FACULTADE DE MEDICINA
E ODONTOLOXÍA

Trabajo de fin de grado

Tratamento da compresión maxilar esquelética: expansión rápida do maxilar usando MARPE

Tratamiento de la compresión maxilar esquelética: expansión rápida del maxilar usando MARPE

Treatment of skeletal maxillary compression: rapid maxillary expansion using MARPE

Autora: María Tubío Boo
Titor: José Manuel Pose Rodríguez
Cotitora: María de la Paz Otero Casal

Departamento: Cirugía y Especialidades Médico Quirúrgicas

Julio de 2024

Trabajo de Fin de Grado en la Facultad de Medicina y Odontología de la Universidad de Santiago de Compostela para la obtención del Grado en Odontología

ÍNDICE

1.-RESUMEN/RESUMO/ABSTRACT....3
2.-INTRODUCCIÓN....6
2.1.ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DEL MAXILAR....6
2.1.1.EMBRIOLOGÍA....6
2.1.2.DESARROLLO Y CRECIMIENTO....7
2.1.3.MUSCULATURA ORAL Y PERIORAL....8
2.1.4.MADURACIÓN DE LA SUTURA PALATINA MEDIA....8
2.2.COMPRESIÓN MAXILAR ESQUELÉTICA....10
2.2.1.ETIOLOGÍA....10
2.2.2.CARACTERÍSTICAS: DENTALES Y ESQUELÉTICAS....11
2.3. RME: EXPANSIÓN RÁPIDA DEL MAXILAR....11
2.4. TRATAMIENTO CON MARPE: EXPANSOR PALATAL RÁPIDO ASISTIDO CON MICROTORNILLOS....12
2.4.1.DISEÑO....12
2.4.2.REFERENCIAS PARA INSERCIÓN DE MINI-IMPLANTES EN EL ÁREA PALATINA....14
2.4.3.BIOMECÁNICA....15
2.4.4.INDICACIONES....17
3.-OBJETIVOS....18
4.-METODOLOGÍA....19
5.-RESULTADOS....21
6.-DISCUSIÓN....23
7.-CONCLUSIONES....31
8.-BIBLIOGRAFÍA....32

1.-RESUMEN/RESUMO/ABSTRACT

RESUMEN

La compresión maxilar esquelética representa un desafío clínico significativo, no solo afectando a la armonía facial y al equilibrio oclusal, sino estando potencialmente relacionada con trastornos como la apnea/hipoapnea y la pérdida de la audición. Este estudio pretende investigar sobre el uso del expansor maxilar palatino asistido con micro-tornillos (MARPE) en el tratamiento de esta patología. **Objetivos:** estudiar el desarrollo y crecimiento del maxilar y la sutura palatina media; indagar sobre la posible etiología de la compresión maxilar esquelética; evaluar sus repercusiones y valorar su tratamiento con MARPE, haciendo especial hincapié en los distintos diseños, biomecánica, aplicaciones y cambios a nivel dento-alveolar y morfológico-esqueléticos. **Métodos:** se realiza una revisión bibliográfica exhaustiva sobre el tratamiento de esta condición mediante buscadores científicos especializados. **Resultados:** se destaca consistentemente la eficacia del MARPE en la corrección de la compresión maxilar esquelética, con resultados clínicos favorables y mínimos efectos secundarios. **Conclusiones:** MARPE es un tratamiento eficaz y predecible para el tratamiento de la compresión maxilar esquelética, produciendo menos efectos secundarios en comparación a otros tratamientos.

RESUMO

A compresión maxilar esquelética representa un desafío clínico significativo, non só afectando á harmonía facial e ao equilibrio oclusal, senón estando potencialmente relacionada con trastornos como a apnea/hipoapnea e a perda da audición. Este estudo pretende investigar sobre o uso do expansor maxilar palatino asistido con micro-parafusos (MARPE) no tratamento desta patoloxía. **Obxectivos:** estudar o desenvolvemento e crecemento do maxilar e a sutura palatina media; indagar sobre a posible etioloxía da compresión maxilar esquelética; avaliar as súas repercusións e valorar o seu tratamento con MARPE, facendo especial fincapé nos distintos deseños, biomecánica, aplicacións e cambios a nivel dento-alveolar e morfolóxico-esqueléticos. **Métodos:** realízase unha revisión bibliográfica exhaustiva sobre o tratamento desta condición mediante buscadores científicos especializados. **Resultados:** destácase consistentemente a eficacia do MARPE na corrección da compresión maxilar esquelética, con resultados clínicos favorables e mínimos efectos secundarios. **Conclusións:** MARPE é un tratamento eficaz e predecible para o tratamento da compresión maxilar esquelética, producindo menos efectos secundarios en comparación con outros tratamentos.

ABSTRACT

Skeletal maxillary compression represents a significant clinical challenge, not only affecting facial harmony and occlusal balance but also potentially being related to disorders such as apnea/hypoapnea and hearing loss. This study aims to investigate the use of the micro-implant-assisted rapid palatal expander (MARPE) in the treatment of this pathology. **Objectives:** to study the development and growth of the maxilla and the mid-palatal suture; to investigate the possible etiology of skeletal maxillary compression; to evaluate its repercussions and to assess its treatment with MARPE, with special emphasis on different designs, biomechanics, applications, and dento-alveolar and morpho-skeletal changes. **Methods:** an exhaustive literature review on the treatment of this condition was conducted using specialized scientific search engines. **Results:** the effectiveness of MARPE in correcting skeletal maxillary compression is consistently highlighted, with favorable clinical outcomes and minimal side effects. **Conclusions:** MARPE is an effective and predictable treatment for skeletal maxillary compression, producing fewer side effects compared to other treatments.

