



**UNIVERSIDAD DE SEVILLA**

**DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGÍA**

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**EFFECTOS INMEDIATOS DENTALES Y ESQUELÉTICOS  
DE LA EXPANSIÓN RÁPIDA DEL MAXILAR CON UN  
DISYUNTOR A DOS BANDAS MODIFICADO**

**TESIS DOCTORAL**

María Méilita Chacón Dávila

**Dirección:** Dr. José Chaqués Asensi

Dr. José María Llamas Carrera

## **Agradecimientos:**

Este trabajo no hubiera podido haberse llevado a cabo sin la colaboración del doctor José Chaqués Asensi que con su generosidad y talento ha representado para mí un verdadero ejemplo de rigor y esfuerzo en el estudio y en la investigación, al cual le agradezco también su enorme profesionalidad a lo largo de estos años.

Por ser un modelo de constancia y esfuerzo continuo en el desarrollo profesional, le doy las gracias al doctor José María Llamas.

Agradezco a Enrique Solano Reina, profesor titular y catedrático de Ortodoncia de la Universidad de Sevilla abrirme los ojos siendo estudiante de Odontología a la especialidad de Ortodoncia y por haberme dado la oportunidad de hacer que ésta sea ahora mi profesión.

Por haberme ayudado a crecer académicamente y por acogerme una vez más en la presentación de esta tesis, mi gratitud a la Universidad de Sevilla.

A mi amiga Marta le agradezco todas aquellas charlas que tuvimos a lo largo de nuestra andadura universitaria y estar siempre cerca a pesar de la distancia que ahora nos separa.

También quiero mostrar mi gratitud a todos aquellos que de una manera u otra me acompañan, y a todos mis amigos que siguen siendo los de siempre y están donde siempre han estado y siendo siempre igual de imprescindibles.

A mis padres, por su apoyo incondicional y haberme dado libertad para hacer todo aquello que he querido y por recordarme cada día dónde están las cosas que importan de verdad. A mis hermanos y sobrinos, por quererme.

# Índice

<b>I. Objetivos del estudio</b> .....	pág. 5
<b>II. Introducción</b> .....	pág. 7
<b>III. Revisión Bibliográfica</b> .....	pág. 13
III-1.Crecimiento y maduración del sistema sutural:.....	pág. 13
III-1-A.Efecto de la edad.....	pág. 15
III-1-B.Dentición mixta/dentición permanente.....	pág. 16
III-1-C.Fuerza de aplicación y cargas residuales.....	pág. 18
III-2.Indicaciones clínicas de la Expansión Rápida Maxilar.....	pág. 22
III-3.Efectos de la Expansión Rápida Maxilar:.....	pág. 27
III-3-A.Efectos de la ERM sobre el complejo maxilar.....	pág. 27
III-3-B.Efectos de la ERM sobre la mandíbula y dientes mandibulares.....	pág. 30
III-3-C.Efectos de la ERM sobre las estructuras faciales adyacentes.....	pág. 32
III-3-D.ERM y el paso del aire.....	pág. 33
III-3-E.Efectos a corto plazo.....	pág. 35
III-3-F.Efectos a largo plazo.....	pág. 37
III-4.Valoración de modelos.....	pág. 43
III-5.Valoración cefalométrica.....	pág. 46
III-5-A.Valoración cefalométrica(frontal).....	pág. 46

III-5-B. Valoración cefalométrica(lateral).....	pág. 49
III-6. Efectos de los diferentes disyuntores.....	pág. 51
III-7. Efectos indeseables de la ERM y estabilidad.....	pág. 59
<b>IV. Material y Método.....</b>	<b>pág. 63</b>
IV-1. Selección de los pacientes.....	pág. 63
IV-2. Expansión rápida del maxilar.....	pág. 64
IV-3. Registros.....	pág. 66
IV-3-A. Análisis de modelos.....	pág. 67
IV-3-B. Análisis radiográfico.....	pág. 70
IV-3-C. Análisis estadístico.....	pág. 73
<b>V. Resultados.....</b>	<b>pág. 74</b>
V-1. Resultados sobre análisis de modelos.....	pág. 74
V-2. Resultados sobre análisis radiográfico.....	pág. 86
V-3. Análisis comparativo.....	pág. 102
V-3-A. Comparación Dentición Mixta 1- Dentición Permanente.....	pág. 102
V-3-B. Comparación Dentición Mixta 1- Dentición Mixta 2.....	pág. 114
<b>VI. Discusión.....</b>	<b>pág. 129</b>
<b>VII. Conclusiones.....</b>	<b>pág. 149</b>
<b>VIII. Bibliografía.....</b>	<b>pág. 151</b>

# I. Objetivos del estudio

La expansión rápida palatina y la expansión rápida maxilar son los términos que más comúnmente se emplean para denominar la expansión maxilar con la apertura de la sutura palatina media. Fue E.C. Angell<sup>1</sup> quien en 1860 publicó en el Dental Cosmos el primer caso a partir del cual se ha desarrollado toda la filosofía actual del tratamiento de expansión. A pesar de que su trabajo fue desacreditado en ese momento por numerosos profesionales dentales, actualmente la disyunción es un medio terapéutico simple, beneficioso y predecible para aumentar el espacio en el arco dentario. En este artículo se muestra un caso con mordida cruzada posterior con una erupción ectópica de un incisivo lateral tratado con una expansión. Angell describió que la corrección tuvo lugar mediante la separación de ambos maxilares a través de la sutura palatina media en dos semanas apareciendo un diastema interincisivo. Este caso clínico fue foco de atención y de controversia debido a la interpretación que hizo Angell sobre los cambios esqueléticos. Algunos dirigentes de la profesión dental criticaron con dureza los hallazgos publicados por Angell en su artículo, llegando a decir que “la separación de ambos fragmentos maxilares es totalmente imposible, siendo este procedimiento de desarticulación de la sutura totalmente erróneo”. Angell<sup>2</sup> publicó un segundo artículo ese mismo año en el Dental Cosmos en el que ofreció un mayor grado de detalles del procedimiento aplicado documentando la anchura intermolar antes y después de la expansión, mostrando la cantidad de ganancia transversal conseguida en un periodo de dos semanas, haciendo de nuevo hincapié en la aparición del diastema, afirmando que el hueso fracturado por medio de la apertura de la sutura media palatina se remineralizaría espontáneamente.

La expansión rápida maxilar ha pasado por diferentes periodos de luces y sobras, cayendo esta modalidad de tratamiento en desuso a principios del siglo XX y siendo rescatada por A.J.Haas<sup>3</sup> en los años sesenta. Este autor empleaba un aparato fijo mucosoportado con cobertura acrílica y con barras bucales y linguales soldadas a los primeros molares permanentes y a los premolares. Este marco metálico estaba cubierto por acrílico y dividido por un tornillo Hyrax de expansión. Este aparato fue modificado por Biederman<sup>4</sup> quien quitó la cobertura acrílica evitando la irritación gingival que se asociaba al aparato de Haas y conocido como el disyuntor higiénico o disyuntor de Hyrax. Su fabricación fue más simple y mejor tolerada por los pacientes. En sucesivas modificaciones, el expansor se anclaba en los segundos molares deciduales y en los caninos en la

dentición mixta, o solamente en los primeros molares permanentes. Tanto Schneidman y cols.<sup>5</sup> como Lamparski<sup>6</sup> como Davidovitch<sup>7</sup> compararon los efectos dentales de un expansor a dos bandas anclado en molares con el convencional aparato a cuatro bandas.

El expansor de Hyrax está cementado sobre molares y premolares, teniendo por tanto cuatro apoyos, dos anteriores y dos posteriores. Para esta tesis se modificó el diseño original, suprimiendo las dos bandas anteriores y colocando dos brazos desde las bandas de los primeros molares hasta los primeros premolares contactado sobre la cara palatina de primeros y segundos premolares. Este expansor con dos apoyos es más fácil de construir, más económico, más fácil de insertar, siendo además más comfortable para el paciente y fácil de limpiar.

Sobre esta base hemos planteado la siguiente hipótesis inicial de trabajo:

“la expansión rápida maxilar producida con un expansor a dos bandas modificado produce efectos inmediatos sobre las estructuras dentales y esqueléticas”.

De esta manera, el objetivo principal de esta tesis es:

- Evaluar los efectos dentales y esqueléticos inmediatos de la expansión rápida maxilar con un disyuntor a dos bandas modificado en la dentición mixta y en la dentición permanente.

Establecido este objetivo principal se tratará de dar respuesta a otra serie de objetivos secundarios:

- Valorar si la respuesta a la expansión se ve influenciada por la edad al comparar los efectos inmediatos producidos por el mismo tipo de disyuntor anclado sobre los primeros molares permanentes en la dentición mixta y en la dentición permanente.

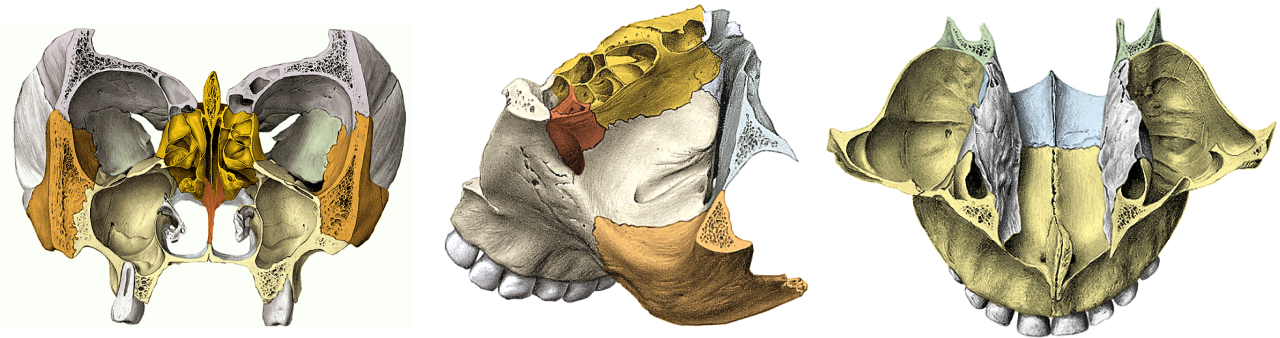
- Determinar si el diseño del disyuntor influye en el efecto inmediato alcanzado. Dentro del grupo en dentición mixta, el disyuntor a dos bandas se apoyó en algunos casos sobre los primeros molares permanentes y en otros sobre los segundos molares deciduales.

## II. Introducción

Los huesos del complejo craneofacial están sometidos a diferentes cambios durante el crecimiento. Estos cambios, tanto en su cantidad como en su dirección, son controlados por procesos celulares genéticos pero también influenciados por factores externos como son las inserciones musculares y la actividad funcional. Además, el patrón de crecimiento de un hueso puede estar parcialmente controlado por el crecimiento de las estructuras esqueléticas adyacentes. La mayoría de los huesos que componen el complejo craneofacial están unidos a través de suturas por lo que cambios en la orientación de los mismos en una región pueden afectar a otras regiones alejadas de la misma<sup>8</sup>.

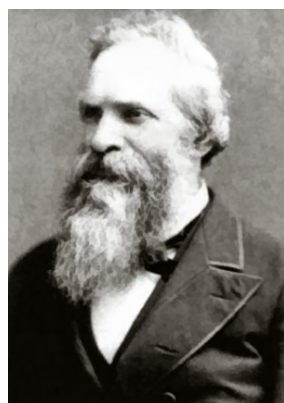
El maxilar ha sido históricamente uno de los objetivos principales en el tratamiento ortopédico para los ortodoncistas, ello se debe primordialmente a la predictibilidad y estabilidad de los resultados obtenidos sobre él, sin embargo, tanto su morfología como sus relaciones estructurales son mucho más complejas que las que competen a la mandíbula. El hueso maxilar superior es par y se encuentra situado en la porción ventrocranial del esqueleto de la cara; está dividido en un cuerpo y cuatro prolongaciones, de las cuales dos, la apófisis ascendente y la apófisis cigomática se desprenden de la porción craneal o superior del hueso, y las otras dos, la apófisis palatina y la apófisis alveolar se implantan en la porción inferior o caudal del mismo<sup>9</sup>. Tal vez, uno de los mayores intereses en las numerosas publicaciones existentes en la literatura sea acerca de las repercusiones que tratamientos como la ERM (expansión rápida maxilar) tienen sobre las diferentes estructuras vecinas, y a la inversa, qué limitaciones o efectos secundarios producen estas relaciones vecinales para llevar a cabo un tratamiento satisfactorio. Conviene remarcar la importancia de las uniones más relevantes de los huesos contiguos al maxilar y que pueden influir en nuestro tratamiento, siendo dichas suturas las siguientes:

- Sutura maxilo-frontal
- Sutura maxilo-etmoidal
- Sutura maxilo-palatina
- Sutura maxilo-zigomática
- Sutura maxilo-vómer
- Sutura maxilo-hueso lacrimal
- Sutura maxilo-esfenoidal
- Sutura palato-esfenoidal



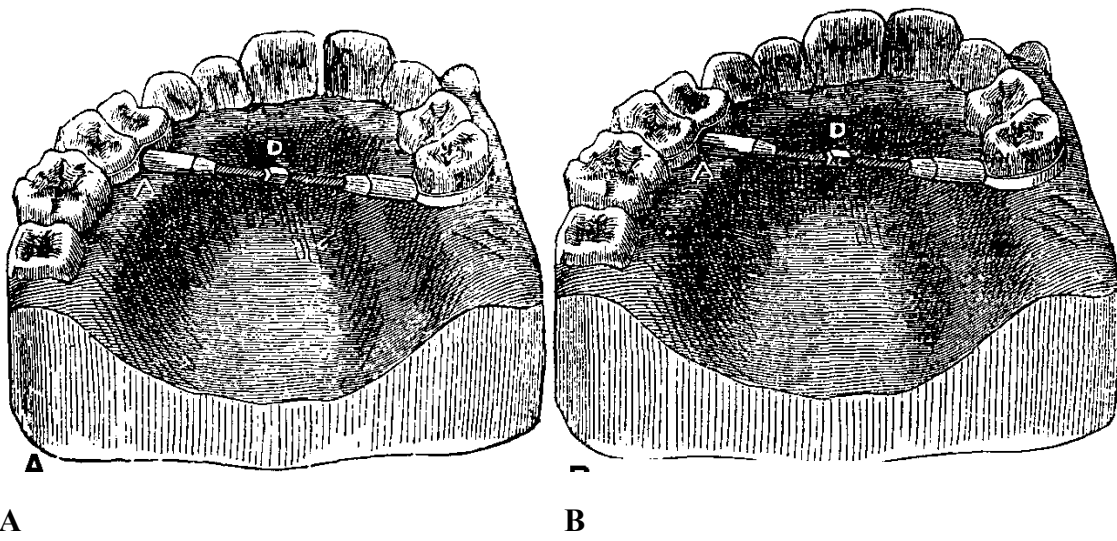
**Figura 1.** Anatomía del maxilar

La expansión rápida maxilar es una modalidad de tratamiento común en pacientes jóvenes con deficiencia maxilar transversal. Fue propuesta por Angell<sup>1</sup> en el siglo XIX para tratar problemas nasales y reintroducida por Hass<sup>3</sup> en 1961. Angell activaba un tornillo soportado en los premolares del paciente dando lugar a la separación de los incisivos centrales y a la corrección de la mordida cruzada posterior. En consecuencia, tanto los efectos clínicos a corto plazo de la expansión rápida en pacientes tratados con este procedimiento en la última fase de la dentición mixta y dentición permanente como sus repercusiones en el complejo craneofacial han sido ampliamente estudiados.

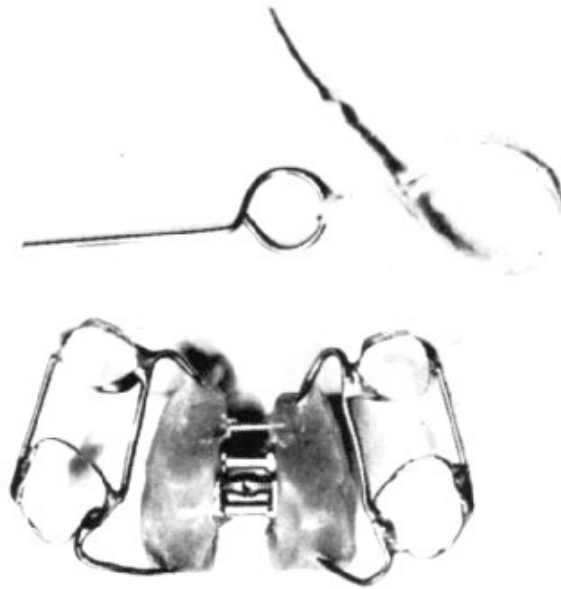


**Figura 2.** Emerson Colon Angell





**Figura 3.** Modelos con aparato tras disyunción, con diastema interincisivo(A) y sin diastema interincisivo(B).



**Figura 4.** Expansor de Haas y llave para la apertura del tornillo

El tratamiento de las discrepancias oseodentarias creando espacio adicional en los arcos dentales es una labor a la que diariamente se enfrentan los ortodoncistas. En pacientes con ligero (<3 milímetros) o severo (>6 milímetros) apiñamiento, la opción de extraer para ganar espacio o no, es obvia. En pacientes con moderado apiñamiento, la decisión está menos clara. El uso de una terapia de extracción o sin extracciones para tratar estos pacientes límite ha sido un tema controvertido a lo largo de la historia de la profesión ortodóncica.

Algunos métodos alternativos a la extracción para resolver la discrepancia oseodentaria consisten en la reducción interproximal dentaria o “stripping”, la distalización molar, la expansión dental y la expansión ortopédica del maxilar. El ortodoncista decidirá si aliviar el apiñamiento sin extracciones a través de la expansión ortopédica o si realizar una combinación de estas tres alternativas.

Las deficiencias maxilares transversales dan lugar a un gran número de manifestaciones clínicas como hipoplasia maxilar, crecimiento facial asimétrico, desviaciones posicionales y funcionales de la mandíbula, alteraciones estéticas dentofaciales, repuestas periodontales adversas, volcamiento dental inestable y otros problemas funcionales<sup>10</sup>. Si esta anomalía existe bien por una disarmonía real o relativa en la relación maxilomandibular, está claro que una discrepancia transversal maxilomandibular ha de considerarse una alteración ortopédica creyendo algunos investigadores que la estabilidad del tratamiento depende de la corrección ortopédica de estas discrepancias.

En niños y adolescentes, el tratamiento con expansión rápida dará buenos resultados si no se ha producido el cierre de la suturas. Por el contrario, la posibilidad de una expansión maxilar con éxito decrece cuando se ha producido dicho cierre y se incrementa la resistencia a fuerzas mecánicas, lo cual ocurre alrededor de los 14-15 años en chicas y de los 15-16 años en chicos<sup>11</sup>. Tras producirse el cierre sutural o haberse completado el crecimiento transversal, la expansión ortopédica maxilar es casi inexistente ya que esta expansión está compuesta en su mayor parte por volcamiento alveolar o dental con un escaso movimiento del hueso basal<sup>12</sup>. En pacientes sin crecimiento, la ERM también causa dolor, complicaciones periodontales y recesiones gingivales en los dientes posteriores<sup>13</sup>. La SARME se propuso para obtener mejores resultados en adultos y prevenir dichas complicaciones llevando a cabo la liberación quirúrgica de las suturas cerradas resistentes a las fuerzas de expansión. Brown<sup>14</sup> fue el primero en describir la SARME en 1938 abriendo únicamente la sutura mediopalatina. Con el tiempo, la SARME junto con osteotomías laterales se convirtió en un procedimiento más simple y más efectivo<sup>15,16</sup>.

Se han usado diferentes métodos para expandir los arcos maxilares comprimidos. Al evaluar la frecuencia de activaciones, magnitud de la fuerza aplicada, duración del tratamiento y la edad del paciente, los diferentes métodos producirán expansiones rápidas, semirrápidas o lentas<sup>17</sup>. Los dispositivos de expansión lenta originan una ligera apertura de la sutura palatina media en la dentición primaria o mixta<sup>18,19</sup> pero ni cefalométrica ni clínicamente los resultados con estos dispositivos de expansión lenta se pueden comparar con los efectos ortopédicos que ocurren al usar el aparato de Hass<sup>3</sup>. Por lo tanto, cuando se diagnostica una compresión maxilar esquelética el tratamiento de elección es la separación de la sutura mediopalatina. Existen dos alternativas posibles para este propósito: expansión rápida maxilar (ERM) y la expansión rápida maxilar quirúrgicamente asistida (SARME). La ERM está indicada para pacientes en crecimiento, mientras que la SARME es la alternativa de elección en adolescentes sin crecimiento y en adultos jóvenes. Sin embargo, otros estudios sugieren que tanto con una expansión maxilar lenta (ELM) como rápida se obtienen resultados similares<sup>20</sup>, pero teóricamente la ERM libera fuerzas que oscilan entre los 15 y los 20 N, mientras que la ELM incorpora fuerzas que sólo alcanzan los 10 N de magnitud. Debido a que los tratamientos con ERM ejercen una fuerza mayor en las estructuras circunmaxilares, los cambios en las estructuras esqueléticas, aparte de la que se produce en el maxilar, son más factibles. Algunas desventajas observadas con la ERM son: apertura de la mordida<sup>21</sup>, recidiva, microtrauma en la ATM y en la sutura mediopalatina y reabsorción radicular<sup>22,23</sup>.

Debido a que ha sido observada una relación entre el incremento de la resistencia a la expansión esquelética con la edad del paciente, el uso de la ELM en adolescentes debe ser cuestionado debido a que no ofrece una fuerza de expansión suficiente para separar la sutura mediopalatina en adultos jóvenes<sup>24</sup>, además con la ELM se producen menores cambios en las planas maxilar y mandibular<sup>25</sup>, una fijación pobre, la fractura o pérdida del aparato y una irritación palatina<sup>26</sup>.

La expansión rápida maxilar incrementa las dimensiones transversales del arco superior principalmente por la separación de los dos fragmentos maxilares (efecto ortopédico), seguido del movimiento bucal de los dientes posteriores y de los procesos alveolares (efecto ortodóncico). La ERM se emplea, por tanto, no sólo para corregir la compresión maxilar, sino para crear espacio adicional en el arco dental y de esta forma resolver el apiñamiento<sup>27</sup>.

Las fuerzas de gran magnitud liberadas durante la expansión de un tornillo abren la sutura intermaxilar incrementando la anchura del hueso basal y el perímetro del arco dentario. Así, Adkins y cols<sup>28</sup>, demostraron que por cada milímetro de incremento en la anchura transpalatal en la región premolar se produce un incremento de 0,7 mm en el perímetro del arco maxilar. Además de estas alteraciones transversales deseables, la ERM produce cambios perceptibles en los planos faciales sagital y vertical. La literatura demuestra claramente que, inmediatamente después de la expansión, hay un desplazamiento maxilar hacia abajo y una extrusión de los dientes de soporte que da lugar a la rotación hacia atrás y hacia abajo de la mandíbula. Esta rotación de la mandíbula induce cambios cefalométricos como un incremento en la inclinación del plano mandibular, en la altura facial anteroinferior y en la convexidad facial, además de la apertura evidente de la mordida en la región anterior.

La terapia de expansión palatal afecta tanto a las estructuras craneofaciales como a los dientes a los que el aparato está anclado. En el plano horizontal, la sutura mediopalatina se separa asimétricamente en un modelo en forma de “V”, con una mayor expansión en el aspecto anterior del paladar. Estudios anteriores han sugerido que se produce una mayor resistencia a la división sutural en el área posterior del paladar debido a la articulación del maxilar con los huesos craneales circundantes. Por tanto, debe ser más apropiado realizar la expansión cerca de las fuentes anatómicas de resistencia y teóricamente, esto dará lugar a un modelo uniforme de expansión palatal. Sin embargo, tanto empleando expansores a dos bandas cerca de estas zonas de resistencia, como expansores a cuatro bandas, la expansión de la sutura es mayor en la región anterior con convergencia de la apertura sutural hacia la parte posterior del paladar<sup>7</sup>, produciéndose una apertura paralela de la sutura cuando la ERM se acompaña de la disyunción quirúrgica de los procesos pterigomaxilares.

### **III. Revisión bibliográfica**

#### **III-1. Crecimiento y maduración del sistema sutural:**

La información disponible en relación al tiempo ideal para tratar la deficiencia maxilar transversal desde el punto de vista ortopédico se basa en estudios sobre el crecimiento y la maduración del sistema sutural intermaxilar. Melsen<sup>29</sup> utilizó material histológico para examinar la maduración de la sutura mediopalatina en diferentes estadios del desarrollo. En la etapa infantil (hasta los 10 años) la sutura era ancha y lisa, mientras que en la etapa juvenil (entre 10 y 13 años) era una sutura escamosa con secciones superpuestas. Finalmente, durante la adolescencia (entre 13 y 14 años) la sutura era más ondulada y con más interdigitaciones. En su estudio de 1982, Melsen y Melsen<sup>30</sup> también incluyeron observaciones de la etapa adulta de la sutura donde vieron sinostosis y numerosas formaciones de puentes óseos a lo largo de la sutura. Con estos datos histológicos, pacientes con una maduración esquelética avanzada en la sutura mediopalatina tienen dificultad para ser sometidos a una expansión maxilar ortopédica. El soporte clínico a los hallazgos histológicos de Melsen se derivan de los resultados de un estudio de Wertz y Dreskin<sup>31</sup> que registraron cambios ortopédicos mayores y más estables en pacientes por debajo de los 12 años.

Estudios sobre implantes<sup>32,33</sup> han demostrado que el crecimiento transversal del maxilar sigue la misma curva de velocidad que la altura corporal con tiempos similares en los picos de crecimiento y en la finalización del crecimiento. Así, los resultados en el tratamiento con ERM necesitan ser evaluados con respecto a la etapa de maduración esquelética para detectar posibles diferencias entre los tratados antes o después del pico puberal.

Es bien conocido que la maduración esquelética exhibe grandes variaciones individuales. La maduración esquelética se puede valorar con una serie de indicadores biológicos: incremento en la estatura, maduración de la mano y de la muñeca, desarrollo dental y erupción, menarquia, cambios en el pecho y en la voz y maduración vertebral cervical. Franchi y cols<sup>34,35</sup> analizaron la validez de las seis etapas de maduración cervical vertebral como indicador biológico de madurez esquelética en 24 pacientes. Con el método de maduración vertebral cervical se detectó que el mayor incremento en el crecimiento mandibular y cervical ocurría en el intervalo desde la etapa 3 a la

etapa 4, cuando el pico de crecimiento de estatura también ocurría. La tasa de prevalencia de los sujetos examinados que presentaron el pico de crecimiento de estatura y mandibular en este intervalo fue del 93,5 %. El método de maduración cervical vertebral fue usado previamente para la valoración del momento óptimo para la corrección de la maloclusión de clase II con aparatos funcionales como el twin block<sup>36</sup>.

Baccetti y cols.<sup>37</sup> llevaron a cabo un estudio en el que evaluaron las diferencias en los efectos dentoesqueléticos a corto y a largo plazo de la ERM en sujetos tratados antes y después del pico de crecimiento puberal a través del método de maduración cervical para valorar el momento ideal de tratamiento para la expansión ortopédica maxilar. Los resultados del estudio mostraron que se inducen cambios esqueléticos significativamente más favorables en el plano transversal cuando se inicia antes del pico puberal de crecimiento esquelético. Estos hallazgos clínicos coinciden con los datos histológicos previamente registrados por Melsen<sup>29</sup>, quien demostró un mayor nivel de respuesta a estímulos mecánicos en la sutura mediopalatina en pacientes preadolescentes debido a un menor grado de interdigitación entre las dos segmentos del maxilar. A través de la ERM con el expansor de Haas se indujeron cambios transversales clínicamente significativos y reproducibles a nivel dentoalveolar en pacientes tratados antes y después del pico puberal de crecimiento. Los pacientes tratados antes del pico puberal exhibieron cambios a largo plazo significativos y más efectivos a nivel esquelético tanto en el maxilar como en las suturas circunmaxilares. Cuando la ERM se realiza tras el pico puberal de crecimiento, las adaptaciones maxilares de la expansión cambian del nivel esquelético al nivel dentoalveolar.

Lione y cols.<sup>38</sup> evaluaron los efectos del tratamiento con expansión rápida maxilar en la sutura mediopalatina y en los procesos pterigoideos a través de tomografía computerizada a baja dosis tomando registros antes de la expansión, tras la expansión activa y tras 6 meses de retención. La cantidad de apertura de la sutura mediopalatina durante la fase activa fue de 3.01, 2.17 y 1.15 milímetros para las anchuras anterior, media y posterior, respectivamente, mientras que la anchura pterigoidea incrementó 1.49 milímetros. Tras el periodo de retención, todas las medidas, a excepción de la anchura pterigoidea, decrecieron, siendo la anchura transversal la misma que antes de iniciar la expansión.

En un estudio reciente llevado a cabo por Franchi y cols.<sup>39</sup> se evaluó la densidad de la sutura mediopalatina a través de tomografía computerizada antes, tras la expansión activa y después de un

periodo de retención de 6 meses. La muestra del mismo consistió en 17 sujetos prepuberales con constricción maxilar y con mordida cruzada uni o bilateral sometidos a una expansión de 7 milímetros y se localizaron 4 áreas de interés, dos a nivel de la sutura mediopalatina y dos en el hueso palatino. La densidad medida fue diferente según el área lo que explica una mayor apertura en la región sutural anterior que en la posterior tras la fase activa de expansión, lo cual concuerda con el estudio previo de Lione y cols.<sup>38</sup>. Los niveles de gris de la sutura mediopalatina antes de la expansión eran menores que en el hueso palatino tanto anterior como posteriormente, siendo un 50% y un 30% menores respectivamente, lo cual indica que en una etapa prepuberal en el desarrollo esquelético la sutura mediopalatina no ha completado su osificación. La ERM produjo una apertura de la sutura en todos los pacientes lo cual se confirma con una reducción de la densidad justo después de la expansión siendo éste un 70% menor que al inicio del tratamiento. Tras 6 meses de retención, la sutura mediopalatina se reorganizó y presentó una densidad similar al valor inicial. Esto confirma estudios histológicos previos que indican que un periodo de retención de 6 meses permite la reorganización de la sutura<sup>40</sup>.

En futuras investigaciones sería interesante observar si la densidad de la sutura mediopalatina tiende a incrementarse en sujetos postpuberales y si una diferencia en la densidad se relaciona con una diferente cantidad de apertura sutural.

### **III-1-A.Efecto de la edad:**

Se pensaba que el crecimiento en la sutura mediopalatina cesaba a los tres años<sup>41</sup>. A través de implantes, Björk y Skieller<sup>42</sup> encontraron que esto ocurría a los 13 años. Persson y Thilander<sup>43</sup> en un estudio en cadáveres encontraron que un 5% de la sutura estaba obliterada a los 25 años, con una variación tal que a los 15 años ésta podría estar osificada y sin embargo en otros casos a los 27 años estuviera sin osificar. Por tanto, la ERM en adolescentes y adultos incluye la fracturación de interdigitaciones óseas.

Brin y cols.<sup>44</sup> evaluaron la relación entre la ERM y el ciclo de nucleótidos en la sutura. Concluyeron que los animales más viejos respondían menos a las fuerzas aplicadas que los animales jóvenes, de ahí que la habilidad del grupo más viejo para adaptarse a las fuerzas de la ERM decrezca. Muchos investigadores están de acuerdo en que la apertura de la sutura mediopalatina se puede lograr tanto

en jóvenes como en adultos, pero conforme avanza la madurez, la rigidez de los componentes esqueléticos limita la extensión y la estabilidad de la expansión.

Wertz<sup>45</sup> registró una diferencia interesante con la edad en los cambios en la anchura intermolar tras la ERM. Dividió su muestra en 3 grupos de edad: por debajo de los 12, entre los 12 y los 18 y por encima de los 18. Encontró que tras la expansión y durante la retención fija se produjo una recaída en los tres grupos (-0.5,-0.6 y -0.5 milímetros, respectivamente). Por otro lado, cada grupo de edad se comportó de forma diferente desde que se retiró el aparato hasta el fin de la retención. El grupo por debajo de los 12 años de edad tuvo un incremento mayor en la distancia intermolar de aproximadamente un 16%, el grupo entre 12 y 18 años tuvo una recaída de aproximadamente un 10%, y en el grupo por encima de los 18 años la recaída fue de un 63%. Por tanto, la edad ideal para la expansión es antes de los 13-15 años de edad. Aunque es posible lograr la expansión en pacientes mayores, los resultados no son ni predecibles ni estables.

### **III-1-B.Dentición mixta/Dentición permanente:**

La mordida cruzada posterior se define como una discrepancia transversal en las relaciones dentarias debido a un arco dentario superior estrecho comparado con el arco dentario inferior<sup>46</sup> y es una de las maloclusiones que con más frecuencia se detecta en diferentes periodos de la dentición<sup>47</sup>.

La situación de la oclusión primaria afecta al desarrollo de la oclusión permanente. Así, se cree que una mordida cruzada puede pasar de la dentición decidua a la permanente y que la mordida cruzada puede tener efecto a largo plazo sobre el crecimiento y desarrollo dental y óseo<sup>48,49</sup>. El desplazamiento anormal de la mandíbula(desviación funcional) puede dar lugar a una deformidad de las estructuras orofaciales causando efectos indeseables sobre la ATM y el sistema masticatorio. Estudios electromiográficos han mostrado que la actividad de los músculos temporal y masetero está alterada en niños con mordida cruzada unilateral<sup>50,51</sup>. Otros estudios sobre adolescentes y adultos han revelado que pacientes con mordida cruzada posterior tienen un mayor riesgo de desarrollar desórdenes cráneomandibulares mostrando más signos y síntomas de estos problemas<sup>52,53,54,55</sup>. Por tanto, es preceptivo el tratamiento temprano para normalizar la oclusión y crear las condiciones para desarrollo oclusal normal ya que posponer el tratamiento hace que éste resulte más largo y complicado<sup>56</sup>. Varios investigadores indican que esta anomalía no se autocorrije por lo que recomiendan tratarla en una etapa temprana<sup>56,57,58</sup>. De acuerdo con este



concepto, es necesario corregir esta forma de maloclusión tan pronto como sea posible para prevenir tanto una disfunción mandibular como una asimetría craneofacial<sup>59</sup>. Sin embargo, algunos autores señalan que no hay ninguna evidencia científica disponible que muestre cuál es la modalidad (quádhelix, placa de expansión o ERM) de tratamiento más efectiva en la etapa decidua ya que todas muestran un alto porcentaje de éxito en la corrección de la mordida cruzada posterior aunque el tratamiento con una placa de expansión fracasa en un tercio de los pacientes debido a una colaboración insuficiente<sup>60</sup>.

Zafer Sari y cols.<sup>61</sup> llevaron a cabo un estudio para comparar los efectos dento-esqueléticos de la ERM cuando es empleada en dentición mixta y permanente. El grupo tratado estaba compuesto por 51 pacientes, 34 de ellos en dentición mixta (edad media  $9,2 \pm 1,3$ ) y 17 en dentición permanente (edad media  $12,7 \pm 1,2$ ). Se tomaron radiografías laterales y frontales, así como modelos antes del tratamiento, tras éste y después del periodo de retención, siendo éste de 25 semanas para el grupo en dentición mixta y de 12,9 semanas para el grupo en dentición permanente. Se empleó un tornillo Hyrax con acrílico cubriendo las superficies oclusales que fue activado en ambos grupos un cuarto de vuelta dos veces al día durante la primera semana para vencer la resistencia de las suturas y una vez al día una vez las suturas estaban movilizadas. Se consideró que la expansión era adecuada cuando la cara oclusal de la cúspide lingual superior de los primeros molares contactaba con el aspecto oclusal de la cúspide vestibular de los primeros molares inferiores. Se concluyó que la ERM daba lugar a cambios dentales y esqueléticos significativos en las estructuras dentofaciales. Tras la ERM, el maxilar se desplazó hacia delante, la mandíbula rotó posteriormente, la altura facial incrementó así como los anchos nasal, maxilar e intercaninos, los primeros molares sufrieron un volcamiento bucal en ambos grupos y casi todos estos cambios fueron estables en el periodo de retención. El incremento en el ángulo ANB fue menor en el grupo en dentición mixta. Los resultados sugieren que los efectos ortopédicos de la ERM no son tan grandes como se esperaban en etapas tempranas y debería ser una mejor alternativa retrasar este tratamiento para el inicio de la dentición permanente.

Sin embargo, otros autores señalan que el uso de los dientes deciduos como anclaje para el expansor es beneficioso ya que evita los efectos indeseables que se han descrito en los dientes permanentes usados para este fin. Entre ellos la reabsorción radicular y el daño periodontal son particularmente relevantes. La reabsorción de las superficies bucales de las raíces de los dientes de anclaje ha sido observada por numerosos autores<sup>62,63</sup> y es todavía activa tras 9 meses de retención<sup>64</sup>. También se ha

demostrado que cuando un premolar de un lado se conecta al expansor, el premolar que no se conecta no exhibe ningún signo de reabsorción.

### **III-1-C.Fuerza de aplicación y cargas residuales:**

Zimring e Isaacson<sup>61</sup> encontraron que la carga máxima producida por una vuelta al tornillo ocurría en el momento de realizarla y empezaba a disiparse justo después siendo el esqueleto facial la principal resistencia para la expansión. Las cargas máximas obtenidas fueron de entre 16.6 libras y 34.8 libras durante el tratamiento y gradualmente se fueron disipando durante el periodo de retención de seis semanas. Isaacson y cols.<sup>66</sup> registraron fuerzas de entre 3 y 10 lb con vueltas únicas del tornillo con cargas acumuladas de 20 lb o más tras múltiples vueltas diarias. La separación de los incisivos centrales se producía entre la novena y la duodécima vuelta en todos los pacientes sin acompañarse de incrementos en los síntomas subjetivos ni en la caída de la carga.

En 1966, Starnbach y cols.<sup>8</sup>, colocaron aparatos de expansión en monos *rhesus* que fueron sacrificados en varios momentos durante el tratamiento y en las fases de retención. El examen histológico mostró que el movimiento en masa lateral fue mayor que el movimiento rotacional. También vieron que había actividad sutural en las áreas nasal, cigomáticomaxilar y cigomáticotemporal siendo la sutura nasal la que presentaba mayor actividad ósea y la sutura cigomáticotemporal la que menos.

Gardner y Kronman<sup>67</sup> resaltaron la importancia con la que la expansión palatal debería ser tomada ya que en sus experimentos con monos *Macaca Rhesus*, vieron evidencias de distorsiones producidas en las suturas lamboidea y parietal así como en la sincondrosis esfenoccipital tras la expansión con aparatos fijos acrílicos con tornillos.

En 1973, Storey<sup>68</sup> observó que la expansión palatina era mayor en la cresta alveolar y menor en la bóveda palatina y que los huesos maxilares se doblaban con el centro de rotación en la sutura frontonasal. Años más tardes, Wertz y Dreskin<sup>31</sup> mostraron en su estudio clínico que el maxilar siempre se mueve hacia abajo y hacia delante durante la apertura de la sutura y que la expansión esquelética maxilar en pacientes más jóvenes no daba lugar a recidiva mientras que en pacientes mayores sí se producía una pérdida en las anchuras conseguidas tras la expansión. En 1977, Chaconas y de Alba<sup>69</sup> registraron que fuerzas ligeras con un quádhelix eran suficientes para producir

cambios esqueléticos en pacientes jóvenes pero estas fuerzas no son suficientes para producir los mismos resultados en adultos. En un estudio clínico con Minne-expander, Hicks<sup>25</sup> produjo una considerable separación de los segmentos maxilares usando una fuerza continua de 2 libras y alcanzando una expansión de entre 3.8 y 8.7 milímetros en un periodo de 13 semanas. Timms<sup>70</sup> por su parte, señaló que usando un tornillo fijo no sólo se separan los procesos palatinos del maxilar, sino que también se desplazan los procesos pterigoideos del hueso esfenoides.

Chaconas y Caputo<sup>71</sup> emplearon un modelo anatómico tridimensional que duplicaba un cráneo humano y usaron diferentes materiales que simulaban las diferentes estructuras craneofaciales de tal forma que los huesos de la parte media se fabricaron de forma separada y fueron articulados en una correcta relación sutural. Se colocaron un aparato removible y cuatro fijos (Haas, Minne-expander, Hyrax y quad-helix) y observaron que el aparato de Haas, Hyrax y el tornillo removible revelaron fuerzas en su mayoría ortopédicas en cada activación del aparato y que el Minne-expander mostró menos fuerza en cada activación pero estaba dentro del rango ortopédico. El quad-helix produjo fuerzas por debajo del rango ortopédico y fue considerado un aparato de acción ortodóncica excepto cuando se emplea en niños en dentición mixta (entre 7 y 9 años) donde el quad-helix encuentra menor resistencia y se produce el ensanchamiento del maxilar. El estrés producido por los aparatos fijos se concentró en la región anterior del paladar progresando posteriormente hacia los huesos palatinos. Con los aparatos Haas, Hyrax y Minne-expander, el estrés se irradió superiormente a lo largo del hueso palatino hasta estructuras anatómicas más profundas como las alas pterigoideas del esfenoides, el proceso cigomático y la pared media de la órbita. Se observaron características similares sobre el estrés acumulado con el aparato removible pero tras incrementar la activación, disminuía la retención del mismo y, por tanto, se reducía dicho estrés. En teoría, un aparato removible que esté estable puede ser tan efectivo como un aparato de expansión fijo pero en la práctica es raro que el clínico pueda anclar el aparato removible lo suficiente como para darle la estabilidad necesaria para crear un efecto ortopédico eficiente.

A pesar de que los estudios anteriores han proporcionado un conocimiento detallado en relación con la técnica de expansión rápida maxilar, los efectos de este procedimiento todavía permanecen poco claros debido a la evaluación limitada de los efectos biomecánicos en las estructuras internas del complejo craneofacial. El modelo de elemento finito, que se ha aplicado en el análisis mecánico del estrés y la deformación en el campo de la ingeniería, ayuda a elucidar las variables biomecánicas como desplazamiento, deformación y estrés inducidas en estructuras vivas al aplicar varias fuerzas

externas<sup>72,73</sup>. Iseri y cols.<sup>74</sup> llevaron a cabo un estudio para evaluar los efectos biomecánicos de la ERM sobre el complejo craneofacial usando un modelo de elemento finito aplicado como un modelo tridimensional sobre un cráneo humano de un niño de 12 años con una base maxilar estrecha y mordida cruzada posterior bilateral que no presentaba ninguna anomalía craneofacial y en el que estaba indicada una expansión rápida maxilar de acuerdo con el análisis esquelético y dentoalveolar. La respuesta mecánica en términos de desplazamiento y estrés fue determinada por la expansión del maxilar de hasta 5 milímetros en cada lado. Desde una perspectiva oclusal, las dos mitades del maxilar se separaron de una forma casi paralela durante expansiones de 1, 3 y 5 milímetros. El mayor ensanchamiento se registró en las áreas dentoalveolares decreciendo gradualmente hacia estructuras superiores al igual que la anchura de la cavidad nasal en el piso de la nariz que también sufrió un incremento marcado. No observaron, sin embargo, ningún desplazamiento en los huesos parietal, frontal y occipital. Se observaron tasas de estrés elevadas en las regiones canina y molar de maxilar, en la pared lateral de la cavidad nasal inferior, en los huesos cigomáticos y nasal con la máxima concentración de estrés en las alas pterigoideas del hueso esfenoides en la región cercana a la base craneal. Todo lo anterior indica que la ERM no sólo produce una fuerza de expansión en la sutura intermaxilar sino también sobre varias estructuras del complejo craneofacial. El desplazamiento rápido o la deformación de los huesos faciales da lugar a una recaída a largo plazo mientras que una expansión más lenta probablemente produce menor resistencia tisular en las estructuras nasomaxilares. Por tanto, una separación maxilar lenta inmediatamente después de la separación de la sutura mediopalatina, estimularía la adaptación de las estructuras nasomaxilares y evitaría la recidiva en el periodo postretención.

