

# Capítulo X

## Expansion esquelética transversal del maxilar superior a distintas edades

Regina Bass y Nayre Mondino





Las anomalías dentomaxilares corresponden a un grupo de alteraciones que dificultan el desarrollo armónico de los maxilares, y se presentan simultáneamente con malposiciones dentarias, las cuales afectan la forma, función y estética. Los problemas transversales constituyen una situación muy común dentro de la consulta ortodóncica, afectando tanto a pacientes niños como adultos. Se ha encontrado que la prevalencia de la deficiencia transversal maxilar oscila entre un 8% a un 30%<sup>1-5</sup>.

La existencia de una mordida cruzada esquelética del maxilar superior puede producir variadas problemáticas como ser diferentes grados de desarmonía oclusal, cambios en la postura de la lengua, posibles recesiones gingivales, desplazamiento funcional de la mandíbula, trastornos en las ATM, alteraciones de la función muscular, falta de espacio para la alineación dentaria, estrechamiento de la cavidad nasal que aumenta la resistencia del aire nasal y puede ser una causa etiológica del síndrome de apnea obstructiva del sueño.

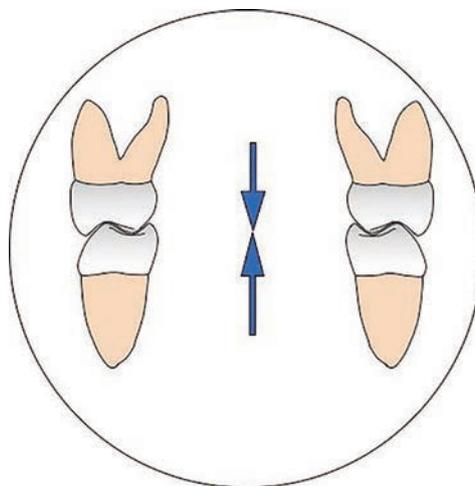
El tamaño y la forma de las arcadas dentarias tienen una importancia e implicación considerable en el diagnóstico y plan de tratamiento. Estos factores tienen efecto en el espacio habitable de las arcadas, estabilidad de la dentición y en la estética dentaria y de la sonrisa<sup>6</sup>.

McNamara también analiza la dimensión transversal mediante la anchura intermolar, afirmando que ésta es indicativa del desarrollo de la base ósea maxilar<sup>7</sup>.

Angle observó en la oclusión normal la influencia de los labios, músculos, mejillas, inclinación del plano oclusal, y tamaño de los arcos dentarios. El equilibrio muscular contribuye a mantener de forma estable la posición ideal dentaria<sup>8</sup>.

Hellman explica en 1921 la importancia de la colocación del primer molar a nivel transversal, donde afirma que es tan importante que la cúspide mesiovestibular se encuentre en Clase I de Angle, como que la cúspide mesiopalatina se encuentre en la fosa central del molar inferior.

El ancho intermaxilar óptimo está definido cuando la distancia entre las cúspides palatinas del primer molar superior coincide con la distancia entre las fosas de las del primer molar inferior (Fig.1)<sup>9</sup>.



*Fig. 1. El ancho Intermaxilar óptimo está definido cuando la distancia entre las cúspides palatinas del primer molar superior coincide con la distancia entre las fosas de las del primer molar inferior.*

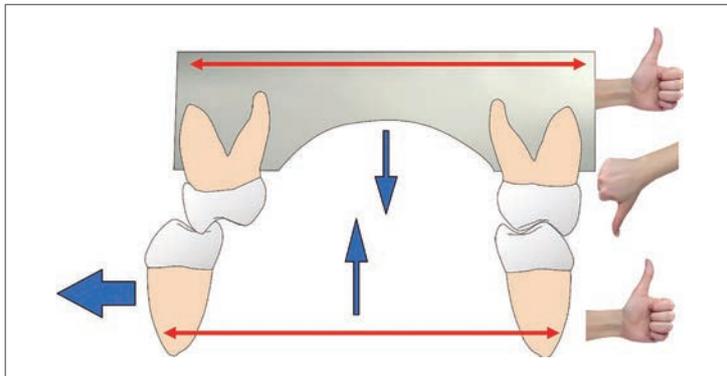
Dentro de los factores etiológicos de la estrechez transversal de los maxilares se encuentran los factores genéticos, ambientales y malformativos. Existe una fuerte asociación entre la falta de desarrollo transversal del maxilar y factores ambientales tales como los hábitos orales disfuncionales como la respiración bucal y la deglución atípica, así como hábitos deletéreos como la succión digital y el uso prolongado de mamadera y chupete. Estos producen alteraciones miofuncionales y estructurales. Dentro de los factores malformativos encontramos la microsomía hemifacial y la fisura labio-alveolo-palatina presentando mordida cruzada posterior como uno de los múltiples rasgos orofaciales que acompañan a estos síndromes.

## Clasificación de mordidas cruzadas

Las MORDIDAS CRUZADAS pueden presentarse tanto en forma UNILATERAL o BILATERAL. Es importante establecer el diagnóstico diferencial entre todas las variantes para reconocer aquellas en las que la solución debe estar orientada a expandir el área dentoalveolar o bien aquellas que merecen una expansión ósea o DISYUNCIÓN.

Dentro de las Mordidas Cruzadas Unilaterales (MCU) podremos encontrar:

- a. Maxilar transversalmente normal con los procesos dentoalveolares comprimidos. Al no poder “alojar” el maxilar a la mandíbula, el paciente está obligado a una lateralización funcional unilateral en la búsqueda de máximo contacto intercuspídeo y la menor dimensión vertical (Fig. 2).



*Fig. 2. No existe alteración maxilar, pero sí una compresión a nivel de los procesos dentoalveolares en el sector posterior. Hay mordida cruzada unilateral por desplazamiento lateral de la mandíbula al ocluir, produciéndose una desviación de las líneas medias que se centran en la apertura bucal. Clínicamente existirá una compresión simétrica de los procesos dentoalveolares, aunque intraoralmente tengamos una mordida cruzada unilateral.*

Éstas son mordidas cruzadas funcionales que se presentan a edades tempranas, generalmente en dentición temporaria o mixta temprana. Para establecer el diagnóstico diferencial de que la mordida cruzada unilateral no obedece a una asimetría mandibular, se debe observar el paciente en apertura máxima donde las líneas medias dentarias se deben encontrar coincidentes. En el momento del cierre el paciente realiza el desvío mandibular y se pierde la coincidencia de las líneas medias (Fig. 3a y b)<sup>10,11</sup>.



*Fig. 3a y b. Los caninos temporarios superiores con sus cúspides impelentes obligan al paciente a lateralizar en la búsqueda de contacto. En apertura, las líneas medias se centran.*

Es importante la resolución temprana de esta mordida ya que la lateralización promueve el crecimiento unilateral condilar del cóndilo que se traslada, pudiendo generar, con el tiempo, una asimetría mandibular.

Continuando con las Mordidas Cruzadas Unilaterales (MCU), podremos encontrar:

- b. Maxilar normal con proceso dentoalveolar comprimido unilateralmente (Figs. 4, 5 y 6a-c).

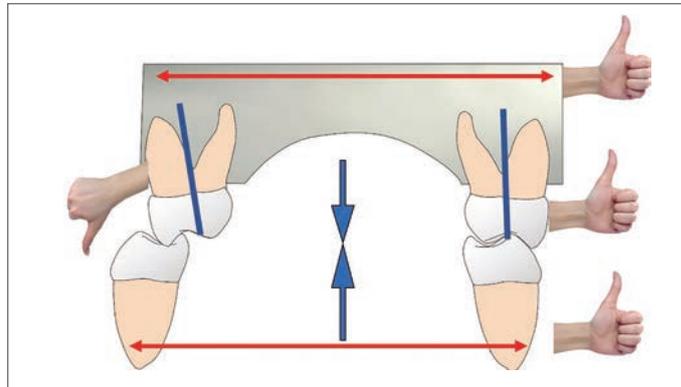


Fig. 4. El ancho maxilar y mandibular es normal y existe una compresión unilateral dentoalveolar.



Fig. 5. El maxilar no presenta alteración ósea, pero uno de los procesos dentoalveolares posteriores está comprimido, produciéndose una mordida cruzada unilateral en el lado de la compresión. El diagnóstico diferencial con el caso anterior es que, al llevar la mandíbula a relación céntrica, la mordida cruzada unilateral persiste.

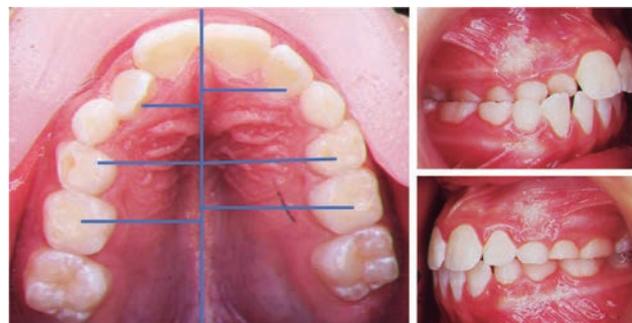


Fig. 6a-c. Se observa la asimetría de la arcada producto de la compresión unilateral dentoalveolar.

- c. Maxilar normal con mandíbula asimétrica (Fig. 7). La mordida cruzada no obedece a una problemática del maxilar superior. Normalmente el paciente presentará una asimetría facial (Fig. 8a-d).

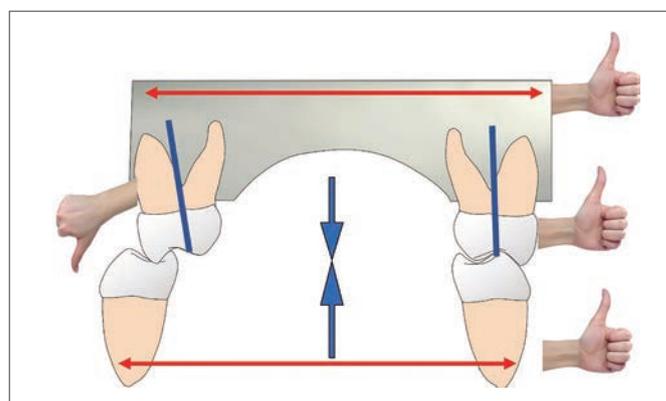


Fig. 7. El maxilar superior mantiene el ancho esquelético y dentario normal. La mordida cruzada unilateral obedece a una asimetría mandibular.



Fig. 8a-d. Estos pacientes generalmente presentan asimetría facial.

- d. Mordida Cruzada Unilateral (MCU) producto de una estrechez esquelética del maxilar superior acompañado de una lateralización mandibular (Figs. 9 y 10a-f).

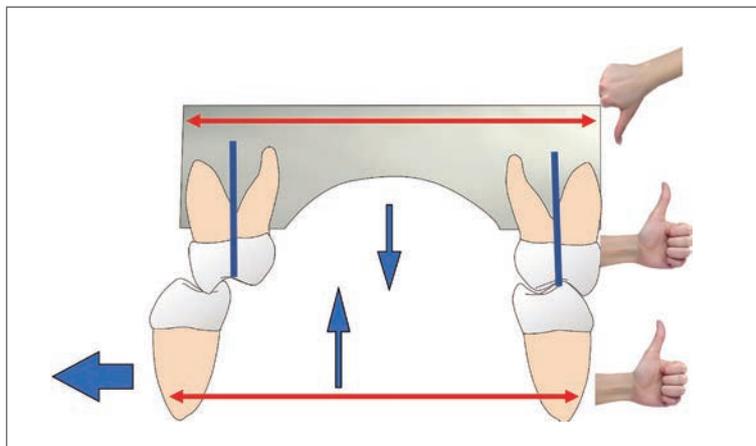


Fig. 9. Existe una compresión esquelética del maxilar superior y la mandíbula simétrica lateraliza en búsqueda de mayor cantidad de contactos dentarios.

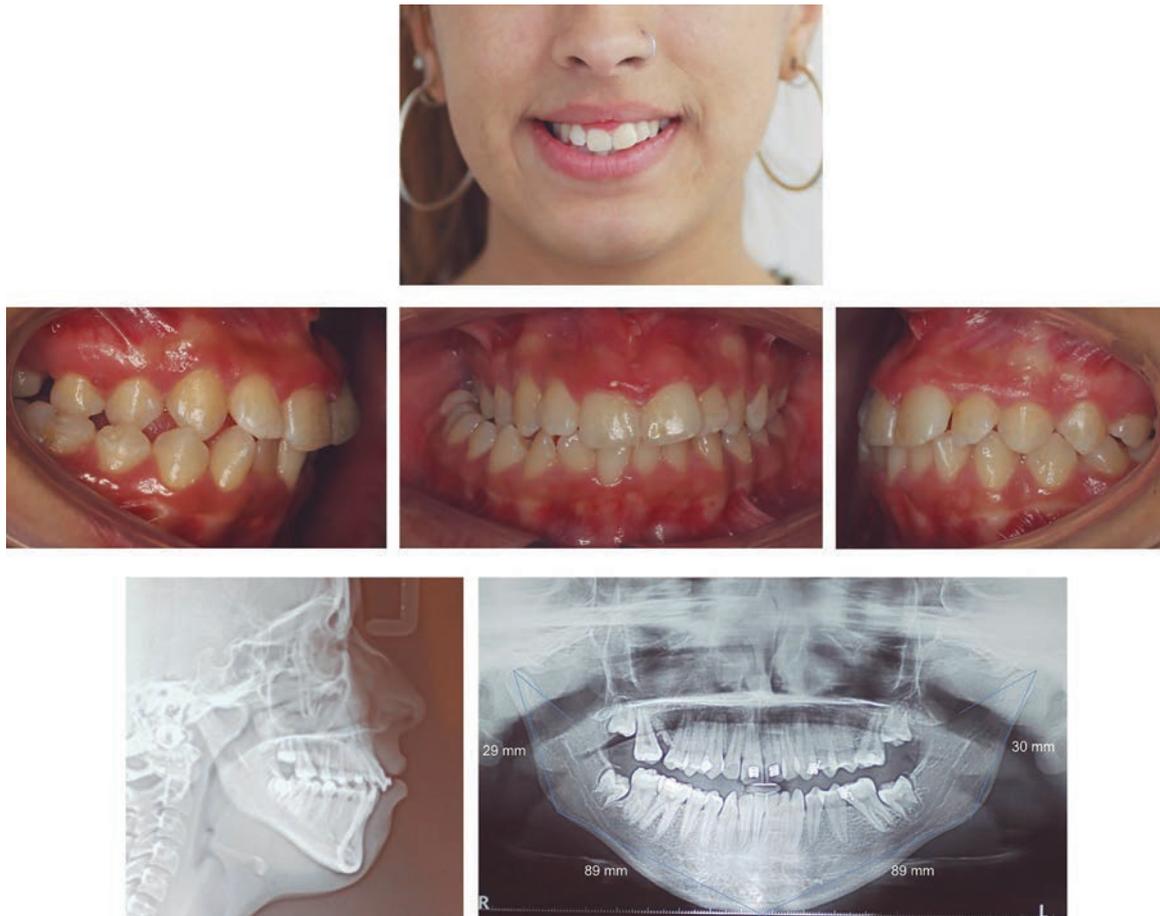


Fig. 10a-f. Paciente con atresia transversal del maxilar. Mordida cruzada unilateral por laterodesviación mandibular sin asimetría.

De todas las mordidas cruzadas unilaterales ésta última es la única que requiere una expansión esquelética del maxilar.

Dentro de las Mordidas Cruzadas Bilaterales (MCB) podremos encontrar:

- a. Maxilar comprimido esqueléticamente (Figs. 11, 12 y 13a-b).

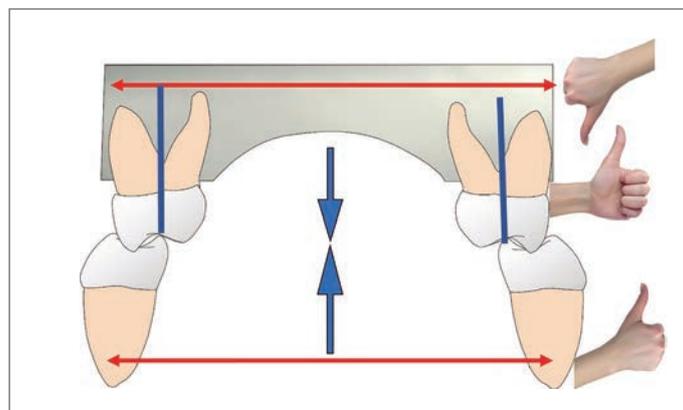


Fig. 11. Compresión esquelética del maxilar superior con elementos posteriores sin compresión. Se mantiene coincidencia de las líneas medias.



Fig. 12. Compresión transversal esquelética del maxilar superior a distintas edades.



Fig. 13 a-b. Se observa el menor ancho transversal del maxilar superior respecto del mandibular.

b. Maxilar normal con compresión bilateral de los procesos dentoalveolares (Figs. 14 y 15a-c).

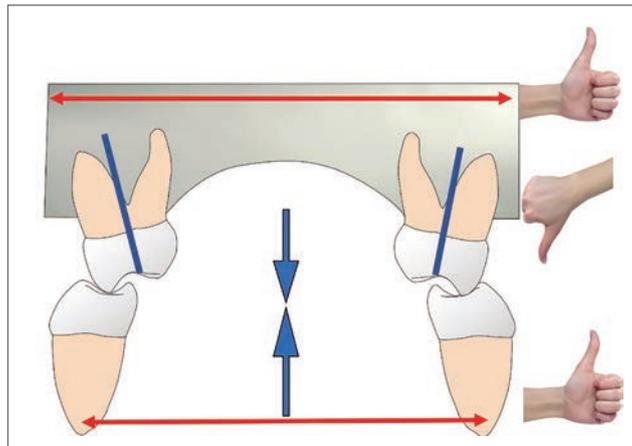


Fig. 14. El maxilar superior presenta un ancho esquelético normal con compresión bilateral dentoalveolar.



Fig. 15a-c. Existe un buen ancho esquelético del maxilar superior con una convergencia de los procesos dentoalveolares superiores hacia el plano medio sagital.