2.-INTRODUCCIÓN

2.1.ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DEL MAXILAR

2.1.1.EMBRIOLOGÍA

Durante las etapas iniciales de formación del embrión, este presenta una depresión ectodérmica denominada estomodeo, constituida por la cavidad bucal y nasal aún sin separación entre ellas. La palatogénesis permite que el paladar recién formado establezca una división entre estas dos cavidades dando así origen a la boca y la nariz. La palatogénesis se inicia al final de la quinta semana de gestación y el desarrollo del paladar no finaliza hasta la duodécima semana. Se desarrolla a partir de los dos primordios palatinos: el paladar primario y el paladar secundario, los cuales se originan a partir del primer arco braquial o arco mandibular. Este arco se manifiesta por dos pares de eminencias más pequeñas y más estrechamente unidas; en la parte superior los dos procesos maxilares superiores y más abajo los dos procesos maxilares inferiores. El paladar primario es la parte más pequeña y anterior del paladar que comprende la premaxila, que debe fusionarse con la parte posterior o paladar secundario, la cual se forma por fusión de los dos procesos palatinos.[1]

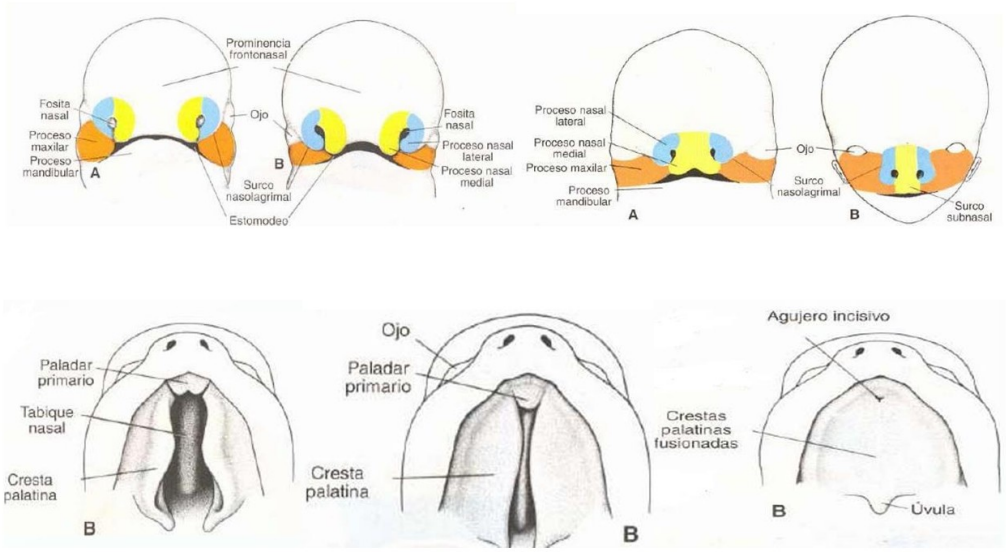


Figura 1. ***Proceso de palatogénesis****. Sadler TW. Langman. Embriología Médica. 14a ed. Saint Paul, MN, Estados Unidos de América: LWW; 2019*

El paladar primario representa una pequeña parte del paladar duro en el adulto, la parte anterior del agujero incisivo que aloja los dientes incisivos. Por otro lado, el paladar secundario es el primordio de las partes dura y blanda del paladar, que se extiende hacia atrás desde el agujero incisivo. Este inicia su desarrollo derivando de la porción del maxilar superior que se origina en las prolongaciones maxilares. Estas láminas nacen en ambos lados y avanzan hacia la línea media, aproximándose los procesos desarrollándose hueso en el paladar primario y al mismo tiempo extendiéndose el hueso desde los maxilares y huesos palatinos hacia los procesos palatinos laterales para formar el paladar duro.[2,3]

El rafe palatino indica la línea de fusión de los procesos palatinos laterales producida hasta la duodécima semana.[4]

2.1.2.DESARROLLO Y CRECIMIENTO

El complejo nasomaxilar se desarrolla por completo tras el nacimiento por osificación intramembranosa, sin producirse sustitución por cartílago. Se produce por: aposición de hueso en las suturas que conectan maxilar con el cráneo y la base craneal, y por modelado y remodelado superficial.

El patrón de crecimiento de la cara es hacia fuera y hacia abajo en relación al cráneo y su base, es decir, sigue un desplazamiento anteroinferior. Esto se produce por empuje posterior creado por el crecimiento de la base craneal, así como por el crecimiento en las suturas. Hasta los 6-7 años el crecimiento de la base craneal se detiene y el crecimiento en las suturas es el principal mecanismo que desplaza el maxilar hacia adelante. La aposición se produce en ambos lados de las suturas, aumentando de tamaño también los huesos que se unen con el maxilar. Las superficies frontales del maxilar se van remodelando a medida que crece en sentido anteroinferior, eliminándose gran parte de su superficie anterior (zona de reabsorción). Debemos tener en cuenta que el modelado no siempre se opone a la dirección de desplazamiento, pudiendo oponerse como en el caso del maxilar o pudiendo tener un efecto aditivo, como en el caso de la bóveda palatina, la cual se desplaza hacia abajo y hacia adelante con el resto del maxilar pero al mismo tiempo crea un movimiento adicional anteroinferior del paladar al ir eliminándose hueso del lado nasal y añadiéndose al lado vestibular. No obstante, la parte anterior de la apófisis alveolar es una zona de reabsorción que contrarresta parte del crecimiento anterior, el cual se produce por el desplazamiento del maxilar. Al desplazarse la bóveda palatina hacia abajo el mismo proceso de remodelación ósea se encarga de ensancharlo.[5]

El crecimiento del complejo nasomaxilar se divide en dos procesos:

- **Desplazamiento pasivo** por crecimiento de la base craneal. *(Figura A)*
- **Crecimiento activo** de las estructuras maxilares y de la nariz. *(Figura B)*