Jafari y cols.<sup>75</sup> usaron un sistema tridimensional que permite simular las fuerzas ortodóncicas aplicadas clínicamente y permite analizar la respuesta del esqueleto craneofacial a las cargas ortodóncicas en el espacio tridimensional. El análisis de elemento finito tiene una serie de ventajas: es una técnica no invasiva, la cantidad de estrés que se experimenta en cada punto dado puede ser teóricamente medida; el diente, el hueso alveolar, el ligamento periodontal y los huesos craneofaciales se pueden simular y las propiedades materiales de estas estructuras también se pueden simular en un ambiente oral in vitro; el desplazamiento del diente se puede visualizar gráficamente; el punto de aplicación, magnitud y dirección de una fuerza puede ser variado para simular una situación clínica y el estudio se puede repetir tantas veces como el operador quiera ya que no se afectan las propiedades físicas del material<sup>76</sup>. Este sistema es, por tanto, una potente herramienta de estudio, habiendo en la literatura numerosos estudios que evalúan la distribución del

estrés y la deformación de las estructuras craneofaciales que de otra forma no hubieran podido ser evaluados<sup>72,76,77</sup>. Pero es la confirmación experimental o clínica de la predicción teórica la meta de cualquier estudio de simulación. Los resultados del estudio de Jafari<sup>75</sup> indican que las fuerzas transversales ortopédicas no sólo produjeron una fuerza expansiva en la sutura intermaxilar sino que también produjeron fuerzas elevadas en varias estructuras del complejo craneofacial, sobre todo sobre el esfenoides y el cigomático. El máximo desplazamiento lateral se produjo en el borde incisal del incisivo central superior. Se produjo un desplazamiento piramidal del maxilar en una vista frontal con la base de la pirámide localizada en el lado oral y la punta, en el hueso nasal. Desde una vista oclusal, las dos mitades del maxilar, la base del maxilar y las paredes laterales de la cavidad nasal se separaron más en la zona anterior. La anchura de la cavidad nasal en el suelo de la nariz aumentó notablemente, mientras que la parte porsterosuperior de la cavidad nasal se movió poco en dirección lateral. No se produjo un desplazamiento lateral significativo en los huesos temporal, parietal, frontal, esfenoides y occipital. Las partes inferiores de las alas del pterigoides se desplazaron o se doblaron lateralmente pero hubo un mínimo desplazamiento en la región cercana a la base craneal donde las alas son más rígidas. También se observó que el borde anteroinferior del hueso maxilar, el hueso maxilar, los incisivos centrales maxilares y los molares se desplazaron hacia adelante, mientras que el hueso cigomático lo hizo hacia atrás. El cuerpo del hueso cigomático se movió hacia arriba mientras que la parte anterior del hueso maxilar (punto A y espina nasal anterior) y los incisivos centrales superiores se desplazaron hacia abajo. Estos autores señalaron la necesidad de liberar las alas pterigoideas del esfenoides para permitir la expansión maxilar a nivel posterior durante la expansión asistida quirúrgica maxilar. Debido a su relativa rigidez, los tejidos esqueléticos ofrecen una inmediata resistencia a la fuerza de expansión. Otro factor igualmente importante es el complejo de tejidos blandos que rodea las estructuras esqueléticas. Los músculos de la masticación, los músculos faciales y la fascia son relativamente elásticos y pueden ser alargados cuando se aplican las fuerzas de expansión pero la capacidad de éstos para adaptarse de forma permanente a un nuevo ambiente es un hecho que necesita otra investigación.

Hay dos escuelas en relación con la velocidad de apertura palatina. Los que defienden la expansión rápida (de 1 a 4 semanas) creen que se produce mínimo movimiento dentario y máximo desplazamiento esquelético. Los que abogan por una expansión lenta (de 2 a 6 meses) creen que produce menos resistencia en los tejidos de las estructuras circunmaxilares y una mejor formación de hueso en la sutura intermaxilar ayudando ambos factores a minimizar la recidiva postexpansión. Los expansores lentos como el quádhelix pueden transmitir fuerzas entre varias onzas a dos libras.

Pueden separar el maxilar, particularmente en dentición mixta. La tasa de separación varía entre 0.4 y 1.1 milímetros a la semana y puede incrementar la anchura intermolar hasta 8 milímetros. Los cambios esqueléticos se estiman ser de entre un 16% y un 30% del cambio total y varían con la edad<sup>23</sup>. La tasa de la expansión maxilar rápida es de 0.2 a 0.5 milímetros al día y la anchura intermolar puede incrementarse hasta 10 milímetros. Los cambios esqueléticos son de un 50% del cambio total<sup>78</sup>.

### **III-2. Indicaciones clínicas de la Expansión Rápida Maxilar:**

Para realizar una valoración precisa de una deficiencia maxilar transversal se recomienda llevar a cabo una evaluación clínica, un análisis de modelos, el uso de oclusogramas y de medidas radiográficas. La evaluación clínica incluye la valoración de la forma del arco maxilar y simetría, la forma de la bóveda palatina, la anchura de los corredores bucales en sonrisa, la oclusión y el tipo de respiración (nasal u oral). Unos corredores bucales anchos o unas bases alares estrechas normalmente sugieren una deficiencia transversal del maxilar. También se debe evaluar el grosor de los tejidos blandos porque pueden enmascarar dicha deficiencia. Una mordida cruzada uni o bilateral, severo apiñamiento, una oclusión en forma de V y una bóveda palatina alta son parámetros visuales adicionales que pueden ayudar al clínico a hacer una primera determinación de una deficiencia maxilar transversal en un paciente. Otro factor que necesita valorarse es una desviación mandibular en cierre. Ésta a menudo se manifiesta con una desviación del mentón y con una mordida cruzada unilateral.

La deficiencia transversal maxilar es uno de los problemas esqueléticos más prevalentes en la región craneofacial. Como parte de la evaluación inicial de un paciente McNamara<sup>79</sup> recomienda medir la distancia entre los puntos más cercanos de los primeros molares superiores (anchura transpalatina). Generalmente un arco maxilar con una anchura transpalatina de entre 36 y 39 milímetros puede albergar una dentición de tamaño promedio sin apiñamiento o espacio, mientras que en arcos maxilares de menos de 31 milímetros de ancho se produce apiñamiento y, por tanto, es necesaria la expansión ortopédica o quirúrgicamente asistida<sup>80</sup>. De forma lógica a la hora de decidir si llevar a cabo extracciones o expansión, se deben considerar otros factores como el tipo facial, el perfil de los tejidos blandos, el tono muscular, la relación dentoesquelética, etc.

Mientras que los problemas esqueléticos anteroposteriores y verticales se han abordado sin ninguna objeción, no ha sido así con los problemas transversales ya que muchos ortodoncistas han sido reacios a cambios en las dimensiones transversales del arco. No obstante, la dimensión transversal del maxilar es la más adaptable de todas las regiones del complejo craneofacial<sup>79</sup>. En la opinión de McNamara muchos, si no la mayoría de los desequilibrios en el maxilar son ignorados o simplemente no son reconocidos y, por tanto, las opciones de tratamiento para aquellos pacientes que lo necesitan son más limitadas.

Además de la mordida cruzada, dos de los problemas más comunes encontrados por el ortodoncista son el apiñamiento y la protrusión dental, los cuales se producen como consecuencia de la discrepancia entre el tamaño de los dientes y el tamaño de las bases óseas. Howe y cols.<sup>80</sup> mostraron que el apiñamiento dental, al menos en individuos con linaje europeo, parece estar más relacionado con una deficiencia en el perímetro de arco que con dientes con tamaño excesivo. Un factor principal en el apiñamiento dental es con frecuencia la deficiencia maxilar transversal o sagital. Si la posición de la dentición maxilar refleja esta discrepancia esquelética, aparece una mordida cruzada, pero si la compresión maxilar es camuflada por la dentición y ambos arcos dentales están comprimidos, se observará apiñamiento sin mordida cruzada.

La mordida cruzada y el apiñamiento dentario son, por tanto, dos signos clínicos fácilmente detectables que se producen en una deficiencia maxilar. Otros signos de la deficiencia maxilar no son tan fácilmente identificables y a menudo no detectados. Por ejemplo, una inclinación bucal de los dientes maxilares posteriores puede camuflar una deficiencia maxilar transversal. Estos pacientes parecen que tienen una oclusión posterior normal aunque en una inspección más cercana se observa un maxilar estrecho (distancia intermolar menor de 31 mm) y una curva de Wilson acentuada. Las cúspides linguales de los dientes posterosuperiores están inclinadas por debajo del plano oclusal las cuales a menudo crean interferencias durante la función. Incluso sin haber mordida cruzada, estos pacientes son candidatos a ERM antes de la aparatología fija.

Otra manifestación clínica de la deficiencia maxilar es la presencia de espacios oscuros en los corredores bucales. Vanarsdall<sup>81</sup> ha usado el término de “espacio negativo” para referirse a las sombras que aparecen en las comisuras de la boca en sonrisa de algunos pacientes que tienen un maxilar estrecho y reducido en algunos pacientes con patrón esquelético meso o braquifacial. Sin tener en cuenta que se vayan a hacer extracciones, el maxilar debe ser ensanchado mediante

disyunción, incrementando la anchura transpalatina y eliminando o reduciendo los espacios oscuros en los corredores bucales. Este tipo de intervención ortopédica se realiza para mejorar la apariencia facial frontal. La ERM por motivos estéticos (ensanchamiento de la sonrisa) en el futuro será una indicación altamente reconocida de la disyunción en pacientes con arcos dentales estrechos.

No es sorprendente que ciertos tipos de maloclusiones sagitales también estén asociadas con deficiencia maxilar. Uno de los componentes principales de la maloclusión de clase III es una retrusión esquelética maxilar, una condición que ocurre en casi la mitad de los pacientes de clase III<sup>82</sup>. Según McNamara<sup>83</sup>, el tratamiento más eficiente y más efectivo para problemas de clase III en la dentición mixta temprana es la ERM combinada con ortopedia con máscara facial, pero en algunos pacientes en dentición mixta con desequilibrios ligeros, se puede llevar a cabo el ensanchamiento del maxilar sin usar la máscara y se favorece la corrección espontánea de la mordida cruzada anterior y la resolución de la relación molar de clase III. El tratamiento quirúrgico más común de esta condición en pacientes maduros es la osteotomía de LeFort I, un procedimiento durante el cual el maxilar puede ser avanzado y ensanchado.

Al contrario de lo que se podía pensar, ciertas maloclusiones de clase II pueden estar también asociadas a una deficiencia maxilar. Desde una perspectiva sagital, la protrusión maxilar esquelética aparece sólo de un 10% a un 15 % de los pacientes de clase II, mientras que un 30% de ellos pueden tener una retrusión esquelética maxilar a menudo asociada a un ángulo nasolabial obtuso y a un excesivo ángulo del plano mandibular<sup>84</sup>. Además, muchas maloclusiones de clase II, al ser evaluadas clínicamente no tienen una obvia compresión maxilar transversal. Cuando se articulan manualmente los modelos de estudio a una relación de clase I canina aparece una mordida cruzada uni o bilateral. Tollaro y cols<sup>85</sup> demostraron que en pacientes con clase II que presentan una relación bucolingual normal en la dentición posterior normalmente presentan una discrepancia transversal de entre 3 y 5 milímetros entre el maxilar y la mandíbula.

McNamara<sup>79</sup> opina que la mayoría de las maloclusiones de clase II en pacientes en dentición mixta están asociadas con una compresión maxilar. El primer paso en el tratamiento de una ligera o moderada maloclusión de clase II en dentición mixta, caracterizada al menos en parte por una ligera retrusión y compresión maxilar (anchura intermolar < 30 milímetros en dentición mixta primera fase), sería la expansión ortopédica del maxilar. Los dientes maxilares posteriores se pueden dejar



en una posición sobreexpandida con contacto entre las cúspides palatinas superiores y las cúspides bucales de los dientes posteriores inferiores.

Respecto a la relación entre la falta de perímetro de arcada y la impactación canina hay distintas opiniones. Thilander y Jakobsson<sup>86</sup> encontraron que el apiñamiento dental normalmente desplaza al canino en sentido labial pero raramente causa su impactación. Jacoby<sup>87</sup> registró que en un 83% de las arcadas con caninos desplazados vestibularmente había una deficiencia de espacio pero el apiñamiento y la falta de longitud en el arco no estaban asociados con caninos desplazados lingualmente. Por el contrario, McConnell y cols<sup>88</sup> concluyeron que sujetos con caninos superiores impactados presentaban una deficiencia en la región anterior del arco dental superior pero estos examinadores no identificaron la posición exacta de los caninos sin erupción concluyendo que la expansión ortopédica del maxilar sería una modalidad interceptiva para tratar pacientes con caninos desplazados lingualmente. Por otro lado, Langber y Peck<sup>89</sup> concluyeron que la anchura del arco maxilar no es un factor principal que contribuya al desplazamiento lingual de los caninos sino que son otros mecanismos genéticos los implicados. Schindel y Duffy<sup>90</sup> en un estudio comparativo en dentición mixta en pacientes con o sin deficiencia maxilar concluyeron que en los pacientes con una discrepancia transversal tienen más probabilidad de tener un canino impactado que los pacientes sin dicha deficiencia y que los pacientes con una discrepancia transversal no tienen una mayor probabilidad de tener una impactación bilateral que los pacientes sin discrepancia transversal. De acuerdo con este estudio, es importante tener en cuenta el riesgo de impactación canina maxilar cuando nos encontramos ante un maxilar comprimido. Si el canino se encuentra localizado en la radiografía en el sector II, III o IV de acuerdo con la clasificación de Lindauer y cols<sup>91</sup>, hay un alta probabilidad de que esté impactado.

El mejor momento para valorar la impactación maxilar canina es en una etapa temprana de la dentición mixta cuando el canino empieza su movimiento dentro del hueso hacia el arco. Actualmente, el tratamiento preventivo más común de este problema se hace con la extracción en el momento adecuado del canino decidual y con la expansión ortopédica del maxilar, proporcionando ambos el espacio suficiente para la erupción del canino permanente en el arco. Ericsson y Kuroi<sup>92</sup> encontraron que el 78% de los caninos desplazados lingualmente se dirigían a un camino normal de erupción y a una posición correcta tras remover el canino decidual. Berger<sup>93</sup> propuso que la extracción del canino decidual junto con la expansión del arco en la región premolar previenen la reabsorción radicular. McConnell y cols.<sup>88</sup> concluyeron que la expansión ortopédica sería un

tratamiento interceptivo apropiado para tratar caninos impactados lingualmente y que reduce la necesidad de extracciones seriadas o del canino decidual para promover la correcta erupción canina. También señalaron que: “incrementar la anchura transversal deficiente mediante expansión puede reducir la necesidad de la extracción premolar y la probabilidad de reabsorción radicular causada por la erupción de caninos superiores impactados”.

De acuerdo con Bell<sup>24</sup>, la respuesta esquelética que acompaña a la ERM lleva a los dientes posteriores a una oclusión normal y corrige asimetrías en la posición vertical lo cual permitiría un cierre más vertical de la mandíbula eliminando tanto desplazamientos funcionales como disfunción en la ATM.

Bishara y Staley<sup>94</sup> consideran distintos factores en el plan de tratamiento para determinar si se hará una expansión convencional de los arcos dentarios o con ERM como son la magnitud de la discrepancia entre las anchuras maxilares y mandibulares de los primeros molares y premolares (si la discrepancia es de 4 milímetros o más, se debería considerar llevar a cabo la ERM), la severidad de la mordida cruzada, es decir, el número de dientes implicados y la angulación inicial de molares y premolares ya que si los molares superiores están inclinados bucalmente, la expansión convencional los inclinará más.

### **III-3. Efectos de la Expansión Rápida Maxilar(ERM):**

#### **III-3-A. Efectos de la ERM en el complejo maxilar:**

La ERM ocurre cuando la fuerza aplicada a los dientes y a los procesos alveolares maxilares excede los límites necesarios para el movimiento dental ortodóncico. La presión aplicada actúa como una fuerza ortopédica que abre la sutura palatina. El aparato comprime el ligamento periodontal, dobla los procesos alveolares, inclina los dientes de anclaje y gradualmente abre la sutura mediopalatina<sup>3</sup>. Ekström, Henrickson, and Jensen<sup>91</sup> encontraron que el contenido mineral dentro de la sutura crecía rápidamente en el primer mes tras completar la apertura de la sutura. En el hueso junto a la sutura, el contenido mineral decreció bruscamente durante el primer mes pero volvió a sus niveles iniciales en tres meses. Ten Cate, Freeman y Dickinson<sup>96</sup> encontraron que la apertura de la sutura implica daño tisular seguido de un fenómeno de reparación proliferativo que finalmente conduce a la regeneración de la sutura.

Desde una perspectiva oclusal, Inoue<sup>97</sup> encontró que los procesos palatinos del maxilar se separaron no de una forma paralela, es decir, en un 75%-80% de los casos observados se separaron en forma de cuña. En el estudio de Wertz<sup>45</sup> con tres cráneos secos, uno adulto y dos en dentición mixta, también indicó que la forma de separación palatal anteroposterior no era paralela en los tres cráneos.

Desde una perspectiva frontal, se vio que la sutura maxilar se separaba superoinferiormente en una forma no paralela<sup>97</sup>. La separación era de forma piramidal con la base de la pirámide localizada en el lado oral del hueso.

La magnitud de la apertura varía enormemente en los diferentes individuos y en diferentes partes de la sutura. En general, la apertura es menor en pacientes adultos variando los rangos de apertura desde ninguna separación hasta 10 milímetros o más<sup>78</sup>.

**-Relación entre la cantidad de separación sutural y la extensión en la expansión molar:** Krebs<sup>78</sup> estudió la expansión maxilar con implantes metálicos. Colocó implantes en los procesos alveolares linguales de los caninos superiores y a lo largo de la cresta infracigomática, bucal a los primeros molares superiores. Encontró que el incremento medio de la distancia intermolar medida en

modelos era de 6 milímetros, mientras que el incremento medio en los implantes en las crestas infracigomáticas era de 3,7 milímetros. En 20 de los 23 pacientes examinados, la cantidad de apertura sutural era igual o menor que la mitad de la cantidad de expansión en los arcos dentarios. También encontró que la apertura sutural tenía un promedio de más del doble a nivel de los incisivos que entre los molares.

**-Maxilar:** Krebs<sup>78</sup> encontró que las dos porciones del maxilar rotaban tanto en el plano sagital como en el plano frontal. Haas<sup>98</sup> y Werzt<sup>45</sup> encontraron que el maxilar con más frecuencia se desplaza hacia abajo y hacia adelante. La posición final del maxilar tras completar la expansión es impredecible y se ha visto que vuelve a su posición inicial parcial<sup>97</sup> o completamente según Werzt<sup>45</sup>.

En el plano frontal, el fulcro de rotación para cada parte de maxilar se dice que está aproximadamente en la sutura frontomaxilar<sup>98</sup>. Hicks<sup>25</sup> encontró en un estudio a través de implantes una inclinación de entre  $-1^{\circ}$  y  $8^{\circ}$  de cada parte del maxilar. Esta inclinación explica alguna discrepancia observada entre las expansiones molar y sutural. La inclinación de las dos partes del maxilar da lugar a un menor incremento en la anchura a nivel sutural que a nivel del arco dentario.

**-Bóveda palatina:** Fried<sup>99</sup> y Haas<sup>100</sup> anotaron que los procesos palatinos del maxilar descendían como resultado de la inclinación hacia fuera de las dos mitades. Por otro lado, Davis y Kronman<sup>101</sup> señalaron que la bóveda palatina permanecía con su altura original.

**-Procesos alveolares:** Debido a que el hueso es elástico, los procesos alveolares se doblan lateralmente en una de forma temprana durante la ERM. La mayor parte de las fuerzas aplicadas tienden a disiparse entre la quinta y la sexta semana. Después de que la estabilización se termina, cualquier fuerza residual que quede en los tejidos desplazados actuará sobre los procesos alveolares produciendo su rebote<sup>66</sup>. Por tanto, uno puede apreciar la necesidad de sobre corregir los arcos dentales comprimidos para compensar el consiguiente enderezamiento de los segmentos bucales<sup>100</sup>.

**-Dientes maxilares anteriores:** Desde el punto de vista del paciente, uno de los cambios más espectaculares que acompañan a la ERM es la apertura de un diastema entre los incisivos centrales superiores. Se puede entender cómo la apertura de dicho espacio puede alarmar tanto al paciente como a los padres. Se estima que durante la fase activa de apertura de la sutura, los incisivos se separen aproximadamente la mitad de la distancia de lo que se haya abierto el tornillo de

expansión<sup>3</sup>, pero la cantidad de separación entre los incisivos centrales no debería ser usada como un indicador de la cantidad de separación en la sutura<sup>45</sup>. Tras esta separación, las coronas de los incisivos convergen y establecen un contacto proximal. Si un diastema está presente antes del tratamiento, el espacio original se puede mantener o reducir. La inclinación mesial de las coronas se piensa que es debida al retroceso elástico de las fibras transeptales. Una vez las coronas están en contacto, la atracción mantenida de las fibras causa que las raíces converjan hacia sus inclinaciones axiales originales. Este ciclo generalmente dura 4 meses.

Los incisivos centrales superiores tienden a ser extruidos en relación con el plano SN y en un 76% de los casos se enderezan o inclinan lingualmente. Este movimiento ayuda a cerrar el diastema y también a acortar la longitud del arco. La inclinación lingual de los incisivos se piensa que es debida al estiramiento de la musculatura perioral<sup>100</sup>.

**-Dientes maxilares posteriores:** Con la doblez alveolar y la compresión del ligamento periodontal, hay un cambio definido en el eje axial de los dientes posteriores. Hicks<sup>25</sup> encontró que la angulación entre los molares izquierdo y derecho se incrementa de uno a veinticuatro grados durante la expansión. De cualquier forma, no todo el cambio es causado por doblado alveolar, sino es parte debido a la inclinación de los dientes en el hueso alveolar. Esta inclinación está normalmente acompañada de algo de extrusión<sup>102</sup>.

**- Mucoperiostio palatino, tejidos periodontales y reabsorción radicular:** Cuando el maxilar se separa, el mucoperiostio palatino es estirado. Cotton<sup>103</sup> sugirió que los cambios angulares postexpansión de los primeros molares superiores pueden estar relacionados con el estiramiento de las fibras de la mucosa palatina adherida. Encontró que todos los molares maxilares superiores en su estudio animal presentaron una reducción promedio de 10° en su angulación tras la expansión activa y que esta reducción ocurría a pesar de que se producía un incremento en la angulación molar durante el periodo de tratamiento. Maguerza y Shapiro<sup>104</sup> intentaron aliviar el estiramiento del mucoperiostio tras la expansión lenta haciendo incisiones a lo largo del paladar por debajo del hueso cortical, separadas 3 mm de los dientes. Las incisiones no redujeron eficazmente la tendencia a la recidiva. Tanto si dichas incisiones son efectivas con la expansión rápida o si la herida de la incisión causa contracción está todavía por determinar.

Greenbaum y Zachrisson<sup>105</sup> evaluaron los efectos del tratamiento ortodóncico solo, la ERM con aparato fijo soportado en tejido y la expansión lenta (quádhelix) sobre las estructuras periodontales de soporte localizadas en la cara bucal de los primeros molares permanentes superiores. No encontraron que las diferencias entre los grupos fueran significativas y eran clínicamente de pequeña magnitud.

Otros investigadores<sup>106</sup> registraron una apreciable reabsorción radicular bucal en los dientes de anclaje durante la ERM y la retención fija. Estos defectos tienden a ser gradualmente reparados. Barber y Sims<sup>64</sup> anotaron que la reabsorción radicular no estaba presente en los dientes vecinos sin anclar.

### **III-3-B. Efectos de la ERM sobre la mandíbula y dientes mandibulares:**

En publicaciones recientes, investigadores han especulado que la posición de la dentición mandibular puede estar influenciada más por la morfología esquelética maxilar que por el tamaño y la forma de la mandíbula<sup>79</sup>. Haas<sup>107</sup> recientemente volvió a señalar lo que observó en su primer estudio clínico hace cuarenta años: “Cuando el maxilar se separa de 12 a 14 milímetros, una notable expansión espontánea ocurrirá en el arco dental inferior, debido a un balance muscular alterado entre la lengua y los músculos buccinadores que afectarán a los dientes del arco dental inferior. Así, un incremento permanente en la base maxilar apical dará lugar a un incremento espontáneo, permanente y significativo en la anchura del arco mandibular”. Este autor observó que el arco mandibular tendía a seguir a los dientes maxilares inclinándose lateralmente y registró en una evaluación a largo plazo sobre la ERM que en algunos casos se conseguía y se mantenía una expansión inferior intercanina e intermolar de 3-4 milímetros y de hasta 6 milímetros, respectivamente. Es más difícil inducir cambios en el cuerpo altamente resistente de la mandíbula cuando se aplican fuerzas ortodóncicas y ortopédicas. Los movimientos dentarios, excepto para desplazamientos hacia el espacio de extracción, están en su mayoría limitados a inclinaciones o cambios rotacionales e influenciados por diferencias en la estructura del hueso entre el proceso alveolar y la base apical mandibular.

La ERM ha sido usada durante más de un siglo como tratamiento para maxilares comprimidos. Aunque hay muchos estudios sobre este tema, la mayoría tienen que ver con el complejo maxilar. Se

han escrito muy pocos sobre los cambios en la dentición mandibular influenciados por la expansión maxilar o la estabilidad a largo plazo de la mandíbula.

Hay un consenso general de que con la ERM se produce una tendencia concomitante de la mandíbula a moverse hacia abajo y hacia atrás. Hay un desacuerdo sobre la magnitud y la permanencia de dicho cambio. La apertura considerable del plano mandibular durante la ERM es probablemente explicada por la alteración de la oclusión causada por la extrusión y la inclinación de los dientes maxilares posteriores junto con la inclinación alveolar. Hay quien emplea la ERM con cautela en personas con ángulos mandibulares abiertos y/o tendencia a la mordida abierta aunque se ha comprobado que estos efectos son reversibles y desaparecen a largo plazo. Sin embargo, hay diferentes opiniones acerca de la estabilidad en la arcada inferior tras su expansión. Diversos autores<sup>94,108,109</sup> señalan que la anchura canina tiende a reducirse tras su expansión al igual que la anchura molar, mostrando ésta una menor tendencia a la recaída, mientras que, por el contrario, Walter<sup>110</sup> concluye que la anchura mandibular puede ser expandida permanentemente. Aunque no se haya publicado mucho sobre el tema, Shapiro<sup>111</sup> concluyó que los casos que toleran una mejor expansión y con mayor potencial para mantener un incremento en la anchura del arco son los casos de clase II/2.

Tras la ERM, se ha observado que los dientes mandibulares se enderezan<sup>100</sup> o permanecen relativamente estables en un corto periodo de tratamiento. Gryson<sup>112</sup> registró cambios en las anchuras intercaninas maxilares y mandibulares antes y después de la expansión en 38 pacientes. El incremento medio en la anchura intermolar fue de 0.4 milímetros, la mayoría de los pacientes no mostró ningún cambio o mostró un incremento de hasta 1 milímetro. No hubo correlación entre el cambio en las distancias mandibulares intercanina e intermolar con respecto al incremento de las distancias maxilares intercanina e intermolar. Por tanto, uno puede concluir en general que la ERM puede influir en la dentición mandibular pero estos cambios no son ni marcados ni predecibles.

Lima AC y cols.<sup>113</sup> investigaron la respuesta espontánea del arco mandibular tras la ERM sin otra intervención ortodóncica. Para ello, evaluaron 120 modelos de 30 pacientes en cuatro etapas: antes de la expansión, en un seguimiento a corto plazo, durante una etapa de seguimiento y a largo plazo. Observaron que la anchura mandibular intermolar incrementó significativamente tras la ERM con un expansor tipo Haas y que la anchura intercanina se mantuvo estable en todas las etapas valoradas, mientras que la longitud y perímetro del arco decrecieron en la transición de dentición

mixta a dentición permanente. No se observó ningún efecto significativo adverso en la dentición mandibular tras la ERM y los efectos sobre la dentición mandibular asociados a esta forma de intervención maxilar fueron favorables. Los resultados a largo plazo en la respuesta espontánea del arco mandibular a la ERM mostraron una estabilidad clínica remarcable y positiva en las dimensiones de la anchura del arco mandibular en pacientes de clase I tratados solamente con ERM.

### **III-3-C. Efectos de la ERM sobre las estructuras faciales adyacentes:**

Kudlick<sup>114</sup> en un estudio con cráneos humanos estimuló la respuesta de la ERM in vivo concluyendo que todas los huesos craneofaciales que articulan directamente con el maxilar fueron desplazados excepto el hueso esfenoides, que la base craneal permaneció constante, que el desplazamiento de las dos partes del maxilar fue asimétrico y que el hueso esfenoides, no el arco cigomático, fue el principal contrafuerte para la expansión maxilar.

Gardner y Krohman<sup>67</sup> en un estudio sobre ERM en monos *rhesus*, encontraron que las suturas lamboidal, parietal y mediosagital del cráneo mostraron evidencias de desorientación y en un animal estas suturas se abrieron un milímetro y medio. Por tanto, la ERM podría afectar a estructuras remotas y no limitarse al paladar.

Es importante para el clínico recordar que la principal resistencia para la apertura de la sutura mediopalatina no es la sutura en sí, sino las estructuras circundantes, en particular los huesos esfenoides y cigomático. El maxilar articula con otros diez huesos de la cara y del cráneo. El hueso esfenoides que forma la parte mediosagital de las porciones anterior y media de la base del cráneo descansa justo en la parte posterior del maxilar. Las alas pterigoideas del esfenoides, aunque bilateralmente posicionadas, no tienen una sutura mediosagital que las permita que se desplacen lateralmente. Los procesos piramidales de los huesos palatinos interconectan con las alas pterigoideas. Este efecto limitado de las alas pterigoideas del esfenoides minimiza dramáticamente la posibilidad de los huesos palatinos de separar el plano medio. Cuando el maxilar empieza a separarse, los procesos cigomáticos ofrecen alguna resistencia a la expansión, pero el sistema de suturas permite a las estructuras expandidas ajustarse y/o recolocarse. Además posteriormente, las alas pterigoideas pueden doblarse sólo hasta una extensión limitada cuando se les aplica presión y su resistencia a doblarse incrementa significativamente en las partes más cercanas a la base craneal donde son mucho más rígidas<sup>70</sup>.



Debido a su relativa rigidez, los tejidos esqueléticos ofrecen una resistencia inmediata a la fuerza de expansión. Pero otro factor igualmente importante es el complejo de tejidos blandos que cubre las estructuras esqueléticas. Los músculos masticatorios, faciales y la fascia son relativamente elásticos y pueden alargarse cuando la fuerza de expansión es aplicada. Pero la capacidad de estirar músculos, ligamentos y fascia para adaptarse permanentemente a un nuevo escenario es un hecho que merece una investigación mayor.

### **III-3-D.ERM y el paso de aire:**

Se han empleado diferentes métodos para medir las dimensiones en el fluido nasal de aire y en su función, teniendo cada técnica ventajas e inconvenientes. Las técnicas radiográficas exponen a los pacientes a unas excesivas dosis de radiación; un error en la posición del paciente y una superposición estructural limita la validez de una placa posteroanterior y la tomografía computerizada tiene un alto coste. La endoscopia nasal proporciona una visualización excepcional del área de interés pero no proporciona una estimación dimensional. La rinoesterometría es una técnica óptica que funciona midiendo la tumefacción de la mucosa nasal con el uso de microscopía quirúrgica. La rinomanometría puede ayudar a identificar si hay una obstrucción en el flujo nasal pero no puede localizar ni el nivel ni el lugar de la obstrucción. Finalmente la rinometría acústica se basa en la emisión de un impulso sonoro y, procesando la reflexión resultante, se compara con la original, de tal forma que el tamaño en las reflexiones puede reflejar cambios en el tamaño de la vía respiratoria y el tiempo en el retorno puede proporcionar cambios en la distancia entre los cambios<sup>115</sup>.

De Felipe y cols.<sup>116</sup> emplearon una técnica tridimensional para valorar los efectos de la expansión rápida maxilar en la morfología del arco maxilar dental, en las dimensiones de la cavidad nasal y en la resistencia de la vía aérea. Para ello, seleccionaron treinta y ocho pacientes con una edad media de trece años, midiendo datos antes de la expansión, tras ésta, cuando se retiró el expansor y a los 9-12 meses tras la retirada. La técnica tridimensional de imagen fue empleada para valorar los modelos y la rinometría acústica, para la cavidad nasal. Los efectos a corto plazo de la ERM fueron un incremento en el área palatina, volumen y distancia intermolar, una reducción en la resistencia en la vía aérea nasal y un incremento en el volumen nasal total. También observaron que a largo plazo el área palatina y la distancia intermolar se reducían mientras que el volumen palatino

permanecía estable, que la resistencia nasal en la vía respiratoria era estable, mientras que el volumen en la cavidad nasal aumentaba. Además, en un 61.3% de los pacientes se produjo una mejora en la respiración nasal.

Un estudio de revisión sobre los efectos de la expansión rápida maxilar sobre las dimensiones en la vía respiratoria nasal con rinometría acústica fue llevado a cabo por Gordon y cols.<sup>117</sup>. Sólo cuatro artículos<sup>118-121</sup> alcanzaron los criterios de inclusión. Observaron que los incrementos en el volumen nasal eran pequeños no indicándose la expansión rápida maxilar en pacientes con una reducción del mismo y sin otra indicación terapéutica.

Anatómicamente, hay un incremento de la anchura de la cavidad nasal inmediatamente tras la expansión, particularmente en el piso de la nariz adyacente a la sutura mediopalatina. Cuando el maxilar se separa, las paredes de la cavidad nasal se mueven lateralmente. El efecto total es un incremento de la capacidad intranasal. La anchura de la cavidad nasal gana unos 1.9 mm<sup>122</sup>.

Usando tomografía computerizada, Montgomery y cols.<sup>123</sup> encontraron que los efectos de la ERM de la cavidad nasal no son uniformes y que los cambios en las dimensiones son progresivamente menores hacia la parte posterior de la cavidad nasal.

Hershey, Stewart y Warren<sup>124</sup> registraron una reducción en la resistencia al paso del aire de un 45% a un 53% con la ERM. Esta reducción fue mantenida tras retirar el mecanismo de expansión. Warren<sup>125</sup> cree que, aunque la anchura binasal es pequeña, debería ser recordado que el flujo de aire varía inversamente a la cuarta parte del radio del tubo por el que éste pasa.

Wertz<sup>45</sup> expandió la sutura mediopalatina en dos grupos de pacientes con mordida cruzada posterior bilaterales, un grupo tenía dificultades para la respiración nasal y el otro grupo tenía una respiración nasal normal. El flujo de aire fue medido en reposo y tras hacer ejercicio moderado antes y después de la expansión. En el grupo con dificultades respiratorias, encontró que uno de cuatro experimentó un incremento en el flujo nasal de aire y los otros tres un moderado descenso. El grupo sin dificultades respiratorias experimentó tanto un incremento como un descenso en el flujo de aire. Todos los pacientes registraron un incremento en la capacidad para el volumen de aire cuando se medía durante un esfuerzo máximo. Wertz concluyó que la apertura de la sutura mediopalatina para

incrementar la permeabilidad nasal no está justificada a menos que la obstrucción esté en la porción anteroinferior de la cavidad nasal y se acompañe de una deficiencia en la anchura del arco maxilar.

Graber<sup>13</sup> cree que las afirmaciones sobre la mejora en la respiración nasal como resultado de la ERM son probablemente temporales. Los niños de 12 años tienen mucho más tejido linfóide que los adultos y éstos pueden actuar bloqueando la respiración nasal. La regresión espontánea de estos tejidos durante el crecimiento automáticamente mejora la respiración nasal, incluso sin hacer nada en el paladar.

Por tanto, se puede concluir que el efecto de la ERM en el paso de aire dependerá en cierto modo de la causa, localización y la severidad de la obstrucción nasal. Así, el efecto puede variar desde ningún cambio apreciable hasta una marcada reducción en la resistencia al paso del aire nasal.

Haralambidis y cols.<sup>126</sup> en un estudio reciente emplearon la tomografía computerizada para ver el efecto de la expansión rápida maxilar sobre el volumen nasal en 24 pacientes en dentición permanente con una compresión maxilar y mordida cruzada posterior bilateral. Dentro las limitaciones de este estudio, los resultados sugieren un incremento medio del 11.3% del volumen de la cavidad nasal anterior inducida por la expansión habiendo una gran variación individual. Por tanto, la expansión rápida maxilar no debe hacerse únicamente para incrementar el volumen de la cavidad nasal y mejorar la respiración nasal si no se acompaña de una deficiencia maxilar transversal también. La significativa diferencia en el incremento de volumen entre los distintos grupos maloclusivos puede atribuirse a la duración de la expansión. El sexo y el crecimiento no fueron factores determinantes en la cantidad de incremento en el volumen de la cavidad nasal. El método de reconstrucción en tres dimensiones de la vía aérea nasal con el programa Mimics probó ser preciso y eficaz. La estabilidad a largo plazo en el incremento en el volumen nasal debería ser investigada.

### **III-3-E.Efectos a corto plazo:**

Se han realizado muchos estudios en relación con las respuestas maxilar y mandibular tras la ERM en las dimensiones sagital y vertical valorando cefalogramas laterales pero sus resultados no son concluyentes. Así, Hass<sup>3</sup> y Davis y Kronman<sup>101</sup> encontraron que el maxilar se movía hacia abajo y hacia delante tras la ERM con un expansor tipo Haas, mientras que Silva Filho y cols.<sup>127</sup> encontraron

en un estudio con pacientes en dentición temporal y mixta que el maxilar no cambiaba sagitalmente pero se movía hacia abajo, mostrando una rotación hacia abajo y hacia atrás del plano palatino, observando también que los molares de anclaje seguían el desplazamiento maxilar hacia abajo, que las alturas faciales incrementaban como efecto directo del desplazamiento vertical del maxilar y de los molares superiores y que la consiguiente rotación mandibular incrementaba la inclinación del plano mandibular y reposicionaba el punto B más posteriormente. Wertz<sup>45</sup> y Wertz y Dreskin<sup>31</sup> encontraron que el maxilar se movía hacia abajo y hacia atrás en algunos pacientes y hacia abajo y hacia delante en otros pacientes tras la ERM. Wertz<sup>45</sup> también observó que los incisivos maxilares se retroinclinaban tras la ERM. Por otro lado, Sandikçioğlu y Hazar<sup>26</sup> encontraron que los incisivos maxilares aparecían proinclinados tras la ERM. En relación con la respuesta mandibular algunos investigadores encontraron que ésta rotaba hacia atrás aumentando el ángulo del plano mandibular y la altura facial inferior al emplear un expansor con bandas<sup>26,45,101,127</sup>.

Usando expansores con cobertura oclusal Akkaya y cols.<sup>20</sup> encontraron que el maxilar se movía hacia delante y la mandíbula hacia atrás, incrementándose por tanto el ángulo ANB tras la expansión. Similares resultados encontraron Bascifti y Karaman<sup>128</sup>. No obstante, Sarver y Johnston<sup>129</sup> encontraron que el maxilar se movía menos hacia adelante con expansores con cobertura oclusal que con expansores con bandas, observando incluso que el maxilar incluso se movía hacia atrás en algunos pacientes con expansores con cobertura oclusal.

Chung y Font<sup>130</sup> evaluaron las respuestas maxilar y mandibular tras la expansión en las tres dimensiones con un expansor tipo Haas para lo cual tomaron modelos, telerradiografías y radiografías frontales antes y después de la expansión con un intervalo medio de 96.5 días (rango de entre 34 y 185 días) entre los registros. Vieron que el maxilar se movió ligeramente hacia adelante pero en una cantidad pequeña y no clínicamente significativa. También observaron que el maxilar se desplazó hacia abajo tras la expansión, que la mandíbula se movió hacia abajo y hacia atrás y que la altura facial anterior se incrementó significativamente así como las anchuras interorbital, maxilar y nasal.

Lima AL y cols.<sup>131</sup> investigaron la respuesta clínica a corto y a largo plazo de la ERM en pacientes con maloclusión de clase I empleando un aparato tipo Haas. La muestra fue subdividida (corto y largo plazo) para determinar si las variables antes del tratamiento tenían correlación con la estabilidad tras la expansión. En general, el porcentaje de expansión mantenido en la muestra varió

desde un 50.36% a un 105,45%. El porcentaje de expansión fue mayor en el seguimiento a corto plazo (un año después) que a largo plazo (cuatro años después). El porcentaje de expansión a nivel molar a corto plazo fue del 17.45% del original, manteniéndose un 76% de éste en la evaluación a largo plazo.

Lagravère y cols.<sup>132</sup> llevaron a cabo una revisión sistemática y un metaanálisis sobre los efectos transversales, anteroposteriores y verticales tanto dentales como esqueléticos seleccionando 14 artículos de las distintas bases de datos empleadas (medline, pubmed...) con distintos criterios de inclusión (estudios clínicos, medidas dentales y esqueléticas tomadas de radiografías cefalométricas y/o modelos, cambios inmediatos tras la expansión y que no hubiera ninguna historia de cirugía u otro tratamiento que afectara a los efectos de la ERM durante la expansión). De esta revisión se concluyó que los mayores cambios ocurrieron en el plano maxilar transversal en los que la anchura ganada fue más por la expansión dental que por la expansión esquelética y que algunos cambios verticales y anteroposteriores fueron estadísticamente significativos pero ninguno fue clínicamente significativo.

### **III-3-F.Efectos a largo plazo:**

Cuando el objetivo de la ERM es resolver el apiñamiento en el arco dental, la valoración a largo plazo de la ganancia residual en el perímetro de arcada es obligatoria para evaluar la eficacia potencial de este enfoque terapéutico de reducir la necesidad de extracción de dientes permanentes.

Las comparaciones entre los resultados tras la disyunción son difíciles debido a que existen diferencias en cuanto al tamaño de la muestra, edad, cantidad de expansión realizada y método de retención empleado<sup>27</sup>. Todos estos informes y pruebas pueden ser difíciles de interpretar y comparar debido al tiempo que se ha de emplear para leer y analizar cada artículo. Por esta razón, las revisiones sistemáticas y metaanálisis son herramientas útiles para obtener información clínica basada en la evidencia<sup>133</sup>. En una revisión sistemática<sup>59</sup> y en dos metaanálisis<sup>134,135</sup> se señaló que los cambios en los ensayos clínicos en el arco dental tras la disyunción no eran concluyentes. Dichos cambios variaron desde una completa estabilidad en algunos estudios hasta un grado considerable de recaída tras la expansión.

Aunque la posibilidad de expandir la arcada superior con un disyuntor no es cuestionable, la cantidad de expansión remanente a largo plazo es muy importante en aquellos casos de extracción límites<sup>27</sup>. Se han publicado estudios contradictorios sobre la estabilidad a largo plazo de la disyunción, todos ellos sin considerar los cambios normales del arco dentario<sup>136,137</sup>.

La mayoría de los estudios cefalométricos sobre ERM realizados hasta la fecha se limitan a evaluaciones a corto plazo que revelan una recaída parcial de los efectos verticales y sagitales tras el periodo de retención<sup>45,138</sup>. Pocas investigaciones con cefalometría lateral han evaluado longitudinalmente la ERM y la mayoría de estos estudios no tenían un grupo control con el que hacer las pertinentes comparaciones<sup>21,139,140</sup>.

Los estudios con implantes de Krebs<sup>141</sup> durante un periodo de observación de 7 años, encontraron una reducción sustancial en la anchura del arco dental tras suspender el periodo de retención que duró de 4 a 5 años.

El estudio a los 5 años postratamiento de Linder-Aronson y Lindgren<sup>140</sup> registró que sólo se mantenía el 45% de la expansión inicial registrada. Estos hallazgos coinciden con los de Stockfish<sup>137</sup> quien encontró un 50% de recidiva entre los 3 y 5 años tras la retención.

Herold<sup>142</sup> registró que el incremento de las anchuras intercanina e intermolar durante el tratamiento era seguida de una recidiva con un incremento residual de 2.1 milímetros (62.5%) y 3.1 milímetros (56.4%) respectivamente. Linder-Aronson y Lindgren<sup>140</sup> encontraron una expansión residual del 38% y 59% para las anchuras intercanina e intermolar respectivamente en un periodo de observación similar al de Herold<sup>142</sup>. Spilline<sup>138</sup> encontró un 72% de la expansión obtenida en la dentición decidual cuando se midió a los dos años y cuatro meses de la expansión en la erupción de los primeros premolares.

Moussa y cols.<sup>144</sup> llevaron a cabo un estudio a largo plazo en el que evaluaron 55 pacientes seleccionados al azar de la clínica de Andrew Haas. El rango de edad al inicio del tratamiento era entre 8 y 29 años y se analizaron en tres intervalos de tiempo: pretratamiento, postratamiento y tras el periodo de retención. El tratamiento incluyó ERM seguida de aparatología fija. Los protocolos de retención son explicados en detalle y los registros postretención fueron entre los 8 y 10 años o a los 15 años de la expansión. Los autores encontraron buena estabilidad en la distancia intercanina

maxilar (mantenida en un 75%) y en las anchuras intermolares maxilar y mandibular (mantenida en un 81% y en un 100%, respectivamente). Pequeños incrementos en el perímetro y en el ancho intercanino estuvieron presentes a largo plazo. No se registraron incrementos en las longitudes de arco maxilar y mandibular en el periodo postretención. De cualquier forma, Moussa no compara sus resultados con un grupo control sin tratamiento. Esta comparación es importante debido a la reducción natural que se produce en las dimensiones de los arcos<sup>137, 145</sup>.

