columnas de la 1 a la 13).

En dicha tabla podemos observar que dentro de cada columna se han destacado las correlaciones más elevadas y por tanto las que sirven para interpretar el significado de cada componente ya que evolucionan siempre de forma semejante entre sí. Por otro lado, se ha resaltado el nombre de las variables que no tienen ninguna correlación y que son totalmente independientes.

Tabla 2: Matriz de componentes principales.

	Componentes												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Diferencia ángulo silla (N-S-Ar)	-0,081	-0,065	0,212	0,295	-0,043	-0,014	0,124	0,272	0,283	-0,204	-0,013	0,614	0,141
Diferencia eje facial (NBa-PtGn)	0,111	0,074	-0,163	-0,703	-0,139	0,076	-0,074	-0,122	0,160	-0,124	0,041	0,005	0,000
Dif. base craneal anterior (S-N)	0,957	-0,019	-0,007	-0,068	-0,028	0,026	-0,146	-0,021	0,030	-0,112	0,045	-0,042	0,025
Diferencia ángulo SNA	0,040	0,100	-0,118	-0,341	0,692	0,001	0,244	-0,039	0,015	0,272	-0,039	-0,339	-0,227
Dif. posición max (Co-Ena)	0,953	0,067	-0,030	-0,079	0,073	-0,020	0,001	0,088	0,125	-0,071	-0,016	-0,027	-0,012
Dif. prof. facial (NPg-FH)	0,199	0,026	0,011	-0,079	-0,167	0,057	0,895	-0,106	0,043	0,131	0,026	0,124	-0,015
Dif. posición ant-post. mand	0,973	0,093	-0,010	-0,082	-0,031	-0,047	0,082	-0,001	0,021	0,052	-0,013	-0,008	-0,018
Dif. profundidad max. (NA-FH)	0,102	-0,064	0,061	0,140	0,399	0,073	0,840	-0,129	0,031	0,015	0,111	0,030	-0,075
Diferencia ángulo SNB	0,141	0,215	-0,234	-0,650	0,027	0,006	0,236	0,037	-0,042	0,335	-0,087	-0,312	-0,286
Diferencia altura rama (Ar-Go)	0,828	0,103	-0,003	-0,252	-0,106	-0,125	0,145	-0,150	0,008	0,141	-0,024	0,183	0,097
Dif. ángulo pl. mand (GoGn-SN)	-0,064	-0,096	0,005	0,850	0,003	0,146	0,027	-0,235	0,120	-0,078	-0,003	0,167	0,049
Dif. ángulo goniaco (Ar-Go-Me)	0,081	-0,057	-0,110	0,124	0,022	0,052	0,175	-0,073	0,896	0,072	-0,038	0,061	0,085
Dif. long. cuerpo mand (Go-Me)	0,939	0,053	-0,021	-0,022	0,009	0,077	-0,056	-0,045	-0,027	0,102	0,008	-0,051	-0,059
Dif. mentón óseo (Pg-NB)	0,297	-0,110	0,040	-0,299	-0,142	-0,190	-0,084	-0,034	-0,076	0,583	0,070	0,310	0,111
Dif. áng. goniaco sup (Ar-Go-N)	0,070	-0,017	-0,120	-0,186	0,049	0,108	-0,096	0,086	0,893	-0,104	0,056	0,032	0,041
Diferencia ángulo ANB	-0,126	-0,176	-0,060	0,085	0,836	-0,043	0,041	0,014	0,038	-0,075	0,030	0,017	-0,005

*Cambios dentoalveolares en clases III*

Dif. convexidad facial (A-NPg)	-0,105	-0,169	0,089	0,295	0,864	-0,020	0,074	-0,077	0,069	-0,212	0,046	-0,108	-0,066
Dif. Wits appraisal (AB-pl. ocl)	0,063	0,091	-0,095	0,069	-0,536	0,733	0,132	0,228	0,031	-0,005	-0,117	-0,057	-0,060
Dif. maxilo-mand (CoA/CoGn)	0,726	0,178	-0,033	-0,041	-0,397	-0,087	0,187	-0,030	-0,249	0,306	-0,061	-0,013	-0,014
Dif. divergencia maxilares	0,012	-0,192	0,135	0,602	0,172	0,000	0,253	-0,155	0,119	0,378	-0,001	-0,345	-0,010
Dif. altura facial sup. (N-Ena)	0,923	0,023	0,060	0,093	-0,041	-0,015	-0,077	0,022	0,011	-0,206	0,054	0,170	0,034
Dif. altura facial anterior (N-Me)	0,987	0,010	0,024	0,068	-0,015	-0,040	0,010	-0,025	-0,036	0,011	0,001	0,026	0,032
Dif. alt. fac. post/ alt. fac ant.	-0,178	-0,080	0,012	0,847	0,043	0,170	-0,048	0,076	-0,084	-0,210	0,018	-0,058	-0,104
Dif. altura facial post. (S-Go)	0,717	0,001	0,031	-0,180	-0,125	0,008	-0,069	-0,029	0,124	-0,015	0,094	0,094	0,133
Dif. ángulo del I sup- pl. ptino	0,041	0,961	-0,007	-0,141	-0,063	-0,088	-0,040	-0,023	-0,041	0,013	-0,069	0,065	-0,043
Dif. ángulo del I sup- pl. oclusal	0,001	-0,895	-0,028	-0,006	0,119	-0,168	0,073	-0,002	-0,189	-0,023	0,136	0,036	0,141
Diferencia ángulo del I sup-FH	0,106	0,925	0,064	-0,114	-0,079	-0,072	0,254	-0,086	-0,025	0,071	-0,041	0,047	-0,015
Dif. inclinación del I sup-APg	0,032	0,950	0,080	-0,011	0,188	-0,112	-0,041	-0,092	-0,032	-0,033	-0,055	-0,019	-0,009
Dif. ángulo del I sup-NA	0,064	0,917	0,042	-0,168	-0,266	-0,106	-0,083	-0,042	-0,042	0,050	-0,085	0,044	0,035
Diferencia del I sup- pl. ptino	0,861	-0,259	0,029	0,082	-0,003	0,070	0,005	-0,082	0,115	0,177	-0,105	-0,186	-0,054
Dif. protrusión del I sup- APg	0,293	0,662	0,271	-0,045	0,162	-0,171	-0,069	0,034	-0,143	-0,021	-0,025	-0,307	0,400
Dif. posición del I sup- NA	0,324	0,622	0,178	-0,216	-0,366	-0,130	-0,109	0,075	-0,157	0,090	-0,066	-0,193	0,364
Dif. distancia I sup-vertical Sella	-0,922	-0,161	-0,067	0,089	-0,083	0,004	-0,222	0,044	-0,005	0,046	-0,068	0,101	-0,094
Dif. dist. I sup. ápice-vertical S	-0,296	0,056	-0,076	-0,154	-0,020	-0,183	-0,397	-0,066	0,026	0,055	-0,081	0,315	-0,015
Dif. distancia M sup-pl. ptino	0,841	0,013	-0,001	-0,089	0,009	-0,275	0,033	-0,188	-0,196	0,186	-0,007	-0,003	0,052
Dif. inclinación I inf- APg (°)	0,002	0,167	0,916	0,061	-0,230	0,022	0,064	0,027	-0,071	0,113	-0,024	0,007	-0,008
Dif. ángulo I inf- pl. oclusal	0,075	-0,072	-0,883	-0,234	0,026	-0,037	0,001	0,086	0,067	0,166	-0,026	-0,047	-0,088
Dif. IMPA (ángulo I inf-pl. mand)	-0,057	0,074	0,949	-0,019	0,041	-0,005	-0,031	0,020	-0,094	-0,130	0,016	0,053	0,035
Dif. distancia I inf- pl. mand	0,951	0,030	0,032	0,035	0,045	-0,100	0,047	0,053	-0,030	0,120	-0,091	-0,048	-0,104
Dif. posición I inf- NB (mm)	0,267	0,117	0,810	0,081	0,185	-0,048	0,043	-0,073	0,001	0,131	0,013	0,059	0,013
Dif. protrusión I inf- APg (°)	0,037	0,114	0,320	-0,090	-0,111	0,355	0,144	0,098	-0,016	0,105	-0,022	0,435	0,040
Dif. dist. I inf ápice- vertical S	-0,870	-0,025	0,129	0,157	0,060	-0,066	-0,354	0,091	-0,057	0,012	-0,089	-0,003	-0,036
Dif. dist. I inf borde- vertical S	0,497	0,238	0,091	-0,026	0,073	0,425	-0,156	-0,349	-0,156	0,134	0,235	-0,035	-0,085
Dif. M inf (eje mesial)- pl. mand	-0,138	-0,092	-0,040	-0,022	-0,074	0,256	-0,115	0,887	0,000	0,081	0,170	0,046	-0,065
Dif. M inf (eje mesial)- pl. ocl.	-0,115	0,291	0,077	-0,033	0,055	0,184	-0,082	-0,276	0,022	0,045	-0,781	-0,043	0,051
Dif. Minf (cúsp mesial)-vertical S	-0,637	-0,082	-0,026	0,018	0,063	-0,017	-0,078	0,092	-0,103	0,017	-0,038	0,026	-0,066
Dif. M inf (mesial)- pl. mand	0,893	0,053	0,032	-0,041	-0,096	0,109	0,102	0,114	0,000	0,045	-0,131	0,012	0,007
Diferencia resalte (mm)	0,202	0,462	-0,267	-0,034	0,498	-0,172	-0,109	0,056	-0,102	-0,029	-0,015	-0,343	0,386
Dif. sobremordida (mm)	0,109	-0,481	-0,143	0,061	-0,086	-0,007	-0,183	0,118	0,364	0,019	-0,269	-0,027	-0,483
Dif. ángulo interincisivo	-0,006	-0,791	-0,583	-0,023	-0,005	0,072	0,002	0,037	0,077	-0,035	0,033	-0,002	0,006
Dif. ángulo pl. oclusal- SN	-0,132	-0,197	0,051	0,510	0,031	0,734	0,054	0,156	0,099	-0,221	-0,044	0,134	0,018
Dif. ángulo pl. oclusal-pl. ptino	-0,067	-0,256	0,046	0,291	0,076	0,792	0,157	0,110	0,152	0,046	-0,094	-0,166	0,004

Dif. ángulo pl. oclusal- pl. mand	0,037	0,166	0,054	0,146	0,028	-0,884	0,020	-0,212	-0,033	0,189	0,046	-0,113	-0,007
Diferencia relación molar (mm)	-0,179	0,131	0,080	0,156	0,480	-0,087	-0,248	-0,300	-0,188	0,122	0,303	0,060	0,021
Dif. distancia labio sup- línea E	-0,328	0,117	-0,012	-0,204	0,271	0,026	-0,014	0,230	0,030	-0,090	0,323	-0,458	0,141
Dif. distancia labio inf- línea E	-0,001	-0,141	0,060	-0,020	0,144	-0,015	0,076	0,078	0,027	0,026	0,878	-0,090	-0,017
Dif. áng. naso-labial (Cm-Sn-Ls)	-0,025	-0,138	0,058	0,050	0,067	0,094	-0,109	-0,142	0,001	-0,833	0,022	0,099	-0,070
Dif. grosor mentón (Pg-Pg')	0,140	-0,073	0,071	0,072	-0,140	0,021	-0,079	-0,100	0,242	0,136	-0,097	0,082	0,655

El siguiente gráfico (figura 3) muestra cómo se distribuyen las variables en 3D según el grado de correlación y cómo quedan agrupadas aquellas altamente relacionadas.

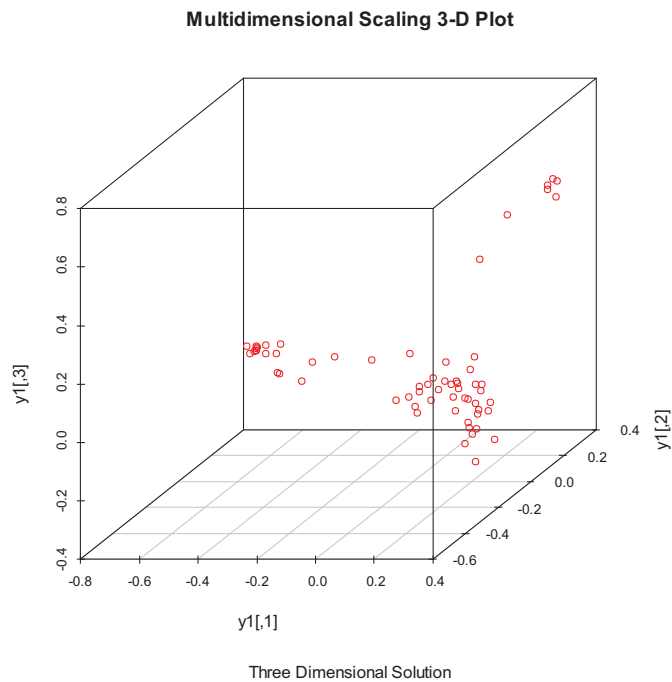


Fig. 3: Distribución de las variables en 3D

Después de este análisis las 63 medidas iniciales se redujeron a 40 y no se redujeron más debido a que algunas, aunque podrían haberse eliminado, eran interesantes ya que aparecían en otros estudios y podían servir para la comparación. Las medidas definitivas fueron las siguientes:

#### 4.4.1.- MEDIDAS CRANEALES (figura 4)

- Ángulo de la silla: El que forman los planos Sella-Nasion (S-N) con Sella-Articulare (S-Ar).
- Eje facial Y: Ángulo postero-inferior que resulta de la intersección de los planos Nasion-Basion (N-Ba) y Pterigoideo-Gnation (Pt-Gn).

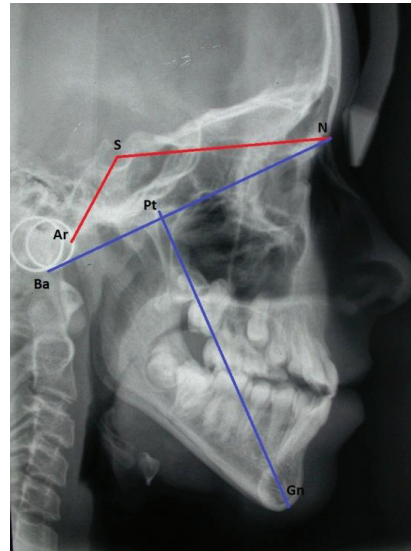


Fig. 4: Medidas craneales

#### 4.4.2.- MEDIDAS ESQUELÉTICAS MAXILARES (figura 5)

- Ángulo SNA: Formado por la intersección de los planos Sella-Nasion (S-N) y Nasion-punto A (N-A).
- Inclinación del maxilar: Ángulo que forman el plano S-N con el plano palatino (Ena-Enp).

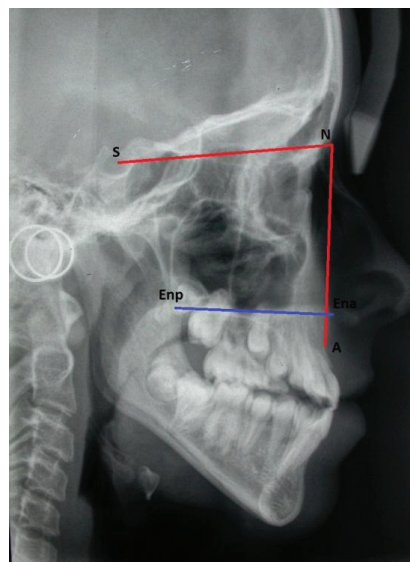


Fig. 5: Medidas maxilares

#### 4.4.3.- MEDIDAS ESQUELÉTICAS MANDIBULARES (figuras 6 y 7)

- Ángulo SNB: El formado por los planos S-N y Nasion-punto B (N-B).
- Ángulo del plano mandibular: Formado por los planos S-N y plano mandibular (Go-Gn).

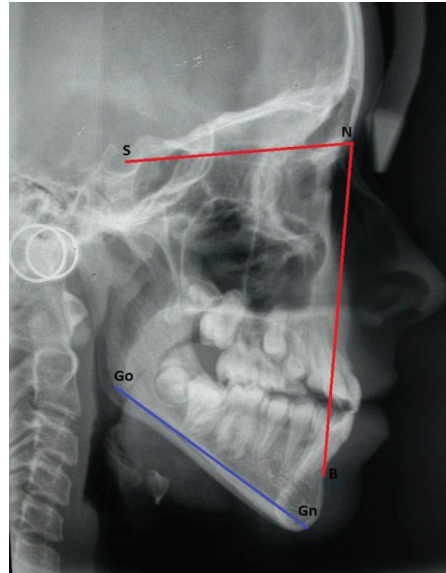


Fig. 6: Medidas mandibulares

- Ángulo goniaco (rama-cuerpo): Formado por los planos Articulare- Gonion (Ar-Go) y el plano mandibular (Go-Me).
- Longitud del cuerpo mandibular: Distancia en milímetros desde el punto Gonion (Go) al punto Menton (Me).
- Ángulo goniaco inferior: Formado por el plano Nasion-Gonion (N-Go) y el plano mandibular (Go-Me).

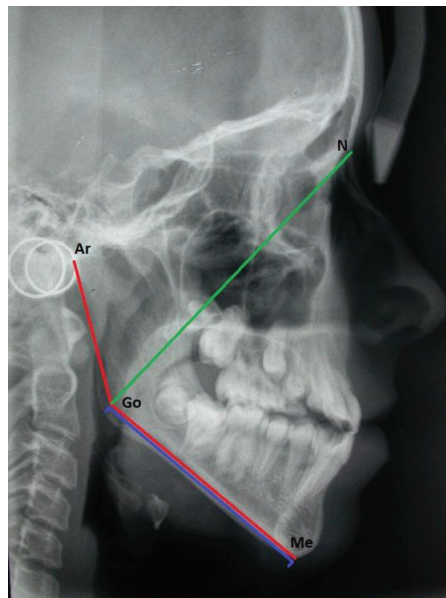


Fig. 7: Medidas mandibulares

#### 4.4.4.- MEDIDAS INTERMAXILARES (figura 8)

- Ángulo ANB: Es el ángulo que forman los planos Nasion-punto A (N-A) y Nasion-punto B (N-B).
- Wits appraisal: Distancia que hay, en milímetros, entre los puntos A y B al proyectarlos perpendicularmente sobre el plano oclusal.
- Diferencia maxilo-mandibular: Mide la diferencia entre el tamaño del maxilar (Co-A) y de la mandíbula (Co-Gn) y se expresa  $Co-A/Co-Gn$  (en mm).

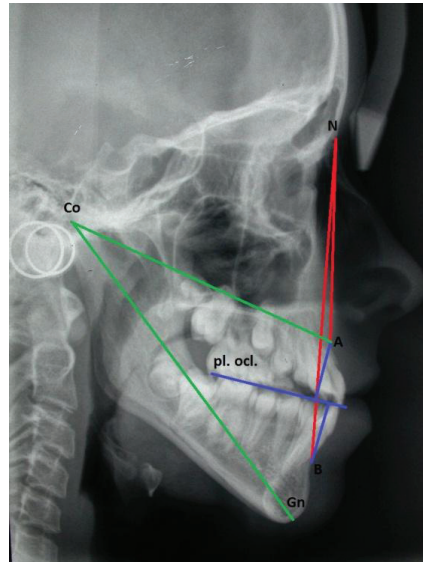


Fig. 8: Medidas intermaxilares

#### 4.4.5.- MEDIDAS VERTICALES (figura 9)

- Altura facial inferior: Distancia en milímetros del punto Ena al punto Gnation (Gn).
- Altura facial posterior (AFP): Distancia en milímetros entre los puntos Sella y Gonion.
- Relación AFP/AFA: Es el cociente entre la altura facial posterior (S-Go) y la altura facial anterior (N-Me) en milímetros.

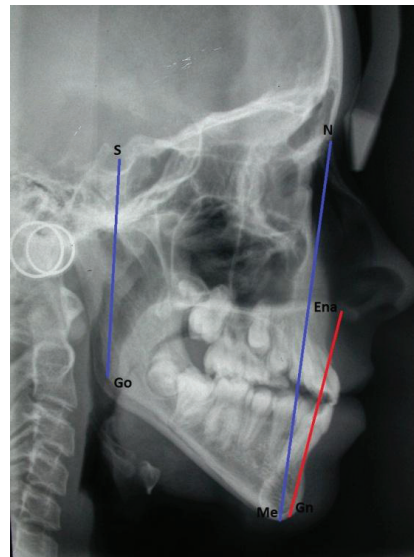


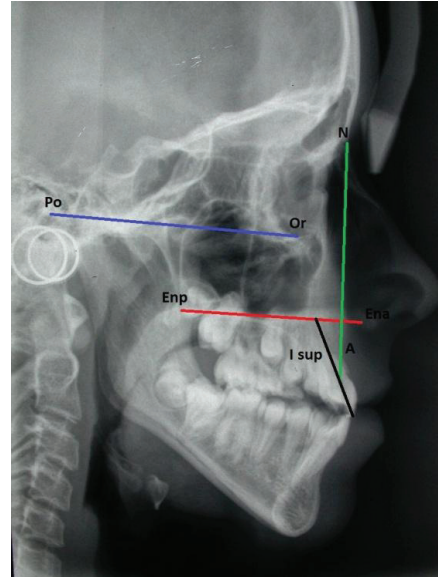
Fig. 9: Medidas verticales



#### 4.4.6.- MEDIDAS DENTOALVEOLARES

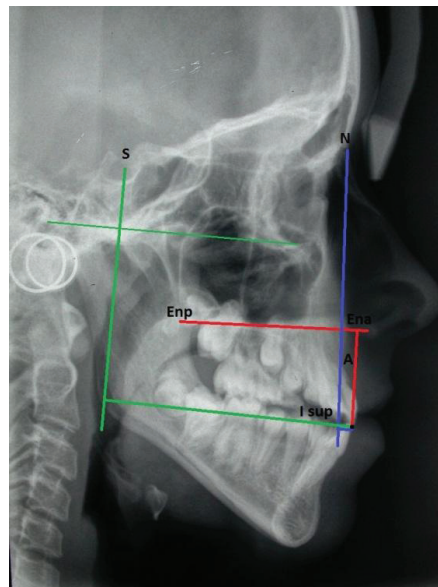
##### *INCISIVO SUPERIOR (figuras 10 y 11)*

- Ángulo del eje axial del incisivo superior (I sup) con el plano palatino (Ena-Enp).
- Ángulo del eje axial del incisivo superior (I sup) con el plano de Frankfurt (Po-Or).
- Ángulo del eje axial del incisivo superior (I sup) con la línea Nasion- punto A.



*Fig. 10: Medidas incisivo superior*

- Distancia del borde incisal del incisivo superior (I sup) al plano palatino (Ena-Enp) medida en milímetros perpendicularmente a dicho plano.
- Posición del incisivo superior: Distancia del borde incisal del incisivo sup a la línea Nasion-punto A.
- Distancia del borde incisal del I sup a la vertical en Sella, línea perpendicular al plano de Frankfurt que pasa por el punto Sella.



*Fig. 11: Medidas incisivo superior*

INCISIVO INFERIOR (figuras 12 y 13)

- Ángulo del eje axial del incisivo inferior (I inf) con la línea Nasion-punto B.
- IMPA: Ángulo del eje axial del incisivo inferior con el plano mandibular (Ag-Me).
- FMIA: Ángulo del eje axial del incisivo inferior con el plano de Frankfurt (FH).

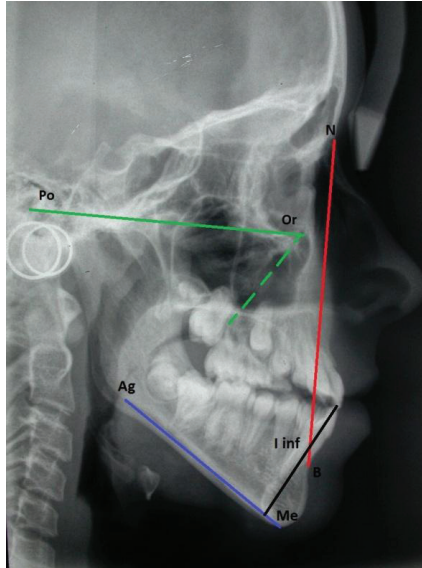


Fig. 12: Medidas incisivo inferior

- Distancia del borde incisal del incisivo inferior al plano mandibular, medida en milímetros en perpendicular a dicho plano.
- Posición del incisivo inferior: Distancia del borde incisal del incisivo inferior a la línea Nasion- punto B.
- Distancia del borde incisal del incisivo inferior a la vertical en Sella, medida en milímetros en perpendicular a dicha vertical.

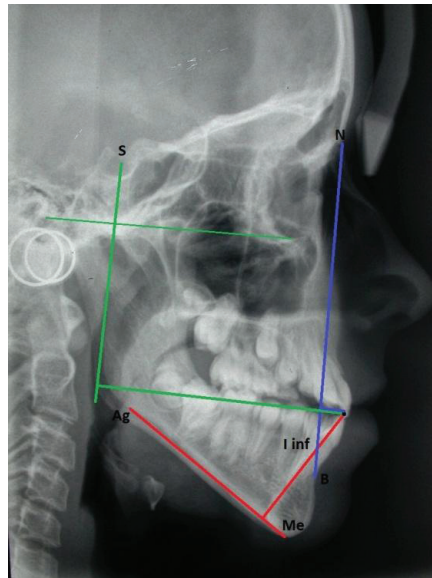
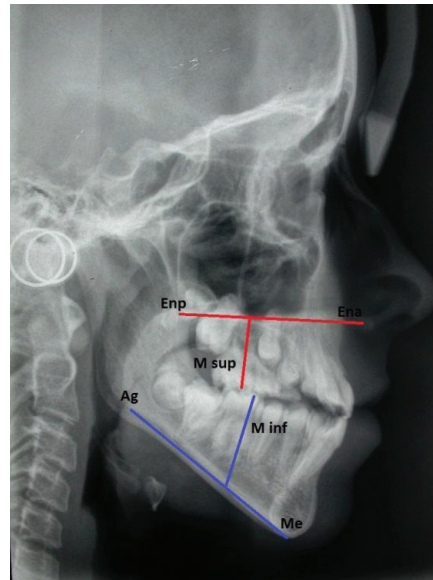


Fig. 13: Medidas incisivo inferior

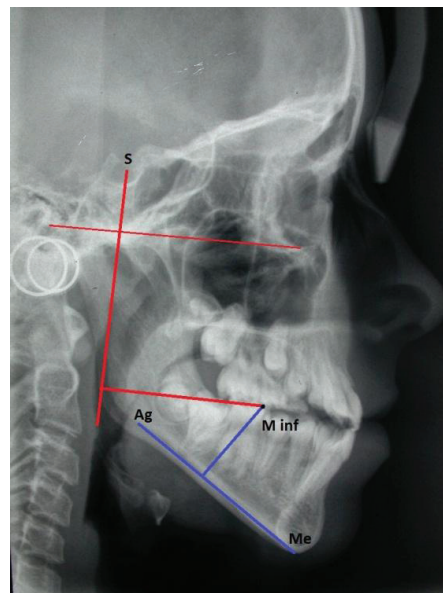
*MOLARES SUPERIOR E INFERIOR (figuras 14 y 15)*

- Distancia de la cúspide mesial del primer molar superior (M sup) al pl. palatino (Ena-Enp).
- Ángulo posterior del eje axial de la raíz mesial del primer molar inferior (M inf) al pl. mandibular (Ag-Me).



*Fig. 14: Medidas de molares*

- Distancia de la cúspide mesial del primer molar inferior a la vertical en Sella.
- Distancia de la cúspide mesial del primer molar inferior al pl. mandibular (Ag-Me).



*Fig. 15: Medidas molares*

#### 4.4.7.- MEDIDAS INTERDENTALES (figuras 16 y 17)

- Resalte: Distancia del borde incisal del incisivo superior al borde incisal del incisivo inferior, medida en horizontal (mm).
- Sobremordida: Distancia entre el borde incisal del incisivo superior y del inferior medida en vertical (mm).
- Ángulo interincisivo: Formado por el eje axial del incisivo superior con el incisivo inferior.
- Relación molar: Distancia de la superficie mesial del primer molar superior a la superficie mesial del primer molar inferior.

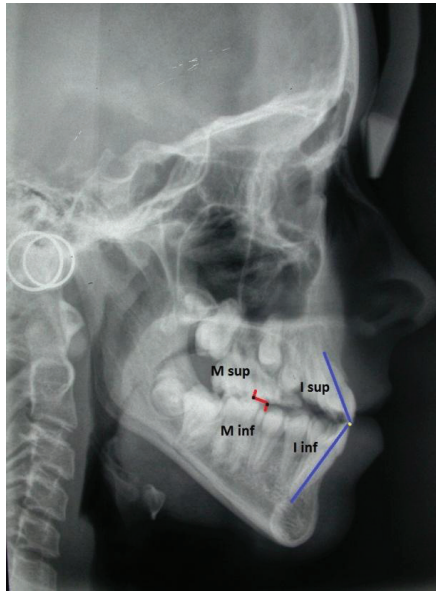


Fig. 16: Medidas interdentes

- Ángulo del plano oclusal con el plano Sella-Nasion.
- Ángulo del plano oclusal con el plano palatino (Ena-Enp).
- Ángulo del plano oclusal con el plano mandibular (Ag-Me).

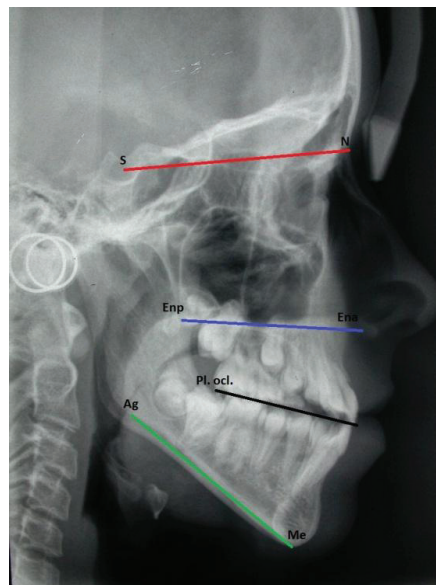


Fig. 17: Medidas interdentes

#### 4.4.8.- MEDIDAS DE LOS TEJIDOS BLANDOS (figura 18)

- Distancia labio inferior a la línea E, que une el punto más saliente de la nariz y del mentón.
- Ángulo naso-labial: Formado por las líneas Cm-Sn y Sn-Ls.

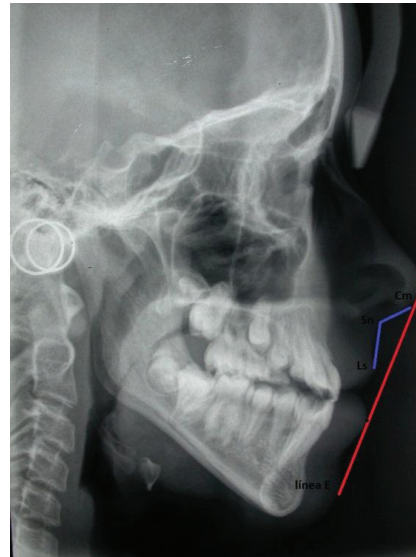


Fig. 18: Medidas tejidos blandos

#### 4.5.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico, los valores de las medidas cefalométricas obtenidos con el programa Nemoceph se pasaron a una hoja Excel y posteriormente al programa SPSS. Se realizó un análisis descriptivo de las 63 variables iniciales y posteriormente un análisis de componentes principales para reducir el número de variables del estudio.

Con las 40 medidas cefalométricas definitivas se realizó un análisis inferencial para determinar si había diferencias significativas en el tiempo según el tipo de tratamiento utilizado. Previamente se comprobó que todas las medidas, incluidas las variables calculadas mediante la diferencia T2-T1, tenían una distribución normal mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov en la muestra global y mediante Shapiro Wilk en las sub-muestras.

Se desarrollaron comparaciones múltiples con la corrección de Bonferroni para estudiar las diferencias entre tratamientos dentro de cada momento y la evolución en el tiempo de cada tipo de tratamiento.

A continuación se incluyó el tipo facial y se realizó el análisis de las variables cefalométricas estudiadas para ver si los efectos del tipo de tratamiento eran diferentes según éste. Para mayor claridad en la obtención e interpretación de los resultados, debido a la gran cantidad de variables en el estudio, se eliminó el grupo intermedio, los mesofaciales, dejando los grupos más extremos de braquifaciales y dolicofaciales.

Posteriormente, se realizó un análisis de cluster de conglomerados jerárquicos excluyendo el grupo control. Este análisis fue agrupando progresivamente los individuos más parecidos entre sí con el fin de identificar patrones homogéneos de perfiles genéricos que se repetían con frecuencia y que podrían considerarse modelos naturales.

En otro apartado y con el fin de poder predecir el resultado antes de iniciar el tratamiento se han buscado las posibles asociaciones entre las medidas cefalométricas iniciales y el resultado final del tratamiento. Para ello se definió previamente qué se consideraba mejor resultado o peor resultado, y mediante un modelo de regresión logística para esta nueva variable, "mejor/peor resultado", se identificaron aquellas covariables que tenían una asociación significativa con la variable respuesta. En este análisis también se excluyó el grupo control.

# *RESULTADOS*





## 5.- RESULTADOS

Los resultados se han dividido en cuatro apartados de acuerdo a los diferentes análisis que hemos realizado. Previo a su presentación, vemos a continuación la distribución de la muestra según el tipo de tratamiento (figura 19).

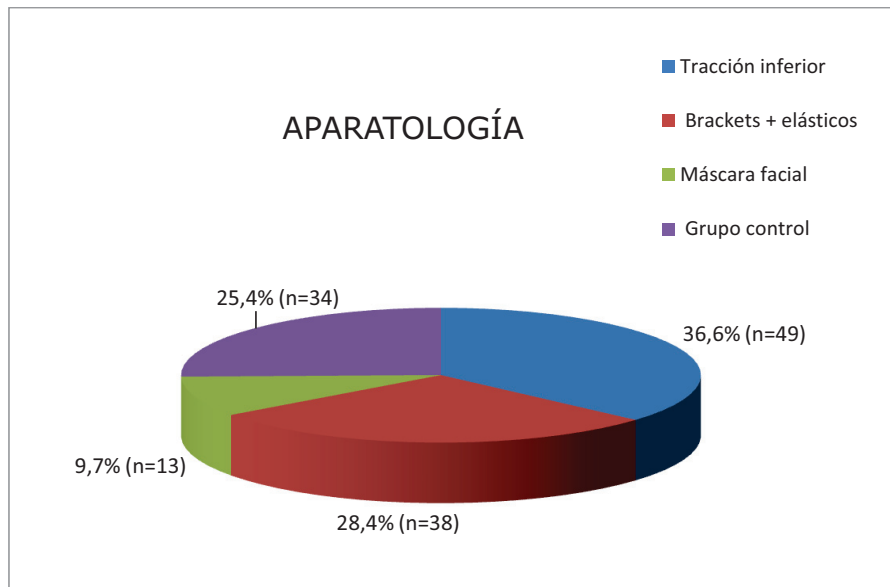


Fig. 19: Distribución según el tipo de tratamiento.

La muestra está formada por 134 individuos, de los que 80 son mujeres y 54 hombres, con una edad media en el momento inicial de la observación (T1) de  $12,02 \pm 1,67$  años y en el momento final (T2) de  $15,23 \pm 1,75$  años. La distribución de la muestra en los diferentes tipos de tratamiento según el sexo y la edad se observan a continuación en las tablas 3 y 4.

Tabla 3.- Distribución de la muestra según el sexo y el tipo de tratamiento.

	TIPO DE TRATAMIENTO				
	Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
Total	134	49	38	13	34
	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Mujeres	80	33	24	6	17
	59,7%	67,3%	63,2%	46,2%	50,0%
Hombres	54	16	14	7	17
	40,3%	32,7%	36,8%	53,8%	50,0%

Tabla 4.- Distribución de la muestra según la edad y el tipo de tratamiento.

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets con elásticos	Máscara facial	No tratamiento
Edad T1	N	134	49	38	13	34
	Media	12,02	11,95	12,33	12,30	11,67
	Desv. típica	1,67	1,35	1,82	2,34	1,60
	Mínimo	7,1	9,8	8,6	9,9	7,1
	Máximo	17,9	14,7	15,3	17,9	14,9
	Mediana	12,1	11,8	12,8	12,1	12,0
Edad T2	N	134	49	38	13	34
	Media	15,23	15,27	14,92	15,72	15,34
	Desv. típica	1,75	1,39	2,02	2,29	1,70
	Mínimo	11,1	13,0	11,1	11,1	12,0
	Máximo	21,3	18,3	18,0	21,3	19,0
	Mediana	15,2	15,1	15,2	15,3	15,3

El análisis descriptivo de las 63 medidas iniciales con los valores estadísticos más relevantes como la media, desviación estándar, mínimo, máximo y mediana para las variables continuas, y las frecuencias absolutas y relativas (porcentajes) para las categóricas se adjuntan en el **anexo 4**.

### **5.1.- CAMBIOS EN EL TIEMPO SEGÚN EL TIPO DE TRATAMIENTO**

Para estudiar si había diferencias significativas entre los dos momentos de observación, T1 y T2, y si estos cambios dependían o no del tipo de tratamiento aplicado se realizó un análisis de la varianza mixto (modelo ANOVA) de medidas repetidas con los siguientes factores:

- a) Un factor inter-sujetos: el tipo de tratamiento tiene 4 niveles (tracción extraoral inferior, multibrackets con elásticos, máscara facial y no tratamiento).
- b) Un factor intra-sujetos: el tiempo de tratamiento tiene 2 niveles (pretratamiento o T1 y postratamiento o T2).

Se analizaron los efectos principales de dichos factores y la interacción entre los mismos, es decir, si las variaciones de T1 a T2 eran o no homogéneas en magnitud y sentido en los diferentes grupos de tratamiento. Para estudiar las diferencias entre el tipo de tratamiento dentro de cada momento y la evolución en el tiempo dentro de cada tipo de tratamiento se desarrollaron comparaciones múltiples con la corrección de Bonferroni.

Para un test F intra-sujetos del modelo ANOVA, considerando un tamaño del efecto a detectar de 0,5 (medio), la potencia alcanzada fue 0,81 para un nivel de confianza del 95%. El nivel de significancia utilizado en los análisis fue del 5% ( $p < 0,05$ ).

En la tabla 5 se muestran las variables del estudio con el efecto del tiempo, del tipo de tratamiento y la interacción entre ambos. Se han destacado los valores significativos.

Tabla 5.- Resultado de los modelos ANOVA para la valoración del efecto tiempo y tipo de tratamiento en los parámetros. Se muestra el p-valor obtenido en la prueba F para cada efecto (traza de Pillai para los efectos intra-sujetos).

	EFECTO		
	Tiempo	Tipo de tratamiento	Interacción
<b>MEDIDAS CRANEALES</b>			
Ángulo silla (N-S-Ar)	0,316	0,540	0,436
Eje facial (NBa-PtGn)	0,243	0,667	<0,001
<b>M. ESQUELÉTICAS MAXILARES</b>			
Ángulo SNA	0,007	0,204	0,086
Inclinación max. (pl.ptino-SN)	0,648	0,606	0,803
<b>M. ESQUEL. MANDIBULARES</b>			
Ángulo SNB	0,034	0,161	<0,001
Ángulo pl. mand (GoGn-SN)	0,042	0,935	0,029
Ángulo goniaco (Ar-Go-Me)	<0,001	0,056	0,091
Long. cuerpo mand (Go-Me)	0,001	<0,001	0,055
Áng. goniaco inf (N-Go-Me)	0,206	0,163	0,023
<b>M. INTERMAXILARES</b>			
Ángulo ANB	0,321	0,976	<0,001
Wits appraisal (AB-pl. ocl)	<0,001	<0,001	<0,001
Dif. max-mand (CoA/CoGn)	<0,001	<0,001	0,034
<b>M. VERTICALES</b>			
Alt. fac. inferior (Ena-Gn)	<0,001	0,002	0,401
Alt. fac. posterior (S-Go)	<0,001	0,005	0,794
Alt. fac. post/ alt. fac. ant	0,001	0,926	0,698
<b>M. INCISIVO SUPERIOR</b>			
Ángulo I sup-pl. ptino	<0,001	0,524	0,713
Ángulo I sup – FH	0,003	0,760	0,603
Ángulo I sup-NA	<0,001	0,876	0,674
Distancia I sup- pl.ptino	<0,001	0,128	0,497
Posición I sup- NA (mm)	0,001	0,989	0,717
Distancia I sup – vertical Sella	0,003	0,022	0,295

**M. INCISIVO INFERIOR**

Ángulo I inf- NB	0,502	0,970	0,625
Ángulo IMPA (I inf- pl.mand)	0,291	0,320	0,765
Ángulo FMIA (I inf- FH)	0,831	0,818	0,065
Distancia I inf- pl. mand	<0,001	0,006	0,261
Posición I inf- NB (mm)	0,008	0,980	0,425
Distancia I inf – vertical Sella	0,373	0,023	0,164

**MEDIDAS DE MOLARES**

Distancia M sup- pl.ptino	<0,001	0,219	0,091
Ángulo M inf- pl. mand	0,677	<0,001	0,060
Dist. M inf – vertical Sella	0,025	0,003	0,016
Distancia M inf.-pl. mand	<0,001	0,008	0,197

**M. INTERDENTALES**

Resalte	0,003	0,535	0,007
Sobremordida	0,696	0,779	0,344
Ángulo interincisivo	<0,001	0,063	0,171
Relación molar	0,023	<0,001	<0,001
Ángulo pl. oclusal – SN	<0,001	0,014	0,918
Ángulo pl.oclusal- pl. ptino	<0,001	0,018	0,858
Ángulo pl.oclusal-pl. mand	<0,001	0,045	0,017

**M. TEJIDOS BLANDOS**

Distancia labio inf- línea E	0,018	0,320	0,059
Áng. nasolabial (Cm-Sn-Ls)	0,001	0,521	0,060

Como puede observarse, los cambios en el tiempo en la primera columna son muy numerosos para las variables estudiadas, de lo que se deduce que el tratamiento o el crecimiento en el caso del grupo control han modificado sustancialmente las mismas.

El efecto del tipo de tratamiento también es significativo en bastantes parámetros. Si las diferencias entre los distintos grupos de tratamiento ya se manifiestan en T1 podrían sugerir que la investigadora decide el tratamiento en función de una situación de partida específica de ese parámetro. Si sólo se

manifiesta en T2 no es suficiente para garantizar que un tratamiento ha funcionado mejor que otro, sino que hay que comparar con la situación inicial y ver si hay interacción. En caso de que la interacción sea significativa podremos concluir que los cambios no son homogéneos en los diferentes grupos y que el tipo de tratamiento ha influido en dichos cambios.

A continuación se detalla el resultado de las variables en las que la interacción ha sido significativa o con alta tendencia a serlo:

- **Eje facial**

Se obtienen diferencias significativas en la interacción entre el tipo de tratamiento y el tiempo ( $p < 0,001$ ).

En el grupo control y de máscara facial hay una gran diferencia entre T1 y T2 que presentan además efectos contrarios, aumentando significativamente en el grupo control y disminuyendo en el grupo de máscara facial. Sin embargo, en los grupos de tracción inferior y de brackets con elásticos el cambio es menor, y la evolución es significativa en los casos de tracción inferior ( $p$ -valor=0,044). En el siguiente gráfico (figura 20) se pueden observar los cambios del eje facial en los diferentes grupos de tratamiento:

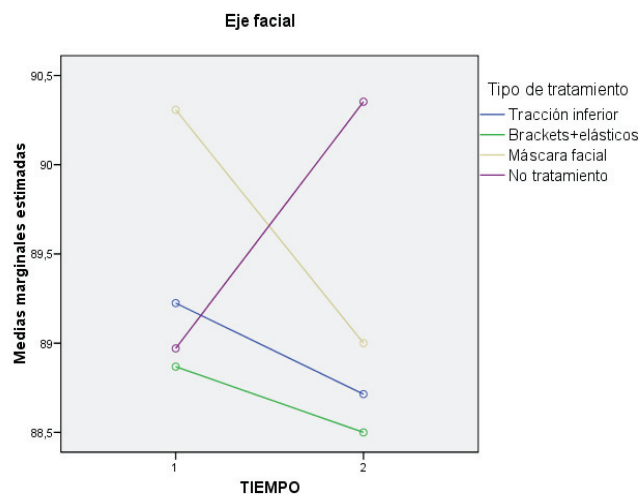


Fig. 20: Evolución en el tiempo del eje facial.

- **Ángulo SNB**

Se encuentran diferencias significativas en el tiempo ( $p=0,034$ ) y en la interacción entre del tiempo y el tipo de tratamiento ( $p=0,001$ ).

En el grupo control hay un cambio significativo de este ángulo ( $p<0,001$ ) que va de  $80,41 \pm 4,05$  hasta  $81,91 \pm 4,25$ . En el grupo de máscara aumenta ligeramente pero sin ser significativo, mientras que en el grupo de brackets con elásticos se mantiene estable y en el grupo de tracción inferior hay una tendencia decreciente pasando de  $80,20 \pm 3,62$  a una media de  $79,69 \pm 3,32$  (figura 21).

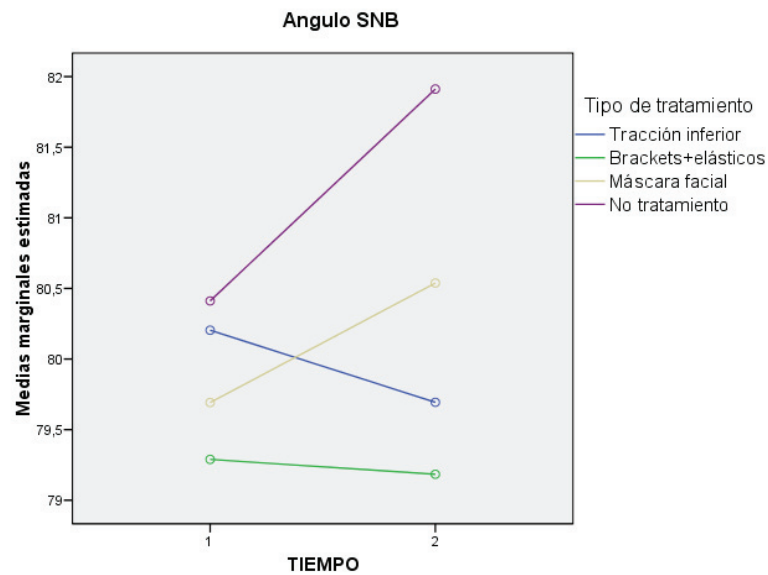


Fig. 21: Evolución en el tiempo del ángulo SNB.

• **Ángulo del plano mandibular (GoGn-SN)**

Hay diferencias significativas en el tiempo ( $p < 0,042$ ) y en la interacción con el tipo de tratamiento ( $p = 0,029$ ).

En el grupo control este ángulo disminuye significativamente ( $p = 0,003$ ) de un valor inicial de  $33,74 \pm 4,90$  hasta un valor final de  $32,38 \pm 6,11$  y en el de máscara también, aunque el cambio no es significativo ( $p = 0,167$ ). Los grupos de tracción inferior y brackets con elásticos no experimentan cambios en el ángulo del plano mandibular (figura 22).

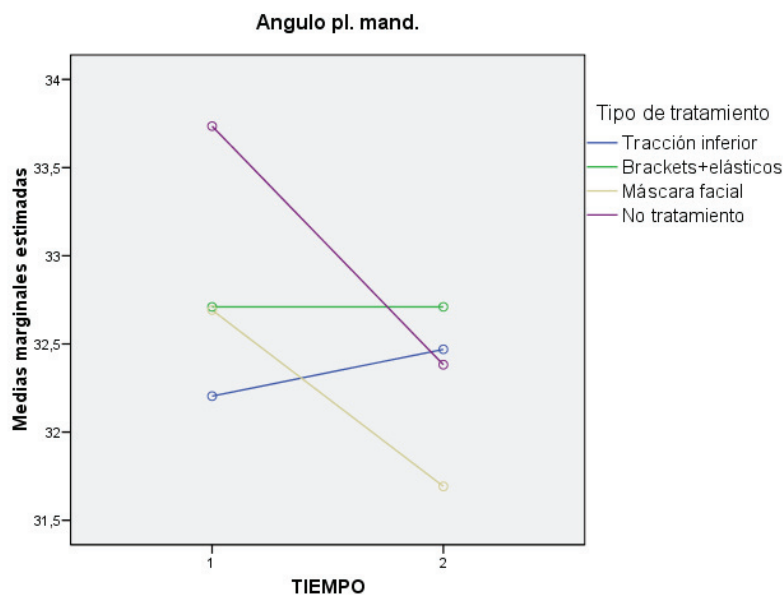


Fig. 22: Evolución en el tiempo del ángulo del plano mandibular.