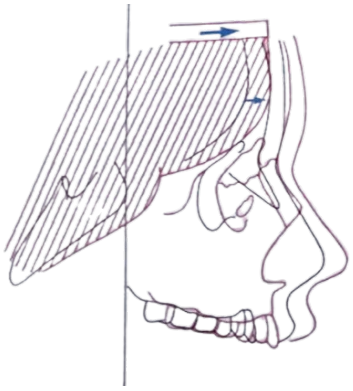


Figura A

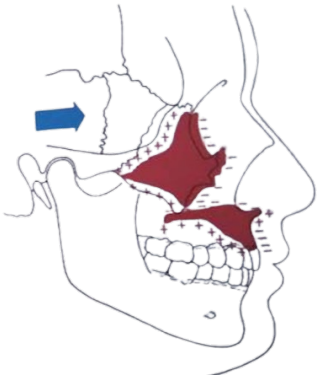


Figura B

Figuras A,B. ***Desplazamiento pasivo y activo.*** *Proffit WR. Ortodoncia contemporánea. Países Bajos: Elsevier Health Sciences Spain; 2013*

En ambos maxilares se completa primero el crecimiento en anchura, seguido del crecimiento en longitud y en último lugar el crecimiento en altura. El ensanchamiento de ambas arcadas se completa antes del estirón puberal. El complejo sutural circunmaxilar es el principal motor del crecimiento sagital de la maxila, mientras que la sutura palatina media, que deja de crecer

alrededor de los 17 años, es el principal motor del crecimiento transversal de la maxila. Si el crecimiento falla a nivel de la sutura palatina, se producirá una compresión maxilar esquelética.
A su crecimiento influye, pero en menor medida, el crecimiento en la sutura palatino-maxilar y en la pterigo-maxilar.[6,7]

2.1.3.MUSCULATURA ORAL Y PERIORAL

Según la teoría de Melvin Moss, la epigenética juega un papel mucho más importante que la genética. Aquí, la lengua sería uno de los órganos que actuarían como matriz funcional guiando el desarrollo de los maxilares, aunque esto último no haya sido demostrado. Los músculos, los ligamentos y la lengua son los responsables en el crecimiento de los maxilares, pudiéndose actuar sobre estas fuerzas para modificar el crecimiento.[5]
Si la lengua se sitúa en una posición correcta, es decir, apoyada en el paladar, se ejercerá una presión controlada sobre las estructuras óseas estimulando así el crecimiento del maxilar superior. Si por el contrario la lengua se sitúa en una posición alterada, es decir, en una posición baja, se conformará un arco dentoalveolar más estrecho en el maxilar superior, además de estar esta condición altamente relacionada con una respiración oral. En ella, el paso de aire actuaría como matriz funcional sobre la bóveda palatina ya que el aire entra por la boca hacia la laringe pasando por el paladar favoreciéndose así un desarrollo exagerado de la bóveda palatina en profundidad. Seguidamente, se produciría un desarrollo deficiente de las narinas, ya que el aire dejaría de actuar como matriz funcional en ellas, impidiendo su correcto desarrollo. Se debe tener en cuenta que la presión de la lengua es ligeramente superior a la de los labios pero se ve compensada por el soporte dentario. Si existe compresión maxilar, obstrucción de las amígdalas o boca abierta permanente se generará un cambio en la posición de la lengua (posición baja de la lengua) que provocará un crecimiento vertical de la cara o cara alargada.[8]

Según la teoría del equilibrio de Proffit, toda musculatura que rodea los dientes y la lengua por dentro crea un espacio virtual denominado Pasillo de Tomes donde los dientes se encuentran en equilibrio. La posición de los dientes y la morfología facial necesitan un constante equilibrio entre fuerzas exteriores, procedentes de la musculatura labial y mejillas, y fuerzas internas, procedentes de la lengua.[9]

2.1.4.MADURACIÓN DE LA SUTURA PALATINA MEDIA

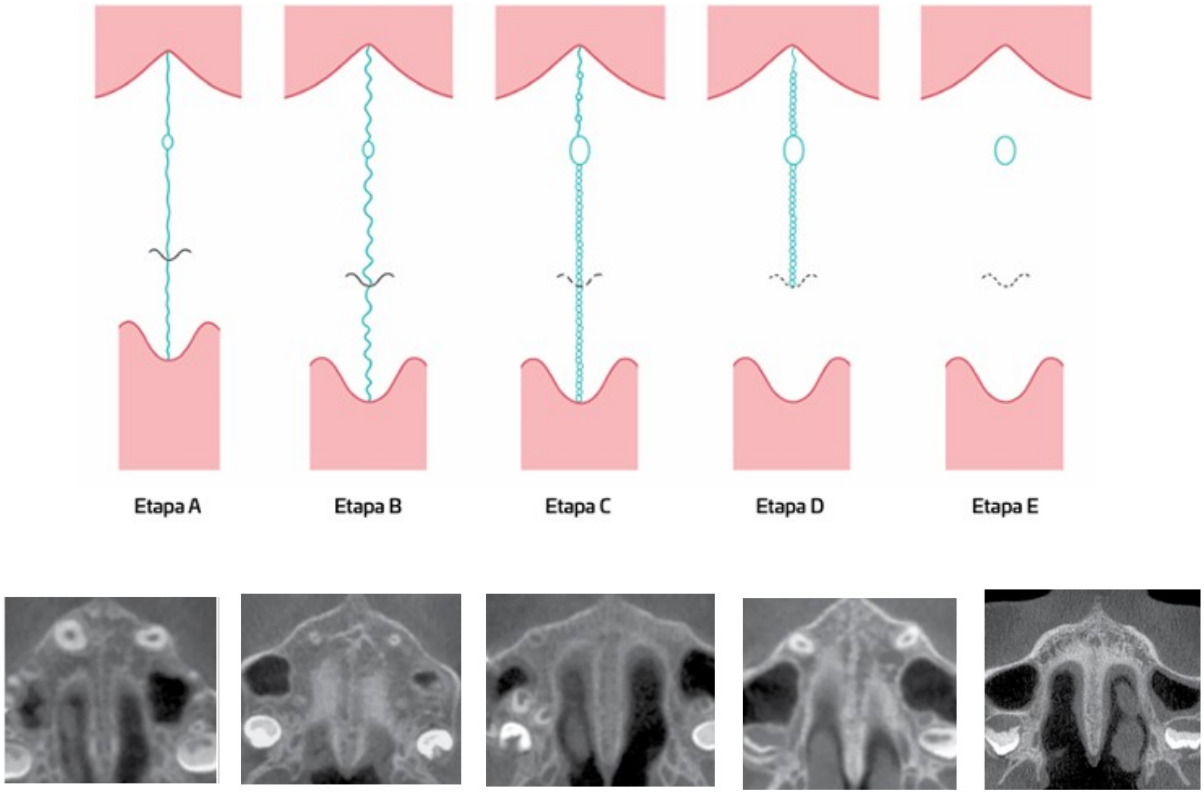
Para poder evaluar la maduración de la sutura, Angelieri et al.[10] realizan un corte axial en la zona más central del paladar, en sentido superoinferior y a lo largo de la sutura, en toda su extensión anteroposterior, proponiendo 5 estadíos de maduración de la sutura palatina media, las cuales se describen a continuación:

A) **Etapa A**, la sutura se visualiza como una línea de alta densidad rectilínea con mínima o nula interdigitación.
B) **Etapa B**, la sutura palatina aparece con mucha interdigitación.

C) **Etapa C**, la sutura aparece como dos líneas paralelas y curvilíneas de alta densidad que se acercan en algunas regiones y están separadas por espacios de baja densidad en otras. La densidad del hueso parasutural permanece disminuida.

D) **Etapa D**, la fusión ya se ha producido en al menos una parte de la porción posterior de la sutura palatina media, en el hueso palatino.

E) **Etapa E**, la sutura ya no puede ser visualizada en al menos una parte del maxilar, donde ya se ha producido la fusión. El hueso parasutural asume una mayor densidad, similar a la observada en el maxilar y en el hueso palatino. [11]



A parte de clasificar la maduración de la sutura, Angelieri et al. evaluaron también la distribución de las etapas de maduración de la sutura desde la infancia hasta la edad adulta. Hubo una gran variabilidad en la distribución de los estadios madurativos en relación a la edad cronológica, habiendo una mayor presencia de todos los estadios madurativos entre los 11 y los 17.9 años de edad. La Etapa A se vio principalmente a los 5-11 años; la Etapa B, hasta los 13.9 años, y la Etapa C entre los 11-17.9 años. En cuanto a la fusión de la sutura, se vio en un 25% a los 11-13.9 años, un 57.9% a los 14-17.9 años y una mayor prevalencia en edad adulta, con un 88% en edades comprendidas entre los 18 y los 66 años. La Etapa D fue más prevalente en adultos jóvenes que en adultos mayores, y la Etapa E aumentó con el tiempo, especialmente a partir de los 30 años. No obstante, estas diferencias en la prevalencia no mostraron significación estadística; ni la edad cronológica ni el sexo fueron predictores de los estadios madurativos de la sutura palatina media en adultos. En resumen, no se encontró una correlación estadísticamente significativa entre las etapas de maduración de la sutura

media palatina y la cantidad de la expansión esquelética obtenida, pero se pudo demostrar que en las etapas A, B y C la expansión maxilar es clínica y radiográficamente efectiva. [10]

2.2.COMPRESIÓN MAXILAR ESQUELÉTICA

2.2.1.ETIOLOGÍA

La compresión maxilar esquelética se basa en un déficit de crecimiento transversal maxilar debido a una alteración en la aposición ósea dentro de la sutura palatina media.
Los **factores etiológicos** más importantes son:

1. **Factores genéticos**
2. **Hábitos**, entre los cuales destacamos la respiración oral, la deglución infantil o hábito lingual y la succión anómala.

- **Respiración oral**: parece ir en aumento debido a la alta prevalencia de rinitis alérgicas, aunque dentro de otras causas comunes se engloban la hipertrofia adenoidea, la sinusitis crónica y las desviaciones del tabique nasal. Puede repercutir en el desarrollo maxilofacial provocando opacidad e hipodesarrollo de los senos maxilares,elevación y retrusión de la espina nasal anterior hipodesarrollo del maxilar y/o protrusión incisiva.
  La mayoría de los pacientes con respiración oral comparten una apariencia común denominada "facies adenoidea", la cual presenta las siguientes características: posición entreabierta de la boca; nariz pequeña y respingona, lo cual muestra una ausencia de función del tercio medio de la cara; orificios nasales pequeños; labio superior corto hacia arriba y labio inferior replegado e interpuesto entre los incisivos.
  Los individuos dólicofaciales con maxilar estrecho y profundo y disminución craneofacial sagital poseen una nasofaringe estrecha con hipertrofia adenoidea y respiración nasal deficiente, lo cual provoca una respiración oral compensatoria.
- **Deglución infantil**, **hábito lingual**: el selle de la cavidad oral antes de la erupción de los dientes deciduos se produce con la lengua interpuesta entre los rodetes del bebé. Posteriormente con la erupción de los dientes temporales, la lengua se va posicionando por detrás de los dientes anteriores, dejando de interponerse entre las arcadas para colocarse contra el paladar en el momento de deglutir. Si el paciente sigue interponiendo la lengua entre las arcadas estamos ante una deglución atípica.
  Los factores etiológicos más importantes son el aumento del tamaño de las amígdalas, la respiración oral y el hábito del chupeteo psicológico. Además de provocar compresión maxilar, suele ir asociada a una mordida abierta anterior por la posición lingual interincisiva que impide la erupción de los dientes anteriores. [12]
- **Hábitos de succión**: en trabajos centrados en mordida cruzada posterior se observa una alta prevalencia de hábitos de succión. [13] La succión digital suele ir asociada a una presencia de mordida abierta, overjet aumentado y un arco maxilar superior estrecho.[14]
  El uso prolongado de chupete o biberón suele ir asociado a una disminución de la distancia intercanina maxilar y aumento de la distancia intercanina mandibular, lo cual suele provocar aparición de mordida cruzada posterior.[15]