Velázquez y cols.<sup>139</sup> llevaron a cabo un estudio para determinar si las alteraciones esqueléticas producidas normalmente con la ERM eran compensadas en el tiempo por el crecimiento o por el tratamiento de ortodoncia posterior. Para ello eligieron 30 pacientes que iniciaron la ERM seguida de aparatología fija sin ningún otro mecanismo ortopédico. La duración media del tratamiento fue de 3,1 años y se analizaron nueve medidas del análisis de Ricketts basadas en radiografías cefalométricas laterales. Se realizó un análisis estadístico de estas nueve variables reflejando las proporciones esqueléticas verticales y anteroposteriores de la cara comparando los cambios antes y después del tratamiento. Observaron que de todas las variables estudiadas, las cuatro que cambiaron con la edad de acuerdo con el análisis de Ricketts (ángulo del plano mandibular, altura maxilar, profundidad facial y convexidad facial) mostraron diferencias estadísticamente significativas indicativas de un crecimiento normal. Las cinco variables restantes que permanecen constantes de acuerdo con el análisis de Ricketts (eje facial, altura facial inferior, altura facial total, inclinación del plano palatino y profundidad maxilar) no mostraron ninguna diferencia significativa tras el tratamiento, indicando también un crecimiento normal.

Un grupo control adecuado fue incluido en el estudio de McNamara y cols.<sup>27</sup>, quienes evaluaron los cambios en el arco tras la ERM con un Haas y aparatología fija a largo de 20 años. El tratamiento con ERM seguido de aparatología fija dio lugar a incrementos estables y favorables en el ancho de los arcos dentarios y en la profundidad del arco. Incrementos a largo plazo de aproximadamente 6 milímetros en el perímetro del arco maxilar (80% de la deficiencia inicial) y de 4.5 milímetros en el perímetro del arco mandibular (corrección completa de la deficiencia inicial) fue observado en pacientes cuando se comparan con sujetos no tratados.

Lagrèvere y cols.<sup>146</sup> llevaron a cabo una revisión sistemática sobre los cambios transversales, anteroposteriores y verticales a largo plazo tras la expansión rápida maxilar concluyendo que la estabilidad a largo plazo en el incremento trasversal esquelético maxilar es mayor en individuos

esqueléticamente menos maduros(antes del pico puberal) que en individuos esqueléticamente maduros(durante y tras el pico puberal), que el incremento maxilar esquelético a largo plazo fue de un 25% de la expansión dental en adolescentes prepuberales pero no significativa para adolescentes postbuperales y que la ERM no produce cambios significativos anteroposteriores ni verticales en la posición del maxilar y de la mandíbula a largo plazo.

En otro estudio llevado a cabo por Geran y cols.<sup>147</sup> sobre los efectos a largo plazo de la ERM se observó que el tratamiento con un expansor con cubierta acrílica seguido de aparatología fija producía cambios significativamente favorables a corto y largo plazo en casi todas las medidas de los arcos maxilar y mandibular. En éste se compararon pacientes tratados con ERM seguidos de aparatología fija y pacientes sin tratamiento en tres etapas: inicial, tras la expansión y terapia de aparatología fija, y en una observación a largo plazo. Se produjo un incremento de 4 milímetros en el perímetro maxilar y 2.5 milímetros en el mandibular en el grupo tratado con respecto al grupo control. Estos resultados sugieren que este protocolo es efectivo y estable en el tratamiento de arcos maxilares comprimidos y que pueden resolver modestas deficiencias en los perímetros de arcada.

Garib y cols.<sup>148</sup> evaluaron los cambios cefalométricos longitudinales ocasionados por la ERM seguidos de mecánica de arco recto(grupo1) y los compararon con el cambios producidos por la mecánica de arco recto sin expansión previa(grupo 2). Las modificaciones producidas por el crecimiento y desarrollo craneofacial en estos pacientes también fueron comparados por aquéllas que ocurrían en un grupo control no sometido a tratamiento(grupo 3). Las conclusiones extraídas en los planos sagital y vertical de este estudio son las siguientes:

**-Cambios sagitales:** Los hallazgos de este estudio revelaron que la ERM no producía ningún efecto a largo plazo sobre el maxilar en la dimensión anteroposterior. La interpretación de los cambios en el ángulo SNB mostró que tampoco se producían cambios en el comportamiento mandibular sagital en los tres grupos de estudio. Tanto en los grupos tratados como en el grupo control, la mandíbula presentó un movimiento hacia delante con respecto a la base craneal, pudiendo concluirse que ni la ERM ni la ortodoncia correctiva influyeron en el crecimiento mandibular anteroposterior. La posición posterior del mentón que se observa inmediatamente después de la ERM con la consiguiente rotación mandibular hacia abajo y hacia atrás constituye un efecto temporal de la ERM. Las variables que indican la relación anteroposterior del maxilar y de la mandíbula (ANB) y la convexidad (NAP) se redujeron en el periodo de estudio. Esta reducción en la convexidad facial



fue similar en los grupos control y en el grupo sometido a ERM, confirmando que la ERM no influye en la relación sagital entre las bases óseas. Así, las alteraciones que ocurren inmediatamente tras la expansión y que frecuentemente se han registrado en la literatura como un incremento en la convexidad facial y resalte deberían ser consideradas como un fenómeno efímero. Por ello, los resultados de este estudio no proporcionan una base que contraindique la ERM en pacientes con perfil convexo.

**-Cambios verticales:** La literatura presenta respuestas variadas en el plano palatino tras la ERM, desde una rotación anteroinferior hasta una rotación anterosuperior. Debido a que no existen diferencias entre el grupo 1 y el grupo 2, no parece razonable asignar ninguna influencia en la inclinación del plano palatino como efecto de la ERM. Debe destacarse que no se produjeron cambios estadísticamente significativos en los grupos de estudio en las alturas faciales anterior y posterior. Estos datos revelan que, aunque la ERM causa un desplazamiento maxilar vertical como se ha demostrado en muchos estudios, esta alteración vertical no es significativa a largo plazo. Los resultados en relación con los cambios verticales faciales en el grupo tratado con ERM son de extrema importancia clínica. Es sabido que la ERM incrementa la altura facial anteroinferior y la inclinación del plano mandibular junto con una apertura de la mordida anterior debida al desplazamiento hacia debajo del maxilar y a la extrusión de los dientes de anclaje. Además la sobrecorrección de 2 a 3 milímetros durante la activación del tornillo crea interferencias oclusales al contactar las cúspides linguales de los dientes maxilares con las cúspides bucales de los dientes mandibulares, contribuyendo a un incremento vertical. Aunque los estudios cefalométricos muestran una recaída parcial de estas alteraciones durante el periodo de retención, la duda se encuentra en el comportamiento longitudinal de las dimensiones verticales faciales en pacientes con cara larga o perfil extremadamente retrognático sometidos a ERM. Sorprendentemente, la comparación en los tres grupos de estudio en el periodo de observación no demostró diferencias significativas entre ellos con respecto a los cambios en el patrón de crecimiento facial, altura facial, extrusión del primer molar maxilar y sobremordida. Estos hallazgos corroboran los estudios de Chang y cols.<sup>21</sup> y Velázquez y cols.<sup>139</sup>, que revelaron que los cambios verticales esqueléticos en pacientes tratados con ERM no eran diferentes después de considerar las alteraciones naturales que resulta del crecimiento facial individual. Concluye por tanto dicho estudio que: “Los efectos cefalométricos indeseables observados inmediatamente tras la ERM con aparatos cementados no eran significativos a largo plazo y de este modo no contraindica este procedimiento en pacientes con un patrón vertical de crecimiento o un perfil facial extremadamente convexo”.

Gurel y cols.<sup>149</sup> evaluaron los efectos a largo plazo de la expansión rápida maxilar seguida de aparatología fija en 41 pacientes en los que midieron las anchuras superiores intercanina, interpremolar e intermolar, así como el resalte y la sobremordida. Concluyeron que la ERM y la aparatología fija producían un incremento en las anchuras maxilares pero que los incrementos debidos a la expansión se revertían en la segunda fase de tratamiento produciéndose una recaída a largo plazo siendo mayor en la anchura intercanina. La ERM reducía la sobremordida e incrementaba el resalte y una reducción de ambos se producía en la valoración postretención.

Una observación muy interesante y de alguna manera sorprendente fue encontrada por McNamara<sup>79</sup> en pacientes de clase II en dentición mixta primera fase sometidos a expansión en los que se producía una corrección espontánea de la maloclusión de clase de clase II durante el periodo de retención. Dichos pacientes tenían una relación molar de clase II de borde a borde o de una cúspide completa. Generalmente, estos pacientes no presentaban un desequilibrio esquelético severo pero se caracterizaban clínicamente por tener una retrusión mandibular esquelética de ligera a moderada. Cuando se retiraba el expansor, estos pacientes presentaban una mordida en tijera con contacto únicamente entre las cúspides linguales de los dientes posterosuperiores y las cúspides bucales de los dientes posteroinferiores. Tras retirar el expansor, se usaba una placa maxilar para la estabilización de los resultados. Tras muchas visitas después, la tendencia a la mordida en tijera a menudo desaparecía y algunos pacientes tenían una relación oclusal sólida de clase I. Se debe resaltar que el cambio en la relación molar en estos pacientes ocurría antes de la transición de los segundos molares deciduos a los segundos premolares inferiores, un momento en el cual a veces se produce una mejora en la clasificación de Angle en pacientes sin tratamiento debido al movimiento hacia el espacio de leeway de los primeros molares inferiores. Tradicionalmente los clínicos han visto la maloclusión de clase II como un problema principalmente sagital y vertical. Según McNamara, tras la corrección con disyunción del problema de clase II en pacientes en crecimiento, se observa que muchas maloclusiones de clase II tienen un componente transversal muy fuerte. La sobreexpansión del maxilar seguida de la estabilización con una placa palatina removible altera la oclusión. Parece que estos pacientes tienden a colocar la mandíbula en una posición ligeramente más adelantada, eliminando la tendencia a la mordida en tijera y al mismo tiempo mejorando la relación oclusal sagital. Presumiblemente, el crecimiento mandibular subsiguiente hace que esta postura inicial se haga permanente. De producirse la corrección espontánea de la clase II, ésta ocurriría entre lo 6 y 12 meses tras la expansión. La corrección de la clase II puede realizarse al

final de la dentición mixta colocando una barra transpalatina que no sólo mantenga el espacio de leeway sino que sea activada para producir la rotación molar y el enderezamiento. Recientemente y para demostrar lo anteriormente expuesto, McNamara y cols.<sup>150</sup> midieron los cambios oclusales de 500 pacientes en dentición mixta sometidos a una expansión con un expansor cementado y al uso de una barra transpalatina antes del tratamiento en dos fases. Los resultados de esta investigación indicaron que este tratamiento produjo cambios significativos en la relación molar de la mayoría de los pacientes. Merece especial mención, los cambios oclusales en pacientes en clase II y borde a borde, en los que un cambio positivo hacia una oclusión normal es deseable, siendo éste de 2 milímetros o más en el 49% de los pacientes en clase II y de un 23% de los pacientes borde a borde. La significativa prevalencia de mejora en la relación molar tras la expansión rápida maxilar parece tener un beneficio clínico en pacientes con ligera o moderada clase II en dentición mixta. El posible papel de la barra transpalatina es evitar el movimiento fisiológico mesial de los molares maxilares en la fase transicional siendo un aparato efectivo que ayuda a la mejora de las relaciones molares tras el protocolo de ERM.

Volk y cols.<sup>151</sup> en un estudio con 13 pacientes en clase II, intentaron determinar si la expansión rápida era responsable de una corrección espontánea o mejoraba la maloclusión de clase II. Este estudio no soporta el *efecto zapatilla* por el que según Gianelly<sup>152</sup> el arco mandibular es como un pie estrecho que se mueve hacia delante cuando el zapato es ensanchado. De los 13 pacientes de la muestra, en sólo la mitad hubo una corrección de la clase II y en otros la situación de clase II empeoró. En los pacientes en los que se produjo la corrección no se puede justificar que fuera por un desplazamiento funcional. Por tanto, la expansión maxilar puede ayudar a corregir la clase II en algunos pacientes pero es impredecible determinar cuáles se van a beneficiar de ésta. Una de las limitaciones de este estudio es el tamaño de la muestra, otra es que no presentara un grupo control ya que la mandíbula crece más que el maxilar durante el periodo de crecimiento y puede contribuir a una mejora de la clase II.

### **III-4. Valoración de modelos:**

Spillane<sup>153</sup> evaluó la estabilidad de la ERM en pacientes tratados durante la dentición mixta con un seguimiento hasta la erupción de los primeros premolares superiores. Se realizó una activación de un cuarto de vuelta (0.25 milímetros) al día sin registrar un número de vueltas total del tornillo de

expansión. El aparato fue usado durante un promedio de cinco meses (con una desviación estándar de 2 meses). Tras la retirada del aparato, se empleó una placa de retención durante un año o más. Los resultados obtenidos en este estudio registran un incremento medio de la distancia intermolar de 5.4 milímetros.

McNamara y cols.<sup>27</sup> evaluaron los cambios a corto y a largo plazo en las dimensiones del arco dental en pacientes tratados con ERM seguidos de aparatología fija para lo cual tomaron los registros de 112 pacientes que fueron tratados y lo compararon con 41 pacientes sin tratamiento. Se tomaron modelos antes de la ERM(T1), tras la ERM y el tratamiento con aparatología fija(T2) y en una observación a largo plazo(T3).La duración media de T1-T2 y T2-T3 fue de tres años y dos meses  $\pm$  cinco meses y de seis años y un mes  $\pm$  un año y dos meses, respectivamente. El tratamiento con ERM seguido de aparatología fija produjo cambios favorables a corto y largo plazo en casi todas las medidas en los arcos maxilar y mandibular. En comparación con el grupo control, se logró una ganancia neta de seis milímetros en el perímetro del arco maxilar, mientras que en el perímetro del arco mandibular de sujetos tratados la ganancia fue de cuatro milímetros y medio en la evaluación a largo plazo. La cantidad de corrección tanto en las anchuras maxilar y mandibular equivale a los dos tercios de la discrepancia inicial, mientras que el tratamiento eliminó la deficiencia inicial en las anchuras intercaninas maxilar y mandibular. La cantidad de corrección para la deficiencia del perímetro del arco maxilar fue del 80%, mientras que se logró una corrección total en la mandíbula.

Lima AL y cols.<sup>131</sup> investigaron la respuesta clínica a corto y a largo plazo de la ERM en pacientes con maloclusión de clase I empleando un aparato tipo Haas en 30 pacientes en dentición mixta. Tras la expansión que fue de 5.6 milímetros a nivel de la encía de los primeros molares permanentes, el expansor se mantuvo durante cinco meses, luego se empleó una placa removible durante un año y se reevaluaron los casos a los 4 años. Observaron un incremento significativo en la anchura transpalatal tras la expansión con una reducción de la misma a largo plazo, lo que les lleva a concluir que es necesario sobreexpandir la arcada superior para compensar la recaída que se produce con el tiempo. Los resultados obtenidos en este estudio fueron similares a los obtenidos por Spillane<sup>153</sup>. Por su parte, Moussa y cols.<sup>144</sup> estudiaron casos de ERM tratados con Haas seguidos de aparatología fija y encontraron valores diferentes a esta investigación, registrando un incremento de 6.7 milímetros en la distancia intermolar, lo que difiere de los 5.6 milímetros para esa misma medida anotados por Lima y cols.<sup>131</sup>. La expansión maxilar en esta muestra no ocasionó inclinación

de los dientes de anclaje. El incremento en la anchura del arco medida tanto en puntos linguales como oclusales no presentó diferencias significativas. Los resultados sugieren que la expansión causó la distracción de los segmentos maxilares además de un movimiento en masa de los dientes de anclaje, respaldando los estudios de Herold<sup>142</sup> y Spillane<sup>143</sup>. Por el contrario, estos hallazgos difieren de los estudios de Timms<sup>154</sup> y Adkins y cols.<sup>28</sup>, quienes registraron una inclinación bucal dental durante la expansión. Estas diferencias probablemente son debidas a diversos tipos de protocolos como la edad de la muestra, diseño del expansor, cantidad de apertura del tornillo y finalmente el modo de retención.

Adkins y cols.<sup>28</sup>, evaluaron los cambios entre el perímetro del arco y la anchura del arco tras la ERM con un aparato de Hyrax empleando modelos de estudio de 21 pacientes adolescentes. El análisis de regresión indicó que los cambios en la anchura premolar eran altamente predictivos en cambios en el perímetro del arco a razón de 0.7 veces la expansión premolar. Sin ningún aparato colocado en los dientes mandibulares en 16 de los 21 pacientes, se observó un enderezamiento de los dientes posteriores debido a un cambio en la dirección de las fuerzas oclusales. Durante el periodo de estabilización se produjo un mayor enderezamiento bucal de los dientes mandibulares posteriores en pacientes que no presentaban mordida cruzada posterior. La predicción en el cambio del perímetro del arco por una cantidad de expansión es útil en la planificación del tratamiento ortodóncico para determinar si es viable o no realizarlo sin extracciones.

Cozzani y cols.<sup>155</sup> llevaron a cabo un estudio sobre pacientes en dentición mixta con y sin mordida cruzada a los que colocaron un expansor tipo Haas sobre los segundos molares deciduales y vieron el efecto sobre los primeros molares permanentes concluyendo que los dientes deciduales pueden ser utilizados como unidades de anclajes para fuerzas pesadas como las producidas durante la ERM, que la dimensión transversal de los primeros molares permanentes pudo verse indirectamente modificada por la fuerza ejercida sobre los molares maxilares deciduales, que la corrección espontánea de la mordida cruzada a nivel del primer molar permanente permaneció estable a largo plazo y que la expansión media espontánea a nivel de los primeros molares maxilares fue de aproximadamente la mitad de la expansión media del tornillo y de los dientes deciduales de anclaje.

Años más tarde, los autores anteriormente referidos<sup>156</sup> evaluaron la estabilidad a largo plazo tras la corrección de la mordida cruzada y examinaron los cambios dimensionales tras la ERM en pacientes en dentición mixta empleando los dientes deciduales como anclaje. Concluyeron que en

casos de mordida cruzada de los molares permanentes superiores, la corrección transversal puede ser llevada a cabo mediante disyunción empleando los dientes deciduales como anclaje, que la expansión de los molares permanentes fue estable a los 2 años y cuatro meses del tratamiento y, presumiblemente sin efectos indeseables inducidos por el tratamiento y que los dientes deciduales sobrexandidos al ser empleados como anclaje en la ERM, sufrieron recidiva transversal tras la retirada del expansor.

En un reciente estudio, Gracco y cols.<sup>157</sup> evaluaron las variaciones volumétricas en el paladar tras la expansión rápida tanto a corto como a largo plazo. La muestra estuvo compuesta por treinta pacientes en dentición mixta a los que se les cementó un aparato de Haas sobre los segundos molares deciduales siendo la edad media al comienzo del tratamiento de 7 años y 6 meses. Se tomaron medidas a través del escaneado por láser de los modelos de estudio antes del tratamiento, tras retirar el aparato y a los 2.6 años. Concluyeron que la expansión rápida incrementa el volumen palatino y que éste permanece estable en el tiempo. Además, la aplicación de una tecnología por escaneado con láser de los modelos de estudio para obtener modelos virtuales en tres dimensiones supera las limitaciones del análisis en dos dimensiones.

### **III-5. Valoración cefalométrica:**

#### **III-5-A. Valoración cefalométrica (vista frontal):**

Baccetti y cols.<sup>37</sup> llevaron a cabo un estudio retrospectivo en el que evaluaron los cambios dentarios antes y después del pico puberal de crecimiento con el uso de un aparato de Haas comparándolos con un grupo control del Estudio de Crecimiento de Michigan. Éste fue activado hasta los 10.5 milímetros y se usó como retenedor 65 días tras la expansión activa. Se tomaron tres radiografías posteroanteriores: al inicio del tratamiento, tras retirar el aparato y a los cinco años de finalizar el tratamiento. La edad media del grupo prepuberal era de 11 años y la del grupo puberal de 13 años. A corto plazo, la terapia de ERM con expansor de Haas produjo cambios significativos en el complejo nasomaxilar en ambos grupos en los cuales se incrementó la anchura intermolar 9 milímetros, 5.5 milímetros a nivel de los ápices de incisivos maxilares y 4 milímetros a nivel mesial en los incisivos maxilares. El expansor de Haas produjo una cantidad de expansión similar a

nivel dentoalveolar en cualquier etapa de desarrollo. Sin embargo, a nivel esquelético, el grupo tratado de forma temprana presentó un incremento significativamente mayor en la anchura lateronasal (1.1 milímetros más que en el grupo tratado de forma tardía), y también mayor, aunque no estadísticamente significativo, en la anchura maxilar (0.6 milímetros más que el grupo tratado de forma tardía). También el grupo tratado de forma temprana presentó a largo plazo un incremento mayor en la anchura esquelética maxilar, en la anchura intermolar maxilar y en la anchura lateroorbital. La ganancia en la dimensión transversal maxilar fue lograda por diferentes mecanismos en las dos etapas de maduración esquelética. La ganancia fue esquelética en el grupo tratado antes del pico de maduración esquelética, mientras que ésta fue de naturaleza dentoalveolar en el grupo tratado durante o después del pico de maduración esquelética. Los efectos de la separación maxilar a través del expansor de Haas parecen alcanzar regiones esqueléticas anatómicas lejanas a la sutura mediopalatina sólo cuando el tratamiento se realiza antes del pico puberal lo cual justifica el incremento significativamente mayor en las anchuras laterorbitales en el grupo tratado de forma temprana. Tal y como registró Wertz<sup>41</sup>, cuando aumenta la edad, el fulcro de separación maxilar tiende a desplazarse más inferiormente acercándose a la fuerza de activación. En niños, el fulcro puede estar tan alto como la sutura frontomaxilar, mientras que en adolescentes el fulcro está más bajo. Esta diferencia, que es un efecto que depende de la edad, se atribuye a un incremento de la resistencia a la separación maxilar a través de las estructuras circunmaxilares debido a un incremento de la calcificación en las suturas esqueléticas.

Omar da Silva Filho y cols.<sup>158</sup> evaluaron en efecto de la ERM en la dentición decidua y mixta a través de un análisis cefalométrico posteroanterior. Las radiografías posteroanteriores son un excelente método para distinguir la magnitud y proporción entre los efectos ortodóncicos y ortopédicos en los casos de ERM. Éstas fueron tomadas antes del inicio de la disyunción y tras la disyunción con un periodo de tiempo no superior a 30 días entre ambas radiografías lo cual minimiza el crecimiento como una variable que afecte a los resultados obtenidos. Los incisivos centrales superiores se desplazaron lateralmente creando un espacio entre ambos, observándose que este desplazamiento no fue en masa sino que la separación fue mayor a nivel apical que a nivel coronal ya que el ángulo formado por los ejes axiales de estos dientes aumentó. Este hecho corrobora los hallazgos de Haas<sup>3</sup> y puede explicar el papel de las fibras gingivales (especialmente las fibras transeptales) que tienden a mantener próximas las coronas de los incisivos centrales. Por tanto, el desplazamiento de las coronas de los incisivos centrales es debido a movimiento ortopédico y ortodóncico. El maxilar se abrió en una forma triangular con la máxima apertura a

nivel del interprostion (distancia más corta a nivel de la cresta del hueso alveolar adyacente a las superficies mesiales de las raíces de los incisivos centrales superiores). Esto confirma que la respuesta esquelética es mayor cerca del tornillo y decrece hacia la base craneal. Este incremento fue de 4.765 milímetros en la distancia interprostion, de 2.656 milímetros en la distancia más corta a nivel de la espina nasal anterior y de 2.078 milímetros en la porción más ancha en el contorno radioopaco de la cavidad nasal.

Cameron y cols<sup>159</sup> evaluaron los efectos a largo plazo de la ERM a través de un estudio cefalométrico anteroposterior para lo cual compararon una muestra de 42 pacientes sometidos a ERM y aparatología fija y 20 pacientes sin ningún tratamiento. Los pacientes fueron tratados con un expansor tipo Haas hasta alcanzar una expansión media de 10.5 milímetros durando la retención con dicho aparato aproximadamente 2 meses. Tras retirar el expansor se colocó aparatología fija de arco recto. Se analizaron cefalometrías posteroanteriores en cada sujeto de ambos grupos al inicio del tratamiento y a largo plazo. La edad media de ambos grupos al inicio fue de 11 años y 10 meses y de 20 años y 6 meses para el grupo tratado y de 17 años y 8 meses para el grupo control. El estudio incluyó medidas transversales en estructuras dentoalveolares, en las bases óseas maxilar y mandibular y otras regiones craneofaciales (nasal, cigomática, orbital y craneal). La ERM seguida de aparatología fija parece ser un procedimiento efectivo para incrementar las dimensiones faciales transversales a largo plazo tanto a nivel esquelético como a nivel dentoalveolar. Las deficiencias significativas en la anchura maxilar, en la anchura en los ápices incisales superiores y en la anchura maxilar a nivel del primer molar permanecieron corregidas a una edad media de 20 años. Por tanto, se concluye que los efectos de la ERM con un aparato de Haas seguido de aparatología fija pueden inducir una normalización de los componentes dentales y esqueléticos del complejo craneofacial a largo plazo.

Las conclusiones a las que llegaron Cross y McDonald<sup>160</sup> en un estudio comparativo entre pacientes sometidos a ERM con un grupo control en el que se evaluaron los cambios esqueléticos, dentales y sobre las estructuras nasales fueron que la mayoría de las medidas dentales transversales cambiaron significativamente tras la ERM produciéndose un pequeño incremento en la anchura molar mandibular y apareciendo un diastema en todos los pacientes tras la expansión, que la ERM dio lugar a un incremento en la anchura de la base maxilar con una gran variación individual, que en todos los casos se produjo la separación de la espina nasal anterior y, por tanto, en la parte anterior de la sutura palatina media y que los cambios intranasales como resultado de la ERM fueron



pequeños y se limitaron a la parte baja de la cavidad nasal produciéndose también un incremento en la altura de la cavidad nasal.

### **III-5-B. Valoración cefalométrica (vista lateral):**

Haas<sup>98</sup> propuso una teoría sobre el porqué el maxilar siempre se mueve hacia delante y hacia abajo con la ERM. Debido a la orientación sutural del maxilar, el crecimiento se produce con un vector hacia delante y hacia debajo de movimiento maxilar. Las suturas circunmaxilares se sueltan por la expansión maxilar y como el maxilar es forzado a separarse estas suturas empiezan a abrirse produciendo un efecto similar al crecimiento por lo que el maxilar se mueve hacia abajo y hacia delante.

Otro posible mecanismo de movimiento maxilar es la hipótesis del ligamento septopremaxilar en relación con el crecimiento maxilar propuesta por Latham<sup>161</sup>. Ohshima<sup>162</sup>, por su parte, afirmó que las nuevas espículas de hueso que se depositaban en una dirección perpendicular al borde inferior del vómer revelaban la evidencia de un desplazamiento hacia abajo del maxilar. Ohshima implicó que la actividad osteogénica de las suturas vomeromaxilares empujaban al maxilar hacia abajo o al menos facilitaban el dicho desplazamiento.

Se ha propuesto un mecanismo adicional que incluye estructuras lejanas al sistema sutural circummaxilar. En el estudio de Gardner y Kronman<sup>101</sup> con monos *Rhesus*, la ERM produjo una apertura de la sincondrosis esfenoccipital de 0.5-1 milímetros. Por ello, sugirieron que la apertura a nivel de la sincondrosis podría ser otro método por el cual el maxilar se mueve hacia abajo y hacia delante.

Debido a que tras la ERM se produce una apertura evidente de la mordida en la región anterior junto con un incremento de la altura facial anteroinferior, algunos ortodoncistas desaconsejan el uso de la disyunción en pacientes con patrones verticales de crecimiento y perfiles convexos para prevenir el empeoramiento de la maloclusión. Otros clínicos recomiendan la disyunción acompañada de otros aparatos como mentoneras de tiro alto, placas oclusales o expansores con cobertura oclusal de acrílico para minimizar los efectos anteroposteriores y verticales indeseables de la ERM. Sin embargo, los siguientes estudios a largo plazo confirman que la apertura de la

mordida es un efecto transitorio de la disyunción y por tanto puede ser empleada en todo tipo de pacientes.

Chang y cols.<sup>21</sup> llevaron a cabo un estudio para examinar el efecto a largo plazo de la ERM con aparato de Haas en la apertura de la mordida y en la posición anteroposterior del maxilar. No encontraron diferencias significativas entre los grupos sometidos a ERM seguida de aparatología fija, aparatología fija únicamente y el grupo control sin tratamiento en 8 de las 10 variables cefalométricas medidas (ángulo facial, SNB, ANB, nasion perpendicular a pogonion, nasion perpendicular a punto A, plano facial, plano palatino y altura facial anteroinferior). Se observó una diferencia estadísticamente significativa en el ángulo SNA entre el grupo con ERM y el grupo control entre el inicio y el desbandado. De cualquier forma esta diferencia no fue clínicamente significativa. Finalmente, hubo una diferencia estadísticamente significativa en el ángulo del plano mandibular entre el grupo de ERM y el grupo con aparatología fija. Aunque este ángulo se cerró en el periodo de observación en cada grupo, se redujo más en el grupo con aparatología fija no siendo esta diferencia clínicamente significativa. Esta investigación sobre los efectos a largo plazo del tratamiento concluye que la ERM usada en el tratamiento de pacientes con maloclusiones de clase I y clase II no da lugar a efectos a largo plazo tanto en la dimensión vertical como anteroposterior de la cara.

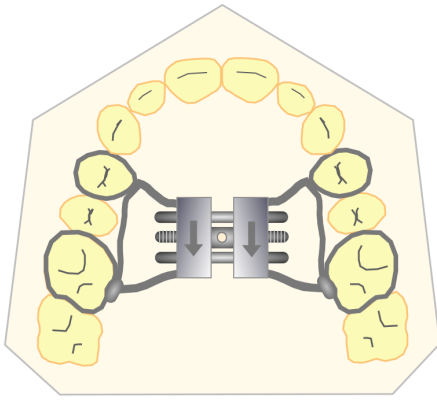
Garib y cols.<sup>163</sup> evaluaron los efectos a largo plazo en los arcos dentales de la disyunción a través de radiografías laterales. El grupo fue tratado con un expansor tipo Haas seguido de aparatología fija, tomándose tres radiografías: al inicio del tratamiento, tras la etapa de aparatología fija y tras un periodo de retención mínimo de tres años. Como retenedor emplearon una placa de Hawley superior y una barra lingual cementada de canino a canino en la arcada inferior. Cuando se compara con el grupo control, encontraron que el resalte se redujo en 0.6 milímetros. No encontraron cambios significativos en relación a la extrusión, inclinación del incisivo con respecto al maxilar y a la mandíbula, y a la sobremordida. Tampoco vieron efectos significativos en la posición vertical molar ni en la inclinación del incisivo. Se observaron cambios estadísticamente significativos a largo plazo en los ángulos SN-PP ( $0.8^\circ$ ) y SN-Gn ( $0.8^\circ$ ) cuando se comparan el grupo en tratamiento con el grupo control. No se encontraron cambios significativos en las medidas verticales entre el final de la fase activa de tratamiento y el seguimiento.

En el estudio llevado a cabo por Cozza y cols.<sup>164</sup> sobre dentición mixta en el que se tomaron telerradiografías tras la ERM con un expansor tipo mariposa colocado sobre los segundos molares deciduales y a los 6 meses de la misma, se concluyó que no se produjeron cambios estadísticamente significativos en el análisis sagital, que no se observaron cambios en el ángulo SN<sup>^</sup>GoGn, que el plano palatino se desplazó ligeramente hacia abajo y hacia atrás, que se produjo un incremento significativo en la distancia U6-PP y que se produjo también un incremento en la altura facial anterior(N-Me) como efecto directo del desplazamiento vertical del plano palatino y de los molares superiores. En todos los pacientes se resolvió la compresión maxilar lo que indica que este procedimiento puede ser usado en pacientes con tendencia al crecimiento vertical dado que se produjo un mínimo incremento de N-Me.

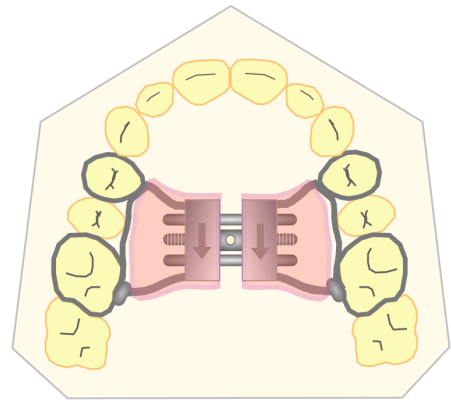
### **III-6.Efecto de los diferentes disyuntores:**

Se han descrito en la literatura dos tipos aparatos para llevar a cabo la ERM y la principal diferencia entre ambos es la presencia o ausencia de una almohadilla acrílica en contacto con el paladar. Los expansores soportados en hueso-tejido o expansores tipo Haas poseen esta almohadilla acrílica para distribuir la fuerza de expansión entre los dientes y la bóveda palatina. Los expansores soportados por dientes o expansor Hyrax no incluyen la almohadilla acrílica y presumiblemente liberan la fuerza al maxilar sólo a través de los dientes que soportan el aparato.

Aún cuando las investigaciones cefalométricas y sobre modelos no han demostrado diferencias entre ambos tipos de expansores<sup>165,166</sup> , no hay consenso en la literatura respecto a las diferencias entre el modo de acción de los dos tipos de aparatos. Entre las ventajas del aparato higiénico o Hyrax están una mayor comodidad, una higiene más fácil y la prevención de lesiones en la mucosa palatina. Por otro lado, el expansor con acrílico palatino se considera como el único aparato que produce una expansión significativa de la base maxilar. Además, la ausencia de acrílico permite la recaída del efecto ortopédico durante la fase de retención. Debido a que el expansor anclado a dientes mantiene sólo la expansión del arco dental, el hueso se movería a través de los dientes<sup>167</sup>, mientras que con el aparato de expansión cementado se incrementaría la rigidez limitando la inclinación y rotación indeseada de los dientes debido a la superficie de acrílico cementada a los dientes. Ninguna evidencia ha confirmado estas suposiciones.



**Figura 5.** Disyuntor Hyrax



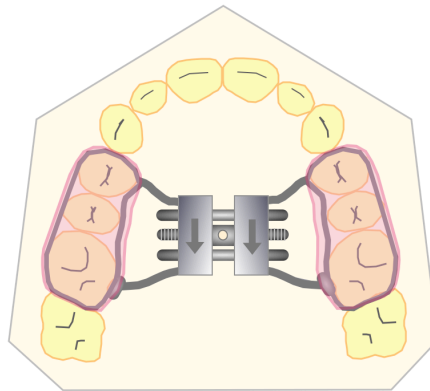
**Figura 6.** Disyuntor de Haas

Hay pocos estudios que comparan los aparatos de Haas y Hyrax ya que muchos investigadores tienden a clasificarlos como expansores con tornillo palatino y compararlos con otros tipos de expansores pero no entre ellos.

Haas<sup>98</sup> registró una serie de pacientes con placas posteroanteriores un año después de la terapia de expansión. Notó que los incrementos en las anchuras de la cavidad nasal y de la base apical permanecían estables. En un seguimiento a los 5 años, ninguno de los pacientes mostró recaída en estas medidas. En su estudio en 1968, Timms<sup>154</sup> mostró lo contrario que Haas y señaló que se producía una significativa cantidad de recaída. McNamara atribuyó estas diferencias entre los estudios de Timms<sup>154</sup> y Haas<sup>98</sup> a las variaciones en el diseño del aparato ya que Timms usó un aparato de expansión no rígido. Haas<sup>3</sup> creía que se producía un movimiento más en masa y menos de inclinación dental cuando se añadía una cobertura de acrílico palatina al aparato ya que las fuerzas no sólo se generaban contra los dientes sino también contra los tejidos blandos y duros.

En 1985, Praskins<sup>168</sup> llevó a cabo un estudio en el que comparó el aparato de Haas con el aparato de Hyrax usando varios parámetros dentales y esqueléticos. Encontró que ambos daban lugar a efectos similares en el complejo dentofacial abriendo ambos la mordida y produciéndose un ligero mayor cambio vertical con el uso del aparato de Haas.

Recientes estudios sugieren que los expansores con acrílico no controlan la dimensión vertical pero la expansión de los segmentos maxilares se hace de un modo más simétrico y en masa. Para prevenir dicho incremento vertical, en algunos pacientes hiperdivergentes se colocó un acrílico interoclusal que ejercía una fuerza intrusiva sobre los dientes maxilares y mandibulares.



**Figura 7.** Disyuntor con cobertura acrílica oclusal

Sarver y Johnston<sup>129</sup> compararon una muestra de pacientes con aparatos de Haas y Hyrax. Las cefalometrías laterales postratamientos revelaron que el maxilar mostraba un ligero movimiento superior del aspecto posterior del plano palatino con el uso del Haas, indicando un mejor control de la dimensión vertical. Además observaron un movimiento hacia abajo y posterior del aspecto anterior del maxilar y un movimiento inferior y posterior de los incisivos centrales. La importancia clínica de estas características de la ERM con aparatos cementados es importante. Por ejemplo, en el tratamiento de un paciente con cara larga, ángulo del plano mandibular elevado y tendencia a la mordida abierta, la extrusión del maxilar o de la dentición maxilar empeoraría la situación de mordida abierta y haría el patrón vertical más difícil de tratar. Además en pacientes de clase II que requieren ERM no se puede permitir un desplazamiento anterior del maxilar. La limitación del movimiento anterior del maxilar con aparatos cementados sería una indicación para los pacientes de clase II.

Erverdi y cols.<sup>169</sup> usaron cefalometrías lateral y frontal así como modelos de 20 pacientes con deficiencia maxilar (edad media, 20 años) para comparar los efectos esqueléticos y dentoalveolares

de los expansores Haas y Hyrax. Usando un método bidimensional de análisis, encontraron que el total de expansión en ambos grupos era similar, excepto en la distancia intermolar que era mayor en el grupo Hyrax.

Asanza y cols.<sup>170</sup> llevaron a cabo un estudio comparativo entre el aparato de Hyrax y el de Haas para determinar a través del análisis radiográfico las diferencias entre ellos en relación a la expansión simétrica, la cantidad de inclinación en los dientes y los cambios en la dimensión vertical concluyendo que con el aparato de Haas se produjo menor movimiento inferior del aspecto posterior de paladar al medir la distancia SN-PNS en milímetros, que se produjo un menor desplazamiento del maxilar con el uso del Haas en la medida en milímetros del punto A a una perpendicular a Sella-Nasion pasando por Sella que al emplear el aparato de Hyrax, que se produjo un mayor incremento en la altura facial vertical medida en ANS-Me en milímetros pero se necesitan estudios a largo plazo para valorar la validez de esta conclusión ya que los resultados están basados en un periodo de cuatro meses, que con ambos aparatos se produjo inclinación bucal de los dientes posteriores, con alta variabilidad y asimetría, que no hubo diferencias estadísticamente significativas en el patrón de expansión en ambos grupos y que en ambos grupos hubo individuos en los que se produjo el doble de expansión en un lado respecto a otro lo cual implicaba que la eliminación de la intercuspidación no era el principal determinante para obtener segmentos simétricamente expandidos.

Reed y cols.<sup>171</sup> en un estudio comparativo entre los resultados obtenidos tras el tratamiento con un disyuntor con bandas y con un disyuntor con cobertura acrílica seguidos ambos de aparatología fija observaron que no hubo diferencias clínicas en la cantidad de movimiento inferior del plano palatino y de los molares maxilares entre los pacientes tratados con los dos tipos de disyuntores, que los pacientes con una mayor inclinación del plano mandibular al inicio del tratamiento no mostraron un mayor cambio vertical significativo con la ERM y la aparatología fija con respecto a aquellos que se trataron y que tenían una inclinación del plano mandibular menor, y que se produjo una expansión molar neta mayor en el grupo tratado con expansor con cobertura oclusal. De cualquier forma, en este estudio se vio que el movimiento vertical de los molares maxilares fue independiente a la cantidad de expansión maxilar, al tiempo que estuvo colocado el expansor y a la cantidad de cambio en el ángulo del plano mandibular. Así, hubo una mínima correlación entre el dicho movimiento vertical y el cambio producido en las alturas faciales inferiores tanto anterior como posterior. Este estudio no pudo establecer superioridad en ningún tipo de técnica de ERM cuando se

compara la ERM con disyuntor con bandas y la ERM con disyuntor con cobertura acrílica al final del tratamiento de ortodoncia con aparatología fija.

Praskins y Cisneros<sup>172</sup> estudiaron los resultados tras el tratamiento con Haas y Hyrax en un grupo entre 7 y 16 años. Aunque se centraron en los cambios verticales y anteroposteriores, no registraron diferencias significativas entre los dos aparatos.

Ghandehari<sup>173</sup> en un estudio clínico randomizado, analizó 19 modelos antes y después de la expansión con expansores de Haas y Hyrax empleando una metodología bidimensional concluyendo que ambos aparatos producían efectos similares.

Debido a que la literatura no da evidencia de que un aparato sea más efectivo que otro, los clínicos basan su elección en su conveniencia personal. Esta incertidumbre puede ser debida a la falta de información sobre qué ocurre en una valoración tridimensional. El uso de tomografía computerizada permite medir las dimensiones transversales en cualquier área del maxilar, así como los cambios en la inclinación axial de los dientes posteriores a través de la reproducción de una sección del maxilar en los tres planos<sup>174,175</sup>. Garib y cols.<sup>176</sup> llevaron a cabo un estudio para cuantificar y comparar los efectos dentoalveolares de la ERM producida por expansores soportados por dientes y expansores soportados por diente y tejido a través de la tomografía computerizada para clarificar las controversias anteriormente mencionadas. En éste observaron que la ERM produjo un significativo incremento de todas las dimensiones transversales medidas, decreciendo dichas medidas desde el arco dental al hueso basal, siendo el incremento transversal a nivel de suelo nasal de un tercio a la mitad de la cantidad de activación del tornillo, que ambos tipos de expansores produjeron efectos ortopédicos similares, que la expansión dio lugar al movimiento bucal de los dientes posteriores a través de cambios en la inclinación y a la traslación en masa y que se produjo mayor inclinación bucal de los segundos premolares que en los dientes de anclaje relacionando esta diferencia de inclinación con las fuerzas de expansión liberadas. Los segundos premolares fueron expandidos por la barra lingual que conecta el primer premolar con el primer molar. Esta simple fuerza aplicada en la corona, lejos de su centro de resistencia, puede generar un momento bucal y, por tanto, dar lugar a una mayor inclinación bucal<sup>177</sup>. Los expansores soportados por dientes y tejido produjeron un mayor cambio en la inclinación axial de los dientes de soporte, especialmente en los primeros premolares comparados con los expansores soportados por dientes.

Oliveira y cols.<sup>178</sup> emplearon una técnica tridimensional de escaneado por láser de los modelos de estudio así como el análisis de cefatometría anteroposterior para ver los cambios morfológicos ocurridos en el paladar con dos tipos de expansores, Haas y Hyrax. En desacuerdo con estudios previos, los resultados de este estudio sugieren que los dos aparatos no generan una expansión similar y que ambos alcanzan una expansión final por mecanismos diferentes: el aparato de Haas con un mayor componente de movimiento ortopédico y el aparato de Hyrax a través de la expansión dentoalveolar. La expansión basal, medida a través de la anchura interpalatina fue mayor en el grupo tratado con Haas, mientras que la expansión dentoalveolar, medida a través de la angulación palatal fue mayor en el grupo Hyrax. Ello sería debido a que la cobertura acrílica del aparato de Haas dirige el vector de fuerza más cerca del centro de resistencia del maxilar produciendo un movimiento en masa. Por otro lado, el aparato de Hyrax disiparía la presión de apertura a través del proceso alveolar. Debido a que en este estudio el aparato de Hyrax mostró menos eficacia en el aumento de la anchura intermolar, el expansor de Haas sería el aparato de elección para tratar pacientes con severa constricción maxilar a nivel posterior.