- **Longitud del cuerpo mandibular (Go-Me)**

Han sido significativos los cambios en el tiempo ( $p=0,001$ ) y el tipo de tratamiento ( $p<0,001$ ) con una alta tendencia a la interacción ( $p=0,055$ ), por lo que podemos interpretar que los cambios en el tiempo dependen del tipo de tratamiento.

En todos los grupos ha aumentado el tamaño mandibular aunque en mayor medida en el grupo control que en los grupos que han llevado tratamiento. El nivel medio del parámetro es diferente según los distintos grupos, especialmente el grupo control y el resto (figura 23).

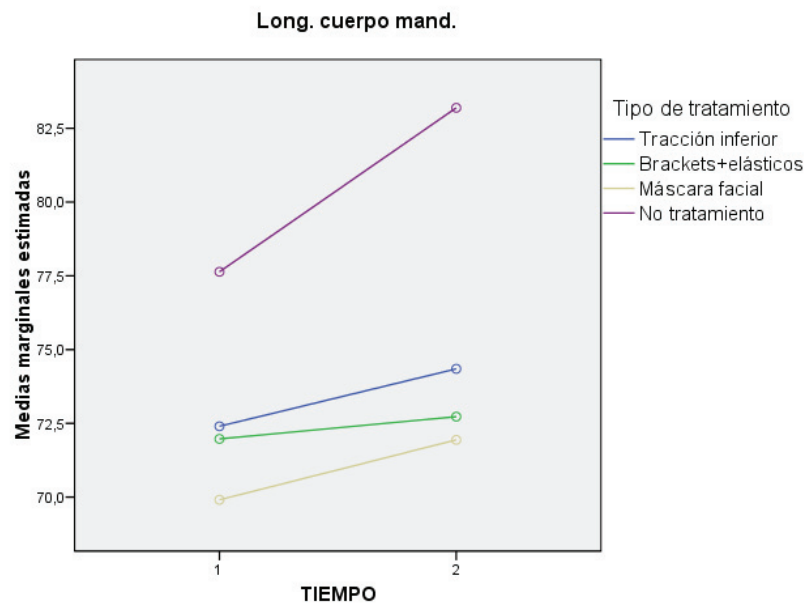


Fig. 23: Evolución en el tiempo de la longitud del cuerpo mandibular.

- **Ángulo goniaco inferior (N-Go-Me)**

La interacción ha sido significativa ( $p=0,023$ ) por lo que hay que valorar el comportamiento en los diferentes grupos (figura 24).

En el grupo control hay un ligero descenso de este ángulo, en el de máscara se mantiene constante mientras que en el grupo de brackets con elásticos y en el de tracción inferior hay una tendencia creciente.

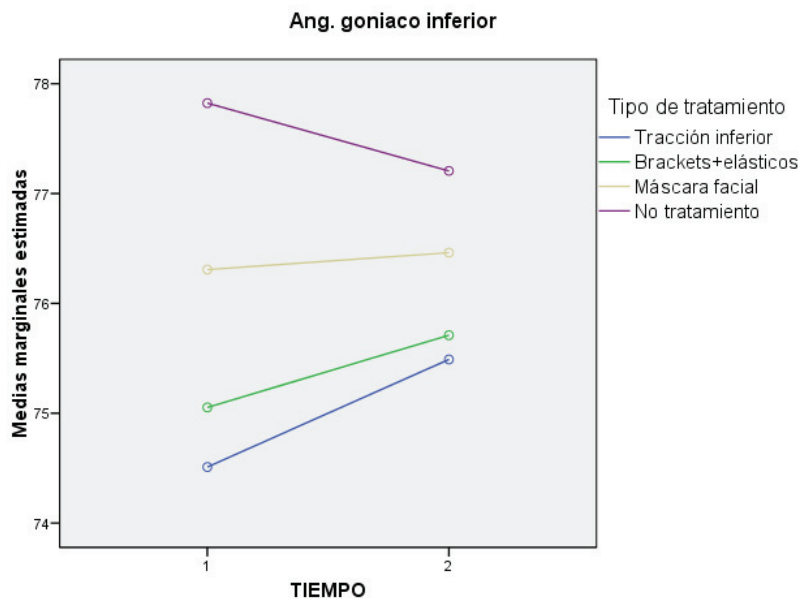


Fig. 24: Evolución en el tiempo del ángulo goniaco inferior.

- **Ángulo ANB**

En esta variable la interacción es significativa ( $p < 0,001$ ) por lo que hemos de ver la evolución en cada uno de los grupos (figura 25).

Se observan evoluciones diferentes según el tipo de tratamiento: en el grupo tratado con máscara facial aumenta significativamente ( $p = 0,014$ ), en el tratado con tracción inferior también aumenta aunque en menor medida ( $p = 0,070$ ), en el grupo de brackets con elásticos se mantiene constante y en el grupo control disminuye significativamente ( $p = 0,003$ ).

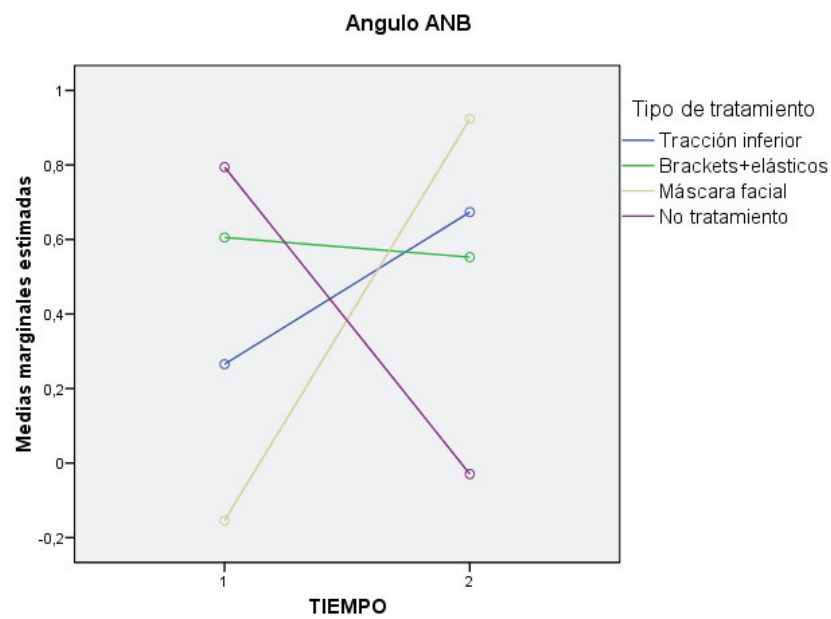


Fig. 25: Evolución en el tiempo del ángulo ANB.

- **Wits appraisal**

Son significativas las tres columnas: tiempo, tipo de tratamiento e interacción ( $p < 0,001$ ). Por tanto, la evolución de este parámetro es diferente según el grupo, siendo lo más llamativo que en el grupo control el valor se hace más negativo con el tiempo, es decir, empeora mientras que en el resto de grupos evoluciona de forma contraria, siendo esta evolución muy similar entre ellos (figura 26). Además, la media del grupo control inicialmente es menor que la del resto de grupos.

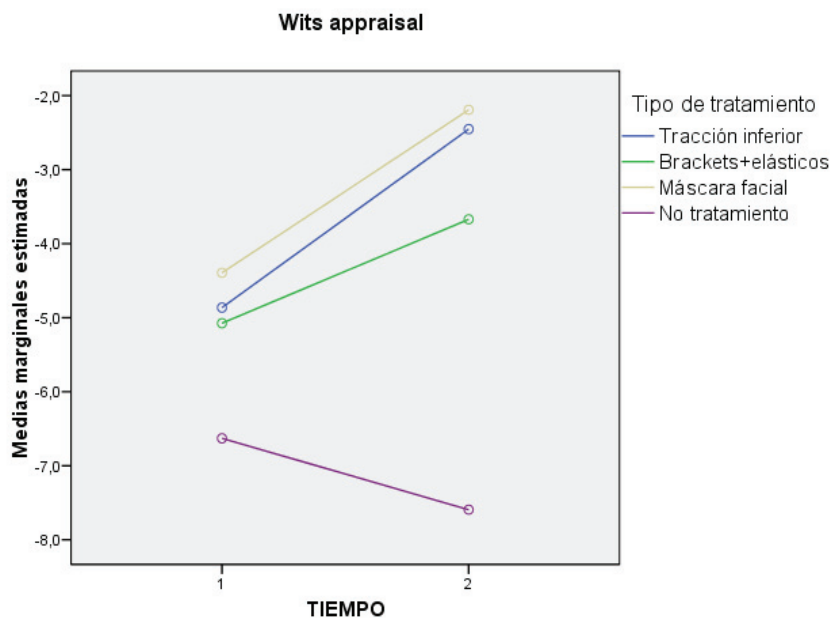


Fig. 26: Evolución en el tiempo del Wits appraisal.

- **Diferencia maxilomandibular (CoA/CoGn)**

En el factor tiempo y tipo de tratamiento los p-valores son significativos en ambos casos ( $p < 0,001$ ), así como en la interacción ( $p = 0,034$ ).

En todos los grupos esta variable aumenta, aunque de manera más acusada en el grupo control, que no ha recibido tratamiento y aumenta de  $32,45 \pm 5,50$  a valores de  $37,33 \pm 8,58$  (figura 27).

Los grupos que sí han recibido tratamiento de ortodoncia evolucionan de forma prácticamente paralela siendo en el grupo de máscara  $p = 0,016$ , en el de tracción inferior  $p < 0,001$ , y en el de brackets con elásticos  $p = 0,007$ . En estos tres grupos, la diferencia maxilomandibular también aumenta ligeramente con el tiempo.

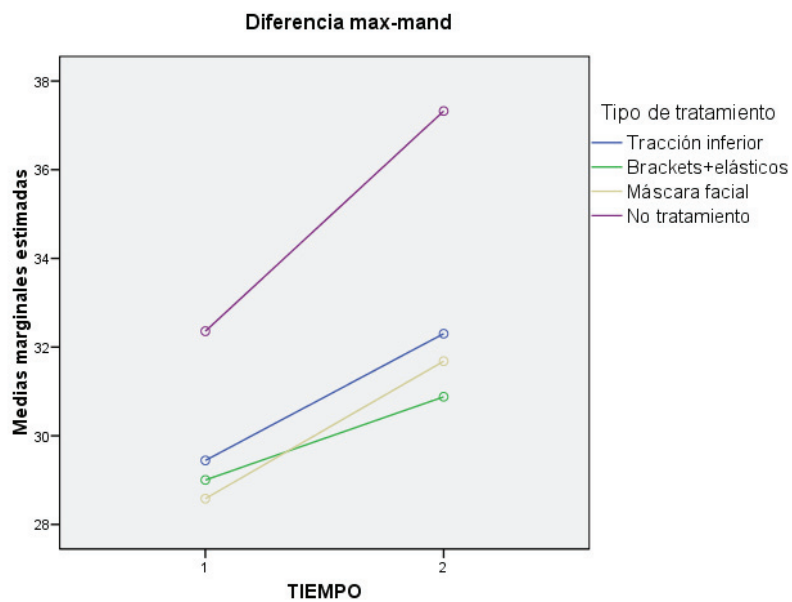


Fig. 27: Evolución en el tiempo de la diferencia maxilo-mandibular.

- **Ángulo FMIA: Ángulo del incisivo inferior con el pl. Frankfurt**

En esta variable, se observa una interacción con alta tendencia a ser significativa ( $p=0,065$ ).

Como podemos observar en la figura 28, en el grupo control los incisivos inferiores se han enderezado pasando de  $65,18 \pm 7,96$  a  $67,21 \pm 7,8$  mientras que en el resto de grupos se ha mantenido la inclinación inicial de los incisivos e incluso ha aumentado, sobre todo en el grupo de máscara facial y de brackets con elásticos pasando de  $67,77 \pm 8,52$  a  $66,62 \pm 8,25$  y de  $65,71 \pm 7,1$  a  $64,68 \pm 6,48$  respectivamente.

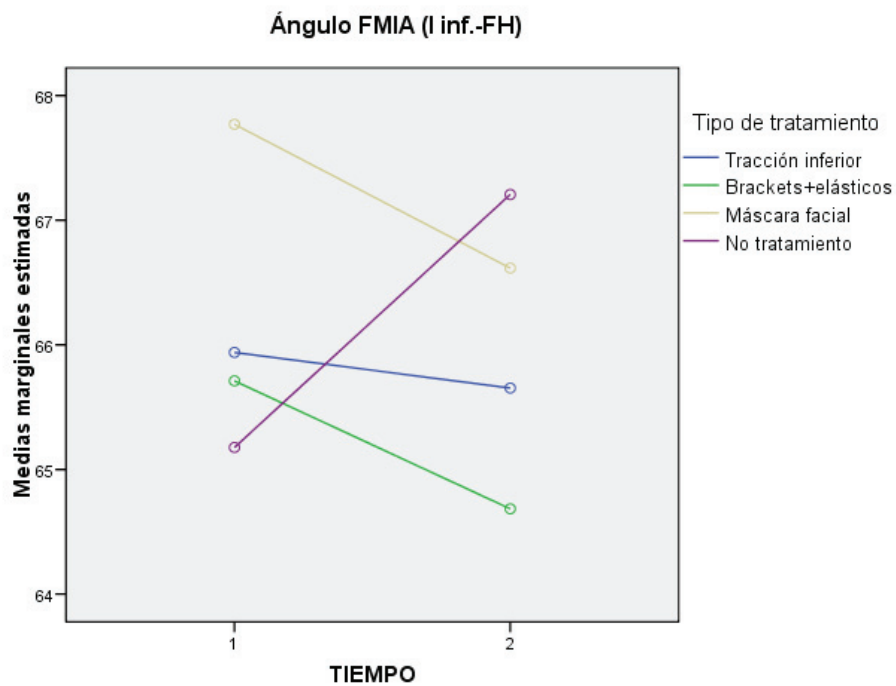


Fig. 28: Evolución en el tiempo de ángulo FMIA.

- **Ángulo del primer molar inferior (eje axial) con el plano mandibular**

Hay cambios significativos según los distintos grupos de tratamiento ( $p < 0,001$ ) y una fuerte tendencia a la interacción ( $p = 0,06$ ).

La evolución de la inclinación del primer molar inferior es heterogénea (figura 29). En el grupo de tracción inferior disminuye de  $77,45 \pm 5,14$  a  $75,51 \pm 4,34$  mientras que en el de máscara facial y en el grupo control aumenta, pasando en el grupo de máscara de  $79,85 \pm 2,19$  a  $80,69 \pm 4,39$  y en el grupo control de  $78,94 \pm 4,25$  a  $79,74 \pm 4,76$ .

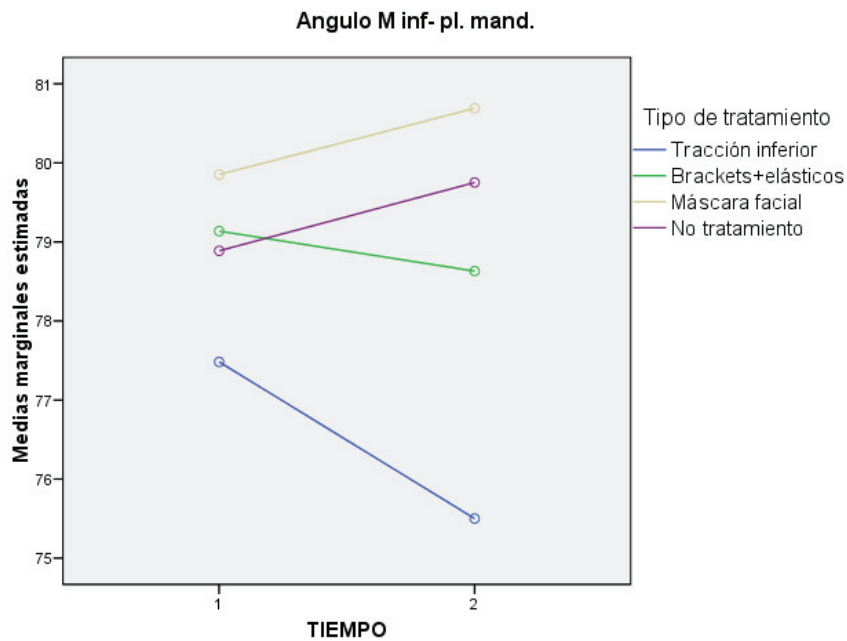


Fig. 29: Evolución en el tiempo del ángulo del primer molar inf-pl. mandibular.

- **Distancia del primer molar inferior a la vertical en Sella**

La interacción entre los cambios en el tiempo y los diferentes grupos de tratamiento es significativa ( $p=0,016$ ).

En el grupo control la distancia del molar inferior a la vertical en Sella aumenta significativamente ( $p<0,001$ , Bonferroni) de  $-46,41 \pm 6,38$  a  $-53,06 \pm 11,80$ , lo que significa que el molar se aleja de la línea de referencia desplazándose hacia mesial (figura 30).

En el grupo de máscara facial ( $p=0,425$ ) cambia de  $-45,65 \pm 6,75$  a  $-48,02 \pm 7,08$  y este cambio es prácticamente igual al del grupo de tracción extraoral inferior ( $p=0,203$ ) en el que pasa de  $-45,42 \pm 5,61$  a  $-47,36 \pm 5,83$ . El grupo de brackets con elásticos ( $p=0,383$ ) pasa de  $-44,10 \pm 5,74$  a  $-42,59 \pm 15,58$ . Por lo tanto, las diferencias según el tipo de tratamiento se concentran en el grupo control.

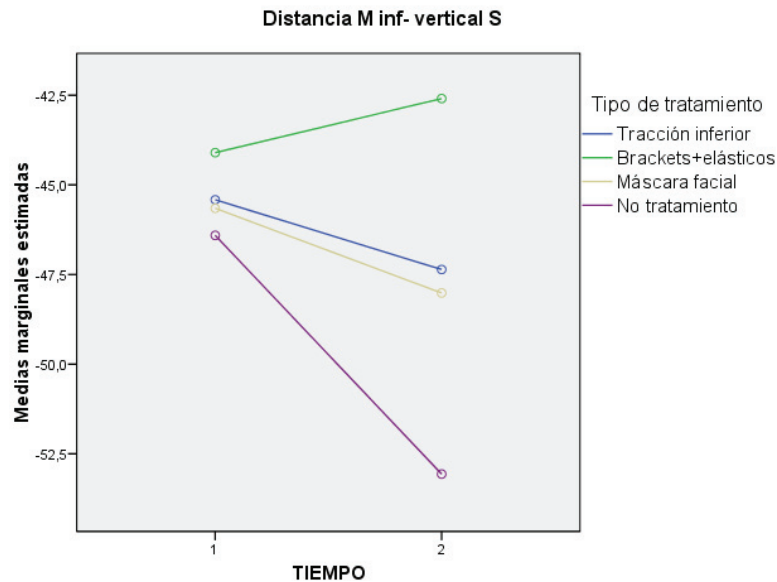


Fig. 30: Evolución en el tiempo de la distancia del primer molar inf-vertical Sella.



- **Resalte**

Los cambios en el tiempo son significativos ( $p=0,003$ ) así como la interacción ( $p=0,007$ ), por lo que hay que ver la evolución en cada tipo de tratamiento (figura 31).

El resalte disminuye en el grupo control de  $2,15 \pm 2,00$  a  $1,71 \pm 2,18$  mientras que en los tres grupos que han recibido tratamiento de ortodoncia aumenta con el tratamiento, es decir, mejora.

En el grupo de máscara facial ( $p=0,028$ ) el resalte aumentó de  $1,07 \pm 1,98$  a  $2,23 \pm 0,79$ , en el grupo de brackets con elásticos ( $p=0,045$ ) de  $1,91 \pm 1,82$  a  $2,53 \pm 1,05$  y en el de tracción inferior ( $p=0,001$ ) de  $1,52 \pm 1,52$  a  $2,44 \pm 0,9$ . Como vemos, aunque los valores del grupo de máscara facial y de tracción inferior son similares, la probabilidad es mucho mayor en el grupo de tracción inferior.

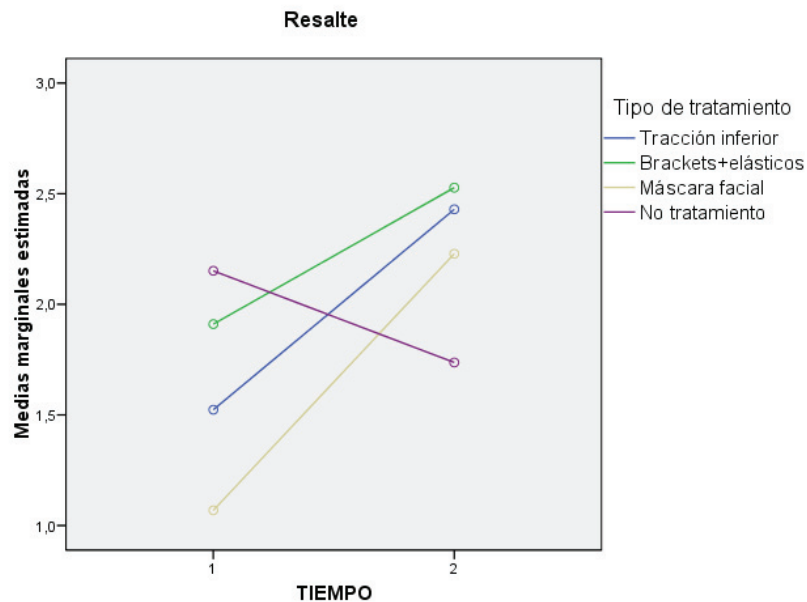


Fig. 31: Evolución en el tiempo del resalte.

- **Relación molar**

En esta variable son significativos los cambios en el tiempo ( $p=0,023$ ) y según el tipo de tratamiento ( $p<0,001$ ) así como en la interacción entre ambos ( $p<0,001$ ).

En el grupo control la relación molar disminuye, es decir, empeora con el tiempo ( $p=0,001$ ) pasando de  $-4,11 \pm 2,38$  a  $-5,28 \pm 3,00$  mientras que en el resto de grupos aumenta, y lo hace de forma prácticamente paralela (figura 32).

El grupo de máscara facial ( $p=0,038$ ) pasa de  $-3,65 \pm 2,54$  a  $-2,52 \pm 1,82$ , el de brackets con elásticos ( $p=0,021$ ) de  $-3,14 \pm 1,27$  a  $-2,39 \pm 1,40$  y el de tracción inferior ( $p<0,001$ ) de  $-3,71 \pm 2,16$  a  $-2,66 \pm 1,62$ .

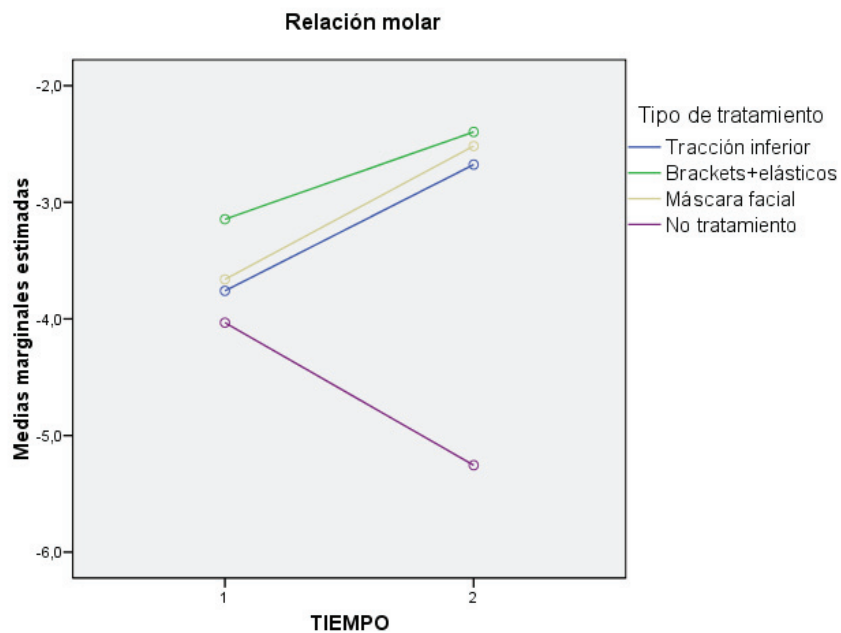


Fig. 32: Evolución en el tiempo de la relación molar.

- **Ángulo del plano oclusal con el plano mandibular (pl. ocl- pl mand)**

En este parámetro la interacción es significativa ( $p=0,017$ ), además de ser significativos los cambios en el tiempo ( $p<0,001$ ) y según el tipo de tratamiento ( $p=0,045$ ).

Se produce un aumento de este ángulo en los tres grupos que han recibido tratamiento de ortodoncia, mientras que en el grupo control permanece prácticamente constante (figura 33).

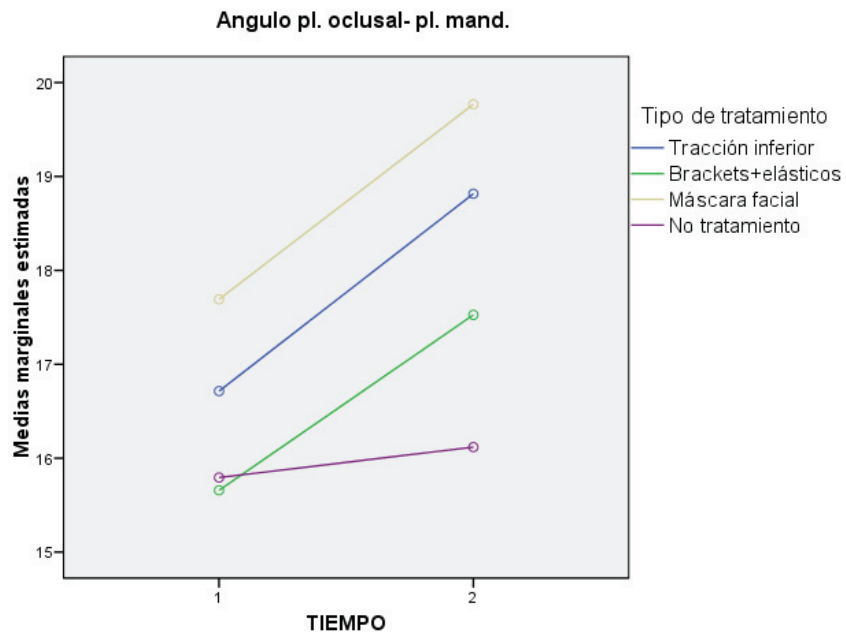


Fig. 33: Evolución del ángulo del pl. oclusal-pl. mandibular.

• **Protrusión del labio inferior ( distancia L inf- línea E)**

Son significativos los cambios en el tiempo ( $p=0,018$ ), y se observa una fuerte tendencia a la interacción ( $p=0,059$ ).

En todos los grupos hay un aumento en valores absolutos excepto en el grupo de máscara facial donde disminuye de  $-3,60 \pm 2,93$  a  $-2,78 \pm 3,37$  ( $p=0,215$ ).

En el grupo control ( $p=0,004$ ) cambia de  $-3,55 \pm 2,85$  a  $-4,73 \pm 3,34$ , en el de brackets con elásticos ( $p=0,004$ ) varía de  $-2,91 \pm 3,16$  a  $-4,03 \pm 2,49$  y en el de tracción extraoral inferior de  $-2,76 \pm 2,28$  a  $-3,52 \pm 2,21$  (figura 34).

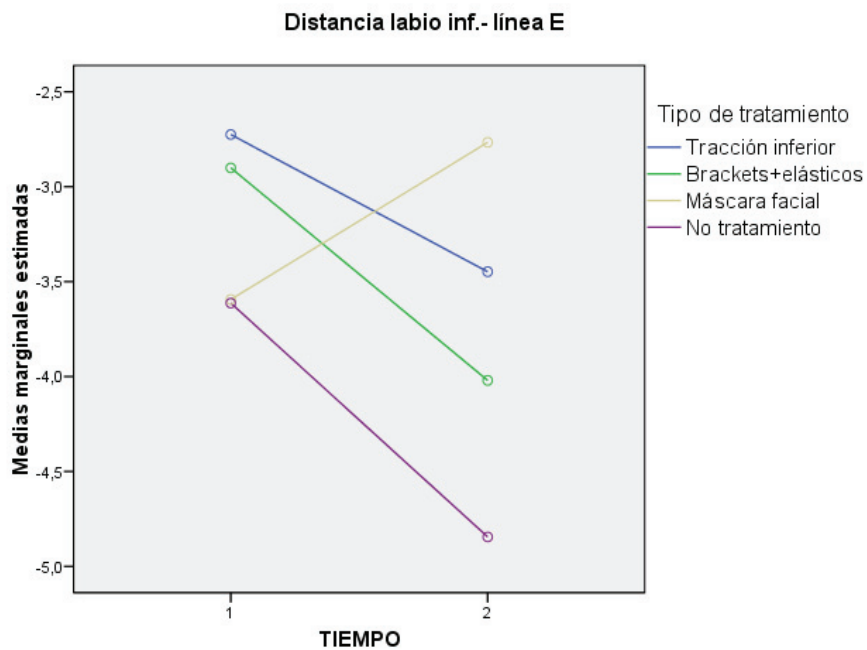


Fig. 34: Evolución de la distancia del labio inf- línea E.

- **Ángulo nasolabial (Cm-Sn-Ls)**

Hay cambios significativos en el tiempo ( $p=0,001$ ) con una fuerte tendencia a la interacción ( $p=0,060$ ).

El valor medio del ángulo nasolabial en el grupo control ( $p=0,001$ ) disminuye significativamente de  $111,74 \pm 10,77$  a  $106,62 \pm 12,76$  y el de la máscara facial ( $p=0,065$ ) lo hace de forma similar, pasando de  $111,69 \pm 12,74$  a  $107,31 \pm 13,59$  partiendo además de niveles medios iniciales iguales (figura 35).

En el grupo de brackets con elásticos ( $p=0,304$ ) el valor medio disminuye ligeramente de  $111,55 \pm 9,08$  a  $110,13 \pm 8,57$  y en el grupo de tracción inferior se mantiene constante ( $p=0,788$ ).

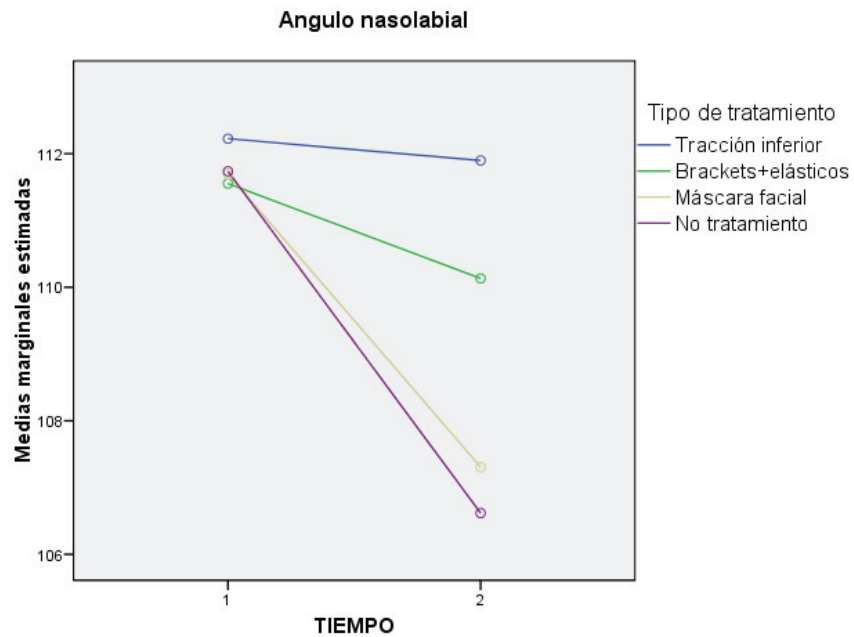


Fig. 35: Evolución en el tiempo del ángulo nasolabial.

## **5.2.- INFLUENCIA DEL TIPO FACIAL SEGÚN EL TIPO DE TRATAMIENTO**

Para los diferentes parámetros se ha estimado un modelo ANOVA con un nuevo factor, el tipo facial. Inicialmente se realizó un modelo en el que el ángulo del plano mandibular, que es la medida que hemos utilizado para valorar el tipo facial, actuaba como variable continua. Esto nos permitía ver su correlación con el resto de variables. En este caso no se podía valorar si había triple interacción y por este motivo se hizo el análisis incluyendo el ángulo del plano mandibular como un factor, de manera que se pudiese valorar la interacción triple: "tiempo x tipo de tratamiento x tipo facial".

En caso de haber interacción se interpretaría como la homogeneidad o no de los cambios por los distintos tratamientos en los diferentes tipos faciales. En este análisis, para mejor interpretación de los resultados, se han considerado los tipos faciales extremos eliminando los mesofaciales. La muestra resultante queda dividida en dos grupos:

- Dolicofaciales: Individuos cuyo ángulo del plano mandibular es mayor o igual a 36°.
- Braquifaciales: Individuos con un ángulo del plano mandibular menor o igual a 28°.

Los casos incluidos en la muestra para este análisis son 68 debido a la exclusión de los mesofaciales. En cuanto al tipo de tratamiento, se ha incluido también el grupo control. En las tablas 6 y 7 vemos la distribución de la muestra según el tipo facial y según el tipo de tratamiento dentro de cada tipo facial.

Tabla 6: Distribución según el tipo facial

	N	%
Total	68	100,0%
Braquifacial	29	42,6%
Dólicofacial	39	57,4%

Tabla 7: Distribución de la muestra según el tipo de tratamiento y el tipo facial.

	TIPO FACIAL					
	Total		Braquifacial		Dólicofacial	
	N	%	N	%	N	%
Total	68	100,0%	29	100,0%	39	100,0%
Tracción inferior	25	36,8%	13	44,8%	12	30,8%
Brackets con elásticos	18	26,5%	7	24,1%	11	28,2%
Máscara facial	7	10,3%	3	10,3%	4	10,3%
No tratamiento	18	26,5%	6	20,7%	12	30,8%

A continuación se muestra la tabla 8 con los resultados obtenidos.

Tabla 8.- Resultado modelos ANOVA para valoración del efecto tiempo, tipo de tratamiento y tipo facial en los parámetros. Se muestra el p-valor obtenido en la prueba F para cada efecto e interacción (traza de Pillai para los efectos intra-sujetos).

	Tiempo	Tipo tratamiento	Tipo facial	Tipo tratamiento x tipo facial	Tiempo x tipo tratamiento	Tiempo x tipo facial	Tiempo x tipo tratamiento x tipo facial
Ángulo silla (N-S-Ar)	0,769	0,498	0,403	0,187	0,307	0,932	0,448
Eje facial (NBa-PtGn)	0,188	0,124	<0,001	0,498	<0,001	0,042	0,117
Ángulo SNA	0,217	0,553	<0,001	0,735	0,133	0,025	0,863
Ángulo SNB	0,445	0,596	<0,001	0,848	0,102	0,508	0,177
Ángulo goniaco	0,006	0,461	<0,001	0,470	0,133	0,007	0,563
Longitud cuerpo mand.	0,001	0,053	0,011	0,261	0,359	0,698	0,305
Ángulo goniaco inferior	0,129	0,436	<0,001	0,234	0,009	0,253	0,654
Ángulo ANB	0,107	0,837	<0,001	0,858	<0,001	0,209	0,559
Wits appraisal	<0,001	0,006	0,690	0,684	<0,001	0,094	0,026
Dif. mx-md (CoA/CoGn)	<0,001	0,106	0,680	0,607	0,209	0,019	0,342
Inclinación maxilar	0,632	0,137	0,008	0,264	0,925	0,316	0,790
Alt. fac. inferior (Ena-Gn)	<0,001	0,179	0,007	0,772	0,769	0,458	0,658
Alt. fac. posterior (S-Go)	<0,001	0,175	0,001	0,814	0,897	0,881	0,404
Alt. fac. post/ alt. fac. ant.	0,177	0,549	<0,001	0,424	0,273	0,118	0,328
Ángulo I sup- pl.ptino	<0,001	0,221	0,001	0,582	0,491	0,703	0,958
Ángulo I sup- NA	0,001	0,859	0,010	0,911	0,545	0,425	0,906
Distancia I sup- pl.ptino	<0,001	0,696	0,021	0,525	0,886	0,334	0,371
Ángulo I sup- FH	<0,001	0,436	0,002	0,866	0,686	0,861	0,482
Posición I sup- NA (mm)	0,008	0,976	0,284	0,446	0,761	0,308	0,954
Dist. I sup- vertical Sella	0,002	0,114	0,058	0,416	0,707	0,966	0,255
Distancia M sup-pl.ptino	<0,001	0,821	0,714	0,247	0,607	0,644	0,576
Ángulo I inf- NB	0,486	0,875	0,008	0,846	0,709	0,260	0,835



IMPA (áng. I inf-pl.md)	0,540	0,788	0,013	0,931	0,761	0,394	0,601
FMIA (ángulo I inf- FH)	0,435	0,987	<0,001	0,972	0,167	0,484	0,986
Distancia I inf- pl. mand.	<0,001	0,123	0,283	0,636	0,459	0,630	0,719
Posición I inf- NB (mm)	0,623	0,388	<0,001	0,380	0,129	0,236	0,888
Dist. I inf – vertical Sella	0,769	0,259	0,368	0,573	0,504	0,606	0,647
Ángulo M inf-pl. mand	0,725	0,029	0,757	0,678	0,114	0,183	0,432
Dist. M inf –vertical Sella	<0,001	0,144	0,045	0,859	0,031	0,838	0,207
Distancia M inf- pl.mand	<0,001	0,158	0,205	0,999	0,829	0,764	0,875
Resalte	<0,001	0,191	0,125	0,176	0,065	0,640	0,470
Sobremordida	0,335	0,535	0,094	0,737	0,426	0,464	0,613
Ángulo interincisivo	0,026	0,751	0,195	0,876	0,153	0,688	0,714
Ángulo pl. oclusal – SN	0,005	0,403	0,674	0,831	0,367	0,414	0,877
Ángulo pl. ocl- pl.ptino	<0,001	0,467	<0,001	0,072	0,419	0,722	0,692
Ángulo pl. ocl- pl. mand	<0,001	0,024	<0,001	0,007	0,023	0,380	0,308
Relación molar	0,060	0,040	0,377	0,756	0,001	0,090	0,502
Distancia labio inf-líneaE	<0,001	0,622	0,007	0,460	0,747	0,040	0,722
Ángulo naso-labial	0,009	0,133	0,988	0,127	0,366	0,937	0,834

Se observa que los cambios en el tiempo son significativos de forma masiva, ya sea como efecto simple o como interacción con el tipo facial o con el tipo de tratamiento, por lo que el tratamiento aplicado está provocando cambios importantes en las variables cefalométricas estudiadas.

El efecto “tipo de tratamiento” en ausencia de cualquier interacción de orden superior es poco relevante, lo que significa que los valores medios de las dimensiones son similares independientemente del tratamiento aplicado. Concretamente en T1, apoya la afirmación inicial de que no se han aplicado unos tratamientos específicos a sujetos con unas características determinadas y otros tratamientos a otras. Es decir, hay una aleatorización apropiada para el análisis.

En la mayoría de los parámetros los resultados obtenidos son similares a los de los modelos ANOVA anteriores. Esto no significa que siempre coincidan los efectos que son significativos y los que no, pero comparando los p-valores, más allá de ver simplemente si son mayores o menores de 0,05, se encuentra bastante coherencia.

Como puede observarse, la interacción triple no es significativa en ningún parámetro a excepción del Wits appraisal, por lo que se puede decir que, en general, las diferencias obtenidas por los distintos tipos de tratamiento son similares en ambos tipos faciales, ya sean dólcofaciales o braquifaciales. Por lo tanto, el tipo facial del paciente no parece tener influencia en cómo se comporta un individuo frente a los distintos tipos de tratamiento.

No obstante, hay parámetros en los que existen diferencias más claras, que pueden ser porque la muestra es diferente, ya que contiene sólo sujetos con rasgos cefalométricos extremos, dólcofaciales y braquifaciales. Además es más reducida, por lo que puede existir falta de potencia estadístico, no detectando como significativas diferencias que en los gráficos pueden parecerlo. También la utilización de 7 términos en el modelo puede hacer que la explicación de la variabilidad de las medidas de un parámetro tienda a dispersarse a través de las diferentes fuentes.

A continuación analizamos los resultados más destacables de este último análisis, sin comentar aquellas variables que no han sido estadísticamente relevantes.

- **Eje facial**

Además de la interacción tiempo x aparato ( $p < 0,001$ ) que ya aparecía anteriormente, hay una interacción tiempo x tipo facial ( $p = 0,042$ ).

Como puede observarse en el gráfico, el eje facial en los braquifaciales tiende a disminuir ligeramente mientras que no lo hace en los dolicofaciales (figura 36). Además, los valores que toma este parámetro inicialmente son diferentes en ambos grupos, pues en los braquifaciales está más aumentado el eje facial que en los dólifaciales. De hecho, este parámetro ayuda a definir el tipo facial de un individuo.

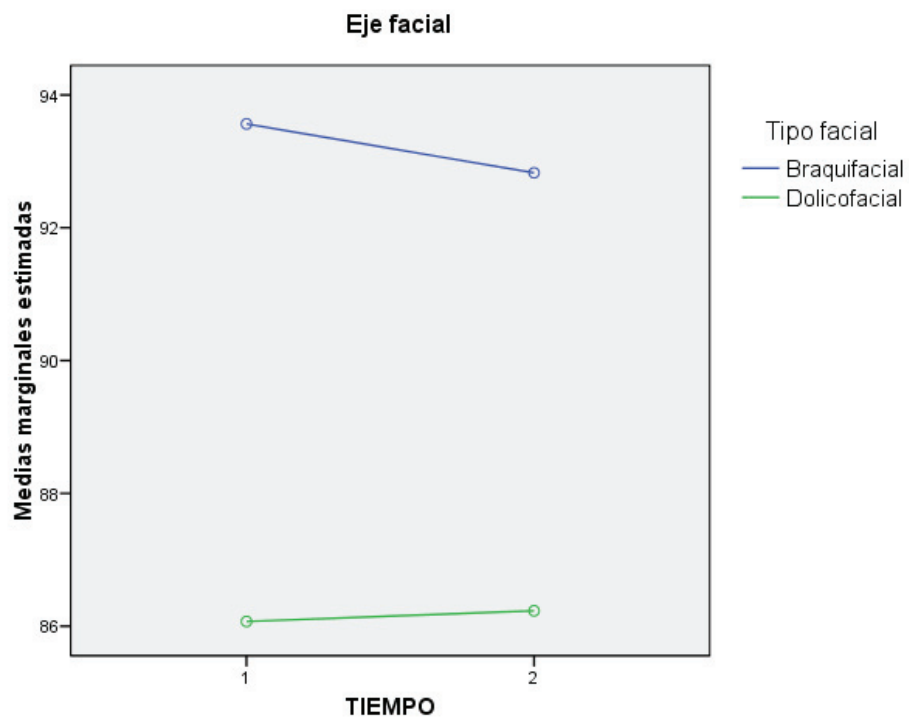


Fig. 36: Evolución en el tiempo según el tipo facial.

- **Ángulo SNA**

Se observa que hay interacción tiempo x tipo facial ( $p < 0,025$ ), de manera que en los dolicofaciales se produce un mayor aumento del ángulo SNA que en los braquifaciales en los que se mantiene más estable independientemente del tipo de tratamiento, ya que la triple interacción no ha sido significativa.

Además, se puede observar en la figura 37 que los valores iniciales en ambos grupos son diferentes, siendo el ángulo SNA mayor en los braquifaciales que en los dólícofaciales.

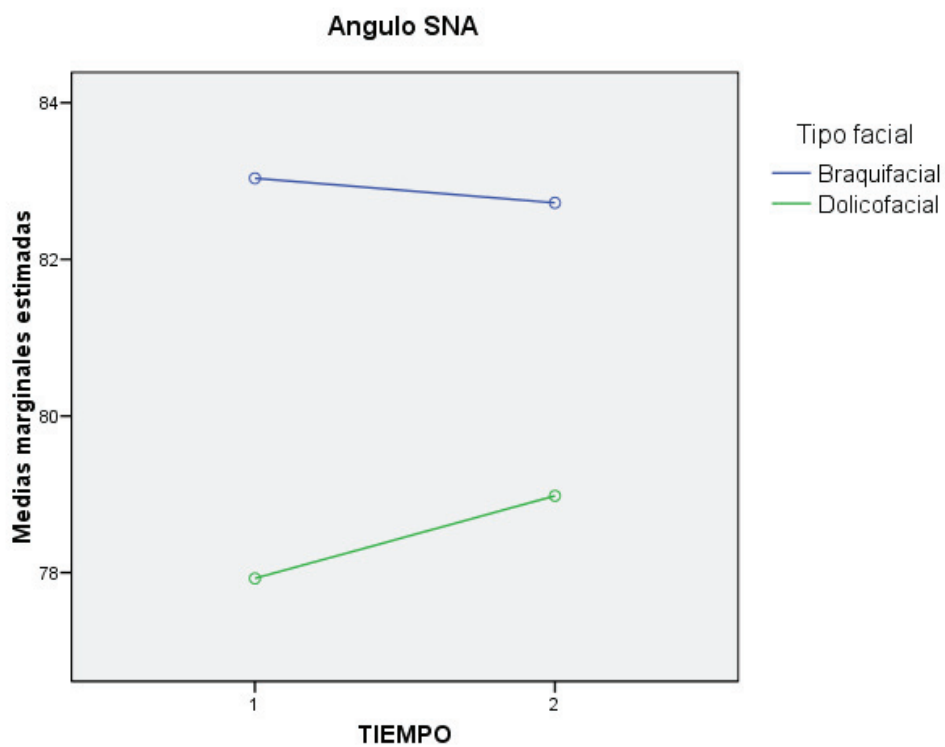


Fig. 37: Evolución del ángulo SNA según el tipo facial.

- **Ángulo goniaco (Ar-Go-Me)**

No hay muchas diferencias respecto al modelo previo, pero lo que sí se evidencia es la fuerte dependencia de la evolución según el tipo facial ( $p=0,042$ ) además de que el ángulo goniaco toma valores diferentes en ambos tipos faciales ( $p<0,001$ ).

La evolución en el grupo de pacientes braquifaciales disminuye mientras que en los dolicofaciales se mantiene constante en el tiempo independientemente del tipo de tratamiento. Además, inicialmente los braquifaciales tienen un ángulo goniaco bastante menor que los dólicofaciales, como se puede comprobar en el gráfico siguiente (figura 38).