- c. Estrechez ósea con procesos dentoalveolares vestibulizados (Figs. 16 y 17).

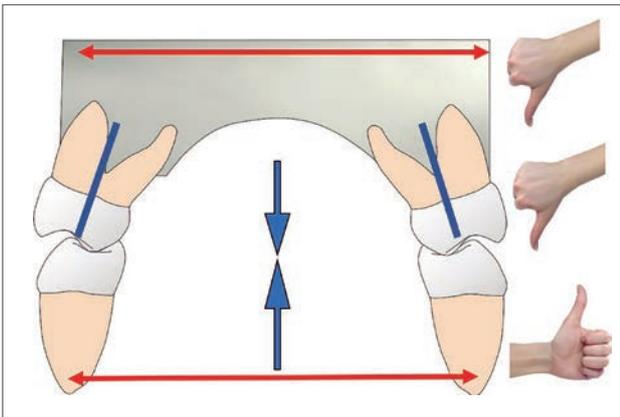


Fig. 16. A pesar de presentar un maxilar comprimido transversalmente, los procesos dentoalveolares se encuentran vestibulizados.

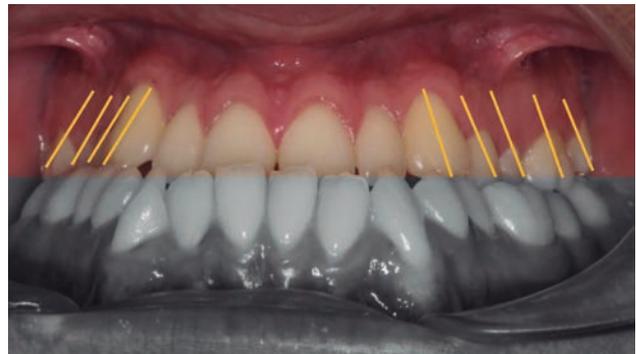


Fig. 17. Es importante quitar esta compensación dentaria previo a la expansión maxilar para evitar recesiones gingivales.

- d. Estrechez dentoalveolar superior con mandíbula sobreexpandida dentariamente (Fig. 18 y 19a y b).

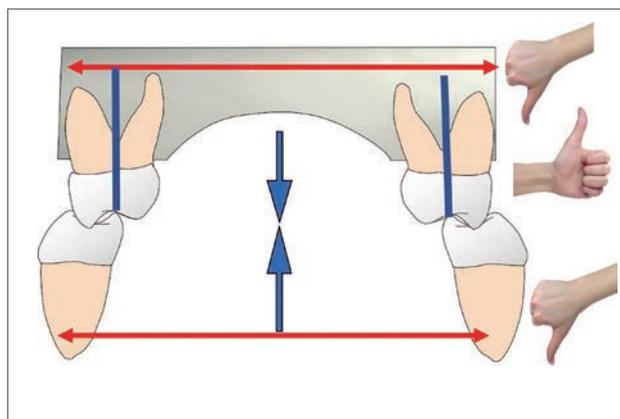


Fig. 18. Maxilar superior comprimido con sobreexpansión del arco mandibular por posición baja de lengua.



Fig. 19a y b. La mordida cruzada obedece más a una sobreexpansión inferior.

Solo merecen disyunción aquellas mordidas cruzadas bilaterales que tengan estrechez esquelética.

La estrechez maxilar se puede presentar de tres formas diferentes: a) compresión con apiñamiento dentario; b) compresión con protrusión incisiva; c) o acompañado de falta de desarrollo sagital (Fig. 20a-c).



Fig. 20a-c. La compresión transversal puede presentarse con una falta de espacio para el alineamiento dentario, postrotación mandibular y protrusión incisiva o un maxilar atrésico con falta de desarrollo sagital.

El término DISYUNCIÓN significa acción o efecto de separar dos segmentos que se encuentran formando una superficie continua y que consecuentemente forman un solo cuerpo.

La expansión maxilar rápida se basa en la aplicación de fuerzas elevadas que logren la separación de los huesos palatinos y promover la formación ósea a este nivel con un mínimo de movimiento dentario. Esto aumenta la base apical y la longitud de arco.

Es importante diferenciar entre EXPANSIÓN y DISYUNCIÓN.

La EXPANSIÓN es el proceso terapéutico que pretende aumentar la distancia transversal entre las piezas dentarias de las hemiarquadas superiores por transformación de la base apical. La DISYUNCIÓN pretende el mismo fin pero en base a la separación de la sutura media palatina.

Para determinar la necesidad de EXPANSIÓN DENTARIA o DISYUNCIÓN es importante establecer un correcto diagnóstico pudiendo basarnos en herramientas clínicas, de modelos e imágenes.

## Diagnóstico

El diagnóstico diferencial es el punto de partida. Nos permitirá estudiar los componentes dentales y esqueléticos. El diagnóstico podrá ser clínico, sobre análisis de modelos analógicos o virtuales, diagnóstico radiográfico y tomográfico. Todas estas herramientas permitirán determinar la magnitud de la discrepancia transversal de modo de indicar la cantidad necesaria a expandir el maxilar, valorar la presencia de asimetría o la existencia de un desvío funcional mandibular.

EL DIAGNÓSTICO CLÍNICO consiste en la inspección de la dimensión de los corredores bucales amplios (Fig. 21). Se debe palpar tanto la base ósea superior en comparación con la base ósea inferior observando que el área superior es menor que la inferior, siendo a la inversa la relación transversal ósea normal (Fig. 22).



Fig. 21. Se observa la amplitud de los corredores bucales.

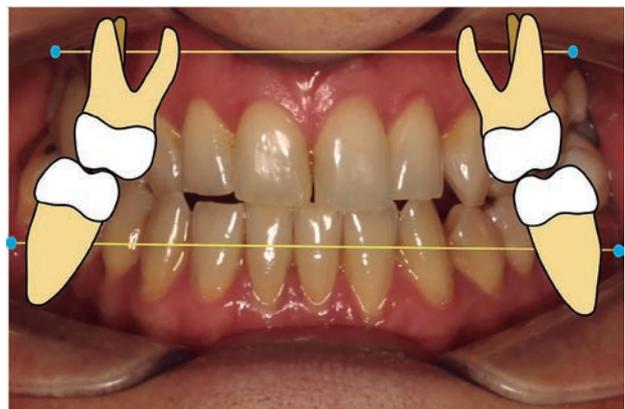


Fig. 22. A la palpación e inspección de las bases óseas, la superior aparece reducida respecto de la inferior.

El ANÁLISIS DE MODELOS, tanto de yeso como virtual, permite obtener varias medidas para establecer la magnitud del déficit transversal.

En 1925, Lündstrom definió el hueso basal por primera vez como la unión entre el hueso alveolar de maxilar y mandíbula en la región de los ápices de los dientes<sup>12</sup>.

W. Andrews y L. Andrews identificaron y definieron en el año 2000 el WALA Ridge como la zona anatómica de máximo contorno del proceso alveolar, observada en una visión oclusal y la definen como una línea representativa de la base apical (Figs. 23a y b)<sup>13</sup>.

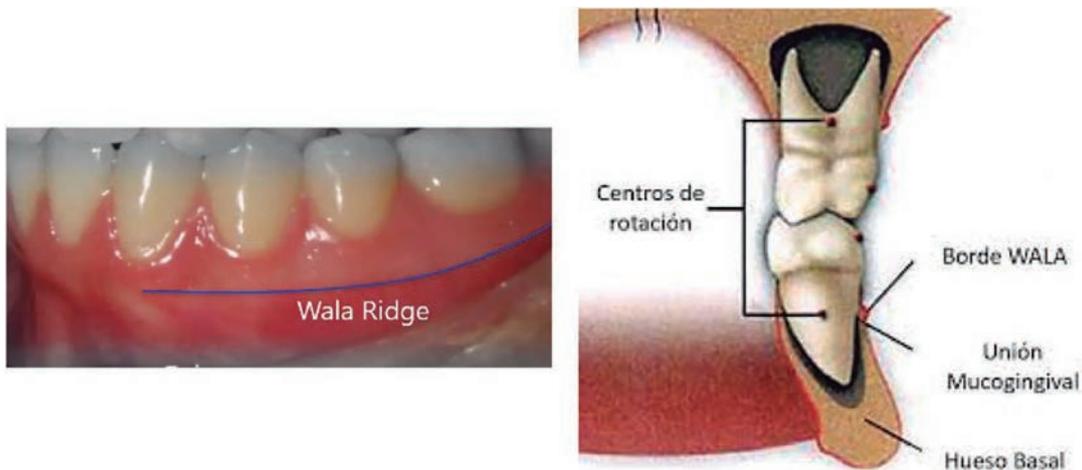


Fig. 23a y b. WALA Ridge.

Estos autores propusieron una línea transversal desde máximo contorno de la cresta ósea vestibular (WALA) del lado derecho al izquierdo y la distancia de los dientes mandibulares a nivel del ecuador (puntos FA "facial axis") del lado derecho al izquierdo, en el plano transversal.

En su estudio, tomaron modelos de arcadas inferiores de pacientes con oclusión ideal según las llaves de Andrews, al considerar a la arcada inferior la de mayor limitación de tratamiento respecto de la arcada superior. Se constataron una serie de distancias que establecieron como ideales entre los centros de las coronas clínicas (puntos FA) y la línea mucogingival inferior o WALA Ridge (Fig. 24).

Se puede realizar la medición de estas medidas mediante calibre digital (Fig. 25).

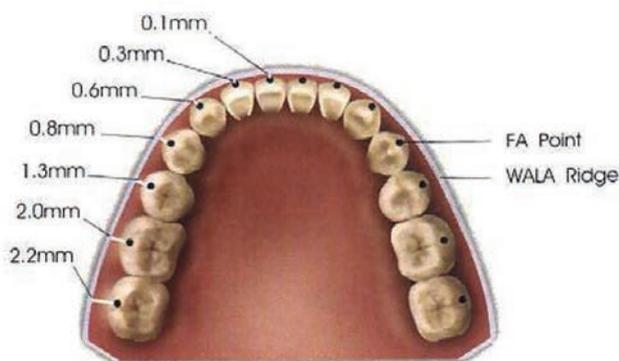


Fig. 24. Determinación del WALA Ridge a nivel del maxilar inferior.

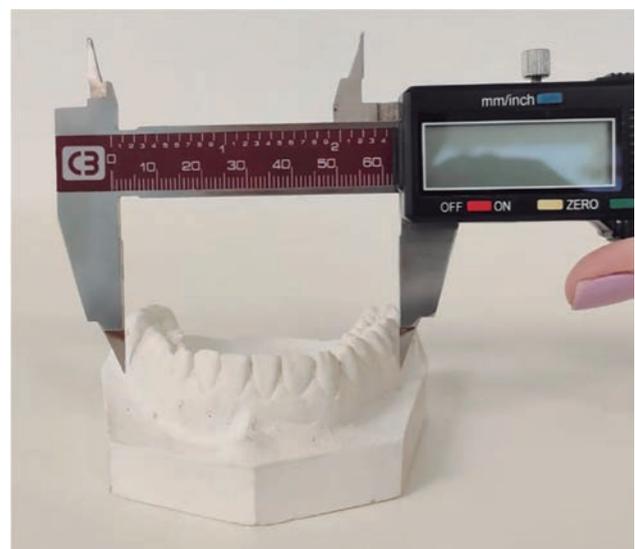


Fig. 25. Medición del WALA Ridge con calibre digital.

Andrews establece que:

- La diferencia de medidas inferiores entre WA-WA/FA-FA es de 4 mm.
- El ancho superior debe ser 5 mm mayor que el mandibular (medidas de FA-FA) (Fig. 26)<sup>14</sup>.

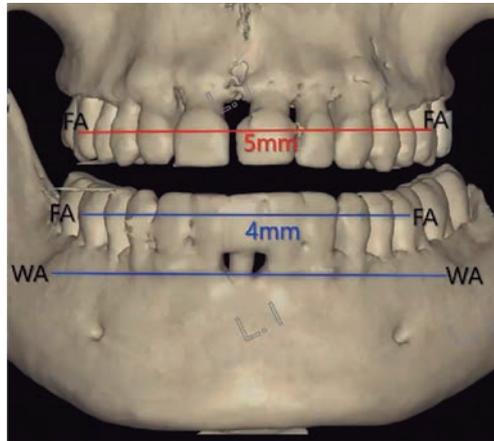


Fig. 26. El ancho superior debe ser 5 mm mayor que el mandibular (medidas de FA-FA). (Andrews WA. Andrews Analysis. En: Syllabus of the Andrews Orthodontic Philosophy. 9th Edition. Six Elements Course Manual, 2001.)

Para cuantificar en milímetros la diferencia maxilo-mandibular se deben localizar sobre los modelos superiores e inferiores los puntos FA, correspondientes al centro de la corona clínica de los primeros molares y los puntos WALA ridge.

Una vez obtenidos todos los puntos, se mide el ancho entre los puntos FA derechos e izquierdos (ancho transversal dentario) y se mide de punto WALA derecho a punto WALA izquierdo, considerando este valor como el ancho transversal óseo.

Se obtienen las siguientes mediciones superiores e inferiores:

- **Ancho maxilar:** distancia en milímetros a nivel del primer molar derecho e izquierdo sobre la línea de máximo contorno óseo maxilar.
- **Ancho mandibular (WALA):** distancia en milímetros a nivel del primer molar derecho e izquierdo sobre la línea de máximo contorno óseo mandibular.
- **Discrepancia máxilo-mandibular:** diferencia en milímetros del ancho maxilar y mandibular (Fig. 27).

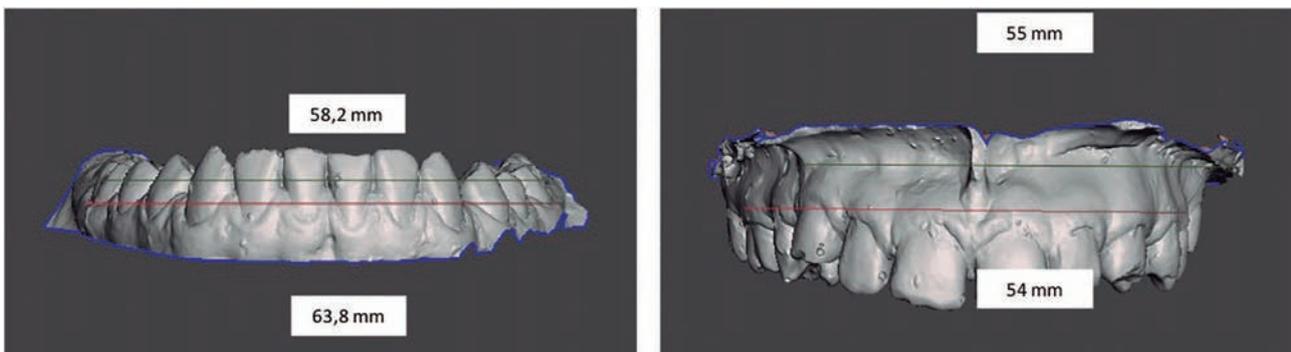


Fig. 27. Discrepancia máxilo -mandibular: diferencia en milímetros del ancho maxilar y mandibular.

Se establece como normalidad de la discrepancia transversal máxilo-mandibular que el maxilar sea mayor que la mandíbula 2,5 milímetros.

Si los valores de discrepancia máxilo-mandibular están dentro de los valores normales y existen diferencias en las medidas FA-FA, estamos frente a un problema transversal dentoalveolar (Fig. 28)<sup>15</sup>.

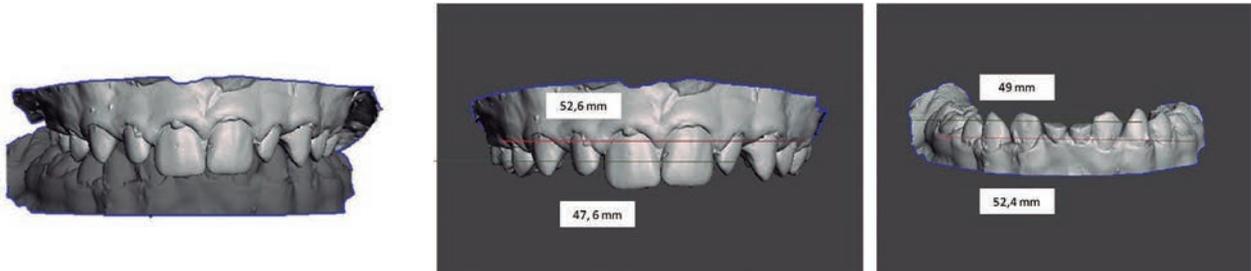


Fig. 28. Este ejemplo nos muestra un problema transversal dentoalveolar.

Otro análisis de modelos que se puede realizar es el Análisis del Centro de la Cresta Alveolar de Hayes de la Universidad de Pensylvania (Fig. 29a-b)<sup>16</sup>.

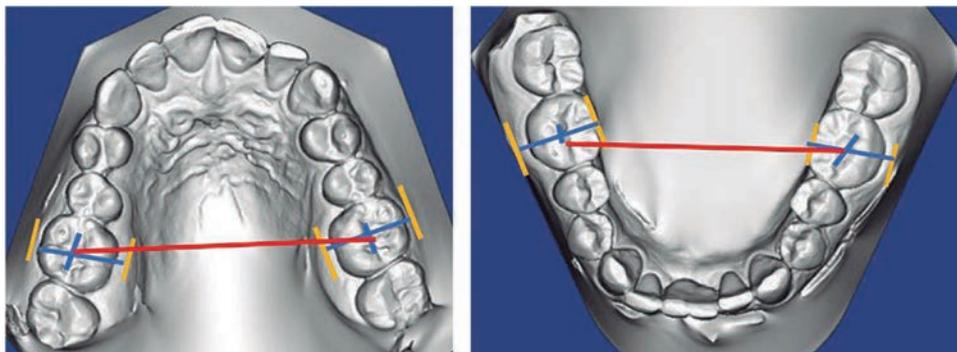


Fig. 29a-b. Diferencias de medidas de CAC de Mx y Md es 5 mm. Se acepta que las dos medidas de CAC sean iguales, con compensación dentaria.