En muchas ocasiones, la apertura de la mordida puede ayudar a corregir ciertas maloclusiones. Dependiendo de los objetivos de tratamiento que se busquen, el ortodoncista debe considerar el diseño de cada mecanismo de expansión y elegir el apropiado. Por ejemplo, en el tratamiento de un paciente con tendencia a la mordida abierta y una dimensión vertical excesiva, el expansor con cobertura oclusal ayudaría a prevenir la extrusión del maxilar y de los dientes maxilares. Por el contrario, un paciente con un ángulo del plano mandibular cerrado, sobremordida profunda y una altura facial anterior reducida se beneficiaría de los rasgos de apertura de la mordida del aparato de Hyrax<sup>170</sup>.

En la práctica ortodóncica, es frecuente encontrar casos en los que el arco superior es estrecho solamente en la región anterior. Se han usado diferentes aparatos para ganar más expansión en el área intercanina. De cualquier forma, todos estos aparatos eran removibles y sólo lograban la expansión dentaria en el maxilar. En 1996, Shellino y cols.<sup>179</sup> diseñaron un tornillo llamado Ragno que trabaja asimétricamente permitiendo una apertura en abanico. El desarrollo de aparatos para la expansión rápida que sólo afecten a la región anterior del maxilar, representa una significativa mejora en los aparatos convencionales de expansión rápida. Ello evita efectos indeseables en la expansión del maxilar en la región del primer y segundo premolar, lo que crea una ventaja en el tratamiento futuro del caso.



Levrini and Filippi<sup>180</sup> usaron un aparato Ragno para expandir el maxilar en un estudio con chicos de seis años con labio y paladar hendido bilaterales que requería expansión rápida maxilar sólo en la región anterior. Los modelos postratamientos revelaron que el incremento en la anchura intercanina era mayor que en la anchura intermolar, lo cual difería de estudios anteriores.

Sadeddin<sup>181</sup> evaluó el efecto de un expansor rápido tipo abanico en casos con constricción anterior. Encontró una expansión significativamente mayor en la anchura intercanina que en la anchura intermolar, un incremento en el perímetro del arco maxilar, un movimiento hacia delante y hacia abajo del arco maxilar con un movimiento en sentido horario de la mandíbula.

Doruk y cols.<sup>177</sup> evaluaron y compararon los efectos sagitales, transversales y verticales de la expansión rápida maxilar con un tipo de expansor en abanico sobre las estructuras dentofaciales. Para ello emplearon un grupo de 17 pacientes con anchura intermolar normal y sin mordida cruzada posterior a los que colocaron el expansor en abanico, y otro grupo de 17 pacientes con mordida cruzada posterior a los que colocaron un aparato de expansión con tornillo Hyrax y cobertura acrílica. Observaron que la anchura intermolar mostró una ligera expansión con el expansor en abanico cuando se compara con el expansor convencional, que no se produjeron diferencias en la anchura intercanina en ambos grupos, que la apertura de la sutura mediopalatina es más paralela con el expansor convencional que con el tipo abanico en una vista coronal y frontal, que los cambios registrados en las estructuras dentofaciales con el expansor convencional fueron más estables que los logrados con el expansor tipo abanico, que el maxilar se movió hacia adelante y hacia abajo, y que se produjo un incremento de la dimensión vertical en ambos grupos. De cualquier forma, con el expansor tipo abanico se evitó la expansión y el volcamiento de los dientes posteriores que causa el incremento de la altura facial vertical. Con el expansor convencional los incisivos superiores se volcaron hacia palatino y con el expansor tipo abanico lo hicieron hacia vestibular y la anchura de la cavidad nasal se incrementó más con el expansor convencional.

La ERM busca coordinar las bases dentoalveolares maxilar y mandibular a través de un movimiento ortopédico máximo y un mínimo movimiento dentario lo cual se ha hecho incluyendo en el aparato de expansión un mayor número de piezas dentarías. Sin embargo, esto hace más difícil su construcción e inserción a la vez que es menos confortable para el paciente y dificulta su higiene. El expansor Hyrax con 4 apoyos sobre primeros molares y primeros premolares puede ser modificado

eliminando las dos bandas anteriores y creando un expansor que incluya sólo los primeros molares siendo éste más cómodo y fácil de llevar. Se han realizado distintos estudios comparativos sobre estos dos aparatos. Lamparski y cols.<sup>6</sup> vieron que ambos aparatos afectaban a la sutura mediopalatina de la misma forma no encontrando diferencias en la anchura molar ni en la cantidad de separación a nivel de los caninos. La principal diferencia entre ambos fue que el aparato a cuatro bandas retuvo mejor los cambios en la fase inicial del tratamiento. Dado que los efectos producidos por el expansor con 2 apoyos produjo efectos similares sobre la sutura y la dentición se concluyó que puede ser usado con éxito para producir una adecuada expansión esquelética y dental.

Davidovitch y cols.<sup>7</sup> llevaron a cabo un estudio comparativo entre expansores a dos y cuatro bandas, observando las respuestas esquelética y dental a través de medidas cefalométricas anteroposteriores, radiografías oclusales y modelos de estudio antes, tras la expansión y tras un año de la expansión concluyendo que con ambos tipos de expansores se produjo una apertura de la sutura en forma de “V”, que el ancho de la sutura fue tres veces mayor con el aparato a cuatro bandas en todas las medidas así como el perímetro del arco fue seis veces mayor con este expansor, que durante el periodo de retención, la remineralización fue la causa de que se restablecieran las dimensiones de la sutura mediopalatina y que el volcamiento coronario bucal (14-20°) de los molares causado en la activación de la ERP fue transitorio. De cualquier forma, la proximidad de la raíz a la tabla cortical externa es un riesgo potencial que puede causar fenestración, dehiscencia o reabsorción radicular. El uso del expansor a dos bandas depende de la edad y no logró una apertura suficiente de la sutura en pacientes mayores de 12 años. Así, se recomienda este aparato en pacientes en dentición mixta con un apiñamiento moderado o mordida cruzada posterior unilateral. El expansor a cuatro bandas es independiente de la edad en sujetos entre 9 y 17 años. Así, se recomienda este aparato en pacientes mayores de 12 años o pacientes con una deficiencia severa en la longitud del arco maxilar o mordidas cruzadas bilaterales. En pacientes con cerca o más de 20 años se recomienda un examen radiográfico de la sutura para evitar efectos indeseables de la expansión rápida. En estos casos se recomienda combinar la expansión rápida maxilar con la preparación quirúrgica.

Akkaya y cols.<sup>23</sup> llevaron a cabo un estudio comparativo entre expansión rápida y expansión lenta con dos aparatos con cobertura acrílica (Hyrax y Minne Expander). El tornillo para la expansión rápida fue activado dos veces al día y el Minne Expander fue comprimido una vez a la semana para producir una fuerza continua de 900 gramos. Observaron que la anchura intercanina superior fue significativamente mayor en el grupo de expansión rápida y que podría estar relacionado con un

incremento más rápido de la anchura en este grupo. La ganancia en el perímetro de arcada fue también mayor en el grupo de expansión rápida a razón de 0.65 veces la cantidad de expansión posterior con respecto a las 0.6 veces en el grupo de expansión lenta. Al final del periodo de retención también el incremento en el perímetro del arco superior fue mayor para el grupo de expansión rápida.

En un reciente estudio, Lagravère y cols.<sup>183</sup> compararon los cambios transversales, verticales y anteroposteriores producidos por dos tipos de expansores, uno anclado sobre hueso y otro sobre dientes en adolescentes midiendo los cambios inmediatos y a largo plazo a través de tomografía computerizada. Concluyeron que ambos expansores producían resultados similares siendo éstos mayor en la dimensión transversal que en la vertical y habiendo más expansión dental que esquelética. Estos autores proponen el expansor anclado en hueso como una alternativa a los anclados sobre dientes ya que la higiene es mejor al ser más pequeños y permitir el cepillado. Además, se puede emplear en pacientes con dientes posteriores ausentes o comprometidos a la vez que se puede realizar la terapia de ortodoncia fija al mismo tiempo que la expansión.

### **III-7. Efectos indeseables de la Expansión Rápida Maxilar y estabilidad:**

Se ha observado que en los dientes de anclaje se producen exostosis, cálculos pulpares y reabsorción radicular<sup>62,63</sup>. También se ha registrado evidencia clínica del daño periodontal en los dientes de anclaje, produciéndose una recesión gingival mayor en dichos dientes<sup>12</sup>. Para evitar estos efectos indeseados sobre los dientes permanentes, la expansión puede realizarse empleando los dientes temporales como anclaje<sup>156</sup>.

Se han propuesto varias teorías para explicar el porqué se produce una apertura de la mordida con la ERM al menos a corto plazo. La explicación más obvia que se observa inmediatamente después de la expansión está en relación con el cambio de la oclusión a nivel posterior. El arco maxilar está sobreexpandido en relación con el arco mandibular y las relaciones posteriores con las cúspides causa una apertura transitoria de la mordida. Además, los primeros molares se extruyen durante el proceso de ERM y este movimiento puede causar también la apertura de la mordida. Melsen y Melsen<sup>30</sup> señalaron que la ERM es suficientemente traumática para producir fracturas en la región

de la tuberosidad maxilar facilitando el desplazamiento del maxilar. En este sentido, la ERM daría lugar a un desplazamiento hacia abajo y hacia delante del maxilar en pacientes sometidos a dicha expansión.

Hay varios estudios publicados que proporcionan información sobre la activación, sobrecorrección y protocolo de retención. Hicks<sup>25</sup> determinó que la cantidad de recidiva está relacionada con el procedimiento de retención tras la expansión. Este autor confirmó que si el expansor era retirado inmediatamente tras la expansión activa, la recidiva alcanzaría el 45 % de la expansión producida durante el tratamiento. La retención fija durante 2-3 meses daría una recidiva de entre el 10-23 % mientras que si la retención era removible la recidiva sería de entre el 2% y el 25%. Con estos resultados, Hicks concluyó que es necesario usar una retención fija durante al menos dos meses ya que como Zimring y Isaacson<sup>65</sup> demostraron, las fuerzas que tienden a inducir la recidiva continúan actuando durante un período de más de 6 semanas tras la expansión activa. Krebs<sup>78</sup> encontró que tras suspender la retención fija se producía una reducción sustancial en la anchura de los arcos dentales y que esta tendencia continuaba hasta los 5 años. Así, factores como la duración y el tipo de retención deben influir en la cantidad de recidiva. Anotó que, aunque la anchura en los arcos dentales fue mantenida durante la etapa de retención fija, la distancia entre los implantes que colocó en las crestas infracigomáticas decreció durante los tres meses de retención fija un promedio de 10-15%. Esta recaída continuó durante el periodo de retención con aparatos removibles. Tras un periodo aproximado de 15 meses, aproximadamente un 70% de la anchura maxilar infracigomática fue mantenida.

Tras una revisión de la literatura, Bell<sup>24</sup> concluyó que la expansión lenta es menos perjudicial para los sistemas suturales. La expansión lenta que mantiene la integridad de los tejidos aparentemente necesita entre 1 y 3 meses de retención, lo cual es significativamente más corto que de los 3 a 6 meses que se recomiendan para la expansión rápida<sup>95</sup>. Mew<sup>184</sup>, por su parte, defiende un periodo de retención total entre 1 año y medio y cuatro años, dependiendo de la extensión de la expansión.

La tendencia de los dientes maxilares y de los segmentos esqueléticos a volver a sus posiciones originales se ha atribuido a un número probable de factores: las fuerzas acumuladas en las articulaciones circummaxilares, fuerzas oclusales, musculatura peribucal y la elasticidad de las fibras de la mucosa palatina como sugirió Maguerza<sup>104</sup>.

Una vez se retiran los aparatos, la tendencia a la recidiva puede incrementarse a pesar de un periodo de retención de 3 a 4 meses. Para neutralizar esta fuerza, se debería considerar colocar retenedores palatinos, barras transpalatinas o aparatos fijos con arcos expandidos. Debido a esta recaída tras la expansión, se recomienda la sobrecorrección del problema transversal y permitir el consiguiente enderezamiento de los dientes como recomendara Haas<sup>98</sup>.

Otros estudios sugieren que el grado de recaída puede estar relacionado con factores como la edad del paciente, la tasa de expansión, el diseño del aparato, la longitud del periodo de retención, la severidad del colapso maxilar y la respuesta de la sutura mediopalatina y estructuras circundantes, la colaboración durante el periodo de retención y la adaptación de los tejidos blandos a las nuevas posiciones.

**Estimación de la expansión necesaria:** Las siguientes medidas pueden ayudar al clínico a estimar la expansión necesaria:

- medir la distancia entre la extensión más gingival de los surcos vestibulares de los primeros molares inferiores, entre puntos en los surcos localizados en la mitad de las superficies bucales
- medir la distancia entre las puntas de las cúspides mesiovestibulares de los primeros molares maxilares y
- restar la medida mandibular a la medida maxilar. Las diferencias medias en personas con una oclusión normal son de +1.6 milímetros para hombres y +1.2 milímetros para mujeres<sup>185</sup>. Esta discrepancia entre las medidas maxilar y mandibular es un buen indicador de cuánto los molares maxilares deberían ser expandidos. Uno debería sobreexpandir los molares de 2 a 4 milímetros la distancia requerida para evitar la recidiva esperada<sup>184</sup>. El tornillo de expansión debería proporcionar al menos la cantidad de expansión calculada. No hay datos disponibles sobre la cantidad máxima que el arco maxilar puede ser expandido lo cual varía entre unos individuos y otros y de acuerdo con la severidad de la maloclusión, pero de 10 a 12 milímetros debe considerarse el límite máximo para la corrección con ERM.

Zimring e Isaacson<sup>65</sup> recomendaron el siguiente programa de vueltas. En pacientes jóvenes en crecimiento dar dos vueltas cada día durante los 4-5 primeros días y una vuelta al día hasta completar el tratamiento de expansión y en pacientes adultos (sin crecimiento), debido a un incremento en la resistencia esquelética, dos vueltas cada día durante los dos primeros días, una

vuelta cada día durante los siguientes 5-7 días, y una vuelta al día un día sí y uno no hasta completar el tratamiento de ERM.

## **IV. Material y método**

### **IV-1. Selección de pacientes (muestra grupo tratamiento):**

La selección de pacientes se realizó en la clínica de ortodoncia del doctor Chaqués en Sevilla entre los años 1990 y 2008. Todos los pacientes seleccionados para este trabajo fueron sometidos a un estudio ortodóncico completo que incluyó fotografías faciales e intraorales, telerradiografía lateral de cráneo, ortopantomografía así como modelos de estudio vaciados en escayola con una reproducción fidedigna de la morfología de las arcadas dentarias.

Los padres, o en su caso los representantes legales de cada uno de los niños, fueron informados de forma verbal y detallada, incluyendo los riesgos y objetivos del estudio, antes de tomar los registros. Las mediciones sólo se comenzaban a realizar una vez obtenido el consentimiento correspondiente.

Además, los pacientes seleccionados debían cumplir los siguientes criterios de inclusión:

- No haberse sometido a ningún tratamiento ortodóncico previo.
- Pacientes en crecimiento.
- Presencia de hipoplasia transversal maxilar.
- Aceptar la participación en una investigación dirigida a valorar los efectos dentales y esqueléticos de la expansión rápida maxilar con un disyuntor a dos bandas modificado.

Los criterios de exclusión fueron los siguientes:

- Anomalías congénitas.
- Tratamiento ortodóncico previo.

Para el estudio fueron seleccionados 37 pacientes en dentición mixta (17 niñas y 20 niños) con una edad media de 9 años y 7 meses (rango de 8.1 y 12.3 años) y de 29 pacientes en dentición permanente (17 niñas y 12 niños) con una edad media de 13 años (rango de 9.7 y 15.9 años) que necesitaban un tratamiento con expansión rápida maxilar debido a que presentaban una mordida

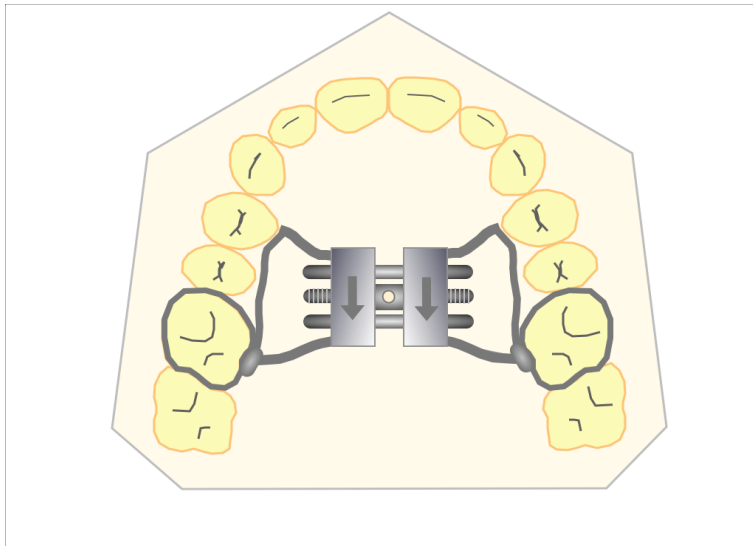
cruzada uni o bilateral en clase I, II y III de Angle en dos o más dientes en los que las cúspides vestibulares de los dientes superiores oclúan con las fosas centrales de los inferiores. Así, los pacientes incluidos en este estudio presentaban una compresión esquelética con una oclusión cruzada posterior susceptible de ser tratada mediante la expansión ortopédica del maxilar superior. De la muestra inicial de 33 pacientes en dentición permanente se tuvieron que descartar cuatro debido a que no tenían habilidad suficiente para realizar la apertura del tornillo y el tiempo entre las radiografías inicial y final se prolongó más de lo que se estimó conveniente ya que el crecimiento era una variable que no se quiso tener en cuenta en este estudio.

Los pacientes en dentición mixta fueron divididos en dos grupos: grupo 1 y grupo 2 en función de qué dientes fueron empleados como anclaje. Se les colocó un expansor tipo Hyrax a dos bandas cementado sobre los primeros molares permanentes en los pacientes en dentición permanente y en el grupo 1 en dentición mixta y sobre los segundos molares deciduales en los pacientes del grupo 2. El disyuntor se cementó sobre los segundos molares deciduales siempre si cuando éstos no presentaran signos de anquilosis, movilidad, destrucción por caries sin restaurar y tuvieran al menos dos tercios de raíz.

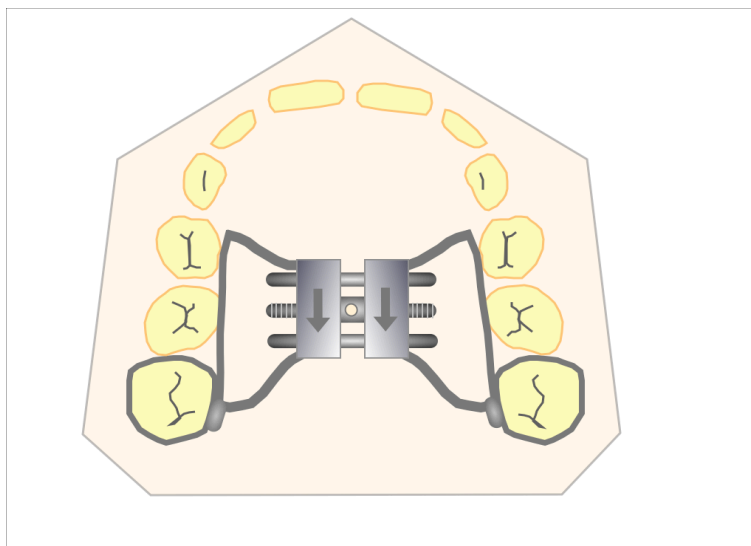
## **IV-2. Expansión rápida maxilar:**

Para llevar a cabo la disyunción palatina rápida se utilizaron dispositivos de expansión rápida con un tornillo tipo Hyrax de 11 mm (GAC International) con 2 apoyos en dientes posteriores y cementados con un cemento de ionómero de vidrio (Ketac Cem®, 3M ESPE, Seefeld, Germany) como se muestra en la figuras 8, 9 y 10.

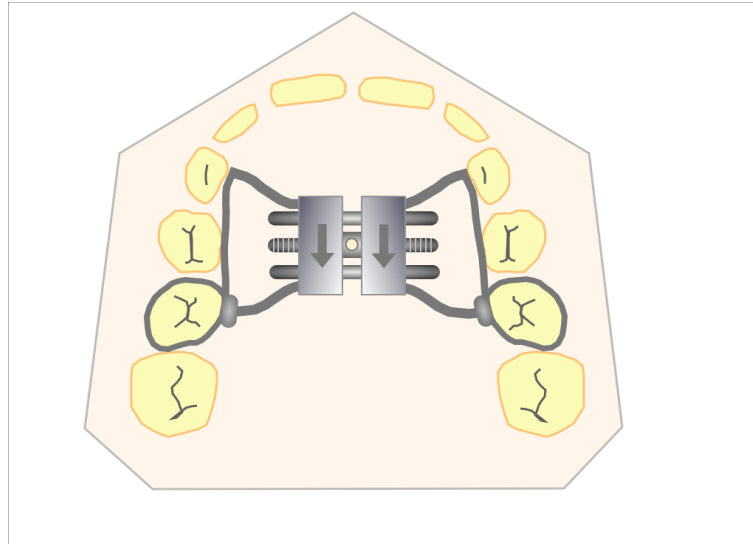




**Figura 8.** Disyuntor Hyrax a dos bandas anclado sobre primeros molares(dentición permanente).



**Figura 9.** Disyuntor Hyrax a dos bandas sobre primeros molares permanentes(dentición mixta).



**Figura 10.** Disyuntor Hyrax a dos bandas sobre segundos molares deciduales(dentición mixta).

En ninguno de los casos el proceso de expansión fue asistido quirúrgicamente. Una vez cementado el aparato se iniciaron las activaciones del tornillo el mismo día de su colocación. Los padres de los pacientes fueron instruidos para activar el tornillo de expansión a un ritmo de dos cuartos de vuelta al día (por la mañana y por la noche, 0,5 milímetros/día) durante la primera semana y, tras ésta, con un ritmo de uno o dos cuartos de vuelta al día durante 1 ó 2 semanas más dependiendo del grado de compresión y de la habilidad del operador hasta conseguir 2-3 milímetros de resalte bucal en la relación posterior. El criterio de sobrecorrección establece que las cúspides palatinas de los dientes maxilares deben contactar con las vertientes vestibulares de las cúspides de los molares mandibulares. El número de vueltas total dependió, por tanto, del grado de compresión esquelética que presentaba cada paciente. Obtenida la sobrecorrección de la compresión transversal, se procedió al sellado del tornillo de expansión con un alambre de acero inoxidable de 0.012” para mantenerlo como mecanismo de retención.

### **IV-3.Registros:**

Se tomaron registros de modelos y telerradiografías laterales para todos los pacientes antes del tratamiento(T0) y al terminar la expansión rápida maxilar(T1).

El expansor fue activado hasta que la expansión requerida fue alcanzada, es decir, cuando la mordida cruzada posterior fue corregida y los cúspides palatinas de los dientes maxilares posteriores entraron en contacto con las cúspides vestibulares de los dientes mandibulares posteriores. Entonces, el expansor se cerró con una ligadura metálica y se tomaron impresiones y telerradiografías siendo el intervalo medio entre T0 y T1 de 28 días(entre 15 y 57 días) entre los dos grupos en dentición mixta y el grupo en dentición permanente, por lo que el crecimiento no actuó como variable que afectara a los resultados obtenidos.

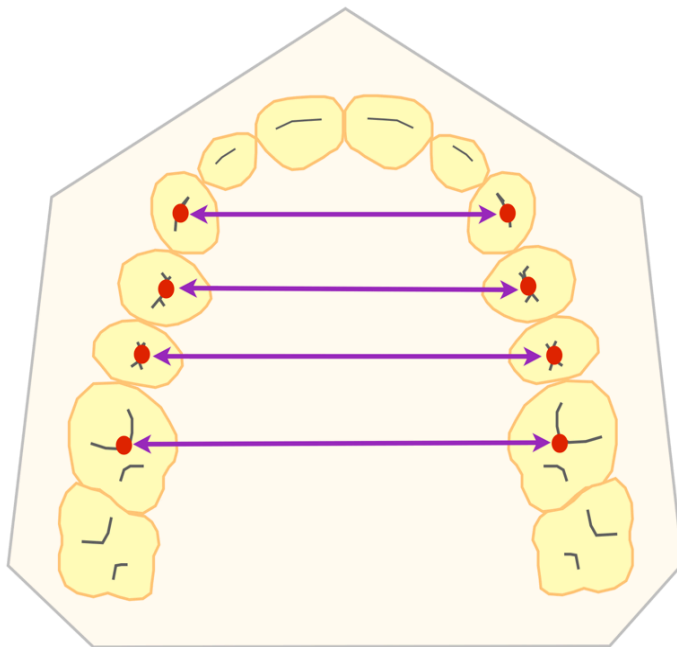
#### **IV-3-A. Análisis de modelos:**

Se tomaron las siguientes medidas sobre los modelos de ortodoncia (figuras 11,12,13 y 14):

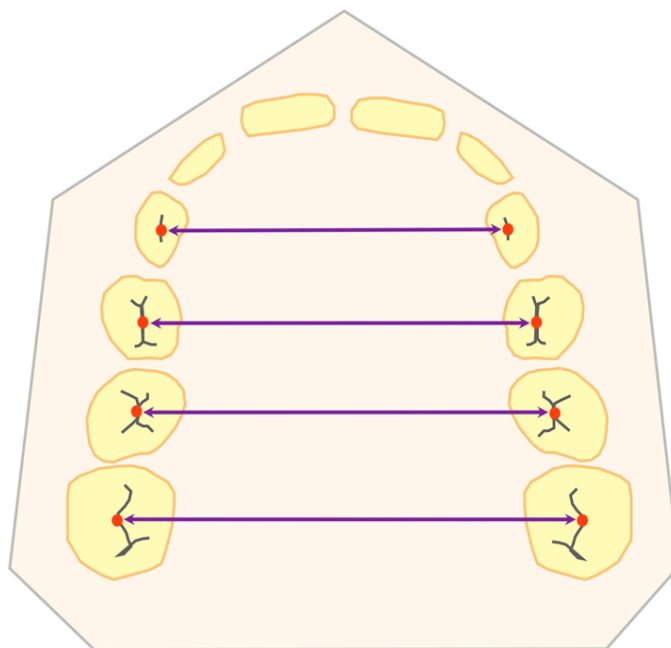
1. Anchura maxilar intermolar: distancia entre las fosas centrales de los primeros molares permanentes maxilares en ambas denticiones, y de los primeros y segundos molares deciduales maxilares en dentición mixta.
2. Anchura maxilar interpremolar: distancia entre las fosas centrales de los primeros y segundos premolares maxilares en dentición permanente.
3. Anchura maxilar intercanina: distancia entre las cúspides caninas maxilares de los caninos permanentes y de los caninos deciduales.
4. Anchura mandibular intermolar: distancia entre las fosas centrales de los primeros molares permanentes mandibulares en ambas denticiones, y de los primeros y segundos molares deciduales en dentición mixta.
5. Anchura mandibular interpremolar: distancia entre las fosas centrales de los primeros y segundos premolares mandibulares en dentición permanente.
6. Anchura mandibular intercanina: distancia entre las cúspides caninas mandibulares de los caninos permanentes y de los caninos deciduales.

Las medidas sobre modelos fueron realizadas por un único investigador usando un calibre digital.

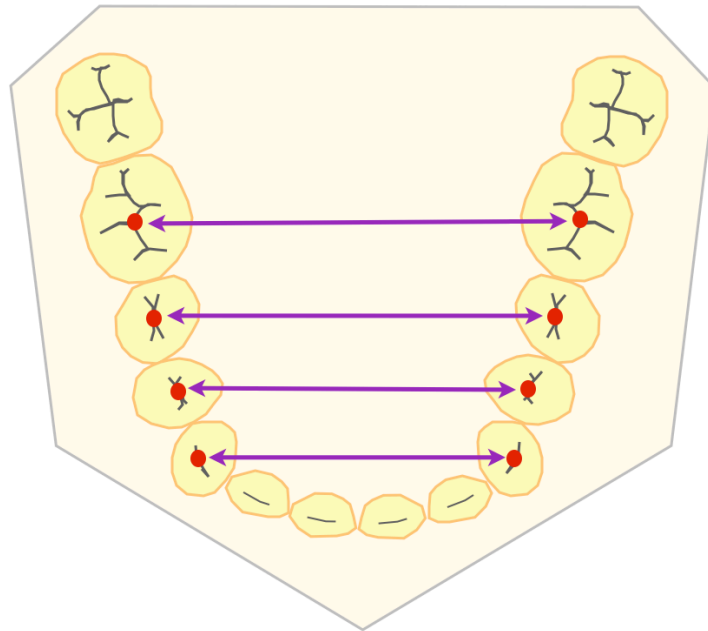
Para comprobar la fiabilidad de los resultados obtenidos entre los examinadores, éstos volvieron a medir diez modelos de estudio tomados al azar y compararon los resultados con las medidas originales.



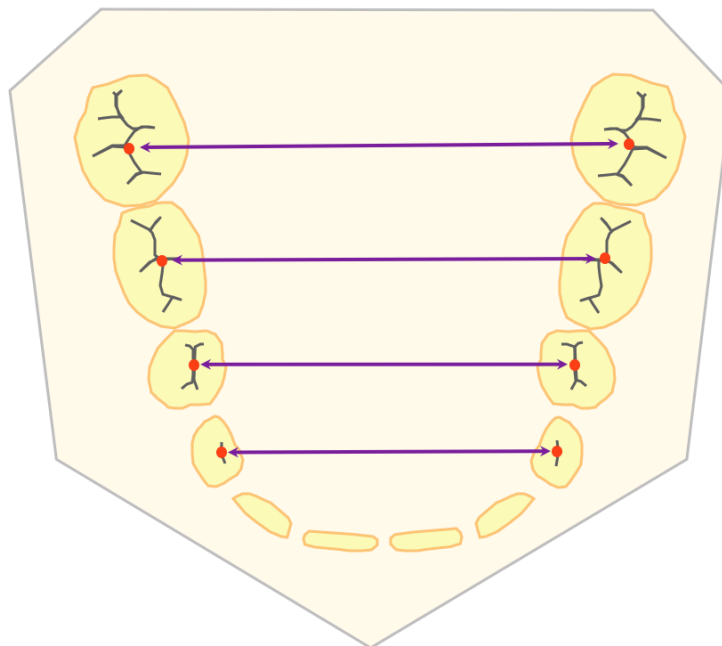
**Figura 11.** Mediciones sobre dentición permanente(arcada superior).



**Figura 12.** Mediciones sobre dentición mixta(arcada superior).



**Figura 13.** Mediciones sobre dentición permanente(arcada inferior).

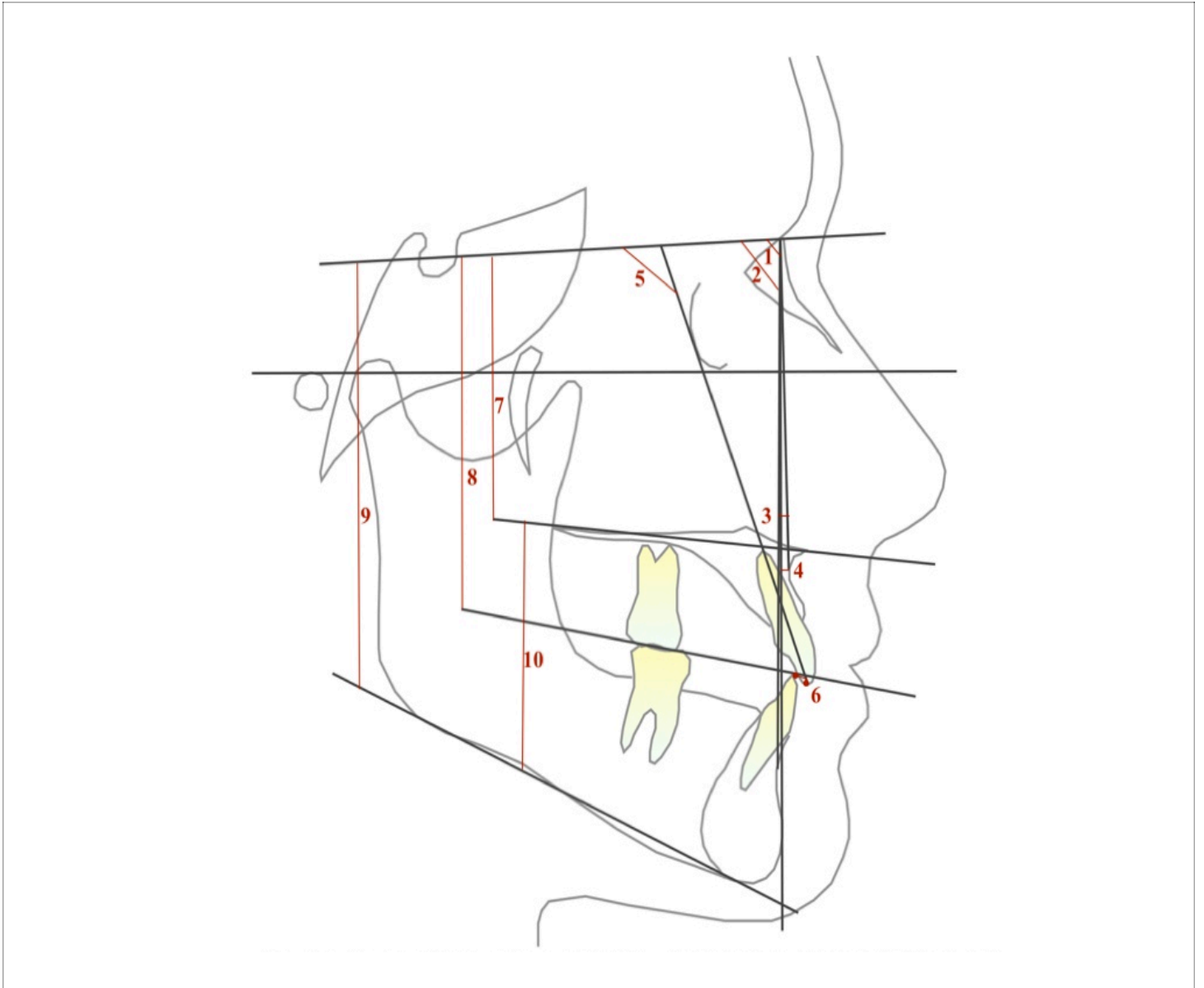


**Figura 14.** Mediciones sobre dentición mixta(arcada inferior).

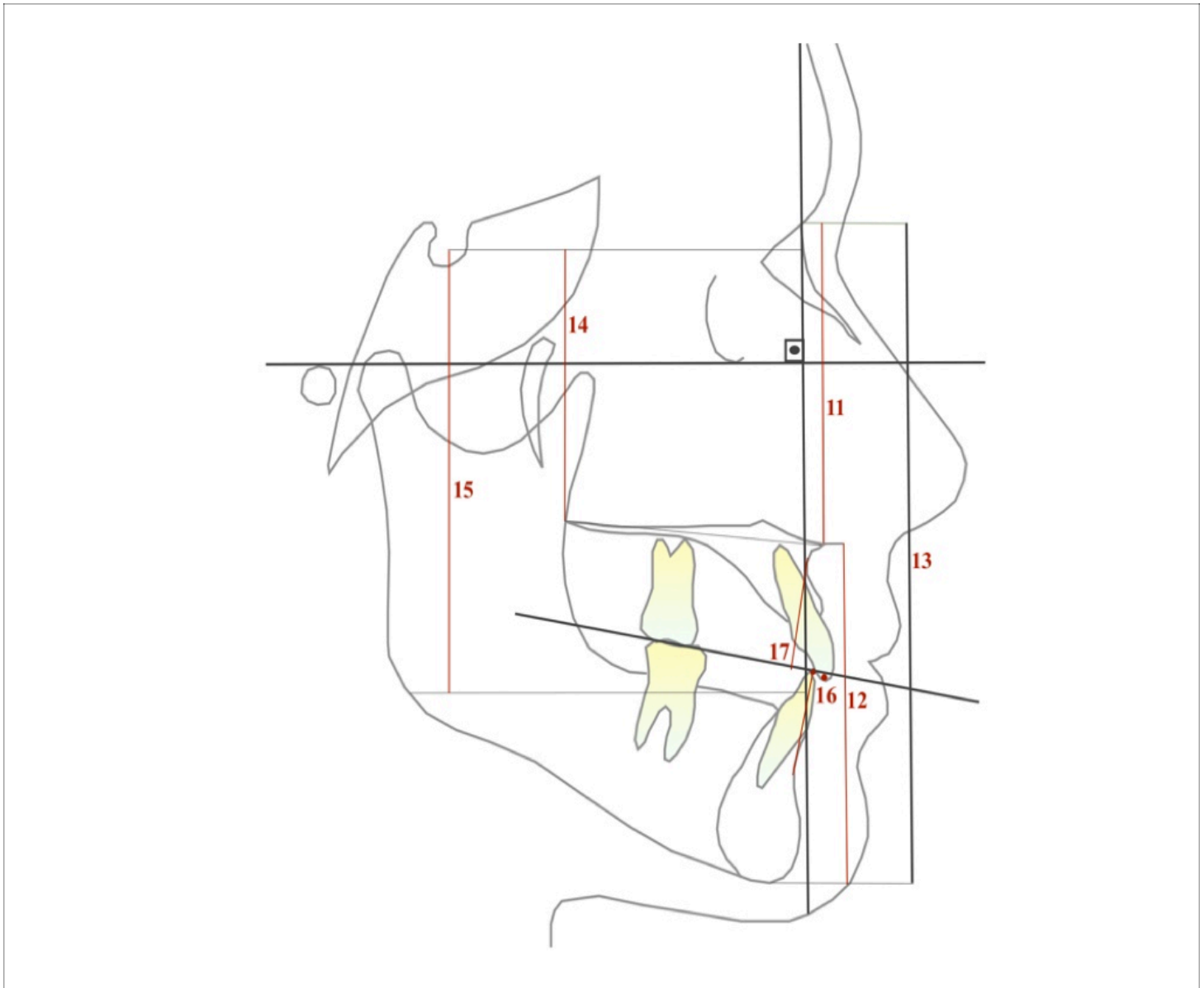
### **IV-3-B. Análisis radiográfico:**

Cada trazado cefalométrico fue realizado por un investigador(M.Ch.) y verificado por otro(J.Ch.) estando ambos de acuerdo en las líneas marcadas. Para minimizar un error en los mismos, las cefalometrías en T0 y T1 se superpusieron en la base craneal para marcar los puntos porion y orbital. La magnificación de ambas radiografías tomando como referencia la base craneal fue menor a 0.5 milímetros. Se tomaron las siguientes medidas(figuras 15 y 16):

1. Medidas esqueléticas sagitales: ángulo SNA, ángulo SNB, ángulo ANB, distancia A-NP<sub>g</sub> y análisis de Wits. Los incrementos en las medidas angulares desde T0 a T1 fueron consideradas positivas y las reducciones en las mismas como negativas. Un desplazamiento hacia delante de la estructura esquelética maxilar desde T0 a T1 fue considerado positivo, mientras que un desplazamiento hacia atrás fue considerado como un valor negativo en el análisis de Wits.
2. Medidas dentales sagitales: ángulo I-NS y resalte. Un incremento en la medida angular entre T0 y T1 indicaría una proinclinación incisiva y se consideraría positiva. Por el contrario, la reducción en este valor resultaría de una retroinclinación incisiva y sería registrado como negativo. Un incremento en la medida lineal(resalte) sería registrada como positiva y una reducción, como negativa.
3. Medidas esqueléticas verticales: ángulo SN-PP, ángulo SN-MP, ángulo SN-OP, ángulo PP-MP, altura facial anterosuperior(N-ENA), altura facial anteroinferior(ENA-Me), altura anterior total(N-Me), altura facial superoposterior (S-ENP), altura facial posterior total (S-Go). Los incrementos en las medidas angulares y lineales fueron considerados positivos y negativos, las reducciones.
4. Medidas dentales verticales: sobremordida. Cuando la diferencia entre T1 y T0 fuera positiva significaría que la sobremordida aumentaba y se le asignó un valor positivo. Si dicha diferencia resultaba negativa indicaba que la sobremordida se habría reducido y fue considerada como un valor negativo.



**Figura 15.** Variables cefalométricas para la evaluación sagital y vertical. 1: SNA, 2: SNB, 3: ANB, 4: A-NPg, 5: 1-SN, 6: Resalte, 7: SN-PP, 8: SN-OP, 9: SN-MP; 10: PP-MP.



**Figura 16.** Variables cefalométricas lineales para la evaluación sagital y vertical. 11: AFAS(altura facial anterosuperior), 12: AFAI(altura facial anteroinferior), 13: AFAT(altura facial anterior total), 14: AFPS(altura facial posterosuperior), 15: AFPT(altura facial posterior total), 16: sobremordida, 17: Wits.



### **IV-3-C. Análisis estadístico:**

Los datos fueron obtenidos de mediciones en T0 antes de iniciar el tratamiento y en T1 tras la expansión tanto sobre modelos como sobre radiografías.

Para evaluar el efecto inmediato de la disyunción en ambas denticiones y de esta forma responder a nuestra hipótesis de trabajo se realizó un test T de Student. El análisis estadístico incluyó la media y la desviación estándar y los rangos fueron calculados con las medidas de T0 y T1. Se determinó si los cambios de T0 a T1 fueron estadísticamente significativos o no.

Para comparar los cambios producidos entre la dentición mixta y la dentición permanente y las diferencias ocurridas dentro de la dentición mixta se empleó un análisis de varianza de medidas repetidas(ANOVA). Con el primer análisis de varianza se procesaron las diferencias entre los valores obtenidos en las radiografías y en los modelos en el que la variable fue la edad ya que se compararon los efectos producidos por el mismo tipo de expansor apoyado sobre los primeros molares permanentes tanto en dentición mixta como en dentición permanente. Sólo se pudieron comparar las diferencias sobre los primeros molares permanentes sobre el análisis de modelos ya que la dentición mixta difiere de la dentición permanente y la única pieza común es el primer molar permanente.

En el segundo análisis de varianza, la variable es el procedimiento ya que se evaluaron las diferencias entre pacientes en dentición mixta(igual edad) pero con un diseño distinto de expansor. En algunos casos el expansor se apoyó sobre los primeros molares permanentes y en otros sobre los segundos molares.

Si bien en un principio se pensó comparar todo el conjunto de los dos grupos en dentición mixta con el grupo de dentición permanente, esto no fue posible ya no se puede manejar estadísticamente toda la dentición mixta que presenta 2 procedimientos distintos(dos diseños de disyuntor diferentes). Los datos obtenidos no hubiesen sido representativos y difícilmente atribuibles a la edad o al procedimiento por lo que la sensibilidad de este análisis estadístico hubiese caído y la interpretación de los datos hubiese sido menos clara.

## V.Resultados

La fiabilidad entre los examinadores mostró diferencias estadísticamente no significativas en las medidas cefalométricas entre el grupo original trazado y el grupo retrazado ( $P>.05$ ) siendo menor de  $0.5^\circ$ , y en el estudio de modelos entre las medidas originales y las segundas medidas ( $P>0.5$ ) resultando ser menor de 0.25 milímetros.

La duración media de la expansión activa fue de 27,01 días en el grupo 1 de la dentición mixta, de 29,3 días en el grupo 2 de la dentición mixta y de 28,8 días en en grupo en dentición permanente.

### V-1.Resultados sobre análisis de modelos:

#### CAMBIOS TRANSVERSALES:

##### **Dentición permanente:**

##### *Arcada superior:*

Los valores antes de la expansión en la arcada superior se encuentran en la tabla 1, los valores tras ésta aparecen en la tabla 2 y los incrementos medios producidos por la expansión se resumen en la tabla 3.

Las medidas sobre los modelos en la arcada superior muestran una expansión media de 6.62 milímetros a nivel de los primeros molares con un rango de entre 4.9 y de 10.5 milímetros, siendo estas medidas estadísticamente significativas.

A nivel de los segundos premolares superiores el incremento medio fue de 6.08 milímetros con un rango de entre 4.7 y 10 milímetros, siendo estas medidas también estadísticamente significativas.

La expansión media a nivel de los primeros premolares superiores fue de 5.79 milímetros con un rango de entre 3.7 y 11 milímetros siendo estadísticamente significativos los cambios.

Los caninos superiores se separaron una media de 3.14 milímetros con un rango entre 0.5 y 7 milímetros, resultando ser estadísticamente significativos.