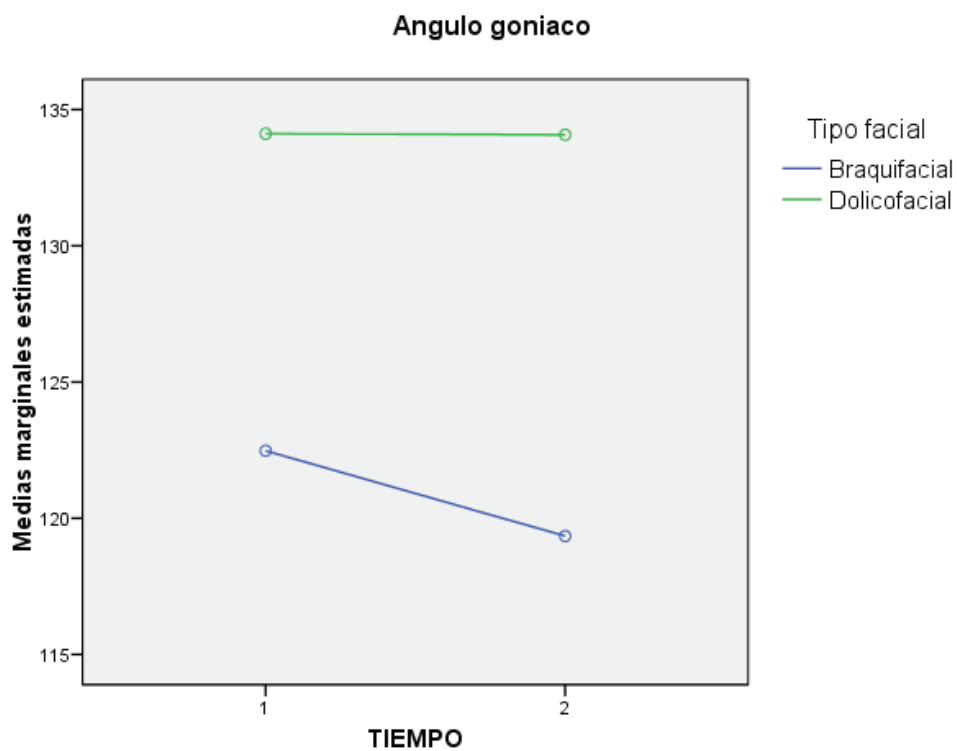


Fig. 38: Evolución del ángulo goniaco según el tipo facial.

- **Wits appraisal**

Es el único parámetro en el que se ha obtenido triple interacción ( $p=0,026$ ), por lo que al ser el término de orden más elevado nos centraremos con más detalle en su análisis (figuras 39 y 40).

La evolución en el tiempo depende del tipo de tratamiento utilizado, ya que como veíamos en la tabla 5 había interacción tiempo x tipo de tratamiento y en la tabla 8 sigue habiéndola. Además, esta evolución diferente según el tipo de tratamiento, tampoco es igual en el grupo de braquifaciales que en el de dólcofaciales. ( $p=0,026$ ).

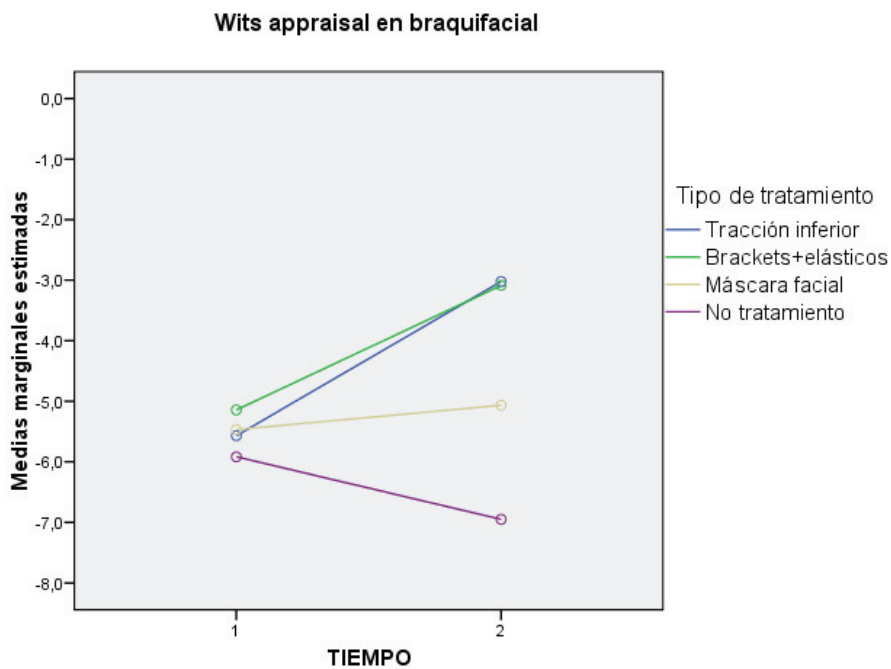


Fig. 39: Evolución del tipo de tratamiento en braquifaciales.

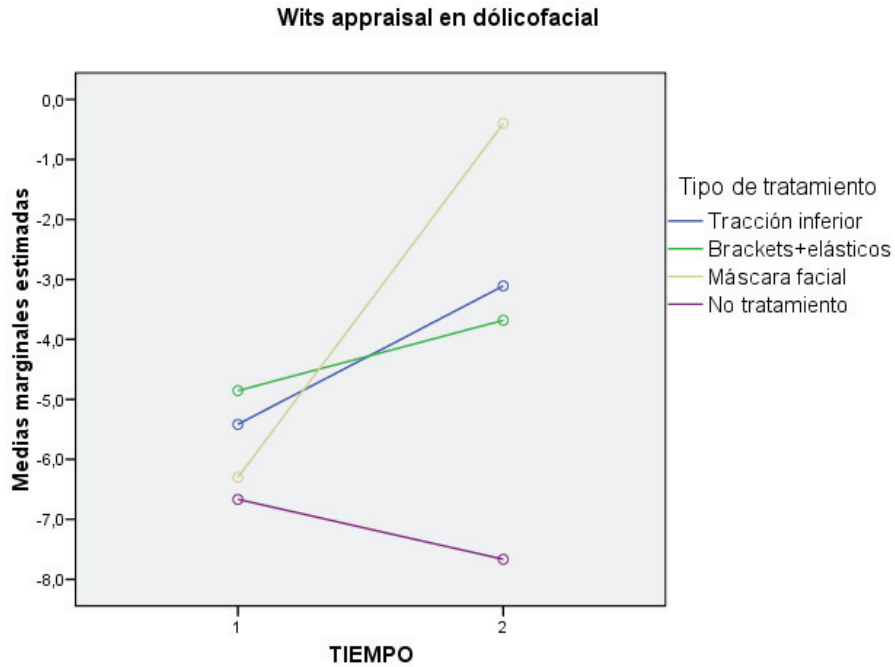


Fig. 40: Evolución del tipo de tratamiento en dólicofaciales.

Como podemos ver en los gráficos anteriores, la principal diferencia está en la respuesta del grupo de máscara facial según el tipo facial del individuo.

En el grupo de braquifaciales el Wits appraisal prácticamente no cambia con el tiempo cuando el tratamiento aplicado es la máscara facial ( $p=0,768$  Bonferroni), mientras que si se tratan con tracción extraoral inferior o con brackets con elásticos el Wits appraisal sí que mejora.

Por otro lado, en el grupo de dólicofaciales el Wits appraisal mejora cuando el tratamiento aplicado es la máscara facial. Además, esta mejoría es incluso mayor que en los grupos de tracción extraoral inferior y de brackets con elásticos ( $p<0,001$  Bonferroni). No obstante, el Wits appraisal sigue mejorando cuando se aplican estos últimos tratamientos, y lo hace en la misma cantidad que mejoraba en los braquifaciales.

- **Diferencia maxilomandibular (CoA/CoGn)**

En esta variable es significativa la interacción tiempo x tipo facial ( $p=0,019$ ). Se observa que en el grupo de pacientes braquifaciales la evolución ha sido diferente a la del grupo de dolicofaciales, de manera que aunque ha habido un aumento de esta diferencia entre maxilar y mandíbula en ambos grupos, ha sido mayor en los primeros que en los segundos (figura 41).

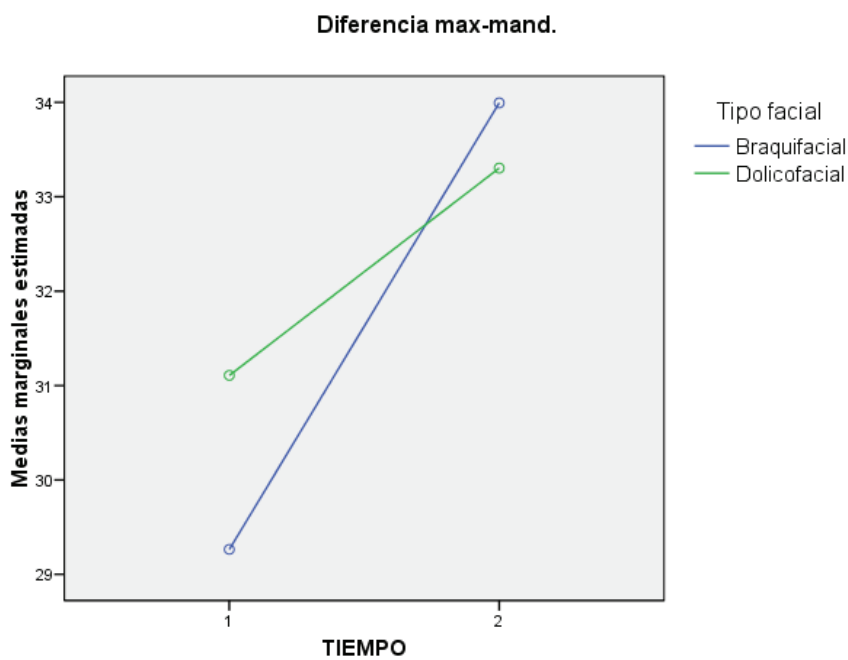


Fig. 41: Evolución en el tiempo según el tipo facial.

- **Inclinación del maxilar (pl. palatino-SN) y AFP/AFA:**

Estos dos parámetros evolucionan de manera similar por lo que los hemos agrupado para su interpretación.



Hay diferencias significativas en la inclinación del maxilar según el tipo facial ( $p=0,008$ ). Esta inclinación respecto a la línea SN es mayor en el grupo de dolicofaciales que en el de braquifaciales (figura 42).

Sin embargo, su evolución en el tiempo es semejante, por eso no hay interacción tiempo x tipo facial ( $p=0,316$ ). Además, evoluciona de la misma manera independientemente del tipo de tratamiento aplicado ( $p=0,925$ ).

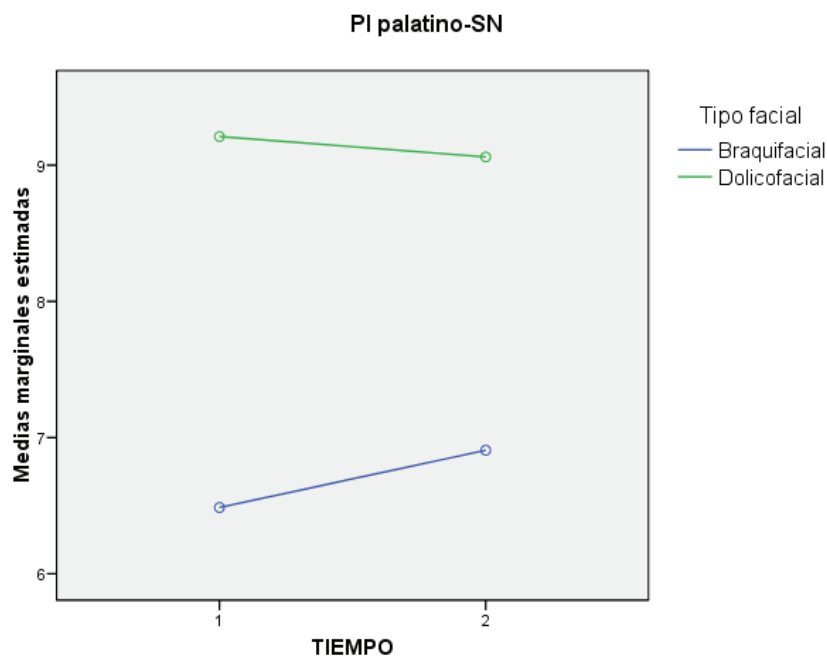


Fig. 42: Evolución en el tiempo según el tipo facial.

Con la ratio altura facial posterior/altura facial anterior (AFP/AFA) ocurre lo mismo, es decir, aunque tiene una evolución semejante en ambos tipos faciales y ésta es independiente del tipo de tratamiento utilizado, hay diferencias significativas en los valores que toma esta variable inicialmente en ambos tipos faciales (figura 43).

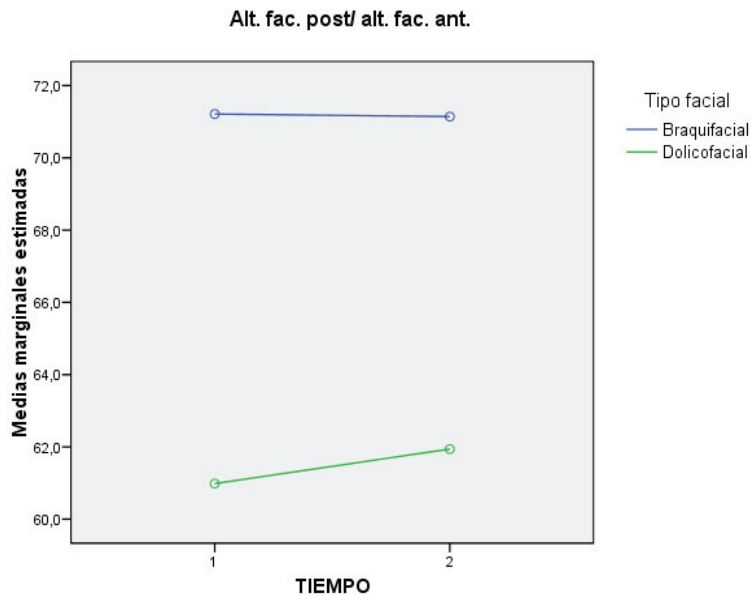


Fig. 43: Evolución en el tiempo según el tipo facial.

- **Altura facial inferior (Ena-Gn), altura facial posterior (S-Go), ángulo Inc sup-pl. palatino (°), ángulo Inc sup-NA (°), distancia Inc sup-pl. palatino (mm), ángulo Inc sup-FH (°)**

En la tabla 8 vemos que los resultados de estas seis variables son similares, por lo que se van a explicar conjuntamente. Como se puede observar, en todos estos parámetros hay un cambio en el tiempo, independientemente del tipo de tratamiento aplicado y del tipo facial. También se ve que, aunque las distintas variables evolucionan de forma similar en los braquifaciales y en los dólicofaciales, los valores que toman estos parámetros en ambos grupos son diferentes.

Veamos con más detalle el gráfico correspondiente a una de estas variables, ya que es extensible al resto (figuras 44 y 45). En el ángulo del incisivo superior con la línea NA la evolución es la siguiente:

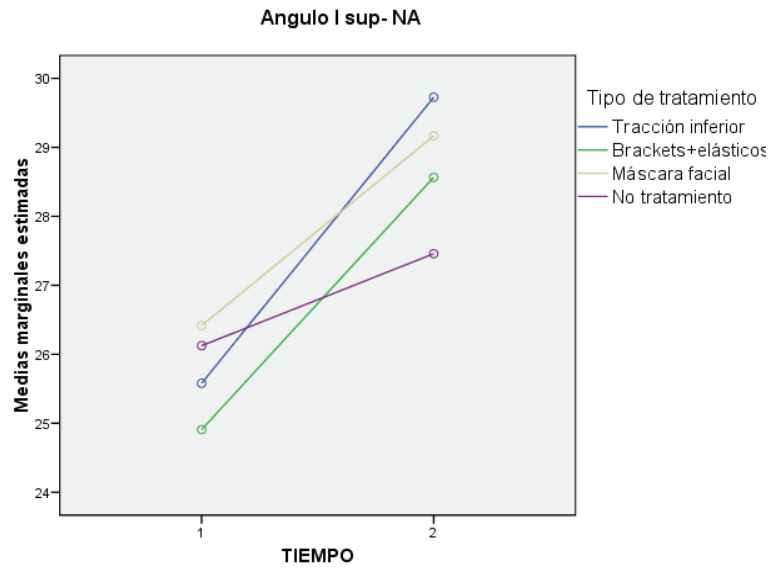


Fig. 44: Evolución en el tiempo según el tipo de tratamiento.

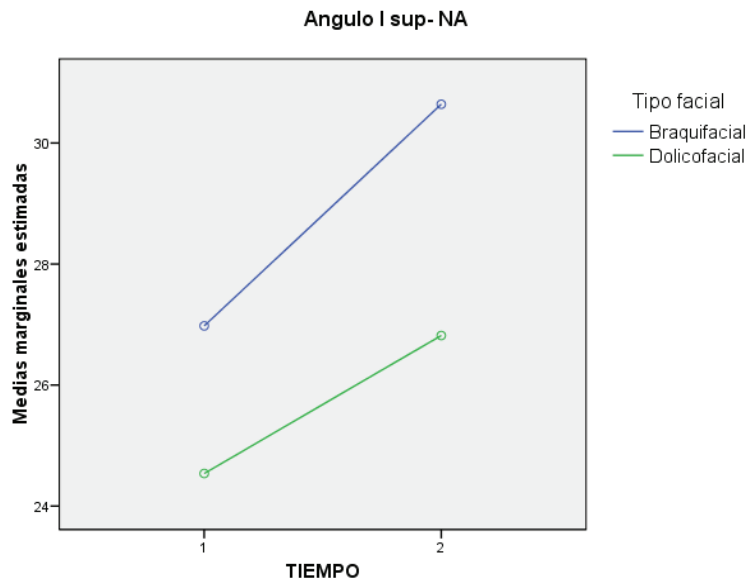


Fig. 45: Evolución en el tiempo según el tipo facial.

Es curioso que la evolución en el tiempo según el tipo de tratamiento, cuando interviene el ángulo del plano mandibular, no es exactamente igual a la inicial (tabla 5), observándose que aquí el tipo de tratamiento que mayor efecto produce en el tiempo sobre el ángulo del incisivo superior es la tracción extraoral inferior seguida de brackets con elásticos, y el que menos efecto produce es la máscara facial. Por otro lado, en el grupo control los cambios se mantienen casi constantes, no protruyéndose tanto como en los grupos con tratamiento.

- **Ángulo Inc inf-NB, IMPA (Inc inf-pl. mand), FMIA (Inc inf-FH)**

Se confirman los resultados del modelo anterior y no hay cambios significativos en el tiempo, aunque los valores son diferentes según al tipo facial al que pertenecen. A continuación se muestra el ejemplo de una de estas variables: ángulo del incisivo inferior con la línea NB (figura 46). Se observa que inicialmente los incisivos inferiores están más enderezados en los braquifaciales que en los dolicofaciales y que en los primeros todavía se enderezan más con el tiempo mientras que en los últimos, que se mantienen prácticamente igual.

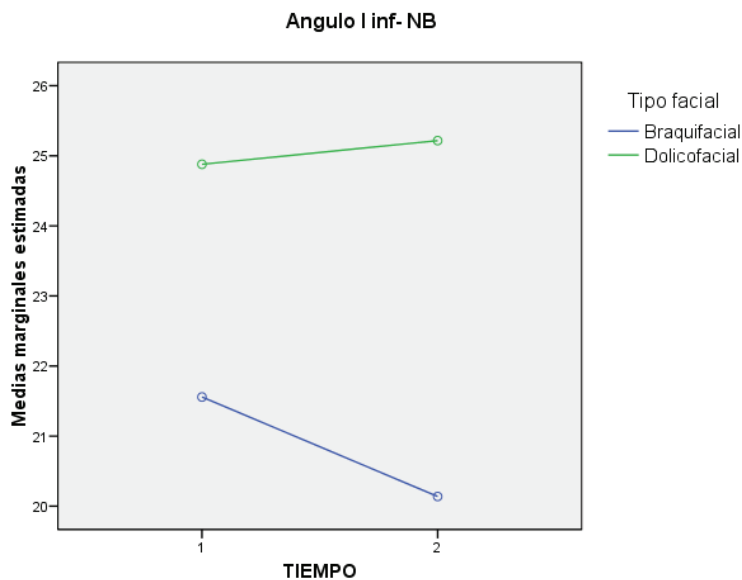


Fig. 46: Evolución en el tiempo según el tipo facial.

- **Distancia del molar inferior a la vertical en Sella**

Hay interacción tiempo x tipo de tratamiento (figura 47), por lo tanto, los cambios en el tiempo dependen del tipo de tratamiento ( $p=0,031$ ), pero no del tipo facial (figura 48). Sin embargo, esta distancia del molar inferior a la vertical en Sella tiene valores diferentes según el paciente sea braquifacial o dolicofacial ( $p=0,045$ ), de manera que los molares inferiores están más alejados de la vertical en Sella en el grupo de braquifaciales.

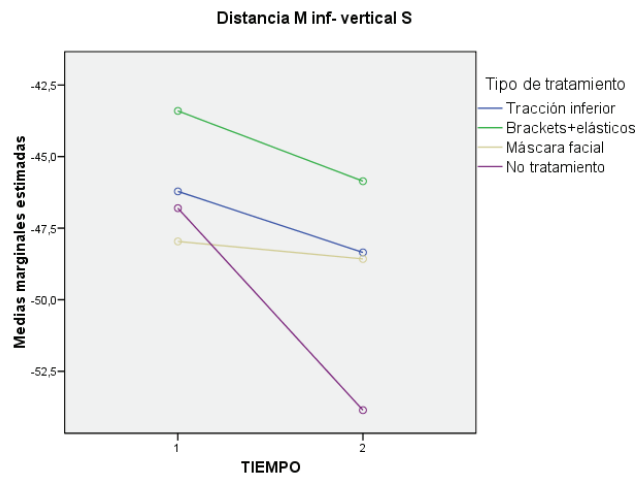


Fig 47: Evolución en el tiempo según el tipo de tratamiento.

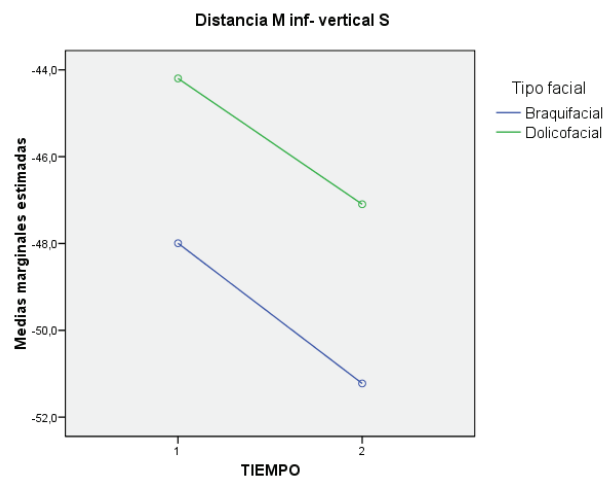


Fig. 48: Evolución en el tiempo según el tipo facial.

- **Ángulo del plano oclusal con el plano palatino**

En la tabla 8 se puede observar que se producen cambios en el tiempo ( $p < 0,001$ ) independientemente del tipo de tratamiento o del tipo facial, ya que no hay interacción. Sin embargo, los valores de este ángulo son diferentes según el tipo facial ( $p < 0,001$ ) como se puede ver en la figura 49, en la que se observa que en los braquifaciales es menor que en los dolicofaciales.

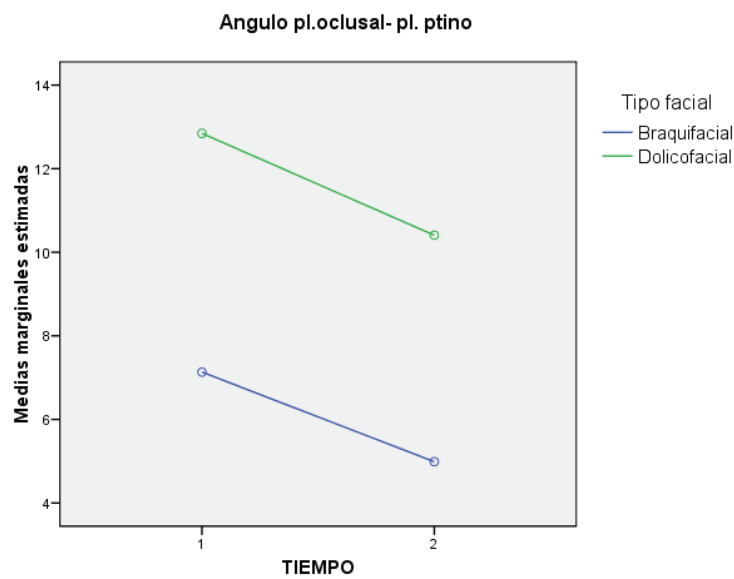


Fig 49: Evolución en el tiempo según el tipo facial.

- **Relación molar**

Vemos que hay cambios que dependen del tipo de tratamiento ( $p=0,001$ ) y con alta tendencia a la significatividad en la interacción tiempo x tipo facial ( $p=0,09$ ). En la figura 50 se observa cómo evoluciona la relación molar según los tipos de tratamiento, mejorando con cualquier tratamiento aplicado y empeorando en el grupo control.

Por otro lado, en la figura 51 observamos que en el grupo de braquifaciales, la relación molar se mantiene como al principio mientras que en los dolicofaciales, que inicialmente era peor, sí que mejora con el tiempo.

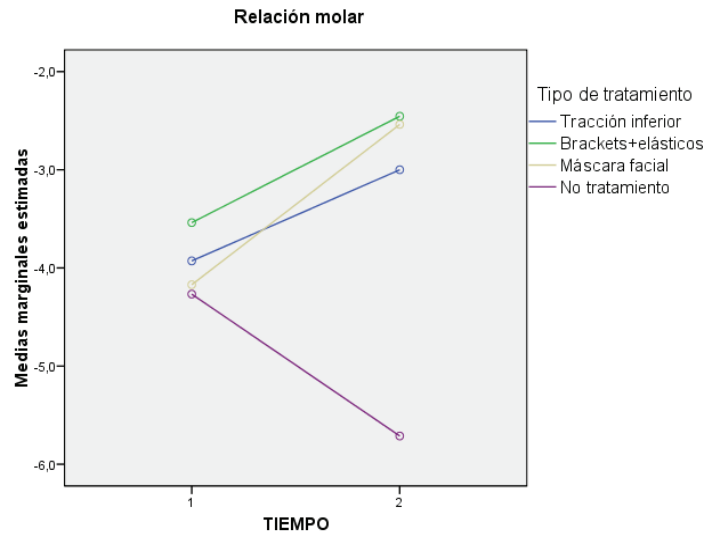


Fig. 50: Evolución en el tiempo según el tipo de tratamiento.

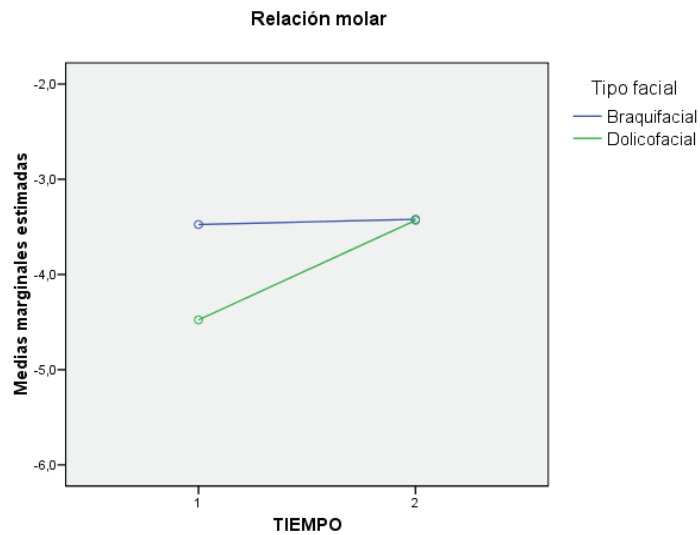


Fig. 51: Evolución en el tiempo según el tipo facial.

Al no haber triple interacción ( $p=0,502$ ) hay que aceptar que los cambios por los distintos tipos de tratamiento son iguales en ambos tipos faciales. En los gráficos siguientes se observa esa homogeneidad, siendo los únicos matices destacables que la máscara facial produce más mejoría en los dólícofaciales (figura 52) que en los braquifaciales, ya que la relación molar se mantiene constante en los últimos (figura 53), y que en el grupo control, la relación molar en los braquifaciales empeora mucho más que en los dólícofaciales.

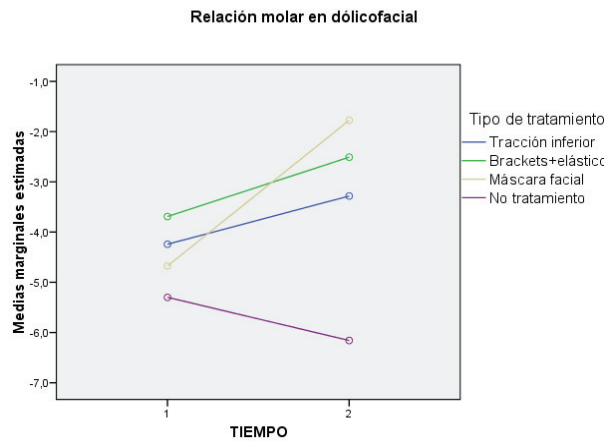


Fig. 52: Evolución del tipo de tratamiento en los dólícofaciales.

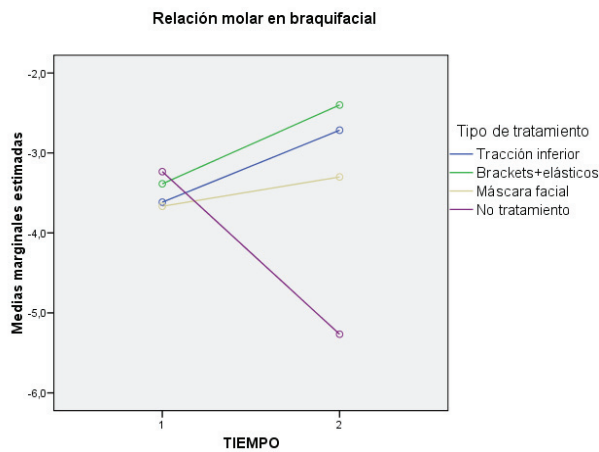
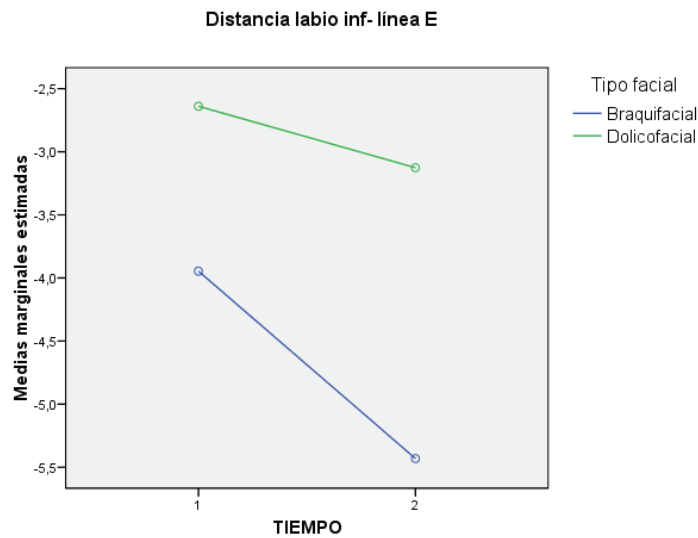


Fig. 53: Evolución del tipo de tratamiento en los braquifaciales.



- **Protrusión del labio inferior con la línea E**

Los cambios del labio inferior no dependen del tipo de tratamiento, como ya salió en el primer modelo ANOVA, estando más asociados al tipo facial. En el gráfico siguiente (figura 54) vemos cómo se refleja la interacción tiempo x tipo facial ( $p=0,040$ ).



*Fig. 54: Evolución en el tiempo según el tipo facial.*

Se puede observar una diferencia en los valores medios tanto en el momento inicial del tratamiento como en el final, de manera que en los dolicofaciales el labio inferior está 2,6 mm por detrás de la línea E antes de iniciar el tratamiento mientras que en los braquifaciales está más alejado, a 3,9 mm. Además, la evolución es distinta en ambos tipos faciales, de ahí la interacción. En los dolicofaciales el labio inferior no sufre mucho cambio pasando de 2,6 mm a 3,1 mm y en los braquifaciales sí, cambiando de 3,9 mm hasta 5,4 mm por detrás de la línea E.

### 5.3.- IDENTIFICACIÓN DE PATRONES NATURALES DE CLASE III

Se fueron agrupando progresivamente los individuos más parecidos entre sí con el fin de identificar los patrones homogéneos que se repetían con frecuencia y que podrían considerarse modelos naturales de clase III. Estos modelos tendrían unos rasgos cefalométricos determinados que permitirían identificar qué características comunes tenían inicialmente los pacientes tratados y si su respuesta a los diferentes tipos de tratamiento era o no la misma en cada grupo.

Para ello se realizó un análisis cluster de conglomerados jerárquicos sobre los 100 individuos que llevaron tratamiento ortodóncico, excluyéndose el grupo control que no había recibido tratamiento. Se utilizaron las medidas de las variables en el momento inicial (T1) y la caracterización de los diferentes segmentos se realizó describiendo la media de las variables estudiadas (figura 55).

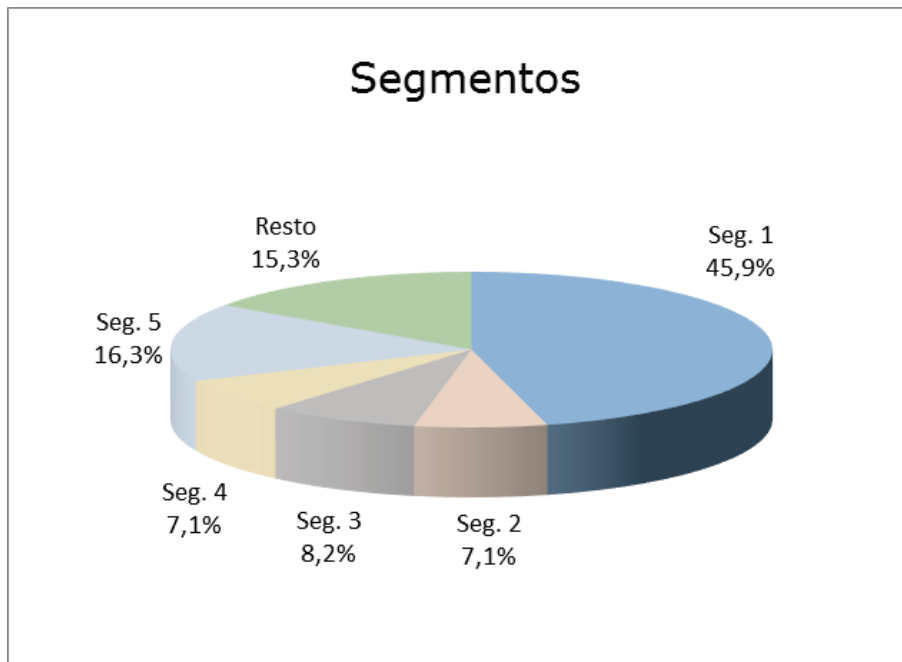


Fig. 55: Segmentos obtenidos con el análisis cluster.

Se clasificaron el 84,7% de los pacientes en 5 segmentos diferentes. El 15,3% restante era inclasificable por su escasa similitud a todos y cada uno de los 5 segmentos, por lo que no se han agregado a ninguno ya que supondría un aumento de la heterogeneidad de los grupos y dificultaría su interpretación.

Desde el punto de vista clínico, cada segmento se podría interpretar como un patrón diferente de asociación de medidas cefalométricas o tipologías de clase III. En la figura 55 se puede ver la distribución de los diferentes grupos obtenidos.

En la tabla 9 se puede observar el valor medio de cada variable según los diferentes clusters y el p-valor obtenido en la prueba Kruskal-Wallis, en la que se estudia la homogeneidad de los diferentes grupos creados a partir del cluster.

Se han remarcado las variables que presentan diferencias significativas. Como puede observarse, en casi todos los parámetros hay diferencias significativas, es decir, al menos en uno de los cluster este parámetro es esencialmente distinto de los otros sujetos.

Tabla 9: Valores medios en los diferentes clusters y p-valor en la prueba Kruskal-Wallis.

	CLUSTER						Sig. asintót.
	Total	Seg. 1	Seg. 2	Seg. 3	Seg. 4	Seg. 5	
Distancia I sup- vertical Sella	-72,61	-73,16	-67,26	-80,39	-80,21	-66,23	0,000
Angulo I inf- pl. .oclusal	79,00	76,91	71,29	85,75	75,86	86,25	0,000
Protrusión I sup- APg (mm)	4,68	5,82	3,90	3,60	5,49	1,97	0,000
Inclinación I sup- APg (°)	24,01	26,87	21,57	22,63	25,57	17,06	0,000
Distancia I inf- vertical Sella	71,19	71,34	67,26	79,53	78,66	65,05	0,000
Alt. fac. post/ alt. fac. ant.	153,33	155,36	164,09	135,36	164,43	147,03	0,000
Angulo pl. mand (GoGn-SN)	32,14	32,96	38,29	24,38	37,00	28,94	0,000
Angulo interincisivo	131,76	127,76	133,14	133,63	129,57	142,44	0,000
Angulo pl. oclusal- SN	17,37	18,09	23,71	10,00	19,29	15,44	0,000
Dist. I inf (ápice)- vert. Sella	-62,05	-61,59	-54,93	-72,70	-67,39	-58,79	0,000
Eje facial (NBa-PtGn)	89,47	89,36	84,00	94,13	86,86	91,00	0,000
Posición ant-post mand	111,56	110,24	108,30	120,96	125,24	106,04	0,000
Angulo SNB	79,90	79,67	74,43	86,25	77,29	80,94	0,000
Angulo FMIA (I inf-FH)	67,00	65,29	59,57	73,50	64,57	72,88	0,000
Posición I inf- NB (mm)	3,74	4,45	4,73	2,96	4,63	1,33	0,000

*Cambios dentoesceléticos en clases III*

Angulo I sup- FH	115,27	117,49	106,43	119,88	115,14	110,63	0,000
Distancia M inf- vertical Sella	-45,28	-45,05	-40,47	-53,50	-50,39	-41,68	0,000
Angulo I sup- pl. palatino	112,37	114,87	102,71	115,75	111,00	108,50	0,000
Angulo I sup- pl. oclusal	56,28	53,82	61,00	57,63	56,00	60,56	0,000
Alt. fac. anterior (N-Me)	113,93	112,43	118,59	116,63	131,09	107,29	0,000
Dist. I sup (ápice)-vert. Sella	-62,16	-61,77	-60,31	-67,91	-68,67	-58,31	0,000
Distancia. I inf- pl. mand.	37,94	37,98	38,44	39,06	42,47	35,07	0,000
Posición maxilar (Co-Ena)	86,91	86,39	85,39	92,65	97,11	81,71	0,000
Altura fac. inferior (Ena-Gn)	61,84	61,18	64,40	62,54	71,73	57,94	0,000
Angulo SNA	79,92	79,89	75,71	85,25	77,71	80,13	0,000
Divergencia maxilares	26,48	26,84	33,29	20,25	31,14	23,56	0,000
Altura fac. superior (N-Ena)	51,29	50,60	53,60	52,80	58,76	48,20	0,000
Angulo I inf- NB	22,99	24,78	26,29	21,25	24,57	16,69	0,000
Altura fac. posterior (S-Go)	74,58	72,54	72,36	86,23	80,10	73,05	0,000
Protrusión I inf- APg (mm)	3,31	4,01	3,77	3,00	3,96	0,98	0,000
Long. cuerpo mand. (Go-Me)	72,32	71,17	69,06	77,20	80,39	71,01	0,000
Base craneal anterior (S-N)	68,69	68,04	69,74	71,18	76,97	65,19	0,000
Profundidad fac. (NPg-FH)	90,63	90,51	86,29	95,38	89,71	90,88	0,000
Angulo I sup- NA	25,28	27,22	19,14	26,25	25,57	21,88	0,000
Altura de la rama (Ar-Go)	44,63	43,43	42,14	54,36	46,51	43,38	0,000
Ang. goniaco inf (N-Go-Me)	74,57	75,13	78,00	71,63	77,29	71,75	0,000
Posición I sup- NA (mm)	5,12	5,94	3,04	4,93	5,41	3,72	0,000
Distancia M inf- pl. mand	28,78	28,56	28,53	30,51	31,91	27,28	0,000
Angulo pl. oclusal- pl. ptino	10,24	10,56	15,71	5,50	11,14	8,94	0,000
Dif. maxilo-mand CoA/CoGn	29,43	28,73	27,87	32,64	33,29	28,78	0,000
Distancia I sup-pl. ptino	26,81	26,46	28,27	26,26	31,11	25,57	0,000
Convexidad fac. A-NPg (mm)	-0,58	-0,17	1,10	-1,71	-0,03	-2,12	0,001
Distancia M sup- pl. ptino	21,49	21,03	20,39	23,78	24,29	20,91	0,001
Dist. labio sup- línea E	-4,25	-3,49	-3,81	-5,20	-5,30	-5,64	0,002
Profund. maxilar NA-FH (°)	90,01	90,33	87,29	93,88	89,57	88,56	0,004
Inclinación I inf- APg	24,27	25,38	25,29	24,00	25,14	20,44	0,004
Angulo goniaco (Ar-Go-Me)	126,36	127,78	127,86	122,75	128,71	122,50	0,007
Protrusión labio inf-línea E	-3,30	-2,55	-2,99	-4,39	-3,69	-4,87	0,010
Angulo pl. ocl- pl. mand.	16,36	16,53	17,86	14,63	19,86	14,56	0,014
Mentón óseo (Pg-NB)	1,12	0,76	0,39	1,45	1,01	2,34	0,018
Mentón blando (Pg-Pg')	11,36	11,02	11,76	11,60	14,20	10,75	0,020
Angulo ANB	0,18	0,47	1,29	-0,75	0,57	-0,81	0,024
Ang. IMPA (I inf- pl. mand.)	89,47	90,51	90,57	90,63	88,57	85,88	0,028
Inclinación maxilar	7,23	7,84	7,86	4,25	7,86	6,44	0,029
Resalte	1,64	2,07	0,26	0,89	1,66	1,41	0,059
Angulo M inf- pl. oclusal	85,51	85,18	85,29	88,38	80,57	87,25	0,081
Relación molar	-3,43	-3,12	-3,24	-4,24	-5,13	-3,24	0,151
Angulo silla (N-S-Ar)	120,47	120,91	121,86	116,63	122,14	119,81	0,185

Ang. goniaco sup (Ar-Go-N)	51,80	52,62	49,71	51,13	51,71	50,75	0,259
Sobremordida	1,64	1,69	1,16	1,38	0,96	2,16	0,370
Ang. nasolabial (Cm-Sn-Ls)	112,67	111,82	119,14	113,13	114,86	111,06	0,402
Wits appraisal	-4,90	-5,05	-4,51	-5,13	-4,47	-4,71	0,733
Ang. M inf- pl. mand	78,02	78,16	77,00	76,88	79,43	78,06	0,755

A continuación se van a exponer los 5 segmentos que se han obtenido mediante un análisis descriptivo gráfico basado en las medidas obtenidas de la tabla anterior:

### 1.- Segmento I (n=45):

Agrupar el 45% del total de la muestra y representa la forma más típica de la misma. Las medidas de las variables en este cluster son muy similares a las de la muestra global.

La figura 56 representa la variación porcentual de la media de cada variable en el cluster 1 respecto a la media global. Se caracteriza por picos suaves fundamentalmente en las siguientes variables:

- Protrusión del I sup-APg (mm) donde la variación respecto a la media es de 24,6%.
- Posición del I sup-NA (mm) con una variación porcentual de 15,9%.
- Posición I inf-NB (mm) que varía el 18,8% sobre la media.
- Protrusión I inf-APg (mm) con una variación de 21,4%.

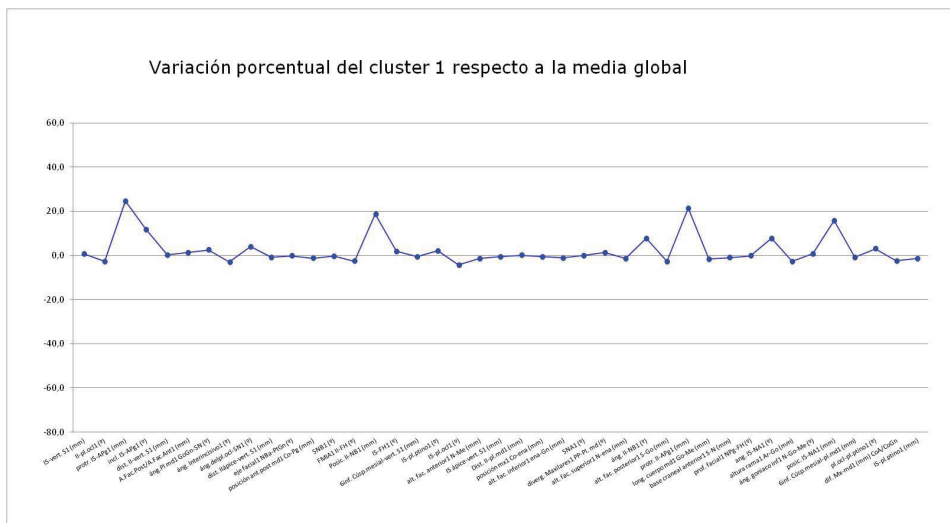


Fig. 56: Cluster 1 con la variación porcentual de las variables respecto a la media global.

## 2.- El segmento II:

Representa un 7% del total de la muestra. En el siguiente gráfico (figura 57), se ve la variación porcentual de las medias de las variables del cluster 2 respecto a la media global. Se observa más heterogeneidad que en el segmento anterior, con más picos y más agudos, resaltando las siguientes variables:

- Ángulo del plano oclusal-SN (°) con una variación porcentual sobre la media de 36,5%.
- Posición del incisivo superior- NA (mm) con una variación porcentual sobre la media de -40,6%.
- Ángulo del plano oclusal-pl. palatino (°) con una variación porcentual sobre la media de 53,5%.

En este grupo, el plano oclusal respecto al plano palatino y a SN es mayor respecto a la media total y la posición del incisivo superior respecto a NA es menor.

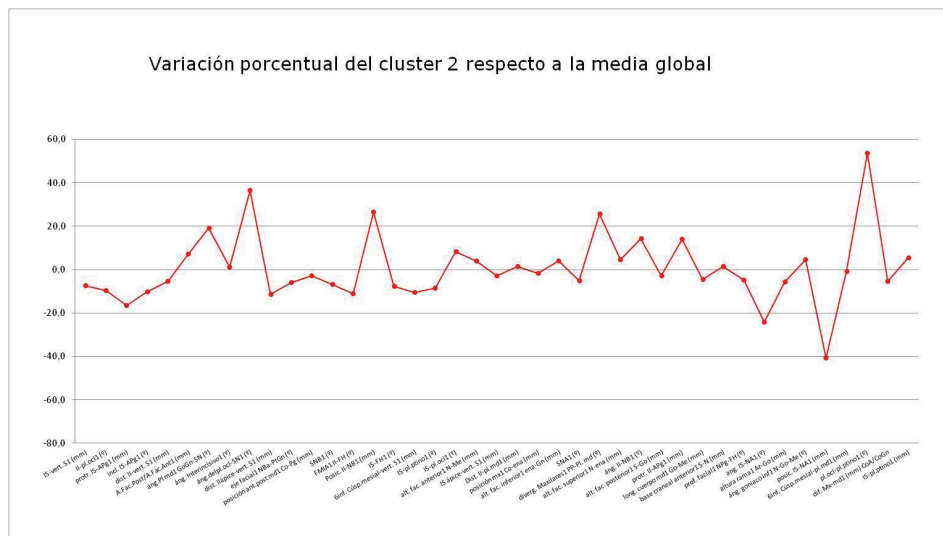


Fig. 57: Cluster 2 con la variación porcentual de las variables respecto a la media global.

### 3.- Segmento III:

Representa el 8% del total de la muestra. En este segmento (figura 58) hay una disminución porcentual si lo comparamos con la media global de las siguientes variables:

- Protrusión del incisivo superior-APg (mm): -23%
- Ángulo del plano mandibular: -24%
- Ángulo del plano oclusal-SN con una disminución porcentual de -42,4%, ya que la media global es de 17,37° y la media de este cluster 10°.
- Divergencia de maxilares: -23,5%
- Ángulo del plano oclusal con el plano palatino con una disminución de -46,3%, pasando de la media global de 10,24° a la media en este cluster de 5,5°.