Sobre modelos digitales (archivos STL) se toman las siguientes medidas:

- Cresta ósea vestibular a la cresta ósea palatina del primer molar derecho e izquierdo.
- Se mide la distancia entre ambas crestas.
- La mitad de esa distancia es el centro de la cresta ósea. (CAC)
- Se mide del CAC derecho al CAC izquierdo, obteniendo así las medidas transversales de CAC superior e inferior.
- El CAC superior debe ser 5 mm mayor que el inferior.
- Se acepta que las dos medidas de CAC sean iguales con compensación dentaria.

## Diagnóstico por imágenes

Ricketts en 1981, enfatiza el uso del análisis frontal para comparar y determinar la diferencia en el ancho entre las bases óseas. De esta forma propone cuantificar la severidad del problema transversal y discernir si el problema es de origen dental, alveolar o esquelético, mediante el uso de la telerradiografía frontal de cráneo. También aportó normas a diferentes edades<sup>17</sup>.

El análisis del problema óseo transversal máxilo-mandibular, lo efectúa mediante la medición de la distancia entre el punto JR y JL al plano Facial Frontal derecho e izquierdo respectivamente (Fig. 30).

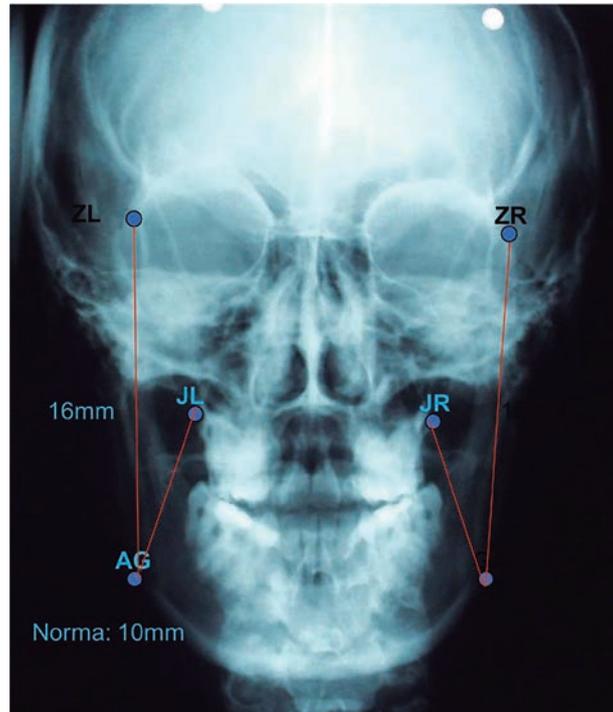


Fig. 30. Análisis del problema óseo transversal.

Por otro lado, Ricketts nos da valores de cuánto mide el ancho maxilar (JR:JL), el ancho mandibular (AG-GA) y la diferencia máxilo-mandibular a distintas edades (Tabla 1).

Edad	Maxila (mm)	Mandíbula (mm)	Diferencia (mm)	Ratio (%)
9	62	76	14	81,6
10	62,6	77,4	14,8	80,9
11	63,2	78,8	15,6	80,2
12	63,8	80,2	16,4	79,5
13	64,4	81,6	17,2	78,9
14	65	83	18	78,3
15	65,6	84,4	18,8	77,7
16	66,2	85,8	19,6	77,4

Tabla 1. Diferencias maxilomandibulares a distintas edades según Ricketts.

Para su interpretación, desarrollamos el siguiente ejemplo:

- Análisis transversal esquelético: paciente 22 años
- Mx-Mx: 57 mm
- Ag-Ag: 85,4 mm
- Diferencia Real: 28,4 mm
- Diferencia Ideal: 19,6 mm
- Expansión necesaria: 8,8 mm

Actualmente la tendencia es la utilización de los sistemas de tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) aplicados a la región maxilofacial como método de diagnóstico. Es de mucha utilidad el uso del Método Penn (Universidad de Pensilvania) sobre CBCT (vista multiplanar)<sup>18</sup>.

Se mide en el corte axial, donde el corte coronal intersecta Mx-Mx (punto de la cresta ósea externa vestibular a nivel de la furca de los primeros molares en el corte sagital) (Fig. 31a-c).

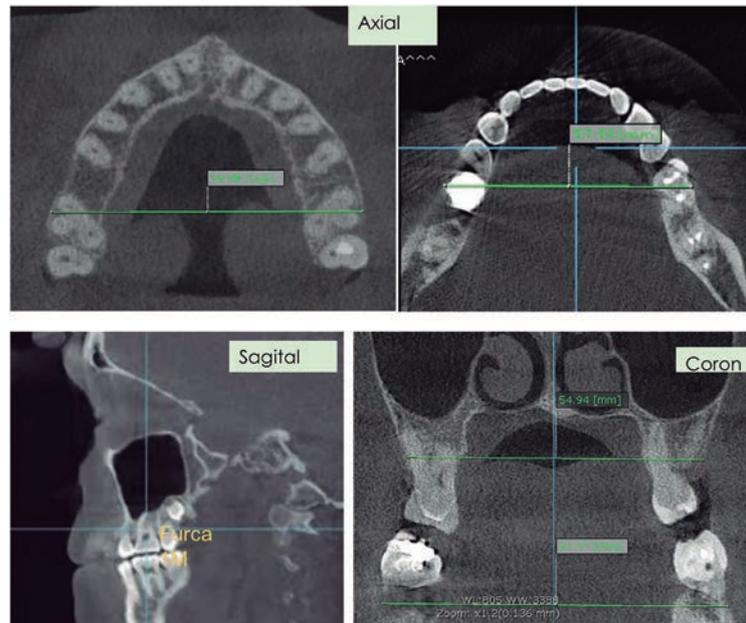


Fig. 31a-c. Se mide en el corte axial donde el corte coronal intersecta al hueso cortical.

Se mide en el corte axial, donde el corte coronal intersecta el hueso cortical mandibular (idem superior).

La medida transversal superior debe ser mayor que la inferior en 5 milímetros.

Respecto a los diferentes métodos diagnósticos, el análisis de Ricketts, el análisis tomográfico de Penn y el análisis de modelos de CAC poseen una sensibilidad y especificidad mayor al 85% siendo el análisis de Penn y el análisis de modelos CAC los que tienen 10% más de sensibilidad diagnóstica que el análisis de Ricketts.

Debido a la validez diagnóstica del análisis de Penn y el análisis de modelos CAC, se les puede considerar como los nuevos estándares de oro para el diagnóstico certero de las discrepancias transversales esqueléticas.

## ¿Es posible realizar disyunción a cualquier edad?

Podremos realizar la expansión rápida del maxilar superior, tanto en pacientes en crecimiento como en aquellos pacientes que no posean potencial de crecimiento. El tratamiento temprano y tardío diferirá en el soporte del dispositivo de expansión.

En términos generales podemos esperar crecimiento en pacientes del género femenino hasta dos años después de su menarquía, mientras que en el género masculino hasta los 18 años aproximadamente.

Pasados los límites antes referidos podemos recurrir a otros elementos diagnósticos para determinar la edad ósea, como la radiografía carpal (Fig. 32), o bien realizar una radiografía periapical a nivel de la cara interna del primer metacarpiano (dedo pulgar) para visualizar la presencia del sesamoideo, hueso que aparece cuando el paciente está en su pico máximo de crecimiento (Fig. 33). Finalmente contamos con la telerradiografía craneal lateral donde observamos las características de las vértebras cervicales como indicadores de maduración ósea<sup>19-21</sup>.



Fig. 32. Radiografía carpal.



Fig. 33. Hueso sesamoideo.

Para su mejor comprensión, detallaremos brevemente las características que debemos observar en las distintas etapas:

- a. **Iniciación (SMI 1 y 2)** (Fig. 34): Las vértebras tienen forma de cuña, con los bordes superiores ahusados desde atrás hacia delante. Se espera de un 80% a 100% de crecimiento.

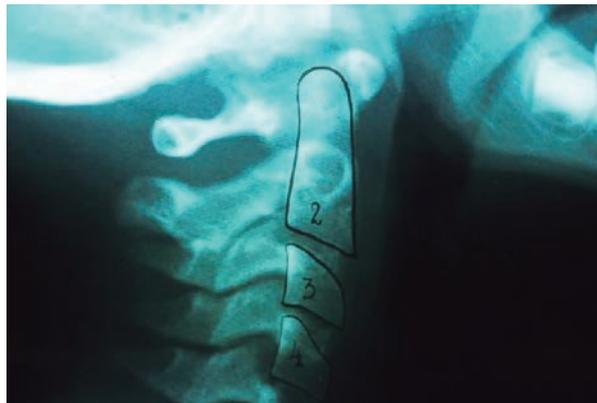


Fig. 34. Iniciación (SMI 1 y 2).

- b. **Aceleración (SMI 3 y 4)** (Fig. 35): Desarrollo de las concavidades en bordes inferiores C2 y C3, mientras que C4 es chato. Los cuerpos de C3 y C4 están casi rectangulares. Se espera de un 65% a 85 % de crecimiento.



Fig. 35. Aceleración (SMI 3 y 4).

- c. **Transición (SMI 5 y 6)** (Fig. 36): Concavidades en el borde inferior de C2 y C3. Una concavidad comienza a desarrollarse en el borde inferior de C4. Cuerpo de C3 y C4 rectangulares. Se espera de un 25% a 65% de crecimiento.



Fig. 36. Transición (SMI 5 y 6).

- d. **Desaceleración (SMI 7 y 8)** (Fig. 37): Concavidades claras en bordes inferiores de C2, C3 y C4. Los cuerpos de C3 y C4 casi cuadrados. Se espera de un 10% a 25% de crecimiento.

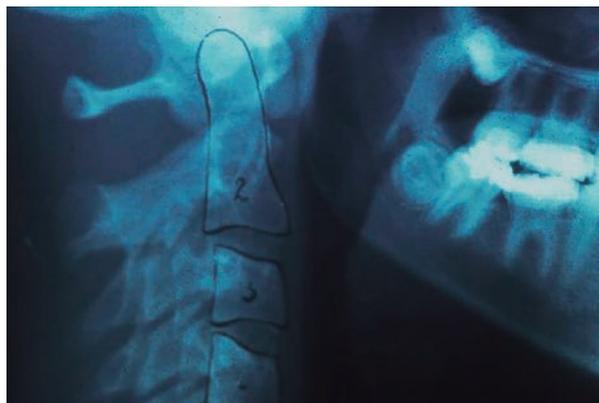


Fig. 37. Desaceleración (SMI 7 y 8).

- e. **Maduración (SMI 9 y 10)** (Fig. 38): Concavidades acentuadas, se observan en los bordes de C2, C3 y C4. Los cuerpos de C3 y C4 son casi cuadrados. Se espera de un 10% a 15% de crecimiento.



Fig. 38. Maduración (SMI 9 y 10).

- f. **Completa** (SMI 11) (Fig. 39): Profunda concavidad en los bordes inferiores de C2, C3 y C4. Los cuerpos de las vértebras son más verticales que horizontales. Pequeño o nulo crecimiento.

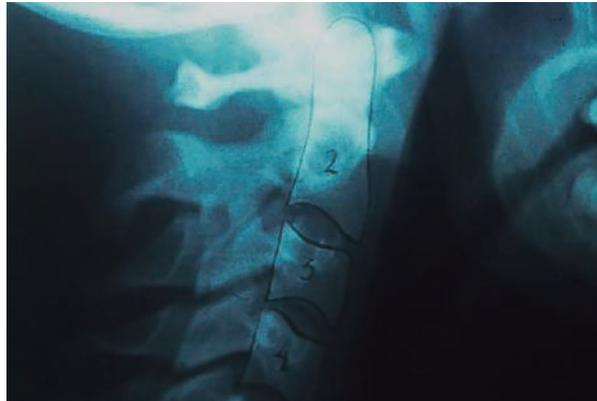


Fig. 39. Completa (SMI 11).

En forma sintética recordaremos que el crecimiento por el mecanismo de tipo sutural se realiza en los tres planos del espacio, hacia abajo y hacia delante ayudado por las suturas circunmaxilares (sutura maxilomalar, frontomaxilar y cigomácticotemporal). Estas mismas suturas suelen ser las áreas de resistencia a la expansión ósea. En sentido transversal por la sutura mediopalatina y aposición externa ósea y por último, el crecimiento vertical por el desarrollo de los procesos alveolares.

En cuanto a las suturas del paladar, se pueden estimular transversalmente la sutura interincisiva, premaxilo-maxilar, media palatina, transversal y pterigopalatina (Fig. 40).

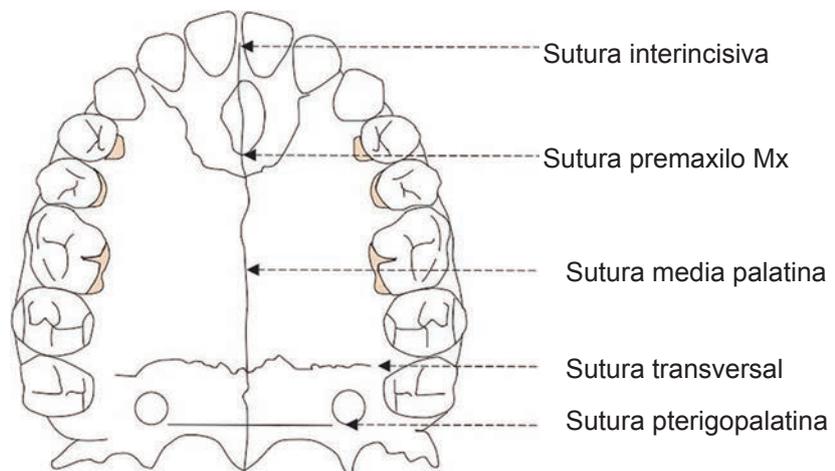


Fig. 40. Suturas del maxilar superior.

A los 7 años termina más del 95% del crecimiento intermolar. Luego se produce la remodelación de las pterigoides (reabsorción interna, aposición externa), aumentando las vías aéreas<sup>22</sup>.

En 1975, la Dra. Birte Melsen determina que la sutura varía según la edad. Cuando el crecimiento se ha agotado la misma se presenta en forma "interdigitada"<sup>23</sup> (Fig. 41).

Estadio de desarrollo	Sutura palato/maxilar	Características
Infantil	2 años	Larga
Juvenil	10 años	Sinuosa
Adolescente	12 años	Interdigitada

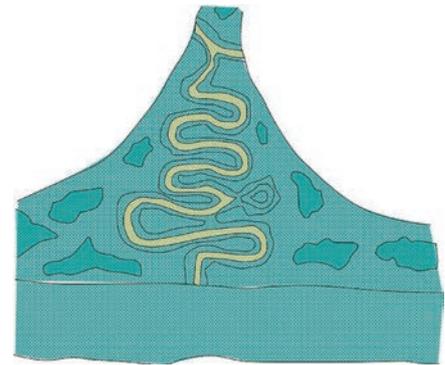


Fig. 41. Estadio de maduración de la sutura media palatina.

Con la llegada de la tomografía tradicional y la de haz cónico (CBCT) podemos visualizar que independientemente de los límites de edad ósea/cronológica que nos indican el cierre de la sutura, la fusión de la misma es variable. Se encontró una fusión de la sutura media palatina por debajo del 5% entre los 18 y 38 años.

La tomografía computarizada de haz cónico proporciona visualización tridimensional de las estructuras maxilofaciales a un costo relativamente bajo, sin superposición de imágenes. Esto permite establecer un método de clasificación para la evaluación individual de la morfología de la sutura palatina media, debido a que la Expansión Rápida del Maxilar es un tratamiento impredecible para los pacientes adolescentes, jóvenes y adultos<sup>24</sup>.

La obtención de imágenes en 3D supone un 40% menos de radiación con respecto a una TAC, pero es una radiación de 3 a 7 veces superior a una ortopantomografía.

En relación al tema que nos compete, el análisis transversal de las bases óseas para diagnóstico justifica el uso de CBCT<sup>25,26</sup>.

Clasificamos a los pacientes mediante una evaluación individual de la morfología de la sutura palatina media, establecida por el Dr. Angelieri et al. Esta evaluación es importante para determinar el grado de fusión sutural en caso de necesitar asistencia quirúrgica para lograr la expansión del maxilar superior<sup>27</sup>.

Su estudio indica que:

- a. No hay relación significativa entre edad, sexo y las etapas de maduración de la sutura.
- b. La presencia o la falta de fusión no es extremadamente importante, mientras que el porcentaje de fusión en cada sujeto es más crítico.
- c. La fusión de la sutura media palatina ocurre desde el sector posterior hacia el anterior en la mayoría de los casos.
- d. La osificación completa de la SMP es rara antes de los 23 años.
- e. No todos los pacientes adultos presentan cierre de la sutura media palatina.
- f. El 12 % de los adultos la sutura media no está fusionada.

El desafío es detectar este subgrupo de pacientes.

El Dr. Angelieri describe diferentes etapas de la maduración de la sutura media palatina:

- **Etapa A:** En esta etapa, la sutura palatina media aparece como una línea sutural de alta densidad casi recta con poca o ninguna interdigitación (Fig. 42).

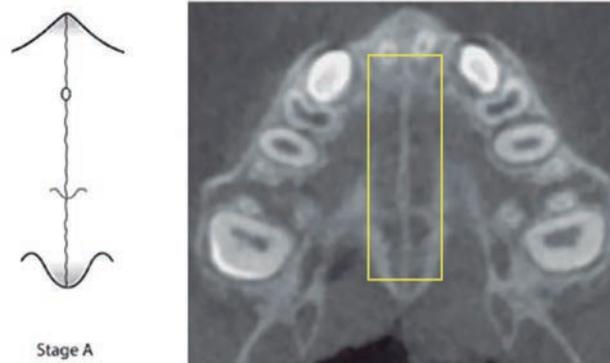


Fig. 42. Etapas de maduración de la sutura media palatina según el Dr. Anglieri: Etapa A.

- **Etapa B:** Se vuelve irregular, como una línea de alta densidad festoneada. Normalmente, en esta etapa hay algunas áreas pequeñas donde dos líneas paralelas, festoneadas y de alta densidad se encuentran cerca una de la otra y están separadas por pequeños espacios de baja densidad (Fig 43).