2.2.2.CARACTERÍSTICAS: DENTALES Y ESQUELÉTICAS

La existencia de deficiencia transversal esquelética maxilar suele ir acompañada de aparición de mordida cruzada uni o bilateral, así como un profundo y estrecho paladar, apiñamiento dental, excesivo crecimiento vertical del hueso alveolar, corredores bucales grandes, atricción dental, daño periodontal y disbalance en la musculatura facial.
Hay dos cuadros clínicos diferenciados:

a) **Compresión con apiñamiento dentario**: suele aparecer con relación anteroposterior de clase I de Angle, apiñamiento superior o falta de espacio para la erupción de los caninos.
b) **Compresión con protrusión incisiva**: como un pie que no consigue ocupar el extremo anterior de una zapatilla demasiado estrecha, se produce una retención de la mandíbula en clase II a diferencia de la compresión con apiñamiento, cuya relación sagital suele ser de clase I.[15]

Se ha comprobado que la estrechez maxilar, asociada a un paladar alto y profundo, es un factor predisponente a padecer sorderas de conducción por otitis medias e inflamación de las trompas de Eustaquio. Varios autores observan mejoría del nivel de audición tras la disyunción, aunque esta no es estable a largo plazo en todos los casos.[37]

2.3. RME: EXPANSIÓN RÁPIDA DEL MAXILAR

La expansión rápida del maxilar fue reportada por primera vez en 1860 y se basaba en el principio biomecánico de la separación ortopédica de las dos mitades palatinas mediante fuerzas de expansión en las suturas intermaxilares y del paladar medio.
La sutura palatina tras la disyunción cambia pero manteniendo la integridad de la mucosa palatina y nasal, así como del periostio. En ambas mitades del hueso separadas se encuentran fibras colágenas distendidas y gran cantidad de osteoblastos, adquiriendo el aspecto de un callo de fractura.
Morfológicamente la disyunción presenta un patrón de expansión triangular, con máxima expansión en zona incisiva produciéndose una rotación de los maxilares hacia fuera y hacia atrás. Se produce este patrón de expansión tanto en sentido vertical (con vértice en nariz y base en los incisivos) como en sentido anteroposterior (con vértice en la espina nasal posterior y base en la espina nasal anterior). La sutura palatina es muchas veces comparada con una cremallera que se abre de delante atrás y se cierra de atrás adelante.[15]
La idea convencional sobre la expansión esquelética maxilar es que era un tratamiento destinado solo a aquellos menores de 15 años de edad, siendo complicado dicha intervención en personas más adultas. Sin embargo, se han demostrado casos en los que dicha separación sutural ha sido favorable tanto en adolescentes post-puberales como en adultos jóvenes. Esto nos indica que las suturas faciales puedan permanecer abiertas incluso en décadas posteriores de la vida, a diferencia de las suturas craneales, las cuales se cierran en su mayoría alrededor de los veinte años de edad.

2.4. TRATAMIENTO CON MARPE: EXPANSOR PALATAL RÁPIDO ASISTIDO CON MICROTORNILLOS

2.4.1.DISEÑO

Los expansores maxilares óseo-soportados se describen en la literatura con diferentes diseños y se identifican con diferentes nombres. MARPE es un expansor específico diseñado en la Universidad de Yonsei[16] pero su nombre se ha vuelto tan popular que se usa como nombre genérico.
El aparato de disyunción más frecuentemente utilizado consta de una unidad de anclaje, un tornillo de expansión y mini implantes.

1) **Unidad de anclaje**: debe ser lo más rígida posible. Está formada por 4 bandas en los primeros molares y primeros premolares o primeros molares temporales unidas rígidamente entre sí por 2 barras metálicas que se prolongan hacia el interior de la resina. Destinadas a aumentar la rigidez, Hass añadió dos barras metálicas que unen las bandas por vestibular, las cuales presentan la ventaja de darle forma de gancho en mesial en aquellos casos que sea conveniente realizar tracción anterior maxilar.
2) **Tornillo de expansión**: totalmente metálico, fuerte y bien construido, con un vástago delante y otro detrás de la parte activa para aumentar su estabilidad. Por ello, el más recomendable es el de Fisher con la máxima apertura posible (de 12-15mm).
3) **Mini implantes**: en zona anterior con longitudes de 10 a 12 mm, y en zona posterior con longitudes de 7 a 10mm. A continuación, podemos ver los espesores medios para los parámetros anatómicos que indican el cálculo de las especificaciones del mini implante del área anterior:[34]

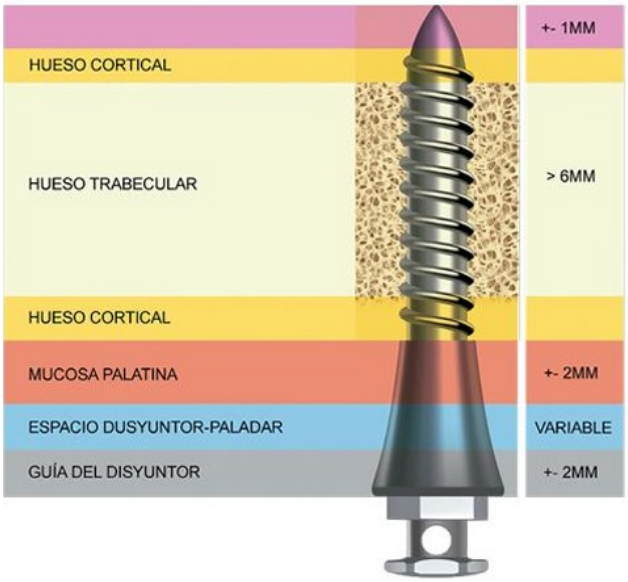


Figura 12. ***Espesores medios para los parámetros anatómicos para las especificaciones del mini implante en área anterior.*** *Gurgel JA, Ramos AL, Flores-Mir C. MARPE: Expandiendo los límites de la ortodoncia. 2ª ed. Español. Maringá: DentalPress; 2022.*