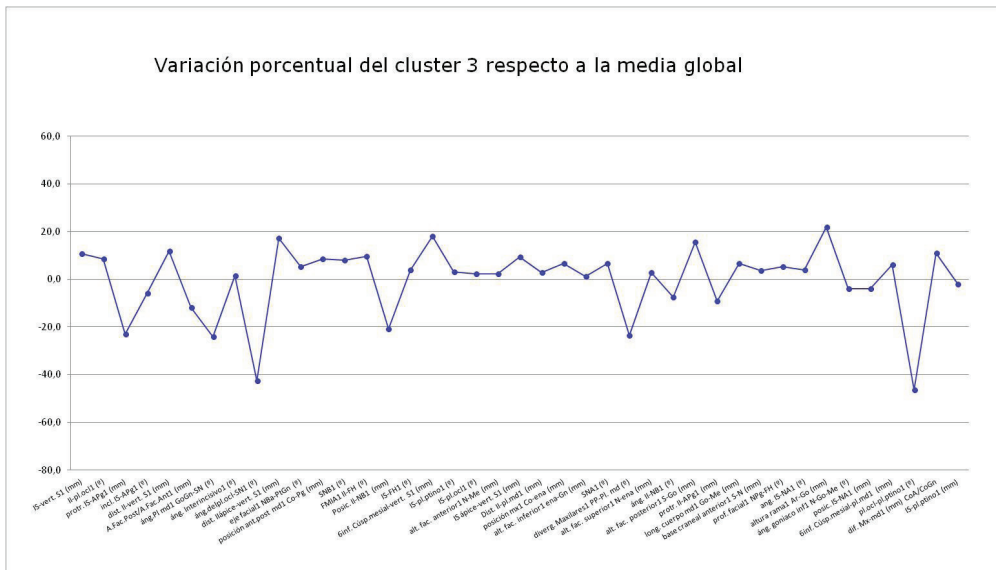


Fig. 58: Cluster 3 con la variación porcentual de las variables respecto a la media global.

#### 4.- Segmento IV:

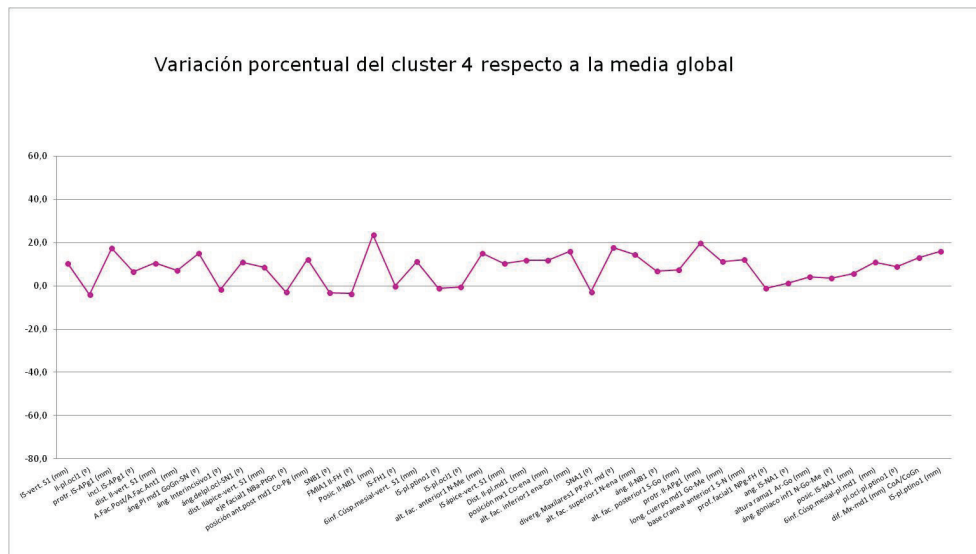


Fig. 59: Cluster 4 con la variación porcentual de las variables respecto a la media.



Contiene el 7% del total de la muestra. En la figura 59 se observa la variación de las variables en los pacientes que pertenecen a este cluster. La tendencia es a tener medidas entre un 5% y un 20% superiores a la media global no observándose grandes picos.

#### **5.- Segmento V:**

En este segmento se agrupa un 16,3% del total de la muestra. En el siguiente gráfico (figura 60), se muestra la variación que se produce en las variables en los pacientes pertenecientes a este cluster. En este segmento hay tres parámetros que tienen un valor mucho menor que el patrón general:

- Protrusión del incisivo superior-APg (mm) que disminuye un -57,9% siendo la media 4,68 mm y en este cluster 1,97 mm.
- Posición del incisivo inferior-NB (mm) es un 64,4% menor que la media siendo 1,33 mm mientras que la media global es 3,74 mm.
- Protrusión del incisivo inferior-APg (mm) que es un 70,3% menor que la media.

Debido a que han salido demasiados segmentos y que el 15,3% no se ha podido clasificar no se siguió con la investigación de predicción mediante el análisis de cluster. En el caso de que hubiesen salido grupos más numerosos y mejor definidos se hubiese estudiado el comportamiento y la significación clínica de dichos grupos.



- 4.- IMPA: Ángulo del incisivo inferior con el plano mandibular (°)
- 5.- Ángulo del incisivo superior con el plano de Frankfurt (°)
- 6.- Sobremordida (mm).

Su distribución para valorar los resultados del tratamiento se representan en el siguiente diagrama de cajas (figura 61):

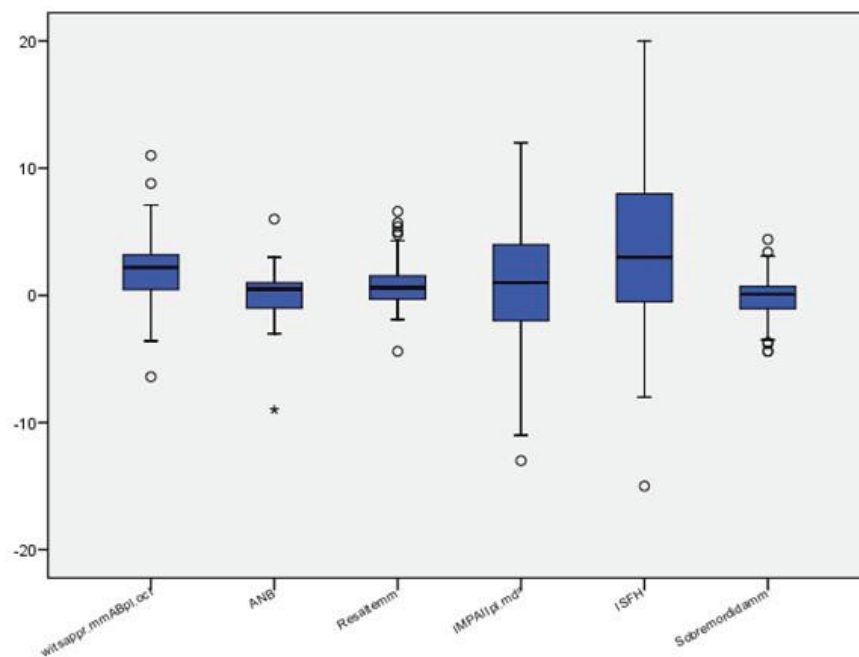


Fig. 61: Distribución de las diferencias T2-T1 de las variables propuestas para la predicción de resultados.

Cada caja concentra el 50% de los casos y está dividida por una línea horizontal que corresponde a la mediana. Los bordes superior e inferior de la caja se corresponden con el 1er y el 3er cuartil, por debajo y por encima de los cuales están el 25% y el 75% respectivamente de los pacientes. Los bigotes se extienden hasta los valores en un rango aceptable, y por encima de ellos están los atípicos (círculos) y los extremos (estrellas).

La mayoría de las variables tienen una mediana superior a 0, lo que significa que mínimo más del 50% de los pacientes tienen una mejoría en el tiempo. En la tabla 10 se muestra una descripción numérica de las diferencias.

*Tabla 10: Diferencia T2-T1 de las variables para la predicción de resultados.*

	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación típica</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Mediana</b>
<b>Diferencia resalte</b>	100	,84	1,80	6,6	-4,4	,6
<b>Diferencia Wits appraisal</b>	100	2,00	2,60	11,0	-6,4	2,2
<b>Diferencia ángulo ANB</b>	100	,32	1,70	6,0	-9,0	,5
<b>Dif. IMPA: I inf- pl. mand</b>	100	,70	5,12	12,0	-13,0	1,0
<b>Diferencia sobremordida</b>	100	-,05	1,61	4,4	-4,4	,1
<b>Diferencia áng. I sup- FH</b>	100	3,64	6,50	20,0	-15,0	3,0

Tras ver el comportamiento en el análisis factorial de componentes principales de los 6 parámetros implicados en esta parte del estudio, se comprueba que son esencialmente independientes, sugiriendo por tanto comportamientos no asociados. La inclusión de todos ellos dificultaría la definición de casos mejores y peores, ya que las posibles combinaciones entre todos lo haría muy difícil de interpretar. Por ejemplo, en un paciente podría haber mejoría en un parámetro, una ligera mejoría en otro, empeoramiento en el tercero, etc... siendo este patrón independiente, de manera que no se repite en grupos de pacientes.

Por ello se decidió considerar únicamente las variables Wits appraisal y resalte y se estableció que cuanto mayor fuera la diferencia entre el valor inicial y el final de estos parámetros, mayor habría sido la corrección obtenida y por lo tanto, mayor el éxito del tratamiento.

En el siguiente gráfico (figura 62) se muestra la relación entre la diferencia del Wits appraisal y del resalte entre el inicio y el final del tratamiento (T2-T1).

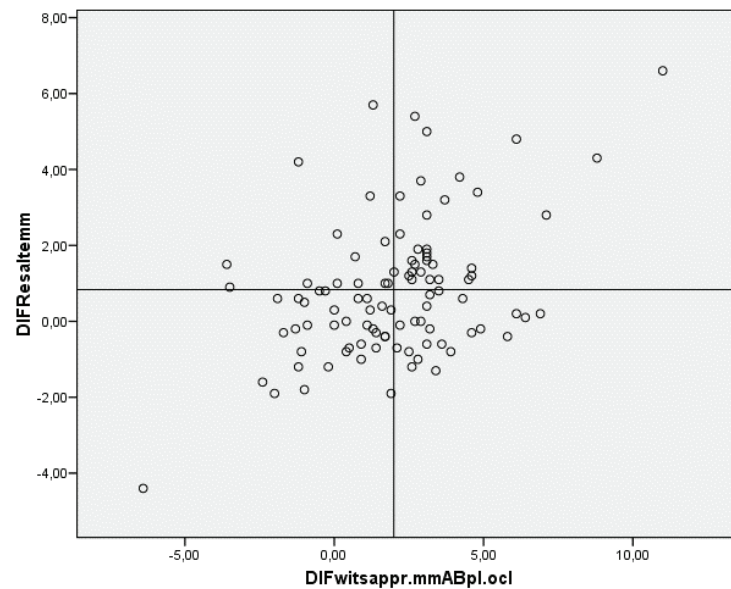


Fig. 62: Relación entre la diferencia del Wits appraisal y el resalte de T2-T1.

Las líneas que dividen el gráfico corresponden a la media de la diferencia (T2-T1) del Wits appraisal (2,00) y del resalte (0,84), quedando 4 cuadrantes. Cada punto representa a un paciente con sus "coordenadas" correspondientes según su diferencia entre T2-T1 del resalte y del Wits appraisal, de manera que las posibilidades son las siguientes:

1.- Pertener al cuadrante superior derecho donde los valores de ambas variables son muy superiores a la media. Esta es la situación ideal y aquí están los pacientes con mejores resultados tras el tratamiento.

2.- Pertener al cuadrante inferior izquierdo donde las diferencias del resalte y del Wits appraisal están por debajo de la media. Aquí están los pacientes con peores resultados.

3.- Pertenecer a uno de los dos cuadrantes restantes, en los que hay mejoría de sólo una de las dos variables. Por ejemplo, en el cuadrante inferior derecho mejora el Wits appraisal pero no lo hace el resalte, y viceversa con el superior izquierdo. Los pacientes de estos dos cuadrantes se excluyeron.

Se estudiaron únicamente los pacientes que pertenecían a los cuadrantes de mejor resultado en el que mejoran las dos variables (cuadrante superior derecho) y de peor resultado en el que no mejora ninguna (cuadrante inferior izquierdo), ya que son los extremos y ambos cuentan con un tamaño de muestra suficiente y similar. El total de casos en esta parte del estudio está formado por 65 pacientes de los cuales 31 pertenecen al grupo de mejor resultado y 34 al de peor resultado.

Se estimó un modelo de regresión logística binaria para la variable dependiente "mejor/peor resultado", pero debido a la gran cantidad de variables respuesta se estimaron varios modelos para llegar al modelo óptimo. El método de eliminación de las variables se basó en el estadístico de Wald obteniéndose estimaciones de los coeficientes y del odds ratio con intervalos de confianza al 95%.

Primero fue un modelo en el que las variables independientes eran la edad al iniciar el tratamiento, el sexo y el tipo de tratamiento utilizado. Con esto se pretende detectar cuáles de estas variables tienen efecto sobre el resultado final del tratamiento. Para introducir la variable "tipo de tratamiento" en el modelo de regresión logística se han creado variables dummies: brackets con elásticos y tracción inferior. Cuando se refiere a la máscara facial las dos variables anteriores valen 0. A continuación en la tabla 11 se muestra el resultado del primer modelo de regresión logística.

Tabla 11: Resultados del modelo de regresión logística para probabilidad de mejor /peor resultado en función del tipo de tratamiento, edad inicial y sexo.

	B	E.T.	Wald	gl	Sig	Exp(B)	I.C. 95,0% para EXP(B)	
							Inferior	Superior
Brackets con elásticos	-,400	,873	,209	1	,647	,670	,121	3,714
Tracción inferior	,437	,845	,267	1	,605	1,547	,295	8,110
Sexo	,218	,591	,137	1	,712	1,244	,391	3,959
Edad inicial	,273	,164	2,771	1	,096	1,314	,953	1,811
Constante	,166	,290	,328	1	,567	1,181	,669	2,084

Se observa que sólo la edad de inicio del tratamiento muestra una tendencia a ser significativa ( $p=0,096$ ). Por cada año de más en la edad de inicio del tratamiento la probabilidad de éxito aumento un 31,4%.

Las variables "tipo de tratamiento" y "sexo" no son estadísticamente significativas. No obstante, la primera se ha mantenido en los siguientes modelos debido a su relevancia en el estudio.

Para identificar las medidas cefalométricas que se incluirán como covariables en el modelo final se hizo un modelo con cada una de las medidas, incluyendo los factores "edad de inicio del tratamiento" y "tipo de tratamiento". Los resultados de los modelos podemos verlos en la tabla 12, donde se han remarcado aquellas variables que presentan un efecto significativo.

Tabla 12: Resultados del modelo de regresión logística para probabilidad de mejor/ peor resultado en función del tipo de aparatología, edad tratamiento inicial, y cada una de las medidas cefalométricas.

(*)	Tipo tratamiento	Tipo tratamiento	Variables	Edad T1
	Brackets con elásticos	Tracción inferior	(*)	
Ángulo sillaT1 (N-S-Ar)	0,611	0,641	0,200	0,051
Eje facial T1 (NBa-PtGn)	0,542	0,638	0,894	0,116
Base craneal anterior T1 (SN mm)	0,550	0,611	0,706	0,100
Ángulo SNA T1	0,535	0,622	0,818	0,088
Posición maxilar T1 (Co-Ena)	0,585	0,564	0,202	0,075
Profundidad facial T1 (NPg-FH)	0,653	0,557	0,204	0,151
Posición ant.post mand T1 (Co-Pg)	0,551	0,638	0,804	0,091
Profundidad maxilar T1 (NA-FH)	0,556	0,622	0,818	0,093
Ángulo SNB T1	0,560	0,683	0,437	0,160
Altura de la rama T1 (Ar-Go)	0,516	0,651	0,706	0,087
Ángulo pl. mandibular T1 (GoGn-SI)	0,532	0,670	0,509	0,139
Ángulo goniaco T1 (Ar-Go-Me)	0,436	0,827	0,167	0,205
Long.cuerpo mandibular T1 (Go-Me)	0,541	0,622	0,865	0,092
Mentón óseo T1 (Pg-NB)	0,528	0,660	0,827	0,091
Ang. goniaco superior T1 (Ar-Go-N)	0,469	0,747	0,114	0,159
Ang. goniaco inferior T1 (N-Go-Me)	0,481	0,745	0,451	0,141
Ángulo ANB T1	0,576	0,711	0,106	0,226
Convexidad facial T1 (A-NPg)	0,596	0,610	0,147	0,176
Wits appraisal T1	0,323	0,858	0,012	0,173
Dif. maxilo-mandibularT1	0,695	0,550	0,404	0,278
Divergencia maxilares T1	0,544	0,630	0,889	0,118
Inclinación maxilar T1 (pLptino-SN)	0,512	0,690	0,710	0,088
Altura facial superior T1 (N-Ena)	0,516	0,659	0,483	0,097
Altura facial inferior T1 (Ena-Gn)	0,606	0,577	0,327	0,097
Altura facial anterior T1(N-Me)	0,567	0,604	0,366	0,097
Altura facial posterior T1 (S-Go)	0,545	0,632	0,923	0,107
Alt. facial post/ alt. facial anterior T1	0,554	0,623	0,849	0,126
Ángulo I sup- pLptino T1	0,540	0,584	0,092	0,041
Ángulo I sup- FH T1	0,550	0,593	0,325	0,068
Angulo I sup.-pl. oclusal T1	0,727	0,488	0,140	0,094



Inclinación I sup- APg T1	0,845	0,402	0,131	0,021
Ángulo I sup- NA T1	0,624	0,514	0,137	0,053
Distancia I sup- pl .palatino T1	0,791	0,450	0,121	0,065
Protrusión I sup- APg T1	0,881	0,356	0,101	0,012
Posición I sup- NA T1	0,731	0,443	0,080	0,048
Distancia I sup.-vertical en Sella T1	0,549	0,596	0,512	0,088
Distancia I sup ápice-vertical Sella T1	0,595	0,641	0,436	0,070
Distancia M sup- pl. palatino T1	0,503	0,614	0,023	0,022
Inclinación I inf- APg T1	0,419	0,786	0,041	0,090
Ángulo I inf- NB T1	0,463	0,724	0,305	0,076
Ángulo I inf- pl. oclusal T1	0,483	0,670	0,500	0,072
IMPA T1 (ángulo I inf- pl. mand)	0,453	0,728	0,325	0,105
FMIA (ángulo I inf- FH T1	0,519	0,656	0,804	0,087
Distancia I inf- pl. mandibular T1	0,551	0,626	0,915	0,090
Posición I Inf- NB T1	0,514	0,653	0,605	0,083
Protrusión I inf- APg T1	0,465	0,764	0,129	0,108
Distancia I inf ápice-vertical Sella T1	0,575	0,591	0,368	0,134
Distancia I inf- vertical en Sella T1	0,545	0,656	0,494	0,094
Ángulo M inf- pl. mand T1	0,582	0,499	0,227	0,062
Angulo M inf- pl. oclusal T1	0,546	0,638	0,994	0,102
Distancia M inf- vertical en Sella T1	0,606	0,626	0,346	0,133
Distancia M inf- pl. mandibular T1	0,499	0,710	0,276	0,146
Resalte T1	0,696	0,554	<0,001	0,600
Sobremordida T1	0,524	0,633	0,829	0,087
Ángulo interincisivo T1	0,585	0,592	0,661	0,093
Ángulo del pl. oclusal- SN T1	0,481	0,621	0,539	0,073
Ángulo pl. oclusal- pl. palatino T1	0,390	0,723	0,320	0,053
Ángulo pl. oclusal- pl. mandibular T	0,412	0,702	0,230	0,137
Relación molar T1	0,598	0,656	0,159	0,079
Distancia labio sup- línea E T1	0,522	0,705	0,086	0,257
Protrusión labio inf- línea E T1	0,539	0,628	0,943	0,101
Ángulo naso-labial T1 (Cm-Sn-Ls)	0,541	0,632	0,949	0,096
Grosor mentón blando T1 (Pg-Pg <sup>ˆ</sup> )	0,504	0,542	0,213	0,085

A continuación, en la tabla 13 se muestran los resultados de un nuevo modelo de regresión logística con las variables que en la tabla anterior han sido significativas o con tendencia a serlo.

Tabla 13: Resultados del modelo de regresión logística para probabilidad de mejor resultado en función de aparatología, edad inicial, posición I sup-NA T1, dist. M sup-pl. ptino T1, inclin. I inf-APg T1 y lab.sup- línea ET1

	B	E.T.	Wald	gl	Sig.	Exp(B)	I.C. 95,0% para EXP(B)	
							Inferior	Superior
Brackets con elásticos	-1,077	1,066	1,022	1	,312	,341	,042	2,749
Tracción inferior	-,017	1,015	,000	1	,987	,984	,135	7,185
Edad inicial	,455	,243	3,493	1	,062	1,576	,978	2,539
Posición I sup-NA T1	-,298	,184	2,606	1	,106	,743	,517	1,066
Dist. M sup-pl.ptino T1	-,405	,178	5,199	1	,023	,667	,471	,945
Inclin. I inf-APg T1	,283	,090	9,896	1	,002	1,327	1,113	1,583
Dist labio sup-línea ET1	-,510	,193	6,961	1	,008	,600	,411	,877
Constante	-4,011	3,428	1,369	1	,242	,018		

Las variables que están significativamente asociadas a la probabilidad de obtener un mejor resultado son:

- Distancia del primer molar superior al plano palatino (mm),
- Inclinación del incisivo inferior con APg (°)
- Distancia del labio superior a la línea E (mm).

Lógicamente se refiere a estas variables antes de iniciar el tratamiento, es decir, en T1. La edad inicial y la posición del incisivo superior respecto a NA (mm) aunque muestran una tendencia a la significatividad, no se relacionan de manera significativa en presencia de las demás variables. Veamos detenidamente cada variable:

### **1.- Tipo de tratamiento**

Dicha variable no es significativa en presencia de las demás, por lo que no hay relación entre el tipo de aparato utilizado y la probabilidad de éxito.

### **2.- Edad de inicio del tratamiento**

Aunque no es significativa ( $p=0,062$ ) muestra tendencia a serlo. El odds ratio es 1,576 sugiriendo que la probabilidad de clasificar a un paciente como que tendrá mejor resultado se multiplica por 1,576 cuando la edad a la que se inicia el tratamiento aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables predictoras. Es decir, por cada año que pasa la probabilidad de clasificar a un paciente como que va a tener mejor resultado aumenta en un 57%.

### **3.- Posición inicial del incisivo superior respecto a la línea NA (mm)**

El valor  $p=0,106$  está indicando que hay una tendencia a la significatividad, de manera que la probabilidad de tener un mejor resultado disminuye conforme aumenta esta distancia, es decir, cuanto más protruidos están los incisivos superiores.

### **4.- Distancia del primer molar superior al plano palatino (mm)**

El odds ratio es 0,67 por lo que la probabilidad de que un paciente sea clasificado como que va a tener mejor resultado se multiplica por 0,67 cuando esta distancia aumenta en una unidad y el resto se mantienen constantes, es decir, por cada milímetro que aumenta la distancia del molar superior al plano palatino, las probabilidades de éxito se reducen un 33%.

### **5.- Inclinación del incisivo inferior respecto a la línea APg (°)**

Por cada grado que aumenta la inclinación del incisivo inferior, el odds de la probabilidad de clasificar al paciente como que va a tener mejor resultado se multiplica por 1,33, es decir, aumenta en un 33%.

### 6.- Distancia del labio superior a la línea E (mm)

El odds ratio es 0,60, es decir, el odds de la probabilidad de clasificarlo como mejor resultado se multiplica por 0,60 cuando esta distancia aumenta en una unidad, manteniéndose las demás variables constantes. Es decir, por cada milímetro que aumenta la distancia del labio superior a la línea E la probabilidad de clasificarlo como mejor resultado disminuye un 40%.

A partir de los coeficientes anteriores se puede escribir la ecuación del modelo que servirá para clasificar a priori a un individuo como que va a obtener mejor o peor resultado después del tratamiento:

$$\frac{p}{1-p} = 0,02 e^{-1,08(B+E)} e^{-0,18(TI)} e^{0,46(Edad T1)} e^{-0,30(posic. I sup-NA1)} e^{-0,41(M sup-pl.ptino)} e^{0,29(inclin.I inf-APg)} e^{-0,51(lab.sup-línea E)}$$

Al aplicar la fórmula se debería tener en cuenta lo siguiente:

- 1.- Si al paciente se le ha tratado con brackets con elásticos, se ha de sustituir en la ecuación (B+E) por el valor 1. En cualquier otro caso por 0.
- 2.- Si el paciente ha sido tratado con tracción extraoral inferior hay que sustituir en la ecuación (TI) por el valor 1. En cualquier otro caso por 0.
- 3.- Si al paciente se le ha tratado con máscara facial hay que sustituir en la ecuación (B+E) y (TI) por el valor 0.

El modelo estimado presenta un  $R^2$  de Nagelkerke igual a 0,473, lo que significa que el 47,3% de la variabilidad de la probabilidad de mejor resultado queda explicada por las covariables y factores considerados. Se trata de una capacidad explicativa media, lo cual no es especialmente elevado, pero suficiente para dar validez a las variables integradas.

Además el ajuste proporcionado por la estimación es también adecuado y las variables introducidas están revelándose influyentes según el valor  $\text{Chi}^2$  del contraste de Hosmer-Lemeshow.

### Curvas ROC, sensibilidad y especificidad:

En este apartado se estiman los valores de sensibilidad y especificidad de cada prueba, junto a su curva ROC y parámetros asociados.

En la tabla 14 se puede observar cómo se ha clasificado el grupo real, es decir, los pacientes que hemos considerado que tenían mejor o peor resultado, enfrentado con el grupo pronosticado por el modelo logístico. De los 31 pacientes que han obtenido mejor resultado 22 se han pronosticado correctamente y de los 34 que han obtenido peor resultado 27 se han pronosticado correctamente.

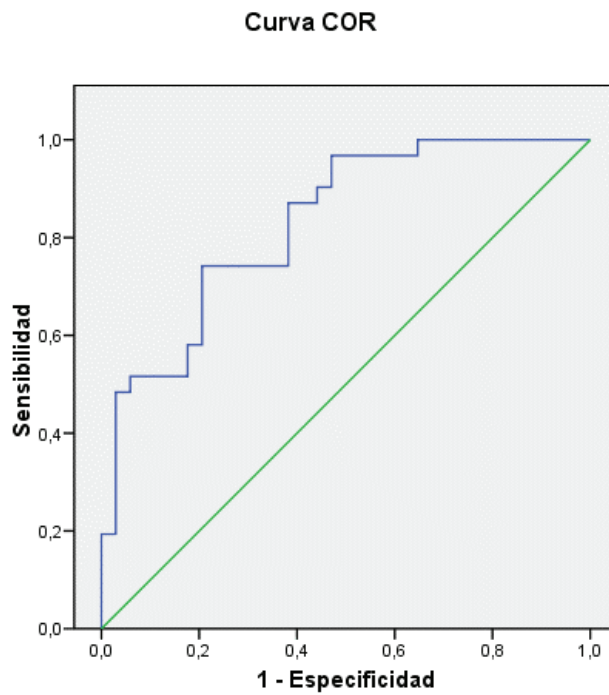
Tabla 14: Tabla de clasificación de casos reales versus casos pronosticados.

Observado			Pronosticado		
			RESULTADO TRATAMIENTO		Porcentaje correcto
			Peor	Mejor	Peor
<b>Paso 1</b>	<b>RESULTADO TRATAMIENTO</b>	<b>Peor</b>	27	7	79,4
		<b>Mejor</b>	9	22	71,0
	<b>Porcentaje global</b>				75,4

Se observa que del total de los 65 casos, 49 han sido clasificados correctamente, lo que supone un 75,4% de acierto, siendo el valor de corte utilizado 0,50.

La sensibilidad es del 71% y la especificidad del 79,4%, por lo que la capacidad de clasificar correctamente a un paciente cuyo estado real hemos definido como peor resultado es mayor que si el estado real se ha definido como mejor resultado.

A continuación (figura 63), se presenta la curva COR, a partir de la cual se origina la probabilidad pronosticada obtenida en el modelo logístico previo.



*Fig. 63: Curva COR.*

En la tabla 15 podemos observar que el área bajo la curva (ABC) es 0,83, es decir, la probabilidad de clasificar correctamente el resultado de un paciente el 0,83.

El p-valor es  $<0,001$ , es decir, la probabilidad de clasificar a los pacientes en mejores o peores no puede tener el mismo poder discriminatorio que el puro azar ( $ABC=0,5$ ).

El intervalo de confianza al 95% para el área bajo la curva es  $[0,734\ 0,927]$ . Al no contener al 0,5 el resultado del test anterior es estadísticamente significativo.

Tabla 15: Area bajo la curva.

Área	Error típ.	Sig. asintótica	Intervalo de confianza asintótico al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
,830	,049	$< 0,001$	,734	,927

Como la prueba proporciona valores continuos es necesario explorar la sensibilidad y la especificidad asociadas a cada valor para identificar el punto de corte óptimo.

En el **anexo 5**, las coordenadas bajo la curva se pueden interpretar de la siguiente manera: si consideramos que un valor de la probabilidad pronosticada ( $p$ ) por encima de 0,5 clasifica a un paciente como que va a tener mejor resultado y por debajo de 0,5 lo pronostica como que va a tener peor resultado, la ecuación tendría una sensibilidad del 71% y una especificidad del 79,4%.

Un valor útil para el pronóstico sería una probabilidad de 0,4697 ya que la sensibilidad aumenta a 74,2%, siendo mayor que con 0,5, y la especificidad sigue siendo del 79,4%. Es decir, si aplicamos los datos del paciente a la fórmula y la  $p$  que obtenemos es  $>0,4679$  está prediciendo un buen resultado y si es menor predice que el resultado va a ser peor, con esos niveles de sensibilidad y especificidad.





# *DISCUSIÓN*



## **6.- DISCUSIÓN**

El tratamiento ortopédico de las clases III se puede abordar de múltiples maneras, utilizando diferentes tipos de aparatos: desde la mentonera con o sin tracción anterior del maxilar, la máscara facial traccionando desde la arcada superior o desde miniplacas colocadas en el maxilar, la tracción extraoral apoyada en la arcada inferior o bien con miniplacas en ambos maxilares. Cualquier tratamiento de los mencionados produce modificaciones en el individuo, con una magnitud y dirección que se puede valorar si se comparan con los cambios en pacientes con las mismas características de clase III que no han recibido tratamiento. A continuación vamos a analizar los resultados obtenidos en el estudio en el orden que han sido presentados en el apartado de resultados, separándolos según la naturaleza de los mismos.

### **6.1.- CAMBIOS EN EL TIEMPO SEGÚN EL TIPO DE TRATAMIENTO**

Es interesante ver en la tabla 5, que el tipo de tratamiento por sí solo es poco relevante en ausencia de cualquier interacción, concretamente en el momento inicial de la observación (T1). Esto confirma que los diferentes tipos de tratamiento no se han aplicado en función de unas características iniciales determinadas del individuo, que podrían haber condicionado la utilización de uno u otro, sino que se han aplicado de forma independiente, sin tener en cuenta dichas características iniciales. Esto confirma que hay una aleatorización adecuada para el análisis.

#### **6.1.1.- CAMBIOS ESQUELÉTICOS**

Los cambios en el maxilar, representados con el ángulo SNA no presentan interacción con el tipo de tratamiento, es decir, no dependen de él (tabla 5). Esto tiene sentido, ya que la mayor parte del crecimiento del tercio medio facial tiene lugar a edades tempranas (Alexander y cols., 2009; Miyajima y cols., 1997), y se ha comprobado que se obtienen mejores resultados con la tracción anterior del maxilar cuando se aplica en dentición temporal o mixta temprana (Vaughn y

cols., 2005; Baccetti y cols., 1998, 2000; Saadia y Torres, 2000; Franchi y cols., 2004; Reed y cols., 2014) ya que cuando se utiliza en dentición permanente disminuye el avance del maxilar y aumentan los efectos dentoalveolares (Cha, 2003). Este avance del maxilar en las edades del presente estudio, entre los 12 y 15 años, es realmente efectivo sólo si se utilizan miniplacas en el maxilar para traccionar con la máscara facial (Sar y cols., 2011; Kaya y cols., 2011; Cha y Ngan, 2011; Ge y cols., 2012; Lee y cols. 2012b) o miniplacas en ambos maxilares con elásticos intermaxilares (De Clerck y cols., 2010; Cevidane y cols., 2010; Nguyen y cols., 2011; Heymann y cols., 2010; Koh y Chung, 2014), pues si a estas edades se tracciona directamente desde la arcada dentaria se pierde gran cantidad de la fuerza que se quiere aplicar al maxilar y aumentan los efectos dentales de protrusión de incisivos y de mesialización de los molares superiores con la consiguiente pérdida de espacio en la arcada.

No obstante, y aunque no hay interacción, los cambios en el ángulo SNA sí que son significativos en el grupo de máscara facial según la corrección de Bonferroni (tabla 19, anexo 4), coincidiendo así con los hallazgos de Nartallo-Turley y Turley (1998), Battagel y Orton (1995), Williams y cols. (1997), Arman y cols. (2004), Isci y cols. (2010), Mandall y cols. (2010), Showkalbakhsh y cols. (2011), Nienkemper y cols. (2013), Gencder (2015), lo que se traduce en un avance del maxilar (Ngan y cols., 1992, 1997; Baik, 1995; Chong y cols., 1996; Deguchi y Kanomi, 1999; Baccetti y cols., 2000; Jäger y cols., 2001; Arman y cols., 2006; Göyenç y Ersoy, 2004; Tortop y cols., 2007; Showkalbakhsh y cols., 2011; Freire y cols., 2012).

Sin embargo, en los grupos de tracción inferior y de brackets con elásticos no hay cambios significativos, de lo que se deduce que estos tratamientos no tienen efecto sobre el maxilar. Esto coincide con Arun y Everdi (1994), que comprobaron que los efectos de la tracción extraoral inferior sobre el maxilar eran mínimos, y con Baccetti y cols. (2007c) que observaron mayores efectos sobre el maxilar con el uso de máscara facial que con tracción extraoral mandibular. Por ello, estos autores aconsejan el uso de la tracción extraoral inferior en prognatismos mandibulares y no en hipoplasias maxilares, al igual que Cozzani (1981), quien trataba las clase III con mentonera o con tracción extraoral inferior cuando la

causa era de origen mandibular y con máscara facial si la causa era de origen maxilar.

El ángulo SNB ha variado de forma diferente en función del tipo de tratamiento (figura 21). Se ha producido una disminución significativa en el grupo de tracción extraoral, lo que coincide con los hallazgos de Battagel y Orton (1993, 1995) y Baccetti y cols. (2009). Esto tiene como consecuencia una menor proyección sagital del mentón (Baccetti y cols., 2007c). Sin embargo, no se produce la disminución de dicho ángulo en el grupo de máscara facial, es más, aumenta ligeramente, aunque no de manera significativa, a diferencia de los estudios de Nartallo-Turley y Turley (1998), Jäger y cols. (2001), Mandall y cols. (2010), Freire y cols. (2012), Nienkemper y cols. (2013), Gencer y cols. (2015) y Palma y cols. (2015) en los que disminuye el ángulo SNB por la posterorrotación mandibular que se produce debido al efecto mentonera de la máscara facial.

Una posible explicación de este hecho sería que la edad media de inicio del tratamiento en este estudio es bastante superior (12 años) a la de los estudios nombrados (entre 7 y 9,5 años), y en éstos no se ha expresado la misma cantidad de crecimiento mandibular durante el periodo que dura el tratamiento. Mitani (1981) comprueba que el crecimiento mandibular antes del brote puberal es igual en las clases III que en las clases I, por lo que en el periodo de tiempo en que se realizan los tratamientos con máscara facial en dentición temporal o dentición mixta inicial apenas crece la mandíbula, siendo a partir del pico de crecimiento puberal cuando más se expresa este crecimiento mandibular en las clases III. Por lo tanto, entre los 12 y los 15 años, que es el periodo de observación de este estudio, se ha expresado más crecimiento mandibular que de los 7 a los 9,5 años y no hay tanto efecto de posterorrotación mandibular con el uso de la máscara como cabría esperar y consecuentemente, la posición de la mandíbula empeora más.

En el grupo control, el ángulo SNB ha aumentado significativamente, lo que es lógico debido a que gran parte del crecimiento mandibular tiene lugar en las edades en que se ha realizado el presente estudio como acabamos de comentar. Es a estas edades cuando se produce el brote puberal tanto en las mujeres como

en los hombres. Alexander y cols. (2009) observaron que el brote de crecimiento mandibular se producía entre los 10 y 12 años en las mujeres y entre los 12 y 15 años en los hombres. Además, después de este brote, la mandíbula sigue creciendo como vieron Battagel (1993) y Reyes y cols. (2006), y hay un aumento de la longitud mandibular en las clases III un año más tarde que en las clases I, es decir, entre los 15 y 16 años. Esto coincide con Baccetti y cols. (2005a) al igual que con Gu y McNamara (2007) que señalaron que el pico puberal en las clases III tiene lugar un año más tarde que en las clases I tanto en los hombres como en las mujeres, en los estadios CS3 y CS4 de maduración cervical. Baccetti y cols. (2007a), vieron que en pacientes con clase I el crecimiento mandibular disminuía de forma significativa después del brote puberal, mientras que en los pacientes con clase III seguían creciendo hasta los 18 años de media, con aumentos en los estadios finales de maduración (de CS4 a CS6).

La longitud del cuerpo mandibular aumenta en todos los grupos aunque más en el grupo control si se compara con el resto (figura 23). Esto es lógico, ya que el periodo de observación se realiza durante el brote puberal o en algunos casos muy próximo a él, y según Kuc-Michalska y Baccetti (2010), dicho brote puberal en las clases III dura más tiempo, siendo aproximadamente de 16 meses de media en lugar de 11 meses como en las clases I. Esta mayor duración del pico de crecimiento puberal en las clases III hace que la mandíbula crezca durante más tiempo y su longitud sea mayor. Además, Baccetti y cols. (2007a) comprobaron que el pico de crecimiento mandibular se producía entre los estadios 3 y 4 de maduración de las vértebras cervicales (CS3 y CS4) de manera que la longitud mandibular total aumentaba por término medio 8 mm en los hombres y 5,5 mm en las mujeres durante este periodo. A diferencia de éstos, Lee y cols. (2012) concluyen que los pacientes con clase III no tienen distintos parámetros de crecimiento (velocidad, pico de crecimiento, etc...) que las clases II o la población general.

En el resto de grupos que han recibido tratamiento, la longitud mandibular también aumenta aunque no tanto, por lo que podemos decir que, a pesar del tratamiento y sea cual sea éste, la mandíbula sigue aumentando su tamaño independientemente de su posición, corroborando los hallazgos de Kuroda y

cols. (2010) de que realmente se altera la dirección y no la cantidad de crecimiento, lo que produce un cambio en la posición de la mandíbula. Sin embargo, Baccetti y cols. (2007c) encontraron menor aumento de la longitud mandibular en el grupo de tracción extraoral inferior al compararlo con la máscara facial, lo que no coincide con nuestro estudio, aunque esta longitud fue medida desde Condíleon hasta Gnation en vez de Gonion a Menton, que es la medida que realmente representa la longitud del cuerpo mandibular.

No obstante, hay una alta tendencia a la interacción que nos hace pensar que en los distintos grupos el comportamiento es distinto, sobre todo el del grupo control respecto al resto, en los que el menor aumento de la longitud mandibular se puede explicar por el hecho de que al llevar tratamiento ortodóncico se alcanza un resalte adecuado, que puede haber “frenado” el aumento de la longitud del cuerpo mandibular al conseguir una mejor relación entre los incisivos superiores e inferiores.

El ángulo ANB mejora significativamente con el uso de la máscara facial (figura 25), coincidiendo con los hallazgos de Nartallo-Turley y Turley (1998), Jäger y cols. (2001), Arman y cols. (2006), Mandall y cols. (2010), Tagawa y cols. (2012), Nienkemper y cols. (2013), Tortop y cols. (2014), Palma y cols. (2015) y Gencer y cols. (2015), así como en el grupo de tracción extraoral inferior, como encontraron Battagel y Orton (1995). Hay que hacer notar que esta mejoría del ángulo ANB tiene un origen distinto en ambos grupos: en el de máscara facial debido a un aumento del ángulo SNA y en el de tracción extraoral inferior por una disminución del ángulo SNB, debido a que los efectos de cada aparato son diferentes. En el grupo de brackets con elásticos no hay cambios en el ángulo ANB, lo cual parece lógico ya que este tipo de aparatología no produce efectos ortopédicos. Por otro lado, en el grupo control el ángulo ANB empeora significativamente con el paso del tiempo por el mayor aumento del ángulo SNB proporcionalmente al SNA debido al crecimiento mandibular activo que no es acompañado por crecimiento del maxilar (Baccetti y cols., 2007b; Battagel y Orton, 1995).

En cuanto a los cambios en el Wits appraisal se observa una mejoría en los tres grupos que han recibido tratamiento (figura 26) como ya encontraron Rey y cols. (2008) con la tracción extraoral inferior y Westwood y cols. (2003), Nienkemper y cols. (2013), Wilmes y cols. (2014), y Palma y cols. (2015) con la máscara facial. El grupo control evoluciona de forma contraria, empeorando el Wits appraisal y, por tanto, la relación esquelética de los maxilares entre sí debido sobre todo al crecimiento mandibular.

Otro parámetro a considerar es la diferencia maxilomandibular, que aumenta en todos los grupos aunque en el que más lo hace, proporcionalmente, es en el grupo control (figura 27). Esto es debido, según Wolfe y cols. (2011), a un mayor aumento de la rama mandibular durante el crecimiento que hace que esta diferencia aumente. En el resto de grupos, aumenta ligeramente, lo que no coincide con los estudios de Battagel y Orton (1995), Rey y cols. (2008) y Baccetti y cols. (2009), que observaron que con el uso de la tracción extraoral había una mejoría de esta diferencia maxilomandibular debida fundamentalmente a que disminuía la longitud de la mandíbula medida desde Condíleon a Gnación. Sin embargo, Buschang y cols., (1999) observaron una gran variación interindividual en el crecimiento condilar, y comprobaron que un varón en el percentil 90 tenía un crecimiento condilar de 5 mm por año de media, mientras que otro en el percentil 25 tenía un incremento anual de 1-2 mm. Esta variación interindividual, que tendría un efecto diferente en el resultado del tratamiento, es lo que hace tan difícil predecir el crecimiento mandibular a pesar de la gran cantidad de estudios que hay al respecto.

El eje facial cambia significativamente y además de forma opuesta en el grupo control que en el resto (figura 20). En dicho grupo control aumenta el eje facial mientras que en el grupo tratado con máscara facial disminuye, igual que en el grupo de brackets con elásticos y de tracción extraoral inferior, aunque en estos en menor medida. Es lógico este aumento del eje facial en el grupo control ya que, como hemos visto, en este grupo también han aumentado la longitud del cuerpo mandibular, el ángulo SNB y la diferencia maxilomandibular, avanzando sagitalmente la mandíbula, lo que hace que este ángulo aumente. El que no haya aumentado el eje facial en los grupos que han recibido tratamiento se debe en



gran parte al control del avance sagital de la mandíbula, aunque cabe esperar que con el tiempo el patrón de crecimiento original se restablezca, como comprobaron Sakamoto y cols. (1984) y Wendell y col (1985).

El ángulo del plano mandibular se comporta de forma diferente según el grupo de tratamiento (figura 22). Así, disminuye significativamente en el grupo control, lo que se traduce en una anterorrotación de la mandíbula con el crecimiento, coincidiendo así con los estudios sobre implantes de Björk (1969), Björk y Skieller (1972) y con el estudio de Gu y McNamara (2007) que observaron que la mandíbula suele tener un crecimiento del cóndilo hacia arriba y hacia delante, lo que produce una rotación anterior de la misma, cuyo centro puede estar a nivel de los incisivos, siendo el aumento en la zona posterior mayor que en la anterior.

En el grupo de máscara facial también disminuye el ángulo del plano mandibular, lo que coincide con el estudio de Mermigos y cols. (1990) pero no con los de Ngan y cols. (1996a), Reed y cols. (2014) y Gencer y cols. (2015) que no encontraron cambios en dicho ángulo. Sin embargo, en el grupo de tracción extraoral inferior y de brackets con elásticos la inclinación del plano mandibular no cambia, por lo que no se observa una posterorrotación de la mandíbula en ninguno de estos grupos, al igual que ocurre en el estudio de Kuroda y cols. (2010), pero a diferencia de los estudios de Cozzani (1981), Battagel y Orton (1991, 1995) que sí observaron dicha posterorrotación mandibular.

En cuanto a las relaciones verticales, no se observa interacción ni en la altura facial inferior, ni en la altura facial posterior ni en la relación entre la posterior y la anterior (tabla 5), aunque en todas ellas hay cambios significativos entre el momento inicial y final de la observación, siendo este cambio hacia un aumento en todos los grupos y además, de manera similar en todos ellos, por lo que podemos decir que en estos parámetros no influye el tipo de tratamiento.

En los tres grupos que han recibido tratamiento, se produce un aumento de las medidas verticales, lo que coincide con Mermigos y cols. (1990), Ngan y cols. (1996a, 1997), Baccetti y cols. (2000), Jäger y cols. (2001), Cha (2003), Arman y

cols. (2004, 2006), Isci y cols. (2010), Reed y cols. (2014) y Gencer y cols. (2015), que observaron un aumento de la altura facial anterior con el uso de la máscara facial, que no observaron Deguchi y Kanomi (1999), y Tagawa y cols. (2012). También Arun y Everdi (1994), Battagel y Orton (1993) y Rey y cols. (2008) observaron un aumento de la altura facial inferior con el uso de la tracción extraoral inferior.

No obstante, la mayoría de estudios sobre máscara facial observan además de este aumento de las alturas faciales, que hay un aumento del ángulo del plano mandibular, lo que se traduce en una posterorrotación de la misma por el efecto mentonera de la máscara facial. Esto tiene como resultado un menor aumento del que cabría esperar del prognatismo mandibular con una disminución del ángulo SNB (Ngan y cols., 1992, 1996a, 1997; Baik, 1995; Chong y cols., 1996; Williams y cols., 1997; Gallagher y cols., 1998; Nartallo-Turley y Turley, 1998; Deguchi y Kanomi, 1999; Jäger y cols., 2001; Arman y cols., 2004, 2006; Isci y cols., 2010; Mermigos y cols., 1990; Westwood y cols., 2003; Reed y cols., 2014). Sin embargo, este efecto de rotación posterior de la mandíbula no se observa en el grupo de máscara facial del presente estudio, ya que aunque aumenta la altura facial inferior, no aumenta el ángulo del plano mandibular ni disminuye el ángulo SNB. Además, la ratio AFP/AFA aumenta, lo que significa que hay mayor aumento de la altura facial posterior que de la anterior.

Hemos observado que en el grupo de tracción extraoral inferior aumenta la altura facial anterior, lo que coincide con Arun y Everdi (1994), con Battagel y Orton (1993) y con Rey y cols. (2008), pero también aumenta la relación AFP/AFA. Esto significa que hay un mayor aumento de la rama mandibular que de la altura facial anterior, por lo que no se puede afirmar que haya una posterorrotación mandibular, como observaron en su estudio Kuroda y cols. (2010), pero no Cozzani (1981) ni Battagel y Orton (1991, 1995).

En el grupo control también han aumentado las medidas verticales, lo cual era de esperar, ya que como apuntan Baccetti y cols. (2007b), en la adolescencia tardía se observa un crecimiento más vertical que se corresponde con la erupción de segundos y terceros molares. Además, el grupo control está formado por 17

hombres y 17 mujeres y, si tenemos en cuenta que Battagel (1993) y Mitani y cols. (1993) encontraron que los hombres tenían un patrón de crecimiento más vertical, y Jacobson y cols. (1974) y Miyajima y cols. (1997) señalan que son las mujeres las que tienen un crecimiento ligeramente más vertical con mayor altura facial anterior, todo apunta a que en general el patrón de crecimiento en las clases III es más bien vertical.