	T <sub>0</sub>	Desviación estándar
INTER 6S	41,84	3,17
INTER 5S	36,26	2,59
INTER 4S	31,78	2,59
INTER 3S	31,70	2,55

Tabla 1. Medidas iniciales en modelos(dentición permanente-arcada superior)

	T <sub>1</sub>	Desviación estándar
INTER 6S	48,47	2,94
INTER 5S	42,35	2,92
INTER 4S	37,57	3,10
INTER 3S	34,84	2,54

Tabla 2. Medidas tras la expansión en modelos(dentición permanente-arcada superior)

	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>	Desviación estándar	Sig.(bilateral)
INTER 6S	6,62	1,49	0,00
INTER 5S	6,08	1,46	0,00
INTER 4S	5,79	1,62	0,00
INTER 3S	3,14	1,66	0,00

Tabla 3. Diferencias T<sub>0</sub>-T<sub>1</sub> en modelos(dentición permanente-arcada superior).

Arcada inferior:

Los valores antes de la expansión en la arcada inferior se encuentran en la tabla 4, los valores tras ésta aparecen en la tabla 5 y los incrementos medios producidos por la expansión se resumen en la tabla 6.

Los cambios en la arcada inferior también resultaron ser significativos. El incremento medio en la anchura intermolar fue de 0.37 milímetros con un rango de entre 0 y 1.8 milímetros no siendo estadísticamente significativos.

La anchura entre los segundos premolares aumentó en 0.13 milímetros con un rango de entre 0 y 1 milímetro, mientras que a nivel de los primeros premolares fue mayor, de 0.41 milímetros.

El mayor incremento se produjo a nivel de los caninos en la arcada inferior con un incremento de 0.43 milímetros.

	T <sub>0</sub>	Desviación estándar
INTER 6I	42,03	2,68
INTER 5I	36,14	2,71
INTER 4I	30,61	2,92
INTER 3I	25,62	1,31

Tabla 4. Medidas iniciales en modelos(dentición permanente-arcada inferior)

	T <sub>1</sub>	Desviación estándar
INTER 6I	42,41	2,66
INTER 5I	36,27	2,64
INTER 4I	31,02	2,76
INTER 3I	26,05	1,42

Tabla 5. Medidas tras la expansión en modelos(dentición permanente-arcada inferior)

	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>	Desviación estándar	Sig.(bilateral)
INTER 6I	0,37	0,52	0,001
INTER 5I	0,13	0,28	0,016
INTER 4I	0,41	0,52	0,00
INTER 3I	0,43	0,53	0,00

Tabla 6. Diferencias T<sub>0</sub>-T<sub>1</sub> en modelos(dentición permanente-arcada inferior)

### **Dentición mixta:**

#### **Grupo 1**

##### Arcada superior:

Los valores antes de la expansión en la arcada superior se encuentran en la tabla 7, los valores tras ésta aparecen en la tabla 8 y los incrementos medios producidos por la expansión se resumen en la tabla 9.

Las medidas sobre los modelos en la arcada superior muestran una expansión media de 6.22 milímetros a nivel de los primeros molares permanentes con un rango entre 3.2 y 8.7 milímetros.

A nivel de los segundos molares deciduales, el incremento medio fue de 5.69 milímetros con un rango entre 2.2 y 8 milímetros, mientras que el la expansión a nivel de los primeros molares superiores y de los caninos deciduales, fue menor, de 5.32 milímetros(rango entre 2 y 8.5 milímetros) y de 3.36 mm (rango entre 1 y 7 milímetros), respectivamente.

Todos los valores en la arcada superior resultaron estadísticamente significativos.

	T <sub>0</sub>	Desviación estándar
INTER 6S	42,47	3,00
INTER ES	36,38	2,62
INTER DS	31,25	2,46
INTER CS	28,97	1,93

Tabla 7. Medidas iniciales en modelos(dentición mixta grupo 1-arcada superior)

	T <sub>1</sub>	Desviación estándar
INTER 6S	48,70	2,87
INTER ES	42,08	2,52
INTER DS	36,58	2,45
INTER CS	32,33	1,74

Tabla 8. Medidas tras la expansión en modelos(dentición mixta grupo 1-arcada superior)

	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>	Desviación estándar	Sig.(bilateral)
INTER 6S	6,22	1,48	0,00
INTER ES	5,69	1,46	0,00
INTER DS	5,32	1,69	0,00
INTER CS	3,36	1,45	0,00

Tabla 9. Diferencias T<sub>0</sub>-T<sub>1</sub> en modelos(dentición mixta grupo 1-arcada superior).

Arcada inferior:

Los valores antes de la expansión en la arcada inferior se encuentran en la tabla 10, los valores tras ésta aparecen en la tabla 11 y los incrementos medios producidos por la expansión se resumen en la tabla 12.

La expansión a nivel de los primeros molares inferiores fue de 0.20 milímetros, de 0.19 milímetros en los segundos molares deciduales, de 0.17 milímetros a nivel de los primeros molares deciduales y de 0.18 milímetros a nivel de los caninos deciduales.

Todos los valores en la arcada inferior fueron estadísticamente significativos.

	T <sub>0</sub>	Desviación estándar
INTER 6I	41,61	2,30
INTER EI	36,29	2,25
INTER DI	30,41	2,10
INTER CI	25,87	1,76

Tabla 10. Medidas iniciales en modelos(dentición mixta grupo 1-arcada inferior)

	T <sub>1</sub>	Desviación estándar
INTER 6I	41,81	2,23
INTER EI	36,48	2,35
INTER DI	30,60	2,07
INTER CI	26,05	1,92

Tabla 11. Medidas tras la expansión en modelos(dentición mixta grupo 1-arcada inferior)

	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>	Desviación estándar	Sig.(bilateral)
INTER 6I	0,20	0,43	0,046
INTER EI	0,19	0,32	0,014
INTER DI	0,17	0,28	0,010
INTER CI	0,18	0,39	0,046

Tabla 12. Diferencias T<sub>0</sub>-T<sub>1</sub> en modelos(dentición mixta grupo 1-arcada inferior)

## Grupo 2

### Arcada superior:

Los valores antes de la expansión en la arcada superior se encuentran en la tabla 13, los valores tras ésta aparecen en la tabla 14 y los incrementos medios producidos por la expansión se resumen en la tabla 15.

Los cambios producidos en la arcada superior fueron estadísticamente significativos para todos los valores.

Las medidas sobre los modelos en la arcada superior muestran una expansión media de 4.13 milímetros a nivel de los primeros molares permanentes(rango de entre 1.5 y 8 milímetros).

A nivel de los segundos molares deciduales el incremento fue mayor, de 6.76 milímetros(rango entre 4 y 9.5 milímetros). La expansión lograda sobre los primeros molares deciduales fue de 5.90 milímetros (rango entre 3.5 y 8 milímetros), mientras que a nivel de los caninos deciduales fue de 3.61 milímetros(rango entre 0.5 mm y 7.5 milímetros).



	T <sub>0</sub>	Desviación estándar
INTER 6S	42,83	2,66
INTER ES	36,73	2,08
INTER DS	31,37	2,20
INTER CS	28,23	2,22

Tabla 13. Medidas iniciales en modelos(dentición mixta grupo 2-arcada superior)

	T <sub>1</sub>	Desviación estándar
INTER 6S	46,96	2,90
INTER ES	43,50	2,52
INTER DS	37,28	2,08
INTER CS	31,84	3,73

Tabla 14. Medidas tras la expansión en modelos(dentición mixta grupo 2-arcada superior)

	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>	Desviación estándar	Sig.(bilateral)
INTER 6S	4,13	1,67	0,00
INTER ES	6,76	1,43	0,00
INTER DS	5,90	1,60	0,00
INTER CS	3,61	2,20	0,00

Tabla 15. Diferencias T<sub>0</sub>-T<sub>1</sub> en modelos(dentición mixta grupo 2-arcada superior)

Arcada inferior:

Los valores antes de la expansión en la arcada inferior se encuentran en la tabla 16, los valores tras ésta aparecen en la tabla 17 y los incrementos medios producidos por la expansión se resumen en la tabla 18.

Los incrementos en la arcada inferior fueron de 0.15 milímetros en la anchura entre los primeros molares permanentes, de 0.28 milímetros en los segundos molares deciduales, de 0.12 milímetros en los primeros molares deciduales y de 0.25 milímetros a nivel de los caninos deciduales.

Tan solo el incremento intercanino fue estadísticamente significativo, el resto de los cambios producidos en la arcada inferior no fueron estadísticamente significativos.

	T <sub>0</sub>	Desviación estándar
INTER 6I	42,75	2,00
INTER EI	36,53	1,74
INTER DI	30,84	1,41
INTER CI	25,21	1,32

Tabla 16. Medidas iniciales en modelos(dentición mixta grupo 2-arcada inferior)

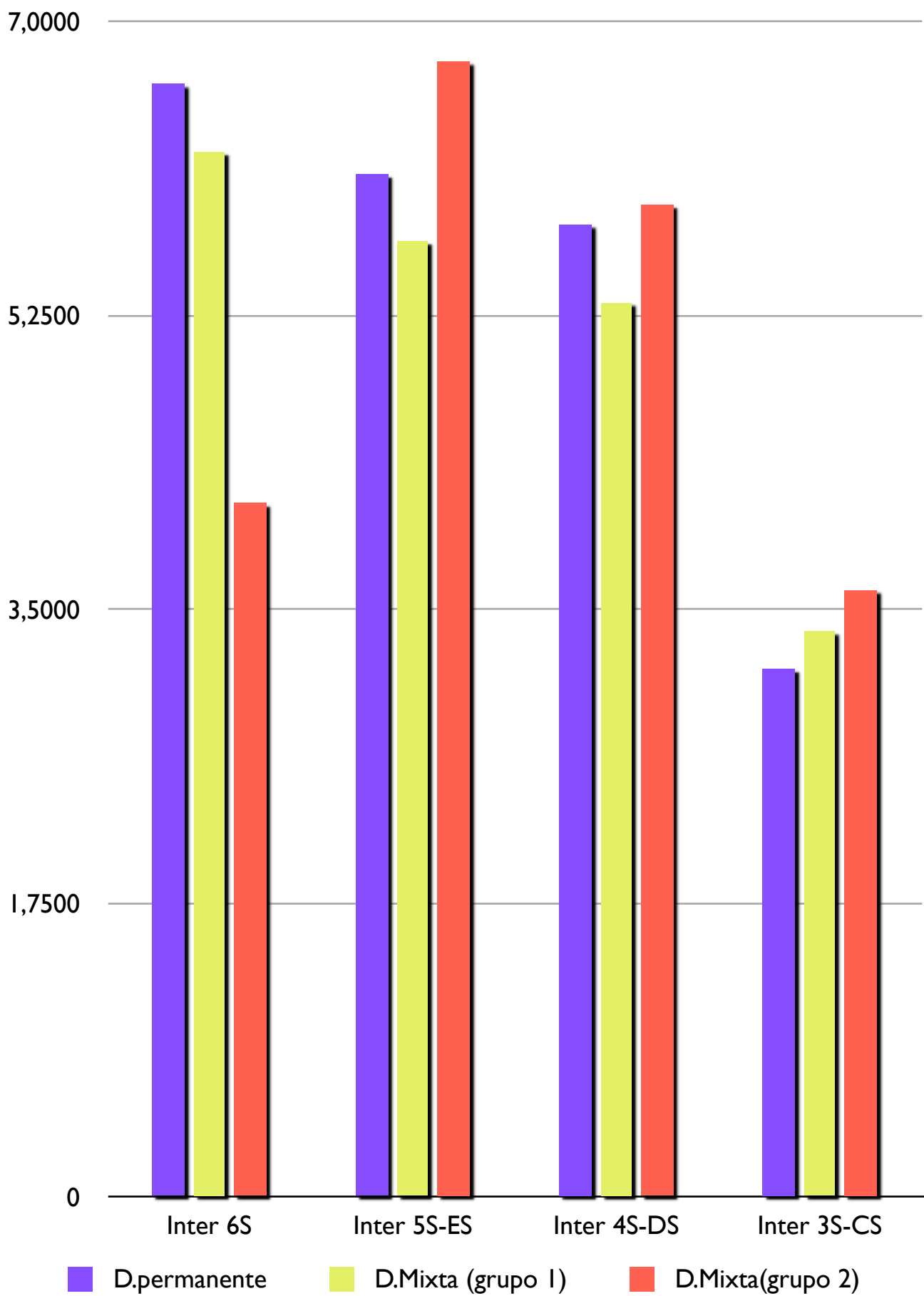
	T <sub>1</sub>	Desviación estándar
INTER 6I	42,90	1,98
INTER EI	36,25	2,93
INTER DI	30,96	1,48
INTER CI	25,46	1,21

Tabla 17. Medidas tras la expansión en modelos(dentición mixta grupo2-arcada inferior)

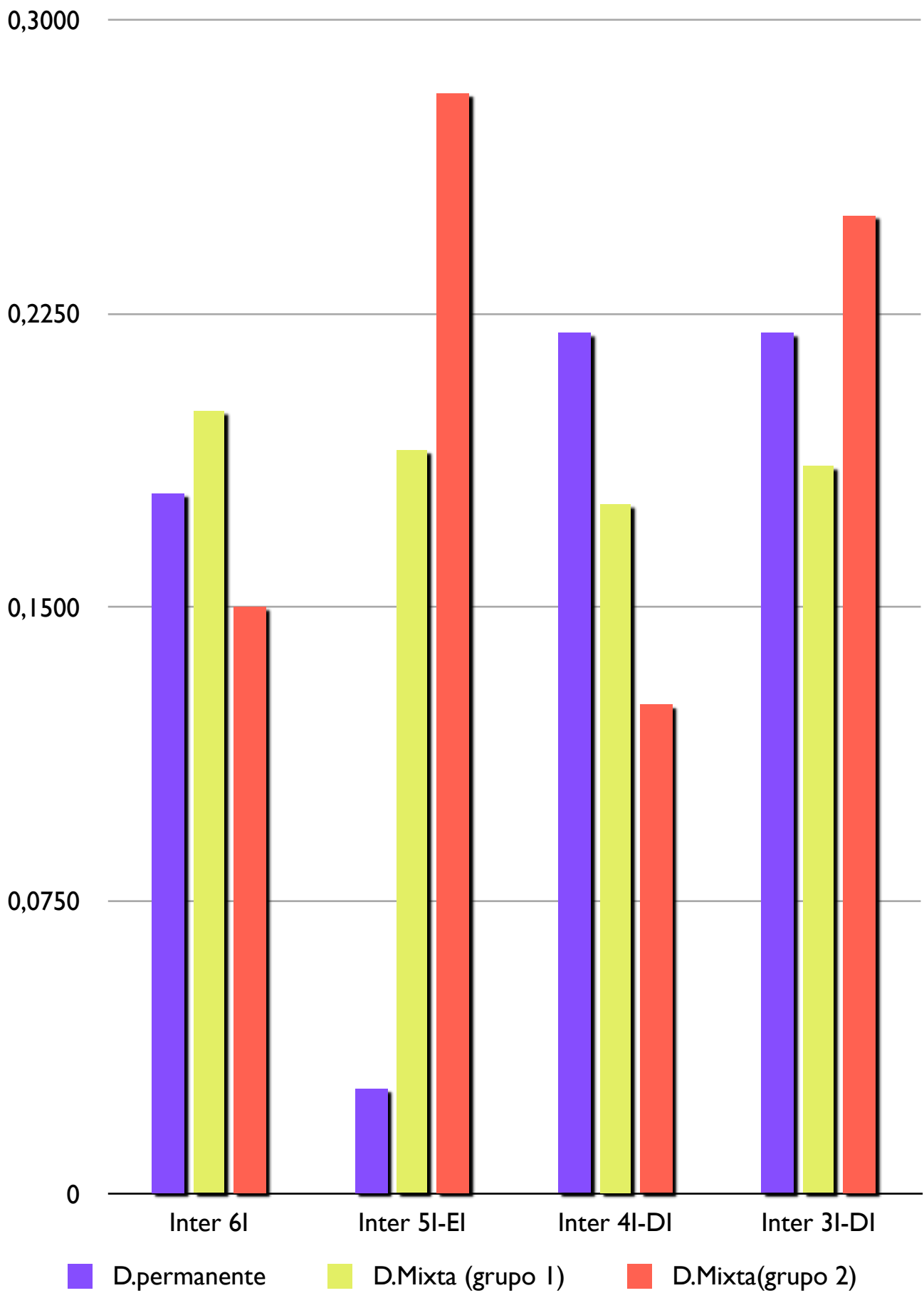
	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>	Desviación estándar	Sig.(bilateral)
INTER 6I	0,15	0,28	0,05
INTER EI	0,28	0,63	0,17
INTER DI	0,12	0,42	0,06
INTER CI	0,25	0,44	0,041

Tabla 18. Diferencias T<sub>0</sub>-T<sub>1</sub> en modelos(dentición mixta grupo 2-arcada inferior)

En la gráficas 1 y 2 se pueden apreciar los cambios transversales superiores e inferiores en la dentición permanente, en el grupo 1 de la dentición mixta y en el grupo 2 de la dentición mixta.



Gráfica 1. Cambios en la arcada superior(dentición permanente, dentición mixta 1 y 2)



Gráfica 2. Cambios en la arcada inferior(dentición permanente, dentición mixta 1 y 2)

## V-2. Resultados sobre análisis radiográfico:

### CAMBIOS SAGITALES:

#### **Dentición permanente:**

Las medidas iniciales sagitales a nivel esquelético y dental sobre la dentición permanente están detalladas en la tabla 19, tras la expansión en el tabla 20, la diferencia entre ambas medidas se encuentran en la tabla 21, así como la media de dichas medidas y su significación.

#### 1. A nivel esquelético:

-SNA: El incremento medio del ángulo SNA fue de 0.955 grados (rango entre  $-0.9^\circ$  y  $2.5^\circ$ ) lo cual resultó ser estadísticamente significativo.

-SNB: Este ángulo se redujo en 0.28 grados ( $-2.9^\circ$  y  $2.6^\circ$ ) lo cual fue escasamente significativo.

-ANB: Debido a un aumento mayor en el ángulo SNA que en el ángulo SNB, el ángulo aumentó 1.31 grados ( $-0.6^\circ$  y  $3.5^\circ$ ) lo cual resultó ser estadísticamente significativo

-A-NPg: La distancia entre el punto A y NPg aumentó en 0.61 milímetros ( $-1.5$  mm y  $1.8$  mm) lo cual resultó ser estadísticamente significativo.

-Wits: El movimiento anterior del punto A queda reflejado en el análisis de Wits que aumentó en 0.23 milímetros ( $-3.5$  mm y  $2.8$  mm) siendo no estadísticamente significativo.

#### 2. A nivel dental:

- I-SN: El ángulo formado por el incisivo superior con respecto al plano Sella-Nasion se redujo en 0.57 grados lo cual no fue estadísticamente significativo.

- Resalte: La distancia que separa sagitalmente los incisivos, superior e inferior, aumentó en 0.262 milímetros ( $-1.3$  mm y  $2$  mm) lo cual fue escasamente significativo.

	T <sub>0</sub>	Desviación estándar
SNA	78,28	3,71
SNB	76,13	3,41
ANB	2,14	2,58
A-NPg	1,35	2,78
Wits	-2,22	3,66
I-SN	102,14	5,40
Resalte	4,06	2,73

Tabla 19. Medidas radiográficas sagitales iniciales(dentición permanente)

	T <sub>1</sub>	Desviación estándar
SNA	79,23	3,71
SNB	75,84	3,35
ANB	3,45	2,40
A-NPg	1,96	2,65
Wits	-1,99	3,44
I-SN	101,56	6,00
Resalte	4,32	2,88

Tabla 20. Medidas radiográficas sagitales tras la expansión(dentición permanente)

	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>	Desviación estándar	Sig.(bilateral)
SNA	0,95	1,07	0,00
SNB	-0,28	0,80	0,062
ANB	1,31	1,13	0,00
A-NPg	0,61	0,76	0,00
Wits	0,23	1,61	0,44
I-SN	-0,57	2,63	0,25
Resalte	0,26	0,71	0,057

Tabla 21. Diferencias sagitales T<sub>0</sub>-T<sub>1</sub> en radiografía(dentición permanente)

## **Dentición mixta:**

### **Grupo 1**

Las medidas iniciales sagitales a nivel esquelético y dental sobre la dentición mixta (grupo 1) están detalladas en la tabla 22, tras la expansión en el tabla 23 y la diferencia entre ambas medidas se encuentran en la tabla 23.

#### 1. A nivel esquelético:

-SNA: El incremento medio del ángulo SNA fue de 0.71 grados (rango entre  $-1^{\circ}$  y  $+1.5^{\circ}$ ) lo cual resultó ser estadísticamente significativo.

-SNB: Este ángulo se redujo en 0.47 grados (rango entre  $-2.5^{\circ}$  y  $1,3^{\circ}$ ) lo cual fue escasamente significativo.

-ANB: Debido a un aumento en el ángulo SNA y a una reducción en el ángulo SNB, el ángulo ANB aumentó 1.23 grados (rango entre  $-0.8^{\circ}$  y  $3.5^{\circ}$ ) lo cual resultó ser estadísticamente significativo.

-A-NPg: La distancia entre el punto A y NPg aumentó en 0.91 milímetros (rango entre -0.5 mm y 3.7 mm) lo cual resultó ser estadísticamente significativo.

-Wits: El movimiento anterior del punto A queda reflejado en el análisis de Wits que aumentó en 1.25 milímetros (rango entre -0.8 mm y 2.2 mm) siendo estadísticamente significativo.

#### 2. A nivel dental:

- I-SN: El ángulo formado por el incisivo superior con respecto al plano Sella-Nasion aumentó en 0.68 grados (rango entre  $-2^{\circ}$  y  $3.5^{\circ}$ ) lo cual fue estadísticamente significativo.

- Resalte: La distancia que separa sagitalmente los incisivos, superior e inferior, aumentó en 1.35 milímetros (rango entre 0 mm y 3.5 mm) lo cual fue estadísticamente significativo.



	T <sub>0</sub>	Desviación estándar
SNA	76,03	5,48
SNB	73,94	5,38
ANB	2,09	2,75
A-NPg	1,25	3,28
Wits	-3,5	3,35
I-SN	95,52	5,16
Resalte	1,92	2,92

Tabla 22. Medidas radiográficas sagitales iniciales(dentición mixta grupo 1)

	T <sub>1</sub>	Desviación estándar
SNA	76,75	5,50
SNB	73,46	5,16
ANB	3,33	2,38
A-NPg	2,16	2,77
Wits	-2,29	2,58
I-SN	96,21	4,97
Resalte	3,27	2,07

Tabla 23. Medidas radiográficas sagitales tras la expansión(dentición mixta grupo 1)

	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>	Desviación estándar	Sig.(bilateral)
SNA	0,71	0,75	0,00
SNB	-0,47	1,17	0,07
ANB	1,23	1,42	0,00
A-NPg	0,91	1,13	0,00
Wits	1,25	1,64	0,00
I-SN	0,68	1,42	0,03
Resalte	1,35	1,33	0,00

Tabla 24. Diferencias sagitales T<sub>0</sub>-T<sub>1</sub> en radiografía(dentición mixta grupo 1)

## Grupo 2

Las medidas iniciales sagitales a nivel esquelético y dental sobre la dentición mixta (grupo 2) están detalladas en la tabla 25, tras la expansión en el tabla 26, la diferencia entre ambas medidas se encuentran en la tabla 27, así como la media de dichas medidas y su significación.

### 1. A nivel esquelético:

-SNA: El incremento medio del ángulo SNA fue de 0.93 grados (rango entre 0.5° y +1.5°) lo cual resultó ser estadísticamente significativo.

-SNB: Este ángulo se redujo en 0.53 grados (rango entre -2.5° y 0.5°) lo cual fue estadísticamente significativo.

-ANB: Debido a un aumento en el ángulo SNA y a una reducción en el ángulo SNB, el ángulo ANB aumentó 1.48 grados (rango entre 0.5° y 2.5°) lo cual resultó ser estadísticamente significativo.

-A-NPg: La distancia entre el punto A y NPg aumentó en 1.58 milímetros (rango entre 0.5 mm y 3.7 mm) lo cual resultó ser estadísticamente significativo.

-Wits: El movimiento anterior del punto A queda reflejado en el análisis de Wits que aumentó en 1.38 milímetros (rango entre -1 mm y 4 mm) siendo estadísticamente significativo.

### 2. A nivel dental:

- I-SN: El ángulo formado por el incisivo superior con respecto al plano Sella-Nasion se redujo en 1.46 grados lo cual fue escasamente significativo.

- Resalte: La distancia que separa sagitalmente los incisivos, superior e inferior, aumentó en 1.28 milímetros (rango entre -0.5 mm y 3.5 mm) lo cual fue estadísticamente significativo.

	T <sub>0</sub>	Desviación estándar
SNA	76,56	2,67
SNB	74,51	3,41
ANB	2,03	2,14
A-NPg	1,11	2,54
Wits	-4,06	2,22
I-SN	100,50	5,97
Resalte	3,31	3,20

Tabla 25. Medidas radiográficas sagitales iniciales(dentición mixta grupo 2)

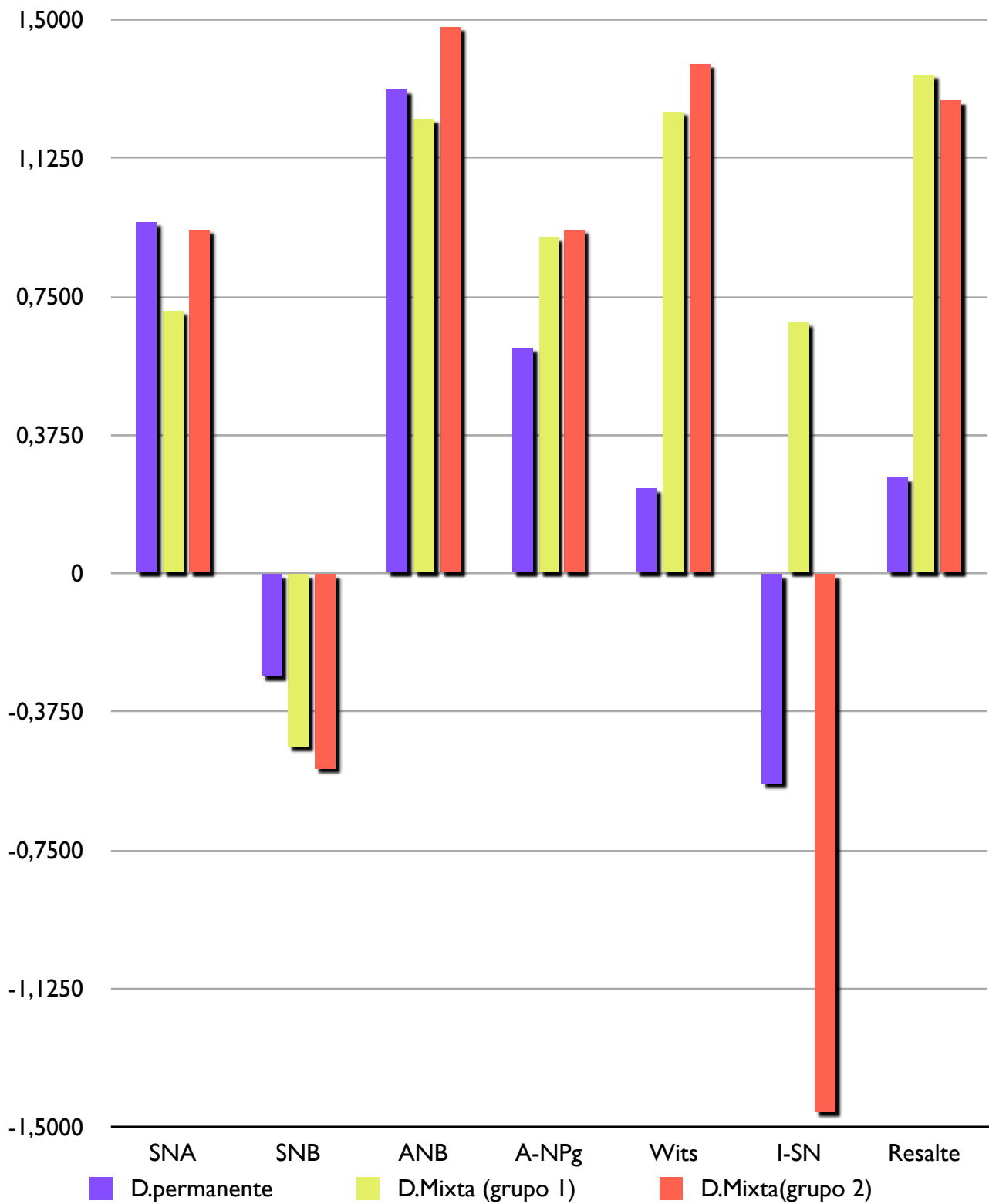
	T <sub>1</sub>	Desviación estándar
SNA	77,50	2,49
SNB	73,98	3,48
ANB	3,51	1,76
A-NPg	2,68	2,21
Wits	-2,68	2,23
I-SN	99,03	3,91
Resalte	4,59	1,65

Tabla 26. Medidas radiográficas sagitales tras la expansión(dentición mixta grupo 1)

	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>	Desviación estándar	Sig.(bilateral)
SNA	0,93	0,40	0,00
SNB	-0,53	0,87	0,02
ANB	1,48	0,94	0,00
A-NPg	1,58	0,98	0,00
Wits	1,38	1,64	0,00
I-SN	-1,46	3,14	0,08
Resalte	1,28	1,63	0,00

Tabla 27. Diferencias sagitales T<sub>0</sub>-T<sub>1</sub> en radiografía(dentición mixta grupo 2)

En la gráfica 3 quedan reflejados los cambios sagitales en la dentición permanente y en los grupo 1 y 2 de la dentición mixta.



Gráfica 3. Cambios sagitales en la dentición permanente y en la dentición mixta, grupos 1 y 2.

## CAMBIOS VERTICALES:

### **Dentición permanente:**

Las medidas iniciales verticales a nivel esquelético y dental sobre la dentición permanente están detalladas en la tabla 28, tras la expansión en el tabla 29, la diferencia entre ambas medidas se encuentran en la tabla 30 junto con la media de dichas medidas y su significación.

#### 1. A nivel esquelético:

-SN-PP: Este ángulo aumentó 0.15 grados (rango entre  $-2.5^\circ$  y  $1.8^\circ$ ) lo cual no fue estadísticamente significativo.

-SN-PM: Se produjo un aumento estadísticamente significativo de  $0,79^\circ$  (rango entre  $-2^\circ$  y  $2.6^\circ$ ).

-SN-PO: Esta medida aumentó 0.51 grados (rango entre  $-2,5^\circ$  y  $2,5^\circ$ ) lo cual no fue estadísticamente significativo.

-PP-PM: Este ángulo aumentó en 0.66 grados (rango entre  $-1^\circ$  y  $3.8^\circ$ ) que resultó ser estadísticamente significativo.

-AFAS: La altura facial anterosuperior aumentó en 1.24 milímetros (rango entre 0 mm y 3.5 mm) que fue significativo estadísticamente.

-AFAI: La altura facial anteroinferior aumentó en 1.29 milímetros (rango entre 0 y 3.5 mm), resultando ser estadísticamente significativo.

-AFAT: La altura total anterior aumentó en 2.48 milímetros, que resultó ser estadísticamente significativo.

-AFPS: La altura facial posterosuperior aumentó en 1.02 milímetros siendo estadísticamente significativo.

-AFPT: La altura facial posterior se vio incrementada en 1.21 milímetros, lo cual fue estadísticamente significativo.

#### 2. A nivel dentario:

-Sobremordida: El valor de la sobremordida se redujo con un valor medio de 0.61 milímetros (rango entre -2.3 mm y 1 mm) lo cual resultó ser estadísticamente significativo.

	T <sub>0</sub>	Desviación estándar
SN-PP	7,18	2,96
SN-PM	38,79	3,97
SN-PO	19,57	3,13
PP-PM	31,58	3,71
AFAS	52,83	3,52
AFAI	67,72	4,45
AFAT	121,32	6,81
AFPS	42,66	2,98
AFPT	73,40	5,06
Sobremordida	1,07	2,21

Tabla 28. Medidas radiográficas verticales iniciales(dentición permanente)

	T <sub>1</sub>	Desviación estándar
SN-PP	7,34	3,20
SN-PM	39,59	4,44
SN-PO	20,08	4,16
PP-PM	32,24	3,69
AFAS	54,07	4,13
AFAI	69,01	4,83
AFAT	123,80	7,76
AFPS	43,67	3,34
AFPT	74,61	5,45
Sobremordida	0,46	2,01

Tabla 29. Medidas radiográficas verticales tras la expansión(dentición permanente)

	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>	Desviación estándar	Sig.(bilateral)
SN-PP	0,15	1,17	0,47
SN-PM	0,79	1,10	0,00
SN-PO	0,51	1,89	0,15
PP-PM	0,66	1,09	0,00
AFAS	1,24	1,12	0,00
AFAI	1,29	1,11	0,00
AFAT	2,48	1,80	0,00
AFPS	1,02	1,05	0,00
AFPT	1,21	1,66	0,00
Sobremordida	-0,61	0,94	0,00

Tabla 30. Diferencias verticales T<sub>0</sub>-T<sub>1</sub> en radiografía(dentición permanente)

## Dentición mixta:

### Grupo 1

Las medidas iniciales verticales a nivel esquelético y dental sobre la dentición mixta (grupo 1) están detalladas en la tabla 31, tras la expansión en el tabla 32, la diferencia entre ambas medidas se encuentran en la tabla 33.

#### 1. A nivel esquelético:

-SN-PP: Este ángulo se redujo en 0.04 grados (rango entre -1° y 1.5°) lo cual no fue estadísticamente significativo.

-SN-PM: Se produjo un aumento estadísticamente significativo de 1.04° (rango entre -0.6° y 1.9°)

-SN-PO: Esta medida aumentó 0.04 grados (rango entre -3° y 3.5°) lo cual no fue estadísticamente significativo.

-PP-PM: Este ángulo aumentó en 1.09 grados (rango entre -0.5° y 2.4°) que resultó ser estadísticamente significativo.

-AFAS: La altura facial anterosuperior aumentó en 1.20 milímetros (rango entre 0 mm y 2,8 mm) que fue significativo estadísticamente.

-AFAI: La altura facial anteroinferior aumentó en 1.05 milímetros resultando ser estadísticamente significativo.

-AFAT: La altura total anterior aumentó en 2.07 milímetros lo cual resultó ser estadísticamente significativo.

-AFPS: La altura facial posterosuperior aumentó en 1.24 milímetros siendo estadísticamente significativo.

-AFPT: El incremento en a altura facial posterior de 1.42 milímetros fue estadísticamente significativo.

## 2. A nivel dentario:

-Sobremordida: El valor de la sobremordida se redujo con un valor medio de 0.42 milímetros (rango entre -2.5 mm y 0 mm), lo cual no fue estadísticamente significativo.

	T <sub>0</sub>	Desviación estándar
SN-PP	9,27	3,25
SN-PM	39,85	7,70
SN-PO	24,14	3,98
PP-PM	30,58	5,96
AFAS	50,44	3,58
AFAI	64,09	3,28
AFAT	114,48	5,32
AFPS	38,52	2,60
AFPT	67,81	5,90
Sobremordida	0,76	1,57

Tabla 31. Medidas radiográficas verticales iniciales(dentición mixta grupo 1)



	T <sub>1</sub>	Desviación estándar
SN-PP	9,23	3,50
SN-PM	40,90	7,45
SN-PO	24,14	4,85
PP-PM	31,67	6,19
AFAS	51,64	3,38
AFAI	65,15	3,51
AFAT	116,55	5,51
AFPS	39,77	2,14
AFPT	69,25	5,79
Sobremordida	0,33	1,44

Tabla 32. Medidas radiográficas verticales tras la expansión(dentición mixta grupo 1)

	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>	Desviación estándar	Sig.(bilateral)
SN-PP	-0,04	0,88	0,82
SN-PM	1,04	1,15	0,00
SN-PO	0,04	1,71	0,91
PP-PM	1,09	0,92	0,00
AFAS	1,20	1,10	0,00
AFAI	1,05	1,55	0,00
AFAT	2,07	1,61	0,00
AFPS	1,24	0,90	0,00
AFPT	1,42	1,69	0,00
Sobremordida	-0,42	1,14	0,1

Tabla 33. Diferencias verticales T<sub>0</sub>-T<sub>1</sub> en radiografía(dentición mixta grupo 1)

## Grupo 2

Las medidas iniciales verticales a nivel esquelético y dental sobre la dentición mixta (grupo 2) están detalladas en la tabla 34, tras la expansión en el tabla 35, la diferencia entre ambas medidas así como su media y significación se encuentran en la tabla 36.

### 1. A nivel esquelético:

-SN-PP: Este ángulo aumentó 0.25 grados (rango entre  $-2^{\circ}$  y  $0^{\circ}$ ) lo cual no fue estadísticamente significativo.

-SN-PM: Se produjo un aumento estadísticamente significativo de 0.96 grados (rango entre  $-0,5^{\circ}$  y  $2^{\circ}$ ).

-SN-PO: Esta medida aumentó 0.86 grados (rango entre  $-1.5^{\circ}$  y  $4^{\circ}$ ) lo cual no fue estadísticamente significativo

-PP-PM: Este ángulo aumentó en 1.21 grados (rango entre  $-0,5^{\circ}$  y  $2,5^{\circ}$ ) que resultó ser estadísticamente significativo.

-AFAS: La altura facial anterosuperior aumentó en 0.83 milímetros (rango entre 0 mm y 1.5 mm) lo cual fue significativo estadísticamente.

-AFAI: La altura facial anteroinferior aumentó en 1.12 milímetros (rango entre 0 y 3 mm), resultando ser estadísticamente significativo.

-AFAT: La altura total anterior aumentó en 1.87 milímetros siendo este aumento estadísticamente significativo.

-AFPS: La altura facial posterosuperior aumentó en 0.75 milímetros (rango entre 0 y 1.5 mm) siendo estadísticamente significativo.

-AFPT: La altura facial posterior se vio incrementada en 0.78 milímetros (rango entre 0 y 1.5 mm) lo cual fue estadísticamente significativo.

### 2. A nivel dental:

-Sobremordida: El valor de la sobremordida se redujo con un valor medio de 0.34 milímetros (rango entre -2.0 mm y 0 mm), lo cual fue estadísticamente significativo.

	T <sub>0</sub>	Desviación estándar
SN-PP	9,16	1,94
SN-PM	40,06	7,92
SN-PO	23,41	5,30
PP-PM	30,91	6,90
AFAS	52,06	5,48
AFAI	65,31	4,14
AFAT	117,38	8,64
AFPS	40,13	5,99
AFPT	71,84	7,00
Sobremordida	-0,15	1,92

Tabla 34. Medidas radiográficas verticales iniciales(dentición mixta grupo 2)

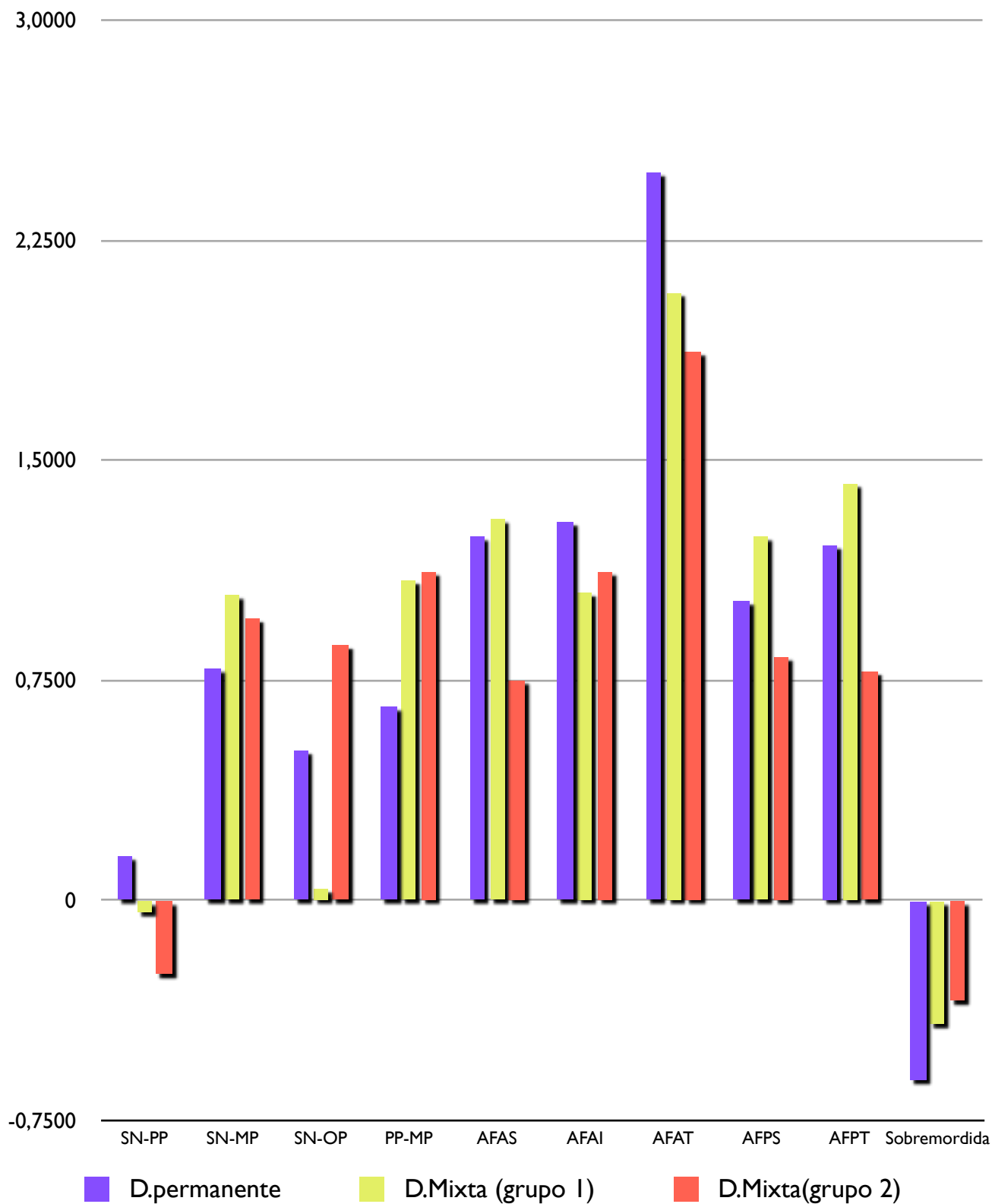
	T <sub>1</sub>	Desviación estándar
SN-PP	8,91	1,80
SN-PM	41,03	7,96
SN-PO	24,28	6,46
PP-PM	32,13	7,24
AFAS	52,81	5,31
AFAI	66,44	4,92
AFAT	119,25	9,41
AFPS	40,97	5,81
AFPT	72,63	7,02
Sobremordida	-0,50	2,00

Tabla 35. Medidas radiográficas verticales tras la expansión(dentición mixta grupo 1)

	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>	Desviación estándar	Sig.(bilateral)
SN-PP	-0,25	1,00	0,33
SN-PM	0,96	1,05	0,00
SN-PO	0,87	2,37	0,16
PP-PM	1,21	1,21	0,00
AFAS	0,75	0,83	0,00
AFAI	1,12	1,50	0,00
AFAT	1,87	1,46	0,00
AFPS	0,83	0,58	0,00
AFPT	0,78	1,29	0,02
Sobremordida	-0,34	0,62	0,04

Tabla 36. Diferencias verticales T<sub>0</sub>-T<sub>1</sub> en radiografía(dentición mixta grupo 2)

En la gráfica 4 están reflejados los cambios verticales en la dentición permanente y en los dos grupos de la dentición mixta.



Gráfica 4. Cambios verticales en la dentición permanente y en la dentición mixta, grupos 1 y 2.

### V-3. Análisis comparativo:

#### V-3-A. Comparación Dentición Mixta 1- Dentición Permanente:

##### CAMBIOS TRANSVERSALES:

Los cambios comparativos a nivel transversal entre la dentición mixta 1 y la dentición permanente quedan reflejados en las tablas 37 y 38.

##### Arcada superior:

Debido a que no se encuentran erupcionadas las mismas piezas dentarias en la dentición mixta y en la dentición permanente, la única comparación se hizo en los cambios producidos en el primer molar superior e inferior.

El incremento transversal entre los primeros molares superiores en la dentición mixta 1 fue de 6.22 milímetros, mientras que este aumento fue algo mayor en la dentición permanente(6.62 milímetros), siendo el comportamiento por tanto similar. Tabla 37.