Para los diferentes modelos de disyuntores, detalles como el tipo de anclaje, la preparación en el laboratorio y el posicionamiento en el paladar son particularidades importantes para el éxito del procedimiento. Los modelos de MARPE usan mini implantes de diferentes fabricantes y cada uno posee sus propios instrumentos.[11]

MARPE consta por tanto de 4 placas rígidas así como de 4 brazos rígidos soldados a los primeros premolares y molares superiores. Tras la cementación del MARPE, 4 tornillos óseos autoroscantes (el diámetro de al menos 2mm; la longitud varía dependiendo de la altura maxilar esquelética) son insertados perpendicularmente sobre el centro del agujero, todo bajo anestesia periapical. Los tornillos anteriores son colocados medialmente a los primeros premolares, en línea paralela con respecto a la sutura palatina y pasando entre los incisivos centrales y laterales; los tornillos posteriores son colocados justo lateralmente a la sutura palatina en la región del primer molar. [17]

Existen diferentes diseños de MARPE en la literatura, y dependiendo del diseño la biomecánica cambia. Estos diseños varían en el tipo de tornillo expansor y en el tamaño y posición de los mini-implantes. En teoría, si hay una mayor expansión en los aspectos posteriores del maxilar se esperan más efectos en las dimensiones y la resistencia al flujo de aire de la oro y nasofaringe. [18]

Podemos encontrar principalmente 3 tipos: disyuntores maxilares dento soportados, óseo soportados y dento-óseo soportados.

A continuación se presentan ejemplos de diferentes diseños, de eficacia similar:

Figura 15. ***Hyrax modificado para MARPE****. Gurgel JA, Ramos AL, Flores-Mir C. MARPE: Expandiendo los lmites de la ortodoncia. 2 ed. Espaol. Maring: DentalPress; 2022.*

Figura 16. ***Maxillary Skeletal Expander (MSE)****. Gurgel JA, Ramos AL, Flores-Mir C. MARPE: Expandiendo los lmites de la ortodoncia. 2 ed. Espaol. Maring: DentalPress; 2022.*

Figura 17. ***Disyuntor Marpe SL****. Gurgel JA, Ramos AL, Flores-Mir C. MARPE: Expandiendo los lmites de la ortodoncia. 2 ed. Espaol. Maring: DentalPress; 2022.*

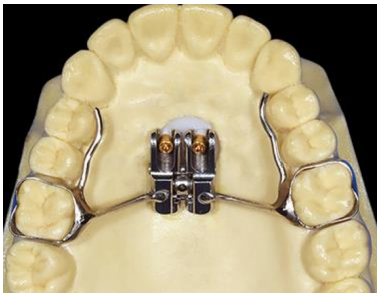


Figura 18. ***Disyuntor Marpe 2S.*** *Gurgel JA, Ramos AL, Flores-Mir C. MARPE: Expandiendo los lmites de la ortodoncia. 2 ed. Espaol. Maring: DentalPress; 2022.*

2.4.2.REFERENCIAS PARA INSERCIÓN DE MINI-IMPLANTES EN EL ÁREA PALATINA

Se toman en cuenta ciertos detalles anatómicos para identificar las áreas más favorables de colocación de los mini implantes en el paladar, las cuales son las áreas de mayor espesor cortical. Además, debemos evitar zonas como el haz vascular-nervioso que ocupa bilateralmente la porción lateral del contorno posterosuperior. Así, las zonas favorables a la colocación de los mini implantes es una zona con forma de "T" en el paladar, con un área horizontal que comienza a 3mm hacia posterior del agujero incisivo, extendiéndose 6mm bilateralmente hasta la sutura media palatina. La línea vertical de la zona "T" se extiende hata la zona posterior del paladar en una estrecha banda de 2mm de anchura bilateralmente. En el plano sagital, la zona "T" va desde los 3mm posteriores al agujero incisivo hasta la región molar, mientras que lateralmente desde la sutura en la región anterior presenta una banda de 6mm y en la región posterior una banda estrecha de 3mm.[19,20]
Se debe de dejar una separación de 2mm entre las varillas y el contorno del paladar siguiendo el contorno de la bóveda palatina, esto como medida de seguridad para evitar que atraviesen la mucosa del paladar debido a la inevitable inclinación de los molares durante la fase de activación del expansor. Además, el cuerpo del disyuntor no debe de estar en contacto total con el paladar a fin de evitar la compresión subsiguiente de la mucosa durante la cementación del aparato o la inserción de los mini implantes.[21,22]

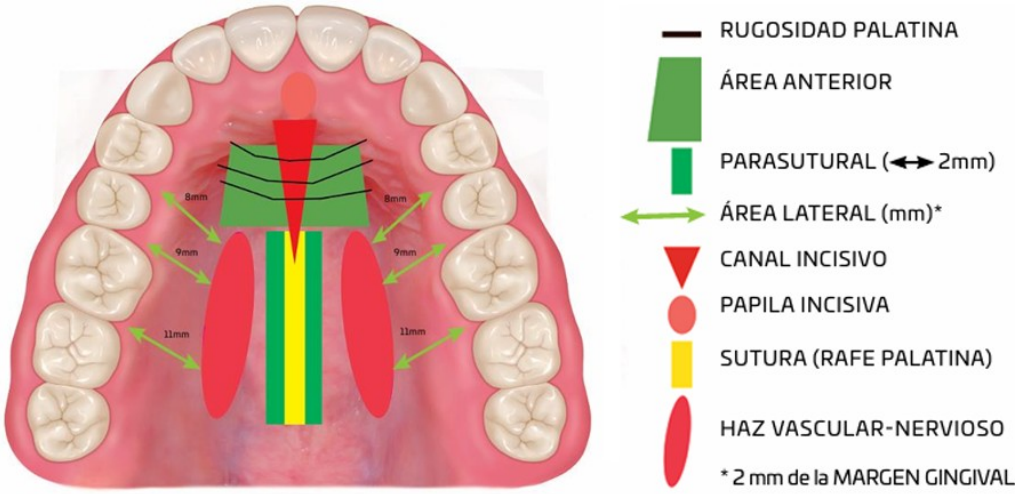


Figura 21. ***Zona segura de colocación de mini implantes según la anatomía del maxilar*** *Gurgel JA, Ramos AL, Flores-Mir C. MARPE: Expandiendo los límites de la ortodoncia. 2ª ed. Español. Maringá: DentalPress; 2022.*