Tras lo expuesto, podemos decir que este aumento de las alturas faciales es un rasgo propio del crecimiento de las clases III y sobre el que apenas influyen nuestros tratamientos, ya que como hemos visto, siguen aumentando con el tiempo. Otra consideración a tener en cuenta, es que las alturas faciales se miden en milímetros y es lógico que aumenten durante el crecimiento, mientras que las relaciones verticales que se miden con referencias angulares, como el plano mandibular, o la medición de ratios como la AFP/AFA permiten valorar más objetivamente el efecto real de estos cambios. Y en este sentido vemos que la altura facial posterior ha aumentado más que la anterior en todos los grupos, coincidiendo con los hallazgos de Björk (1969), Björk y Skieller (1972) y Gu y McNamara (2007) quienes observaron que la mandíbula suele aumentar más en la zona posterior que en la anterior por un crecimiento del cóndilo hacia arriba y hacia delante.

### **6.1.2.- CAMBIOS DENTOALVEOLARES**

En este apartado empezaremos analizando los cambios en los incisivos superiores. Hemos visto en los resultados (tabla 8) que tanto sus medidas angulares como lineales no presentan interacción entre el tiempo y el tipo de tratamiento, si bien en todas ellas hay cambios significativos en el tiempo, es decir, en todos los grupos los cambios en la inclinación y posición de los incisivos superiores evolucionan de forma similar independientemente del grupo al que pertenezcan. La interacción de esta variable quizá no ha sido significativa a pesar de la diferencia de medias entre los distintos grupos, como se observa en las tablas de resultados (anexo 4), porque hay bastante dispersión alrededor de las

mismas, no estando la mayoría de los pacientes de cada grupo lo suficientemente alejados entre sí.

Hay que señalar que en todos los grupos, este cambio significativo en el tiempo, evoluciona siempre hacia una mayor proinclinación y protrusión de los incisivos superiores. En los grupos que han recibido tratamiento es lógico, ya que aunque buscamos efectos ortopédicos, muchas veces aparecen también efectos dentoalveolares, que compensan la discrepancia esquelética sagital (Cha, 2003).

Cabe destacar que cuando se mide el ángulo de los incisivos superiores respecto al plano de Frankfurt, se observa que en el grupo de máscara facial, la proinclinación de los incisivos superiores es mayor que en el resto de grupos (anexo 4, tabla 45). Gencer y cols. (2015) encontraron significativa la protrusión de los incisivos superiores en el grupo de máscara, pero no diferente a la del grupo control, lo que concuerda con nuestro estudio. Esto encuentra su explicación en que la máscara facial, a diferencia de la tracción extraoral inferior, se apoya en el maxilar y concretamente en los dientes superiores. Aunque esto también ocurre en el grupo de brackets con elásticos, la intensidad de la fuerza es mucho mayor con la máscara facial, transmitiéndose al maxilar a través de los dientes, lo que produce un mayor efecto de mesialización de la arcada superior en general, y de los incisivos en particular. Esta proinclinación de los incisivos superiores coincide con los hallazgos de la mayoría de estudios de máscara facial (Asensi, 1991; Ngan y cols., 1992, 1996a, 1997; Baik, 1995; Soler, 1995; Williams y cols., 1997; Gu y cols., 2000; Alcan y col, 2000; Jäger y cols., 2001; Göyenc y Ersoy, 2004; Baccetti y cols., 2007c; Freire y cols., 2012; Tortop y cols., 2014; Reed y cols., 2014).

Si además tenemos en cuenta que el tratamiento se ha realizado entre los 12 y los 15 años, cabría esperar, como también apuntan algunos estudios (Baik, 1995; Jäger y cols., 2001) que los cambios esqueléticos no fuesen tan pronunciados como si el tratamiento se hubiese realizado entre los 8 y 10 años, edad en la que además, la tracción anterior del maxilar suele acompañarse de expansión rápida del mismo, ya que así la protrusión de los incisivos superiores es menor al final del tratamiento (Kim y cols., 1999; Halicioglu y cols., 2014).

En el grupo de tracción extraoral inferior ha habido menor protrusión de los incisivos superiores que en el de máscara facial, coincidiendo con Baccetti y cols. (2007c) que compararon el uso de la máscara con el de la tracción inferior y observaron una mayor proinclinación de los incisivos superiores y mayor retroinclinación de los inferiores en el primer grupo. Esto es lógico si consideramos que en el grupo de tracción extraoral inferior, el ángulo SNB ha disminuido más que en el resto de grupos y por lo tanto, para conseguir un resalte y una relación molar adecuados no es necesario avanzar tanto la arcada superior. No obstante, y a pesar de esto, la evolución de los incisivos superiores en este grupo también ha sido hacia una mayor proinclinación, coincidiendo con los estudios de Rey y cols. (2008) y a diferencia de los de Baccetti y cols. (2007c) que apenas encontraron cambios.

En el grupo control también se observa que con el tiempo la proinclinación de los incisivos superiores aumenta, lo que coincide con autores como Guyer (1986), Staudt y Kiliaridis (2009), Arriola-Guillén y Flores-Mir (2014) que encuentran esta proinclinación en individuos no tratados en un intento de mantener el contacto interincisivo, y que es mayor cuanto más va empeorando la discrepancia sagital de los maxilares con el crecimiento, y sobre todo en los pacientes braquifaciales (Ishikawa y cols. (2000) y Kim y cols. (2014). Sin embargo, Battagel y Orton (1995) no observaron cambios en la posición de los incisivos superiores en las clases III no tratadas.

En cuanto a la inclinación de los incisivos inferiores, el presente estudio no muestra cambios significativos en el tiempo en ninguno de los grupos, hayan recibido o no tratamiento, bien sea midiendo esta inclinación respecto al plano mandibular (IMPA), respecto al plano de Frankfurt (FMIA) o a la línea NB (tabla 5). Ello coincide con Battagel y Orton (1995) que no encontraron cambios en los incisivos inferiores ni con el tratamiento de máscara facial ni de tracción extraoral inferior en las clases III y con los estudios de Asensi (1989) y Soler (1995) que tras el tratamiento con mentonera de tracción anterior tampoco encontraron cambios en la posición de los incisivos inferiores.

La mayoría de estudios observan una retroinclinación de los incisivos inferiores cuando se realiza tratamiento con máscara facial (Chong y cols., 1996; Ngan y cols., 1996a, 1997; Campbell, 1983; Arman y cols., 2004; Showkalbakhsh y cols., 2011; Tagawa y cols., 2012; Freire y cols., 2012; Reed y cols., 2014 y Gencer y cols., 2015) o un enderezamiento de los mismos (Gallagher y cols., 1998; Jäger y cols., 2001). También con el uso de tracción extraoral inferior, Rey y cols. (2008) y Baccetti y cols. (2009) encontraron retroinclinación de los incisivos inferiores, aunque los primeros afirman que la necesidad de retroinclinarlos es menor con el uso de la tracción extraoral inferior al mejorar más la relación molar. Esto no coincide con los resultados obtenidos en este estudio ya que no hemos hallado dicha retroinclinación. A la vista de dichos resultados, podemos decir que durante la corrección de la clase III esquelética, en los casos del presente estudio se ha evitado uno de los efectos más antiestéticos que tiene la compensación dentoalveolar en las clases III, que es la retroinclinación de los incisivos inferiores, y se ha conseguido tras el tratamiento un torque adecuado de los mismos.

Por otro lado, Battagel (1993), Battagel y Orton (1995), Arman y cols. (2004) y Gencer y cols. (2015) observaron que los incisivos inferiores en clases III no tratadas se localizaban más labialmente, a diferencia de otros autores (Guyer, 1986; Staudt y Kiliaridis, 2009; Arriola-Guillén y Flores-Mir, 2014) que encontraron que con el crecimiento, los incisivos inferiores se van retroinclinando en un intento de mantener el contacto interincisivo, siendo esta lingualización mayor cuanto más empeoraba la discrepancia sagital de los maxilares (Ishikawa y cols., 2000). Ishikawa y cols. (1999) encontraron tres variables que tenían correlación con dicho empeoramiento sagital que fueron: la lingualización de los incisivos inferiores, la vestibulización de los superiores y el aplanamiento del plano oclusal, de las cuales, la primera era la que mayor correlación tenía.

Sin embargo, Kim y cols. (2014) observaron que, aunque había mayor lingualización de los incisivos inferiores cuanto mayor era la discrepancia sagital de los maxilares y más braquifaciales, esto sólo ocurría si se tomaba como referencia el plano mandibular (IMPA), pero no si se medía respecto a la línea externa de referencia horizontal, en coincidencia con Björk y Skieller (1972) que vieron que la inclinación de los incisivos inferiores en relación a la línea SN se

mantenía constante a pesar de la rotación anterior de la mandíbula durante el crecimiento, debido seguramente al equilibrio entre los labios y la lengua que tendían a mantener la oclusión incisal funcional.

Los cambios en los molares se han estudiado tanto en sentido vertical como sagital. Los molares superiores, verticalmente aumentan su distancia con el plano palatino a lo largo del tiempo tanto en el grupo control como en los grupos que han recibido tratamiento, siendo en el que menos se extruyen en el grupo de brackets con elásticos (anexo 4, tabla 53). Por lo tanto, no hay interacción y los cambios no dependen del grupo al que pertenecen. Esta extrusión de los molares durante el crecimiento es natural, ya que el proceso alveolar se desarrolla y aumenta con la edad, como indican los estudios de Kim y cols. (2006), que encontraron un aumento de la dimensión vertical y de la erupción de los primeros molares superiores altamente correlacionados con un crecimiento hacia delante de la mandíbula. Estos mismos autores, en 2009, comprobaron que las clases III tenían mayor erupción de los molares superiores, así como diferencias significativas en el plano oclusal posterior según los diferentes marcos esqueléticos.

Esta extrusión de los molares también se produce en la arcada inferior en todos los grupos de forma similar (anexo 4, tabla 67), lo que corrobora los hallazgos de Björk y Skieller (1972) y de Gu y McNamara (2007) que observaron la erupción de los molares como una respuesta adaptativa al crecimiento del cóndilo hacia arriba y hacia delante, ya que esto produce una rotación mandibular con su centro en los incisivos. Quizá una de las estrategias en el tratamiento de las clases III debería ser el control vertical de la zona posterior.

El uso de la máscara facial, aunque tiene pocos efectos en los molares inferiores, se ha observado que produce extrusión de los mismos (Ngan y cols., 1996a; Reed y cols., 2014). En cuanto a la tracción extraoral inferior, Kuhn (1968) y Gianelly (1971) hablan de la importancia de controlar con este aparato la erupción de los molares inferiores, pudiendo llegar a producir su intrusión. De hecho, en 1994, Arun y Everdi observaron dicha intrusión que, sin embargo, en

nuestro estudio no aparece, ya que la evolución de todos los grupos es similar hacia una ligera extrusión.

En cuanto a la inclinación de los molares inferiores hay una alta tendencia a la interacción, comportándose de manera diferente según el grupo al que pertenecen (figura 29). Se observa una retroinclinación de dichos molares en el grupo de tracción extraoral inferior, mientras que en el de máscara facial y en el grupo control aumenta su inclinación hacia mesial, y se mantiene prácticamente constante en el grupo de brackets con elásticos. Los resultados del grupo de tracción extraoral inferior coinciden con la mayoría de autores (Joho, 1973; Orton y cols., 1983; Arun y Everdi, 1994; Battagel y Orton, 1995; Rey y cols., 2008; Baccetti y cols., 2009) que observaron un distalamiento de los molares inferiores. También nuestros resultados del grupo de máscara facial son coincidentes con otros estudios (Ngan y cols., 1996a; Reed y cols., 2014), ya que se ha visto que la máscara tiene efectos mínimos sobre los molares inferiores, sobre todo si se comparan con los de la tracción extraoral inferior (Battagel y Orton, 1995).

En el grupo control aumenta la angulación de los molares inferiores hacia mesial y además, la distancia de éstos a la vertical en Sella también aumenta significativamente (figura 30), lo que se traduce en una mesialización de los mismos.

En la variable que mide la distancia de los molares inferiores a la vertical en Sella, sí que se observa interacción ya que todos los grupos no evolucionan del mismo modo. La mesialización es menor en el grupo de tracción extraoral inferior y de máscara facial e incluso se mantiene en el grupo de brackets con elásticos si lo comparamos con el grupo control. Por lo tanto, hay una diferencia evidente en la posición sagital de los molares inferiores si se realiza tratamiento ortodóncico o si no se actúa sobre ellos.

### **6.1.3.- CAMBIOS INTERDENTALES**

En este apartado vamos a ver la repercusión que tienen los cambios dentoalveolares en las relaciones interdentales. Empezaremos con el resalte, en el



que se observa que hay interacción y por lo tanto, cambios significativos diferentes dependiendo del grupo al que pertenecen (figura 31). El resalte empeora en el grupo control, mientras que en el resto de grupos mejora. Esto coincide con los estudios de máscara facial de Ngan y cols. (1998), Gu y cols. (2000), Mandall y cols. (2010), Tortop y cols. (2014), Reed y cols. (2014) y de tracción extraoral inferior de Rey y cols. (2008) y Baccetti y cols. (2009) que encontraron una mejoría del resalte tras el tratamiento.

Como hemos visto en el apartado anterior, se observa una vestibulización de los incisivos superiores y ausencia de cambios en la inclinación de los incisivos inferiores. De esto se deduce que la corrección del resalte en todos los grupos que han recibido tratamiento ha sido, sobre todo, a expensas de la proinclinación de los incisivos superiores, especialmente en el grupo de máscara facial en el que como vimos, se producía menor disminución del ángulo SNB y consecuentemente, una mayor vestibulización de los incisivos superiores para conseguir un resalte adecuado. Esto coincide con los estudios de Battagel y Orton (1995) y Baccetti y cols. (2007c) que compararon el uso de la máscara facial con el de la tracción extraoral inferior y observaron que una de las mayores diferencias entre ambos estaba en la corrección del resalte, que mejoraba más en el grupo de máscara, debido a la mayor proinclinación de los incisivos superiores y retroinclinación de los inferiores.

También se produce una disminución del ángulo interincisivo en todos los grupos que han llevado tratamiento, siendo en el grupo de máscara en el que mayor disminución encontramos (anexo 4, tabla 70). Esto corrobora los resultados en la inclinación de los incisivos, y concretamente la mayor protrusión de los superiores que se observa en el grupo de máscara, que hace que se cierre dicho ángulo, lo que apoyaría las conclusiones del metaanálisis que hicieron Kim y cols. en 1999, y el estudio de Jäger y cols. (2001) en el que vieron menor protrusión de los incisivos superiores y mayores cambios esqueléticos, concretamente en los ángulos SNA y ANB, si el tratamiento se realizaba en edades más tempranas.

En cuanto a la sobremordida no hay cambios significativos en el tiempo ni hay interacción, lo que indica que apenas hay cambios durante el periodo de observación de este estudio tanto si llevan tratamiento ortodóncico como si no (tabla 5). Rey y cols. (2008) observaron una mejoría de la sobremordida tras el tratamiento con tracción extraoral inferior, lo cual sería deseable en nuestros tratamientos. Sin embargo, y debido a la posterorrotación mandibular y al aumento de la dimensión vertical que se produce en muchos de ellos, observamos una disminución de la sobremordida como Ngan y cols. (1996a, 1997). Además, Battagel y Orton (1993) observaron una disminución de la misma en el periodo postretención, y otros estudios como los de Baccetti y cols., (2007b), Jacobson y cols. (1974), Battagel (1993), Mitani y cols. (1993), Miyajima y cols. (1997) y Chen (2006) vieron que las clases III tenían un crecimiento principalmente vertical en la adolescencia tardía, por lo que todo apunta a que con el tiempo la sobremordida disminuye.

Al analizar los cambios en la relación molar, vemos que sí hay interacción, de manera que empeora con el tiempo en el grupo control debido al crecimiento, mientras que en el resto de grupos que han recibido tratamiento mejora, con una evolución muy similar en todos ellos (figura 32). Esto coincide con la mayoría de estudios tanto de máscara facial (Ngan y cols., 1997; Tortop y cols., 2014) como de tracción extraoral inferior (Arun y Everdi, 1994; Orton y cols., 1983; Baccetti y cols., 2007c y 2009 y Rey y cols., 2008) que encuentran una mejoría de la relación molar tras el tratamiento de ortodoncia. Sin embargo, Westwood y cols. (2003) observaron mayor corrección de la relación molar cuando el tratamiento se realizaba con tracción extraoral inferior en vez de hacerlo con máscara facial, lo que no coincide con nuestros resultados.

Respecto a los cambios del plano oclusal encontramos que son similares en todos los grupos, incluyendo el grupo control, tanto cuando se toma como referencia el plano palatino como cuando lo es la línea SN, por lo que no hay interacción (tabla 5). Se observa que hay una disminución del ángulo del plano oclusal, lo que se traduce en un aplanamiento del mismo. En lo que al grupo control se refiere, los resultados coinciden con los estudios de Ishikawa y cols. (1999, 2000) sobre las compensaciones dentales y los de Kim y cols. (2006) que

vieron que durante el crecimiento la dimensión vertical cambia en mayor proporción en la zona de molares, que se extruyen más, que en la de incisivos. Esto hace que el plano oclusal superior gire anteriormente, y para que no se produzca una mordida abierta, la mandíbula también gira gracias al crecimiento condilar, adaptándose así a los cambios verticales. Battagel y Orton (1993) observaron en el periodo postretención de pacientes tratados con tracción extraoral inferior que el plano oclusal seguía aplanándose y Kim y cols. (2014), al estudiar las compensaciones naturales que se producen en las clases III no tratadas, también encontraron un plano oclusal más aplanado, que relacionaron con una rotación hacia delante del plano palatino y una infraerupción de los molares inferiores.

El aplanamiento del plano oclusal que se observa en los tres grupos que han recibido tratamiento puede ser una consecuencia del mismo, en el intento de conseguir la clase I molar, ya que Braun y Legan (1997) vieron que por cada grado que se aplanaba el plano oclusal había un desplazamiento posterior de la dentición inferior respecto a la superior de 0,5 mm, siendo dicho aplanamiento una posible estrategia de tratamiento en las clases III. Nuestros resultados coinciden con los de Battagel y Orton (1993) y con los de Kuroda y cols. (2010) que observaron dicho aplanamiento con el tratamiento con tracción extraoral y con los de Ngan y cols. (1998) y Battagel y Orton (1995) también lo observaron con el uso de la máscara facial. Si analizamos los cambios verticales de molares e incisivos que pueden haber generado ese cambio del plano oclusal, vemos en todos los grupos una mayor extrusión de los molares superiores que de los incisivos superiores que produce una rotación antihoraria del plano oclusal, y por tanto, un aplanamiento del mismo.

Cuando los cambios en el plano oclusal los analizamos tomando como referencia el plano mandibular, sí que hay interacción porque no todos los grupos evolucionan de la misma manera (figura 33). La diferencia está en el grupo control respecto al resto, ya que en el primero el plano oclusal se mantiene constante mientras que en el resto de grupos aumenta. Los estudios revisados utilizan como referencia el plano palatino o el plano SN, por lo que no se pueden comparar estos resultados, aunque a la vista de los mismos encontramos una

explicación en que hay mayor extrusión relativa de los incisivos inferiores que de los molares inferiores cuando se realiza tratamiento, sobre todo en los grupos de máscara facial y de tracción extraoral inferior, mientras que en el grupo control se extruyen en igual medida los molares inferiores que los incisivos inferiores, y se mantiene constante el ángulo del plano oclusal con el plano mandibular.

Kim y cols. (2014) relacionan este aplanamiento del plano oclusal en los casos de resalte positivo con una rotación horaria del plano palatino y una infraerupción de los molares inferiores. Aunque en el presente estudio no hay cambios en la inclinación del plano palatino, sí que se observa que en los grupos que han recibido tratamiento y, por lo tanto el resalte final es positivo, los molares inferiores no se han extruido tanto como en el grupo control. Además, esta extrusión de molares inferiores ha sido menor que la de los molares superiores excepto en el grupo control, en el que se han extruido más los inferiores que los superiores. Por lo tanto, como dice Sato (1994), el patrón de crecimiento de las clases III y de las clases II esqueléticas está muy relacionado con la dimensión vertical y con la inclinación del plano oclusal, y debemos tenerlo en cuenta en la planificación de nuestros tratamientos, ya que como comprobó Björk (1969), la rotación mandibular durante el crecimiento es distinta dependiendo de cada individuo, lo que sugiere que está altamente relacionada con el crecimiento individual y con el desarrollo de la oclusión.

#### **6.1.4.- CAMBIOS EN LOS TEJIDOS BLANDOS**

El labio inferior respecto a la línea E aumenta su distancia en todos los grupos, excepto en el de máscara facial (figura 34). En los que más aumenta la distancia del labio inferior a la línea de referencia es en el grupo control y en el de brackets con elásticos, y se observa una alta tendencia a la interacción. Posiblemente, como estos dos grupos no tienen efecto sobre la mandíbula, ésta ha seguido creciendo y la línea de referencia se ha ido alejando (hacia delante), quedando los labios situados más posteriormente, dando lugar a un perfil más cóncavo. Hay que tener en cuenta que los cambios en la posición de los labios no son sólo por ellos mismos sino también por cambios relativos de su línea de

referencia, que se va alejando con el tiempo debido al crecimiento de la nariz y del mentón.

En el grupo de tracción extraoral el labio inferior no se aleja tanto de la línea de referencia ya que hay un mayor control anteroposterior de la mandíbula, pues es en el que mayor disminución del ángulo SNB ha habido. Esto hace que el punto inferior de la línea E de referencia no avance tanto como en el grupo control o en el de brackets con elásticos, de manera que la posición relativa de los labios a dicha línea está más cercana. Esto coincide con Battagel y Orton (1993) que vieron poca mejoría de los tejidos blandos, con labios más armónicos aunque retrusivos. Por otro lado, el grupo de máscara facial ha evolucionado de forma diferente, acercándose el labio inferior a la línea E de referencia, pero en este caso no es debido a cambios en la posición mandibular, pues en este grupo no se ha modificado, sino a los cambios que ha habido en los incisivos superiores, ya que el labio inferior se apoya sobre ellos. Al proinclinarse éstos durante el tratamiento con máscara facial más que en el resto de grupos, el labio inferior que se apoya en ellos también avanza más. Esto coincide con Ngan y cols. (1996b), Nartallo-Turley y Turley (1998), Kapust y cols. (1998), Arman y cols. (2004) y Sar y cols. (2014) que observaron un perfil más recto y no tan cóncavo tras el uso de la máscara facial. Sin embargo, Battagel y Orton (1995) encontraron más cambios en el mentón en el grupo de máscara aunque también mejoró en el grupo de tracción inferior.

En cuanto al ángulo nasolabial, disminuye significativamente en el grupo control y en el de máscara, mientras que en el grupo de tracción extraoral inferior no varía (figura 35). Es lógico que la mayor proinclinación de los incisivos superiores en el grupo de máscara facial disminuya el ángulo nasolabial, ya que el labio superior se apoya sobre los incisivos superiores proinclinados. Por otro lado, en el grupo control el ángulo nasolabial también está disminuido pero en este caso seguramente es debido al empeoramiento de la clase III por el crecimiento de la mandíbula, que hace que ésta se sitúe más anteriormente que el maxilar. En este caso, el contacto de los labios superior e inferior, necesario para establecer el sellado labial, produce una disminución de este ángulo al estar la mandíbula por delante del maxilar.

## **6.2.- INFLUENCIA DEL TIPO FACIAL EN EL TIPO DE TRATAMIENTO**

En este apartado, queremos comprobar si el tipo facial influye en que la evolución de los diferentes grupos de tratamiento sea la misma o no, es decir, si tener un patrón facial más vertical o más horizontal hace que la respuesta al tratamiento sea diferente.

Hemos comprobado que la mayoría de los parámetros tienen resultados similares al modelo ANOVA inicial, que no tiene en cuenta el tipo facial, encontrándose bastante coherencia entre ambos si comparamos los p-valores más allá de ver simplemente si son mayores o menores de 0,05. Los cambios en el tiempo son significativos de forma masiva ya sea como efecto simple o como interacción con el tipo facial o con el tipo de tratamiento, por lo que en general, la aparatología aplicada está provocando cambios importantes en las variables cefalométricas estudiadas. En este apartado analizaremos con más detalle únicamente aquellas variables que han sido más relevantes en cuanto al tipo facial.

La triple interacción del tiempo, tipo de tratamiento y tipo facial sólo es significativa en la variable del Wits appraisal, por lo que en general podemos decir que las diferencias obtenidas por los distintos tipos de tratamiento son similares independientemente de que los pacientes sean dólicofaciales o braquifaciales, sin influir el tipo facial en el comportamiento de los distintos tipos de tratamiento. No obstante, haremos unas pequeñas consideraciones de este análisis cuyos resultados se pueden consultar en la tabla 8, sin redundar en aquellos que son coincidentes con el modelo anterior y que ya han sido comentados.

Se observa que el ángulo SNA inicialmente en los dólicofaciales es mucho menor que en los braquifaciales (figura 37). Además, en los primeros tiende a aumentar mientras que en los segundos se mantiene constante en el tiempo independientemente del tipo de tratamiento realizado, a diferencia de Yoshida y cols. (2007) que observaron un aumento significativo del SNA en ambos tipos

faciales tras el uso de la mentonera de tracción anterior, aunque con mayor desplazamiento anterior en los braquifaciales.

La longitud del cuerpo mandibular aumenta más en el grupo control que en los grupos que han recibido tratamiento como ya vimos en el apartado anterior. Este parámetro evoluciona en el tiempo igual, independientemente del tipo facial, lo que coincide con Yoshida y cols. (2007), pero el tamaño de la mandíbula inicialmente es mayor en los braquifaciales que en los dólcofaciales.

El ángulo goniaco coincide con el modelo anterior, y no hay interacción según el tipo de tratamiento, pero sí según el tipo facial, lo que se traduce en una fuerte dependencia del mismo, de manera que disminuye en los braquifaciales mientras que en los dólcofaciales no varía (figura 38). Además, inicialmente es menor en los primeros que en los últimos, en lo que coincide con Yoshida y cols. (2007). Esta evolución se puede interpretar como un mayor crecimiento del cóndilo hacia delante en los braquifaciales que en los dólcofaciales, lo que hace que el ángulo goniaco se cierre.

Como se ha comentado, el Wits appraisal es el único parámetro con triple interacción debido a que evoluciona de manera diferente según el tipo de tratamiento recibido y además, esta evolución no es igual en los dólcofaciales que en los braquifaciales. La principal diferencia está en cómo responden ambos grupos al tratamiento con máscara facial. Como se puede ver en la figura 39 de los resultados, en el grupo de braquifaciales, el tratamiento con máscara no mejora el Wits appraisal ( $p=0,768$  Bonferroni), ya que su valor se mantiene constante, a diferencia del grupo de tracción extraoral inferior y del de brackets con elásticos. Sin embargo, en el grupo de dólcofaciales (figura 40), el efecto de estos dos grupos de tratamiento se mantiene igual de efectivo en la corrección del Wits appraisal, mientras que en el grupo de máscara facial la mejoría es mucho mayor ( $p<0,001$  Bonferroni). Lógicamente, en el grupo que no ha recibido ningún tratamiento el Wits appraisal empeora con el tiempo en ambos tipos faciales.

Por lo tanto, a la vista de los resultados respecto al Wits appraisal, en los braquifaciales sería preferible utilizar tracción extraoral inferior o brackets con

elásticos ya que así conseguimos mayor mejoría, mientras que en los dólcofaciales mejor utilizar máscara facial. Como el Wits appraisal relaciona las bases óseas maxilar y mandibular respecto al plano oclusal, el mayor avance del punto A en los dólcofaciales, confirmado por el aumento del ángulo SNA en el grupo de máscara facial, puede explicar esta mayor mejoría del Wits appraisal. Además, hemos visto que este ángulo SNA mejora en el grupo de dólcofaciales mientras que en los braquifaciales se mantiene constante.

La diferencia maxilomandibular, aunque no presenta triple interacción, ha evolucionado de forma diferente según el tipo facial (figura 41). Así, ha aumentado mucho más en el grupo de los braquifaciales que en el de los dólcofaciales, de lo que se deduce que la mandíbula ha crecido más en los primeros. Wolfe y cols. (2011) asociaron el aumento de la diferencia maxilomandibular a un aumento en la longitud de la rama. Este crecimiento desproporcionado entre el maxilar y la mandíbula a estas edades coincide con Baccetti y cols. (2007b) que comprobaron que la mandíbula crece durante más tiempo que el maxilar, cuyo crecimiento cesa en edades tempranas, como demuestran los estudios de Alexander y cols. (2009) y Miyajima y cols. (1997) y que la duración del pico puberal en las clases III es mayor por lo que la mandíbula puede crecer más a estas edades (Kuc-Michalska y Baccetti (2010).

Hemos visto que la longitud del cuerpo mandibular en valores absolutos es mayor en braquifaciales y que la mejoría del SNA es menor en dicho grupo, por lo que esto influye en la diferencia entre maxilar y mandíbula, que es mayor en los braquifaciales.

El eje facial presenta interacción con el tipo facial, de manera que tiende a disminuir en los braquifaciales, aunque casi inapreciable clínicamente, mientras que en los dólcofaciales se mantiene (figura 36). Además, inicialmente su valor es mucho mayor en los braquifaciales lógicamente debido a la posición más adelantada de la mandíbula. Su evolución según el tipo de tratamiento es similar a la del modelo inicial, por lo que no profundizaremos en ello.

Las variables correspondientes a las medidas verticales, altura facial inferior y altura facial posterior, y las variables correspondientes a la inclinación de los



incisivos superiores y su posición vertical, evolucionan de forma muy similar independientemente del grupo de tratamiento al que pertenecen y del tipo facial, aunque inicialmente no tienen los mismos valores en los dolicofaciales que en los braquifaciales (figuras 44 y 45).

También la inclinación de los incisivos inferiores, tanto si la valoramos con referencias externas (plano de Frankfurt), como si tomamos como referencia el plano mandibular (IMPA), se mantienen los resultados del modelo anterior. Por lo tanto, no hay cambios en el tiempo como ya vimos aunque sus valores iniciales son diferentes según el tipo facial (figura 46).

Respecto a la distancia de los molares inferiores a la vertical en Sella, sólo cabe destacar que inicialmente es mayor en los braquifaciales que en los dólicofaciales, lo que sitúa a los molares inferiores más mesialmente en el primer grupo (figura 48). En cuanto al comportamiento podemos remitirnos al apartado anterior en que se observa mayor mesialización en el grupo control que en el resto de grupos (figura 47).

En la relación molar se mantienen los resultados del primer modelo, con cambios significativos según el tipo de tratamiento (figura 50). También hay una tendencia a la significatividad según el tipo facial, de manera que, en general, la relación molar mejora más en los dólicofaciales que en los braquifaciales (figura 51). Cabe destacar, que dicha relación en el grupo control empeora mucho más en los braquifaciales que en los dólicofaciales, en los que se mantiene bastante estable. Esto está relacionado posiblemente con la mayor diferencia maxilomandibular que se va estableciendo con el paso del tiempo en los pacientes braquifaciales como hemos visto anteriormente.

El tratamiento con máscara facial es el menos eficaz en corregir dicha relación molar cuando el paciente es braquifacial, ya que de hecho no mejora, mientras que con tracción extraoral inferior y brackets con elásticos sí que se observa mejoría. En el grupo de pacientes dólicofaciales, aunque la tracción extraoral inferior y las brackets con elásticos siguen siendo igual de efectivos que en los braquifaciales, vemos que con la máscara facial se consigue mayor mejoría (figuras 52 y 53). Por lo tanto, para corregir la relación molar en pacientes

braquifaciales es preferible utilizar la tracción extraoral inferior o brackets con elásticos, ya que difícilmente se corregirá con máscara facial, mientras que en dólícofaciales es más efectivo el uso de la máscara facial.

El plano oclusal cuando lo estudiamos respecto al plano palatino cambia con el tiempo, pero estos cambios no dependen del tipo de tratamiento aplicado ni del tipo facial, produciéndose un aplanamiento del mismo, debido a una mayor extrusión de los molares superiores que de los incisivos, lo que coincide con Kim y cols. (2006, 2009) que observaron una rotación del plano oclusal por una mayor erupción de molares superiores que era compensada con el crecimiento condilar, y con Björk y Skieller (1972) y con Gu y McNamara (2007), que comprobaron que debido al crecimiento condilar la mandíbula rota con su centro a nivel de los incisivos, produciéndose una erupción de los molares.

Se observa que en los braquifaciales inicialmente el ángulo del plano oclusal respecto al plano palatino es más bajo que en los dólícofaciales (figura 49). Sin embargo, cuando la referencia del plano oclusal es externa al maxilar, es decir, la línea SN, no hay diferencia entre braquifaciales y dólícofaciales. De esto se deduce que la inclinación del plano oclusal en los dólícofaciales es mayor no por una mayor inclinación de éste sino por una mayor inclinación antihoraria del plano palatino en los dólícofaciales que en los braquifaciales.

Cuando medimos el plano oclusal tomando como referencia el plano mandibular, sí que cambia su inclinación con el tiempo en función del tipo de tratamiento recibido, siendo en los grupos de tracción extraoral inferior y de máscara facial en los que más aumenta dicho ángulo. Esto está estrechamente relacionado con los cambios verticales diferenciales que se producen en los molares e incisivos. De hecho, en el grupo de tracción extraoral y de máscara facial hay mayor extrusión de los incisivos inferiores que de los molares, lo que hace que el ángulo del plano oclusal con el plano mandibular aumente, siendo en el grupo control la extrusión de molares inferiores prácticamente igual que la de los incisivos, permaneciendo más constante este ángulo. Por lo tanto, el control vertical sigue siendo un componente importante en la corrección sagital (Sato, 1994).

Debemos tener en cuenta que a mayor aplanamiento del plano oclusal mayor mejoría hay del Wits appraisal, ya que la misma relación de los puntos A y B en el espacio puede dar lugar a diferentes medidas del Wits appraisal en función de la inclinación del plano oclusal. Así, cuanto mayor sea dicha inclinación, mayor distancia habrá entre los puntos que resultan de la proyección perpendicular de A y B, mientras que si es más plano esta distancia se reducirá y por tanto mejorará el Wits appraisal.

Los cambios en el labio inferior respecto a la línea E no dependen tanto del tipo de tratamiento estando más asociados al tipo facial (figura 54), ya que en los dólicofaciales inicialmente está más adelantado y con el tiempo apenas cambia, mientras que en los braquifaciales, que al principio está más lejos de la línea E de referencia, empeora con el tiempo, es decir, se aleja independientemente del tipo de tratamiento ya que como hemos visto en este apartado, la diferencia maxilomandibular en los braquifaciales empeora más que en los dólicofaciales por mayor crecimiento mandibular, lo que aleja la línea E de los labios.

### **6.3.- IDENTIFICACIÓN DE PATRONES NATURALES DE CLASE III**

En este apartado se han ido agrupando los individuos cuyas características cefalométricas eran más similares entre sí, con el fin de identificar grupos lo suficientemente homogéneos, es decir, que estuviesen muy próximos entre sí dentro de la muestra, para así encontrar patrones naturales de clase III. El objetivo era ver cómo se comportaban esos grupos ante los distintos tipos de tratamiento, y si la respuesta de cada uno de ellos era diferente.

Para el citado estudio se eliminó el grupo control del resto de la muestra y se utilizaron exclusivamente los valores que las variables estudiadas tuvieron en el momento inicial de la observación, esto es, antes de realizar el tratamiento. Así pues, la muestra para la identificación de patrones naturales de clase III queda formada por los 100 pacientes que llevaron tratamiento ortodóncico.

La caracterización de los diferentes segmentos se hizo con la media de cada variable, obteniendo 5 segmentos o grupos que clasificaron el 84,7% de los

pacientes. El 15% restante no se podía clasificar por la escasa similitud a todos y cada uno de los grupos, ya que si se hubiesen añadido, hubiese aumentado la heterogeneidad de los mismos. Cada grupo se podría interpretar como un patrón o tipo diferente de clase III, aunque como hemos visto en los resultados el porcentaje de pacientes que hay en cada grupo es muy bajo excepto en el grupo 1, que concentra el 45,9% de la muestra. El resto se distribuye con un 7,1% en el grupo 2, un 8,2% en el grupo 3, un 7,1% en el grupo 4 y un 16,3% en el grupo 5, sin contar el 15,3% que no se ha incluido en los grupos.

El grupo 1, que agrupa el 45% del total de la muestra, representa la forma más típica de la misma, siendo la mayoría de las variables muy similares a las de la muestra global excepto la posición de los incisivos superiores e inferiores respecto a sus líneas de referencia NA, NB y APg, en las que se observan unos picos suaves. El resto de grupos se han comentado en los resultados, pero debido al escaso número de pacientes en cada uno de ellos, no podemos sacar conclusiones.

Por lo tanto, y a la vista de los resultados, podemos decir que en nuestra muestra no se han encontrado grupos lo suficientemente numerosos que nos permitiesen valorar su evolución según uno u otro tipo de tratamiento. Aunque muchos estudios han definido una serie de características propias de las clases III, que parece ser que se dan con más frecuencia en ellas que en el resto de maloclusiones, Battagel (1993) observó una variabilidad interindividual muy amplia, de manera que pocas clases III presentan todas las características juntas y no existe un rasgo morfológico indicativo del desarrollo de la clase III debido precisamente a esta amplia posibilidad de combinaciones esqueléticas (Williams y Andersen, 1986).

#### **6.4.- PREDICCIÓN DE RESULTADOS**

En nuestra muestra hemos valorado si es posible predecir a priori, si en un paciente vamos a obtener un buen resultado tras realizar el tratamiento de ortodoncia o no, y si el tipo de aparatología utilizada influye en el resultado final.

Como hemos visto, las variables utilizadas para definir si el resultado final puede considerarse bueno o no, son los cambios que hay desde el inicio hasta el final del tratamiento en el Wits appraisal y en el resalte, considerando como mejor resultado los casos en que la diferencia entre el Wits inicial y final es mayor de 2 mm y entre el resalte inicial y final más de 0,84 mm, y peor resultado aquellos en que esta diferencia de Wits ha estado por debajo de 2 mm y la del resalte por debajo de 0,84 mm.

El total de pacientes que cumplen estas características son 65, de los cuales 31 pertenecen de mejor resultado tras el tratamiento y 34 al grupo de peor resultado. Debido a la gran cantidad de variables, se han realizado varios modelos de regresión logística binaria, y se han obtenido como variables que influyen en el resultado final del tratamiento: la distancia del molar superior al plano palatino, la inclinación del incisivo inferior respecto a la línea APg y la distancia del labio superior a la línea E. Además, la edad y la posición del incisivo superior respecto a la línea NA tienen una gran tendencia a la significatividad por lo que se han incluido en la ecuación.

Tras la realización de estos modelos, se ha comprobado que el tipo de tratamiento utilizado no influye en el resultado final, por lo que los cambios que producimos con los diferentes aparatos son bastante similares a la hora de mejorar el Wits y el resalte. Las diferencias de los efectos que tienen unos u otros, ya las hemos analizado con detalle en los apartados anteriores, y aunque estas diferencias existen, podemos decir que el utilizar un tipo de aparato u otro no va a condicionar en gran medida el resultado final. Esto coincide con algunos estudios que comparan el uso de diferentes aparatos y no encuentran diferencias significativas en los resultados que se consiguen con ambos, como es el caso de Arman y cols. (2004) que compararon la máscara facial con expansión rápida palatina frente a la mentonera con una placa con planos de mordida, o el de Showkalbakhsh y cols. (2011) que comparan la máscara facial con la mentonera de tracción anterior no encontrando diferencias en los resultados obtenidos. Sin embargo, otros autores como Battagel y Orton (1995) al comparar la máscara facial con la tracción inferior sí encontraron diferencias, sobre todo en el resalte, que mejoró más con la máscara a expensas de una mayor proinclinación de los

incisivos superiores, o Baccetti y cols. (2007c), que al comparar estos dos tipos de aparatos encontraron mayor retroinclinación de los incisivos inferiores como motivo en la mejoría del resalte. En nuestro estudio, sin embargo, no se encuentran diferencias según el tipo de aparato.

Por otro lado, la edad de inicio del tratamiento se observa que, aunque no es significativa, tiene gran tendencia a serlo de manera que por cada año que pasa, la probabilidad de clasificar a un paciente como que va a tener mejor resultado aumenta en un 57%. Esto difiere de la mayor parte de la bibliografía revisada, en la que se observa que los efectos de los aparatos son mayores cuanto antes se inicia el tratamiento. Así, Vaughn y cols. (2005), Kim y cols. (1999) y Jäger y cols. (2001) vieron mayores cambios esqueléticos con la tracción anterior del maxilar cuando el tratamiento se realizaba antes de los 8 años, produciendo menor protrusión de los incisivos superiores. También Sakamoto (1981) y Wells y cols. (2006) vieron más mejoría en pacientes más jóvenes y menor éxito si se empezaban a partir de los 10 años, y Takada y cols. (1993) vieron mayor efecto de la mentonera de tracción anterior si se aplicaba antes o durante el periodo de aceleración del brote puberal, pero no después de los 12 años.

Sin embargo, Sugawara y cols. (1990), no vieron diferencias entre los que empezaron a los 7 años y los que empezaron a los 11 años una vez se manifestó todo el crecimiento. Kim y cols. (1999) y Kapust y cols., (1998) aunque vieron más efectos en grupos de menor edad, también observaron buenos resultados cuando el tratamiento se aplicaba a partir de los 10 y hasta los 14 años. Cha (2003) no encontró diferencias con el uso de la máscara facial entre el periodo prepuberal (9,82 años de media) y puberal (11,31 años), aunque disminuyó en el postpuberal (13,07 años) en el que aumentó el efecto dentoalveolar. Aún así, la rotación posterior de la mandíbula, la altura facial inferior y la erupción de molares superiores no mostraron correlación con la edad esquelética.

A este respecto, Ferro y cols. (2003) en su estudio encontraron que la edad de inicio del tratamiento y su duración no influía en el éxito o fracaso a largo plazo, y según Wells y cols. (2006), parece que lo que determina el éxito no es la respuesta del maxilar sino la cantidad y dirección de crecimiento mandibular

durante y después de la adolescencia, ya que los pacientes clasificados como fracaso tenían mucho más crecimiento facial tardío que los clasificados como éxito. En nuestro estudio mejora el pronóstico conforme aumenta la edad, y esto podría ser porque es más fácil conseguir un buen resultado si durante el tratamiento no se expresa mucho crecimiento. Es decir, si partimos de una determinada situación esquelética a una edad de 11 años, donde se va a expresar bastante crecimiento durante el tiempo que dure el tratamiento, o esa misma situación es a la edad de 13 años, en la que ya se ha expresado gran parte de ese crecimiento, el tratamiento en el segundo caso conseguirá mejores resultados ya que, aunque el paciente seguirá creciendo durante ese periodo, no se va a expresar el brote puberal. Si a esto añadimos que los dos parámetros que sirven para definir mejor o peor resultado, Wits appraisal y resalte, son modificables mediante cambios dentoalveolares, tiene sentido que la edad de inicio no necesariamente tenga que ser menor, ya que como hemos comentado anteriormente, el Wits appraisal puede mejorar simplemente con el cambio del plano oclusal y el resalte con la mayor proinclinación o retroinclinación de los incisivos superiores o inferiores respectivamente.

A continuación vamos a analizar las variables que el modelo ha considerado como predictoras de mejor resultado. La primera es la distancia del molar superior al plano palatino, de manera que por cada milímetro que aumenta esta distancia, las probabilidades de éxito se reducen un 33%. Si tenemos en cuenta que durante el tratamiento uno de los cambios que realizamos es el aplanamiento del plano oclusal, éste se podrá conseguir más fácilmente si tenemos la posibilidad de extruir los molares superiores que si ya están extruidos inicialmente. Yoshida y cols. (2006) encontraron mayor éxito con el tratamiento cuanto más se aplanaba el plano oclusal durante el mismo.

Ya hemos visto cómo la dimensión vertical y la inclinación del plano oclusal están muy relacionadas con el patrón de crecimiento de las diferentes discrepancias esqueléticas (Sato, 1994), por lo que este cambio del plano oclusal debe ser una estrategia en el tratamiento de las clases III. Kim y cols. (2006), encontraron una alta correlación entre la erupción de los primeros molares superiores y el aumento de la dimensión vertical con el crecimiento hacia delante

de la mandíbula, observando que las clases III tenían una mayor erupción de los molares superiores con diferencias significativas en el plano oclusal posterior (Kim, 2009).

En cuanto a la inclinación del incisivo inferior respecto a la línea APg, vemos que por cada grado que aumenta dicha inclinación, la probabilidad de clasificar al paciente como que va a tener mejor resultado aumenta en un 33%. Es decir, a mayor proinclinación inicial mejor pronóstico, ya que mayor compensación podemos hacer retroinclinando los incisivos inferiores, mientras que si inicialmente ya están lingualizados, tendremos menos posibilidades de compensar con nuestro tratamiento la discrepancia esquelética subyacente. Esto coincide con los estudios de Alarcón Pérez y cols. (1999), Schuster y cols. (2003), Ko y cols. (2004) y de Yoshida y cols. (2006).

De hecho, en muchas clases III con una discrepancia sagital severa se ha observado esta compensación de los incisivos inferiores de forma natural (Ishikawa y cols., 1999 y 2000; Kim y cols., 2014), siendo esta variable la que mayor correlación tenía con el empeoramiento sagital. También Nagahara y cols. (1997), observaron que cuando la mordida cruzada anterior en dentición temporal no se corregía de forma espontánea al erupcionar los incisivos centrales permanentes, una de las características que presentaban esos individuos era la mayor inclinación hacia lingual de los incisivos inferiores.

La posición del incisivo superior ha resultado tener una alta tendencia a la significatividad, de manera que la probabilidad de obtener un mejor resultado disminuye conforme aumenta su distancia a la línea de referencia NA. Al igual que acabamos de comentar, es lógico, ya que cuanto más anteriormente están situados los incisivos superiores, la capacidad de compensar ortodóncicamente disminuye, pues la naturaleza ya ha realizado gran parte de esa compensación, como observaron Kim y cols. (2014) cuando en las clases III se mantenía el resalte positivo. Wells y cols. (2006) observaron mayor éxito del tratamiento cuanto mayor resalte y mayor proinclinación de incisivos superiores se conseguía durante el mismo. Por la tanto, la situación inicial de los incisivos superiores nos ha de permitir realizar dicha proinclinación para obtener un buen resultado.



La última variable que tiene valor predictivo es la distancia del labio superior a la línea E, de manera que por cada milímetro que aumenta esta distancia, la probabilidad de clasificarlo como mejor resultado disminuye un 40%, ya que cuanto mayor sea la distancia de esta medida más cóncavo será el perfil blando y por tanto, el mentón y la nariz estarán más alejados del marco dental que soporta los labios, siendo más difícil acercarlos a la línea de referencia.

La ecuación que surge a partir de las variables analizadas tiene una explicabilidad del 47,3%, la cual se considera moderada, no es elevada pero suficiente para dar validez a las variables. Por lo tanto, el modelo explica una parte significativa de la probabilidad de conseguir buen resultado al final del tratamiento, aunque hay otros factores no contemplados en la investigación que podrían explicar más dicho éxito, o bien, podría existir una predisposición genética del propio individuo o incluso ambiental o aleatoria que interviene en el resultado final.

Cuando en la muestra se aplica la ecuación para predecir los resultados, se observa que de los 65 casos seleccionados se han clasificado correctamente 49, lo que supone un 75,4% de acierto cuando el valor de corte utilizado es 0,50. La sensibilidad en este caso es del 71% y la especificidad del 79,4%, por lo que la capacidad de clasificar correctamente a un paciente cuyo estado real hemos definido como peor resultado es mayor que si el estado real se ha definido como mejor resultado. Tras explorar la sensibilidad y la especificidad asociadas a cada valor (anexo 5), se ha seleccionado una probabilidad del 0,4697, ya que en ese caso la sensibilidad aumenta a 74,2% y la especificidad sigue siendo del 79,4%.