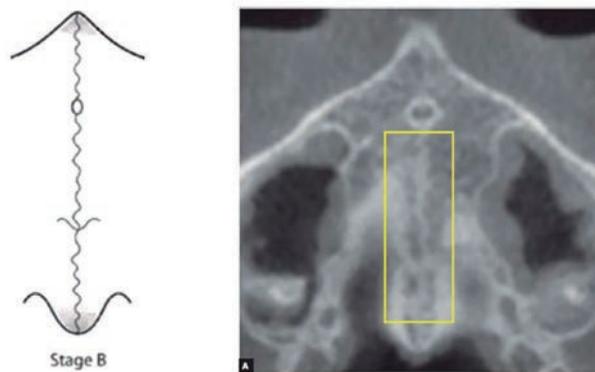


Fig. 43. Etapas de maduración de la sutura media palatina según el Dr. Anglieri: Etapa B.

- **Etapa C:** Se puede visualizar como dos líneas paralelas, festoneadas, de alta densidad y cercanas entre sí, separadas por pequeños espacios de baja densidad en los huesos maxilar y palatino (entre el foramen incisivo y la sutura palatomaxilar y posterior a la sutura palatomaxilar). La sutura puede presentar un patrón recto o irregular (Fig. 44).

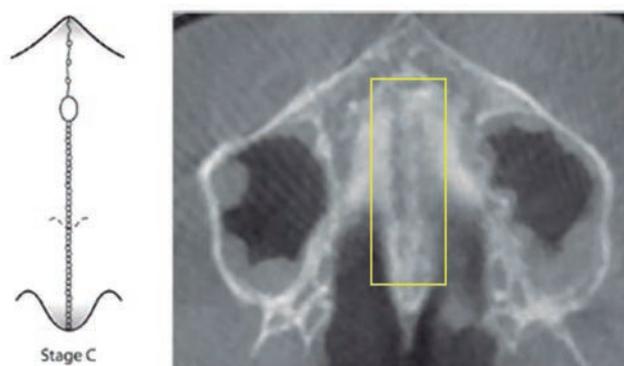


Fig. 44. Etapas de maduración de la sutura media palatina según el Dr. Anglieri: Etapa C.

- **Etapa D:** La fusión de la sutura se ha producido en el hueso palatino, por lo que la sutura mediopalatina no se puede visualizar en el hueso palatino, como suele ocurrir en la fusión de la porción posterior a la anterior. En la porción maxilar, la sutura palatina media todavía aparece como dos líneas de alta densidad separadas por pequeños espacios de baja densidad (Fig. 45).

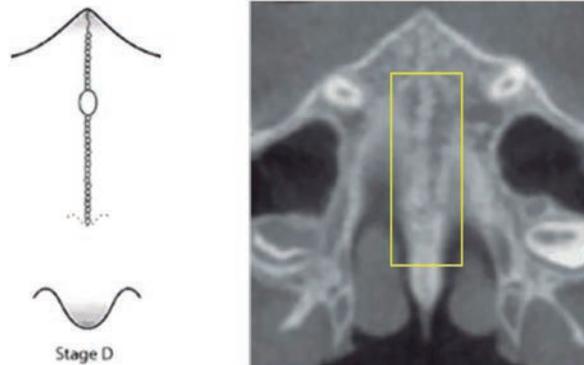


Fig. 45. Etapas de maduración de la sutura media palatina según el Dr. Anglieri: Etapa D.

- **Etapa E:** La sutura no puede visualizarse en al menos una porción del maxilar. La densidad ósea parasutural aumenta, con el mismo nivel que en otras regiones del paladar (Fig. 46).

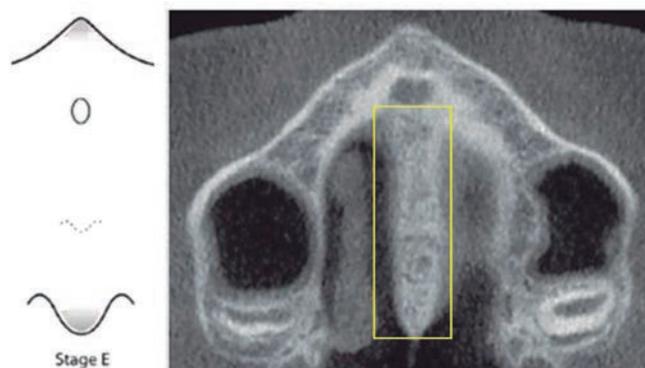
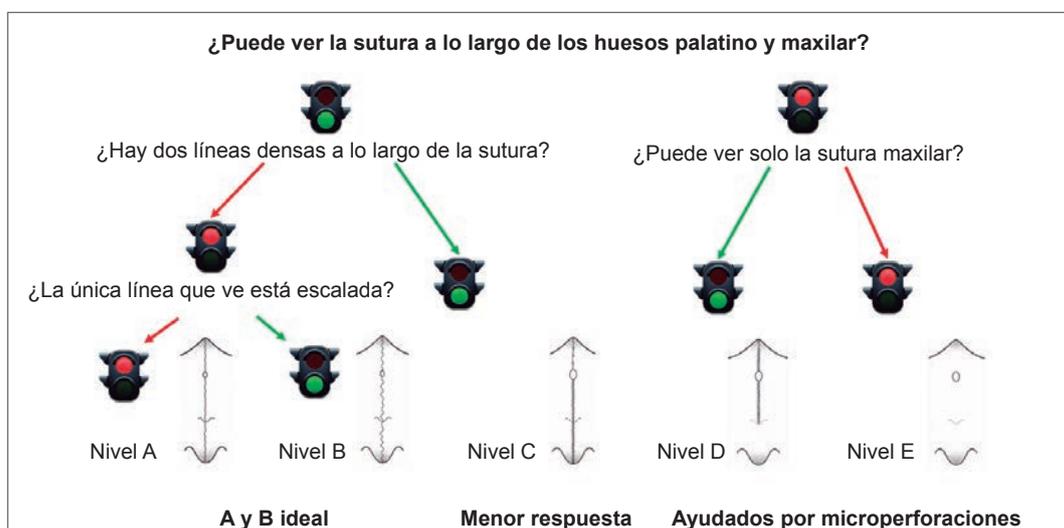


Fig. 46. Etapas de maduración de la sutura media palatina según el Dr. Anglieri: Etapa E.

En relación a la valoración del estadio sutural según imagen en CBCT sugerimos el uso del Esquema 1.



Esquema 1.

Este estudio no permite evaluar suturas cingumaxilares (zigomaxilar, zigomatotemporal, pterigopalatina) que podrían llegar a presentar resistencia anatómica a la disyunción.

Las imágenes obtenidas por CBCT son confiables.

## Tipos de disyuntores

Los disyuntores podrán ser dentosoportados, oseosoportados (anclados a microimplantes) o bien híbridos.

A edades tempranas, al tener garantía de que la sutura cederá a las fuerzas pesadas del disyuntor se puede hacer un apoyo de tipo dentario. La fuerza ejercida por el tornillo producirá una isquemia a nivel del ligamento periodontal que no permitirá que se inicie el movimiento dental ortodóncico (“hialinización”) recayendo la fuerza sobre la sutura media palatina. El signo patognomónico de la separación de la sutura es la aparición de un diastema interincisivo.

En 1881 W. H. Coffin diseñó un aparato con un resorte central de cuerda de piano que expansionaba el maxilar, pero fue E. H. Angell en 1860 quien diseñó el primero aparato que abría la sutura media palatina (Fig. 47a-c).

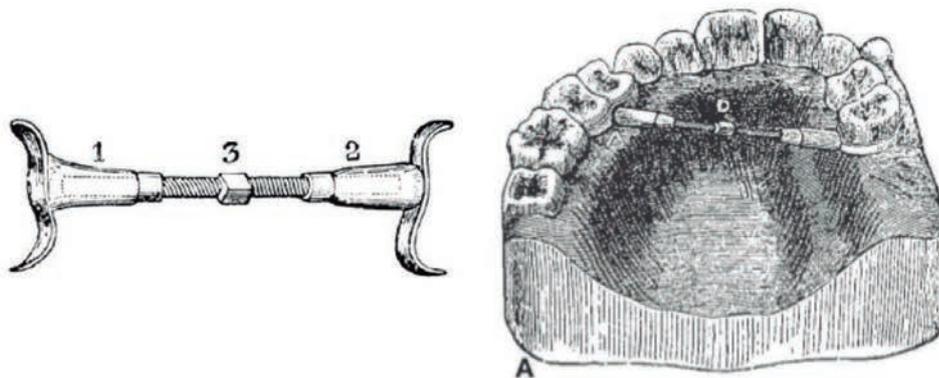


Fig. 47a-c. Coffin y su primer diseño de expansor.

Existen varios diseños de disyuntores dentosoportados. Es el Dr. Andrews Hass el que primero propone un diseño con apoyo dentario y un complemento acrílico con tornillo de expansión que favorece la expansión transversal.

El **disyuntor tipo Hyrax** se construye a partir del arrastre de bandas y soldado del disyuntor presentando una estructura simple.

El **disyuntor McNamara** presenta el tornillo de expansión conjuntamente con plataformas acrílicas (Figs. 48a-c).



Fig. 48. a) Disyuntor de Haas; b) Disyuntor Hyrax; c) Disyuntor de McNamara.

El disyuntor de tipo Hyrax no produce levante de la oclusión, con lo cual podremos tener mejor visualización del aumento transversal esquelético y es altamente higiénico. Este tipo de disyuntor requiere que los elementos de anclaje dentario posean un eje perpendicular a la basal para facilitar su inserción. Si los ejes dentarios estuvieran además con un exceso de torque negativo se dificulta su colocación.

El disyuntor de McNamara, al poseer plataformas acrílicas, facilita el descruce de la mordida por el destrabe de la oclusión y facilita desde el punto de vista del anclaje al aumentar la cantidad de dientes de soporte. Es ideal en aquellos elementos de poca altura coronaria o con coronas expulsivas (típica de la dentición temporaria). Es el diseño de elección cuando la atresia transversal se presenta con desviación de la mandíbula ya que las plataformas lisas permiten el centrado mandibular. La existencia de las plataformas también ejerce un control vertical ya que generan ligera intrusión.

Estos dispositivos son de elección en dentición temporaria y mixta.

El protocolo de activación para los disyuntores dentosoportados a edades tempranas es de tipo rápido. Este protocolo consiste en realizar 4 activaciones diarias (2 a la mañana y 2 a la tarde). Cada activación equivale a 0,20 mm ó 0,25 mm, dependiendo del tornillo. De este modo se lograría un aproximado de apertura de 1 mm diario.

La fuerza debe ser lo suficientemente intensa para que haya separación ortopédica de los segmentos maxilares, por separación de la sutura media palatina.

Se considera que una activación moderada/rápida produce la cantidad de fuerza necesaria (3 a 10 libras. 1 libra equivale a 450 gramos)<sup>28,29</sup>.

La contención de la expansión es importante. En pacientes en crecimiento, el tiempo necesario para la formación del callo óseo es de 3 meses.

A edades en que el paciente ya no posee potencial de crecimiento, aunque la sutura media palatina puede cerrarse, no necesariamente está fusionada. La alternativa de expansión es el MARPE (Microimplant Assisted Rapid Palatal Expansion) por medio del anclaje esquelético. Es ésta una alternativa clínicamente efectiva para las correcciones de las discrepancias transversales del maxilar en pacientes con estadios avanzados de maduración de la sutura media palatina.

Una serie de artículos de investigación comienzan a afirmar que aunque la sutura media palatina puede cerrarse cuando se evalúa radiográficamente, no necesariamente está fusionada<sup>30-32</sup>.

En el año 1980 se publica un trabajo de investigación en el que se realiza expansión maxilar en monos macacos asistida por microimplantes<sup>33</sup>.

En el año del 2008 se publica el reporte de un caso en el cual la disyunción fue asistida por microimplantes de modo que la fuerza de expansión no sea soportada por los elementos dentarios produciéndose una vestibulización con riesgo de daño a las tablas óseas en caso de no producirse la apertura de la sutura media palatina<sup>34</sup>.

Fueron apareciendo variados diseños de disyuntores anclados a microimplantes, ya sea de puro soporte esquelético con 4 microimplantes, híbridos con dos o cuatro microimplantes (Figs. 49a-c)<sup>35-44</sup>.



Fig. 49. a) Disyuntor híbrido con 2 microimplantes bicorticales; b) Disyuntor óseosoportado con 4 microimplantes interradiculares tipo Haas; c) Disyuntor óseosoportado con 4 microimplantes bicorticales.

Muchos estudios han defendido que la mayor parte de la resistencia a la separación de la sutura del paladar medio en adultos se debe a la fusión de las suturas circunmaxilares.

Existe la posibilidad de que la tomografía nos informe sobre la falta de fusión de la sutura, pero no es posible evaluar suturas circunmaxilares (zigomaxilar, zigomatotemporal, pterigopalatina) que podrían llegar a presentar resistencia anatómica a la disyunción.

Cuando el expansor se coloca en una posición más posterior, las fuerzas se concentran más cerca de las placas pterigoideas. Por tanto, se produce una apertura paralela de la sutura palatina anteroposterior y verticalmente, a diferencia de la expansión convencional, en la que la apertura toma la forma de una "V". En este caso la apertura es más paralela<sup>45-52</sup>.

Se hace imprescindible la valoración de la sutura media palatina con una tomografía de haz cónico (CBCT). La misma además permite la selección de los microimplantes a ser colocados debido a la gran variabilidad mucosa y ósea palatina entre los pacientes. La CBCT debe solicitarse con bajo FOV para mejorar resolución y en cortes coronales, sagitales y reconstrucción multiplanar<sup>53-57</sup>.

Preferentemente los microimplantes deben de ser bicorticales, tomando tanto la cortical palatina como la de piso de fosas nasales. De esta manera se le da mayor anclaje al disyuntor, y en caso de ser híbridos, en los que se toman además los molares, sirve más como estabilizador del dispositivo que como anclaje. En este caso la fuerza que llega a los dientes es menor y tomar a los molares sirve exclusivamente como un estabilizador del dispositivo. La bicorticalidad provee mayor estabilidad y mayor expansión siendo ésta más paralela. La profundidad del anclaje bicortical no parece ser significativa<sup>58</sup>.

Para la selección de los microimplantes bicorticales deben de medirse las longitudes del espesor óseo entre la cortical palatina y cortical de piso de fosas nasales, sumándole 1 mm ó 2 mm para asegurarse que la punta el microimplante atraviese la cortical nasal. Se debe agregar el espesor del tejido blando conjuntamente con el grosor del anillo de fijación del microimplante y la distancia que este anillo tiene con la superficie palatina (Figs. 50a-b).

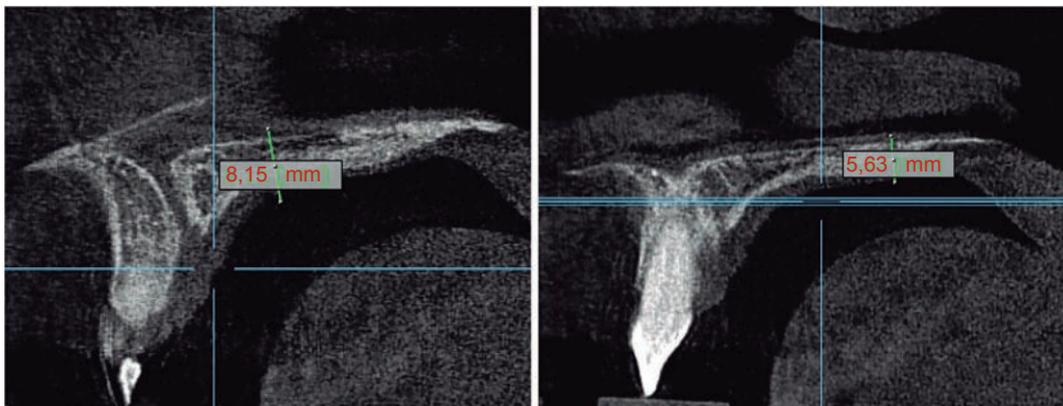


Fig. 50a-b. Medición en la CBCT para determinar la longitud de los microimplantes anteriores (a) y posteriores (b).

Una estrategia complementaria del MARPE es la realización de microsteoperforaciones lo que produce un debilitamiento de la sutura media palatina. Las mismas se realizan a partir de la segunda ruga palatina con una fresa para hueso con tope para lograr una penetración de unos 5 mm de profundidad. Las mismas se realizan cada 2 mm ó 3 mm sobre la sutura media palatina para generar RAP (Regional Acceleratory Phenomenon) lo que produce un aumento de la inflamación, activación osteoclástica, remodelación ósea y aceleración del movimiento dentario ortodóncico. Esta maniobra redundante en la aceleración del tratamiento (Fig. 51)<sup>59-67</sup>.

Se puede realizar una guía quirúrgica virtual para realizar las microsteoperforaciones especialmente en aquellos casos en donde en la CBCT se observe que la sutura media palatina se presente en forma sinuosa (Fig. 52).



Fig. 51. Se observan los puntos sangrantes de las ósteoperforaciones a nivel del rafe medio.

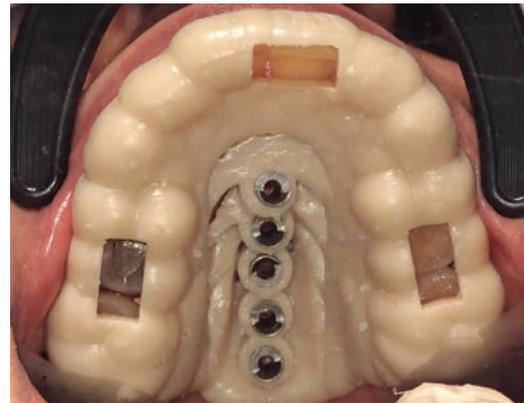


Fig. 52. Guía quirúrgica impresa para realización de las microperforaciones.