Como referencia, se identifica en el plano sagital para la región anterior la tercera rugosidad palatina o la línea correspondiente a la porción distal de la cara palatina de los primeros premolares, por ser área de mayor densidad cortical y mayor volumen óseo del maxilar, así como mucosa queratinizada, lo cual favorece la estabilidad; en la región posterior los eslabones irán a la altura de los primeros molares para favorecer la disipación de fuerzas en esta área, la cual está considerada como área de mayor resistencia a la expansión maxilar.
En el plano transversal para la región anterior los mini implantes serán insertados a una distancia de 3-6mm del rafe palatino mediano por ser esta región el hueso cortical lo suficientemente espeso para garantizar una estabilidad primaria de los implantes; para la zona posterior, se recomienda la inserción paramediana debido a la reducida cantidad de hueso

cortical y volumen óseo, observándose también en esta zona de manera bilateral un volumen óseo en forma semipiramidal que compuerta la inserción. En la región posterior, como referencia transversal se busca el área paramediana del rafe palatino, no más de 2mm de distancia de este.

No se recomienda la inserción en la propia sutura debido a la gran variabilidad individual en la interdigitación de la sutura, indicándose las áreas laterales.

Figura 23. ***Distancia de colocación de mini implantes*** *Gurgel JA, Ramos AL, Flores-Mir C. MARPE: Expandiendo los límites de la ortodoncia. 2ª ed. Español. Maringá: DentalPress; 2022.*

Al igual que para otros expansores, el MARPE se mantiene por un periodo de 3 a 6 meses en los cuales ocurre la remodelación ósea de la sutura media palatina. Para poder verificar la neoformación ósea del área sutural se puede realizar una radiografía periapical en la región de los incisivos centrales, o también una radiografía oclusal.[21,23]

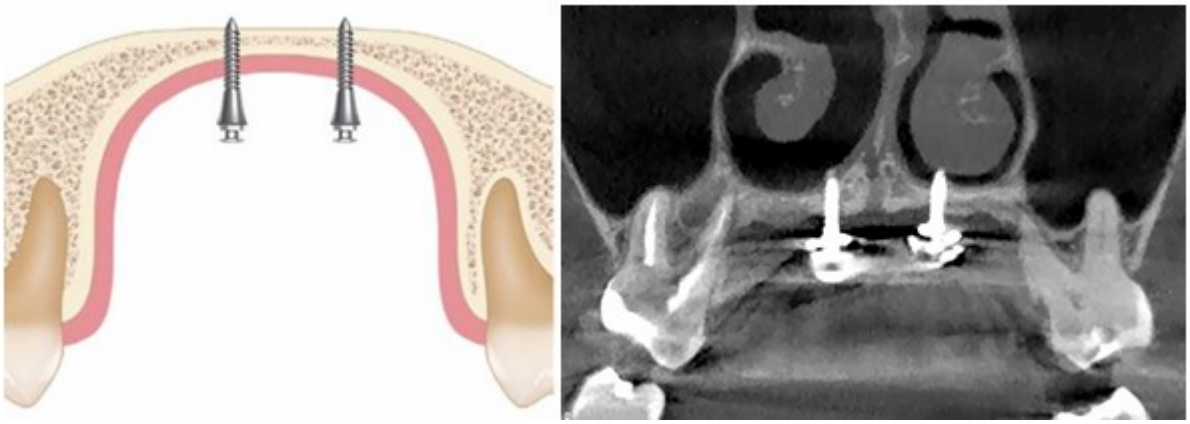


Figura 24. ***Colocación de mini implantes en sector posterior*** *Gurgel JA, Ramos AL, Flores-Mir C. MARPE: Expandiendo los límites de la ortodoncia. 2ª ed. Español. Maringá: DentalPress; 2022.*

2.4.3.BIOMECÁNICA

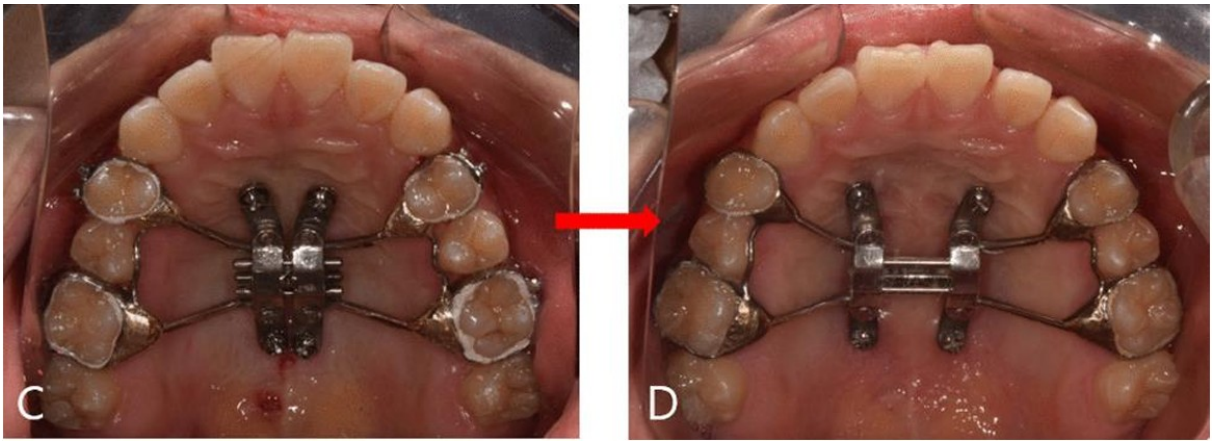
En el proceso de expansión se produce en primer lugar una inclinación coronovestibular de los dientes posteriores con compresión del periodonto y de los tejidos blandos del paladar. A partir de la primera semana aproximadamente se produce un desplazamiento en masa de los sectores posteriores con reabsorción ósea alveolar en el lado vestibular (expansión maxilar). Si la fuerza es lo suficientemente intensa, se produce una separación ortopédica de los segmentos maxilares por apertura de la sutura palatina media (disyunción palatina). Esta separación continua hasta que la fuerza ejercida sobre la sutura es menor que la tensión existente entre los elementos suturales. [28]