Se han realizado muchos estudios sobre la predicción de los resultados en los tratamientos de clase III, lo que llevó a Fudalej y cols. (2011) a hacer una revisión sistemática de lo publicado hasta el momento y observaron poca similitud entre las variables predictivas de los diferentes estudios. Sólo encontraron dos variables que aparecían en más de uno de ellos: la longitud mandibular total, que cuanto mayor era, mayor probabilidad de fracaso (Ferro y cols., 2003; Ghiz y cols., 2005; Wells y cols., 2006) y la longitud de la rama mandibular, que unos encuentran que a mayor altura de la rama, hay mayor altura facial posterior y

menor probabilidad de éxito (Baccetti y cols., 2004), mientras que otros observaron que cuanto mayor longitud de la rama, mayor probabilidad de éxito a largo plazo (Ghiz y cols., 2005).

No obstante, y aunque hemos intentado averiguar qué características del paciente nos van a ayudar a predecir si vamos a conseguir buenos resultados con el tratamiento, en la literatura hemos visto la gran cantidad de variables que han surgido en los diferentes estudios como predictoras de éxito o fracaso tanto al final del tratamiento como a largo plazo.

Además hay que tener en cuenta que a la edad en que solemos finalizar nuestros tratamientos, generalmente el crecimiento no ha cesado por completo, sobre todo en los hombres. Esto supone que el paciente va a seguir creciendo, expresándose sobre todo el crecimiento mandibular como han demostrado los estudios de Gu y McNamara 2007; Alexander y cols., 2009; Baccetti y cols., 2007a; 2007b, pero la cantidad y la manera en cómo va a expresarse ese crecimiento es más difícil de predecir. Como dicen Lee y cols. (2012), el crecimiento es inescrutable y no se puede describir un patrón determinado para una maloclusión específica, porque las variaciones individuales son mayores que las diferencias en los parámetros entre las clases III y las no clase III, por ello es tan difícil predecir el crecimiento en cualquier maloclusión a pesar del gran número de estudios que se han hecho al respecto.

# *CONCLUSIONES*



## 7.- CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio nos permiten concluir que:

1.- Se rechaza la hipótesis nula que propone que todos los modelos de tratamiento ortodóncico estudiados para la corrección de las clases III, producen los mismos efectos esqueléticos, basada en que:

- El ángulo ANB mejora sólo en el grupo de máscara facial y en el de tracción extraoral inferior, siendo en el primero debido a cambios del ángulo SNA, mientras que en el segundo mejora por cambios del ángulo SNB.

2.- Se rechaza la hipótesis nula que propone que todos los modelos de tratamiento de ortodoncia estudiados para la corrección de la clase III producen los mismos efectos dentoalveolares, ya que:

- Los incisivos superiores se proinclinan, sobre todo en el grupo de máscara facial y menos en el de tracción extraoral inferior y los incisivos inferiores no presentan cambios significativos en ningún grupo.
- Los molares inferiores se inclinan hacia mesial en el grupo de máscara facial, no cambian en el grupo de multibrackets con elásticos y se retroinclinan en el de tracción extraoral inferior.

3.- No se puede rechazar la hipótesis de que el tipo facial no influye en la respuesta ante el tratamiento de ortodoncia, aunque con prudencia, pues en general, los cambios según los diferentes tipos de tratamiento no dependen del tipo facial, excepto la variable Wits appraisal.



# *BIBLIOGRAFÍA*





## 8.- BIBLIOGRAFÍA

Abdelnaby YL, Nassar EA (2010). Chin cup effects using two different force magnitudes in the management of class III malocclusions. *Angle Orthod* 80:957-962.

Alarcón Pérez JA, López García-Liñan C, Ferre Cabrero F (1999). Factores pronósticos del crecimiento espontáneo y del resultado del tratamiento con mentonera en clases III. *Ortod Esp* 39:11-21.

Alarcón JA, Bastir M, Rosas A, Molero J (2011). Chincup treatment modifies the mandibular shape in children with prognathism. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 140:38-43.

Alcan T, Keles A, Erverdi N (2000). The effects of a modified protraction headgear on maxilla. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 117:27-38.

Alexander AEZ, McNamara Jr JA, Franchi L, Baccetti T (2009). Semilongitudinal cephalometric study of craniofacial growth in untreated class III malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 135:700.e1-700.e14.

Arman A, Toygar TU, Abuhijleh E (2004). Profile changes associated with different orthopedic treatment approaches in class III malocclusions. *Angle Orthod* 74:731-738.

Arman A, Toygar TU, Abuhijleh E (2006). Evaluation of maxillary protraction and fixed appliance therapy in class III patients. *Eur J Orthod* 28:383-392.

Arrieta P, Varela M (2009). Análisis de la maloclusión de una muestra de 4.047 pacientes ortodóncicos de la Comunidad de Madrid. *Rev Esp Ortod* 39:67-74.

Arriola-Guillén LE, Flores-Mir C (2014). Molar heights and incisor inclinations in adults with class II and class III skeletal open-bite malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 145:325-332.

Arun T, Erverdi N (1994). A cephalometric comparison of mandibular headgear and chin-cap appliances in orthodontic and orthopaedic view points. *J Marmara* 2:392-398.

Asensi C (1982). Comparaciones de valores cefalométricos en maloclusiones de clase III. *Rev Esp Ortod* 12:64-70.

Asensi C (1989). Características esqueléticas y dentarias de los prognatismos mandibulares. Parte II: Análisis cefalométrico de 124 casos. *Rev Esp Ortod* 19:93-106.

Asensi C (1991). Análisis cefalométrico de los cambios esqueléticos y dentarios producidos por el tratamiento ortodóncico de los prognatismos mandibulares. *Rev Esp Ortod* 21:123-156.

Asensi C (2000). Tratamiento ortopédico en las clases III: revisión de la literatura. *Rev Esp Ortod* 30:11-22.

Baccetti T, Antonini A, Franchi L, Tonti M, Tollaro I (1997). Glenoid fossa position in different facial types: a cephalometric study. *Br J Orthod* 24:55-59.

Baccetti T, McGill JS, Franchi L, McNamara Jr JA, Tollaro I (1998). Skeletal effects of early treatment of class III malocclusion with maxillary expansion and face-mask therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 113:333-343.

Baccetti T, Franchi L, McNamara Jr JA (2000). Treatment and posttreatment craniofacial changes after rapid maxillary expansion and facemask therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 118:404-413.

Baccetti T, Franchi L, McNamara Jr JA (2004). Cephalometric variables predicting the long-term success or failure of combined rapid maxillary expansion and facial mask therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 126:16-22.

Baccetti T, Reyes BC, McNamara Jr JA (2005a). Gender differences in class III malocclusion. *Angle Orthod* 75:510-520.

Baccetti T, Franchi L, McNamara Jr JA (2005b). The cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. *Semin Orthod* 11:119-129.

Baccetti T, Reyes BC, McNamara Jr JA (2007a). Craniofacial changes in class III malocclusion as related to skeletal and dental maturation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 132:171-178.

Baccetti T, Franchi L, McNamara Jr JA (2007b). Growth in the untreated class III subject. *Semin Orthod* 13:130-142.

Baccetti T, Rey D, Angel D, Oberti G, McNamara Jr JA (2007c). Mandibular cervical headgear vs rapid maxillary expander and facemask for orthopedic treatment of class III malocclusion. *Angle Orthod* 77:619-624.

Baccetti T, Rey D, Oberti G, Stahl F, McNamara Jr JA (2009). Long-term outcomes of class III treatment with mandibular cervical headgear followed by fixed appliances. *Angle Orthod* 79:828-834.

Baccetti T, De Clerck HJ, Cevidanes LH, Franchi L (2011). Morphometric analysis of treatment effects of bone-anchored maxillary protraction in growing class III patients. *Eur J Orthod* 33:121-125.

Baik HS (1995). Clinical results of the maxillary protraction in Korean children. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 108:583-592.

Basili C, Costa HN, Sasaguri S, Akimoto S, Slavicek R, Sato S (2009). Comparison of the position of the mandibular fossa using 3D CBCT in different skeletal frames in human caucasian skulls. *Int J Stomat Occ Med* 2:179-190.

Battagel JM, Orton HS (1991). Class III malocclusion: a comparison of extraction and non-extraction techniques. *Eur J Orthod* 13:212-222.

Battagel JM, Orton HS (1993). Class III malocclusion: the post-retention findings following a non-extraction treatment approach. *Eur J Orthod* 15:45-55.

Battagel JM (1993a). The aetiological factors in class III malocclusion. *Eur J Orthod* 15:347-370.

Battagel JM (1993b). Discriminant analysis: a model for the prediction of relapse in class III children treated orthodontically by a non-extraction technique. *Eur J Orthod* 15: 199-209.

Battagel JM, Orton HS (1995). A comparative study of the effects of customized facemask therapy or headgear to the lower arch on the developing class III face. *Eur J Orthod* 17:467-482.

Baumrind S, Ben-Bassat Y, Korn EL, Bravo LA, Curry S (1992). Mandibular remodeling measured on cephalograms. 1. Osseous changes relative to superimposition on metallic implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 102:134-142.

Björk A (1969). Prediction of mandibular growth rotation. *Am J Orthod* 55:585-599.

Björk A, Skieller V (1972). Facial development and tooth eruption. *Am J Orthod* 62:339-383.

Braun S, Legan HL (1997). Changes in occlusion related to the cant of the occlusal plane. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 111:184-188.

Burns NR, Musich DR, Martin C, Razmus T, Gunel E, Ngan P (2010). Class III camouflage treatment: what are the limits? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 137:9.e1-9.e13.

Buschang PH, Santos-Pinto A, Demirjian A (1999). Incremental growth charts for condylar growth between 6 and 16 years of age. *Eur J Orthod* 21:167-173.

Campbell PM (1983). The dilemma of class III treatment. Early or late? *Angle Orthod* 53:175-191.

Canut JA, Plasencia E, Asensi C (1985). La estabilidad a largo plazo de los casos de clase III tratados: un estudio de seguimiento. *Rev Esp Ortod* 15:25-31.

Canut JA, (1988). *Ortodoncia clínica*. Ed. Salvat eds.

Canut JA, Dalmasas F, Gandía JL, Salvador R (1990). Effects of maxillary protraction determined by laser metrology. *Eur J Orthod* 12:340-345.

Cevidanes L, Baccetti T, Franchi L, McNamara Jr JA, De Clerck H (2010). Comparison of two protocols for maxillary protraction: bone anchors versus face mask with rapid maxillary expansion. *Angle Orthod* 80:799-806.

Cha K-S (2003). Skeletal changes of maxillary protraction in patients exhibiting skeletal class III malocclusion: a comparison of three skeletal maturation groups. *Angle Orthod* 73:26-35.

Cha B-K, Ngan P (2011). Skeletal anchorage for orthodontic correction of growing class III patients. *Semin Orthod* 17:124-137.

Chang HP, Lin HC, Liu PH, Chang CH (2005). Geometric morphometric assessment of treatment effects of maxillary protraction combined with chin cup appliance on the maxillofacial complex. *J Oral Rehabilitation* 32:720-728.

Chen F, Terada K, Wu L, Saito I (2006). Longitudinal evaluation of the intermaxillary relationship in class III malocclusions. *Angle Orthod* 76:955-961.

Chen F, Terada K, Yang L, Saito I (2008). Dental arch widths and mandibular-maxillary base widths in class III malocclusions from ages 10 to 14. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 133:65-69.

Chong Y-H, Ive JC, Artun J (1996). Changes following the use of protraction headgear for early correction of class III malocclusion. *Angle Orthod* 66:351-362.

Cordasco G, Matarese G, Rustico L, Fastuca S, Caprioglio A, Lindauer SJ, Nucera R (2014). Efficacy of orthopedic treatment with protraction facemask on skeletal

class III malocclusion: a systematic review and meta-analysis. *Orthod Craniofac Res* 17:133-143.

Cornelis MA, Scheiffler NR, Nyssen-Behets C, De Clerck H, Tulloch C (2008). Patients' and orthodontists' perceptions of miniplates used for temporary skeletal anchorage: a prospective study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 133:18-24.

Costa HN, Slavicek R, Sato S (2012). A computerized tomography study of the morphological interrelationship between the temporal bones and the craniofacial complex. *J Anat* 220:544-555.

Cozzani G (1981). Extraoral traction and class III treatment. *Am J Orthod* 80:638-650.

De Clerck H, Cevidanes L, Baccetti T (2010). Dentofacial effects of bone-anchored maxillary protraction: a controlled study of consecutively treated class III patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 138:577-581.

De Clerck H, Nguyen T, Paula LK, Cevidanes L (2012). Three-dimensional assessment of mandibular and glenoid fossa changes after bone-anchored class III intermaxillary traction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 142:25-31.

Deguchi T, Kitsugi A (1996). Stability of changes associated with chin cup treatment. *Angle Orthod* 66:139-146.

Deguchi T, McNamara Jr JA (1999). Craniofacial adaptations induced by chincup therapy in class III patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 115:175-182.

Deguchi T, Kanomi R, Ashizawa Y, Rosentein SW (1999). Very early face mask therapy in class III children. *Angle Orthod* 69:349-355.

Deguchi T, Kuroda T, Minoshima Y, Graber TM (2002). Craniofacial features of patients with class III abnormalities: growth-related changes and effects of short-term and long-term chincup therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 121:84-92.

Droel R, Isaacson RJ (1972). Some relationships between the glenoid fossa position and various skeletal discrepancies. *Am J Orthod* 61:64-78.

Ellis E, McNamara Jr JA (1984). Components of adult class III malocclusion. *J Oral Maxillofac Surg* 42:295-305.

Enacar A, Giray B, Pehlivanoglu M, Iplikcioglu H (2003). Facemask therapy with rigid anchorage in a patient with maxillary hypoplasia and severe oligodontia. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 123:571-577.

Enlow D, Harris D (1964). A study of the postnatal growth of the human mandible. *Am J Orthod* 50:25-50.

Ferro A, Nucci LP, Ferro F, Gallo C (2003). Long-term stability of skeletal class III patients treatment with splints, class III elastics, and chin cup. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 123:423-434.

Flores-Mir C, Burgess C, Champney M, Jensen R, Pitcher M, Major P (2006). Correlation of skeletal maturation stages determined by cervical vertebrae and hand-wrist evaluations. *Angle Orthod* 76:1-5.

Franchi L, Baccetti T, Tollaro I (1997). Predictive variables for the outcome of early functional treatment of class III malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 112:80-86.

Franchi L, Baccetti T, McNamara Jr JA (1998). Shape-coordinate analysis of skeletal changes induced by rapid maxillary expansion and facial mask therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 114:418-426.

Franchi L, Baccetti T, McNamara Jr JA (2000). Mandibular growth as related to cervical vertebral maturation and body height. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 118:335-340.

Franchi L, Baccetti T, McNamara Jr JA (2004). Postpubertal assessment of treatment timing for maxillary expansion and protraction therapy followed by fixed appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 126:555-568.

Freire AB, Nascimento LEAG, Lira ALS (2012). Effects induced after the use of maxillary protraction appliances: a literature review. *Dental Press J Orthod* 17:122-128.

Fudalej P, Dragan M, Wedrychowska-Szulc B (2011). Prediction of the outcome of orthodontic treatment of class III malocclusions-a systematic review. *Eur J Orthod* 33:190-197.

Gallagher RW, Miranda F, Buschang PH (1998). Maxillary protraction: treatment and posttreatment effects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 113:612-619.

Gandini P, Mancini M, Andreani F (2006). A comparison of hand-wrist bone and cervical vertebral analyses in measuring skeletal maturation. *Angle Orthod* 76:984-989.

Gautam P, Valiathan A, Adhikari R (2009). Maxillary protraction with and without maxillary expansion: A finite element analysis of sutural stresses. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 136:361-366.

Ge YS, Liu J, Chen L, Han JL, Guo X (2012). Dentofacial effects of two facemask therapies for maxillary protraction: Miniscrew implants versus rapid maxillary expanders. *Angle Orthod* 82:1083-1091.

Gencer D, Kaygisiz E, Yüksel S, Tortop T (2015). Comparison of double-plate appliance/facemask combination and facemask therapy in treating Class III malocclusions. *Angle Orthod* 85:278-283.

Ghiz MA, Ngan P, Gunel E (2005). Cephalometric variables to predict future success of early orthopedic class III treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 127:301-306.

Gianelly A (1971). Mandibular cervical traction in the treatment of class I malocclusions. *Am J Orthod* 60:257-263.



Gökalp H, Kurt G (2005). Magnetic resonance imaging of the condylar growth pattern and disk position after chin cup therapy: a preliminary study. *Angle Orthod* 75:568-575.

Göyenç Y, Ersoy S (2004). The effect of a modified reverse headgear force applied with a facebow on the dentofacial structures. *Eur J Orthod* 26:51-57.

Graber LW (1977). Chin cup therapy for mandibular prognathism. *Am J Orthod* 72:23-41.

Gu Y, Rabie ABM, Hägg U (2000). Treatment effects of simple fixed appliance and reverse headgear in correction of anterior crossbites. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 117:691-699.

Gu Y, McNamara Jr JA (2007). Mandibular growth changes and cervical vertebral maturation. *Angle Orthod* 77:947-953.

Guyer EC, Ellis EE, McNamara Jr JA, Behrents RG (1986). Components of class III malocclusion in juveniles and adolescents. *Angle Orthod* 56:7-30.

Hägg U, Tse A, Bendeus M, Rabie BM (2003). Long-term follow-up of early treatment with reverse headgear. *Eur J Orthod* 25:95-102.

Halicioglu K, Yavuz I, Ceylan I, Erdem A (2014). Effects of face mask treatment with and without rapid maxillary expansion in Young adult subjects. *Angle Orthod* 84:853-861.

Hasund A, Ulstein G (1970). The position of the incisors in relation to the lines NA and NB in different facial types. *Am J Orthod* 57:1-14.

Hata S, Itoh T, Nakagawa M, Kamogashira K, Ichikawa K, Matsumoto M, Chaconas SJ (1987). Biomechanical effects of maxillary protraction on the craniofacial complex. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 91:305-311.

He S, Gao J, Wamalwa P, Wang Y, Zou S, Chen S (2013). Camouflage treatment of skeletal class III malocclusion with multiloop edgewise arch wire and modified class III elastics by maxillary mini-implant anchorage. *Angle Orthod* 83:630-640.

Heymann GC, Cevidanes L, Cornelis M, De Clerck H, Tulloch C (2010). Three-dimensional analysis of maxillary protraction with intermaxillary elastics to miniplates. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 137:274-284.

Hino CT, Cevidanes L, Nguyen T, De Clerck H, Franchi L, McNamara Jr JA (2013). Three-dimensional analysis of maxillary changes associated with facemask and rapid maxillary expansion compared with bone anchors maxillary protraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 144:705-714.

Hong H, Ngan P, Li GH, Qi LG, Wei SHY (2005). Use of onplants as stable anchorage for facemask treatment: a case report. *Angle Orthod* 75:453-460.

Hunter WS, Baumrind S, Popovich F, Jorgensen G (2007). Forecasting the timing of peak mandibular growth in males by using skeletal age. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 131:327-333.

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

Innocenti C, Giuntini V, Defraia E, Baccetti T (2009). Glenoid fossa position in class III malocclusion associated with mandibular protrusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 135:438-441.

Isçi D, Turk T, Elekdag-Turk S (2010). Activation-deactivation rapid palatal expansion and reverse headgear in class III cases. *Eur J Orthod* 32:706-715.

Ishii H, Morita S, Takeuchi Y, Nakamura S (1987). Treatment effect of combined maxillary protraction and chin cap appliance in severe skeletal class III cases. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 92:304-312.

Ishikawa H, Nakamura S, Iwasaki H, Kitazawa S, Tsukada H, Sato Y (1999). Dentoalveolar compensation related to variations in sagittal jaw relationships. *Angle Orthod* 69:534-538.

Ishikawa H, Nakamura S, Iwasaki H, Kitazawa S, Tsukada H, Chu S (2000). Dentoalveolar compensation in negative overjet cases. *Angle Orthod* 70:145-148.

Itoh T, Chaconas SJ, Caputo AA, Matyas J (1985). Photoelastic effects of maxillary protraction on the craniofacial complex. *Am J Orthod* 88:117-124.

Jacobson A, Evans WG, Preston CB, Sadowsky PL (1974). Mandibular prognathism. *Am J Orthod* 66:140-147.

Jacobson A (1976). Application of the "Wits" appraisal. *Am J Orthod* 70:179-189.

Jacobson A (2003). The "Wits" appraisal of jaw disharmony. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 124:470-479. Reimpresión del original publicado en 1975; *Am J Orthod* 67:125-138.

Jäger A, Braumann B, Kim C, Wahner S (2001). Skeletal and dental effects of maxillary protraction in patients with angle class III malocclusion. *J Orofac Orthop* 62:275-284.

Joho JP (1973). The effects of extraoral low-pull traction to the mandibular dentition of *Macaca mulata*. *Am J Orthod* 64:555-575.

Kaya D, Kocadereli I, Kan B, Tasar F (2011). Effects of facemask treatment anchored with miniplates after alternate rapid maxillary expansions and constrictions: a pilot study. *Angle Orthod* 81:639-646.

Kapust AJ, Sinclair PM, Turley PK (1998). Cephalometric effects of face mask/expansion therapy in class III children: a comparison of three age groups. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 113:204-212.

Keles A, Tokmak EÇ, Erverdi N, Nanda R (2002). Effect of varying the force direction on maxillary orthopedic protraction. *Angle Orthod* 72:387-396.

Kim YH, Vietas JJ (1978). Anteroposterior displasia indicator: an adjunct to cephalometric differential diagnosis. *Am J Orthod* 73:619-633.

Kim U, Kim YH (1998). Determination of class II and class III skeletal patterns: Receiver operating characteristic (ROC) analysis on various cephalometric measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 113:538-545.

Kim J-H, Viana MAG, Graber TM, Omerza FF, BeGole EA (1999). The effectiveness of protraction face mask therapy: a meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 115:675-685.

Kim J, Hiyama T, Akimoto S, Shinji H, Tanaka EM, Sato S (2006). Longitudinal study regarding relationship among vertical dimension of occlusion, cant of occlusal plane and antero-posterior occlusal relation. *Bull Kanagawa Dent Col* 34:130-132.

Kim K-M, Sasaguri K, Akimoto S, Sato S (2009). Mandibular rotation and occlusal development during facial growth. *Int Stomat Occ Med* 2:122-130.

Kim S-J, Kim K-H, Yu H-S, Baik H-S (2014). Dentoalveolar compensation according to skeletal discrepancy and overjet in skeletal class III patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 145:317-324.

Kircelli BH, Pektas ZÖ, Uçkan S (2006). Orthopedic protraction with skeletal anchorage in a patient with maxillary hypoplasia and hypodontia. *Angle Orthod* 76:156-163.

Ko Y-I, Baek S-H, Mah J, Yang W-S (2004). Determinants of successful chin cup therapy in skeletal class III malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 126:33-41.

Koh S-D, Chung DH (2014). Comparison of skeletal anchored facemask and tooth-borne facemask according to vertical skeletal pattern and growth stage. *Angle Orthod* 84:628-633.

Kokich V, Shapiro PA, Oswald R, Koskinen-Moffett L, Clarren SK (1985). Ankylose teeth as abutments for maxillary protraction: a case report. *Am J Orthod* 88:303-307.

Koodaryan R, Rafighi A, Hafezeqoran A (2009). Components of adult class III malocclusion in an Iranian population. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects* 3:20-23.

Kuc-Michalska M, Baccetti T (2010). Duration of the pubertal peak in skeletal class I and class III subjects. *Angle Orthod* 80:54-57.

Kuhn RJ (1968). Control of anterior vertical dimension and proper selection of extraoral anchorage. *Angle Orthod* 38:340-349.

Kuroda Y, Kuroda S, Alexander RG, Tanaka E (2010). Adult class III treatment using a J-Hook headgear to the mandibular arch. *Angle Orthod* 80:336-343.

Lee Y-S, Lee S-J, An H, Donatelli RE, Kim S-H (2012a). Do class III patients have a different growth spurt than the general population? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 142:679-689.

Lee N-K, Yang I-H, Baek S-H (2012b). The short-term treatment effects of face mask therapy in class III patients based on the anchorage device. *Angle Orthod* 82:846-852.

Liu P-H, Chang C-H, Chang H-P, Chang H-F (2004). Treatment effects of chin cup appliance on mandible in class III malocclusion: strain tensor analysis. A pilot study. *Quintessence Int* 35:621-629.

Major M, Wong J, Saltaji H, Major P, Flores-Mir C (2012). Skeletal anchored maxillary protraction for midface deficiency in children and early adolescents with class III malocclusion: a systematic review. *J World Fed Orthod* 1:e47-e54.

Mandall N, DiBiase A, Littlewood S, Nute S, Stivaros N, McDowall R, Shargill I, Worthington H, Cousley R, Dyer F, Mattick R, Doherty B (2010). Is early class III

protraction facemask treatment effective? A multicentre, randomized, controlled trial: 15-month follow up. *J Orthod* 37:149-161.

Martínez Miñana P (1983). Análisis cefalométrico de las maloclusiones dentarias en la población valenciana. Estudio realizado sobre 1001 individuos de ambos sexos en edades comprendidas entre los 5 y 33 años. Tesis Doctoral. Universitat de València.

Masucci C, Franchi L, Defraia E, Mucedero M, Cozza P, Baccetti T (2011). Stability of rapid maxillary expansion and facemask therapy: a long-term controlled study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 140:493-500.

Mermigos J, Clemens AF, Andreasen G (1990). Protraction of the maxillofacial complex. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 98:47-55.

Merwin D, Ngan P, Hagg U, Yiu C, Wei SHY (1997). Timing for effective application of anteriorly directed orthopedic force to the maxilla. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 112:292-299.

Mimura H, Deguchi T (1996). Morphologic adaptation of temporomandibular joint after chin-cap therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 110:541-546.

Mitani H (1981). Prepubertal growth of mandibular prognathism. *Am J Orthod* 80:546-553.

Mitani H, Fukazawa H (1986). Effects of chin-cap force on the timing and amount of mandibular growth associated with anterior reversed occlusion (class III malocclusion) during puberty. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 90:454-463.

Mitani H, Sato K, Sugawara J (1993). Growth of mandibular prognathism after pubertal growth peak. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 104:330-336.

Miyajima K, McNamara Jr JA, Sana M, Murata S (1997). An estimation of craniofacial growth in the untreated class III female with anterior crossbite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 112:425-434.

Moon Y-M, Ahn S-J, Chang Y-I (2005). Cephalometric predictors of long-term stability in the early treatment of class III malocclusion. *Angle Orthod* 75:747-753.

Morales-Fernández M, Iglesias-Linares A, Ybañez-Vico RM, Mendoza-Mendoza A, Solano-Reina E (2013). Bone and dentoalveolar anchored dentofacial orthopedics for class III malocclusion: new approaches, similar objectives? A systematic review. *Angle Orthod* 83:540-552.

Nagahara K, Suzuki T, Nakamura S (1997). Longitudinal changes in the skeletal pattern of deciduous anterior crossbite. *Angle Orthod* 67:439-446.

Nanda SK, Sassouni V (1965). Planes of reference in roentgenographic cephalometry. *Angle Orthod* 35:311-318.

Nanda R (1980). Biomechanical and clinical considerations of a modified protraction headgear. *Am J Orthod* 78:125-139.

Nardoni DN, Siqueira DF, Cardoso MA, Filho LC (2015). Cephalometric variables used to predict the success of interceptive treatment with rapid maxillary expansion and facemask. A longitudinal study. *Dental Press J Orthod* 20:85-96.

Nartallo-Turley PE, Turley PK (1998). Cephalometric effects of combined palatal expansion and facemask therapy on class III malocclusion. *Angle Orthod* 68:217-224.

Ngan P, Wei SH, Hagg U, Yiu CKY, Merwin D, Stickel B (1992). Effect of protraction headgear on class III malocclusion. *Quintessence Int* 23:197-207.

Ngan P, Hägg U, Yiu C, Merwin D, Wei S (1996a). Treatment response to maxillary expansion and protraction. *Eur J Orthod* 18:151-168.

Ngan P, Hägg U, Yiu C, Merwin D, Wei SHY (1996b). Soft tissue and dentoskeletal profile changes associated with maxillary expansion and protraction headgear treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 109:38-49.

Ngan PW, Hägg U, Yiu C, Wei SHY (1997). Treatment response and long-term dentofacial adaptations to maxillary expansion and protraction. *Semin Orthod* 3:255-264.

Ngan P, Yiu C, Hu A, Hägg U, Wei SHY, Gunel E (1998). Cephalometric and occlusal following maxillary expansion and protraction. *Eur J Orthod* 20:237-254.

Nguyen T, Cevidanes L, Cornelis MA, Heymann G, Paula LK, De Clerck (2011). Three-dimensional assessment of maxillary changes associated with bone anchored maxillary protraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 140:790-798.

Nienkemper M, Wilmes B, Pauls A, Drescher D (2013). Maxillary protraction using a hybrid hyrax-facemask combination. *Prog Orthod* 14:5.

Oppenheim A (1944). A possibility for physiologic orthodontic movement. *Am J Orthod* 30:345-368.

Orton HS, Sullivan PG, Battagel JM, Orton S (1983). The management of class III and class III tendency occlusions using headgear to the mandibular dentition. *Br J Orthod* 10:2-12.

Palma JC, Tejedor-Sanz N, Oteo MD, Alarcón A (2015). Long-term stability of rapid maxillary expansion combined with chin cup protraction followed by fixed appliances. *Angle Orthod* 85:270-277.

Perillo L, Vitale M, Masucci C, D'Apuzzo F, Cozza P, Franchi L (2015). Comparisons of two protocols for the early treatment of class III dentoskeletal disharmony. *Eur J Orthod* DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/ejo/cjv010> First published online: 14 March 2015.

Rabie ABM, Gu Y (2000). Diagnostic criteria for pseudo-class III malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 117:1-9.

Raghuraman P, Kumar P Manjula WS, Bhaduri B (2013). Assessment of initial reaction of nasomaxillary complex to maxillary protraction using electronic speckle pattern interferometry. *J Ind Orthod Soc* 47:10-15.



Reed E, Kiebach TJ, Martin C, Razmus T, Gunel E, Ngan P (2014). Stability of early class III orthopedic treatment. *Semin Orthod* 20:114-127.

Rey D, Aristizabal JF, Oberti G, Angel D (2006). Mandibular cervical headgear in orthopedic and orthodontic treatment of class III cases. *World J Orthod* 7:165-176.

Rey D, Angel D, Oberti G, Baccetti T (2008). Treatment and posttreatment effects of mandibular cervical headgear followed by fixed appliances in class III malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 133:371-378.

Reyes BC, Baccetti T, McNamara Jr JA (2006). An estimate of craniofacial growth in class III malocclusion. *Angle Orthod* 76:577-584.

Ricketts RM (1955). Facial and denture changes during orthodontic treatment as analyzed from the temporomandibular joint. *Am J Orthod* 41:163-179.

Riedel R (1957). An analysis of dentofacial relationships. *Am J Orthod* 43:103-119.

Ritucci R, Nanda R (1986). The effect of chin cup therapy on the growth and development of the cranial base and midface. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 90:475-483.

Saadia M, Torres E (2000). Sagittal changes after maxillary protraction with expansion in class III patients in the primary, mixed, and late mixed dentitions: a longitudinal retrospective study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 117:669-680.

Sadowsky PL (1998). Craniofacial growth and the timing of treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 113:19-23.

Sakamoto T (1981). Effective timing for the application of orthopedic force in the skeletal class III malocclusion. *Am J Orthod* 80:411-416.

Sakamoto T, Iwase I, Uka A, Nakamura S (1984). A roentgenocephalometric study of skeletal changes during and after chin cup treatment. *Am J Orthod* 85:341-350.

Sanborn RT (1955). Differences between the facial skeletal patterns of class III malocclusion and normal occlusion. *Angle Orthod* 25:208-222.

Sar Ç, Arman-Özçirpici A, Uçkan S, Yazici AC (2011). Comparative evaluation of maxillary protraction with or without skeletal anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 139:636-649.

Sar Ç, Sahinoglu Z, Özçirpici AA, Uçkan S (2014). Dentofacial effects of skeletal anchored treatment modalities for the correction of maxillary retrognathia. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 145:41-54.

Sato S (1994). Case report: developmental characterization of skeletal class III malocclusion. *Angle Orthod* 64:105-112.

Satudt CB, Kiliaridis S (2009). Different skeletal types underlying class III malocclusion in a random population. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 136:715-721.

Schuster G, Lux C, Stellzig-Eisenhauer A (2003). Children with class III malocclusion: development of multivariate statistical models to predict future need for orthognathic surgery. *Angle Orthod* 73:136-145.

Segner D (1989). Floating norms as a means to describe individual skeletal patterns. *Eur J Orthod* 11:214-220.

Showkatbakhsh R, Jamilian A, Ghassemi M, Ghassemi A, Taban T, Imani Z (2012). The effects of facemask and reverse chin cup on maxillary deficient patients. *J Orthod* 39:95-101.

Singer SL, Henry PJ, Rosenberg I (2000). Osseointegrated implants as an adjunct to facemask therapy: a case report. *Angle Orthod* 70:253-262.

Slaj M, Spalj S, Pavlin D, Illes D, Slaj M (2010). Dental archforms in dentoalveolar class I, II and III. *Angle Orthod* 80:919-924.

Slaj M, Spalj S, Jelusic D, Slaj M (2011). Discriminant factor analysis of dental arch dimensions with 3-dimensional virtual models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 140:680-687.

Soler I (1982). Significación en clases III de tres métodos cefalométricos de valoración antero-posterior esquelética. *Rev Esp Ortod* 12:90-100.

Soler I (1995). Estudio longitudinal de la acción de la mentonera de tracción anterior en maloclusiones de clase III en edades tempranas. Tesis Doctoral. Universitat de València.

Staudt CB, Kiliaridis S (2009). Different skeletal types underlying class III malocclusion in a random population. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 136:715-712.

Steiner CC (1953). Cephalometrics for you and me. *Am J Orthod* 39:729-755.

Stensland A, Wisth PJ, Böe OE (1988). Dentofacial changes in children with negative overjet treated by a combined orthodontic and orthopaedic approach. *Eur J Orthod* 10:39-51.

Sugawara J, Asano T, Endo N, Mitani H (1990). Long-term effects of chin cap therapy on skeletal profile in mandibular prognathism. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 98:127-133.

Tagawa DT, Bertoni CLSC, Mari MAE, Redivo Junior M, Aidar LAA (2012). Orthopedic treatment of class III malocclusion with rapid maxillary expansion combined with a face mask: a cephalometric assessment of craniofacial growth patterns. *Dental Press J Orthod* 17:118-124.

Tahmina K, Tanaka E, Tanne K (2000). Craniofacial morphology in orthodontically treated patients of class III malocclusion with stable and unstable treatment outcomes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 117:681-690.

Takada K, Petdachai S, Sakuda M (1993). Changes in dentofacial morphology in skeletal class III children treated by a modified maxillary protraction headgear and a chin cup: a longitudinal cephalometric appraisal. *Eur J Orthod* 15:211-221.

Tanne K, Hiraga J, Kakuchi K, Yamagata Y, Sakuda M (1989). Biomechanical effect of anteriorly directed extraoral forces on the craniofacial complex: a study using the finite element method. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 95:200-207.

Tanne K, Tanaka E, Sakuda M (1996). Stress distribution in the temporomandibular joint produced by orthopedic chin cup forces applied in varying directions: a three-dimensional analytic approach with the finite element method. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 110:502-507.

Tortop T, Keykubat A, Yuksel S (2007). Facemask therapy with and without expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 132:467-474.

Tortop T, Kaygisiz E, Gencer D, Yuksel S, Atalay Z (2014). Modified tandem traction bow appliance compared with facemask therapy in treating class III malocclusions. *Angle Orthod* 84:642-648.

Turley PK (2007). Treatment of the class III malocclusion with maxillary expansion and protraction. *Semin Orthod* 13:143-157.

Üner O, Yüksel S, Üçüncü N (1995). Long-term evaluation after chin cup treatment. *Eur J Orthod* 17:135-141.

Vaughn GA, Mason B, Moon H-B, Turley PK (2005). The effects of maxillary protraction therapy with or without rapid palatal expansion: a prospective, randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 128:299-309.

Wang Y-C, Chang PMS, Liou EJ-W (2009). Opening of circumaxillary sutures by Alternate Rapid Maxillary Expansions and Constrictions. 79:230-234.

Watkinson S, Harrison JE, Furness S, Worthington HV (2013). Orthodontic treatment for prominent lower front teeth (class III malocclusion) in children. *Cochrane Database Syst Rev* Sep 30;9: CD003451. doi:10.1002/14651858.

Weinstein S, Haack DC, Morris LY, Snyder BB, Attaway HE (1963). On an equilibrium theory of tooth position. *Angle Orthod* 33:1-26.

Wells AP, Sarver DM, Proffit WR (2006). Long-term efficacy of reverse pull headgear therapy. *Angle Orthod* 76:915-922.

Wendell PD, Nanda R, Sakamoto T, Nakamura S (1985). The effects of chin cup therapy on the mandible: a longitudinal study. *Am J Orthod* 87:265-274.

Westwood PV, McNamara Jr JA, Baccetti T, Franchi L, Sarver DM (2003). Long-term effects of class III treatment with rapid maxillary expansion and facemask therapy followed by fixed appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 123:306-320.

Williams S, Andersen CE (1986). The morphology of the potential class III skeletal pattern in the growing child. *Am J Orthod* 89:302-311.

Williams MD, Sarver DM, Sadowsky PL, Bradley E (1997). Combined rapid maxillary expansion and protraction facemask in the treatment of class III malocclusions in growing children: a prospective long-term study. *Semin Orthod* 3:265-274.

Wilmes B, Ngan P, Liou EJW, Franchi L, Drescher D (2014). Early class III facemask treatment with the hybrid hyrax and Alt-RAMEC protocol. *J Clin Orthod* 48:84-93.

Wolfe SM, Araujo E, Behrents RG, Buschang PH (2011). Craniofacial growth of class III subjects six to sixteen years of age. *Angle Orthod* 81:211-216.

Xue F, Rabie ABM, Luo G (2014). Analysis of the association of COL2A1 and IGF-1 with mandibular prognathism in a chinese population. *Orthod Craniofac Res* 17:144-149.

Yoshida I, Ishii H, Yamaguchi N, Mizoguchi I (1999). Maxillary protraction and chin cap appliance treatment effects and long-term changes in skeletal class III patients. *Angle Orthod* 69:543-552.

Yoshida I, Yamaguchi N, Mizoguchi I (2006). Prediction of post-treatment outcome after combined treatment with maxillary protraction and chin cap appliances. *Eur J Orthod* 28:89-96.

Yoshida I, Shoji T, Mizoguchi I (2007). Effects of treatment with a combined maxillary protraction and chin cap appliance in skeletal class III patients with different vertical skeletal morphologies. *Eur J Orthod* 29:126-133.

Yu C-LL, Kazuo T, Yoshiko H, Mamoru S (1993). Craniofacial morphology of adolescent mandibular prognathism. *Angle Orthod* 63:277-282.

Zentner A, Doll GM, Peylo SM (2001). Morphological parameters as predictors of successful correction of class III malocclusion. *Eur J Orthod* 23:383-392.

Zou W, Jiang J, Xu TM, Wu JQ (2015). Relationship between mandibular dental and basal bone arch forms for severe skeletal class III patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 147:37-44.

*ANEXOS*





**ANEXO 1.-** Informe del Comité Ético de Investigación Clínica.

**ANEXO 2.-** Consentimiento informado.

**ANEXO 3.-** Compromiso de confidencialidad.

**ANEXO 4.-** Análisis descriptivo de las variables.

**ANEXO 5.-** Coordenadas bajo la curva.



**D. Fernando A. Verdú Pascual**, Profesor Titular de Medicina Legal y Forense, y Secretario del Comité Ético de Investigación en Humanos de la Comisión de Ética en Investigación Experimental de la Universitat de València,

CERTIFICA:

Que el Comité Ético de Investigación en Humanos, en la reunión celebrada el día 2 de febrero de 2015, una vez estudiado el proyecto de tesis doctoral titulado:

*“Cambios dentoesceléticos en clases III con tracción extraoral: estudio comparativo”, número de procedimiento H1415401844878,*

cuya doctoranda es Dña. Gemma Martínez Asúnsolo, bajo la dirección de D. Eliseo Plasencia Alcina, Dña. Inmaculada Soler Segarra y Dña. Alicia Lanuza García, ha acordado informar favorablemente el mismo dado que se respetan los principios fundamentales establecidos en la Declaración de Helsinki, en el Convenio del Consejo de Europa relativo a los derechos humanos y cumple los requisitos establecidos en la legislación española en el ámbito de la investigación biomédica, la protección de datos de carácter personal y la bioética.

Y para que conste, se firma el presente certificado en Valencia, a cuatro de febrero de dos mil quince.



**ANEXO 2.- CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Yo, \_\_\_\_\_ con DNI \_\_\_\_\_

(Nombre del paciente/ padre, madre o tutor)

he sido adecuadamente informado de la Tesis Doctoral que va a realizar Gemma Martínez Asúnsolo, y consiento libremente que todos mis registros diagnósticos sean utilizados por ella con tales fines de investigación.

Todos los datos recogidos en su historia clínica serán tratados con absoluta confidencialidad por parte del personal encargado de la investigación. Así mismo, si los resultados obtenidos fueran susceptibles de futuras publicaciones en revistas científicas, en ningún momento se proporcionarán datos de carácter personal de los pacientes que han colaborado en esta investigación. Tal y como contempla la Ley de Protección de Datos de carácter personal, en cualquier momento podrá ejercer su derecho a acceder, rectificar o cancelar sus datos contactando con la investigadora.

Firmado: Paciente/ padre, madre o tutor



### **ANEXO 3.- COMPROMISO DE CONFIDENCIALIDAD**

#### COMPROMISO DE CONFIDENCIALIDAD

Todos sus datos y registros diagnósticos recogidos en su historia clínica serán tratados con absoluta confidencialidad por parte de las personas encargadas de la investigación. Así mismo, si los resultados de este estudio se publicaran con posterioridad en revistas científicas, en ningún momento se proporcionarán sus datos personales. Tal y como contempla la Ley de Protección de Datos de Carácter Personal, podrá ejercer su derecho a acceder, rectificar y cancelar sus datos contactando con el investigador principal de este estudio.