El protocolo utilizado para la activación en pacientes por encima de los 18 años es de tipo lenta. Se realiza 1/4 de vuelta por día hasta que se abra diastema. Ese cuarto diario equivale a 0,20 mm ó 0,25 mm, dependiendo de la marca del disyuntor. Una vez que se constata mediante la aparición del diastema que ocurrió, la separación de los hemimaxilares se continúa con 2/4 de vuelta hasta terminar la cantidad de milímetros según el tamaño de tornillo seleccionado.

El paciente debe ir realizando un registro de sus activaciones.

En pacientes adultos, el tiempo necesario para la formación del callo óseo es de 6 meses, por lo cual se debe procurar contención transversal por ese periodo de tiempo post expansión maxilar.

Este método ha borrado los límites tradicionales para realizar expansiones, y a pesar de ser una terapéutica que tiene un pronóstico reservado, su tasa de éxito es bastante alta<sup>68</sup>.

Si no se obtuvieran los resultados esperados con el MARPE, el paciente tiene dos alternativas. La posibilidad de realizar SARPE (Surgically Assisted Rapid Palatal Expansion), es decir, producir el debilitamiento intraquirúrgico de las estructuras que impiden la expansión. Se realiza una osteotomía de tipo Lefort I, pero sin realizar la downfracture (descenso del maxilar superior), como así también la corticotomía del sector anterior a nivel interincisivo. Algunas técnicas incluyen la ruptura de la unión entre la tuberosidad y las placas pterigoideas. Se inicia la apertura del dispositivo dentro del quirófano y en los días subsiguientes, el paciente continúa con la activación del disyuntor produciéndose una verdadera distracción ósea.

Si el paciente ha de recibir cirugía ortognática para resolver problemáticas en otros sentidos del espacio, ya sea anomalías esqueléticas sagitales o verticales, se realiza en el mismo acto quirúrgico mediante la segmentación del maxilar superior como un procedimiento más de la cirugía ortognática.

## Efectos de la disyunción

La disyunción es un procedimiento ortopédico muy eficaz, cuyos principales efectos son:

- a. **CLÍNICOS:** Al aumentar la distancia transversal del maxilar por separación de ambas hemiarcadas, el primer síntoma clínico es la aparición del diastema interincisivo, que es considerado como el signo patognomónico de la disyunción (Fig. 53). El cierre del diastema anterior pasa por distintos estadios pero se hace por acción de la tracción de las fibras transeptales (Figs. 54a-d y 55a-b).



Fig. 53. Aparición del diastema interincisivo característico.

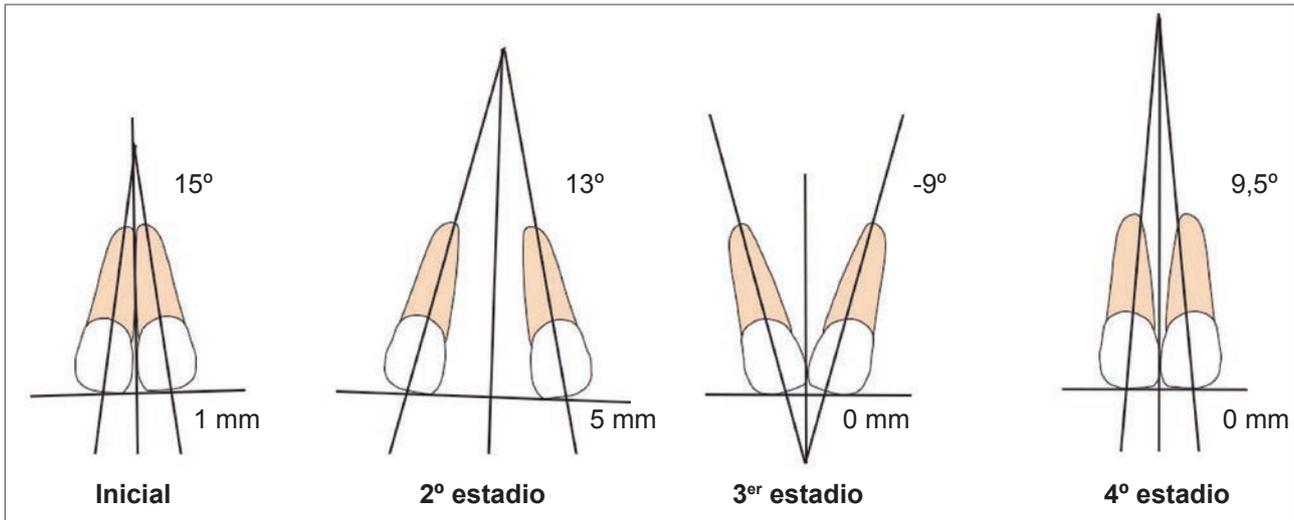


Fig. 54. El cierre del diastema anterior pasa por distintos estadios a) Inicial; b) 2º estadio; c) 3er estadio; d) 4º estadio.



Fig. 55a-b. Proceso natural de cierre del diastema interincisivo.

Por cada 1 mm de expansión del segundo molar temporal, se pueden predecir 0,91 mm de expansión permanente del primer molar. Un aparato RME anclado a los segundos molares temporales es eficaz para expandir los primeros molares permanentes y ayuda a reducir el riesgo de complicaciones para los dientes permanentes (Figs. 56a-c)<sup>6</sup>.



Fig. 56a-c. Se observa el cambio en el ancho maxilar.

Combinando la expansión palatina rápida con la tracción posteroanterior, es posible mejorar la magnitud y velocidad de corrección esquelética sin efectos secundarios a nivel dental<sup>70</sup>.

Además, los hallazgos de Huang et al. sugieren que la ERM genera un aumento del ancho nasal, de la boca y del filtrum<sup>71</sup>.

- b. **MODELOS:** Adkins et al. demostraron que por cada milímetro de incremento transversal, se produce un aumento de 0,7 mm en el perímetro del arco (Figs. 57a-b)<sup>72</sup>.



Fig. 57a-b. Medición en calibre digital del cambio del ancho intermolar post disyunción

Se produce una verticalización de los elementos inferiores secundariamente a la expansión por las fuerzas oclusales resultantes.

Los elementos que soportan el apoyo del disyuntor sufren torque vestibular promedio de 6° (+/- 6) (Fig. 58)<sup>72</sup>

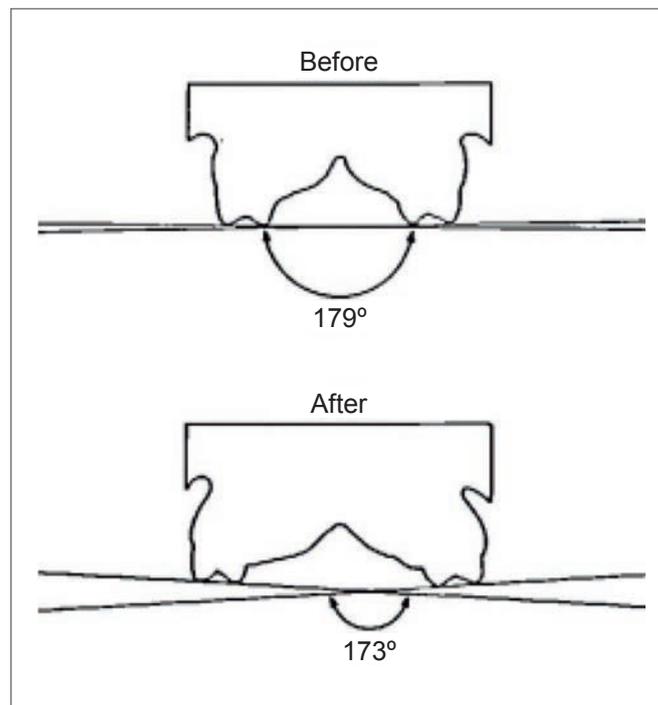


Fig. 58.

- c. **SUTURAL:** ambas mitades del hueso aparecen separadas (entre ellas, fibras colágenas distendidas y osteoblastos). Permanecen íntegros la mucosa palatina, nasal y periostio. La sutura palatina adquiere un aspecto de callo de fractura (el espacio se llena de líquido y sangre). Al cabo de 3 a 6 meses, la sutura restablece su integridad por el depósito de nuevo hueso.

Tanto los huesos cigomáticos como esfenoides de la base craneal, generan resistencia durante la expansión. Por lo tanto, la separación de los huesos maxilares se reduce de forma triangular, con el vértice hacia la cavidad nasal y la base en el mismo nivel que el proceso palatino, los que resulta en una mayor apertura anterior que posterior (Fig. 59)<sup>73,74</sup>.

Igualmente ocurre desde una vista palatina (Fig. 60). La expansión esquelética disminuye de adelante hacia atrás.

La inclinación dentoalveolar aumenta de adelante hacia atrás<sup>75</sup>.

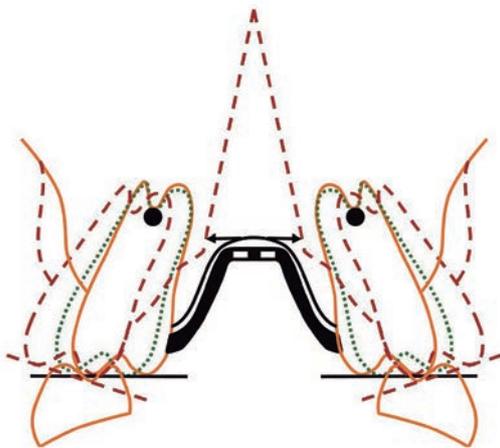


Fig. 59.

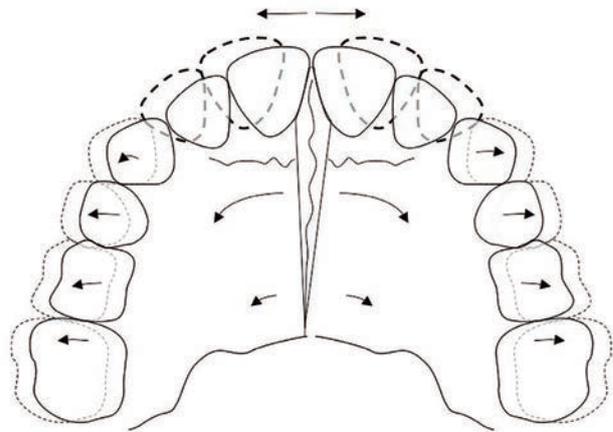


Fig. 60.

Otra consecuencia de la disyunción es el adelantamiento y descenso del punto A (Fig. 61). Esto se ve demostrado en el caso clínico de las figuras 62a, 62b y 62c.

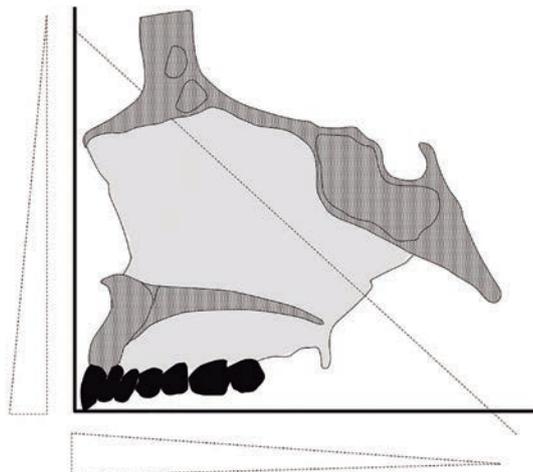


Fig. 61. Fulcrum de rotación durante la disyunción.



Fig. 62a-c.

También se produce un cambio a nivel de las suturas circunmaxilares. Según Cantarella et al., por cada milímetro de movimiento lateral de incremento de la distancia intergomática, la sutura cigómatomaxilar rota  $0,6^\circ$  (Fig. 63)<sup>76</sup>.

Con la utilización de MARPE, la expansión ósea resultó ser casi paralela en la vista axial. Sorprendentemente, la sutura pterigopalatina se puede dividir mediante un dispositivo de disyunción sin la intervención quirúrgica (Fig. 64)<sup>77</sup>.

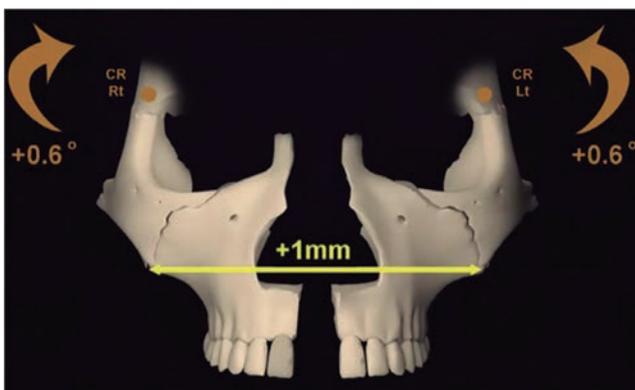


Fig. 63. Cantarella D, Dominguez-Mompell R, Moschik C, Mallya SM, Pan HC, Alkahtani MR, Elkenawy I, Moon W. Midfacial changes in the coronal plane induced by microimplant-supported skeletal expander, studied with cone-beam computed tomography images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2018 Sep;154(3):337-45

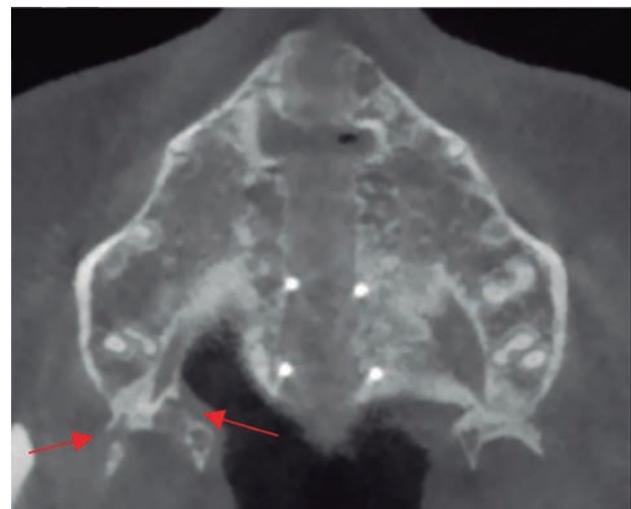


Fig. 64. Colak O, Paredes NA, Elkenawy I, Torres M, Bui J, Jahangiri S, Moon W. Tomographic assessment of palatal suture opening pattern and pterygopalatine suture disarticulation in the axial plane after midfacial skeletal expansion. *Prog Orthod.* 2020 Jul 20;21(1):21. doi: 10.1186/s40510-020-00321-9.

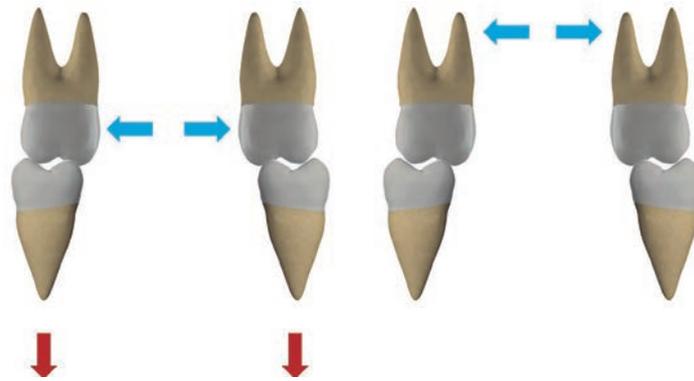
La cantidad de división en PNS fue el 90% de la de ANS, lo que demuestra que la apertura de la sutura del paladar medio era casi perfectamente paralela anteroposteriormente.

Aberturas entre las placas lateral y medial del proceso pterigoideo fueron detectables en el 53% de las suturas ( $P < 0,05$ ). No se encontraron diferencias significativas en la magnitud y frecuencia de la apertura de la sutura entre hombres y mujeres. La correlación entre edad y apertura de la sutura fue insignificante (rango  $R^2$ , 0,3-4,2%)<sup>78</sup>.

¿Por qué la sutura se separa más en paralelo?

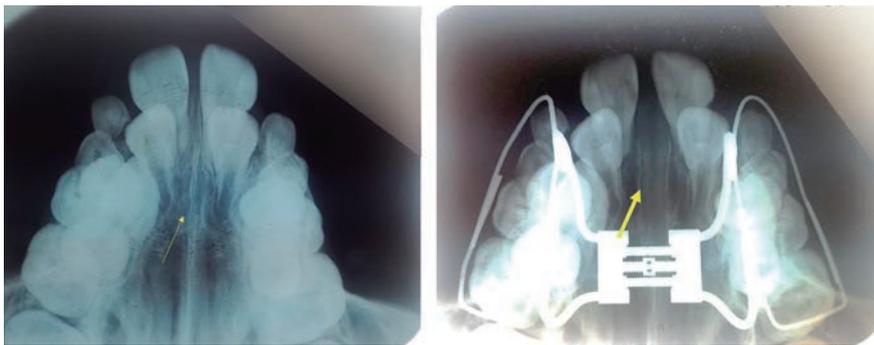
- En la expansión palatina convencional, las fuerzas se aplican a los dientes por debajo del centro de resistencia del maxilar. Este sistema de fuerzas genera un vuelco bucal dentoalveolar y una apertura en "V" invertida. La cantidad de impulso generado está directamente asociada con la profundidad palatina.

- En MARPE, las fuerzas se aplican directamente en el centro de resistencia maxilar mediante la utilización de microimplantes, que prácticamente elimina las fuerzas de inclinación de los dientes posteriores y promueve una apertura de sutura más paralela en una vista coronal (Fig. 65a-b).