Inter6Superior	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta I	42,47	48,70	6,22
D.Permanente	41,84	48,47	6,62
Sig.(dentición)	0,39		

Tabla 37. Comparación cambios transversales superiores dentición mixta grupo 1 y dentición permanente

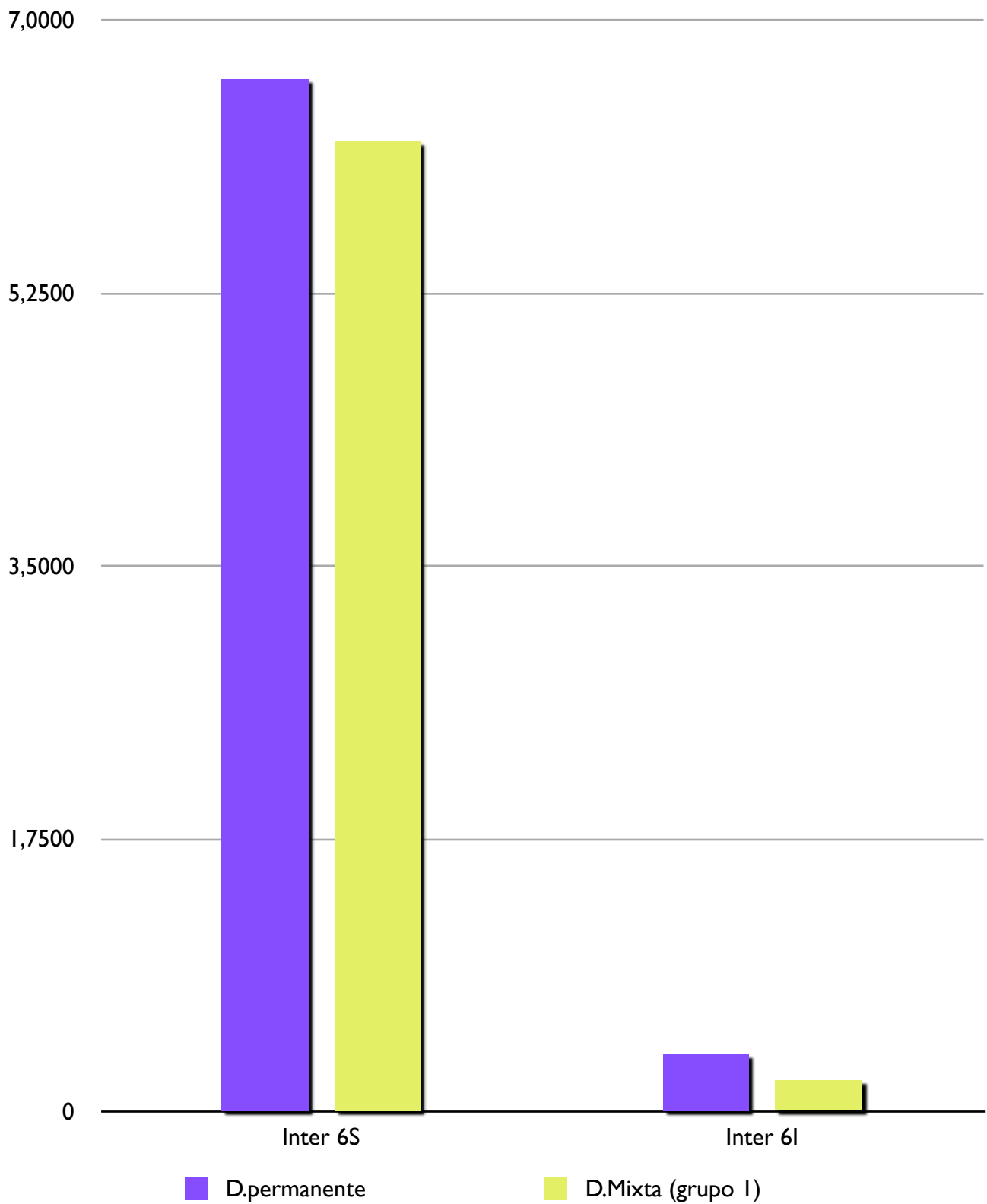
Arcada inferior:

Los cambios transversales en la arcada inferior fueron también similares siendo el incremento en la dentición mixta grupo 1 de 0.20 milímetros y de 0.37 milímetros en la dentición permanente. Tabla 38.

Inter6Inferior	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta I	41,61	41,81	0,20
D.Permanente	42,03	42,41	0,37
Sig.(dentición)	0,28		

Tabla 38. Comparación cambios transversales inferiores dentición mixta grupo 1 y dentición permanente

En la gráfica 5 quedan reflejados los cambios transversales superiores e inferiores en la dentición mixta grupo 1 y en la dentición permanente.



Gráfica 5. Cambios transversales en la dentición permanente y en el grupo 1 de la dentición mixta.



## CAMBIOS SAGITALES:

Las comparaciones de las medidas radiográficas sagitales a nivel esquelético y dental entre la dentición mixta grupo 1 y la dentición permanente quedan reflejadas en las tablas 39,40,41,42,43,44 y 45.

### 1. A nivel esquelético:

-SNA: El incremento medio del ángulo SNA fue de 0.71 grados en dentición mixta 1 y de 0.95 en la dentición permanente, lo cual indica que se comportaron de manera similar al no haber diferencias significativas(0.074). Tabla 39.

SNA	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta I	76,03	76,75	0,71
D.Permanente	78,28	79,23	0,95
Sig.(dentición)	0,074		

Tabla 39. Cambios en SNA(dentición mixta 1 y dentición permanente)

-SNB: Este ángulo se redujo en ambas denticiones, 0.47° en la dentición mixta 1 y 0.28° en la dentición permanente. Este cambio fue escasamente significativo con lo que ambas denticiones cambiaron de la misma forma. Tabla 40.

SNB	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta I	73,94	73,46	-0,47
D.Permanente	76,13	75,84	-0,28
Sig.(dentición)	0,067		

Tabla 40. Cambios en SNB(dentición mixta 1 y dentición permanente)

-ANB: En ambas denticiones este ángulo aumentó siendo la significación de 0.901. Tabla 41.

ANB	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta I	2,09	3,33	1,23
D.Permanente	2,14	3,45	1,31
Sig.(dentición)	0,901		
Tabla 41. Cambios en ANB(dentición mixta 1 y dentición permanente)			

-A-NPg: La distancia entre el punto A y NPg aumentó en 0.91 milímetros en la dentición mixta y en 0.61 milímetros en la dentición permanente siendo la significación de 0.96, reflejando un comportamiento similar. Tabla 42.

A-NPg	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta I	1,25	2,16	0,91
D.Permanente	1,35	1,96	0,61
Sig.(dentición)	0,960		
Tabla 42. Cambios en A-NPg(dentición mixta 1 y dentición permanente)			

-Wits: Esta medida aumentó en ambas denticiones, 1.25 milímetros en la dentición mixta 1 y 0.23 milímetros en la dentición permanente, siendo no significativa la diferencia entre ambas denticiones. Tabla 43.

Wits	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta I	-3,5	-2,29	1,25
D.Permanente	-2,22	-1,99	0,23
Sig.(dentición)	0,387		
Tabla 43. Cambios en Wits (dentición mixta 1 y dentición permanente)			

## 2.A nivel dental:

- I-SN: El ángulo formado por el incisivo superior con respecto al plano Sella-Nasion se redujo en  $0.57^\circ$  en la dentición permanente mientras que en la dentición mixta 1 aumentó en  $0.68^\circ$ , la diferencia entre ambas denticiones fue significativa. Tabla 44.

I-SN	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta I	95,52	96,21	0,68
D.Permanente	102,14	101,56	-0,57
Sig.(dentición)	0,00		

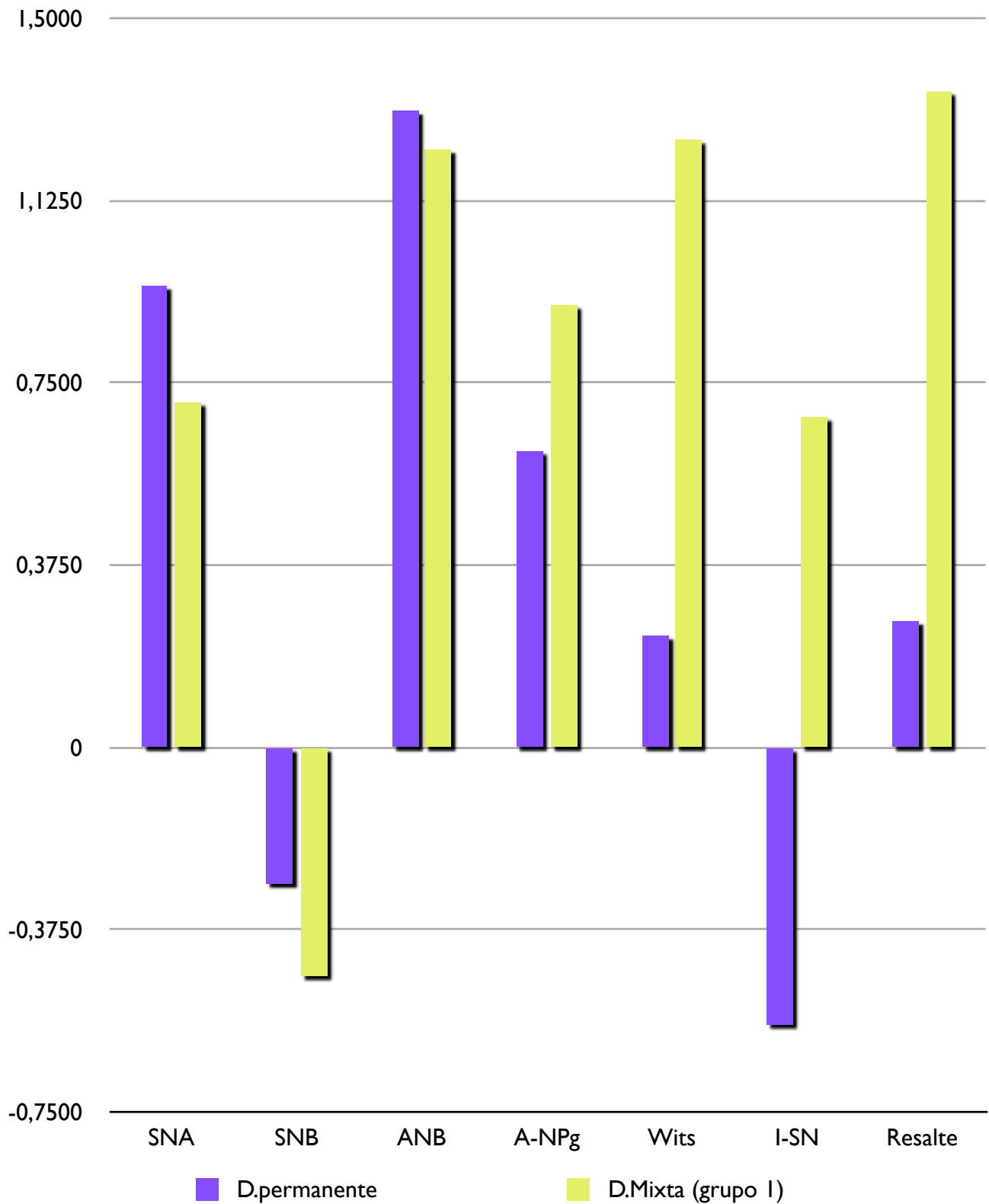
Tabla 44. Cambios en I-NS (dentición mixta 1 y dentición permanente)

- Resalte: La distancia que separa sagitalmente los incisivos, superior e inferior, aumentó en 1.35 milímetros en la dentición mixta 1 y 0.26 milímetros, siendo la significación de 0.041. Tabla 45.

Resalte	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta I	1,92	3,27	1,35
D.Permanente	4,06	4,32	0,26
Sig.(dentición)	0,041		

Tabla 45. Cambios en el resalte (dentición mixta 1 y dentición permanente)

En la gráfica 6 quedan reflejados los cambios sagitales en la dentición permanente y en el grupo 1 de la dentición mixta.



Gráfica 6. Cambios sagitales en la dentición permanente y en el grupo 1 de la dentición mixta

## CAMBIOS VERTICALES:

Las tablas comparativas de los verticales a nivel esquelético y dental sobre la dentición mixta grupo 1 y la dentición permanente están detalladas en las tablas 46,47,48,49,50,51,52,53,54 y 55.

### 1. A nivel esquelético:

-SN-PP: Este ángulo se redujo en  $0.04^\circ$  en la dentición mixta 1 y aumentó  $0.15^\circ$  en la dentición permanente. La diferencia fue significativa, 0.033. Tabla 46.

SN-PP	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta I	9,27	9,23	-0,04
D.Permanente	7,18	7,34	0,15
Sig.(dentición)	0,033		
Tabla 46. Cambios en SN-PP(dentición mixta 1 y dentición permanente)			

-SN-PM: Se produjo un aumento en ambas denticiones, de  $1.04^\circ$  en la dentición mixta 1 y de  $0.79^\circ$  en la dentición permanente siendo no significativa esta diferencia(0.479). Tabla 47.

SN-PM	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta I	39,85	40,90	1,04
D.Permanente	38,79	39,59	0,79
Sig.(dentición)	0,479		
Tabla 47. Cambios en SN-MP(dentición mixta 1 y dentición permanente)			

-SN-PO: Esta medida aumentó  $0.04^\circ$  en la dentición mixta 1 y en  $0.51^\circ$  en la dentición permanente siendo la significación de 0.00. Tabla 48.

SN-PO	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta I	24,1	24,14	0,04
D.Permanente	19,57	20,08	0,51
Sig.(dentición)	0,00		

Tabla 48. Cambios en SN-OP(dentición mixta 1 y dentición permanente)

-PP-PM: Este ángulo aumentó en ambas denticiones, 1.09° en la dentición mixta 1 y en 0.66° en la dentición permanente no siendo la diferencia significativa(0.574). Tabla 49.

PP-PM	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta I	30,58	31,67	1,09
D.Permanente	31,58	32,24	0,66
Sig.(dentición)	0,574		

Tabla 49. Cambios en PP-MP(dentición mixta 1 y dentición permanente)

-AFAS: La altura facial anterosuperior aumentó en ambas denticiones, sin embargo la significación fue de 0.023.Tabla 50.

AFAS	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta I	50,44	51,64	1,20
D.Permanente	52,83	54,07	1,24
Sig.(dentición)	0,023		

Tabla 50. Cambios en AFAS(dentición mixta 1 y dentición permanente)

-AFAI: La altura facial anteroinferior aumentó en 1.05 milímetros en la dentición mixta y en 1.29 milímetros en la dentición permanente resultando ser la diferencia significativa(0.003). Tabla 51.

AFAI	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta I	64,09	65,15	1,05
D.Permanente	67,72	69,05	1,29
Sig.(dentición)	0,003		
Tabla 51. Cambios en AFAI(dentición mixta 1 y dentición permanente)			

-AFAT: La altura total anterior aumentó en 2.07 milímetros en la dentición mixta 1 y 2.48 milímetros en la dentición permanente siendo la significación de 0.00. Tabla 52.

AFAT	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta I	114,48	116,55	2,07
D.Permanente	121,32	123,80	2,48
Sig.(dentición)	0,00		
Tabla 52. Cambios en AFAT(dentición mixta 1 y dentición permanente)			

-AFPS: La altura facial posterosuperior aumentó ambas denticiones, 1.24 milímetros en la dentición mixta 1 y 1.02 milímetros en la dentición permanente siendo la diferencia significativa(0.00).Tabla 53.

AFPS	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta I	38,52	39,77	1,24
D.Permanente	42,66	43,67	1,02
Sig.(dentición)	0,00		
Tabla 53. Cambios en AFPS(dentición mixta 1 y dentición permanente)			

-AFPT: La altura facial posterior se vio incrementada en 1.42 milímetros en la dentición mixta 1 y en 1.21 milímetros en la dentición permanente. La significación fue de 0.001. Tabla 54.

AFPT	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta I	67,81	69,25	1,42
D.Permanente	73,40	74,61	1,21
Sig.(dentición)	0,001		
Tabla 54. Cambios en AFPT(dentición mixta 1 y dentición permanente)			

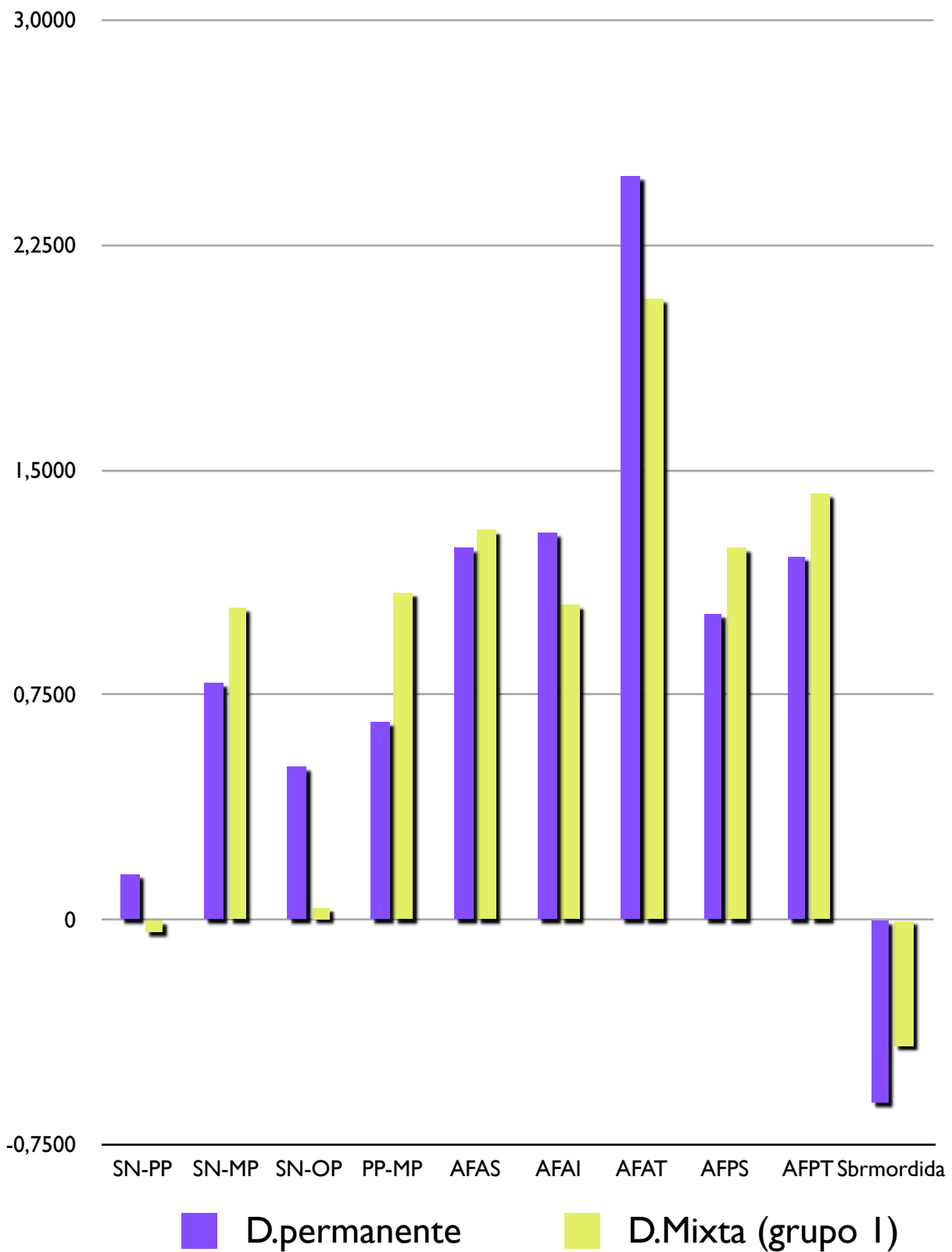
## 2. A nivel dentario:

-Sobremordida: El valor de la sobremordida se redujo con un valor medio de 0.42 milímetros en la dentición mixta 1 y 0.61 milímetros en la dentición permanente, no siendo la diferencia significativa(0.67). Tabla 55.

Sobremordida	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta I	0,76	0,33	-0,42
D.Permanente	1,07	0,46	-0,61
Sig.(dentición)	0,670		
Tabla 55. Cambios en la sobremordida(dentición mixta 1 y dentición permanente)			



Los cambios verticales en la dentición permanente y en la dentición mixta grupo 1 quedan reflejados en la gráfica 7.



Gráfica 7. Cambios verticales en la dentición permanente y en el grupo 1 de la dentición mixta

### V-3-B- Comparación Dentición mixta 1- Dentición Mixta 2:

#### CAMBIOS TRANSVERSALES:

Los cambios comparativos entre la dentición mixta 1 y la dentición mixta 2 a nivel transversal quedan reflejados en las tablas 56,57,58,59,60,61,62 y 63.

#### Arcada superior:

En ambos grupos de la dentición mixta se produjo un incremento en la anchura molar, de 6.22 milímetros en el grupo 1 y de 4.13 milímetros en el grupo 2, siendo la significación de 0.46. Tabla 56.

Inter6Superior	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta 1	42,47	48,70	6,22
D.Mixta 2	42,83	46,96	4,13
Sig.(dentición)	0,460		

Tabla 56. Comparación cambios transversales superiores dentición mixta grupo 1 y grupo 2

La significación fue de 0.265 en la comparación a nivel de los segundos molares deciduales, incrementándose esta anchura en 5.69 milímetros en el grupo 1 y en 6.76 milímetros en el grupo 2. Tabla 57.

InterESuperior	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta 1	36,38	42,08	5,69
D.Mixta 2	36,73	43,50	6,76
Sig.(dentición)	0,265		

Tabla 57. Comparación cambios transversales superiores dentición mixta grupo 1 y grupo 2

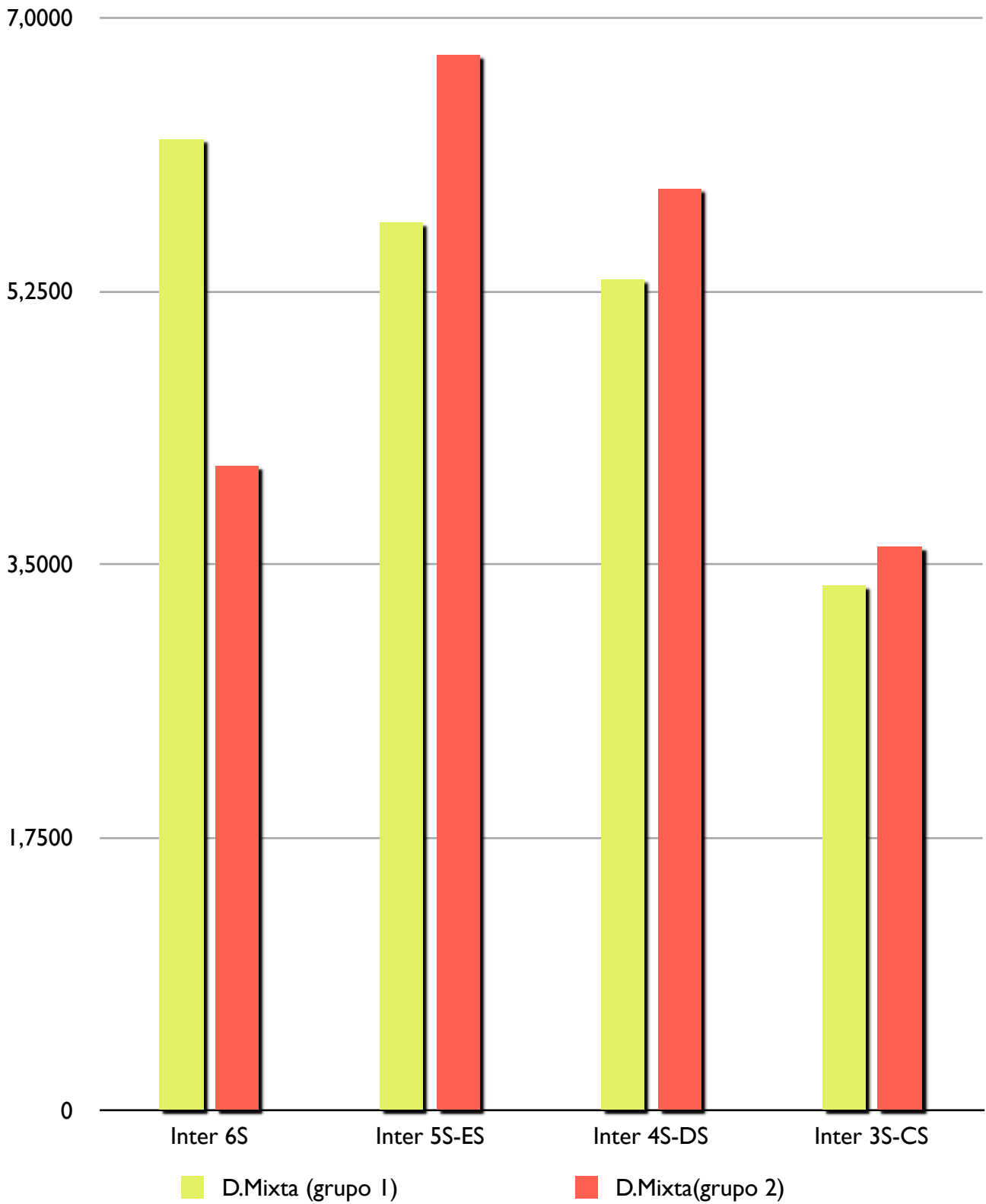
La diferencia tampoco resultó ser significativa en los cambios a nivel de los primeros molares deciduales ya que resultó ser de 5.32 milímetros en el grupo 1 y de 5.90 milímetros en el grupo 2. La significación fue de 0.31. Tabla 58.

InterDSuperior	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta 1	31,25	36,58	5,32
D.Mixta 2	31,37	37,28	5,90
Sig.(dentición)	0,31		
Tabla 58. Comparación cambios transversales superiores dentición mixta grupo 1 y grupo 2			

A nivel de los caninos, el incremento fue similar, de 3.36 milímetros en el grupo 1 y de 3.61 milímetros en el grupo 2, siendo la significación de 0.25. Tabla 59.

InterCSuperior	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta 1	28,97	32,33	3,36
D.Mixta 2	28,23	31,84	3,61
Sig.(dentición)	0,25		
Tabla 59. Comparación cambios transversales superiores dentición mixta grupo 1 y grupo 2			

Los cambios transversales en la dentición mixta(grupos 1 y 2) en la arcada superior quedan reflejados en la gráfica 8.



Gráfica 8. Cambios transversales superiores en la dentición mixta(grupos 1 y 2)

Arcada inferior:

El comportamiento fue similar a nivel de los primeros molares permanentes, incrementando en 0.2 milímetros en el grupo 1 y en 0.15 en el grupo 2, siendo la significación de 0.38. Tabla 60.

Inter6Inferior	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta 1	41,61	41,81	0,20
D.Mixta 2	42,75	42,90	0,15
Sig.(dentición)	0,38		

Tabla 60. Comparación cambios transversales inferiores dentición mixta grupo 1 y grupo 2

Lo mismo ocurrió a en los segundos molares deciduales donde el aumento fue de 0.19 milímetros en el grupo 1 y de 0.28 milímetros en el grupo 2 y la significación fue de 0.27. Tabla 61.

InterEInferior	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta 1	36,29	36,48	0,19
D.Mixta 2	36,53	36,25	0,28
Sig.(dentición)	0,27		

Tabla 61. Comparación cambios transversales inferiores dentición mixta grupo 1 y grupo 2

A nivel de los primeros molares deciduales el incremento fue algo mayor en el grupo 1(0.20 milímetros) que en el grupo 2(0.12 milímetros), resultando ser la significación de 0.47. Tabla 62.

InterDInferior	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta 1	30,41	30,60	0,20
D.Mixta 2	30,84	30,96	0,12
Sig.(dentición)	0,47		

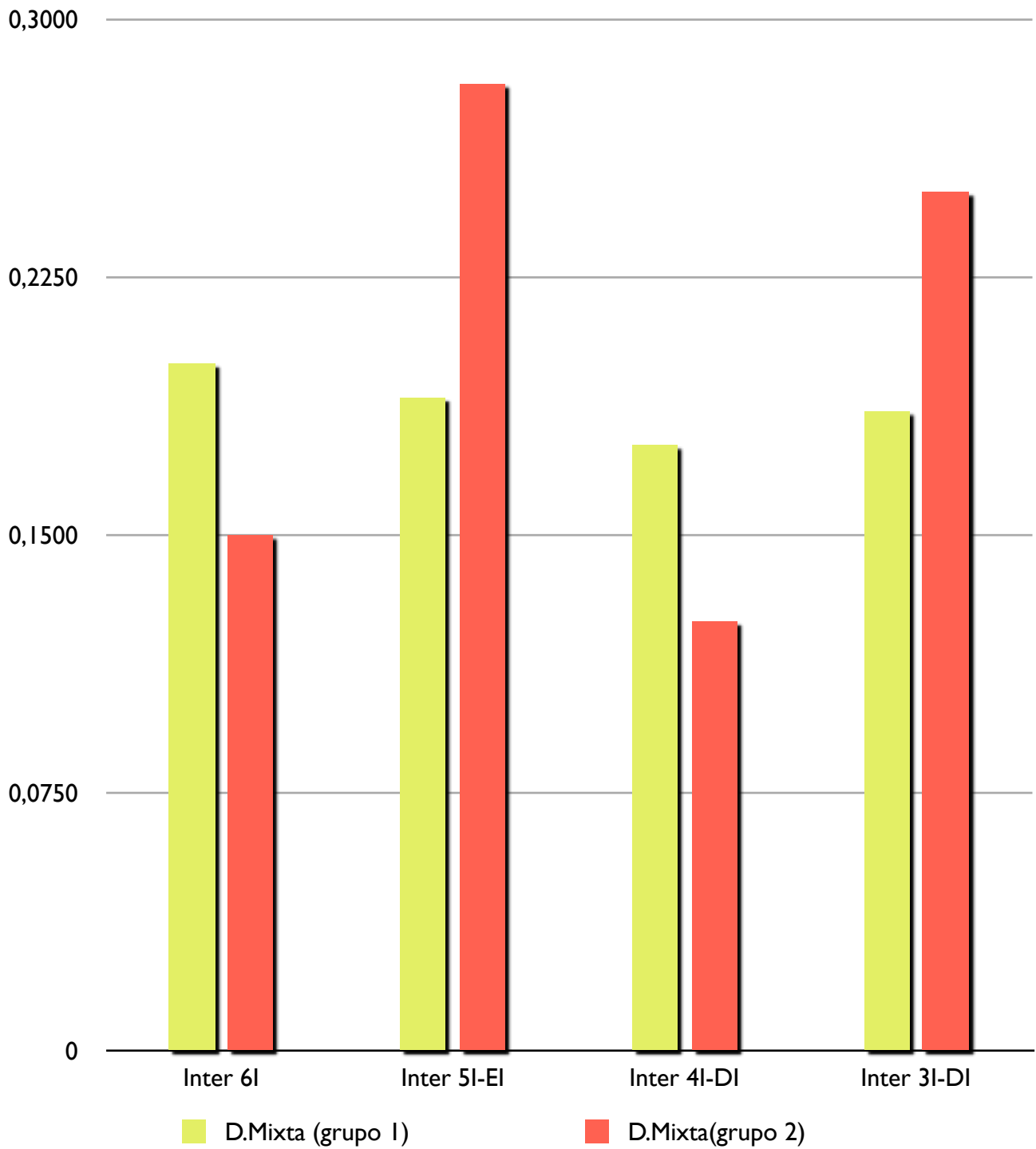
Tabla 62. Comparación cambios transversales inferiores dentición mixta grupo 1 y grupo 2

Los cambios fueron similares también sobre los caninos produciéndose un aumento de 0.20 mm en el grupo 1 y de 0.25 mm en el grupo 2, con una significación de 0.29. Tabla 63.

InterCInferior	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta 1	25,87	26,05	0,18
D.Mixta 2	25,21	25,46	0,25
Sig.(dentición)	0,29		

Tabla 63. Comparación cambios transversales inferiores dentición mixta grupo 1 y grupo 2

Los cambios transversales inferiores en la dentición mixta(grupos 1 y 2) quedan reflejados en la gráfica 9.



Gráfica 9. Cambios transversales inferiores en la dentición mixta(grupo 1 y 2)

## CAMBIOS SAGITALES:

Las comparaciones de las medidas radiográficas sagitales a nivel esquelético y dental entre la dentición mixta grupo 1 y la dentición mixta grupo 2 quedan reflejadas en las tablas 64,65,66,67,68,69 y 70.

### 1. A nivel esquelético:

-SNA: El incremento medio del ángulo SNA fue de  $0.71^\circ$  en el grupo 1 y de  $0.93$  en el grupo 2, lo cual indica que se comportaron de manera similar al no haber diferencias significativas( $0.671$ ).

Tabla 64.

SNA	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta 1	76,03	76,75	0,71
D.Mixta 2	76,56	77,50	0,93
Sig.(dentición)	0,671		

Tabla 64. Cambios en SNA (dentición mixta grupo 1 y grupo 2)

-SNB: Este ángulo se redujo en ambas denticiones,  $0.47^\circ$  en el grupo 1 y  $0.53^\circ$  en el grupo 2. Este cambio fue escasamente significativo con lo que ambas denticiones cambiaron de la misma forma.

Tabla 65.

SNB	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta 1	73,94	73,46	-0,47
D.Mixta 2	74,51	73,98	-0,53
Sig.(dentición)	0,722		

Tabla 65. Cambios en SNB (dentición mixta grupo 1 y grupo 2)



-ANB: En ambas denticiones este ángulo aumentó siendo la significación de 0.936. Tabla 66.

ANB	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta 1	2,09	3,33	1,23
D.Mixta 2	2,03	3,51	1,48
Sig.(dentición)	0,936		

Tabla 66. Cambios en ANB (dentición mixta grupo 1 y grupo 2)

-A-NPg: La distancia entre el punto A y NPg aumentó en 0.91 milímetros en el grupo 1 y en 1.58 milímetros en el grupo 2 siendo la significación de 0.82, reflejando un comportamiento similar. Tabla 67.

A-NPg	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta 1	1,25	2,16	0,91
D.Mixta 2	1,11	2,68	1,58
Sig.(dentición)	0,828		

Tabla 66. Cambios en ANPg (dentición mixta grupo 1 y grupo 2)

-Wits: Esta medida aumentó en ambas denticiones, 1.25 milímetros en el grupo 1 y 1.38 milímetros en el grupo 2, siendo no significativa la diferencia entre ambas denticiones. Tabla 68.

Wits	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta 1	-3,5	-2,29	1,25
D.Mixta 2	-4,06	-2,68	1,38
Sig.(dentición)	0,598		

Tabla 68. Cambios en Wits (dentición mixta grupo 1 y grupo 2)

## 2.A nivel dental:

-I-SN: El ángulo formado por el incisivo superior con respecto al plano Sella-Nasion se redujo en 1.46° en el grupo 2 mientras que en el grupo 1 aumentó en 0.68°, la diferencia entre ambas denticiones fue significativa. Tabla 69.

I-SN	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta 1	95,52	96,21	0,68
D.Mixta 2	100,50	99,03	-1,46
Sig.(dentición)	0,023		

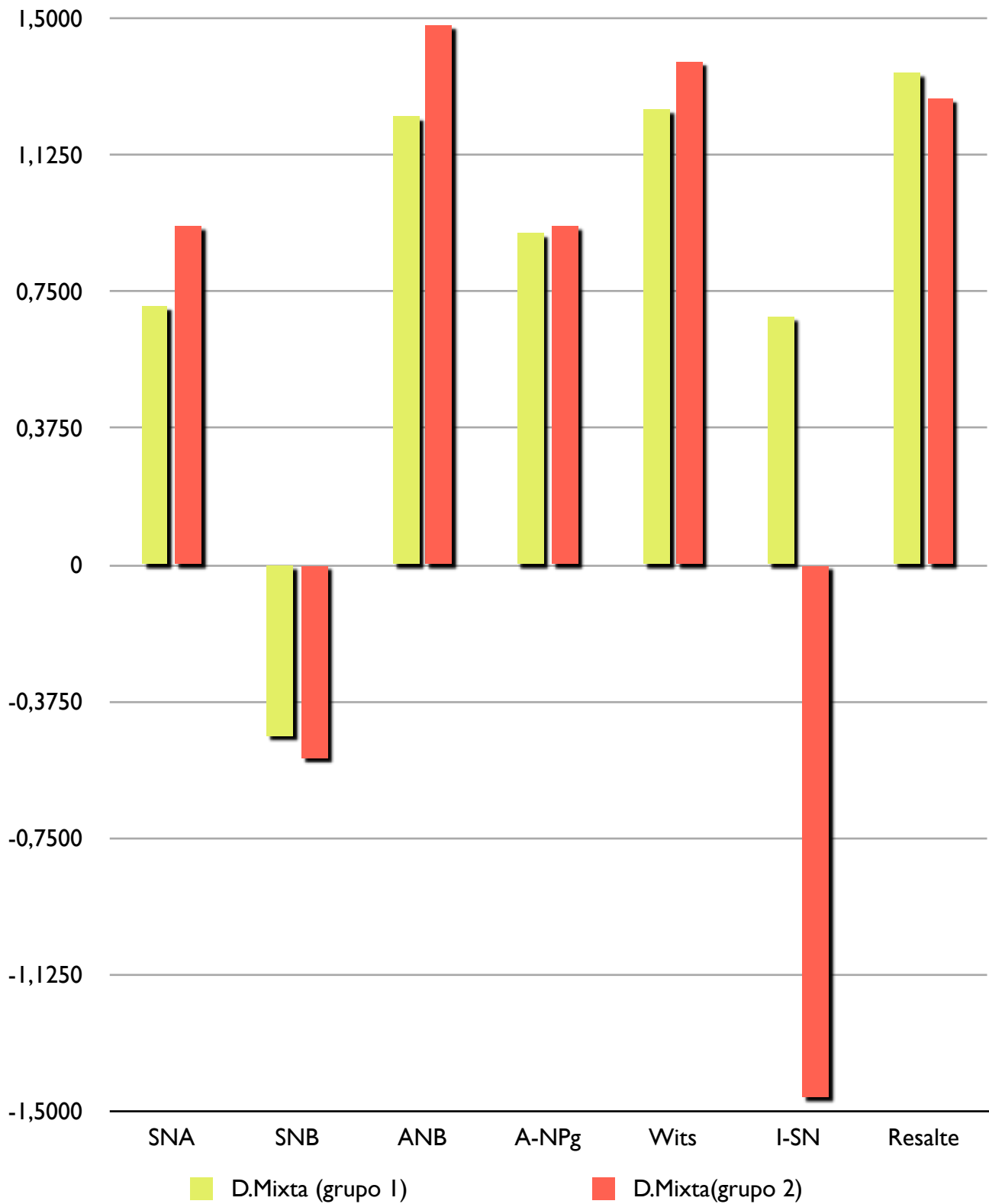
Tabla 69. Cambios en I-SN (dentición mixta grupo 1 y grupo 2)

-Resalte: La distancia que separa sagitalmente los incisivos, superior e inferior, aumentó en 1.35 milímetros en el grupo 1 y 1.28 milímetros, siendo la significación de 0.103. Tabla 70.

Resalte	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta 1	1,92	3,27	1,35
D.Mixta 2	3,31	4,59	1,28
Sig.(dentición)	0,103		

Tabla 70. Cambios en Resalte(dentición mixta grupo 1 y grupo 2)

Los cambios sagitales en la dentición mixta(grupos 1 y 2) quedan reflejados en la gráfica 10.



Gráfica 10. Cambios sagitales en la dentición mixta(grupos 1 y 2)

## CAMBIOS VERTICALES:

Las tablas comparativas de los verticales a nivel esquelético y dental sobre la dentición mixta grupo 1 y la dentición permanente están detalladas en las tablas 71,72,73,74,75,76,77,78,79 y 80.

### 1. A nivel esquelético:

-SN-PP: Este ángulo se redujo en  $0.04^\circ$  en el grupo 1 y  $0.25^\circ$  en el grupo 2. La diferencia no fue significativa, 0.811. Tabla 71.

SN-PP	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta 1	9,27	9,23	-0,04
D.Mixta 2	9,16	8,91	-0,25
Sig.(dentición)	0,811		

Tabla 71. Cambios en SN-PP(dentición mixta grupo 1 y grupo 2)

-SN-PM: Se produjo un aumento en ambas denticiones, de  $1.04^\circ$  en el grupo 1 y de  $0.96^\circ$  en el grupo 2, siendo no significativa esta diferencia(0.949). Tabla 72.

SN-PM	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta 1	39,85	40,90	1,04
D.Mixta 2	40,06	41,03	0,96
Sig.(dentición)	0,949		

Tabla 72. Cambios en SN-PM(dentición mixta grupo 1 y grupo 2)

-SN-PO: Esta medida aumentó 0.04° el grupo 1 y en 0.87° en el grupo 2 siendo la significación de 0,86. Tabla 73.

SN-PO	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta 1	24,1	24,14	0,04
D.Mixta 2	23,41	24,28	0,87
Sig.(dentición)	0,869		
Tabla 73. Cambios en SN-OP(dentición mixta grupo 1 y grupo 2)			

-PP-PM: Este ángulo aumentó en ambas denticiones, 1.09° el grupo 1 y en 1.21° en el grupo 2 no siendo la diferencia significativa(0.858). Tabla 74.

PP-PM	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta 1	30,58	31,67	1,09
D.Mixta 2	30,91	32,13	1,21
Sig.(dentición)	0,858		
Tabla 74. Cambios en PP-MP(dentición mixta grupo 1 y grupo 2)			

-AFAS: La altura facial anterosuperior aumentó en ambas denticiones,siendo la significación de 0.325.Tabla 75.

AFAS	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta 1	50,44	51,64	1,20
D.Mixta 2	52,06	52,81	0,75
Sig.(dentición)	0,325		
Tabla 75. Cambios en AFAS(dentición mixta grupo 1 y grupo 2)			

-AFAI: La altura facial anteroinferior aumentó en 1.05 milímetros en el grupo 1 y en 1.12 milímetros en el grupo 2 resultando no ser la diferencia significativa(0.334). Tabla 76.

AFAI	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta 1	64,09	65,15	1,05
D.Mixta 2	65,31	66,44	1,12
Sig.(dentición)	0,334		
Tabla 76. Cambios en AFAI(dentición mixta grupo 1 y grupo 2)			

-AFAT: La altura total anterior aumentó en 2.07 milímetros en el grupo 1 y 1.87 milímetros en el grupo 2 siendo la significación de 0.246. Tabla 77.

AFAT	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta 1	114,48	116,55	2,07
D.Mixta 2	117,38	119,25	1,87
Sig.(dentición)	0,246		
Tabla 77. Cambios en AFAT(dentición mixta grupo 1 y grupo 2)			

-AFPS: La altura facial posterosuperior aumentó ambas denticiones, 1.24 milímetros en el grupo 1 y 0.83 milímetros en el grupo 2, no siendo la diferencia significativa(0.327). Tabla 78.

AFPS	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta 1	38,52	39,77	1,24
D.Mixta 2	40,13	40,97	0,83
Sig.(dentición)	0,327		
Tabla 78. Cambios en AFPS(dentición mixta grupo 1 y grupo 2)			

-AFPT: La altura facial posterior se vio incrementada en 1.42 milímetros en el grupo 1 y en 0.78 milímetros en el grupo 2. La significación fue de 0.087. Tabla 79.