**ANEXO 4.-** Análisis descriptivo de cada variable.

Tabla 16: Ángulo de la silla N-S-Ar (°):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets + elásticos	Máscara facial	No tratamiento
Angulo Silla (N-S-Ar) T1	N	134	49	38	13	34
	Media	120,52	120,00	121,63	120,38	120,09
	Desviación típica	5,09	5,42	4,21	5,42	5,40
	Mínimo	107,0	107,0	114,0	113,0	107,0
	Máximo	135,0	129,0	134,0	135,0	133,0
	Mediana	121,0	120,0	121,0	121,0	119,5
Angulo Silla (N-S-Ar) T2	N	134	49	38	13	34
	Media	120,35	120,45	121,11	119,54	119,68
	Desviación típica	4,93	5,16	4,65	6,02	4,51
	Mínimo	109,0	111,0	109,0	111,0	109,0
	Máximo	134,0	132,0	134,0	133,0	131,0
	Mediana	120,0	120,0	121,5	121,0	119,0
DIF ángulo Silla (N-S-Ar) T2 – T1	N	134	49	38	13	34
	Media	-,17	,45	-,53	-,85	-,41
	Desviación típica	3,39	2,99	2,84	2,76	4,53
	Mínimo	-19,0	-5,0	-12,0	-6,0	-19,0
	Máximo	7,0	7,0	4,0	5,0	7,0
	Mediana	,0	,0	-,5	-1,0	,0
DIP ángulo Silla (N-S-Ar)	N	134	49	38	13	34
	Media	-,10	,42	-,42	-,70	-,25
	Desviación típica	2,78	2,52	2,36	2,31	3,61
	Mínimo	-14,3	-4,0	-9,9	-5,1	-14,3
	Máximo	6,5	6,3	3,3	4,1	6,5
	Mediana	,0	,0	-,4	-,8	,0

Tabla 17: Eje facial NBa-PtGn (°):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
eje facial1 NBa-PtGn (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	89,16	89,22	88,87	90,31	88,97
	Desviación típica	3,77	3,34	3,57	5,09	4,08
	Mínimo	79,0	81,0	80,0	83,0	79,0
	Máximo	99,0	96,0	95,0	99,0	96,0
	Mediana	89,0	89,0	89,0	89,0	88,5
eje facial2 NBa-PtGn (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	89,10	88,71	88,50	89,00	90,35
	Desviación típica	3,93	3,57	3,20	5,35	4,40
	Mínimo	78,0	78,0	82,0	81,0	80,0
	Máximo	100,0	94,0	95,0	98,0	100,0
	Mediana	89,0	89,0	89,0	89,0	90,0
DIFeje facial NBa-PtGn°	N	134	49	38	13	34
	Media	-,07	-,51	-,37	-,131	1,38
	Desviación típica	1,95	1,72	1,67	2,18	1,72
	Mínimo	-7,0	-3,0	-4,0	-7,0	-2,0
	Máximo	5,0	5,0	4,0	2,0	5,0
	Mediana	,0	-1,0	,0	-1,0	1,0
DIPeje facial NBa-PtGn°	N	134	49	38	13	34
	Media	-,06	-,57	-,38	-1,44	1,56
	Desviación típica	2,19	1,93	1,90	2,47	1,91
	Mínimo	-8,0	-3,7	-4,5	-8,0	-2,2
	Máximo	5,8	5,6	4,7	2,3	5,8
	Mediana	,0	-1,1	,0	-1,0	1,1

Tabla 18: Base craneal anterior, S-N (mm):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
base craneal anterior1 S-N (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	69,32	68,70	68,26	66,95	72,32
	Desviación típica	7,31	5,87	5,68	6,37	10,06
	Mínimo	52,0	52,0	56,4	54,6	62,0
	Máximo	105,1	82,2	81,0	81,5	105,1
	Mediana	68,2	68,1	67,5	66,9	69,6
base craneal anterior2 S-N (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	70,30	69,66	68,18	67,64	74,60
	Desviación típica	9,05	6,06	5,38	6,93	14,12
	Mínimo	50,0	54,2	55,2	50,0	62,4
	Máximo	126,9	84,3	81,9	74,8	126,9
	Mediana	69,3	68,7	68,7	68,1	71,8
DIFbasecraneal anteriorSNmm	N	134	49	38	13	34
	Media	,97	,97	-,08	,68	2,28
	Desviación típica	6,46	5,36	5,67	7,43	8,21
	Mínimo	-32,1	-14,1	-14,7	-14,1	-32,1
	Máximo	25,0	12,6	13,3	17,8	25,0
	Mediana	1,6	1,8	1,2	1,6	1,9
DIPbasecraneal anteriorSNmm	N	134	49	38	13	34
	Media	1,61	1,71	,25	1,57	3,01
	Desviación típica	8,68	7,90	8,19	12,32	8,83
	Mínimo	-34,0	-20,6	-18,3	-22,0	-34,0
	Máximo	32,6	20,1	23,6	32,6	24,5
	Mediana	2,4	2,6	1,8	2,6	2,3

Tabla 19: Ángulo SNA (°):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+elásticos	Máscara facial	No tratamiento
SNA1 (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	80,30	80,24	79,76	79,62	81,24
	Desviación típica	3,83	3,74	3,42	4,23	4,19
	Mínimo	72,0	72,0	72,0	72,0	73,0
	Máximo	91,0	91,0	87,0	86,0	91,0
	Mediana	80,0	81,0	79,0	79,0	80,5
SNA2 (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	80,64	80,29	79,82	81,23	81,85
	Desviación típica	3,66	3,45	3,37	3,35	4,15
	Mínimo	72,0	72,0	72,0	73,0	74,0
	Máximo	94,0	90,0	87,0	86,0	94,0
	Mediana	81,0	81,0	79,0	81,0	81,0
DIFSNA	N	134	49	38	13	34
	Media	,34	,04	,05	1,62	,62
	Desviación típica	2,18	2,19	1,87	2,79	2,13
	Mínimo	-7,0	-7,0	-4,0	-3,0	-3,0
	Máximo	9,0	4,0	4,0	9,0	7,0
	Mediana	,0	,0	,5	1,0	,0
DIPSNA	N	134	49	38	13	34
	Media	,47	,10	,09	2,14	,80
	Desviación típica	2,70	2,65	2,32	3,62	2,61
	Mínimo	-7,7	-7,7	-4,8	-3,5	-3,6
	Máximo	12,0	5,4	5,1	12,0	8,6
	Mediana	,0	,0	,6	1,4	,0

Tabla 20: Posición anteroposterior del maxilar Co-Ena (mm):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
posición mx1 Co-ena (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	88,84	86,72	87,22	84,87	95,24
	Desviación típica	12,96	6,77	7,94	9,39	21,19
	Mínimo	64,6	65,7	74,7	64,6	79,6
	Máximo	192,5	106,0	112,5	102,2	192,5
	Mediana	86,8	85,7	85,1	85,2	89,4
posición mx2 Co-ena (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	90,10	88,70	87,29	87,30	96,33
	Desviación típica	12,05	7,10	7,98	9,30	18,82
	Mínimo	65,0	71,6	70,5	65,0	77,7
	Máximo	164,0	106,3	110,4	98,7	164,0
	Mediana	88,5	88,0	87,2	89,0	92,8
DIFposiciónmxCoenammm	N	134	49	38	13	34
	Media	1,26	1,98	,07	2,43	1,09
	Desviación típica	12,48	7,96	8,34	8,26	20,74
	Mínimo	-98,2	-17,5	-22,6	-15,3	-98,2
	Máximo	31,6	17,4	19,4	19,5	31,6
	Mediana	2,8	3,4	1,0	3,4	4,5
DIPposiciónmxCoenammm	N	134	49	38	13	34
	Media	2,10	2,69	,48	3,45	2,57
	Desviación típica	10,63	9,26	9,27	11,30	13,54
	Mínimo	-51,0	-19,6	-20,1	-19,1	-51,0
	Máximo	30,2	26,5	26,0	30,2	24,3
	Mediana	3,3	4,0	1,1	3,6	5,3

Tabla 21: Profundidad facial NPg-FH (°):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
prof. facial1 NPg-FH (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	90,22	90,41	90,03	91,08	89,85
	Desviación típica	3,46	3,44	3,60	3,20	3,49
	Mínimo	83,0	83,0	83,0	86,0	83,0
	Máximo	100,0	99,0	100,0	96,0	97,0
	Mediana	90,0	90,0	90,0	92,0	90,0
prof. facial2 NPg-FH (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	90,81	90,45	90,13	91,54	91,79
	Desviación típica	3,53	3,69	3,07	3,31	3,73
	Mínimo	82,0	82,0	84,0	86,0	84,0
	Máximo	99,0	98,0	99,0	96,0	99,0
	Mediana	91,0	90,0	90,0	91,0	92,0
DIFprof.facialNPgFH°	N	134	49	38	13	34
	Media	,58	,04	,11	,46	1,94
	Desviación típica	2,55	2,28	2,39	2,37	2,74
	Mínimo	-7,0	-5,0	-7,0	-6,0	-4,0
	Máximo	9,0	5,0	4,0	4,0	9,0
	Mediana	1,0	,0	,0	1,0	2,0
DIPprof.facialNPgFH°	N	134	49	38	13	34
	Media	,68	,07	,17	,54	2,20
	Desviación típica	2,84	2,54	2,66	2,61	3,08
	Mínimo	-7,3	-5,6	-7,3	-6,5	-4,1
	Máximo	10,8	5,9	4,8	4,6	10,8
	Mediana	1,1	,0	,0	1,1	2,2

Tabla 22: Posición anteroposterior de la mandíbula Co-Pg (mm):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
posición ant.post md1 Co-Pg (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	112,57	111,53	108,68	108,58	119,96
	Desviación típica	14,85	7,98	19,11	12,59	15,74
	Mínimo	9,6	88,3	9,6	78,6	104,4
	Máximo	173,1	130,8	133,4	128,9	173,1
	Mediana	112,0	111,4	108,9	108,7	115,6
posición md2 Co-Pg (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	118,20	116,16	113,42	114,03	128,09
	Desviación típica	16,53	8,91	10,80	12,61	25,63
	Mínimo	82,7	90,9	94,4	82,7	102,6
	Máximo	224,8	133,3	139,7	129,3	224,8
	Mediana	116,6	115,9	112,0	116,7	122,7
DIFposición ant.post md Co-Pg mm	N	134	49	38	13	34
	Media	5,63	4,63	4,74	5,45	8,13
	Desviación típica	14,87	9,74	20,37	10,25	15,54
	Mínimo	-43,7	-21,4	-24,2	-15,6	-43,7
	Máximo	110,9	21,8	110,9	27,2	56,7
	Mediana	5,0	5,3	3,0	7,6	7,1
DIPposición ant.post md Co-Pg mm	N	134	49	38	13	34
	Media	13,01	4,49	32,34	5,64	6,49
	Desviación típica	99,88	8,87	187,29	11,53	10,48
	Mínimo	-29,4	-19,1	-18,1	-15,9	-29,4
	Máximo	1155,2	21,7	1155,2	34,6	33,7
	Mediana	4,4	5,2	2,9	6,2	5,6

Tabla 23: Profundidad maxilar NA-FH (°):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
prof. Maxilar1 NA-FH (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	89,97	90,06	89,79	90,23	89,94
	Desviación típica	3,44	3,54	3,43	4,17	3,13
	Mínimo	81,0	83,0	81,0	84,0	84,0
	Máximo	98,0	96,0	98,0	96,0	97,0
	Mediana	90,0	91,0	90,0	90,0	90,0
prof. Maxilar2 NA-FH (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	90,31	90,10	89,84	91,38	90,74
	Desviación típica	3,54	3,74	2,96	3,69	3,79
	Mínimo	82,0	82,0	86,0	86,0	84,0
	Máximo	105,0	100,0	98,0	99,0	105,0
	Mediana	90,0	90,0	89,0	92,0	91,0
DIFprof.MaxilarNAFH°	N	134	49	38	13	34
	Media	,34	,04	,05	1,15	,79
	Desviación típica	2,60	2,40	2,72	3,48	2,36
	Mínimo	-7,0	-7,0	-6,0	-5,0	-4,0
	Máximo	9,0	6,0	6,0	9,0	8,0
	Mediana	,0	,0	,0	2,0	,0
DIPprof.MaxilarNAFH°	N	134	49	38	13	34
	Media	,42	,07	,12	1,37	,89
	Desviación típica	2,88	2,66	3,05	3,84	2,56
	Mínimo	-7,8	-7,8	-6,3	-5,3	-4,2
	Máximo	10,0	6,8	7,4	10,0	8,2
	Mediana	,0	,0	,0	2,2	,0



Tabla 24: Ángulo SNB (°):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
SNB1 (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	79,95	80,20	79,29	79,69	80,41
	Desviación típica	3,79	3,62	3,94	3,30	4,05
	Mínimo	72,0	73,0	72,0	76,0	73,0
	Máximo	92,0	92,0	90,0	85,0	87,0
	Mediana	79,5	80,0	78,0	78,0	79,5
SNB2 (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	80,19	79,69	79,18	80,54	81,91
	Desviación típica	3,79	3,32	3,62	3,48	4,25
	Mínimo	72,0	73,0	72,0	74,0	75,0
	Máximo	90,0	86,0	89,0	86,0	90,0
	Mediana	80,0	79,0	78,5	80,0	81,5
DIFSNB	N	134	49	38	13	34
	Media	,25	-,51	-,11	,85	1,50
	Desviación típica	2,21	2,08	1,57	1,95	2,53
	Mínimo	-7,0	-7,0	-3,0	-2,0	-3,0
	Máximo	10,0	4,0	5,0	5,0	10,0
	Mediana	,0	,0	,0	1,0	1,5
DIPSNB	N	134	49	38	13	34
	Media	,35	-,59	-,10	1,08	1,90
	Desviación típica	2,75	2,54	1,99	2,47	3,17
	Mínimo	-8,1	-8,1	-3,8	-2,6	-3,6
	Máximo	12,5	5,5	6,5	6,3	12,5
	Mediana	,0	,0	,0	1,3	1,8

Tabla 25: Altura de la rama Ar-Go (mm):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
altura rama1 Ar-Go (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	45,73	44,48	44,50	45,32	49,04
	Desviación típica	6,42	5,19	6,46	6,48	7,02
	Mínimo	30,9	32,4	32,5	30,9	39,1
	Máximo	68,7	55,9	58,8	53,6	68,7
	Mediana	45,0	44,1	44,2	46,0	48,0
altura rama2 Ar-Go (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	49,31	48,58	46,49	48,55	53,81
	Desviación típica	7,49	6,00	5,87	5,72	9,60
	Mínimo	35,2	35,2	36,3	37,1	40,2
	Máximo	86,2	63,9	59,2	57,5	86,2
	Mediana	48,4	48,3	46,4	47,8	51,7
DIFalturaramaArGomm	N	134	49	38	13	34
	Media	3,59	4,10	1,99	3,23	4,77
	Desviación típica	5,56	4,77	5,35	4,84	6,81
	Mínimo	-17,1	-12,7	-8,5	-5,9	-17,1
	Máximo	20,7	11,5	15,3	14,4	20,7
	Mediana	3,6	4,5	2,1	3,4	4,5
DIPalturaramaArGomm	N	134	49	38	13	34
	Media	8,44	9,69	5,44	8,31	10,05
	Desviación típica	12,17	10,75	12,73	14,12	12,62
	Mínimo	-27,1	-24,8	-19,0	-13,7	-27,1
	Máximo	46,6	27,4	39,1	46,6	33,1
	Mediana	8,1	9,9	4,9	6,6	10,1

Tabla 26: Ángulo del plano mandibular GoGn-SN (°):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
áng.PI md1 GoGn-SN (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	32,78	32,20	32,71	32,69	33,74
	Desviación típica	5,40	5,61	5,28	6,42	4,90
	Mínimo	15,0	15,0	20,0	23,0	25,0
	Máximo	45,0	42,0	43,0	45,0	42,0
	Mediana	33,0	33,0	33,0	30,0	34,5
áng.PI md2 GoGn-SN (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	32,44	32,47	32,71	31,69	32,38
	Desviación típica	5,91	6,26	5,19	6,68	6,11
	Mínimo	17,0	17,0	19,0	23,0	19,0
	Máximo	44,0	44,0	43,0	44,0	42,0
	Mediana	33,0	33,0	33,5	29,0	34,0
DIFáng.PI mdGoGnSN°	N	134	49	38	13	34
	Media	-,34	,27	,00	-1,00	-1,35
	Desviación típica	2,66	2,49	2,29	2,12	3,16
	Mínimo	-13,0	-6,0	-6,0	-5,0	-13,0
	Máximo	5,0	5,0	4,0	3,0	4,0
	Mediana	,0	1,0	,0	-1,0	-1,0
DIPáng.PI mdGoGnSN°	N	134	49	38	13	34
	Media	-,97	,93	,22	-3,07	-4,22
	Desviación típica	8,62	8,82	6,68	6,50	10,08
	Mínimo	-40,6	-17,2	-16,2	-15,2	-40,6
	Máximo	26,7	26,7	14,8	8,1	13,8
	Mediana	,0	2,5	,0	-2,2	-2,6

Tabla 27: Ángulo goniaco Ar-Go-Me (°):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+elásticos	Máscara facial	No tratamiento
ángulo goniaco1 Ar-Go-Me (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	127,90	125,94	127,16	129,31	131,00
	Desviación típica	6,70	6,61	5,52	7,50	6,77
	Mínimo	112,0	113,0	118,0	112,0	121,0
	Máximo	147,0	143,0	140,0	140,0	147,0
	Mediana	128,0	125,0	127,5	131,0	129,5
ángulo goniaco2 Ar-Go-Me (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	126,28	124,98	126,21	126,15	128,29
	Desviación típica	7,80	8,22	6,38	10,17	7,56
	Mínimo	103,0	106,0	113,0	103,0	115,0
	Máximo	144,0	143,0	137,0	139,0	144,0
	Mediana	126,0	125,0	127,0	125,0	128,5
DIFángulogoniacoArGoMe°	N	134	49	38	13	34
	Media	-1,61	-,96	-,95	-3,15	-2,71
	Desviación típica	4,12	3,71	3,64	4,28	4,86
	Mínimo	-12,0	-8,0	-9,0	-9,0	-12,0
	Máximo	8,0	5,0	5,0	4,0	8,0
	Mediana	-1,0	,0	,0	-2,0	-2,0
DIPángulogoniacoArGoMe°	N	134	49	38	13	34
	Media	-1,26	-,79	-,74	-2,53	-2,03
	Desviación típica	3,24	2,98	2,84	3,44	3,77
	Mínimo	-9,4	-6,6	-6,6	-8,0	-9,4
	Máximo	6,3	3,9	4,1	3,0	6,3
	Mediana	-,8	,0	,0	-1,5	-1,6

Tabla 28: Longitud del cuerpo mandibular Go-Me (mm):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
long. cuerpo md1 Go-Me (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	73,36	72,40	71,97	69,91	77,64
	Desviación típica	8,63	5,75	6,44	7,88	12,48
	Mínimo	53,5	55,0	61,8	53,5	63,9
	Máximo	126,6	84,0	87,6	84,5	126,6
	Mediana	72,8	72,9	70,8	68,5	73,9
long. cuerpo md2 Go-Me (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	75,90	74,35	72,73	71,94	83,19
	Desviación típica	11,92	6,34	7,80	9,30	18,38
	Mínimo	51,9	59,8	54,9	51,9	66,5
	Máximo	151,8	88,2	85,1	84,6	151,8
	Mediana	74,7	75,1	71,8	74,4	79,4
DIFlong.cuerpomdGoMemm	N	134	49	38	13	34
	Media	2,53	1,95	,76	2,03	5,56
	Desviación típica	7,74	5,79	6,85	8,95	9,86
	Mínimo	-27,0	-12,3	-15,1	-13,4	-27,0
	Máximo	37,1	14,6	16,9	21,4	37,1
	Mediana	2,5	1,9	1,3	3,7	4,3
DIPlong.cuerpomdGoMemm	N	134	49	38	13	34
	Media	3,54	2,97	1,29	3,59	6,87
	Desviación típica	10,09	8,20	9,52	14,77	10,68
	Mínimo	-28,9	-16,9	-17,9	-20,5	-28,9
	Máximo	40,0	22,2	26,5	40,0	32,3
	Mediana	3,4	2,6	1,7	4,6	5,9

Tabla 29: Grosor del mentón óseo Pg-NB (mm):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
mentón óseo1 Pg-NB (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	1,13	,85	1,14	1,32	1,44
	Desviación típica	1,67	1,66	1,50	1,69	1,86
	Mínimo	-2,6	-1,8	-2,5	-,7	-2,6
	Máximo	6,3	5,2	4,7	5,0	6,3
	Mediana	1,0	,6	1,3	,7	1,3
mentón óseo2 Pg-NB (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	2,06	2,14	1,78	2,12	2,22
	Desviación típica	2,14	2,07	1,98	2,25	2,42
	Mínimo	-4,0	-2,4	-2,3	-2,0	-4,0
	Máximo	9,5	9,5	5,4	7,4	8,8
	Mediana	1,9	2,0	1,7	2,2	2,0
DIFmentónóseoPgNBmm	N	134	49	38	13	34
	Media	,93	1,29	,64	,80	,78
	Desviación típica	1,14	,99	1,01	1,02	1,38
	Mínimo	-1,9	-,6	-1,9	-1,3	-1,7
	Máximo	5,4	4,4	3,5	2,6	5,4
	Mediana	,8	1,2	,6	,8	,8
DIPmentónóseoPgNBmm	N	133	49	38	13	33
	Media	30,66	42,72	21,10	-144,62	92,80
	Desviación típica	376,96	300,07	136,03	750,18	449,31
	Mínimo	-2600,0	-700,0	-350,0	-2600,0	-260,0
	Máximo	2500,0	1150,0	475,0	300,0	2500,0
	Mediana	32,0	37,5	14,6	38,5	30,8

Tabla 30: Ángulo goniaco superior Ar-Go-N (°):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
áng. goniaco sup.1 Ar-Go-N (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	52,19	51,27	52,13	53,15	53,21
	Desviación típica	3,85	4,35	3,02	2,82	4,03
	Mínimo	42,0	42,0	47,0	49,0	43,0
	Máximo	63,0	63,0	61,0	59,0	62,0
	Mediana	52,0	52,0	52,0	53,0	53,0
áng. goniaco sup.2 Ar-Go-N (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	50,17	49,39	50,55	49,69	51,06
	Desviación típica	3,99	4,52	3,53	3,59	3,69
	Mínimo	41,0	41,0	43,0	44,0	42,0
	Máximo	60,0	59,0	56,0	55,0	60,0
	Mediana	50,0	49,0	51,0	50,0	51,0
DIFáng.goniacosup.ArGoN°	N	134	49	38	13	34
	Media	-2,01	-1,88	-1,58	-3,46	-2,15
	Desviación típica	2,78	2,41	3,07	2,60	2,93
	Mínimo	-11,0	-7,0	-8,0	-8,0	-11,0
	Máximo	4,0	2,0	4,0	2,0	3,0
	Mediana	-2,0	-2,0	-1,5	-4,0	-2,0
DIPáng.goniacosup.ArGoN°	N	134	49	38	13	34
	Media	-3,76	-3,60	-2,93	-6,50	-3,87
	Desviación típica	5,28	4,76	5,84	4,90	5,36
	Mínimo	-19,3	-13,5	-15,1	-15,1	-19,3
	Máximo	7,7	4,8	7,7	3,8	6,1
	Mediana	-3,8	-3,6	-2,8	-7,1	-3,8

Tabla 31: Ángulo goniaco inferior N-Go-Me (°):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
áng. goniaco sup.1 Ar-Go-N (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	52,19	51,27	52,13	53,15	53,21
	Desviación típica	3,85	4,35	3,02	2,82	4,03
	Mínimo	42,0	42,0	47,0	49,0	43,0
	Máximo	63,0	63,0	61,0	59,0	62,0
	Mediana	52,0	52,0	52,0	53,0	53,0
áng. goniaco sup.2 Ar-Go-N (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	50,17	49,39	50,55	49,69	51,06
	Desviación típica	3,99	4,52	3,53	3,59	3,69
	Mínimo	41,0	41,0	43,0	44,0	42,0
	Máximo	60,0	59,0	56,0	55,0	60,0
	Mediana	50,0	49,0	51,0	50,0	51,0
DIFáng.goniacosup.ArGoN°	N	134	49	38	13	34
	Media	-2,01	-1,88	-1,58	-3,46	-2,15
	Desviación típica	2,78	2,41	3,07	2,60	2,93
	Mínimo	-11,0	-7,0	-8,0	-8,0	-11,0
	Máximo	4,0	2,0	4,0	2,0	3,0
	Mediana	-2,0	-2,0	-1,5	-4,0	-2,0
DIPáng.goniacosup.ArGoN°	N	134	49	38	13	34
	Media	-3,76	-3,60	-2,93	-6,50	-3,87
	Desviación típica	5,28	4,76	5,84	4,90	5,36
	Mínimo	-19,3	-13,5	-15,1	-15,1	-19,3
	Máximo	7,7	4,8	7,7	3,8	6,1
	Mediana	-3,8	-3,6	-2,8	-7,1	-3,8



Tabla 32: Ángulo ANB (°):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
ANB1 (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	,46	,27	,61	-,15	,79
	Desviación típica	2,03	2,24	1,62	2,54	1,90
	Mínimo	-5,0	-4,0	-4,0	-5,0	-3,0
	Máximo	8,0	8,0	3,0	4,0	5,0
	Mediana	,0	,0	1,0	,0	1,0
ANB2 (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	,49	,67	,55	,92	-,03
	Desviación típica	2,21	2,49	1,70	2,33	2,25
	Mínimo	-5,0	-5,0	-3,0	-3,0	-4,0
	Máximo	7,0	7,0	6,0	5,0	7,0
	Mediana	,0	1,0	,5	1,0	,0
DIFANB	N	134	49	38	13	34
	Media	,03	,41	-,05	1,08	-,82
	Desviación típica	1,65	1,84	1,29	2,06	1,14
	Mínimo	-9,0	-9,0	-3,0	-2,0	-3,0
	Máximo	6,0	3,0	3,0	6,0	2,0
	Mediana	,0	1,0	,0	1,0	-1,0
DIPANB	N	101	34	29	10	28
	Media	-15,39	-13,85	-24,43	-27,33	-3,63
	Desviación típica	99,83	79,76	94,02	135,33	116,52
	Mínimo	-300,0	-200,0	-300,0	-300,0	-300,0
	Máximo	300,0	100,0	200,0	200,0	300,0
	Mediana	,0	,0	-33,3	-32,5	,0

Tabla 33: Convexidad facial Punto A-NPg (mm):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
convexidad1 A-NPg (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	-,22	-,36	-,11	-,87	,10
	Desviación típica	2,29	2,21	1,93	2,96	2,51
	Mínimo	-5,4	-4,9	-3,7	-5,4	-2,9
	Máximo	7,4	5,1	3,7	4,2	7,4
	Mediana	-,4	-,4	-,2	-1,3	-,6
convexidad2 A-NPg (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	-,42	-,46	-,29	1,43	-1,22
	Desviación típica	3,52	2,96	2,09	7,13	3,43
	Mínimo	-6,4	-6,3	-3,5	-4,2	-6,4
	Máximo	23,0	7,1	5,9	23,0	10,8
	Mediana	-,9	-,9	-,2	-,9	-1,4
DIFconvexidadANPgmm	N	134	49	38	13	34
	Media	-,20	-,10	-,18	2,30	-1,32
	Desviación típica	2,54	1,53	1,32	6,20	1,69
	Mínimo	-4,5	-3,3	-2,9	-2,4	-4,5
	Máximo	21,7	3,6	3,0	21,7	3,4
	Mediana	-,4	-,1	-,2	,4	-1,2
DIPconvexidadANPgmm	N	133	48	38	13	34
	Media	-19,17	-116,80	89,99	76,63	-39,99
	Desviación típica	490,28	474,36	256,63	488,77	669,81
	Mínimo	-3700,0	-2700,0	-193,3	-265,2	-3700,0
	Máximo	1669,2	733,3	1200,0	1669,2	700,0
	Mediana	,0	1,8	-3,7	-33,3	19,8

Tabla 34: Wits appraisal (mm):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
wits appr.1 (mm) AB-pl. ocl	N	134	49	38	13	34
	Media	-5,33	-4,86	-5,07	-4,39	-6,64
	Desviación típica	2,43	2,14	2,36	2,82	2,32
	Mínimo	-12,5	-9,2	-12,5	-11,1	-11,7
	Máximo	,0	,0	-1,0	-1,9	-2,9
	Mediana	-5,2	-4,8	-4,7	-3,6	-6,6
wits appr.2 (mm) AB-pl. ocl	N	134	49	38	13	34
	Media	-4,08	-2,45	-3,67	-2,19	-7,59
	Desviación típica	3,37	2,20	2,54	2,42	3,32
	Mínimo	-16,3	-7,6	-9,8	-6,0	-16,3
	Máximo	2,1	2,1	1,8	1,4	-2,2
	Mediana	-3,7	-2,6	-3,2	-1,5	-6,9
DIFwitsappr.mmABpl.ocl	N	134	49	38	13	34
	Media	1,25	2,41	1,40	2,20	-,96
	Desviación típica	2,86	2,26	2,66	3,44	2,42
	Mínimo	-8,7	-3,5	-6,4	-1,7	-8,7
	Máximo	11,0	8,8	6,9	11,0	3,5
	Mediana	1,4	2,7	1,5	1,9	-,6
DIPwitsappr.mmABpl.ocl	N	133	48	38	13	34
	Media	-22,72	-54,06	-10,96	-46,28	17,38
	Desviación típica	81,90	49,25	121,96	65,24	41,08
	Mínimo	-200,0	-200,0	-164,3	-148,3	-59,3
	Máximo	640,0	50,0	640,0	50,0	115,5
	Mediana	-25,4	-52,5	-22,2	-61,1	6,9

Tabla 35: Diferencia maxilo-mandibular Co-A/Co-Gn (mm):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
dif. Mx-md1 (mm) CoA/CoGn	N	133	49	38	12	34
	Media	29,98	29,38	28,99	28,65	32,45
	Desviación típica	4,49	3,41	3,58	5,66	5,50
	Mínimo	17,8	20,1	20,4	17,8	23,6
	Máximo	47,8	37,5	35,9	37,5	47,8
	Mediana	29,8	29,4	28,6	29,3	31,4
dif. Mx-md2 (mm) CoA/CoGn	N	134	49	38	13	34
	Media	33,10	32,30	30,88	31,56	37,33
	Desviación típica	6,34	4,49	4,90	4,13	8,58
	Mínimo	21,5	23,0	21,5	24,0	26,8
	Máximo	71,0	43,5	40,9	37,1	71,0
	Mediana	32,4	31,6	31,2	33,1	36,2
DIFdif.MxmdmmCoACoGn	N	133	49	38	12	34
	Media	3,14	2,92	1,89	3,03	4,88
	Desviación típica	4,38	3,91	3,45	3,69	5,63
	Mínimo	-9,3	-5,0	-4,2	-4,4	-9,3
	Máximo	23,2	9,9	8,8	10,3	23,2
	Mediana	3,0	3,2	1,8	3,3	3,7
DIPdif.MxmdmmCoACoGn	N	133	49	38	12	34
	Media	10,83	10,51	6,67	12,89	15,22
	Desviación típica	14,43	13,62	12,39	17,32	15,79
	Mínimo	-22,2	-17,9	-15,0	-11,7	-22,2
	Máximo	57,9	35,7	32,1	57,9	56,8
	Mediana	9,8	11,2	5,6	11,1	11,4

Tabla 36: Divergencia de los maxilares pl. palatino-pl mandibular (°):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
diverg. Maxilares1 PP-Pl. md (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	26,75	26,49	26,82	26,23	27,24
	Desviación típica	5,73	5,53	6,17	7,28	5,02
	Mínimo	11,0	15,0	17,0	11,0	15,0
	Máximo	40,0	37,0	40,0	40,0	37,0
	Mediana	26,0	26,0	26,5	26,0	27,0
diverg. Maxilares2 PP-Pl. md (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	26,18	26,04	26,76	26,54	25,59
	Desviación típica	6,03	5,76	5,99	8,24	5,71
	Mínimo	10,0	13,0	16,0	10,0	11,0
	Máximo	41,0	39,0	40,0	41,0	36,0
	Mediana	25,5	25,0	27,0	27,0	25,0
DIFdiverg.MaxilaresPPPl.md°	N	134	49	38	13	34
	Media	-57	-45	-05	,31	-1,65
	Desviación típica	2,28	1,78	2,20	1,97	2,76
	Mínimo	-9,0	-4,0	-4,0	-3,0	-9,0
	Máximo	6,0	4,0	4,0	4,0	6,0
	Mediana	-1,0	,0	-5	,0	-2,0
DIPdiverg.MaxilaresPPPl.md°	N	134	49	38	13	34
	Media	-2,15	-1,71	,16	,37	-6,35
	Desviación típica	8,86	6,97	8,19	7,62	11,05
	Mínimo	-29,0	-15,4	-15,4	-11,5	-29,0
	Máximo	25,0	15,4	17,4	12,0	25,0
	Mediana	-3,3	,0	-1,6	,0	-6,2

Tabla 37: Inclinación del maxilar pl. palatino-SN (°):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+elásticos	Máscara facial	No tratamiento
inclinación mx1 PP-SN (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	7,79	7,43	7,61	8,23	8,35
	Desviación típica	3,42	3,43	2,84	3,52	3,96
	Mínimo	-1,0	-1,0	1,0	2,0	2,0
	Máximo	20,0	16,0	13,0	15,0	20,0
	Mediana	8,0	7,0	8,0	7,0	8,0
inclinación mx2 PP-SN (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	7,78	7,43	7,68	7,69	8,44
	Desviación típica	3,47	3,46	3,28	3,47	3,74
	Mínimo	-2,0	1,0	-2,0	2,0	2,0
	Máximo	16,0	16,0	14,0	13,0	16,0
	Mediana	8,0	8,0	7,5	8,0	8,0
DIFinclinaciónmxPPSN°	N	134	49	38	13	34
	Media	-,01	,00	,08	-,54	,09
	Desviación típica	2,06	2,06	1,98	1,51	2,35
	Mínimo	-8,0	-5,0	-4,0	-3,0	-8,0
	Máximo	6,0	6,0	6,0	2,0	4,0
	Mediana	,0	,0	,0	-1,0	,0
DIPinclinaciónmxPPSN°	N	134	49	38	13	34
	Media	-,25	-1,99	-1,94	-6,04	6,36
	Desviación típica	70,34	100,31	62,03	18,60	28,31
	Mínimo	-500,0	-500,0	-300,0	-28,6	-66,7
	Máximo	400,0	400,0	150,0	33,3	66,7
	Mediana	,0	,0	,0	-10,0	,0

Tabla 38: Altura facial superior N- Ena (mm):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
alt. fac. superior1 N-ena (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	52,07	51,38	51,36	50,41	54,51
	Desviación típica	5,63	4,50	4,51	5,92	7,36
	Mínimo	37,7	41,1	42,8	37,7	46,3
	Máximo	74,7	62,5	65,5	62,2	74,7
	Mediana	51,5	51,1	50,9	51,8	52,8
alt. fac. superior2 N-ena (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	53,62	53,00	51,76	51,86	57,28
	Desviación típica	6,70	4,01	4,49	5,62	10,19
	Mínimo	37,6	40,7	42,1	37,6	48,2
	Máximo	99,3	64,2	64,5	57,7	99,3
	Mediana	52,5	52,4	51,1	53,2	54,8
DIFalt.fac.superiorNenamm	N	134	49	38	13	34
	Media	1,55	1,61	,40	1,45	2,78
	Desviación típica	5,36	4,35	4,83	5,09	7,05
	Mínimo	-24,6	-11,9	-11,0	-8,6	-24,6
	Máximo	24,6	9,0	11,9	11,4	24,6
	Mediana	2,0	2,2	1,2	2,3	3,0
DIPalt.fac.superiorNenamm	N	134	49	38	13	34
	Media	3,32	3,61	1,21	3,53	5,19
	Desviación típica	9,62	8,65	9,43	11,45	10,37
	Mínimo	-33,3	-22,6	-19,7	-18,6	-33,3
	Máximo	32,9	21,7	27,8	30,2	32,9
	Mediana	3,9	4,0	2,4	4,4	5,6

Tabla 39: Altura facial inferior Ena-Gn (mm):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
alt. fac. inferior1 ena-Gn (mm)	N	133	49	38	13	33
	Media	62,96	61,85	62,04	59,42	67,07
	Desviación típica	7,47	5,28	6,01	8,68	9,65
	Mínimo	42,0	52,6	50,0	42,0	53,0
	Máximo	100,5	73,5	75,6	74,5	100,5
	Mediana	62,3	62,0	62,1	59,8	65,7
alt. fac. inferior2 ena-Gn (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	66,41	65,81	64,08	63,82	70,88
	Desviación típica	9,46	6,32	7,05	7,28	14,05
	Mínimo	51,4	52,2	53,4	51,4	53,0
	Máximo	128,9	83,0	80,5	76,2	128,9
	Mediana	65,6	65,3	63,8	65,7	68,2
DIFalt.fac.inferiorenGnmm	N	133	49	38	13	33
	Media	3,47	3,96	2,03	4,40	4,03
	Desviación típica	6,14	5,33	5,24	6,70	7,81
	Mínimo	-24,1	-9,4	-8,4	-7,7	-24,1
	Máximo	28,4	12,1	14,9	20,5	28,4
	Mediana	3,5	4,2	2,1	4,8	3,6
DIPalt.fac.inferiorenGnmm	N	133	49	38	13	33
	Media	5,73	6,67	3,48	8,66	5,78
	Desviación típica	9,59	8,80	8,51	14,43	9,52
	Mínimo	-30,0	-14,6	-12,6	-13,0	-30,0
	Máximo	48,8	22,5	27,4	48,8	28,3
	Mediana	5,8	6,8	3,4	7,6	6,0



Tabla 40: Altura facial anterior AFA: N-Me (mm):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
alt. fac. anterior1 N-Me (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	115,74	114,06	114,08	110,32	122,08
	Desviación típica	12,10	8,78	9,43	13,02	16,00
	Mínimo	80,4	95,5	97,8	80,4	103,9
	Máximo	175,7	133,3	136,4	132,4	175,7
	Mediana	114,0	114,0	113,2	111,8	119,6
alt. fac. anterior1 N-Me (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	115,74	114,06	114,08	110,32	122,08
	Desviación típica	12,10	8,78	9,43	13,02	16,00
	Mínimo	80,4	95,5	97,8	80,4	103,9
	Máximo	175,7	133,3	136,4	132,4	175,7
	Mediana	114,0	114,0	113,2	111,8	119,6
DIFalt.fac.anteriorNMem	N	134	49	38	13	34
	Media	5,02	5,61	2,49	5,31	6,89
	Desviación típica	11,18	9,20	9,87	11,31	14,61
	Mínimo	-48,6	-21,5	-19,3	-16,5	-48,6
	Máximo	54,9	20,3	27,1	31,7	54,9
	Mediana	5,5	7,3	3,4	5,7	6,7
DIPalt.fac.anteriorNMem	N	134	49	38	13	34
	Media	4,57	5,25	2,46	5,71	5,51
	Desviación típica	9,19	8,28	8,71	12,50	9,56
	Mínimo	-31,4	-18,4	-15,7	-15,6	-31,4
	Máximo	39,4	21,3	27,7	39,4	31,2
	Mediana	4,8	6,7	2,9	4,9	5,3

Tabla 41: Altura facial posterior AFP: S-Go (mm):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
alt. fac. posterior1 S-Go (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	75,14	74,34	73,01	73,08	79,44
	Desviación típica	10,44	6,77	13,63	8,37	10,58
	Mínimo	6,1	59,8	6,1	53,2	68,0
	Máximo	116,1	94,6	93,5	83,4	116,1
	Mediana	74,1	72,8	72,6	73,8	78,3
alt. fac. posterior2 S-Go (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	80,08	79,49	76,80	77,82	85,47
	Desviación típica	11,01	7,72	8,30	6,03	16,32
	Mínimo	63,5	64,2	63,5	66,0	65,9
	Máximo	147,1	101,7	96,4	85,5	147,1
	Mediana	78,6	78,2	75,9	76,9	82,0
DIFalt.fac.posteriorSGomm	N	134	49	38	13	34
	Media	4,95	5,16	3,79	4,75	6,02
	Desviación típica	9,44	6,91	12,00	6,82	10,42
	Mínimo	-29,0	-15,6	-13,1	-7,8	-29,0
	Máximo	60,5	17,6	60,5	22,5	35,9
	Mediana	4,3	5,7	3,1	3,9	5,6
DIPalt.fac.posteriorSGomm	N	134	49	38	13	34
	Media	13,66	7,30	29,49	7,46	7,50
	Desviación típica	85,77	9,38	160,64	12,09	11,38
	Mínimo	-29,4	-19,5	-17,1	-10,6	-29,4
	Máximo	991,8	23,0	991,8	42,3	32,3
	Mediana	6,1	7,8	4,1	5,4	7,6

Tabla 42: Relación altura facial posterior/altura facial anterior (AFP/AFA):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+elásticos	Máscara facial	No tratamiento
RATIO1	N	134	49	38	13	34
	Media	65,37	65,31	65,28	66,42	65,17
	Desviación típica	4,55	5,10	4,58	4,65	3,71
	Mínimo	55,6	55,6	57,7	57,9	56,4
	Máximo	82,2	82,2	76,2	73,3	72,4
	Mediana	65,0	65,1	65,1	66,7	64,6
RATIO2	N	134	49	38	13	34
	Media	66,26	66,30	65,93	66,79	66,36
	Desviación típica	4,87	5,41	4,57	5,15	4,44
	Mínimo	54,8	54,8	57,3	59,6	56,2
	Máximo	80,3	80,3	77,5	73,9	76,1
	Mediana	65,8	65,4	65,6	66,3	65,8
DIFRATIO	N	134	49	38	13	34
	Media	,88	,99	,65	,38	1,18
	Desviación típica	2,50	2,25	1,95	3,52	2,97
	Mínimo	-10,1	-3,9	-2,2	-10,1	-4,2
	Máximo	12,4	7,0	6,8	4,1	12,4
	Mediana	,9	,8	,2	1,1	1,1
DIPRATIO	N	134	49	38	13	34
	Media	1,39	1,55	1,04	,65	1,85
	Desviación típica	3,84	3,47	3,14	5,10	4,56
	Mínimo	-14,3	-6,1	-3,4	-14,3	-5,9
	Máximo	19,5	11,5	11,0	6,3	19,5
	Mediana	1,3	1,2	,3	1,8	1,7

Tabla 43: Ángulo Incisivo superior- pl. palatino (°):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
IS-pl.ptino1 (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	113,35	113,06	112,45	113,23	114,82
	Desviación típica	6,23	6,03	6,37	6,78	6,16
	Mínimo	98,0	103,0	98,0	101,0	102,0
	Máximo	128,0	124,0	126,0	123,0	128,0
	Mediana	113,5	113,0	113,0	114,0	115,5
IS-pl.ptino2 (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	116,84	116,43	116,32	118,15	117,53
	Desviación típica	6,50	5,96	6,89	7,67	6,49
	Mínimo	101,0	102,0	101,0	102,0	105,0
	Máximo	134,0	134,0	130,0	132,0	131,0
	Mediana	116,0	116,0	116,0	118,0	118,0
DIFISpl.ptino	N	134	49	38	13	34
	Media	3,49	3,37	3,87	4,92	2,71
	Desviación típica	6,22	5,74	7,68	7,63	4,37
	Mínimo	-18,0	-9,0	-18,0	-7,0	-7,0
	Máximo	22,0	20,0	22,0	18,0	13,0
	Mediana	3,0	3,0	2,5	3,0	3,0
DIPISpl.ptino	N	134	49	38	13	34
	Media	3,23	3,12	3,66	4,52	2,42
	Desviación típica	5,64	5,18	7,04	6,93	3,79
	Mínimo	-15,1	-7,3	-15,1	-5,7	-5,8
	Máximo	21,0	19,2	21,0	15,9	11,1
	Mediana	2,6	2,9	2,1	2,6	2,6

Tabla 44: Ángulo incisivo superior-pl. oclusal (°):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
IS-pl.ocl1 (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	55,30	55,57	55,79	57,08	53,68
	Desviación típica	4,96	4,33	5,16	6,08	4,92
	Mínimo	43,0	46,0	43,0	49,0	44,0
	Máximo	69,0	65,0	66,0	69,0	64,0
	Mediana	55,0	56,0	57,0	55,0	53,0
IS-pl.ocl2 (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	53,73	54,35	53,16	54,46	53,21
	Desviación típica	4,71	3,79	4,86	6,65	4,93
	Mínimo	43,0	46,0	43,0	46,0	44,0
	Máximo	71,0	62,0	61,0	71,0	65,0
	Mediana	53,0	54,0	54,5	53,0	52,0
DIFISpl.ocl	N	134	49	38	13	34
	Media	-1,57	-1,22	-2,63	-2,62	-,47
	Desviación típica	4,84	4,21	6,13	5,91	3,25
	Mínimo	-19,0	-11,0	-19,0	-14,0	-9,0
	Máximo	12,0	9,0	12,0	5,0	5,0
	Mediana	-1,0	-2,0	-2,0	-2,0	,0
DIPISpI.ocl	N	134	49	38	13	34
	Media	-2,43	-1,86	-4,10	-4,21	-,70
	Desviación típica	8,63	7,71	10,87	10,02	6,03
	Mínimo	-30,6	-18,0	-30,6	-23,0	-16,4
	Máximo	25,0	18,0	25,0	10,2	9,1
	Mediana	-2,1	-3,3	-3,9	-3,7	,0

Tabla 45: Ángulo del incisivo superior-pl. Frankfurt (°):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
IS-FH1 (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	115,27	115,43	114,89	115,85	115,24
	Desviación típica	6,07	5,71	5,98	6,63	6,69
	Mínimo	100,0	101,0	102,0	105,0	100,0
	Máximo	128,0	128,0	126,0	125,0	126,0
	Mediana	115,5	115,0	114,0	116,0	116,5
IS-FH2 (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	118,71	118,65	118,63	120,77	118,09
	Desviación típica	6,81	6,93	6,49	6,48	7,23
	Mínimo	104,0	104,0	107,0	109,0	104,0
	Máximo	137,0	137,0	133,0	132,0	133,0
	Mediana	119,0	119,0	116,5	119,0	119,0
DIFISFH	N	134	49	38	13	34
	Media	3,44	3,22	3,74	4,92	2,85
	Desviación típica	6,16	5,98	6,83	7,72	5,06
	Mínimo	-15,0	-8,0	-15,0	-7,0	-6,0
	Máximo	20,0	18,0	19,0	20,0	19,0
	Mediana	3,0	3,0	3,0	4,0	3,0
DIPISFH	N	134	49	38	13	34
	Media	3,10	2,88	3,42	4,48	2,55
	Desviación típica	5,49	5,26	6,13	6,95	4,48
	Mínimo	-12,3	-6,7	-12,3	-5,7	-4,9
	Máximo	18,7	17,3	17,8	18,7	17,4
	Mediana	2,5	2,6	2,7	3,5	2,4

Tabla 46: *Inclinación del incisivo superior I sup- APg (°):*

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
incl. IS-APg1 (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	24,83	24,63	24,84	23,62	25,56
	Desviación típica	5,74	5,77	6,17	7,25	4,62
	Mínimo	11,0	11,0	15,0	12,0	17,0
	Máximo	43,0	38,0	43,0	37,0	34,0
	Mediana	25,0	26,0	24,0	23,0	25,0
incl. IS-APg2 (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	27,29	27,71	28,21	28,69	25,12
	Desviación típica	5,16	4,46	4,97	6,29	5,43
	Mínimo	15,0	18,0	18,0	15,0	17,0
	Máximo	41,0	37,0	41,0	40,0	40,0
	Mediana	27,0	28,0	27,5	31,0	25,0
DIFincl.ISAPg	N	134	49	38	13	34
	Media	2,46	3,08	3,37	5,08	-,44
	Desviación típica	5,87	5,02	6,94	7,37	3,92
	Mínimo	-18,0	-7,0	-18,0	-5,0	-8,0
	Máximo	23,0	14,0	19,0	23,0	14,0
	Mediana	2,0	3,0	4,0	3,0	,0
DIPincl.ISAPg	N	134	49	38	13	34
	Media	14,71	17,54	19,48	31,45	-1,11
	Desviación típica	32,87	29,40	34,69	54,71	15,96
	Mínimo	-41,9	-23,3	-41,9	-16,1	-26,7
	Máximo	191,7	109,1	126,7	191,7	53,8
	Mediana	7,4	10,0	16,0	8,1	,0

Tabla 47: Ángulo del incisivo superior- línea NA (°):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
ang. IS-NA1 (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	25,31	25,45	25,03	25,62	25,29
	Desviación típica	5,44	4,83	5,32	6,96	5,99
	Mínimo	12,0	16,0	15,0	12,0	12,0
	Máximo	38,0	36,0	38,0	36,0	35,0
	Mediana	26,0	26,0	24,5	28,0	27,0
ang. IS-NA2 (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	28,42	28,65	28,79	29,23	27,35
	Desviación típica	5,82	6,10	5,32	5,70	6,10
	Mínimo	15,0	17,0	18,0	17,0	15,0
	Máximo	46,0	46,0	39,0	40,0	42,0
	Mediana	28,0	30,0	27,5	29,0	27,0
DIFang.ISNA	N	134	49	38	13	34
	Media	3,11	3,20	3,76	3,62	2,06
	Desviación típica	6,08	6,14	7,31	6,89	3,90
	Mínimo	-18,0	-8,0	-18,0	-7,0	-5,0
	Máximo	22,0	21,0	22,0	16,0	11,0
	Mediana	3,0	3,0	3,5	3,0	2,0
DIPang.ISNA	N	134	49	38	13	34
	Media	16,00	15,18	20,55	20,21	10,47
	Desviación típica	29,65	28,72	36,64	31,71	20,26
	Mínimo	-50,0	-32,0	-50,0	-19,4	-17,9
	Máximo	146,7	123,5	146,7	66,7	91,7
	Mediana	9,9	9,1	13,2	10,7	7,0



Tabla 48: Distancia del incisivo superior- pl. palatino (mm):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
IS-pl.ptino1 (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	27,08	26,78	27,06	25,28	28,23
	Desviación típica	3,59	2,84	3,12	3,48	4,69
	Mínimo	18,6	20,5	19,8	18,6	21,0
	Máximo	43,3	32,9	34,6	29,4	43,3
	Mediana	26,7	26,7	26,7	26,6	27,9
IS-pl.ptino1 (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	27,08	26,78	27,06	25,28	28,23
	Desviación típica	3,59	2,84	3,12	3,48	4,69
	Mínimo	18,6	20,5	19,8	18,6	21,0
	Máximo	43,3	32,9	34,6	29,4	43,3
	Mediana	26,7	26,7	26,7	26,6	27,9
DIFISpl.ptinomm	N	134	49	38	13	34
	Media	,93	1,26	,41	1,35	,87
	Desviación típica	2,73	2,28	2,40	3,19	3,45
	Mínimo	-11,9	-4,3	-4,2	-5,8	-11,9
	Máximo	10,8	5,9	6,3	8,2	10,8
	Mediana	,9	1,1	,6	1,3	,9
DIPISpl.ptinomm	N	134	49	38	13	34
	Media	3,67	5,01	1,77	6,36	2,84
	Desviación típica	9,79	8,82	8,93	14,74	9,72
	Mínimo	-32,5	-14,9	-14,1	-21,8	-32,5
	Máximo	44,1	22,5	26,7	44,1	24,9
	Mediana	3,3	4,1	2,2	5,8	3,0

Tabla 49: Protrusión del incisivo superior- APg (mm):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
protr. IS-APg1 (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	4,86	4,82	4,98	4,37	4,97
	Desviación típica	2,34	2,32	2,61	2,42	2,08
	Mínimo	,0	,3	,3	1,0	,0
	Máximo	11,4	9,8	11,4	9,0	8,0
	Mediana	4,8	5,0	4,6	4,0	4,9
protr. IS-APg2 (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	5,36	5,46	5,48	5,37	5,09
	Desviación típica	2,08	1,89	1,96	2,27	2,44
	Mínimo	,0	,7	2,2	2,0	,0
	Máximo	12,4	9,4	10,7	9,6	12,4
	Mediana	5,4	5,5	5,5	5,4	4,8
DIFprotr.ISAPgmm	N	134	49	38	13	34
	Media	,50	,64	,50	1,00	,12
	Desviación típica	1,89	1,90	2,14	1,94	1,55
	Mínimo	-5,7	-2,8	-5,7	-2,0	-3,0
	Máximo	7,1	7,1	4,9	6,1	5,5
	Mediana	,3	,1	,5	,6	-,1
DIPprotr.ISAPgmm	N	133	49	38	13	33
	Media	63,00	105,80	56,32	67,25	5,46
	Desviación típica	262,60	384,08	193,90	169,12	52,02
	Mínimo	-100,0	-63,6	-50,0	-50,0	-100,0
	Máximo	1966,7	1966,7	1166,7	610,0	236,4
	Mediana	5,3	1,6	14,9	8,0	-1,5