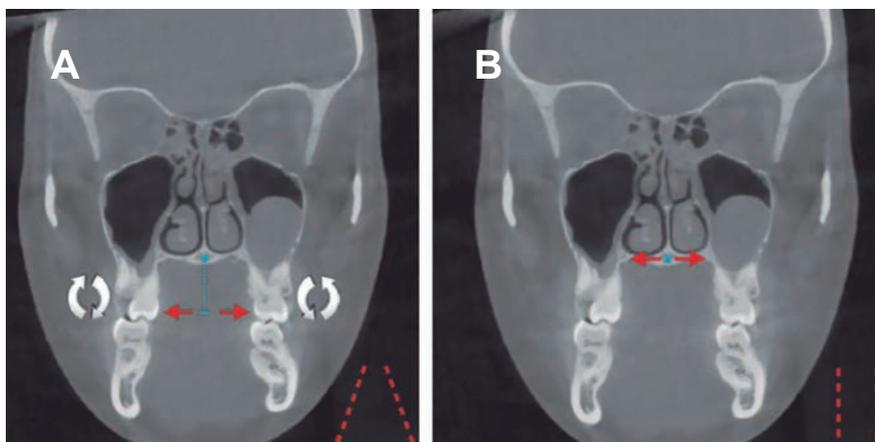
*Fig. 65a-b. El punto de aplicación de la fuerza en el sistema MARPE ocurre sobre el CR del maxilar superior en comparación con los disyuntores dentosoportados.*

- d. **RADIOGRÁFICOS:** los efectos post disyunción en pacientes en crecimiento podemos evaluarlos en una radiografía oclusal superior (Fig. 66a-b).



*Fig. 66a-b.*

En los pacientes adultos se puede valorar en la CBCT la apertura más paralela (Fig. 49). Esto también permite valorar el mantenimiento del torque molar (Figs. 67a-b).



*Fig. 67. a) Disyunción dentosoportada; b) Disyunción con MARPE.*

En una telerradiografía de perfil, vemos que hay un desplazamiento del maxilar hacia abajo y una extrusión de los dientes de soporte, provocando una rotación mandibular hacia abajo y atrás. Esta rotación produce cambios cefalométricos como aumentos a nivel de la inclinación del plano mandibular, aumentando la altura facial anterior y un adelantamiento de la convexidad facial (Fig. 68)<sup>79,80</sup>.

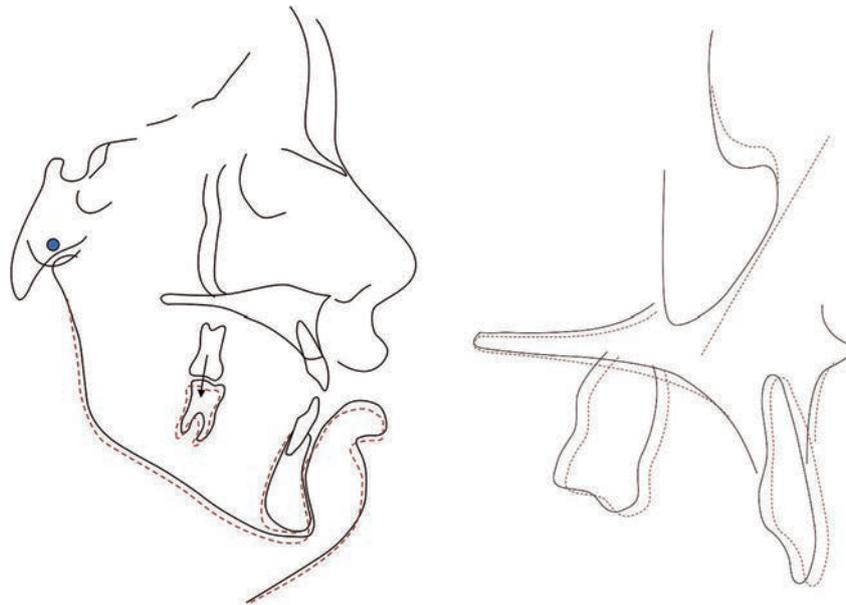


Fig. 68.

- e. **VÍAS AÉREAS:** la disyunción, crea un aumento significativo en el volumen del pasaje nasal, pero no se observa un cambio significativo en la región de las vías respiratorias orofaríngeas<sup>81</sup>.

Anatómicamente, hay un aumento en el ancho de la cavidad nasal inmediatamente después de la expansión, mejorando así la respiración. La cavidad nasal tiene una ganancia promedio de ancho en 1,9 mm<sup>82</sup>.

Se producen además cambios en las vías respiratorias nasales después de la expansión maxilar, tanto frente a disyuntores dentosoportados u oseosoportados<sup>83-85</sup>. Se puede observar:

- Un aumento de la dimensión de la faringe.
  - Una mejora indirecta del espacio orofaríngeo por la modificación de la posición de reposo de la lengua.
  - Cambios en las estructuras anatómicas
  - Aumento del flujo de aire nasal.
  - Mejoras de la función nasofaríngea.
  - Reducción de los problemas nasorespiratorios.
- f. **CAMBIOS FACIALES:** En cuanto a los efectos del MARPE sobre el complejo nasomaxilar, se observan cambios en las mejillas y regiones paranasales, comisura labial y mentón, reflejando los movimientos esqueléticos y dentales subyacentes aunque todos los cambios son menores.

Se puede observar un aumento, en el rango de 1 a 3 mm, en la proyección cutánea en las áreas paranasales y mejillas<sup>86,87</sup> (Fig. 69).

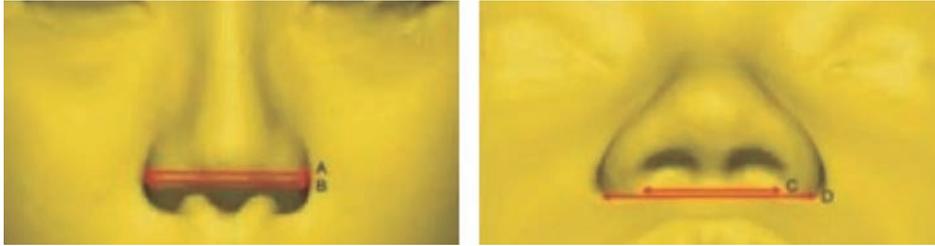


Fig. 69a-b. Lee SR, Lee JW, Chung DH, Lee SM. Short-term impact of microimplant-assisted rapid palatal expansion on the nasal soft tissues in adults: A three-dimensional stereophotogrammetry study. *Korean J Orthod.* 2020 Mar;50(2):75-85.

Existen pocos EFECTOS ADVERSOS con el uso de esta aparatología, entre los que podemos encontrar los siguientes:

1. **Reabsorción de raíces.**
2. **Inclinación de elementos posteriores a vestibular.**
3. **Desgarramiento de la mucosa palatina.**
4. **Accidentes clínicos.**
5. **Bacteriemia transitoria.**

1. **Reabsorción de raíces:** Durante la fase activa de la RME, se transmiten grandes fuerzas al maxilar, provocando una hialinización del ligamento periodontal que evita movimiento de las piezas dentarias.

En una revisión bibliográfica realizada por Lo Giudice et al. evaluaron la reabsorción radicular con CBCT luego de la RME, concluyendo que existía una pérdida de volumen radicular en las piezas posteriores, principalmente a nivel del primer molar<sup>88</sup>.

2. **Inclinación de los elementos posteriores a vestibular:** Se observó que luego de la RME, se pueden presentar efectos adversos en los tejidos circundantes y en los mismos dientes como una inclinación a vestibular (Fig. 70).

La evaluación con CBCT, nos muestra un adelgazamiento del hueso alveolar en su pared vestibular a nivel de los primeros molares menor a 1 mm.



Fig. 70a-b. Se observa en la CBCT el aumento de torque positivo.

Es importante tener en cuenta que en la Expansión Lenta del maxilar (disyuntores dentosoportados), ocasiona pérdidas más graves del hueso alveolar a nivel vestibular<sup>89</sup>.

3. **Desgarramiento de la mucosa palatina:** Esto solía ocurrir con los disyuntores tipo Hass, cuyo acrílico podía producir una lesión en la mucosa palatina al ir produciéndose la expansión ósea.
4. **Accidentes clínicos:** Uno de los riesgos asociados a la activación de la RME es la deglución accidental del instrumental utilizado para la activación del tornillo, conocido como llave de activación, que puede ser sólo un alambre (Fig. 71). Podemos evitarlo usando un mango largo (Fig. 72)<sup>90</sup>.



Fig. 71.



Fig. 72.

5. **Bacteriemias transitorias:** Durante la RME, algunos pacientes son incapaces de mantener una correcta higiene y un efectivo control de la placa bacteriana, lo que genera una inflamación gingival de moderada a severa. En el estudio realizado por Rosa et al. con disyuntores tipo Hass, el 50 % de los pacientes desarrollaron una bacteriemia transitoria que se mantiene hasta después del 5º día del retiro del aparato. Esto puede ser evitado con el uso de duchas bucales y con clorhexidina (Fig. 73)<sup>91</sup>.



Fig. 73.

El tratamiento de DISYUNCIÓN presenta muchas VENTAJAS:

- Tratamiento aparentemente libre de dolor.
- La sutura media palatina ofrece muy poca resistencia a su apertura en pacientes en crecimiento.
- Los dientes mandibulares sin tratar fueron enderezados o expandidos posiblemente en respuesta a la alteración de las fuerzas de oclusión y el cambio en el balance muscular.
- Rapidez de tratamiento. Dos a tres semanas. Dependerá del tipo de activación realizada.
- Cantidad de expansión variable.
- Permite la sobrecorrección y con esto asegurar la óptima relación de los procesos alveolares.
- Facilita la función respiratoria nasal al ensancharse el piso de fosas nasales.
- Permite la posición alta de la lengua por el aumento transversal maxilar.
- Corrige secundariamente la mordida cruzada anterior por el movimiento de la premaxila hacia delante y lateralmente.

### Contraindicaciones:

- Mordidas cruzadas laterales con buen ancho maxilar.
- Es desfavorable en perfiles convexos ya que el que el punto A se adelanta aumentando la convexidad.

## Casos clínicos

A continuación desarrollaremos el caso de una paciente que recibe tratamiento de expansión maxilar mediante el uso de disyuntor tipo Hyrax (Figs. 74 a 79).

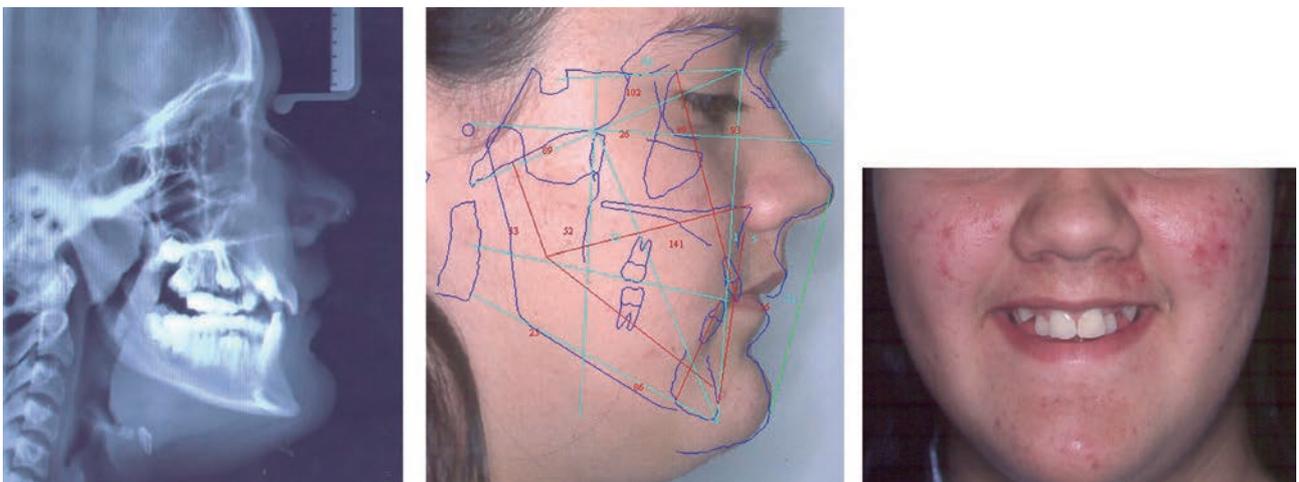


Fig. 74a-c. Paciente braquifacial. 13 años.



Fig. 75a-e. Compresión transversal superior. Mordida cruzada ósea bilateral.

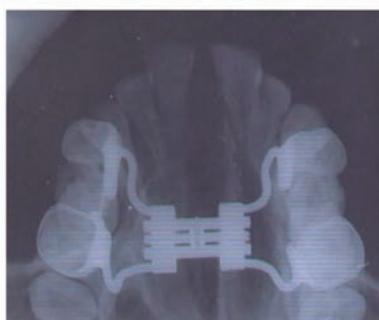


Fig. 76a-c. Disyuntor tipo Hyrax. Diastema interincisivo superior.



Fig. 77a-c. Fase multibracket.



Fig. 78. Finalizacion.



Fig. 79. Sonrisa final.

El siguiente caso corresponde al uso de un disyuntor McNamara con ganchos para uso de mascarilla para tracción posteroanterior a edad temprana (Figs. 80 a 87), seguido por un caso de similares características pero concluyendo el crecimiento (Figs. 88 a 95).

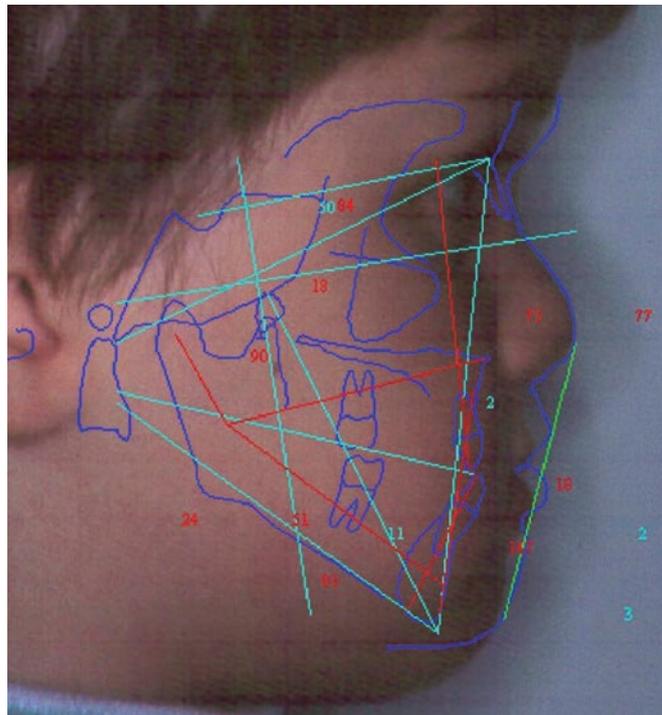


Fig. 80. Paciente de 4 años de edad con Clase III por maxilar superior atrésico.



Fig. 81a-c. Mordida cruzada ósea transversal y anteroposterior por atresia del maxilar superior.



Fig. 82. Disyuntor McNamara.  
Diastema interincisivo.

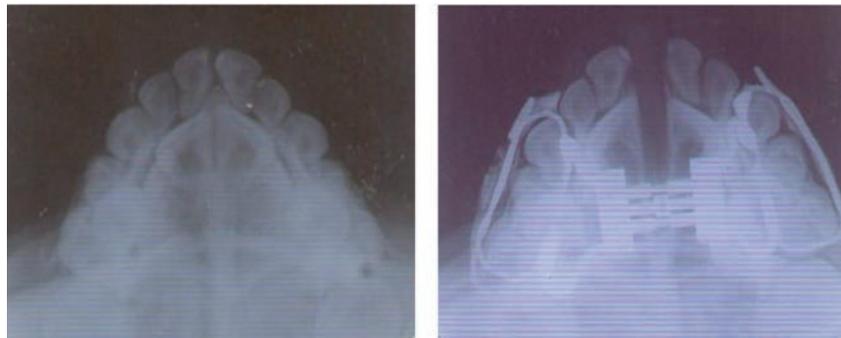


Fig. 83a-b. Radiografías oclusales pre y post disyunción.

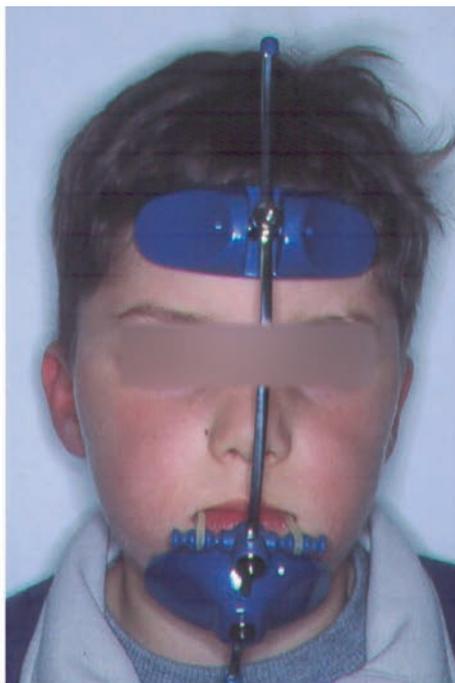


Fig. 84a-d. Gotera para tracción posteroanterior con máscara de Petit.



Fig. 85a-c. Oclusión final.

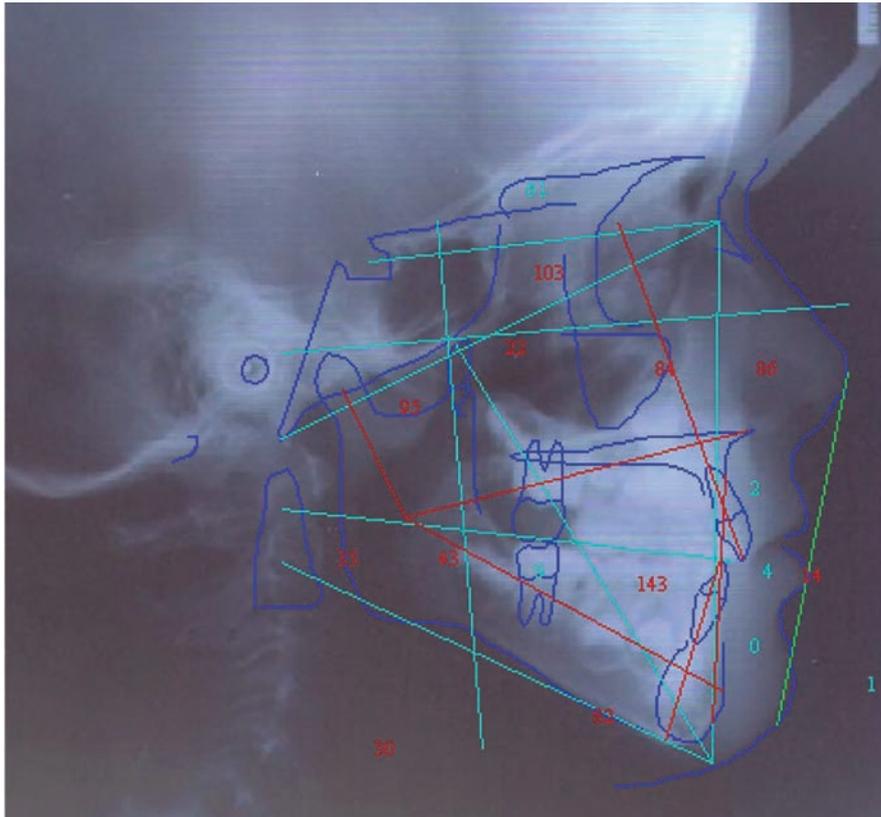


Fig. 86. Cefalograma post-ortopedia del maxilar superior.