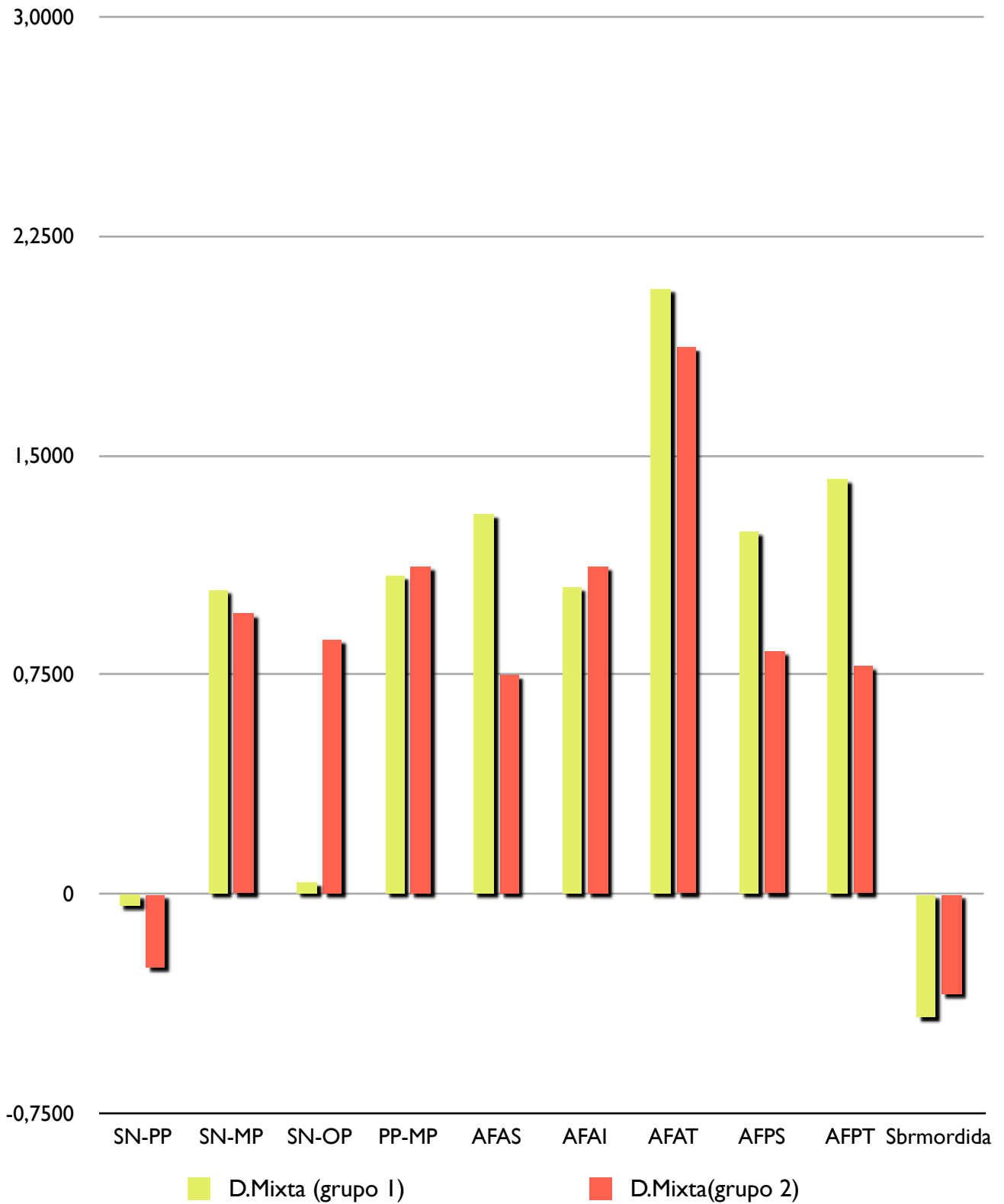
AFPT	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta 1	67,81	69,25	1,42
D.Grupo 2	71,84	72,63	0,78
Sig.(dentición)	0,087		
Tabla 79. Cambios en AFPT(dentición mixta grupo 1 y grupo 2)			

## 2.A nivel dentario:

-Sobremordida: El valor de la sobremordida se redujo con un valor medio de 0.42 mm en el grupo 1 y 0.34 mm en el grupo 2, no siendo la diferencia significativa(0.119). Tabla 80.

Sobremordida	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>
D.Mixta 1	0,76	0,33	-0,42
D.Mixta 2	-15	-0,50	-0,34
Sig.(dentición)	0,119		
Tabla 80. Cambios en sobremordida(dentición mixta grupo 1 y grupo 2)			

Los cambios verticales producidos en la dentición mixta(grupos 1 y 2) quedan reflejados en la gráfica 11.



Gráfica 11. Cambios verticales en la dentición mixta(grupos 1 y 2)



## VI. Discusión

La ERM es un procedimiento ortodóncico que se emplea cuando un maxilar y un arco superior dental comprimidos requieren un ensanchamiento ortopédico en dentición decidua, mixta o permanente<sup>81</sup>. La expansión rápida maxilar da lugar a la separación del hueso palatino y de la premaxila ya que estas estructuras se desarrollan bilateralmente y están unidas a través de suturas mediales, actuando por tanto, sobre todo el complejo sutural circunmaxilar. Aunque la expansión ha sido empleada por los ortodoncistas durante más de cien años, hubo un resurgir de esta modalidad de tratamiento a principios del siglo XX debido a la creencia de que mejoraba la respiración nasal. Su popularidad declinó con la llegada de corrientes de extracción a mediados del siglo pasado en los Estados Unidos. Más recientemente, se produjo un resurgir en el interés sobre la expansión debido a que los ortodoncistas han ido buscando terapias dentales más conservadoras que han intentado limitar las extracciones siempre que fuera posible y que no hubiera otros requisitos faciales o de corrección de clase que las indicaran.

La expansión maxilar normalmente se lleva a cabo en la dentición mixta o permanente para corregir mordidas cruzadas o expandir el perímetro de arcada aliviando de esta forma el apiñamiento dentario. La expansión rápida busca coordinar las bases dentoalveolares maxilar y mandibular maximizando el movimiento ortopédico esquelético y minimizando el movimiento dentario ortodóncico. Esto ha sido conseguido históricamente incluyendo la mayor cantidad de dientes posible en el aparato de expansión. Sin embargo, la inclusión de un mayor número de dientes en el aparato dificulta tanto su construcción como su inserción, siendo el aparato menos confortable para el paciente y más complicada su limpieza.

El objetivo de este estudio ha sido evaluar los cambios esqueléticos y dentales en los planos sagital, vertical y transversal tras la expansión rápida maxilar en dentición mixta y en dentición permanente con un disyuntor Hyrax modificado para este estudio de dos bandas. En esta tesis hemos demostrado que este expansor produce un efecto similar a otros expansores por lo que el uso del disyuntor a dos bandas modificado cuya inserción es más sencilla y es más fácil de limpiar es recomendado. Por otra parte, como era de esperar, la disyunción cumplió los objetivos ortopédicos-ortodóncicos esperados como han quedado cuantificados mediante los registros ortodóncicos evaluados.

## 1. Análisis de resultados.

### Cambios transversales dentales:

La ERM produjo el efecto deseado en cuanto a aumento de las dimensiones transversales dentales, tanto a nivel molar como canino en todos los pacientes lo cual se expresó con la aparición de un diastema interincisivo al final del periodo de expansión activa (T1). Éste es un signo inequívoco de que la disyunción maxilar basal se había completado con éxito como consecuencia de la separación de la espina nasal anterior y por tanto de la porción anterior de la sutura media palatina. La expansión de la arcada dental que se obtiene con la ERM es la suma de un movimiento dentoalveolar, que puede conllevar inclinación y movimiento en masa de los dientes, y un movimiento ortopédico que “recoloca” los componentes de la cavidad nasal a nivel basal. En todos los pacientes tratados se corrigió la mordida uni o bilateral que presentaban al inicio del tratamiento, resolviendo de esta manera la desviación funcional de la mandíbula que aparece en aquellos casos en los que la compresión maxilar genera contactos prematuros que obligan a la desviación mandibular en cierre.

La expansión transversal media conseguida en la dentición permanente a nivel molar resultó ser de 6.62 milímetros siendo algo menor la que se consiguió en el grupo 1 de dentición mixta(6.22 milímetros) con las bandas del disyuntor apoyadas en los primeros molares permanentes pero la significación entre ambos grupos fue alta lo que refleja un comportamiento similar. Sin embargo, el incremento transversal conseguido a este nivel fue menor en el grupo 2 de la dentición mixta en el que las bandas se apoyaron sobre los segundos molares deciduales(4.13 milímetros), observándose por tanto una mayor expansión sobre los dientes en los que se ancla el disyuntor. A pesar de que la expansión conseguida a nivel molar en el grupo 1 de la dentición mixta fue mayor(6.22 milímetros) que la alcanzada en el grupo 2 de la dentición mixta(4.13 milímetros), la diferencia entre ambos grupos no es significativa indicando que ambos grupos se comportan igual.

Por otro lado, la expansión transversal lograda a nivel segundos molares deciduales es mayor en el grupo 2 de la dentición mixta(6.76 milímetros) que en el grupo 1 de la dentición mixta(5.69 milímetros). No se comparó la expansión entre la dentición permanente y en dentición mixta con las

bandas sobre los primeros molares permanentes a este nivel ya que las piezas presentes a ese nivel no son las mismas.

En el área que corresponde a los primeros molares deciduales de nuevo hubo diferencias al comparar los grupos en dentición mixta ya que la expansión a este nivel fue mayor en el grupo en el que las bandas se colocaron sobre los segundos molares deciduales debido quizás a una mayor proximidad de esta área a la zona donde se ejerce la fuerza de expansión.

La expansión conseguida sobre el área de caninos fue mayor en grupo 2 de la dentición mixta que en el grupo 1 por esta misma razón.

Los cambios producidos en la arcada inferior no fueron relevantes y no hubo diferencias significativas entre ambas denticiones. Estos cambios no fueron debidos al crecimiento ya que el tiempo transcurrido entre ambas radiografías fue escaso, sino que se debieron al enderezamiento de los dientes posteriores como consecuencia de la expansión.

#### *Cambios sagitales dentales y esqueléticos:*

El ángulo SNA aumentó significativamente tanto en la dentición permanente como en ambos grupos de la dentición mixta, siendo en el grupo 1 de la dentición mixta donde el aumento fue menor pero resultando ser también estadísticamente significativo. Este incremento del ángulo SNA indica que el maxilar se movió hacia adelante lo cual es beneficioso en la corrección de la mordida cruzada anterior que en ocasiones aparece de manera conjunta con las mordida cruzada posterior en pacientes con déficit transversal y sagital del maxilar. Una mordida cruzada anterior no sólo impide que la función incisal se realice correctamente sino que además si ésta no se corrige de manera temprana, impide el desarrollo maxilar en sentido sagital. En pacientes con pseudoclase III en los que se produce un adelantamiento mandibular debido a contactos anteriores prematuros, este ligero movimiento anterior del maxilar tras la expansión puede ayudar a que la mandíbula se posicione correctamente en una relación céntrica de clase I y a que el maxilar se desarrolle correctamente.

La posición en el punto B, valorada a través del ángulo SNB se redujo en todos los grupos estudiados siendo en la dentición permanente donde dicha reducción fue menor. Por este motivo en el grupo 2 de la dentición mixta se obtuvo el mayor incremento en el ángulo ANB en donde se

combinó una gran apertura del ángulo SNA y la mayor reducción de todos los grupos en el ángulo SNB. El cierre del ángulo SNB indica un movimiento posterior de la mandíbula lo cual podría mejorar una relación de clase III y empeorar una relación de clase II, aunque esta rotación posterior de la mandíbula es transitoria y producida por la extrusión de los sectores posteriores tras la disyunción.

La distancia entre el punto A y NPg aumentó en mayor medida en el grupo 2 en dentición mixta, seguido del grupo 1 en dentición mixta y en menor medida se produjo un incremento en la dentición permanente, lo cual refleja también que el maxilar se desplazó hacia adelante como consecuencia de la expansión.

En el grupo 2 de la dentición mixta se produjo la mayor apertura del ángulo ANB, seguido de la dentición permanente y del grupo 1 de la dentición mixta. Este mayor aumento angular se debió a una combinación de un mayor desplazamiento anterior del punto A y a un mayor desplazamiento posterior del punto B. Las pseudo clases III deben ser tratadas tan pronto como sean detectadas para permitir que el maxilar se desarrolle sagitalmente. El hecho de que en la dentición mixta se produzca una mayor apertura en este ángulo facilitaría una mejor corrección de la pseudoclase III en una edad temprana permitiendo que el maxilar crezca de manera normal y que se establezca una relación incisal correcta.

El movimiento anterior del punto A y el movimiento posterior del punto B se reflejan en un aumento en la medida del Wits sobre el plano oclusal. Debido a que en la dentición permanente los cambios producidos en el punto B fueron menores y el plano oclusal se abrió en mayor medida, el incremento en el análisis del Wits fue menor en la dentición permanente que en ambos grupos de la dentición mixta.

El ángulo formado por el incisivo superior con Sella-Nasion se redujo en mayor medida en la dentición mixta grupo 2, seguido de la dentición permanente y en la dentición mixta grupo 1 este ángulo aumentó. En la dentición permanente esta reducción podría haberse producido en parte por la rotación posterior del maxilar y la apertura del ángulo palatino. Sin embargo, en el grupo 2, el incisivo superior se retroinclina a pesar de que el plano palatino se cierra. Se ha señalado que estos cambios están producidos por una serie de factores como son la influencia de la musculatura

perioral, el estiramiento de la mucosa palatina y la acción de las fibras transeptales sobre el diastema interincisivo postdisyunción que llevarían a la retroinclinación a nivel dentario.

En ambos grupos de la dentición mixta el resalte aumentó de manera considerable, no haciéndolo en igual manera en el grupo en dentición permanente en el que sólo aumentó 0.26 milímetros. Este aumento del resalte también podría ayudar a descruzar la mordida a nivel anterior en aquellos casos en los que estuviera presente.

#### *Cambios verticales dentales y esqueléticos:*

El ángulo entre Sella-Nasion y el plan palatino aumentó ligeramente en la dentición permanente lo cual indica un descenso mayor de la espina nasal anterior con respecto a la espina nasal posterior tras la expansión. Este ángulo se redujo en el grupo 2 de la dentición mixta en  $-0.25^\circ$  y se produjo una pequeña reducción de  $0.04^\circ$  en el grupo 1 de la dentición mixta.

Debido a que se produjo una mayor posterorrotación mandibular en la dentición mixta en ambos grupos, el ángulo formado Sella-Nasion y el plano mandibular aumentó en mayor medida que en la dentición permanente lo cual se refleja a nivel anterior con una reducción de la sobremordida. Sin embargo, y de manera contradictoria, la reducción de la sobremordida fue mayor en la dentición permanente.

El plano oclusal cambió de manera similar en la dentición permanente y en el grupo 2 de la dentición mixta abriéndose en  $0.51^\circ$  y en  $0.86^\circ$  respectivamente. No obstante, en el grupo 1 de la dentición mixta este ángulo apenas se modificó lo cual podría ser explicado porque apenas se modificó la posición del maxilar en sentido vertical tras la expansión.

Debido a que en la dentición permanente el ángulo SN-Plano Palatino aumentó y a que el SN-Plano Mandibular aumentó en menor medida que en la dentición mixta, el aumento del ángulo PP-PM fue considerablemente menor en la dentición permanente que en la dentición mixta.

En los dos grupos en dentición mixta se produjo un mayor descenso de la parte posterior del maxilar lo cual se refleja en un aumento mayor de la altura facial posterior con respecto a la anterior. Sin embargo, en la dentición permanente, el maxilar descendió más a nivel de la espina

nasal anterior, rotando posteriormente el plano palatino e incrementándose en mayor medida la altura facial anterosuperior con respecto a la altura facial posterosuperior.

Todos estos incrementos en las alturas faciales se debieron al descenso del maxilar tras la expansión rápida y a la apertura de la mordida debida al contacto de las cúspides palatinas superiores con las vertientes vestibulares inferiores no siendo posible atribuir dichos incrementos al crecimiento ya que el tiempo entre las mediciones no hizo que eso fuera posible.

Tanto en la dentición permanente como en ambos grupos en dentición mixta, la sobremordida disminuyó como consecuencia de la posterorrotación mandibular lo cual contribuyó también a la corrección de la mordida cruzada anterior en aquellos casos en los que estuviera presente al inicio del tratamiento.

## 2. Comparación con otros estudios:

Con respecto a la selección de la muestra de pacientes, hay que analizar un aspecto en los trabajos que recoge la literatura en comparación con el nuestro que es el número de individuos que componen las muestras. En cuanto al tamaño muestral, hemos encontrado pocos estudios publicados hasta la redacción de esta tesis con un diseño similar al nuestro cuya muestra de estudio se acerque a los los treinta casos en los que se emplee un disyuntor de Hyrax. Tan sólo en los estudios de Lamparski<sup>6</sup> y Davidovich<sup>7</sup> se empleó una muestra de alrededor de treinta pacientes pero ésta fue dividida en dos grupos para comparar los efectos del disyuntor Hyrax a dos bandas y a cuatro bandas. En muchos de los estudios en los que se analizan los efectos que produce el disyuntor hyrax, las muestras eran menores de 30 individuos<sup>26,170,186-188</sup>. Nuestro trabajo se realizó sobre muestra de 37 pacientes en dentición mixta y 29 pacientes en dentición permanente, una cifra superior a las empleadas en otras investigaciones similares.

Son varias las razones por las que las muestras son tan limitadas. En primer lugar, hay que mencionar el propio aparato de disyunción utilizado para llevar a cabo la ERM. El disyuntor de Hyrax es un dispositivo muy eficaz para el objetivo para el que está diseñado: actuar sobre las suturas palatina media y circunmaxilares mostrando un buen efecto a nivel basal y pocos efectos indeseables<sup>189</sup>. De hecho son muchos los autores que consideran que sólo con este tipo de dispositivos de expansión se puede obtener una verdadera disyunción maxilar<sup>24,25,190</sup>. Además, al

estar soportados sobre cuatro piezas y cubrir parcialmente el paladar con la porción metálica que aloja el tornillo, la higiene oral del niño se ve dificultada y se puede descementar una de las cuatro bandas durante el tratamiento. Por esta razón, hay clínicos que prefieren utilizar el quadhélix ya este aparato puede ser prefabricado, se activa por el ortodoncista en la clínica con una periodicidad mensual o bimensual, es fácil de limpiar, es bien aceptado por el niño, no requiere una visita semanal para supervisarlos pero los efectos transversales no son comparables entre ambos aparatos.

Hasta ahora, no se han visto los efectos dentales y esqueléticos producidos por este disyuntor a dos bandas modificado. El disyuntor a dos bandas evaluado en los estudios de Schneidman<sup>5</sup>, Lamparski<sup>6</sup> y Davidovitch<sup>7</sup> carece de brazos que abarquen las superficies palatinas de los premolares superiores por lo que sus resultados difieren de los obtenidos en este estudio.

Schneidman y cols<sup>5</sup> compararon los efectos dentales de estos expansores de dos bandas soportados sobre molares y aquellos expansores convencionales cementados sobre primeros molares y primeros premolares y recomendaron el uso del disyuntor a dos bandas en niños de edades comprendidas entre 7 y 15 años ya que, a pesar de que los efectos sobre la dentición anterior del maxilar eran menores, los resultados obtenidos a nivel posterior fueron similares a los que se consiguieron con los disyuntores a cuatro bandas. Sin embargo, observaron una diferencia en cuanto a la inclinación molar producida por los dos expansores. Los molares se inclinaron ligeramente hacia lingual(0.5 mm) en el grupo tratado con expansores a dos bandas mientras que lo hicieron hacia bucal(0.3 mm) en el grupo tratado con expansores a cuatro bandas. Los autores atribuyeron este hallazgo a la posibilidad de que el aparato con 2 apoyos tuviera una distribución de fuerzas diferente sobre la dentición y asociada a las suturas craneofaciales.

Por otro lado, Lamparski y cols<sup>6</sup> compararon también dos tipos de disyuntores, con cuatro bandas y con dos bandas, encontrando una expansión similar a nivel molar debido a que ambos aparatos quedaban soportados sobre las mismas piezas posteriores. La anchura canina conseguida con los dos expansores difería en cómo cambiaba en el tiempo produciéndose una recaída en el periodo tras la expansión activa y la retirada del aparato en el grupo tratado con el disyuntor a dos bandas. Esta recaída, de cualquier manera, no fue suficiente para afirmar que la expansión total producida fuera menor con el expansor de dos bandas, pudiendo concluirse que ambos aparatos producen la misma cantidad de expansión a nivel canino pero sin experimentar recidiva con el expansor con cuatro

bandas. O lo que es lo mismo, el aparato con cuatro bandas mostró una mayor estabilidad pero no mejores resultados en el tratamiento. Esto se esperaba debido a que el aparato a cuatro bandas tiene un anclaje anterior que fue beneficioso para la retención de los caninos. Los resultados de este estudio no coinciden con la significativamente mayor cantidad de separación canina encontrada por Schneidman y cols<sup>5</sup> con los aparatos a cuatro bandas comparados con los aparatos a dos bandas.

También Davidovitch y cols<sup>7</sup> llevaron a cabo un estudio comparativo entre estos dos tipos de disyuntores evaluando y comparando su respuesta esquelética y dental. Se produjeron diferencias en la respuesta esquelética y dental de los dos expansores. A nivel canino el ratio esquelético/dental de expansión fue de 9:1 en el aparato a cuatro bandas mientras que en el diseño a dos bandas fue de 1:1. Esta mayor respuesta esquelética en el aparato a cuatro bandas fue probablemente debida a que la fuerza se liberó también en la parte anterior del paladar donde la resistencia a la expansión es más fácilmente de vencer mientras que el aparato a dos bandas fue menos efectivo ya que tuvo que vencer simultáneamente la resistencias suturales anterior y posterior del complejo maxilar. Con el aparato a cuatro bandas se observó un incremento mayor en el perímetro de arcada debido a la diferente forma de arcada conseguida con este aparato ya que se produjo un mayor incremento transversal en la región anterior con él. Con el aparato a dos bandas se observó que la sutura no se abría en pacientes por encima de los 12 años y recomendaron su uso para pacientes jóvenes o en dentición mixta con ligero apiñamiento o mordida cruzada posterior unilateral. El aparato a cuatro bandas era independiente de la edad en sujetos entre 9 y 17 años por lo que era el aparato de elección en pacientes por encima de los 12 años o pacientes con severa deficiencia en el perímetro de arcada o con mordida cruzada bilateral.

En la actualidad no se ha publicado ningún artículo en el que se vean los efectos inmediatos de este disyuntor a dos bandas modificado que es más fácil de insertar y de construir que el aparato a cuatro bandas y que, debido a que sus brazos se extienden por las caras palatinas de los premolares y de acuerdo con lo observado en este estudio, produce una expansión anterior similar al clásico disyuntor con bandas en molares y premolares. No obstante, sólo se han evaluado los cambios inmediatos tras la expansión pero con los resultados obtenidos parece razonable suponer que los efectos a largo plazo del disyuntor empleado en este estudio serán también similares a los del disyuntor a cuatro bandas.



Lagravère y cols<sup>132</sup> llevaron a cabo un meta-análisis sobre los cambios inmediatos que produce el tratamiento de expansión rápida. Seleccionaron inicialmente treinta y un artículos de las bases de datos PubMed, MEDLINE, Thomsen's ISE Web of Science y LILACS. Fueron rechazados doce artículos debido a que no incluían los efectos inmediatos de la expansión sino los efectos tras una fase de retención, otro no fue incluido debido a que se registraban cambios sin detalles específicos, en otros dos no quedaba claro el protocolo de tratamiento y en otro se incluyeron los dientes anteriores con una cobertura de acrílico por lo que tampoco fue incluido. De los catorce estudios que registraban cambios inmediatos, en ocho se medían cambios dentales y esqueléticos a través de radiografías<sup>20,126,158,170,186,187,191,192</sup>, tres medían cambios dentales y esqueléticos a través de radiografías y modelos<sup>26,61,188</sup> y en tres sólo se medían los cambios dentales a través de modelos<sup>6,23,155</sup>. En cuatro de estos catorce artículos se evaluaron los efectos inmediatos del Hyrax, en cinco el disyuntor de Haas, en tres el Hyrax con acrílicos de mordida, en uno se compararon las diferencias entre el disyuntor Hyrax y el Haas y en otro se comparó el disyuntor de Hyrax con acrílicos de mordida y sin acrílicos de mordida.

Con respecto a la selección de la muestra de pacientes hay que analizar dos aspectos en los trabajos que recoge la literatura en comparación con el nuestro: el número de individuos que componen las muestras y los distintos análisis llevados sobre ellas. En cuanto al tamaño muestral, sólo los estudios de Kawakami and cols<sup>186</sup> y de Mazzeiro y cols<sup>187</sup> tienen un tamaño similar al nuestro. En el resto de los estudios en los que se evalúa el efecto inmediato de la disyunción con un disyuntor Hyrax las muestras contienen un menor número de pacientes, siendo éstas de entre siete<sup>188</sup> y quince pacientes<sup>6</sup>. Nuestro trabajo se realizó sobre una muestra de 29 pacientes en dentición permanente y de 37 en dentición mixta, unas cifras superiores a las empleadas en otras investigaciones similares. Sin embargo, en otros estudios en los que se emplean otros disyuntores como el de McNamara con bloques de acrílico posteriores o el de Haas, que también muestran un buen efecto a nivel basal y actúan sobre las suturas palatina media y circunmaxilares, las muestras son similares a las de nuestro estudio, siendo de 30 y de 32 pacientes en los estudios de da Silva Filho y cols<sup>127,158</sup> con el disyuntor de Haas y de 34 y 17 en el estudio de Sari y cols<sup>61</sup> con el disyuntor de McNamara.

De todos los estudios que evaluaban los efectos inmediatos del Hyrax, tan sólo el estudio de Bhatt y Jacob<sup>188</sup> recogía tanto datos cefalométricos y como estudios de modelos. Sin embargo, debido a que la muestra era muy pequeña (de tan sólo 7 pacientes) y con un rango de edad muy amplio (de entre 11 y 24 años), fue descartado para llevar un estudio comparativo con nuestra muestra. Por otro lado,

el trabajo de Kawakami y cols<sup>186</sup>, que comparaba los efectos inmediatos del disyuntor de Haas y de Hyrax, también lo rechazamos debido a que recogía muy pocos valores cefalométricos. El estudio de Sandikcioglu y Hazar<sup>26</sup> sólo mostraba las diferencias significativas producidas por el disyuntor Hyrax antes y después de la expansión por lo que tampoco nos pudo servir como muestra de referencia.

### 3. Comparación de resultados con otros estudios.

#### Cambios transversales:

En el meta-análisis de Lagravère y cols<sup>132</sup> se vio que la expansión transversal media sobre los modelos de todos los estudios fue de 6.74 milímetros(entre 4.59 y 8.89), que la expansión media intercanina fue de 5.35 milímetros(entre 4.31 y 6.39) y que el incremento medio intermolar mandibular fue muy pequeño y no fue estadísticamente significativo. En este estudio se promedió la expansión conseguida con los cuatro tipos de disyuntores: Haas, Hyrax, Hyrax con acrílicos de mordida y Hyrax sobre férula acrílica por lo que compararemos nuestro estudio sólo con aquéllos que han empleado un disyuntor Hyrax. Cuando se compara el incremento transversal a nivel molar, canino y en el diastema interincisivo, se observa que la mayor expansión ocurre a nivel molar y que progresivamente la expansión se va reduciendo en la parte anterior del arco. Esto se explica por el hecho de que los aparatos empleados para la expansión rápida del maxilar ejercen su fuerza directamente en los dientes posteriores usados como anclaje<sup>71</sup>. Esto también avala la teoría de que una parte significativa de la expansión es dental en lugar de ser únicamente esquelética.

Esta medida transversal a nivel de los primeros molares superiores del meta-análisis<sup>132</sup> es similar a la alcanzada en nuestro estudio tanto en el grupo en dentición permanente como en el grupo 1 de la dentición mixta. Sin embargo, en el grupo 2 de la dentición mixta la expansión media a nivel de los primeros molares fue menor (4.2 milímetros) siendo de igual magnitud la conseguida sobre los segundos molares deciduales que se usaron como anclaje (6.7 milímetros).

De todos los estudios evaluados en dicho meta-análisis<sup>132</sup> en tan sólo tres<sup>6,26,188</sup> se evaluaban los efectos del disyuntor Hyrax en modelos y únicamente en el estudio de Lamparski<sup>6</sup> se evaluó el efecto de un disyuntor Hyrax a dos bandas con un diseño diferente al empleado en nuestro estudio ya que carecía de la extensión palatina desde los primeros molares hasta los primeros premolares.

En el estudio de Davidovitch y cols<sup>7</sup> también se compararon los efectos entre un disyuntor a cuatro bandas y otro a dos bandas. La cantidad de expansión media a nivel molar conseguida con los disyuntores a dos bandas tanto en el estudio de Lamparski<sup>6</sup> (5.98 milímetros) como en el de Davidovitch<sup>7</sup> (5.46 milímetros) fue inferior a la de nuestro estudio (6.62 milímetros en la dentición permanente, 6.22 milímetros en la dentición mixta grupo 1 y 6.76 milímetros a nivel de los dientes de anclaje grupo 2). También en nuestro estudio resultó ser superior la cantidad de expansión conseguida a nivel canino con respecto a estos dos estudios de referencia en los que se emplearon disyuntores a dos bandas. Esta mayor expansión en los caninos en nuestro estudio podría ser explicada por la presencia de los brazos metálicos que abrazan la cara palatina de los premolares superiores. La cantidad de expansión en los caninos en nuestro estudio resultó ser similar a la expansión conseguida en el estudio de Sandikcioglu y Hazar<sup>26</sup> en el que se empleó un disyuntor a cuatro bandas. Por tanto, el efecto transversal dentario de este nuevo diseño de disyuntor Hyrax a dos bandas es similar al del disyuntor Hyrax a cuatro bandas.

No se pudo llevar a cabo una comparación del efecto transversal a nivel de premolares o de molares deciduales de nuestro estudio con ningún otro debido a que estas medidas no han sido evaluadas en ninguno de los estudios publicados hasta la fecha tanto sobre el disyuntor Hyrax clásico como sobre el disyuntor Hyrax a dos bandas.

En el grupo 2 de la dentición mixta en el que las bandas se colocaron sobre los segundos molares deciduales se observó que la expansión a este nivel fue mayor que la ocurrida sobre los primeros molares permanentes. La expansión media resultó ser de 6.7 milímetros en los dientes empleados como anclaje mientras la alcanzada sobre los primeros molares permanentes fue de 4.2 milímetros, es decir, de un sesenta por ciento menos. Este hallazgo coincide con la observación hecha en el estudio de M. Rosa y M. Cozzani<sup>193</sup> en el que se vio que, mientras los segundos molares deciduales sobre los que se cementaban las bandas del disyuntor se separaban una media de 8.7 milímetros, los primeros molares sólo lo hacían 4.99 milímetros, o lo que es lo mismo, un 57.6 % menos. Además en este grupo de nuestro estudio, la expansión sobre los caninos fue superior a la que se alcanzó en la dentición permanente y en el grupo 1 de la dentición mixta, lo cual puede ser explicado por el hecho de que la barra palatina se extendió hasta este nivel en este grupo y no en los otros. De acuerdo con estos dos autores<sup>155</sup> las razones principales por la que se emplean los segundos molares deciduales como anclaje son: la prevención de cualquier daño y/o efecto indeseado sobre los dientes permanentes como la desmineralización del esmalte, pérdida de inserción periodontal o de

reabsorción radicular externa, que los molares permanentes se mueven espontáneamente no sólo durante la expansión activa, sino también en los siguientes meses y se ajustan también de forma natural a una oclusión estable, que se produce la corrección espontánea de la mordida cruzada posterior de los primeros molares permanentes sin compensación dentoalveolar o inclinación bucal y que no se necesita a los molares permanentes como anclaje ya que los dientes deciduales pueden soportar de manera eficaz la carga para la expansión rápida.

Los cambios transversales mandibulares registrados en nuestro estudio aunque presentaron una significación estadística, no tuvieron ninguna relevancia clínica. De todos los estudios sobre los efectos inmediatos del Hyrax publicados hasta la fecha, no hemos encontrado ninguno en el que se evalúe el efecto inmediato sobre la mandíbula, tan sólo en el estudio de Lima y cols<sup>113</sup> se evaluó este efecto con el uso de un disyuntor de Haas. Observaron que, en un seguimiento a corto plazo, la anchura intermolar incrementó en 0.97 milímetros. Este incremento fue en su mayor parte atribuido al enderezamiento molar como consecuencia de la expansión ya que los cambios como consecuencia del crecimiento normal fueron apenas apreciables en un periodo de tiempo tan corto.

#### Cambios sagitales:

Cambios en SNA: El ángulo SNA ha servido de referencia para evaluar el movimiento sagital de la maxilar tras la expansión. Tanto en ambos grupos de la dentición mixta como en la dentición permanente se produjo un incremento significativo en este valor lo cual indica que tras la expansión se produjo un movimiento anterior del maxilar. Este hallazgo coincide los trabajos de Haas<sup>3</sup>, Akkaya<sup>20</sup>, Sandikcloglu<sup>26</sup>, Sari<sup>61</sup>, Isaacson<sup>66</sup>, Davis y Kronman<sup>101</sup>, Chung y Font<sup>130</sup>, Asanza<sup>170</sup> y Byrum<sup>102</sup>, si bien estos estudios emplearon un disyuntor a cuatro bandas. No obstante, en otros estudios no se observó este movimiento y el desplazamiento del maxilar no tuvo relevancia clínica  
31,45,127,129,194,195

Únicamente en 2 casos en nuestro estudio se produjo una reducción del ángulo SNA en la dentición permanente, lo cual se explica como consecuencia de la rotación posteroinferior del maxilar y de la apertura del ángulo SN-PP

Cambios en A-NPg: Otra medida que sirvió para corroborar que el maxilar se desplazaba anteriormente tras la expansión fue el incremento entre el punto A y el plano N-Pg en los tres grupos analizados. Esta misma medida se empleó en el estudio de Sandikcioclu y Hazar<sup>26</sup> y de

Chung y Font<sup>130</sup> y también se incrementó tras la terapia expansiva. En el estudio de Sari<sup>61</sup> se usó la distancia entre el punto A y una vertical perpendicular al plano de Frankfurt pasando por Nasion para evitar que alteraciones en el basculamiento maxilar pudieran incrementar o reducir esta distancia. Asanza y cols.<sup>170</sup> emplearon otra medida lineal que sirve para evaluar los cambios en la posición del punto A y que es la distancia desde éste a una perpendicular al plano Sella-Nasion pasando por Sella, la cual se vio aumentada en su estudio de 1996 empleando tanto disyuntores Hyrax con cuatro bandas como en disyuntores de férula acrílica cementados sobre las caras oclusales.

Cambios en SNB: La posición mandibular cambió en todos los grupos estudiados siendo más significativa en los dos grupos de la dentición mixta, lo cual se reflejó en una reducción del ángulo SNB. Por ello, se produjo un mayor aumento también en el ángulo ANB. Hay un acuerdo generalizado de que con la expansión rápida se produce un movimiento posterior y hacia abajo de la mandíbula como consecuencia de la alteración en la oclusión que se produce por la extrusión y la inclinación de los dientes posteriores superiores.

La posterorrotación mandibular observada en este estudio coincide con lo que también se señaló en los estudios de Akkaya<sup>20</sup>, Sandikcioglu y Hazar<sup>26</sup>, Da Silva<sup>126</sup>, Chung y Font<sup>130</sup> y Asanza<sup>170</sup> en los que se redujo el ángulo SNB. Sin embargo, Haas<sup>100</sup> observó que la mandíbula se trasladaba hacia adelante y hacia abajo. Esta situación fue probablemente debida a las alteraciones en las fuerzas de oclusión y a los patrones neuromusculares. Wertz<sup>45</sup> señaló que casi siempre que el plano mandibular se abría se acompañaba de una disminución del ángulo SNB pero que en muchas ocasiones, también la apertura del plano mandibular había sido registrada cuando el ángulo SNB se incrementaba o permanecía estable lo cual lo justificaba también señalando que las interferencias oclusales parecían contribuir a ese comportamiento mandibular. Por otro lado, Sarver y Johnston<sup>129</sup> vieron que el ángulo SNB también se reducía, no de manera significativa cuando se empleaba en disyuntor Hyrax pero sí cuando se usaba el disyuntor con férula acrílica. Sari y cols<sup>61</sup> encontraron que, mientras en la dentición mixta no se producía ningún cambio estadísticamente apreciable en el valor de SNB, éste sí se producía en la dentición permanente en el que disminuía.

Cambios en ANB: En nuestro estudio el ángulo ANB aumentó tanto en la dentición mixta como en la dentición permanente debido a un incremento en el ángulo SNA y a una disminución del ángulo SNB. Esto coincide con lo que se encontró en los estudios de Akkaya<sup>20</sup>, Sandikcioglu y Hazar<sup>26</sup>,

Wertz<sup>45</sup>, Sari y cols.<sup>61</sup>, Da Silva<sup>126</sup>, Sarver y Johnston<sup>129</sup>, Chung y Font<sup>130</sup>, Asanza<sup>170</sup>, En aquellos estudios<sup>31,45,127,129,194,195</sup> en los que no se produjeron modificaciones en el punto A, sí ocurrieron en el ángulo ANB que aumentó lo cual se explica por un movimiento posterior del punto B.

Cambios en Wits: Como consecuencia del movimiento anterior del punto A y del movimiento posterior del punto B en nuestro estudio se produjo un incremento en la lectura del Wits, ya que esta medida se basa en las proyecciones lineales de los punto A y B sobre el plano oclusal. Los cambios en la inclinación del plano oclusal con respecto a Sella-Nasion serán analizados más adelante pero, en cualquier caso, en los tres grupos analizados aumentó este valor lineal. No hemos encontrado ningún estudio publicado hasta la fecha en los que se mida este valor tras la disyunción pero se ha de suponer que en aquellos estudios en los que el punto A avanzó y el punto B retrocedió como consecuencia de la expansión, este valor aumentaría, siempre y cuando no se produzca una modificación tal en el plano oclusal que compense las proyecciones de estos puntos sobre él.

Cambios en I-SN: El ángulo formado por el incisivo superior y el ángulo Sella-Nasion se redujo significativamente en el grupo en dentición permanente lo cual coincide con lo estudios de Akkaya<sup>20</sup>, Sarver y Johnston<sup>129</sup>, Chung y Font<sup>130</sup> y Asanza<sup>170</sup>. Por otro lado, Wert<sup>45</sup> vio que este ángulo se reducía en la mayor parte de los casos produciéndose un enderezamiento de los incisivos superiores; sin embargo, en algunos casos este ángulo aumentó. Se ha señalado que estos cambios están producidos por una serie de factores como son la influencia de la musculatura perioral, el estiramiento de la mucosa palatina y la acción de las fibras transeptales sobre el diastema interincisivo postdisyunción que llevarían a la retroinclinación a nivel dentario.

No obstante, observamos que, mientras este ángulo se reducía en el grupo en dentición permanente y en el grupo 2 de la dentición mixta, aumentaba en el grupo 1 en dentición mixta. Esto podría coincidir en parte con el estudio de Sari y cols.<sup>61</sup> en el que compararon un grupo en dentición mixta y otro en dentición permanente empleando un disyuntor de férula acrílica. A pesar de que el diseño del disyuntor difería del de nuestro estudio, la inclinación del incisivo superior cambió de la misma manera que en nuestro estudio, es decir, proinclinándose en la dentición mixta, y retroinclinándose en la dentición permanente.

Cambios en el resalte: El resalte aumentó en mayor medida en la dentición mixta (1.35 milímetros en el grupo 1 y 1.28 en el grupo 2) que en la dentición permanente (0.26 milímetros) debido a que se

produjo una mayor posterorrotación mandibular. En el grupo 1 de la dentición mixta este incremento en el resalte también se debió a la proinclinación de los incisivos tras la disyunción. En el meta-análisis de Lagrèvere<sup>132</sup> se estimó que el aumento medio del resalte fue de 1.29 milímetros. Sin embargo, este cambio no fue analizado en la mayor parte de los artículos<sup>26,45,62,129,130,170</sup> que hemos empleado en este estudio para comparar con el nuestro. En el estudio de Gurel y cols.<sup>149</sup> que empleó una muestra de edad(13.2 años) similar a la de nuestro grupo en dentición permanente se produjo un aumento similar en el resalte(0.3 mm). El resalte aumentó de manera más significativa (1.34 milímetros) en el estudio de Akkaya<sup>20</sup> con un grupo de niños de menor edad(11.96 años) al nuestro(12.8 años). Estas observaciones podrían explicar la corrección espontánea de la mordida cruzada anterior en la dentición mixta como fue publicado por en estudios previos<sup>193</sup>, es decir, que tras la expansión hay un mayor aumento de resalte cuanto menor es la edad del paciente debido a una mayor inclinación incisal y posterorrotación mandibular.

#### Cambios verticales:

Cambios en SN-PP: El ángulo formado entre Sella-Nasion y el plano palatino aumentó en la dentición permanente, mientras que en el grupo 2 de la dentición mixta se redujo 0.25 grados y en el grupo 1 de la dentición mixta la reducción fue pequeña.

Un aumento en este ángulo indica que la espina nasal anterior ha descendido en mayor medida que la posterior como se corroborará en el análisis que se hace más adelante sobre las alturas faciales superiores, anterior y posterior.

El promedio de aumento de este ángulo en el meta-análisis de Lagrèvere y cols<sup>132</sup> fue de 0.30 grados, cantidad similar a la que se produjo en nuestro estudio. También en los estudios de Haas<sup>100</sup>, Akkaya<sup>20</sup>, Byrum<sup>102</sup>, Silva y cols.<sup>127</sup>, Chung y Font<sup>130</sup>, Asanza<sup>170</sup> el ángulo SN-PP aumentó ligeramente. Sarver y Johnston<sup>129</sup> observaron que este ángulo aumentaba tanto usando un expansor Hyrax como empleando un expansor con férula acrílica oclusal. Por el contrario, Basciftci y Karaman<sup>128</sup> encontraron que la espina nasal posterior descendía más que la espina nasal anterior, mientras que en el estudio de Sari y cols<sup>61</sup> se produjo un aumento en la dentición mixta y una reducción en la dentición permanente.

De acuerdo con el estudio de Wertz<sup>45</sup>, el desplazamiento vertical del maxilar varió desde la espina nasal anterior hasta la espina nasal posterior, así el ángulo SN-PP en algunas ocasiones aumentó y en otras disminuyó. En algunas ocasiones el plano palatino descendió en una forma paralela pero la apertura de este ángulo fue lo predominante.

Haas<sup>3</sup> señaló que el maxilar se desplaza hacia adelante y hacia abajo de acuerdo con el vector de crecimiento del maxilar y debido a que la orientación de las suturas producen el crecimiento en este sentido. La denominada “hafting zone”(suturas circunmaxilares) son desarticuladas tras la expansión rápida y el maxilar es forzado a desplazarse en sentido anterior e inferior produciendo un efecto similar al que ocurre durante el crecimiento. Oshima<sup>162</sup> observó que el depósito de nuevas espículas de hueso en dirección perpendicular al borde inferior del vómer conllevaría a un evidente movimiento maxilar hacia abajo, dando a entender que la actividad osteogénica de la sutura vómer-maxilar lleva a este hueso hacia abajo o por lo menos facilita el desplazamiento del mismo.

Cambios en SN-PM: En los tres grupos evaluados se produjo un aumento considerable en esta medida lo cual coincide con el incremento medio que se registró en el meta-análisis de Lagrèvere<sup>132</sup> (1.65 grados de incremento medio). Este ángulo aumentó en los estudios de Akkaya<sup>20</sup>, Sandikcioglu<sup>26</sup>, Sari<sup>61</sup>, Haas<sup>100</sup>, Davis y Kronman<sup>101</sup>, Byrum<sup>102</sup>, Silva<sup>127</sup>, Sarver y Johnston<sup>129</sup>, Chung y Font<sup>130</sup>, Asanza<sup>170</sup>, mientras que en el estudio de Wertz<sup>45</sup> no se señaló ninguna diferencia. No hemos encontrado ningún trabajo en el que esta medida fuera menor después de la expansión. Como consecuencia de la expansión se produce, por tanto, la posterorrotación mandibular debido a las prematuridades que se originan durante el desplazamiento lateral de los fragmentos óseos. Hay quien señala que es también producida por la extrusión y el volcamiento de los dientes de anclaje. El hecho de sobreexpandir colocando las cúspides palatinas superiores sobre las cúspides vestibulares inferiores con el fin de evitar la recidiva tras este tratamiento conlleva a una apertura del plano mandibular como se refleja en todos los estudios anteriores.

Cambios en SN-PO: Se observó que tanto en la dentición permanente como en el grupo 2 de la dentición mixta se producía un cambio similar con una apertura de 0.86° y 0.51° respectivamente, no apreciándose apenas modificación en el grupo 1 de la dentición mixta. De todos los estudios que evalúan los cambios inmediatos tras la expansión tan sólo encontramos que este valor fue medido en el estudio de Akkaya<sup>20</sup> en el que también aumentó. Podría suceder que, como consecuencia de la



posterorrotación maxilar, el plano oclusal también modificase su inclinación con respecto al plano Sella-Nasion.

Cambios en PP-PM: Este ángulo aumenta sólo si el descenso anterior del maxilar es menor que la posterorrotación mandibular, si descienden en la misma medida su valor sería el mismo y si la posterorrotación mandibular fuera menor que el descenso maxilar el ángulo PP-MP disminuiría.