Tabla 50: Posición del incisivo superior- línea NA (mm):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
posic. IS-NA1 (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	5,02	5,10	5,06	5,00	4,86
	Desviación típica	2,28	2,08	2,31	2,74	2,45
	Mínimo	-1,4	1,6	,6	1,2	-1,4
	Máximo	11,6	9,6	10,4	11,6	9,4
	Mediana	5,1	5,2	5,0	4,1	5,4
posic. IS-NA2 (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	5,80	5,83	5,69	5,48	5,99
	Desviación típica	2,44	2,58	1,97	2,22	2,85
	Mínimo	-1,0	-4	2,2	3,2	-1,0
	Máximo	11,6	11,6	11,3	9,6	11,6
	Mediana	5,8	5,6	5,5	4,4	6,6
DIFposic.ISNAmm	N	134	49	38	13	34
	Media	,78	,73	,63	,48	1,14
	Desviación típica	2,16	2,48	2,37	1,51	1,59
	Mínimo	-5,6	-3,2	-5,6	-2,0	-1,3
	Máximo	9,0	9,0	4,7	2,5	5,3
	Mediana	,7	,1	,8	,6	,9
DIPposic.ISNAmm	N	134	49	38	13	34
	Media	38,02	30,06	51,23	26,93	38,95
	Desviación típica	112,64	95,61	139,59	61,36	119,50
	Mínimo	-242,9	-116,0	-66,7	-33,3	-242,9
	Máximo	750,0	437,5	750,0	208,3	466,7
	Mediana	13,5	4,3	18,3	13,8	16,8

Tabla 51: Distancia incisivo superior (borde incisal)- vertical en Sella (mm):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
IS-vert. S1 (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	-73,21	-72,65	-72,01	-71,02	-76,19
	Desviación típica	8,32	6,80	7,26	7,75	10,85
	Mínimo	-116,7	-85,6	-87,1	-82,3	-116,7
	Máximo	-50,2	-50,2	-60,6	-55,1	-62,7
	Mediana	-72,4	-72,4	-71,8	-72,4	-73,9
IS-vert. S2 (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	-75,31	-74,30	-72,61	-74,05	-80,25
	Desviación típica	10,94	6,91	7,53	9,21	16,80
	Mínimo	-142,5	-89,9	-88,8	-84,4	-142,5
	Máximo	-49,8	-59,7	-57,5	-49,8	-61,8
	Mediana	-74,7	-74,8	-72,0	-76,6	-77,0
DIFISvert.Smm	N	134	49	38	13	34
	Media	-2,10	-1,65	-,61	-3,03	-4,06
	Desviación típica	7,96	6,78	7,18	8,92	9,73
	Mínimo	-28,0	-13,1	-15,0	-20,9	-28,0
	Máximo	29,0	14,8	15,3	10,5	29,0
	Mediana	-2,1	-2,1	-,4	-3,2	-4,1
DIPISvert.Smm	N	134	49	38	13	34
	Media	3,11	2,73	1,30	4,92	4,99
	Desviación típica	10,55	9,42	9,99	14,71	10,94
	Mínimo	-31,9	-19,6	-19,7	-17,4	-31,9
	Máximo	37,9	20,3	24,7	37,9	34,5
	Mediana	3,1	3,2	,6	4,2	5,6

Tabla 52: Distancia incisivo superior (ápice)- vertical en Sella (mm):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
IS ápice-vert. S1 (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	-61,49	-62,13	-58,39	-60,65	-64,37
	Desviación típica	12,54	5,61	20,63	6,61	8,64
	Mínimo	-97,3	-73,5	-75,9	-72,6	-97,3
	Máximo	60,6	-44,1	60,6	-47,5	-53,9
	Mediana	-61,2	-61,4	-60,9	-60,6	-61,4
IS ápice-vert. S1 (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	-61,49	-62,13	-58,39	-60,65	-64,37
	Desviación típica	12,54	5,61	20,63	6,61	8,64
	Mínimo	-97,3	-73,5	-75,9	-72,6	-97,3
	Máximo	60,6	-44,1	60,6	-47,5	-53,9
	Mediana	-61,2	-61,4	-60,9	-60,6	-61,4
DIFISápicevert.Smm	N	134	49	38	13	34
	Media	-1,80	-,62	-2,49	-1,33	-2,92
	Desviación típica	12,25	5,63	20,44	7,85	7,98
	Mínimo	-119,8	-10,3	-119,8	-16,4	-22,7
	Máximo	27,4	13,4	15,6	12,7	27,4
	Mediana	-1,4	-1,4	,0	,8	-2,9
DIPISápicevert.Smm	N	134	49	38	13	34
	Media	,22	1,48	-5,85	2,80	4,22
	Desviación típica	19,96	9,05	33,30	14,69	10,04
	Mínimo	-197,7	-19,8	-197,7	-23,6	-34,2
	Máximo	34,5	19,5	17,1	34,5	25,1
	Mediana	2,1	2,4	-,3	-1,3	4,7

Tabla 53: Distancia del molar superior (cúspide mesial)- pl. palatino (mm):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
6sup-pl.ptino1 (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	21,63	21,41	21,48	21,22	22,27
	Desviación típica	2,85	2,27	2,95	3,50	3,24
	Mínimo	13,2	17,2	16,6	13,2	15,3
	Máximo	32,9	26,4	28,7	26,5	32,9
	Mediana	21,3	20,8	21,3	21,7	21,4
6sup-pl.ptino2 (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	23,73	23,94	22,67	23,84	24,56
	Desviación típica	3,19	2,47	2,70	2,73	4,38
	Mínimo	16,3	19,2	16,3	19,0	17,4
	Máximo	39,8	28,7	28,0	27,8	39,8
	Mediana	23,7	23,9	22,8	24,6	23,8
DIF6supl.ptinomm	N	134	49	38	13	34
	Media	2,10	2,53	1,19	2,62	2,29
	Desviación típica	2,66	2,46	2,55	2,49	2,96
	Mínimo	-5,7	-4,4	-5,7	-2,3	-4,9
	Máximo	7,7	6,6	5,6	7,0	7,7
	Mediana	2,2	2,6	1,4	2,3	2,3
DIP6supl.ptinomm	N	134	49	38	13	34
	Media	8,23	10,10	4,81	11,00	8,30
	Desviación típica	10,93	9,82	11,05	11,27	11,70
	Mínimo	-26,6	-22,4	-26,6	-11,1	-22,4
	Máximo	34,7	24,8	24,0	34,7	27,4
	Mediana	9,3	11,6	6,3	9,9	10,0

Tabla 54: *Inclinación del incisivo inferior (Inc inf-APg) (°):*

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
inclin. II-APg1 (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	24,62	24,76	24,50	24,46	24,62
	Desviación típica	5,00	4,30	5,08	5,77	5,72
	Mínimo	10,0	15,0	16,0	14,0	10,0
	Máximo	36,0	34,0	34,0	35,0	36,0
	Mediana	25,0	25,0	26,0	25,0	24,5
inclin. II-APg2 (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	25,54	25,22	25,82	25,23	25,79
	Desviación típica	5,02	5,12	4,27	5,02	5,78
	Mínimo	14,0	14,0	19,0	16,0	15,0
	Máximo	41,0	34,0	35,0	34,0	41,0
	Mediana	25,5	26,0	26,0	25,0	25,0
DIFinclin.IIAPg	N	134	49	38	13	34
	Media	,92	,47	1,32	,77	1,18
	Desviación típica	5,08	5,53	5,32	4,97	4,30
	Mínimo	-12,0	-12,0	-10,0	-9,0	-6,0
	Máximo	15,0	15,0	13,0	9,0	14,0
	Mediana	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
DIPinclin.IIAPg	N	134	49	38	13	34
	Media	6,41	4,05	8,95	6,60	6,91
	Desviación típica	23,43	25,06	24,49	24,65	19,74
	Mínimo	-41,4	-41,4	-33,3	-36,0	-25,0
	Máximo	100,0	100,0	76,5	64,3	66,7
	Mediana	3,9	3,8	5,3	5,3	3,8

Tabla 55: Ángulo del incisivo inferior- línea NB (°):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
áng. II-NB1 (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	23,74	23,90	23,68	22,62	24,00
	Desviación típica	6,62	6,18	6,28	7,32	7,52
	Mínimo	5,0	11,0	11,0	11,0	5,0
	Máximo	39,0	36,0	34,0	39,0	38,0
	Mediana	24,0	24,0	25,0	23,0	23,5
áng. II-NB2 (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	23,91	23,69	24,53	23,69	23,62
	Desviación típica	6,29	5,96	5,65	7,17	7,26
	Mínimo	9,0	10,0	15,0	14,0	9,0
	Máximo	36,0	36,0	35,0	34,0	35,0
	Mediana	24,0	24,0	26,0	22,0	22,5
DIFang.IINB	N	134	49	38	13	34
	Media	,17	-,20	,84	1,08	-,38
	Desviación típica	5,04	5,14	5,31	5,77	4,33
	Mínimo	-11,0	-11,0	-9,0	-10,0	-11,0
	Máximo	12,0	12,0	12,0	12,0	10,0
	Mediana	,0	-1,0	1,0	1,0	-1,0
DIPang.IINB	N	134	49	38	13	34
	Media	4,30	1,83	8,07	8,98	1,86
	Desviación típica	26,10	23,77	27,71	29,85	26,44
	Mínimo	-41,2	-41,2	-33,3	-38,5	-40,0
	Máximo	100,0	70,6	73,3	72,7	100,0
	Mediana	,0	-3,3	3,2	3,4	-3,9



Tabla 56: Ángulo del incisivo inferior- pl. oclusal (°):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
Il-pl.ocl1 (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	78,37	78,47	77,76	79,08	78,65
	Desviación típica	7,18	7,00	6,64	7,64	8,06
	Mínimo	65,0	65,0	65,0	65,0	67,0
	Máximo	98,0	92,0	89,0	91,0	98,0
	Mediana	78,5	77,0	77,5	79,0	79,0
Il-pl.ocl2 (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	78,98	78,82	77,39	79,15	80,91
	Desviación típica	7,18	6,72	6,74	7,78	7,90
	Mínimo	65,0	68,0	65,0	70,0	70,0
	Máximo	100,0	94,0	93,0	93,0	100,0
	Mediana	78,0	77,0	77,5	76,0	78,5
DIFIlpl.ocl	N	134	49	38	13	34
	Media	,60	,35	-,37	,08	2,26
	Desviación típica	5,39	5,92	5,22	4,94	4,76
	Mínimo	-11,0	-11,0	-10,0	-8,0	-11,0
	Máximo	13,0	13,0	11,0	11,0	9,0
	Mediana	1,0	,0	-1,0	-1,0	2,5
DIPIpl.ocl	N	134	49	38	13	34
	Media	1,02	,77	-,26	,28	3,11
	Desviación típica	6,91	7,65	6,73	6,33	5,94
	Mínimo	-13,8	-13,8	-11,8	-9,9	-12,0
	Máximo	18,6	18,6	15,3	13,9	13,4
	Mediana	1,1	,0	-1,2	-1,4	3,4

Tabla 57: IMPA: Ángulo del incisivo inferior- pl. mandibular (°):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
IMPA1 II-pl.md (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	89,37	89,98	90,00	88,54	88,09
	Desviación típica	6,75	6,57	6,28	6,89	7,53
	Mínimo	74,0	77,0	74,0	75,0	74,0
	Máximo	109,0	109,0	104,0	99,0	106,0
	Mediana	90,0	90,0	90,0	91,0	86,5
IMPA2 II-pl.md (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	89,81	90,51	90,82	89,54	87,79
	Desviación típica	6,89	7,18	5,93	5,98	7,61
	Mínimo	73,0	73,0	78,0	79,0	73,0
	Máximo	106,0	104,0	105,0	100,0	106,0
	Mediana	90,0	91,0	90,0	89,0	88,0
DIFIMPAIIpl.md°	N	134	49	38	13	34
	Media	,45	,53	,82	1,00	-,29
	Desviación típica	4,92	5,51	4,76	4,97	4,25
	Mínimo	-13,0	-13,0	-10,0	-10,0	-7,0
	Máximo	12,0	12,0	10,0	8,0	8,0
	Mediana	1,0	1,0	1,0	1,0	-,5
DIPIMPAIIpl.md°	N	134	49	38	13	34
	Media	,64	,72	1,08	1,36	-,23
	Desviación típica	5,58	6,20	5,39	5,78	4,86
	Mínimo	-15,1	-15,1	-10,6	-10,8	-8,6
	Máximo	14,6	14,6	12,2	10,7	10,0
	Mediana	1,0	1,1	1,1	1,1	-,5

Tabla 58: FMIA: Ángulo del incisivo inferior- pl. Frankfurt (°):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
FMIA1 II-FH (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	65,86	65,94	65,71	67,77	65,18
	Desviación típica	7,46	7,22	7,10	8,52	7,96
	Mínimo	51,0	51,0	53,0	51,0	51,0
	Máximo	81,0	81,0	78,0	80,0	81,0
	Mediana	66,0	67,0	66,5	69,0	65,0
FMIA2 II-FH (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	65,87	65,65	64,68	66,62	67,21
	Desviación típica	7,12	6,78	6,48	8,25	7,88
	Mínimo	52,0	52,0	54,0	57,0	55,0
	Máximo	86,0	81,0	79,0	81,0	86,0
	Mediana	65,0	66,0	64,0	66,0	65,5
DIFFMIAIIFH°	N	134	49	38	13	34
	Media	,01	-,29	-1,03	-1,15	2,03
	Desviación típica	5,31	5,38	5,15	6,28	4,60
	Mínimo	-12,0	-11,0	-10,0	-12,0	-9,0
	Máximo	13,0	13,0	9,0	9,0	11,0
	Mediana	,0	,0	,0	-1,0	1,5
DIPFMIAIIFH°	N	134	49	38	13	34
	Media	,41	-,03	-1,18	-1,20	3,42
	Desviación típica	8,08	8,26	7,69	9,60	7,11
	Mínimo	-17,4	-15,3	-14,1	-17,4	-11,3
	Máximo	22,4	22,4	14,3	13,7	20,4
	Mediana	,0	,0	,0	-1,6	2,2

Tabla 59: Distancia del incisivo inferior (borde incisal)- pl. mandibular (mm):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
Dist. Il-pl.md1 (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	38,59	38,00	38,23	36,32	40,70
	Desviación típica	4,29	3,18	3,30	4,45	5,72
	Mínimo	27,5	31,5	33,1	27,5	32,9
	Máximo	60,1	45,7	47,3	44,5	60,1
	Mediana	38,1	38,0	37,8	36,7	39,7
Dist. Il-pl.md2 (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	40,76	40,47	39,34	39,41	43,27
	Desviación típica	5,74	3,57	4,06	4,16	8,93
	Mínimo	30,4	32,3	32,0	31,5	30,4
	Máximo	80,0	50,9	49,2	46,9	80,0
	Mediana	40,2	40,3	39,4	40,0	41,9
DIFDist.IIpl.mmmm	N	134	49	38	13	34
	Media	2,17	2,47	1,11	3,09	2,56
	Desviación típica	3,98	3,41	3,51	4,04	5,02
	Mínimo	-14,1	-8,4	-6,8	-3,6	-14,1
	Máximo	19,9	8,1	8,6	12,7	19,9
	Mediana	2,0	2,7	,9	3,3	2,0
DIPDist.IIpl.mmmm	N	134	49	38	13	34
	Media	5,83	6,87	3,13	9,44	5,96
	Desviación típica	10,01	9,14	9,13	13,56	10,32
	Mínimo	-30,7	-20,6	-14,8	-10,3	-30,7
	Máximo	46,2	25,2	24,6	46,2	33,1
	Mediana	5,7	7,6	2,3	9,0	5,8

Tabla 60: Posición del incisivo inferior- línea NB (mm):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
Posic. II-NB1 (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	4,05	3,91	4,14	3,88	4,23
	Desviación típica	2,29	2,17	2,16	2,78	2,49
	Mínimo	-1,1	-1,1	,5	,5	-,6
	Máximo	11,2	8,1	9,2	11,2	11,1
	Mediana	4,0	3,8	4,1	3,6	4,2
Posic. II-NB2 (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	4,39	4,39	4,22	4,67	4,46
	Desviación típica	2,29	1,99	2,04	2,52	2,90
	Mínimo	-,3	,6	,5	1,6	-,3
	Máximo	12,1	8,1	10,2	9,0	12,1
	Mediana	4,5	4,5	4,3	4,7	4,8
DIFPosic.IINBmm	N	134	49	38	13	34
	Media	,33	,47	,08	,79	,24
	Desviación típica	1,50	1,36	1,55	1,63	1,60
	Mínimo	-3,5	-2,6	-3,5	-2,2	-2,7
	Máximo	6,1	3,3	2,3	3,4	6,1
	Mediana	,4	,6	,4	,9	,2
DIPPosic.IINBmm	N	132	47	38	13	34
	Media	13,92	2,87	24,11	64,28	-1,44
	Desviación típica	86,26	89,74	84,55	127,23	53,65
	Mínimo	-500,0	-500,0	-81,5	-47,8	-150,0
	Máximo	460,0	126,9	340,0	460,0	102,9
	Mediana	7,3	6,9	9,0	33,3	-2,6

Tabla 61: Protrusión del incisivo inferior- línea APg (mm):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
protr. II-APg1 (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	3,39	3,54	3,38	3,50	3,15
	Desviación típica	2,23	2,06	2,26	2,57	2,37
	Mínimo	-4,1	-1,6	-2,1	-,6	-4,1
	Máximo	9,3	7,0	7,7	9,3	8,4
	Mediana	3,5	3,7	3,4	3,5	2,8
protr. II-APg1 (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	3,39	3,54	3,38	3,50	3,15
	Desviación típica	2,23	2,06	2,26	2,57	2,37
	Mínimo	-4,1	-1,6	-2,1	-,6	-4,1
	Máximo	9,3	7,0	7,7	9,3	8,4
	Mediana	3,5	3,7	3,4	3,5	2,8
DIFprotr.IIAPgmm	N	134	49	38	13	34
	Media	,16	,22	-,19	-,18	,57
	Desviación típica	2,94	4,45	1,47	1,23	1,62
	Mínimo	-4,3	-3,8	-4,3	-1,8	-2,5
	Máximo	28,6	28,6	2,7	2,2	5,3
	Mediana	-,1	-,5	,1	-,4	,4
DIPprotr.IIAPgmm	N	133	48	38	13	34
	Media	4,33	-6,72	7,26	-30,15	29,84
	Desviación típica	176,35	259,15	103,90	111,89	103,76
	Mínimo	-1300,0	-1300,0	-266,7	-366,7	-147,1
	Máximo	1144,0	1144,0	450,0	118,2	400,0
	Mediana	-6,8	-15,9	-6,0	-11,1	3,4

Tabla 62: Distancia del incisivo inferior (ápice)- vertical en Sella (mm):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
dist. llápice-vert. S1 (mm)	N	133	48	38	13	34
	Media	-61,04	-59,62	-60,75	-61,64	-63,13
	Desviación típica	12,79	18,12	7,70	7,75	9,51
	Mínimo	-99,0	-72,9	-77,2	-74,3	-99,0
	Máximo	54,8	54,8	-49,5	-44,3	-47,3
	Mediana	-61,1	-61,4	-60,0	-62,0	-61,6
dist. llápice-vert. S2 (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	-61,86	-62,62	-57,34	-63,02	-65,38
	Desviación típica	18,39	7,21	20,88	9,48	26,99
	Mínimo	-129,7	-80,6	-77,9	-75,5	-129,7
	Máximo	60,2	-47,0	59,6	-42,3	60,2
	Mediana	-63,3	-63,3	-59,7	-65,3	-65,2
DIFdist.llápicevert.Smm	N	133	48	38	13	34
	Media	-,79	-2,92	3,41	-1,38	-2,25
	Desviación típica	20,32	18,16	21,77	7,49	24,50
	Mínimo	-118,4	-118,4	-12,5	-16,9	-30,7
	Máximo	127,2	14,3	127,2	13,6	124,2
	Mediana	-2,3	-1,0	,0	-3,0	-5,0
DIPdist.llápicevert.Smm	N	133	48	38	13	34
	Media	-1,31	-3,32	-4,42	2,78	3,45
	Desviación típica	32,69	33,05	32,60	14,50	37,48
	Mínimo	-216,1	-216,1	-188,2	-21,9	-194,1
	Máximo	38,1	22,5	23,5	38,1	35,2
	Mediana	3,3	,1	,0	4,3	8,5

Tabla 63: Distancia del incisivo inferior (borde incisal)- vertical en Sella (mm):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
dist. II-vert. S1 (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	71,71	71,30	70,42	70,11	74,36
	Desviación típica	8,03	6,69	7,16	7,63	10,27
	Mínimo	49,2	49,2	58,8	54,0	60,2
	Máximo	112,2	83,1	85,1	82,3	112,2
	Mediana	70,6	70,6	69,6	71,1	71,2
dist. II-vert. S2 (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	72,44	69,44	70,28	71,95	79,35
	Desviación típica	15,98	20,40	7,10	8,91	16,43
	Mínimo	-62,5	-62,5	56,0	48,8	58,8
	Máximo	135,7	89,9	86,3	81,2	135,7
	Mediana	72,5	72,1	69,8	73,7	76,7
DIFdist.IIvert.Smm	N	134	49	38	13	34
	Media	,73	-1,86	-,13	1,84	4,99
	Desviación típica	13,92	19,97	6,96	7,61	9,80
	Mínimo	-131,2	-131,2	-15,3	-9,1	-27,9
	Máximo	31,1	11,6	13,5	19,7	31,1
	Mediana	2,0	1,8	-,3	2,3	4,0
DIPdist.IIvert.Smm	N	134	49	38	13	34
	Media	1,15	-2,31	,29	3,08	6,37
	Desviación típica	19,74	29,02	9,85	12,93	11,30
	Mínimo	-191,0	-191,0	-19,3	-15,7	-32,2
	Máximo	36,5	18,6	23,0	36,5	31,6
	Mediana	2,9	2,3	-,3	3,1	5,5



Tabla 64: *Inclinación del molar inferior (eje axial)- pl. mandibular (°):*

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
6inf eje axial mesial-pl.md1 (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	78,54	77,45	79,13	79,85	78,94
	Desviación típica	4,42	5,14	3,95	2,19	4,25
	Mínimo	63,0	63,0	69,0	75,0	72,0
	Máximo	90,0	89,0	90,0	84,0	89,0
	Mediana	78,0	78,0	78,5	80,0	78,5
6inf eje axial mesial-pl.md2 (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	77,97	75,51	78,63	80,69	79,74
	Desviación típica	4,80	4,34	4,26	4,39	4,76
	Mínimo	66,0	66,0	71,0	71,0	71,0
	Máximo	92,0	86,0	89,0	88,0	92,0
	Mediana	78,0	75,0	78,0	80,0	79,0
DIF6infejeaxialmesialpl.md	N	134	49	38	13	34
	Media	-5,7	-1,94	-5,0	,85	,79
	Desviación típica	4,97	5,11	4,01	5,51	5,20
	Mínimo	-14,0	-14,0	-9,0	-10,0	-8,0
	Máximo	14,0	14,0	9,0	10,0	14,0
	Mediana	-5	-3,0	,0	,0	,0
DIP6infejeaxialmesialpl.md	N	134	49	38	13	34
	Media	-5,55	-2,22	-5,3	1,18	1,18
	Desviación típica	6,38	6,79	4,99	6,97	6,54
	Mínimo	-15,7	-15,7	-11,1	-12,3	-9,4
	Máximo	22,2	22,2	11,8	12,8	17,9
	Mediana	-6	-3,7	,0	,0	,0

Tabla 65: Ángulo del molar inferior (eje axial)- pl. oclusal (°):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
6inf eje axial mesial-pl.ocl.1 (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	84,54	85,78	83,00	82,31	85,35
	Desviación típica	8,64	5,83	13,65	5,86	4,71
	Mínimo	7,0	72,0	7,0	72,0	76,0
	Máximo	100,0	100,0	98,0	92,0	96,0
	Mediana	85,0	87,0	85,0	83,0	85,0
6inf eje axial mesial-pl.ocl.2 (°)	N	133	49	38	13	33
	Media	84,34	85,73	83,92	79,46	84,67
	Desviación típica	5,20	4,76	4,85	5,88	4,92
	Mínimo	70,0	74,0	74,0	70,0	74,0
	Máximo	95,0	95,0	95,0	89,0	93,0
	Mediana	85,0	86,0	84,5	81,0	85,0
DIF6infeaxeaxialmesialpl.ocl	N	133	49	38	13	33
	Media	-21	-,04	,92	-2,85	-,73
	Desviación típica	7,87	4,70	12,93	4,60	4,06
	Mínimo	-11,0	-11,0	-8,0	-9,0	-8,0
	Máximo	76,0	12,0	76,0	5,0	7,0
	Mediana	-1,0	,0	-1,0	-3,0	-1,0
DIP6infeaxeaxialmesialpl.ocl	N	133	49	38	13	33
	Media	7,38	,17	27,39	-3,33	-,75
	Desviación típica	94,34	5,50	176,37	5,49	4,82
	Mínimo	-11,0	-11,0	-9,8	-10,7	-9,2
	Máximo	1085,7	16,7	1085,7	6,6	8,8
	Mediana	-1,2	,0	-1,3	-3,7	-1,1

Tabla 66: Distancia del molar inferior- vertical en Sella (mm):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
6inf. Cúsp.mesial-vert. S1 (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	-45,32	-45,42	-44,10	-45,65	-46,41
	Desviación típica	5,96	5,61	5,74	6,75	6,38
	Mínimo	-66,3	-55,5	-55,5	-57,1	-66,3
	Máximo	-29,6	-29,6	-35,4	-31,7	-36,5
	Mediana	-45,2	-45,6	-43,8	-46,1	-46,3
6inf. Cúsp.mesial-vert. S2 (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	-47,52	-47,36	-42,59	-48,02	-53,06
	Desviación típica	11,56	5,83	15,58	7,08	11,80
	Mínimo	-98,2	-61,7	-58,2	-57,2	-98,2
	Máximo	44,6	-34,2	44,6	-31,6	-39,3
	Mediana	-47,3	-47,7	-44,3	-48,8	-51,2
DIF@6infCuspmesialvert	N	134	49	38	13	34
	Media	-2,20	-1,94	1,51	-2,36	-6,66
	Desviación típica	10,93	5,47	16,74	5,13	8,82
	Mínimo	-31,9	-10,6	-9,4	-13,3	-31,9
	Máximo	97,7	10,6	97,7	7,0	16,5
	Mediana	-2,8	-2,4	-,9	-3,0	-4,8
DIP@6infCuspmesialvert	N	134	49	38	13	34
	Media	5,54	5,06	-1,79	5,94	14,29
	Desviación típica	21,71	12,58	32,37	14,01	16,79
	Mínimo	-184,0	-23,7	-184,0	-15,3	-29,6
	Máximo	48,1	33,8	24,7	42,0	48,1
	Mediana	6,7	4,6	1,9	5,9	11,2

Tabla 67: Distancia del molar inferior- pl. mandibular (mm):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
6inf. Cúsp.mesial-pl.md1 (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	29,12	29,05	28,66	27,48	30,38
	Desviación típica	3,41	2,65	2,75	3,51	4,56
	Mínimo	20,9	23,8	23,7	20,9	24,7
	Máximo	46,0	38,9	35,2	34,2	46,0
	Mediana	28,7	28,7	27,9	26,9	30,3
6inf. Cúsp.mesial-pl.md2 (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	31,10	30,94	29,92	29,35	33,32
	Desviación típica	4,78	2,99	3,36	3,06	7,41
	Mínimo	23,7	26,1	23,7	24,3	24,0
	Máximo	64,1	42,8	39,0	34,7	64,1
	Mediana	30,6	30,6	30,0	28,8	32,4
DIF@6infCuspmesialpl	N	134	49	38	13	34
	Media	1,98	1,89	1,27	1,87	2,95
	Desviación típica	3,32	2,90	2,79	3,12	4,28
	Mínimo	-10,0	-5,2	-4,2	-2,5	-10,0
	Máximo	18,1	7,6	7,6	10,6	18,1
	Mediana	1,9	1,9	1,1	1,4	2,5
DIP@6infCuspmesialpl	N	134	49	38	13	34
	Media	7,01	6,97	4,70	7,83	9,35
	Desviación típica	11,04	10,26	9,95	14,34	11,84
	Mínimo	-29,3	-16,6	-14,5	-9,3	-29,3
	Máximo	50,7	28,2	29,2	50,7	39,3
	Mediana	6,7	6,6	3,7	5,0	8,7

Tabla 68: Resalte (mm):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
Resalte1 (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	1,75	1,52	1,91	1,07	2,15
	Desviación típica	1,79	1,52	1,82	1,98	2,00
	Mínimo	-4,2	-2,7	-3,2	-4,2	-3,2
	Máximo	5,7	4,6	4,4	3,0	5,7
	Mediana	2,1	1,6	2,4	1,5	2,6
Resalte2 (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	2,26	2,44	2,53	2,23	1,71
	Desviación típica	1,39	,90	1,05	,79	2,18
	Mínimo	-4,1	,0	-,1	1,0	-4,1
	Máximo	7,2	5,0	5,2	3,5	7,2
	Mediana	2,4	2,4	2,6	2,0	2,2
DIFResaltemm	N	134	49	38	13	34
	Media	,51	,92	,62	1,16	-,44
	Desviación típica	1,95	1,58	1,99	2,09	2,08
	Mínimo	-7,4	-1,8	-4,4	-1,9	-7,4
	Máximo	6,6	5,7	5,4	6,6	6,0
	Mediana	,4	,8	,1	1,0	-,5
DIPResaltemm	N	131	48	38	11	34
	Media	,80	39,09	-2,63	-30,93	-39,15
	Desviación típica	158,90	153,39	194,20	140,52	116,43
	Mínimo	-461,5	-254,5	-369,2	-383,3	-461,5
	Máximo	850,0	740,0	850,0	157,1	266,7
	Mediana	-6,5	23,2	-16,7	-10,0	-26,7

Tabla 69: Sobremordida (mm):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
Sobremordida1 (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	1,60	1,49	1,91	1,20	1,56
	Desviación típica	1,66	1,59	1,58	1,97	1,75
	Mínimo	-3,9	-1,6	-,7	-3,9	-2,2
	Máximo	6,9	6,9	5,5	3,8	5,3
	Mediana	1,5	1,4	1,8	1,7	1,4
Sobremordida2 (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	1,51	1,63	1,52	1,42	1,36
	Desviación típica	1,46	1,38	1,08	,77	2,06
	Mínimo	-3,9	-2,0	-,7	-,5	-3,9
	Máximo	5,6	4,4	4,3	2,6	5,6
	Mediana	1,7	2,0	1,4	1,7	1,7
DIFSobremordidamm	N	134	49	38	13	34
	Media	-,09	,14	-,39	,22	-,19
	Desviación típica	1,52	1,75	1,35	1,77	1,21
	Mínimo	-4,4	-4,4	-3,7	-2,7	-2,8
	Máximo	4,4	4,4	2,1	3,4	2,7
	Mediana	,1	,3	-,3	,2	,0
DIPSobremordidamm	N	131	46	38	13	34
	Media	-14,27	28,62	-18,06	-114,32	-29,82
	Desviación típica	187,39	225,11	152,78	271,25	97,67
	Mínimo	-950,0	-600,0	-700,0	-950,0	-350,0
	Máximo	800,0	800,0	280,0	60,0	138,5
	Mediana	-9,5	,0	-20,9	-15,0	-2,9

Tabla 70: Ángulo interincisivo (°):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
áng. Interincisivo1 (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	130,58	130,55	130,82	131,92	129,85
	Desviación típica	9,26	8,54	9,38	11,77	9,42
	Mínimo	109,0	113,0	112,0	109,0	111,0
	Máximo	149,0	147,0	149,0	148,0	149,0
	Mediana	130,0	131,0	130,5	132,0	130,0
áng. Interincisivo2 (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	127,32	127,00	126,66	126,00	129,03
	Desviación típica	8,09	7,63	6,91	8,76	9,67
	Mínimo	110,0	112,0	112,0	110,0	110,0
	Máximo	148,0	145,0	141,0	143,0	148,0
	Mediana	127,0	127,0	127,0	128,0	130,5
DIFáng.Interincisivo	N	134	49	38	13	34
	Media	-3,26	-3,55	-4,16	-5,92	-,82
	Desviación típica	8,10	8,45	8,93	9,55	5,28
	Mínimo	-29,0	-20,0	-23,0	-29,0	-13,0
	Máximo	18,0	12,0	18,0	4,0	9,0
	Mediana	-3,0	-3,0	-4,5	-4,0	-1,0
DIPáng.Interincisivo	N	134	49	38	13	34
	Media	-2,26	-2,49	-2,85	-4,12	-,57
	Desviación típica	6,04	6,29	6,75	6,64	4,18
	Mínimo	-20,1	-14,5	-15,4	-20,1	-10,4
	Máximo	16,1	9,0	16,1	3,1	8,1
	Mediana	-2,2	-2,4	-3,4	-3,0	-,7

Tabla 71: Ángulo del plano oclusal- línea SN (°):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+elásticos	Máscara facial	No tratamiento
áng.delpl.ocl-SN1 (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	18,25	17,18	18,89	16,54	19,71
	Desviación típica	4,61	4,20	4,85	4,41	4,58
	Mínimo	8,0	9,0	8,0	8,0	11,0
	Máximo	31,0	27,0	31,0	25,0	27,0
	Mediana	18,5	18,0	19,5	17,0	19,0
áng.delpl.ocl-SN2 (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	16,03	14,69	16,82	14,23	17,76
	Desviación típica	5,25	5,01	5,15	4,60	5,43
	Mínimo	3,0	3,0	5,0	6,0	7,0
	Máximo	27,0	25,0	26,0	22,0	27,0
	Mediana	16,0	15,0	18,0	15,0	18,0
DIFáng.delpl.oclSN	N	134	49	38	13	34
	Media	-2,22	-2,49	-2,08	-2,31	-1,94
	Desviación típica	3,71	3,62	3,65	2,78	4,30
	Mínimo	-12,0	-11,0	-9,0	-8,0	-12,0
	Máximo	8,0	5,0	7,0	3,0	8,0
	Mediana	-2,0	-3,0	-2,0	-2,0	-2,5
DIPáng.delpl.oclSN	N	134	49	38	13	34
	Media	-11,90	-14,17	-10,55	-14,61	-9,08
	Desviación típica	21,76	23,76	19,46	15,42	23,54
	Mínimo	-76,9	-76,9	-47,4	-36,4	-63,2
	Máximo	57,1	33,3	36,8	15,8	57,1
	Mediana	-13,4	-15,0	-12,7	-11,1	-12,3



Tabla 72: Ángulo del plano oclusal- plano palatino (°):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
pl.ocl-pl.ptino1 (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	10,54	9,76	11,45	8,62	11,38
	Desviación típica	4,11	3,64	4,67	3,45	4,01
	Mínimo	,0	,0	3,0	2,0	3,0
	Máximo	24,0	17,0	24,0	14,0	22,0
	Mediana	10,5	10,0	11,5	9,0	12,0
pl.ocl-pl.ptino2 (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	8,33	7,24	9,26	6,69	9,47
	Desviación típica	4,37	4,05	4,39	3,75	4,60
	Mínimo	-2,0	-2,0	,0	-2,0	-2,0
	Máximo	21,0	15,0	21,0	11,0	19,0
	Mediana	9,0	7,0	10,0	8,0	10,0
DIFpl.oclpl.ptino	N	134	49	38	13	34
	Media	-2,21	-2,51	-2,18	-1,92	-1,91
	Desviación típica	3,32	2,99	3,59	2,33	3,84
	Mínimo	-11,0	-8,0	-10,0	-5,0	-11,0
	Máximo	8,0	4,0	8,0	2,0	6,0
	Mediana	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-2,0
DIPpl.oclpl.ptino	N	133	48	38	13	34
	Media	-22,51	-25,96	-18,78	-32,04	-18,16
	Desviación típica	42,42	42,83	34,51	56,60	44,66
	Mínimo	-200,0	-150,0	-100,0	-200,0	-166,7
	Máximo	100,0	100,0	61,5	28,6	50,0
	Mediana	-22,2	-26,1	-27,9	-21,4	-14,8

Tabla 73: Ángulo del plano oclusal- plano mandibular (°):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
pl.ocl-pl.md1 (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	16,28	16,71	15,66	17,69	15,79
	Desviación típica	3,68	3,72	3,16	5,48	3,24
	Mínimo	7,0	7,0	11,0	7,0	8,0
	Máximo	26,0	25,0	26,0	26,0	22,0
	Mediana	16,0	17,0	15,0	19,0	16,0
pl.ocl-pl.md2 (°)	N	134	49	38	13	34
	Media	17,86	18,82	17,53	19,77	16,12
	Desviación típica	4,24	3,89	2,97	7,17	3,97
	Mínimo	7,0	10,0	11,0	8,0	7,0
	Máximo	33,0	28,0	24,0	33,0	23,0
	Mediana	17,5	19,0	17,0	18,0	16,5
DIFpl.oclpl.md	N	134	49	38	13	34
	Media	1,58	2,10	1,87	2,08	,32
	Desviación típica	2,71	2,53	2,77	2,93	2,53
	Mínimo	-7,0	-4,0	-7,0	-3,0	-6,0
	Máximo	9,0	6,0	7,0	9,0	4,0
	Mediana	2,0	3,0	2,0	2,0	,5
DIPpl.oclpl.md	N	134	49	38	13	34
	Media	10,81	14,26	13,79	11,17	2,35
	Desviación típica	17,10	16,15	17,53	14,34	16,68
	Mínimo	-37,5	-22,2	-26,9	-15,0	-37,5
	Máximo	43,8	42,9	43,8	37,5	28,6
	Mediana	11,8	14,3	13,8	13,6	2,8

Tabla 74: Relación molar (mm):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
relación molar1 (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	-3,64	-3,71	-3,14	-3,65	-4,11
	Desviación típica	2,06	2,16	1,27	2,54	2,38
	Mínimo	-11,4	-8,7	-5,6	-9,0	-11,4
	Máximo	3,2	3,2	-,9	1,3	-,3
	Mediana	-3,2	-3,3	-3,1	-4,0	-3,4
relación molar2 (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	-3,24	-2,66	-2,39	-2,52	-5,28
	Desviación típica	2,34	1,62	1,40	1,82	3,00
	Mínimo	-17,7	-8,3	-5,9	-4,5	-17,7
	Máximo	1,7	,5	-,2	1,7	-,4
	Mediana	-2,9	-2,5	-1,9	-3,1	-5,3
DIFrelaciónmolar mm	N	134	49	38	13	34
	Media	,41	1,05	,74	1,14	-1,17
	Desviación típica	2,15	1,82	1,26	2,34	2,56
	Mínimo	-8,9	-3,4	-1,7	-2,0	-8,9
	Máximo	6,5	5,8	3,5	6,5	5,4
	Mediana	,4	1,1	,6	1,4	-1,1
DIPrelaciónmolar mm	N	134	49	38	13	34
	Media	8,88	-20,17	-18,06	-22,15	92,73
	Desviación típica	166,42	55,08	46,04	77,62	304,85
	Mínimo	-189,5	-120,8	-89,5	-189,5	-93,1
	Máximo	1780,0	175,0	100,0	113,3	1780,0
	Mediana	-13,0	-34,4	-22,8	-33,3	29,3

Tabla 75: Distancia del labio superior- línea E (mm):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
lab.sup-líneaE1 (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	-4,13	-4,22	-4,04	-4,02	-4,12
	Desviación típica	2,37	2,27	2,31	2,32	2,68
	Mínimo	-9,4	-8,7	-8,0	-8,4	-9,4
	Máximo	1,4	,6	,7	-,9	1,4
	Mediana	-4,2	-4,1	-4,2	-3,2	-4,8
lab.sup-líneaE2 (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	-5,02	-4,93	-4,67	-4,53	-5,72
	Desviación típica	2,45	2,17	2,43	2,61	2,74
	Mínimo	-14,4	-10,8	-8,3	-8,1	-14,4
	Máximo	3,3	-,5	3,3	1,6	-1,5
	Mediana	-5,0	-4,8	-4,8	-4,8	-5,4
DIFlab.suplíneaEmm	N	134	49	38	13	34
	Media	-,89	-,71	-,63	-,51	-1,60
	Desviación típica	1,98	1,74	1,83	2,21	2,29
	Mínimo	-5,7	-5,7	-4,5	-4,5	-5,5
	Máximo	6,0	2,7	6,0	2,5	3,5
	Mediana	-,9	-,8	-,7	-,6	-1,5
DIPlab.suplíneaEmm	N	132	49	37	13	33
	Media	8,37	-16,45	56,27	12,91	-10,26
	Desviación típica	320,92	219,04	216,94	111,92	536,69
	Mínimo	-2800,0	-1425,0	-222,2	-277,8	-2800,0
	Máximo	1166,7	200,0	1166,7	180,0	750,0
	Mediana	18,2	11,4	18,6	9,8	31,7

Tabla 76: Distancia del labio inferior- línea E (mm):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+ elásticos	Máscara facial	No tratamiento
Protrusión labial lab.inf- líneaE1 (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	-3,08	-2,76	-2,91	-3,60	-3,55
	Desviación típica	2,75	2,28	3,16	2,93	2,85
	Mínimo	-11,4	-8,8	-9,4	-8,3	-11,4
	Máximo	9,0	1,0	9,0	3,3	1,1
	Mediana	-3,2	-2,7	-3,3	-2,9	-3,4
Protrusión labial lab.inf- líneaE2 (mm)	N	134	49	38	13	34
	Media	-3,90	-3,52	-4,03	-2,78	-4,73
	Desviación típica	2,76	2,21	2,49	3,37	3,34
	Mínimo	-14,0	-10,8	-8,7	-9,3	-14,0
	Máximo	4,4	1,2	,9	4,4	2,3
	Mediana	-3,8	-3,3	-4,1	-2,9	-4,6
DIFrotrusiónlabiallab.inf línea Emm	N	134	49	38	13	34
	Media	-,81	-,75	-1,12	,82	-1,18
	Desviación típica	2,42	1,35	3,03	3,29	2,33
	Mínimo	-16,9	-4,5	-16,9	-3,0	-5,1
	Máximo	9,4	2,8	2,1	9,4	6,3
	Mediana	-,9	-,9	-,7	1,1	-1,6
DIProtrusiónlabiallab.inf línea Emm	N	134	49	38	13	34
	Media	34,38	7,21	80,59	-16,97	41,52
	Desviación típica	292,94	261,87	414,26	88,77	214,92
	Mínimo	-1300,0	-1300,0	-200,0	-188,0	-560,0
	Máximo	2500,0	900,0	2500,0	176,5	680,0
	Mediana	12,8	18,2	8,0	-26,3	20,8

Tabla 77: Ángulo nasolabial (Cm-Sn-Ls) (°):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+elásticos	Máscara facial	No tratamiento
áng. Nasolabial1 (NM-Sn-Ls)	N	134	49	38	13	34
	Media	111,86	112,22	111,55	111,69	111,74
	Desviación típica	9,84	9,18	9,08	12,74	10,77
	Mínimo	88,0	93,0	96,0	88,0	93,0
	Máximo	139,0	130,0	128,0	139,0	131,0
	Mediana	112,5	113,0	112,5	112,0	109,0
áng. Nasolabial2 (NM-Sn-Ls)	N	134	49	38	13	34
	Media	109,61	111,90	110,13	107,31	106,62
	Desviación típica	10,30	8,12	8,57	13,59	12,76
	Mínimo	83,0	92,0	95,0	84,0	83,0
	Máximo	137,0	129,0	129,0	128,0	137,0
	Mediana	109,5	112,0	111,0	105,0	104,0
DIFáng.NasolabialNMSnLs	N	134	49	38	13	34
	Media	-2,25	-,33	-1,42	-4,38	-5,12
	Desviación típica	8,63	8,76	7,53	9,27	8,79
	Mínimo	-24,0	-23,0	-24,0	-24,0	-24,0
	Máximo	25,0	25,0	13,0	10,0	11,0
	Mediana	-3,0	,0	-2,0	-4,0	-5,0
DIPáng.NasolabialNMSnLs	N	134	49	38	13	34
	Media	-1,76	,09	-1,02	-3,78	-4,49
	Desviación típica	7,70	7,99	6,62	7,68	7,78
	Mínimo	-21,1	-18,9	-19,2	-18,6	-21,1
	Máximo	24,3	24,3	11,2	8,5	10,8
	Mediana	-2,6	,0	-1,7	-4,5	-4,2

Tabla 78: Grosor del mentón blando (Pg-Pg') (mm):

		TIPO DE TRATAMIENTO				
		Total	Tracción inferior	Brackets+elásticos	Máscara facial	No tratamiento
Grosor mentón blando1 Pg-Pg'	N	134	49	38	13	34
	Media	11,80	11,00	12,07	10,95	12,96
	Desviación típica	2,38	2,01	2,13	2,57	2,60
	Mínimo	7,2	7,9	8,2	7,2	8,6
	Máximo	18,6	17,4	16,5	16,6	18,6
	Mediana	11,5	10,6	11,9	9,8	13,0
Grosor mentón blando2 Pg-Pg'	N	134	49	38	13	34
	Media	12,84	13,14	12,27	9,78	14,22
	Desviación típica	7,57	11,95	2,45	1,79	3,09
	Mínimo	7,3	7,6	8,1	7,3	8,1
	Máximo	94,0	94,0	17,2	12,5	24,0
	Mediana	11,8	11,2	12,3	10,0	13,9
DIFGrosormentónblandoPgPg'	N	134	49	38	13	34
	Media	1,05	2,14	,20	-1,16	1,26
	Desviación típica	7,72	12,30	2,05	1,86	3,07
	Mínimo	-5,2	-3,6	-5,2	-5,0	-3,6
	Máximo	85,4	85,4	4,9	2,6	9,2
	Mediana	,2	,3	,4	-1,6	1,3
DIPGrosormentónblandoPgPg'	N	134	49	38	13	34
	Media	12,50	25,56	2,77	-8,52	12,58
	Desviación típica	88,11	142,30	18,31	17,31	28,47
	Mínimo	-38,5	-23,5	-38,5	-30,1	-29,6
	Máximo	993,0	993,0	49,5	36,1	107,0
	Mediana	1,7	3,2	2,9	-13,0	11,3





**ANEXO 5.-** Coordenadas bajo la curva.**Variables resultado de contraste: Probabilidad pronosticada**

<b>Positivo si es mayor o igual que(1)</b>	<b>Sensibilidad</b>	<b>1 - Especificidad</b>
,0000000	1,000	1,000
,0028567	1,000	,971
,0053605	1,000	,941
,0078381	1,000	,912
,0124627	1,000	,882
,0255053	1,000	,853
,0511264	1,000	,824
,0697033	1,000	,794
,0784077	1,000	,765
,0848496	1,000	,735
,0902245	1,000	,706
,0963978	1,000	,676
,1125757	1,000	,647
,1326145	,968	,647
,1610408	,968	,618
,1950566	,968	,588
,2280020	,968	,559
,2589618	,968	,529
,2854172	,968	,500
,3080723	,968	,471
,3166100	,935	,471
,3372302	,903	,471
,3626749	,903	,441
,3714439	,871	,441
,3757210	,871	,412
,3821871	,871	,382
,3905818	,839	,382
,4027412	,806	,382
,4088452	,774	,382
,4119772	,742	,382
,4157307	,742	,353
,4246079	,742	,324

*Cambios dentoesceléticos en clases III*

,4377506	,742	,294
,4504976	,742	,265
,4591662	,742	,235
,4697418	,742	,206
,5061758	,710	,206
,5380617	,677	,206
,5507358	,645	,206
,5660780	,613	,206
,5805817	,581	,206
,5877171	,581	,176
,5893632	,548	,176
,5944586	,516	,176
,6051624	,516	,147
,6304669	,516	,118
,6555611	,516	,088
,6630183	,516	,059
,6918014	,484	,059
,7406466	,484	,029
,7922115	,452	,029
,8261932	,419	,029
,8408979	,387	,029
,8523246	,355	,029
,8570541	,323	,029
,8632470	,290	,029
,8668274	,258	,029
,8812500	,226	,029
,8952759	,194	,029
,9117260	,194	,000
,9317911	,161	,000
,9393883	,129	,000
,9565422	,097	,000
,9752646	,065	,000
,9874335	,032	,000
1,0000000	,000	,000

1,00 El menor valor de corte es el valor de contraste observado mínimo menos 1, mientras que el mayor valor de corte es el valor de contraste observado máximo más 1. Todos los demás valores de corte son la media de dos valores de contraste observados ordenados y consecutivos.