Fig. 87a-c. Fotos intraorales bucales post-ortopedia.



Fig. 88a-c. Paciente adolescente femenino.

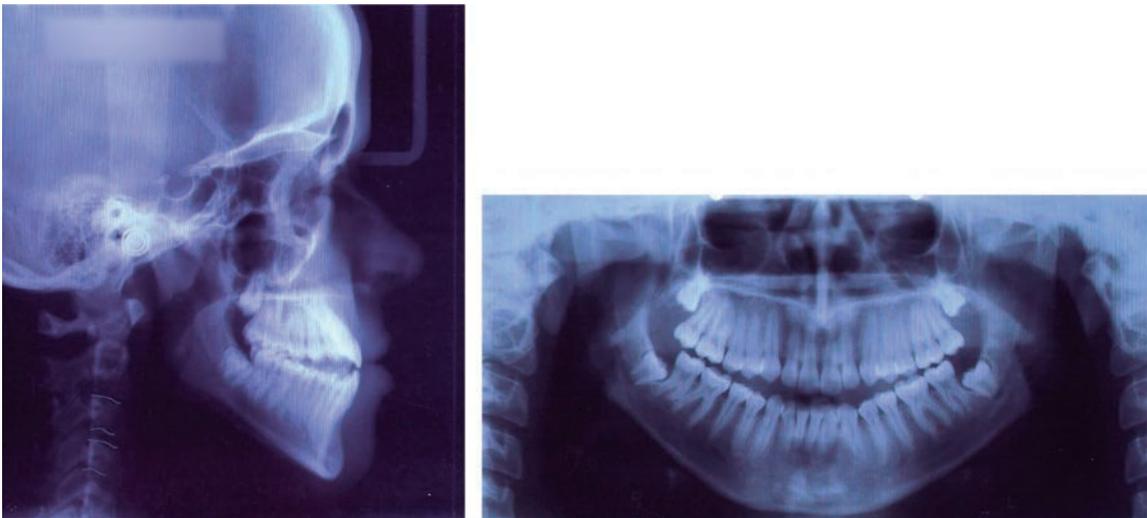


Fig. 89a-b. Dolicofacial. Clase III por maxilar y mandíbula. Vértebras cervicales en estadio 4, con posibilidades de utilizar disyuntor dentosoportado.



Fig. 90a-c. Mordida cruzada ósea bilateral y anterior. Mordida abierta anterior.

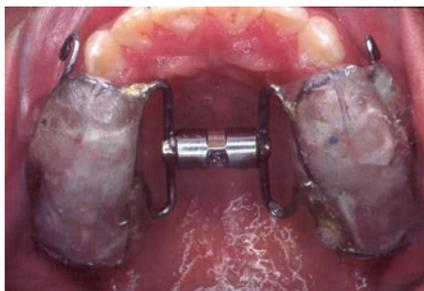


Fig. 91. Disyuntor McNamara con ganchos para máscara. Se eligió este diseño para control vertical.



Fig. 92. Apertura del diastema.

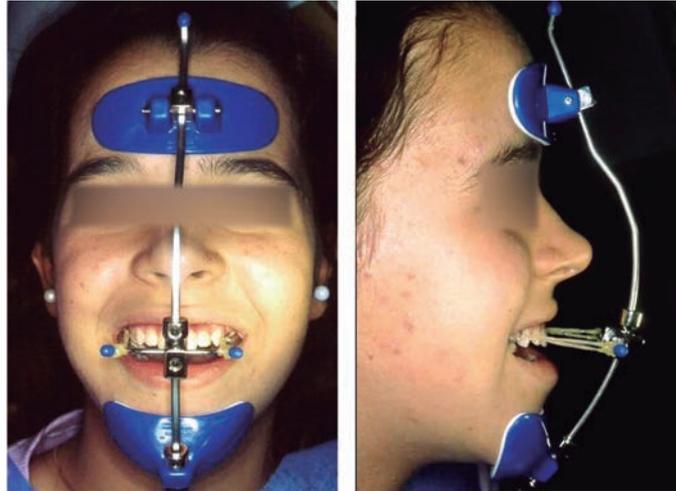


Fig. 93a-b. Fase mascarilla.



Fig. 94a-c. Finalización fase multibrackets.



Fig. 95 a-c. Caso finalizado con correcto overjet anterior y posterior.

Se muestran dos casos de expansión con MARPE, en pacientes adultos con disyuntor tipo Haas anclado a cuatro microimplantes (Figs. 96 a 106) y con microimplantes bicorticales (Figs. 107 a 112).



Fig. 96. Sonrisa donde se observan amplios corredores bucales.



Fig. 97a-e. Mordida cruzada bilateral por maxialr superior



Fig. 98. Cone Beam, donde se observa que estaría en el estadio C.

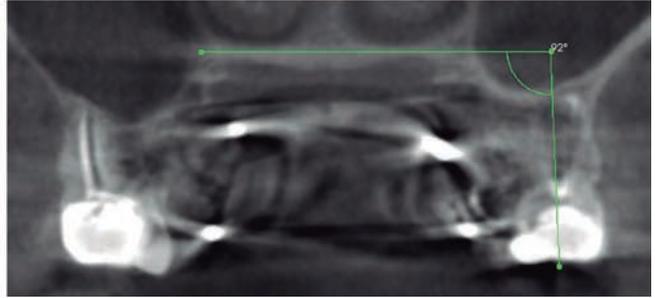
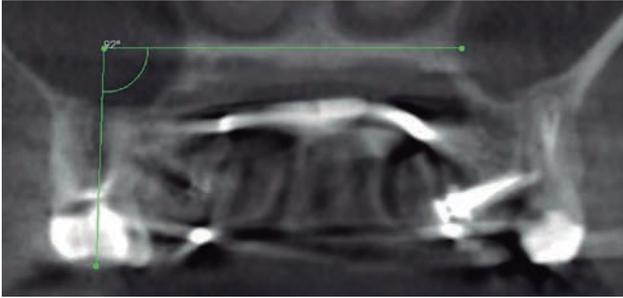


Fig. 99a-b. Se midieron los torques de los molares pre-disyunción.



Fig. 100. Disyuntor Hass con 4 microtornillos interradiculares.



Fig. 101. Disyunción realizada.

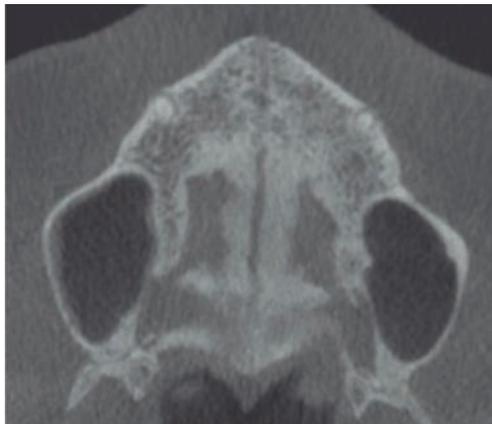


Fig. 102. Apertura de la sutura media palatina.

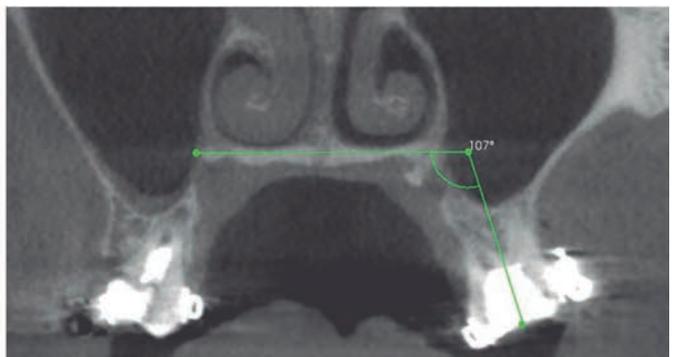
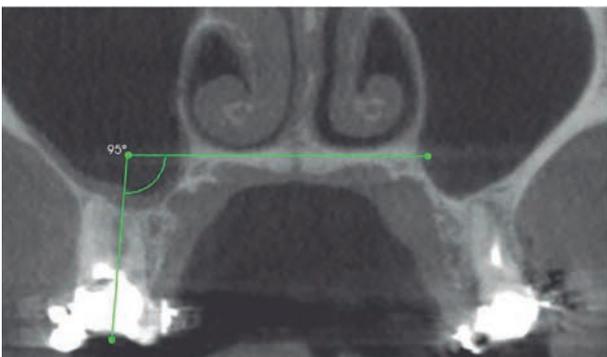


Fig. 103a-b. Se observó que hubo un aumento de torque a nivel del 26.



Fig. 104a-c. Fase multibracket.



Fig. 105a-f. Oclusión final. Óptimos overjet y overbite.



Fig. 106. Sonrisa final. Se observa el cambio a nivel de los corredores bucales.



Fig. 107a-b. Paciente adulta (48 años). Atresia transversal maxilar.



Fig. 108a-c. Se observo en la Cone Beam la discrepancia transversal Mx-Md.

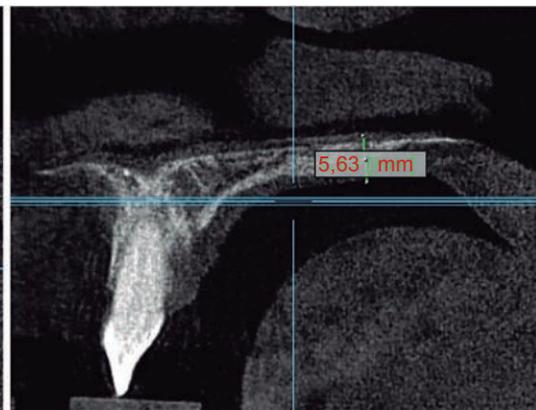


Fig. 109a-b. Mediciones en la Cone Beam para la elección de microtornillos anteriores y posteriores. Se utilizaron microimplantes de 1,8 mm de grosor.



Fig. 110a-b. MARPE (Peclab, Brasil).



Fig. 111a-b. Disyunción realizada.

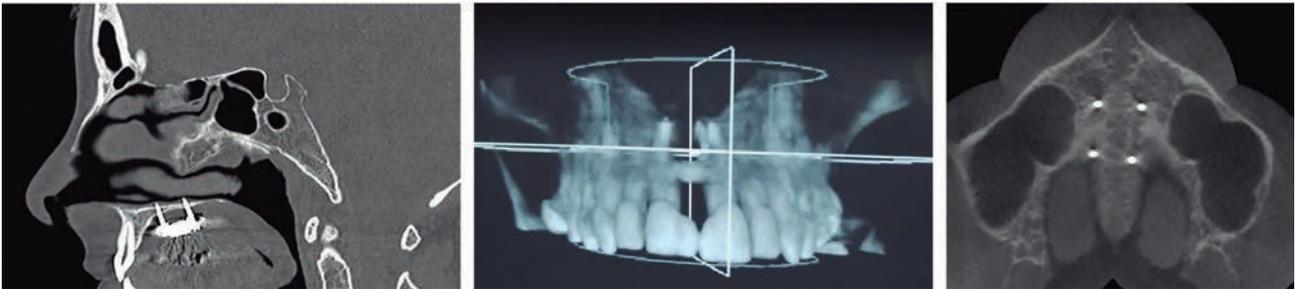


Fig. 112a-c. Cone Beam post-disyunción.

Por último, se muestra un caso de segmentación del maxilar superior como procedimiento adicional de una cirugía ortognática (Figs. 113 a 118).



Fig. 113a-c. Paciente adulto Clase III esquelética por maxilar superior en retroposición, desvío mandibular y exceso vertical del mentón.



Fig. 114a-c. Mordida cruzada posterior y borde a borde anterior. Tratamiento previo con 4 exodoncias.



Fig. 115. Preparación prequirúrgica de diastema interincisivo para permitir la segmentación maxilar.

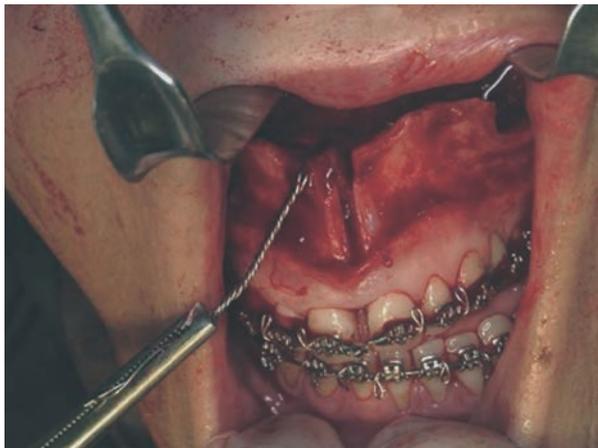


Fig. 116. Segmentación del maxilar superior.

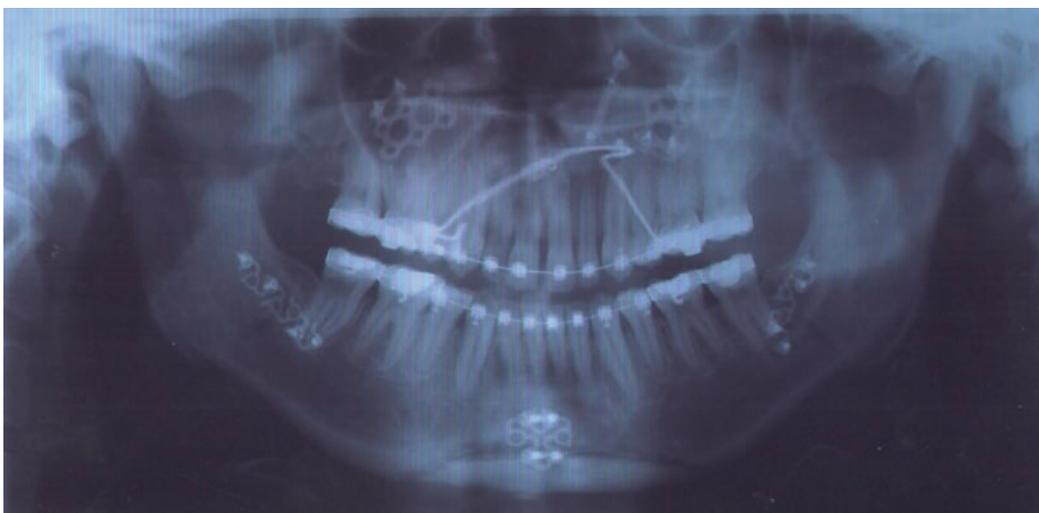


Fig. 117. Control de miniplacas en ortopantomografía.



Fig. 118a-e. Registros finales.

La expansión del maxilar superior ha sido una preocupación para los ortodoncistas debido a las implicancias funcionales y estéticas que conlleva un maxilar superior estrecho. Es importante establecer la etiología de la mordida cruzada para poder elegir la terapéutica adecuada y minimizar la recidiva. Hoy en día, la posibilidad que nos provee el anclaje esquelético ha movido los límites anteriormente dispuestos, pudiendo resolver problemas esqueléticos en forma sencilla y predecible en pacientes sin potencial de crecimiento.

## Bibliografía

1. Majid ZSA, Abidia RF. Effects of malocclusion on oral health related quality of life (OHRQoL): A critical review. *Eur Sci J.* 2015;11(21):386-400.
2. MacGinnis M, Chu H, Youssef G, Wu KW, Machado AW, Moon W. The effects of micro-implant assisted rapid palatal expansion (MARPE) on the nasomaxillary complex--a finite element method (FEM) analysis. *Prog Orthod.* 2014 Aug 29;15(1):52. doi: 10.1186/s40510-014-0052-y.
3. Lee KJ, Park YC, Park JY, Hwang WS. Miniscrew-assisted nonsurgical palatal expansion before orthognathic surgery for a patient with severe mandibular prognathism. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010 Jun;137(6):830-9.
4. Bravo González LA. Manual de ortodóncica. Madrid (España):Síntesis; 2003. pp. 617-48.
5. Scavone H Jr, Ferreira RI, Mendes TE, Ferreira FV. Prevalence of posterior crossbite among pacifier users: a study in the deciduous dentition. *Braz Oral Res.* 2007 Apr-Jun;21(2):153-8.
6. Ronay V, Miner RM, Will LA, Arai K. Mandibular arch form: the relationship between dental and basal anatomy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008 Sep;134(3):430-8.
7. McNamara JA. Maxillary transverse deficiency. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000 May;117(5):567-70.
8. Angle EH. Treatment of malocclusions of the teeth: Angle's system. 7th Edition. Philadelphia (PL, USA): SS White Dental Manufacturing Co.;1907.
9. Hellman M. Variation in occlusion. *Dent Cosmos.* 1921;63(6):608-19.