En los tres grupos analizados se produjo una apertura de este ángulo por diversas causas, bien porque la posterorrotación mandibular fue mayor que la maxilar como ocurrió en la dentición permanente, o bien porque el plano palatino no se modificó y se produjo una apertura de la mordida como ocurrió en el grupo 1 de la dentición mixta o bien porque el plano palatino anterorrotó y el mandibular posterorrotó como ocurrió en el grupo 2 de la dentición mixta o bien porque la posterorrotación mandibular fue mayor que la posterorrotación maxilar como ocurrió en la dentición permanente.

La apertura de este ángulo también se registró en el meta-análisis de Lagrèvere<sup>132</sup> y en los estudios de Akkaya<sup>20</sup>, Sari<sup>61</sup> y Chung y Font<sup>130</sup> y se ha de suponer que también se produciría aunque no se haya medido en los estudios en los que el descenso y la posterorrotación mandibular fueran mayores que en el maxilar<sup>26,170</sup>.

Cambios en AFAS: Tanto en la dentición permanente como en el grupo 1 de la dentición mixta se produjo un aumento similar en este valor. Este incremento fue menor en el grupo 2 de la dentición mixta. Debido a que el tiempo transcurrido entre ambos registros fue pequeño, todos los incrementos aquí señalados de las alturas faciales no podrán ser atribuidos al crecimiento sino a cambios en las posiciones maxilar y mandibular como consecuencia del tratamiento llevado a cabo en estos pacientes.

Ninguno de los estudios sobre disyuntores con dos bandas<sup>6,7</sup> publicados hasta la fecha han analizado los cambios verticales inmediatos tras la disyunción por lo que tendremos referencia de los estudios sobre otros disyuntores.

En el estudio de Sari<sup>61</sup> se registró que este aumento se producía en ambas denticiones siendo mayor el incremento que se producía en la dentición permanente tal y como ha sucedido en nuestro estudio.

Tanto usando un disyuntor Hyrax a cuatro bandas como empleando un disyuntor con férula acrílica oclusal, también Sarver y Johnston<sup>129</sup> y Asanza<sup>170</sup> registraron un aumento de esta medida.

No encontramos ningún estudio en el que esta medida se redujera por lo que, en mayor o menor medida, como consecuencia de la expansión el maxilar desciende.

Cambios en AFAl: Esta medida aumentó en los tres grupos evaluados en nuestro estudio. La posterorrotación mandibular que se refleja en un aumento del plano mandibular da lugar a un aumento en la medición de esta altura.

En el grupo con el disyuntor Hyrax del estudio de Asanza<sup>170</sup> también aumentó este valor no registrándose ningún cambio cuando se empleó el disyuntor con férula oclusal acrílica.

Cambios en AFAT: Este valor aumentó en todos los grupos estudiados con un incremento similar en ambas denticiones lo cual coincide con casi todos los estudios en los que se ha llevado a cabo esta misma medición<sup>130</sup>.

En los estudios de Sari<sup>61</sup> y Asanza<sup>170</sup> se midieron de forma independiente las alturas anteriores, superior e inferior, no sumándose ambos valores. En ambos grupos, ambas medidas aumentaron por lo que el valor total de la altura facial anterior coincide con lo registrado en nuestro estudio.

Cambios en AFPS: En los tres grupos evaluados se produjo un descenso de la espina nasal posterior tras la expansión aumentando la altura facial posterosuperior. En ningún caso se produjo una disminución de esta altura ya que no es posible reducir esta altura a través de un procedimiento ortopédico únicamente.

Tanto en el estudio de Sarver y Johnston<sup>129</sup> como en el de Asanza<sup>170</sup> se produjo un mayor aumento de esta medida cuando se empleaba un disyuntor Hyrax que cuando se empleaba un disyuntor con

férula oclusal acrílica lo cual se puede hacer pensar que el acrílico posterior pueda impedir que el maxilar descienda.

En el estudio de Chung y Font<sup>130</sup> también se reflejó un descenso de la espina nasal posterior con un disyuntor a cuatro bandas.

Cambios en AFPT: Esta medida aumentó de forma similar en la dentición permanente y en el grupo 1 de la dentición mixta, aumentando también, pero en menor medida en el grupo 2 de la dentición mixta. No hemos encontrado otros estudios en los que se mida este valor inmediatamente tras la expansión pero se ha de suponer que si este procedimiento ortopédico da lugar a la posterorrotación mandibular en la mayoría de los estudios, también se producirá un aumento en este valor ya que las interferencias oclusales posteriores originarían un descenso mandibular y una posición más inferior del punto gonion.

Cambios en sobremordida: En todos los grupos estudiados se produjo también una reducción de la sobremordida, o lo que es lo mismo, la apertura anterior de la mordida.

Esto coincide con lo observado también por Akkaya<sup>20</sup>. Aunque esta medida tampoco ha sido registrada en la mayor parte de los estudios que nos han servido como referencia, se ha de suponer también que, en aquellos casos en los que se produjo una posterorrotación mandibular y una apertura del eje facial como consecuencia de la extrusión molar, se produciría una reducción de la sobremordida.<sup>26,61,100,101,102,127,129,130,170</sup>

#### 4. Beneficio clínico

La ERM es empleada para corregir la deficiencia transversal del maxilar con frecuencia asociada discrepancia oseodentaria y a la mordida cruzada transversal y sagital. El incremento dimensional del maxilar superior puede facilitar la erupción de los caninos superiores cuando presenten riesgo de impactación o de alteración en su trayectoria eruptiva. Por otra parte, este incremento de la arcada superior mejora la amplitud de la sonrisa mejorando la estética facial del paciente. La posible mejora de la función respiratoria ha sido cuestionada recientemente pero existe evidencia clínica que avala este argumento. Muchos de los pacientes con deficiencia trasversal presentan

síndromes obstructivos de vías respiratorias altas y la disyunción mejora las relaciones de espacio pudiendo potenciar una mejor respiración nasal. Muchos o la mayoría de estos signos aparecen en el mismo paciente con deficiencia maxilar por lo que la disyunción permite beneficios de diverso tipo.

Con las observaciones derivadas de este estudio, se aconseja llevar a cabo la disyunción tan pronto como sea detectada la necesidad de la misma. Entre los beneficios de llevarla a cabo a una edad temprana está que se ha visto que se produce un mayor aumento de resalte cuanto menor es la edad del paciente debido a una mayor inclinación incisal y posterorrotación mandibular lo cual contribuiría a la corrección espontánea de la mordida cruzada anterior en la dentición mixta como ha sido observado en estudios anteriores.<sup>93</sup>. Así, el tratamiento temprano con un disyuntor anclado sobre los dientes deciduales es un procedimiento efectivo para inducir a la corrección espontánea de la mordida cruzada anterior en la dentición mixta sin la necesidad de un levante de mordida y sin dañar a los dientes permanentes.

En casos de mordida cruzada unilateral, las interferencias dentarias en cierre provocan una desviación mandibular que permite completar el cierre con contactos plenos. En estos casos se presenta normalmente una mordida cruzada unilateral que no siempre resulta fácil deslindar el componente funcional del esquelético ni descartar que, aun cuando pueda existir un componente oclusodentario que pueda explicar por sí mismo la desviación mandibular, no exista también de forma concomitante un problema esquelético de fondo. Es sabido que el mantenimiento de esta situación de desviación funcional en pacientes en crecimiento termina generando una asimetría estructural verdadera. Por ello, en pacientes en distintas fases del crecimiento, muy especialmente en estadio peripuberal, conviene investigar la presencia de un problema esquelético de fondo aun cuando la etiología oclusofuncional aparezca como la causa clara de la desviación mandibular. Las prematuridades en el sector posterior vienen generadas normalmente por la compresión del maxilar superior cuyo tratamiento de elección es la disyunción ya que no sólo corrige de forma rápida el problema esquelético sino también permite un mejor control del sector posterior<sup>196</sup>.

## **VII. Conclusiones**

### **Conclusión relacionada con el objetivo principal:**

El uso del disyuntor Hyrax a dos bandas modificado produjo un efecto inmediato transversal, sagital y vertical sobre las estructuras dentales y esqueléticas. Estos cambios se observaron en los tres grupos de pacientes, con menor y mayor grado de desarrollo esquelético y con independencia de las piezas que se emplearon como anclaje para la expansión.

### **Conclusiones relacionadas con los objetivos secundarios:**

- 1.** El uso de la ERM da lugar a cambios significativos esqueléticos y dentales sobre las estructuras craneofaciales. Tras la expansión, el maxilar se mueve hacia adelante, la mandíbula rota posteriormente, la altura facial anterior total aumenta y las anchuras molar y canina se incrementan.
- 2.** Los resultados de este estudio sugieren que los efectos ortopédicos de la expansión son similares en ambas denticiones por lo que la cantidad de expansión obtenida es independiente de la edad.
- 3.** El diseño del disyuntor influye en la expansión obtenida en pacientes en la dentición mixta. La anchura transversal obtenida a nivel de los primeros molares deciduales superiores fue mayor cuando el disyuntor se colocó sobre estas piezas.
- 4.** Con estas observaciones se puede concluir que tras la expansión hay un mayor aumento de resalte cuanto menor es la edad del paciente debido a una mayor inclinación incisal y posterorrotación mandibular lo cual contribuiría a la corrección espontánea de la mordida cruzada anterior en la dentición mixta como ha sido observado en estudios previos<sup>193</sup>. Está justificado tratar una mordida cruzada tan pronto como sea detectada para evitar otros problemas funcionales y por el beneficio clínico evidente de la corrección espontánea de la mordida cruzada anterior.
- 5.** La corrección anterior de la mordida siempre se ha atribuido al avance del punto A y a la posterorrotación mandibular. Hemos observado mayor proinclinación incisiva en el grupo en

dentición mixta que podría contribuir a la corrección espontánea de la mordida cruzada anterior. A menor edad del paciente se produce un mayor aumento del resalte.

**6.** Es beneficioso usar dientes temporales como anclaje para no dañar los permanentes<sup>197</sup> y porque se produce una corrección espontánea de la mordida cruzada posterior de los primeros molares permanentes con un 60% de la expansión total.

**7.** La cantidad de expansión en los caninos en nuestro estudio resultó ser similar a la expansión conseguida en otro estudio<sup>26</sup> en el que se empleó un disyuntor a cuatro bandas. Por tanto, el efecto transversal dentario de este nuevo diseño de disyuntor Hyrax a dos bandas es similar al del disyuntor Hyrax a cuatro bandas. Por tanto, se concluye que la extensión palatina de los brazos aumenta la anchura intercanina.

**8.** En mayor o menor medida, como consecuencia de la expansión el maxilar desciende siguiendo su vector natural de crecimiento en la dentición permanente.

**9.** Se produce un ligero incremento en la anchura intermolar mandibular producido por el enderezamiento de estas piezas tras la expansión y no por crecimiento. Sin embargo, no hubo correlación entre el cambio en la anchura intercanina e intermolar mandibulares con respecto al incremento en las distancias maxilares intercanina e intermolares. Por tanto, se puede concluir que en general la expansión rápida podría influir en la dentición mandibular pero estos cambios no son ni pronunciados ni predecibles.

**10.** Todo hace pensar que si los cambios inmediatos esqueléticos y dentales de este nuevo diseño de disyuntor a dos bandas son similares a los del disyuntor Hyrax a cuatro bandas, los efectos a largo plazo también lo serían por lo que este nuevo aparato constituye una alternativa fiable para ser utilizado. Un estudio a largo plazo con esta muestra podría servir para confirmar o no que no existen diferencias ni a corto ni a largo plazo con el uso de estos dos tipos de aparatos.

## VIII. Bibliografía

1. Angell EC. Irregularities of the teeth and their treatment. *Dental Cosmos* 1860;1:181-5.
2. Angell EC. Treatment of irregularities of the permanent adult teeth. *Dent Cosmos* 1860; 1: 540-5.
3. Haas AJ. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the mid maxillary suture. *Angle Orthod* 1961; 31: 73-90.
4. Biederman WA. Hygienic appliance for rapid expansion. *J Pract Orthod* 1968;2:67-70.
5. Schneidman E, Wilson S, Erkis R. Two-point rapid palatal expansion: an alternate approach to traditional treatment. *Ped Dent* 1990; 12:92-7.
6. Lamparski DG, Rinchuse DJ, Close JM, Sciote JJ. Comparison of skeletal and dental changes between 2-point and 4-point rapid palatal expanders. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;123:321-8.
7. Davidovitch M, Efstathiou S, Sarne O, Vardimon AD. Skeletal and dental response to rapid maxillary expansion with 2- versus 4- band appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005; 127:483-92.
8. Starnbach H, Bayne D, Cleall J, Subtelny JD. Facioskeletal and dental changes resulting from rapid maxillary expansion. *Angle Orthod* 1966; 36:152-64.
9. Spalteholz W. *Atlas de Anatomía Humana*. Tomo 1. Ed. Labor S.A. 1074. 46-9.
10. Hill L. Transverse maxillary deformities: diagnosis and treatment. *SROMS* 1996; 5: 1-28.
11. Baumrind S, Korn EL. Transverse development of human jaws between ages of 8,5 and 15,5 years, studied longitudinally with the use of implant. *J Dent Res* 1990; 69: 1298-1306.
12. Betts NJ, Vanarsdall RL, Barber HD, Higgins-Barber K, Fonseca RJ. Diagnosis and treatment of transverse maxillary deficiency. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 1995; 10: 75-96.

13. Vanarsdall RL. Periodontal-orthodontic interrelationships. In: Graber TM, Vanarsdall RL, eds. *Orthodontics: Current Principles and Techniques*, 2nd ed. St Louis, Mo: CV Mosby; 1994; 712-49.
14. Brown GVI. The surgery of oral and facial diseases and malformations, 4th ed. London: Kimpton, 1938: 507. In: Betts NJ, Vanarsdall RL, Barber HD, Higgins-Barber K, Fonseca RJ. Diagnosis and treatment of transverse maxillary deficiency. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 1995; 10: 75-96.
15. Glassman AS, Nahigian SJ, Medway JM, Aronowitz HL. Conservative surgical orthodontic adult rapid palatal expansion: sixteen cases. *Am J Orthod* 1984; 86:207-13.
16. Kennedy JW, Bell WH, Kimbrough OL, et al. Osteotomy as an adjunct to rapid maxillary expansion. *Am J Orthod* 1976; 70: 123-37.
17. Sandikcioglu M, Hazar S. Skeletal and dental changes after maxillary expansion in the mixed dentition. *Am J Orthod* 1971; 59: 343-49.
18. Da Silva Filho OG, Valladares Neto J, Almeida RR de. Early correction of posterior crossbite: biomechanical characteristics of the appliances. *J Periodont* 1989; 13:195-221.
19. Lindner A, Henrikson Col Odenrick L, Modéer T. Maxillary expansion of unilateral cross-bite in preschool children. *Scand J Dent Res* 1986; 94: 441-18.
20. Akkaya S, Lorenzon S, Ucem TT. A comparison of sagittal and vertical effects between bonded rapid and slow maxillary expansion procedures. *Eur J Orthod* 1999; 21:175-80.
21. Chang JY, McNamara JA Jr, Herberger TA. A longitudinal study of skeletal side effects induced by rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;112:330-7.
22. Darendeliler MA, Strahm C, Joho JP. Light maxillary expansion forces with the magnetic expansion device. A preliminary investigation. *Eur J Orthod* 1994; 16: 479-90.
23. Akkaya S, Lorenzon S, Ucem TT. Comparison of dental arch and arch perimeter changes between bonded rapid and slow maxillary expansion procedures. *Eur J Orthod* 1998; 20:255-61.



24. Bell RA. A review of maxillary expansion in relation to rate of expansion and patient's age. *Am J Orthod* 1982; 81:32-7.
25. Hicks EP. Slow maxillary expansion. A clinical study of the skeletal versus dental response to low-magnitude force. *Am J Orthod* 1978; 73:121-41.
26. Sandikcioglu M, Hazar S. Skeletal and dental changes after maxillary expansion in the mixed dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997; 111: 321-7.
27. McNamara JA Jr, Baccetti T, Franchi L, Herberger TA. Rapid maxillary expansion followed by fixed appliances: a long-term evaluation of changes in arch dimensions. *Angle Orthod* 2003; 73:344-53.
28. Adkins MD, Nanda RS, Currier GF. Arch perimeter changes on rapid palatal expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990; 97:194-9.
29. Melsen B. Palatal growth studied on human autopsy material. A histologic microradiographic study. *Am J Orthod* 1975; 68: 42-54.
30. Melsen B, Melsen F. The postnatal development of the palatomaxillary region studied on human autopsy material. *Am J Orthod* 1982; 82: 329-342.
31. Wertz R, Dreskin M. Midpalatal suture opening: a normative study. *Am J Orthod* 1977; 71:367-381.
32. Björk A. Sutural growth of the upper face studied by the implant method. *Acta Odontol Scand* 1966; 24:109-127.
33. Björk A, Skieller V. Growth of the maxilla in 3 dimensions as revealed radiographically by the implant method. *Br J Orthod* 1997; 4: 53-64.
34. Franchi L, Baccetti T. New emphasis on the role of mandibular skeletal maturity in dentofacial orthopedics. In McNamara JA JR, ed. *The Enigma of the vertical Dimension. Craniofacial growth Series, Vol 36*, Ann Arbor, Mich: Center for Human Growth and Development, The University of Michigan; 2000;253-275.
35. Franchi L, Baccetti T, McNamara JA JR. Mandibular growth as related to cervical vertebral maturation and body height. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;118:335-340.

36. Baccetti T, Franchi L, Ratner Coth L, McNamara JA Jr. Treatment timing for twin block therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000; 118:158-170.
37. Baccetti T, Franchi L, Cameron CG, McNamara JA JR. Treatment timing for rapid maxillary expansion. *Angle Orthod* 2001; 71:343-350.
38. Lione R, Ballanti F, Franchi L, Baccetti T, Cozza P. Treatment and posttreatment skeletal effects of rapid maxillary expansion studied with low-dose computed tomography in growing subjects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008; 134:389-92.
39. Franchi L, Baccetti T, Lione R, Fanucci E., Cozza P. Modifications of midpalatal sutural density induced by rapid maxillary expansion: A low-dose computed-tomography evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:486-8.
40. Cleall JF, Bayne DI, Posen JM, Subtelny JD. Expansion of the midpalatal suture in the monkey. *Angle Orthod* 1965;35:23-35.
41. Latham FA. The development structures and growth pattern of the human midpalatal suture. *J Anat (Lond)* 1971;108:31.
42. Björk A, Skieller V. Growth in width of the maxilla by implant method. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1974; 8: 26-33.
43. Persson M, Thilander B. Palatal suture closure in man from 15-35 years of age. *Am J Orthod* 1977;72:42.
44. Brin I, Hirshfeld Z, Shanfeld JL, Davidovitch Z. Rapid palatal expansion in cats: Effect of age on sutural cyclic nucleotides. *Am J Orthod* 1982;79:162-75.
45. Wertz RA: Skeletal and dental changes accompaning rapid midpalatal suture opening. *Am J Orthod* 1970; 58: 41-66.
46. Mills JRE. Principles and practice of orthodontics. London: Churchill Livingstone, 1982.
47. Erdinç AE, Ugur T, Hervía E. A comparison of different treatment techniques for posterior crossbite in the mixed dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999; 116: 287-300.

48. Proffit WR. Treatment of orthodontic problems in preadolescent children(section VI). In: Proffit WR, ed. Contemporary Orthodontics. 3rd ed. Mosby, St Louis; 2000:435-9.
49. McNamara JA. Early intervention in the transverse dimension: is it worth the effort? Am J Orthod Dentofacial Orthop 2002; 121: 572-4.
50. Troelstrup B, Möler E. Electromyography of the temporalis and masseter muscles in children with unilateral cross-bite. Scand J Dent Res 1970;8:425-30.
51. Ingervall B, Thilander B. Activity of temporal and masseter muscles in children with a lateral forced bite. Angle Orthod 1975;45: 249-58).
52. Egermark-Eriksson I, Carlsson GE, Manusson T, Thilander B. A longitudinal study on malocclusion in relation to signs and symptoms of cranio-mandibular disorders in children and adolescents. Eur J Orthod 1990;12:399-407.
53. Mohlin B, Thilander B. The importance of the relationship between malocclusion and mandibular dysfunction and some clinical applications in adults. Eur J Orthod 1984; 6: 192-204.
54. Riolo ML, Brandt D, TenHave TR. Associations between occlusal characteristics and signs and symptoms of TMJ dysfunction in children and young adults. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1987; 92 467-77.
55. Pullinger AG, Seligman DA, Gornbein JA: A multiple logistic regression analysis of the risk and relative odds of temporomandibular disorders as a function of common occlusal factors. J Dent Res 1993; 72: 968-79.
56. Kutin G, Hawes RR. Posterior crossbite in the deciduous and mixed dentitions. Am J Orthod 1969; 56: 491-504.
57. Clifford FO. Crossbite correction in the deciduous dentition: principles and procedures. Am J Orthod 1971; 59:343-349.
58. Thilander BM, Wahlund S, Lennartsson B. The effect of early interceptive treatment in children with posterior crossbite. Eur J Orthod 1984; 6:25-34.

59. Petrèn S, Bondermark L, Soderfeldt B. A systematic review concerning early orthodontic treatment of unilateral posterior crossbite. *Angle Orthod* 2003; 73: 588-596.
60. Petrèn S. Bondemark. Correction of unilateral posterior crossbite in the mixed dentition: a randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008; 133: 790.e7-790.e13.
61. Sari Z, Uysal T, Usumez S, Basciftci FA. Rapid maxillary expansion. Is it better in the mixed or in the permanent dentition. *Angle Orthod* 2003; 73:654-661.
62. Timms DJ, Moss JP. A histological investigation into the effects of rapid maxillary expansion on the teeth and their supporting tissues. *Trans Eur Orthod Soc* 1971;263-271.
63. Vardimon AD, Graber TM, Voss LR, Lente J. Determinants controlling iatrogenic external root resorption and repair during and alter palatal expansion. *Angle Orthod* 1991; 61:113-122.
64. Barber AF, Sims MR. Rapid maxillary expansion and external root resorption in man: scanning electron microscope study. *Am J Orthod* 1981;79:630-652.
65. Zimring JF, Isaacson RJ. Forces produced by rapid maxillary expansion. III. Forces present during retention. *Angle Orthod* 1965;35:178-86.
66. Isaacson RJ, Word JL, Ingram AH. Forces produced by rapid maxillary expansion. *Angle Orthod* 1964;34: 256-70.
67. Gardner GE, Kronman JH. Cranioskeletal displacements caused by rapid palatal expansion in rhesus monkey. *Am J Orthod* 1971;59:146-55.
68. Storey E. Tissue response to the movement of bones. *Am J Orthod* 1973;64:229-47.
69. Chaconas SJ; de Alba JS. Orthopedic and orthodontic application of the quad helix appliance. *Am J Orthod* 1977; 72:422-28.
70. Timms DJ. A study of basal movement with rapid maxillary expansion. *Am J Orthod* 1980;77:500-7.
71. Chaconas SJ. Caputo AA. Observation of orthopedic force distribution produced by maxillary orthodontic appliances. *Am J Orthod* 1982;82:492-501.

72. Tanne K, Hiraga J, Kuniaki K, Yoshiaki Y, Sakdo M. Biomechanical effect of anteriorly directed extraoral forces on the craneofacial complex: a Study using the finite element method. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1989;95:200-7.
73. Tanne K, Hiraga J, Sakuda M. Effects of directions of maxillary protraction forces on biomechanical changes in craniofacial complex. *Eur J Orthod* 1989;11:382-91.
74. Iseri H, Tekkaya AE, Öztan Ö, Bilgiç S. Biomechanical effects of rapid maxillary expansion on the craneofacial skeleton, studied by the finite element method. *Eur J Orthod* 1998;20:347-56.
75. Jafari A, Shetty KS, Kumar M. Study of stress distribution and displacement of various craniofacial structures following application of transverse orthopedic forces-athree-dimensional FEM study. *Angle Orthod* 2003; 73:12-20.
76. Koriotoh TWP, Versluis A. Modeling the mechanical behaviour of the jaws and their related structures by finite element(FE) analysis. *Crit Rev Oral Biol Med* 1997;8:90-104.
77. Hiraga MJ, Tanne K, Nakamura S. finite element analysis for stresses in the craniofacial sutures produced by maxillary protaction forces applied at the upper canines. *Br J Orthod* 1994; 21:343-8.
78. Krebs A. Expansion of the midpalatal suture studied by means of metallic implants. *Eur Orthod Soc Rep* 1958; 34:163-71.
79. McNamara JA Maxillary transverse deficiency. *Am J Dentofacial Orthop* 2000; 117: 576-570.
80. Howe RP, McNamara JA JR, O'Connor KA. An examination of dental crowding and its relationship to tooth size and arch dimension. *Am J Orthod* 1983; 83:363-373.
81. Vanarsdall RL Jr, Comunicación personal, 1992.
82. Guyer EC, Ellis E, McNamara JA, JR, Behrents RG. Components of Class III malocclusion in juveniles and adolescents. *Angle Orthod* 1986; 56:7-30.
83. McNamara JA JR. An orthopedic approach to the treatment of Class III malocclusion in young patients. *J Clin Orthod* 1987;21:598-608.

84. McNamara JA JR. Components of Class II malocclusion in children 8-10 years of age. *Angle Orthod* 1981; 51: 177-202.
85. Tollaro I, Baccetti T, Franchi L, Tanasescu CD. Role of posterior transverse interarch discrepancy in Class II, Division I malocclusion during the mixed dentition phase. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996;110:417-22.
86. Thilander B, Jakobsson SO. Local factors in impaction of maxillary canine. *Acta Odontol Scand* 1968;26:145-68.
87. Jacoby H. The etiology of maxillary canine impactions. *Am J Orthod* 1983;84:125-32.
88. McConnell TI, Hoffman DL, Forbes DP, Janzen EK, Wintraub NH. Maxillary canine impaction in patients with transverse maxillary deficiency. *ASDC J Dent Chile* 1996; 63:190-95.
89. Langberg BJ, Peck S. Adequacy of maxillary dental arch width in patients with palatally displaced canines. *Am J Orthod* 2000;118:220-23.
90. Schindel RH, Duffy SL. Maxillary transverse discrepancies and potentially impacted maxillary canines in mixed-dentition patients. *Angle Orthod* 2007;77:430-5.
91. Lindauer SJ, Rubenstein LK, Hang WM, Anderson WC, Isaacson RJ. Canine impaction identified early with panoramic radiographs. *J Am Dent Assoc* 1992; 123:91-7.
92. Ericsson S, Kurol J. Early treatment of palatally erupting maxillary canines by extraction of the primary canines. *Eur J Orthod* 1988; 10: 283-295.
93. Berger H. Idiopathic root resorption. *Am J Orthod Oral Surg* 1943;29:548-549.
94. Bishara SE, Staley RN. Maxillary expansion: clinical implications. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;91:3-14.
95. Ekström C, Henrickson CO, Jensen R. Mineralization in the midpalatal suture after orthodontic expansion. *Am J Orthod* 1977; 71: 449-55.
96. Ten Cate AR, Freeman E, Dickinson JB. Sutural development: Structure and its response to rapid expansion. *Am J Orthod* 1977;71: 622-36.

97. Inoue N. Radiographic observation of rapid expansion of human maxilla. *Bull Tokio Med Dent Univ* 1970; 17:249-61.
98. Haas AJ. Just the beginning of dentofacial orthopedics. *Am J Orthod* 1970; 57:219-55.
99. Fried KH. Palate-tongue reliability. *Angle Orthod* 1971; 61:308-23.
100. Haas AJ. The treatment of maxillary deficiency by opening the mid-palatal suture. *Angle Orthod* 1965; 35: 200-17.
101. Davis MW, Kronman JH. Anatomical changes induced by splitting of the midpalatal suture. *Angle Orthod* 1969;39:126-32.
102. Byrum AG Jr. Evaluation of anterior-posterior and vertical skeletal changes in rapid palatal expansion cases as studied by lateral cephalograms. *Am J Orthod* 1971;60:419.
103. Cotton LA. Slow maxillary expansion: skeletal vs. dental response to low magnitude force in *Machaca mulatta*. *Am J Orthod* 1978; 73:1-23.
104. Maguerza OE, Shapiro PA. Palatal mucoperiostomy: An attempt to reduce relapse after slow maxillary expansion. *Am J Orthod* 1980:548-58.
105. Greenbaum KR, Zachrisson BU. The effect of palatal expansion therapy on the periodontal supporting tissues. *Am J Orthod* 1982; 81:122-21.
106. Langford SR. Root resorption extreme resulting from clinical rapid maxillary expansion. *Am J Orthod* 1982; 81:371-7.
107. Haas AJ. Andrew J. Haas: entrevista. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial* 2001; 6:1-20.
108. Amott RD. A serial study of dental arch measurements on orthodontic subjects [Master's thesis]. Evanston, Illinois: Northwestern University, 1962.
109. Arnold ML. A study of the changes of the mandibular intercanine and intermolar widths during orthodontic treatment and following post-retention period of five or more years [Master's thesis]. Seattle: University of Washington 1963.

110. Walter DC. Comparative changes in mandibular canine and first molar widths. *Angle Orthod* 1962;32:232-40.
111. Shapiro PA. Mandibular arch form and dimension. *Am J Orthod* 1974; 66:58-70.
112. Gryson JA. Changes in mandibular interdental distance concurrent with rapid maxillary expansion. *Angle Orthod* 1977; 47:186-92.
113. Lima AC, Lima AL, Lima Filho RMA, Oyen OJ. Spontaneous mandibular arch response after rapid palatal expansion: A long-term study on Class I malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004; 126: 576-82.
114. Kudlick EM. A study utilizing direct human skulls as models to determine how bones of the craneofacial complex are displaced under the influence of midpalatal expansion [Master's thesis]. Rutherford, New Jersey: Fairleigh Dickinson University, 1973.
115. Hartgering DV, Vig PS, Abbott DW. The effect of rapid maxillary expansion on nasal airway resistance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;92:381-9.
116. De Felippe NLO, Da Silveira AC, Viana G, Kusnoto b, Smith B, Evans CA. Relationship between rapid maxillary expansion and nasal cavity size and airway resistance: short-and long-term effects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134:370-82.
117. Gordon JM, Rosenblatt M, Witmans M, Carey JP, Heo G, Major PW, Flores-Mir C. Rapid palatal expansion effects on nasal airway dimensions as measured by acoustic rhinometry. *Angle Orthod* 2009;79:1000-7.
118. Baraldi CE, Pretto SM, Puricelli E. Evaluation of surgically assisted maxillary expansion using acoustic rhinometry and postero-anterior cephalometry *Int J Oral Maxillofac Surg* 2007;36:305-9.
119. Compadretti GC, Tasca I, Bonetti GA. Nasal airway measurements in children treated by rapid maxillary expansion. *Am J Rhinol* 2006; 200:385-93.
120. Bicakci AA, Agar U, Sökücü O, Babacan H, Doruk C. Nasal airway changes due to rapid maxillary expansion timing. *Angle Orthod* 2005;75:1-6.



- 121.Cappellette M Jr, Cruz OL, Carlini D, Weckx LL, Pignatari SS. Evaluation of nasal capacity before and after rapid maxillary expansion. *Am J Orthod* 2008;22:74-7.
- 122.Gray LP. Results of 310 cases of rapid maxillary expansion selected for medical reasons. *J Laryngol Otol* 1975: 601-14.
- 123.Montgomery W, Vig PS, Staab EV, Matteson SR. Computed tomography: A three-dimension study of the nasal airway. *Am J Orthod* 1979;76:363-75.
- 124.Hershey HG, Stewart BL, Warren DW. Changes in nasal airway resistance associated with rapid maxillary expansion. *Am J Orthod* 1976; 69:274-84.
- 125.Warren DW. Aerodynamic studies of upper airway: Implications for growth, breathing, and speech. In: McNamara JA, Ribbens K, eds. *Naso-respiratory function and craniofacial growth. Monograph 9, Craniofacial Growth Series.* Ann Arbor: 1979, University of Michigan.
- 126.Haralambidis A, Ari- Demirkaya A, Acar A, Küçükkelles N, Ates M, Özcaya. Morphologic changes of the nasal cavity induced by rapid maxillary expansion: A study on 3-dimensional computed tomography models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:815-21.
- 127.Da Silva OG, Boas MCV, Capelozza L. Rapid maxillary expansion in the primary and mixed dentitions: a cephalometric evaluation. *Am J Orthop Dentofacial Orthop* 1991;100-81.
- 128.Basciftci FA, Karaman AI. Effects of a modified acrylic bonded rapid maxillary expansion appliance and vertical chin cap on dentofacial structures. *Angle Orthod* 2002;72:61-71.
- 129.Sarver DM, Johnston MW. Skeletal changes in vertical and anterior displacement of the maxilla with bonded rapid palatal expansion appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989; 95:462-6.
- 130.Chung CH, Font B.Skeletal and dental changes in the sagittal, vertical, and transverse dimensions after rapid palatal expansion.*Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;126:569-75.
- 131.Lima AL, LF RMA, Bolognese AM.Long-term clinical outcome of rapid maxillary expansion as the only treatment performed in class I malocclusion. *Angle Orthod* 2005;75:416-20.

- 132.Lagravère MO, Heo G, Major PW, Flores-Mir C. Meta-analysis of immediate changes with rapid maxillary expansion treatment. *J Am Dent Assoc* 2006;137:44-3.
- 133.Bigby M, William H. Appraising systematic review and metaanalyses. *Arch Dermatol* 2003; 139: 795-8.
- 134.Harrison JE; Sabih D. Orthodontic treatment for posterior crossbites. *Cochrane Database Syst Rev* 2002; CD000979.
- 135.Schiffman PH, Tuncay OC. Maxillary expansion: a meta análisis. *Clin Orthod Res* 2001; 4:86-96.
- 136.Stockfish H. Rapid expansion of the maxilla-success and relapse. *Trans Eur Orthod Soc.* 1969; 45:469-81.
- 137.Spillane LM, McNamara JA Jr.Maxillary adaptation to expansion in the mixed dentition. *Semin Orthod* 1995; 1:176-187.
- 138.Helfin BM. A three-dimensional cephalometric study of the influence of expansion of the midpalatal suture on the bones of the face. *Am J Orthod* 1970;57(2): 194-195.
- 139.Velázquez P, Benito E, Bravo LA. Rapid maxillary expansion. A study of the long-term effects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996; 109:361-367.
- 140.Linder-Aronson S, Lindgren J. The skeletal and dental effects of rapid maxillary expansion. *Br J Orthod* 1979; 6:25-29.
- 141.Krebs AA. Rapid expansion of the midpalatal suture by a fixed appliance. An implant study over a 7-year period. *Trans Eur Orthod Soc* 1964:141.
- 142.Herold JS. Maxillary expansion: a retrospective study of three methods of expansion and their long-term sequelae. *Br J Orthdo* 1989; 16:195-200.
- 143.Spillane LM. Arch dimensional changes in patients treated with maxillary expansion during the mixed dentition [master's thesis]. Ann Arbor, Mich:University of Michigan;1990.

144. Moussa R, O'Reilly MT, Close JM. Long-term stability of rapid palatal expansion treatment and edgewise mechanotherapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995;108:478-88.
145. Brust EW, McNamara JA JR. Arch dimensional changes concurrent with expansion in mixed dentition patients. In: Trotman CA, McNamara JA JR, editors. *Orthodontic treatment: outcome and effectiveness. Monograph 30. Craniofacial growth Series. Ann Arbor: Center for Human Growth and Development; University of Michigan ; 1995. p. 193-22.*
146. Lagrèvere MO, Major PW, Flores-Mir C. Long-term skeletal changes with rapid maxillary expansion: a systematic review. *Angle Orthod* 2005;75:1046-52.
147. Geran RG, McNamara JA Jr, Baccetti T, Rancho L, Shapiro LM. A prospective long-term study on the effects of rapid maxillary expansion in the early mixed dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 129: 631-40.
148. Garib DG, Henriques JFC, Carvalho PEG, Gomes SC. Longitudinal effects of rapid maxillary expansion. *Angle Orthod* 2007; 77:442-8.
149. Gurel GH, Memili B, Erkan M, Sukurica Y. Long-term effects of rapid maxillary expansion followed by fixed appliances. *Angle Orthod* 2010;80:5-9.
150. McNamara JAJr, Sigler LM, Franchi L, Guest SS, Baccetti T. Changes in occlusal relationships in mixed dentition patients treated with rapid maxillary expansion. *Angle Orthod* 2010;80:230-8.
151. Volk T, Sadowsky C, Begole EA, Boice P. Rapid palatal expansion for spontaneous Class II correction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010; 137:310-5.
152. Gianelly A. Rapid palatal expansion in the absence of crossbites: added value? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;124: 362-5.
153. Spillane LM. Arch dimensional changes in patients treated with maxillary expansion during the mixed dentition [master's thesis]. Ann Arbor, Mich: University of Michigan; 1990.
154. Timms DJ. An occlusal analysis of lateral maxillary expansion with midpalatal suture opening. *Den Pract Dent Rec* 1968;18:435-41.

155. Cozzani M, Rosa M, Cozzani P, Siciliani G. Deciduous dentition-anchored rapid maxillary expansion in crossbite and non-crossbite mixed dentition patients: reaction of the permanent first molar. *Prog Orthod* 2003;4:15-22.
156. Cozzani M, Guiducci A, Mirengi S, Mutinelli S, Siciliani G. Arch width changes with a rapid maxillary expansion appliance anchor to the primary teeth. *Angle Orthod* 2007; 77: 296-302.
157. Gracco A, Malaguti A, Lombardo L, Mazzoli A, Raffaelli R. Palatal volume following rapid maxillary expansion in mixed dentition. *Angle Orthod* 2010;80:153-9.
158. Silva Filho OG, Prado Montes LA, Torelly LF. Rapid maxillary expansion in the deciduous and mixed dentition evaluated through posteroanterior cephalometric analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995; 107: 268-75.
159. Cameron CG, Franchi L, Baccetti T, Mcnamara JA Jr. Long-term effects of rapid maxillary expansion: A posteroanterior cephalometric evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002; 121: 129-35.
160. Cross D, McDonald JP. Effect of rapid maxillary expansion on skeletal, dental, and nasal structures: a postero-anterior cephalometric study. *Eur J Orthod* 2000; 22:519-28.
161. Latham RA, Scout JH. A newly postulated factor in the early growth of the human middle FACE and the theory of multiple assurance. *Arch Oral Biol* 1970; 15: 1097-100.
162. Ohshima O. Effect of lateral expansion force on the maxillary structure in *Cynomolgus* monkey. *J Osaka Dental Univ* 1972;5:11-50.
163. Garib DG, Henriques JFC, Janson GP. Longitudinal cephalometric appraisal of rapid maxillary expansion effects. *Rev Dental Press Ortod Orthop Facial* 2001; 6: 17-30.
164. Cozza P, Giancotti A, Petrosino A. Rapid palatal expansion in mixed dentition using a modified expandir: a cephalometric investigation. *J Orthod* 2001;28:129-34.
165. Scott WD. A comparison of two rapid palatal expansion appliances and their effect on the palatal cross-sectional area. *Am J Orthod* 1982; 82: 526.

- 166.Siqueira DF, Almeida RR, Henriques JFC. Frontal cephalometric comparative study of dentoskeletal effects produced by three types of maxillary expansions. *Rev Dent Press Ortodon Ortoped Facial* 2002; 7: 27-47.
- 167.Haas AJ. Interviews. *J Clin Orthod* 1973; 7:227-245.
- 168.Praskins P. A comparison of rapid maxillary expansion appliances: Hyrax vs. the Haas. Research Project, Montefiore Orthodontic, NY; 1985.
- 169.Erverdi N, Okar I, Kucukkeles N, Arbak S. A comparison of two different rapid palatal expansion techniques from the point of root resorption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994; 106: 47-51.
- 170.Asanza S, Cisneros GJ, Nieberg LG. Comparison of Hyrax and bonded expansion appliances. *Angle Orthod* 1997; 67; 6: 15-22.
- 171.Reed N, Ghosh J, Nanda RS. Comparison of treatment outcomes with banded and bonded RPE appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;116(1):32-40.
- 172.Praskins P, Cisneros GJ. Rapid palatal expansion: a comparison of two applicances. *Harv Soc Adv Orthod* 2000; 1:7-9.
- 173.Ghandehari B. A comparison of the skeletal effects of tooth-borne and tissue-borne rapid palatal expanders [thesis]. Chicago: University of Illinois at Chicago; 2001.
- 174.Parks ET. Computed tomography applications for dentistry. *Dent Clin North Am* 2000; 44: 371-394.
- 175.Hounsfield GN. Computerized transverse axial scanning (tomography): part I. Description of system. 1973. *Br J Radiol* 1995;68: H166-H172.
- 176.Garib DG, Henriques JFC, Janson G, Freitas MR, Coelho RA. Rapid maxillary expansion - tooth tissue-borne versus tooth-borne expanders: a computed tomography evaluation of dentoskeletal effects. *Angle Orthod* 2005;75:548-557.
- 177.Smith RJ, Burstone CJ. Mechanics of tooth movement. *Am J Orthod* 1984; 85: 294-307.

- 178.Oliveira NL, Silveira AC, Dusnoto B, Viana G. Three-dimensional assessment of morphologic changes of the maxilla: A comparison of 2 kinds of palatal expanders. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004; 126: 354-62.
- 179.Schellino E, Modica R, Benech A, Modaro E. REM: la vite ragno secondo Schellino e Modica. *Boll Intern Orthod. Leone* 1996; 55: 36-59.
- 180.Levrini L, Filippi V. A fan shaped maxillary expander. *J Clin Orthod* 1999; 33: 642-643.
- 181.Sadeddin A. Cephalometric evaluation of anterior maxillary expansion [master's thesis]. Istanbul: Mcnamara University Health Sciences Institute; 2000.
- 182.Doruk C, Bicakci AA, Basciftci FA, Agar U, Babacan H. A comparison of the effects of rapid maxillary expansion and fan-type rapid maxillary expansion on dentofacial structures. *Angle Orthod* 2004; 74:184-194.
- 183.Lagravère MO, Carey J, Heo G, Toogood RW, Major PW. Transverse, vertical, and anteroposterior changes from bone-anchored maxillary expansion vs traditional rapid maxillary expansion: A randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:304.e1-304.e12.
- 184.Mew J. Relapse following maxillary expansion. A study of 25 consecutive cases. *Am J Orthod* 1983; 33:56-61.
- 185.Staley RN, Stuntz WR, Peterson LC. A comparison of arch widths in adults with normal occlusion and adults with Class II, Division 1 malocclusion. *Am J Orthod* 1986; 88: 163-9.
- 186.Kawakami RY, Henriques JFC, Pinzan A, de Freitas MR, Janson G. Comparison of dentoskeletal effects produced by two types of rapid maxillary expansion appliances by means of lateral cephalometric evaluation. *Ortodontia* 1999;32:8-27.
- 187.Mazzeiro ET, Henriques JFC, Freitas MR. Study of frontal cephalometric the dentoskeletal changes after the rapid maxillary expansion. *Ortodontia* 1996;29:31-42.
- 188.Bhatt Ak, Jacob PP. skeletal and dental changes in rapid maxillary expansion. *J Indian Orthod Soc* 1978;10:17-27.

189. Mc Namara J A, Brudon W L. Orthodontic and orthopedic treatment in the mixed dentition. Ed. Needham Press;131-70.
190. Costa A. Disyunción maxilar. Rev Esp Ortod 1978;8: 247-61.
191. Almeida G, Capelozza Filho L, Trindade ASJ. Rapid maxillary expansion: a prospective study. Ortodontia 1999;32:45-56.
192. Faltin KJ, Moscatiello VA, Barrios EC. Faltin Jr's palatal expander: dentofacial changes resulting from rapid maxillary expansion [in Portuguese]. Rev Dent Press Ortodon Ortopedi Facial 1999;4(4):5-13.
193. Rosa M, Cozzani M. "R.P.E. on deciduous dentition: spontaneous effects on permanent maxillary first molars". AAO Book of Papers: Selected Scientific Posterboards Abstract. 95th Annual Session and 4th International Congress. San Francisco, May 12-17th 1995.
194. Helfin BM. A three-dimensional cephalometric study of the influence of expansion of the midpalatal suture on the bones of the face. Am J Orthod 1970;57:194-5.
195. Sarnas KV, Björk A, Rune B. Long-term effect of rapid maxillary expansion studied in one patient with the aid of metallic implants and roentgen stereometry. Eur J Orthod 1992;14:427-32.
196. Chaqués J. Asimetrías (parte I): tipos, planificación del tratamiento y manejo clínico. Rev Esp Ortod 2009;39:167-86.
197. Rosa M, Lucchi P, Mariani L, Caprioglio A. Spontaneous correction of anterior crossbite by rpe anchored on deciduous teeth in the early mixed dentition. Eur J Paed Dent 2012;13:1-5.