10. van Keulen C, Martens G, Dermaut L. Unilateral posterior crossbite and chin deviation: is there a correlation? *Eur J Orthod.* 2004 Jun;26(3):283-8.
11. Thilander B, Bjerklin K. Posterior crossbite and temporomandibular disorders (TMDs): need for orthodontic treatment? *Eur J Orthod.* 2012 Dec;34(6):667-73.
12. Lundström AF. Malocclusion of the teeth regarded as a problem in connection with the apical base. *Int J Orthod Oral Surg Radiogr.* 1925;9:591-602.
13. Andrews LF, Andrews WA. The six elements of orofacial harmony. *Andrews J Orthod Orofac Harmony.* 2000;1:13-22.
14. Andrews WA. Andrews Analysis. En: *Syllabus of the Andrews Orthodontic Philosophy.* 9th Edition. Six Elements Course Manual, 2001.
15. Ojeda FY. Análisis descriptivo del Wala Ridge en la discrepancia ósea maxilomandibular en ortodoncia. Universidad Complutense de Madrid. Madrid; 2016.
16. Hayes J. A clinical approach to identify transverse discrepancies. Presentation to the Pennsylvania Association of Orthodontists, Philadelphia; March 2003. doi: 10.13140/2.1.4684.3840.
17. Ricketts RM. Cephalometric analysis and synthesis. *Angle Orthod.* 1961;31(3):141-56.
18. Tamburrino RK, Boucher NS, Vanarsdall RL, Secchi A. The transverse dimension: diagnosis and relevance to functional occlusion. *RWISO J.* 2010 Sep;2(1):13-22.
19. Proceso de maduración de las vertebrales cervicales por edad. En: D'Escrivan de Saturno L. *Ortodoncia en dentición mixta.* Caracas (Venezuela): Amolca; 2007.
20. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA Jr. The cervical vertebral maturation (CVM). Method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. *Semin Orthod.* 2005 Sep;11(3):119-29.
21. Santiago RC, de Miranda Costa LF, Vitral RW, Fraga MR, Bolognese AM, Maia LC. Cervical vertebral maturation as a biologic indicator of skeletal maturity. *Angle Orthod.* 2012 Nov;82(6):1123-31.
22. Lux CJ, Conradt C, Burden D, Komposch G. Transverse development of the craniofacial skeleton and dentition between 7 and 15 years of age--a longitudinal postero-anterior cephalometric study. *Eur J Orthod.* 2004 Feb;26(1):31-42.
23. Melsen B. Palatal growth studied on human autopsy material. A histologic microradiographic study. *Am J Orthod.* 1975 Jul;68(1):42-54.
24. Jaju PP, Jaju SP. Cone-beam computed tomography: Time to move from ALARA to ALADA. *Imaging Sci Dent.* 2015 Dec;45(4):263-5.
25. Zamora Martínez N, Paredes Gallardo V, Cibrián Ortiz de Anda RM, Gandía Franco JL. Evaluación de las dosis de radiación con los sistemas de tomografía computerizada de haz cónico en ortodoncia. *Rev Esp Ortod* 2011;41(1):17-22.
26. Ludlow JB. Diagnóstico de imagen dental, dosis y riesgos (con hincapié en dosimetría de la tomografía computerizada de haz cónico). *Rev Esp Ortod.* 2011;41(1):5-16.
27. Angelieri F, Franchi L, Cevidanes LHS, Gonçalves JR, Nieri M, Wolford LM, McNamara JA Jr. Cone beam computed tomography evaluation of midpalatal suture maturation in adults. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2017 Dec;46(12):1557-61.
28. Goeckner K, Pepakayala V, Nervina J, Gianchandani Y, Kapila S. Three-Dimensional Force Measurements During Rapid Palatal Expansion in Sus scrofa. *Micromachines (Basel).* 2016 Apr 12;7(4):64. doi: 10.3390/mi7040064.
29. Agarwal A, Mathur R. Maxillary expansion. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2010 Sep-Dec;3(3):139-46.
30. Handelman CS. Nonsurgical rapid maxillary alveolar expansion in adults: A clinical evaluation. *Angle Orthod.* 1997;67(4):291-305.
31. Handelman CS, Wang L, BeGole EA, Haas AJ. Nonsurgical rapid maxillary expansion in adults: report on 47 cases using the Haas expander. *Angle Orthod.* 2000 Apr;70(2):129-44.
32. Stuart DA, Wiltshire WA. Rapid palatal expansion in the young adult: time for a paradigm shift? *J Can Dent Assoc.* 2003 Jun;69(6):374-7.

33. Turley PK, Shapiro PA, Moffett BC. The loading of bioglass-coated aluminium oxide implants to produce sutural expansion of the maxillary complex in the pigtail monkey (*Macaca nemestrina*). *Arch Oral Biol.* 1980;25(7):459-69.
34. Garib DG, Navarro R, Francischone CE, Oltramari PV. Rapid maxillary expansion using palatal implants. *J Clin Orthod.* 2008 Nov;42(11):665-71.
35. Winsauer H, Vlachojannis J, Winsauer C, Ludwig B, Walter A. A bone-borne appliance for rapid maxillary expansion. *J Clin Orthod.* 2013 Jun;47(6):375-81; quiz 388.
36. Gholinia F, Dalili Kajan Z, Irannezhad Z. Nonsurgical miniscrew-assisted rapid palatal expansion in an adult patient. *J Dentomaxillofac Radiol Pathol Surg.* 2018;7(2):85-93.
37. Choi SH, Shi KK, Cha JY, Park YC, Lee KJ. Nonsurgical miniscrew-assisted rapid maxillary expansion results in acceptable stability in young adults. *Angle Orthod.* 2016 Sep;86(5):713-20.
38. Carlson C, Sung J, McComb RW, Machado AW, Moon W. Microimplant-assisted rapid palatal expansion appliance to orthopedically correct transverse maxillary deficiency in an adult. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016 May;149(5):716-28.
39. Park JJ, Park YC, Lee KJ, Cha JY, Tahk JH, Choi YJ. Skeletal and dentoalveolar changes after miniscrew-assisted rapid palatal expansion in young adults: A cone-beam computed tomography study. *Korean J Orthod.* 2017 Mar;47(2):77-86.
40. Brunetto DP, Sant'Anna EF, Machado AW, Moon W. Non-surgical treatment of transverse deficiency in adults using Microimplant-Assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE). *Dental Press J Orthod.* 2017 Feb;22(1):110-125.
41. Krüsi M, Eliades T, Papageorgiou SN. Are there benefits from using bone-borne maxillary expansion instead of tooth-borne maxillary expansion? A systematic review with meta-analysis. *Prog Orthod.* 2019 Feb 25;20(1):9. doi: 10.1186/s40510-019-0261-5.
42. Zong C, Tang B, Hua F, He H, Ngan P. Skeletal and dentoalveolar changes in the transverse dimension using Microimplant-Assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE) Appliances. *Semin Orthod.* 2019;25(1):46-59.
43. Koo YJ, Choi SH, Keum BT, Yu HS, Hwang CJ, Melsen B, Lee KJ. Maxillomandibular arch width differences at estimated centers of resistance: Comparison between normal occlusion and skeletal Class III malocclusion. *Korean J Orthod.* 2017 May;47(3):167-175.
44. Suzuki H, Moon W, Previdente LH, Suzuki SS, Garcez AS, Consolaro A. Miniscrew-assisted rapid palatal expander (MARPE): the quest for pure orthopedic movement. *Dental Press J Orthod.* 2016 Jul-Aug;21(4):17-23.
45. Colak O, Paredes NA, Elkenawy I, Torres M, Bui J, Jahangiri S, Moon W. Tomographic assessment of palatal suture opening pattern and pterygopalatine suture disarticulation in the axial plane after midfacial skeletal expansion. *Prog Orthod.* 2020 Jul 20;21(1):21. doi: 10.1186/s40510-020-00321-9.
46. Cantarella D, Dominguez-Mompell R, Mallya SM, Moschik C, Pan HC, Miller J, Moon W. Changes in the midpalatal and pterygopalatine sutures induced by micro-implant-supported skeletal expander, analyzed with a novel 3D method based on CBCT imaging. *Prog Orthod.* 2017 Nov 1;18(1):34. doi: 10.1186/s40510-017-0188-7.
47. Nojima LI, Nojima MDCG, Cunha ACD, Guss NO, Sant'Anna EF. Mini-implant selection protocol applied to MARPE. *Dental Press J Orthod.* 2018 Sep-Oct;23(5):93-101.
48. Aguilar-Salas M, Benavides Febres E. Expansión rápida maxilar asistida con microimplantes. *Rev Esp Cirug Oral y Maxilofac.* 2019;41(1):44-6.
49. Neves Cury SE, Mondelli AL, Barros André C, Iared W, Pelayo J, Rovira J, Berni Clebsch LP. Protocolo diferencial para a técnica MARPE em pacientes com variação no volume ósseo do palato. *Rev Clín Ortod Dental Press.* 2019 Sep;18(4):116-29.
50. Cunha ACD, Lee H, Nojima LI, Nojima MDCG, Lee KJ. Miniscrew-assisted rapid palatal expansion for managing arch perimeter in an adult patient. *Dental Press J Orthod.* 2017 May-Jun;22(3):97-108.
51. Lombardo L, Carlucci A, Maino BG, Colonna A, Paoletto E, Siciliani G. Class III malocclusion and bilateral cross-bite in an adult patient treated with miniscrew-assisted rapid palatal expander and aligners. *Angle Orthod.* 2018 Sep;88(5):649-664.

52. Korbmacher H, Schilling A, Püschel K, Amling M, Kahl-Nieke B. Age-dependent three-dimensional microcomputed tomography analysis of the human midpalatal suture. *J Orofac Orthop*. 2007 Sep;68(5):364-76.
53. Angelieri F, Cevidanes LH, Franchi L, Gonçalves JR, Benavides E, McNamara JA Jr. Midpalatal suture maturation: classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013 Nov;144(5):759-69.
54. Kang S, Lee SJ, Ahn SJ, Heo MS, Kim TW. Bone thickness of the palate for orthodontic mini-implant anchorage in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007 Apr;131(4 Suppl):S74-81.
55. Ludwig B, Glasl B, Bowman SJ, Wilmes B, Kinzinger GS, Lisson JA. Anatomical guidelines for miniscrew insertion: palatal sites. *J Clin Orthod*. 2011 Aug;45(8):433-41; quiz 467.
56. Chang HP, Tseng YC. Miniscrew implant applications in contemporary orthodontics. *Kaohsiung J Med Sci*. 2014 Mar;30(3):111-5.
57. Kim YJ, Lim SH, Gang SN. Comparison of cephalometric measurements and cone-beam computed tomography-based measurements of palatal bone thickness. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2014 Feb;145(2):165-72.
58. Lee RJ, Moon W, Hong C. Effects of monocortical and bicortical mini-implant anchorage on bone-borne palatal expansion using finite element analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2017 May;151(5):887-97.
59. Wilcko MT, Wilcko WM, Pulver JJ, Bissada NF, Bouquot JE. Accelerated osteogenic orthodontics technique: a 1-stage surgically facilitated rapid orthodontic technique with alveolar augmentation. *J Oral Maxillofac Surg*. 2009 Oct;67(10):2149-59.
60. Alikhani M, Raptis M, Zoldan B, Sangsuwon C, Lee YB, Alyami B, Corpodian C, Barrera LM, Alansari S, Khoo E, Teixeira C. Effect of micro-osteoperforations on the rate of tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013 Nov;144(5):639-48.
61. Cheung T, Park J, Lee D, Kim C, Olson J, Javadi S, Lawson G, McCabe J, Moon W, Ting K, Hong C. Ability of mini-implant-facilitated micro-osteoperforations to accelerate tooth movement in rats. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2016 Dec;150(6):958-67.
62. Kim YS, Kim SJ, Yoon HJ, Lee PJ, Moon W, Park YG. Effect of piezopuncture on tooth movement and bone remodeling in dogs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013 Jul;144(1):23-31.
63. Suzuki SS, Garcez AS, Reese PO, Suzuki H, Ribeiro MS, Moon W. Effects of corticopuncture (CP) and low-level laser therapy (LLLT) on the rate of tooth movement and root resorption in rats using micro-CT evaluation. *Lasers Med Sci*. 2018 May;33(4):811-21.
64. Murphy C, Kalajzic Z, Chandhoke T, Utreja A, Nanda R, Uribe F. The effect of corticision on root resorption with heavy and light forces. *Angle Orthod*. 2016 Jan;86(1):17-23.
65. Suzuki SS, Braga LFS, Fujii DN, Moon W, Suzuki H. Corticopuncture Facilitated Microimplant-Assisted Rapid Palatal Expansion. *Case Rep Dent*. 2018 Dec 6;2018:1392895. doi: 10.1155/2018/1392895.
66. Aguado Maury D, Flores Blanco LE. Micro-osteoperforaciones en el movimiento dentario ortodóncico. *Rev Latinoam Ortod Odontoped*. 2018;16. Disponible en: <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2018/art-26/>
67. Minte-Hidalgo C, Alikhani M, Teixeira C, Sandoval-Vidal P. Teoría bifásica del movimiento dentario aplicada mediante micro-osteoperforaciones. *Int J Odontostomat*. 2019;13(2):180-3.
68. Brunetto DP, Sant'Anna EF, Machado AW, Moon W. Non-surgical treatment of transverse deficiency in adults using Microimplant-assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE). *Dental Press J Orthod*. 2017 Feb;22(1):110-25.
69. Tepedino M, Iancu-Potrubacz M, Ciavarella D, Masedu F, Marchione L, Chimenti C. Expansion of permanent first molars with rapid maxillary expansion appliance anchored on primary second molars. *J Clin Exp Dent*. 2018 Mar 1;10(3):e241-e247. doi: 10.4317/jced.54585.
70. Moon W. Class III treatment by combining facemask (FM) and maxillary skeletal expander (MSE). *Semin Orthod*. 2018 Mar;24(1):95-107.

71. Huang J, Li CY, Jiang JH. Facial soft tissue changes after nonsurgical rapid maxillary expansion: a systematic review and meta-analysis. *Head Face Med.* 2018 Mar 21;14(1):6. doi: 10.1186/s13005-018-0162-8.
72. Adkins MD, Nanda RS, Currier GF. Arch perimeter changes on rapid palatal expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1990 Mar;97(3):194-9.
73. Aziz T, Ansari K, Lagravere MO, Major MP, Flores-Mir C. Effect of non-surgical maxillary expansion on the nasal septum deviation: a systematic review. *Prog Orthod.* 2015;16:15. doi: 10.1186/s40510-015-0084-y.
74. Moon HW, Kim MJ, Ahn HW, Kim SJ, Kim SH, Chung KR, Nelson G. Molar inclination and surrounding alveolar bone change relative to the design of bone-borne maxillary expanders: A CBCT study. *Angle Orthod.* 2020 Jan;90(1):13-22.
75. Garrett BJ, Caruso JM, Rungcharassaeng K, Farrage JR, Kim JS, Taylor GD. Skeletal effects to the maxilla after rapid maxillary expansion assessed with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008 Jul;134(1):8-9.
76. Cantarella D, Dominguez-Mompell R, Moschik C, Mallya SM, Pan HC, Alkahtani MR, Elkenawy I, Moon W. Midfacial changes in the coronal plane induced by microimplant-supported skeletal expander, studied with cone-beam computed tomography images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2018 Sep;154(3):337-45.
77. Colak O, Paredes NA, Elkenawy I, Torres M, Bui J, Jahangiri S, Moon W. Tomographic assessment of palatal suture opening pattern and pterygopalatine suture disarticulation in the axial plane after midfacial skeletal expansion. *Prog Orthod.* 2020 Jul 20;21(1):21. doi: 10.1186/s40510-020-00321-9.
78. Cantarella D, Dominguez-Mompell R, Mallya SM, Moschik C, Pan HC, Miller J, Moon W. Changes in the midpalatal and pterygopalatine sutures induced by micro-implant-supported skeletal expander, analyzed with a novel 3D method based on CBCT imaging. *Prog Orthod.* 2017 Nov 1;18(1):34. doi: 10.1186/s40510-017-0188-7.
79. Garib DG, Henriques JF, Carvalho PE, Gomes SC. Longitudinal effects of rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 2007 May;77(3):442-8.
80. McLeod L, Hernández IA, Heo G, Lagravère MO. Condylar positional changes in rapid maxillary expansion assessed with cone-beam computer tomography. *Int Orthod.* 2016 Sep;14(3):342-56.
81. El H, Palomo JM. Three-dimensional evaluation of upper airway following rapid maxillary expansion: a CBCT study. *Angle Orthod.* 2014 Mar;84(2):265-73.
82. Gray LP. Results of 310 cases of rapid maxillary expansion selected for medical reasons. *J Laryngol Otol.* 1975 Jun;89(6):601-14.
83. Oliveira De Felipe NL, 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 Sep;134(3):370-82.
84. Kim SY, Park YC, Lee KJ, Lintermann A, Han SS, Yu HS, Choi YJ. Assessment of changes in the nasal airway after nonsurgical miniscrew-assisted rapid maxillary expansion in young adults. *Angle Orthod.* 2018 Jul;88(4):435-41.
85. Li Q, Tang H, Liu X, Luo Q, Jiang Z, Martin D, Guo J. Comparison of dimensions and volume of upper airway before and after mini-implant assisted rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 2020 May;90(3):432-41.
86. Lee SR, Lee JW, Chung DH, Lee SM. Short-term impact of microimplant-assisted rapid palatal expansion on the nasal soft tissues in adults: A three-dimensional stereophotogrammetry study. *Korean J Orthod.* 2020 Mar;50(2):75-85.
87. Ramieri GA, Nasi A, Dell'acqua A, Verzé L. Facial soft tissue changes after transverse palatal distraction in adult patients. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2008 Sep;37(9):810-8.
88. Lo Giudice A, Galletti C, Gay-Escoda C, Leonardi R. CBCT assessment of radicular volume loss after rapid maxillary expansion: A systematic review. *J Clin Exp Dent.* 2018 May 1;10(5):e484-e494. doi: 10.4317/jced.54745.
89. Lo Giudice A, Barbato E, Cosentino L, Ferraro CM, Leonardi R. Alveolar bone changes after rapid maxillary expansion with tooth-born appliances: a systematic review. *Eur J Orthod.* 2018 May 25;40(3):296-303.

90. Monini Ada C, Maia LG, Jacob HB, Gandini LG Jr. Accidental swallowing of orthodontic expansion appliance key. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011 Aug;140(2):266-8
91. Rosa EA, Rached RN, Tanaka O, Fronza F, Fronza F, Araújo Assad R. Preliminary investigation of bacteremia incidence after removal of the Haas palatal expander. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2005 Jan;127(1):64-6.