La acción de la disyunción no se enmarca solo en la sutura palatina sino que produce una "desarticulación" del maxilar con cambios celulares en el resto de las suturas circuncigomáticas y circunmaxilares. Esto favorece la acción de aparatos ortopédicos maxilares en el plano sagital, en concreto de la máscara facial y de la mentonera de tracción anterior. La disyunción es una de las principales indicaciones como procedimiento previo en maloclusiones de clase III por hipoplasia maxilar.
A nivel mandibular también se observan cambios en el plano sagital, detectándose un avance mandibular expontáneo como consecuencia de la expansión transversal maxilar. Este avance está relacionado con el patrón facial, de manera que cuanto menor sea la divergencia de las bases óseas maxilar y mandibular, mayor es el adelantamiento de la mandíbula. Así, la disyunción se usa en tratamiento de clases II donde la mandíbula puede estar parcialmente bloqueada por la existencia de un maxilar estrecho.
Junto con la expansión se produce un aumento de la longitud de la arcada superior, relacionada con la cantidad de expansión conseguida. Esto puede evitar, en casos de apiñamiento o protrusión superior moderados, la realización de extracciones terapéuticas. [15]

La intensidad en la disyunción rápida es de 1.5 a 4.5kg, pudiendo provocar dolor en los pómulos y el entrecejo, debiendo ser estrictamente controlado por el profesional, el cual comprobará el estado del paciente cada 2-3 días.
En adultos para evitar complicaciones como dolor, edema o ulceraciones, así como en niños con dentición mixta por existir menor resistencia en la sutura, se puede emplear la siguiente secuencia, conocida como disyunción lenta:

1. 2/4 de vuelta al colocar el aparato.
2. 1/4 de vuelta diaria.

La intensidad en la disyunción lenta es de 900g, pudiendo hacer un control del estado del paciente de manera semanal. La fase activa de la disyunción se finaliza al alcanzarse una mordida en tijera bilateral, lo que suele ocurrir al cabo de 15-21 días en la secuencia de activación rápida, o en 1-2 meses en la secuencia de activación lenta. Una vez finalizada la fase activa se fija el tornillo con un trozo de ligadura metálica o resina autopolimerizable para que no retroceda.



Figuras C,D. ***Antes y después de la expansión****. Kapetanović A, Theodorou CI, Bergé SJ, Schols JGJH, Xi T. Efficacy of Miniscrew Assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE) in late adolescents and adults: a systematic review and meta-analysis. Eur J Orthod. 2021 Jun 8;43(3):313-323.*

La expansión palatal deseada se define como el centro de la cresta alveolar superior posicionado de 2 a 3mm hacia bucal en comparación con el centro de la cresta alveolar inferior. Una vez alcanzada esta expansión se deja colocado el expansor para permitir la formación de nuevo hueso.
Por otro lado, la estabilización de la expansión se consigue mediante un proceso de remodelación y reorganización del tejido conectivo sutural y del tejido óseo maxilar. Sin embargo, recién terminado el período activo aún quedan fuerzas residuales que actúan sobre la sutura y pueden hacer que el tratamiento recidive.

Una vez alcanzada la expansión palatal deseada se mantiene el expansor en boca para permitir formación de nuevo hueso. Se ha comprobado que tras el tratamiento se produce recidiva, por lo que para prevenirlo se coloca un retenedor, y la retención en casos de expansión rápida se realiza manteniendo el mismo aparato de disyunción de 3 a 6 meses, sustituyéndolo posteriormente por otros dispositivos más sencillos y preferentemente fijos. [15,18]

2.4.4.INDICACIONES

La indicación en el uso del MARPE se realiza en base al grado de atresia del maxilar y de la edad del paciente. La identificación del estadio de maduración de la sutura palatina media ha demostrado ser un parámetro auxiliar a los datos clínicos como la edad, el índice de maduración corporal, la historia clínica y las condiciones periodontales. A pesar de lo mencionado anteriormente por otros estudios sobre la edad ideal de colocación y tratamiento con MARPE, actualmente se ha generalizado su uso para todas las edades, estando indicado para pacientes jóvenes como adultos, habiendo reportes de expansión maxilar realizada en pacientes mayores de 40 años. [38]
No obstante, otros autores siguen recomendando su uso solo en adolescentes tardíos y adultos jóvenes, hasta los 20 años de edad, etapa en la que a pesar de haber fusiones parciales o totales de la sutura palatina media se observan altas tasas de éxito, dependiendo del espesor y longitud del paladar. A partir de los 30 años la tasa de éxito disminuye drásticamente, mostrándose buenos efectos esqueléticos en etapas tempranas de maduración (etapas B, C), mientras que las etapas D y E el éxito depende mucho de la extensión de la fusión de la sutura, así como del espesor y longitud del paladar. Así, se recomienda evaluar individualmente el estadio de maduración de la sutura media palatina en cada paciente. [39,40]

3.-OBJETIVOS

Objetivo principal

- Llevar a cabo una **revisión bibliográfica** sobre el empleo del MARPE en la compresión esquelética del maxilar, con el objetivo de reunir, resumir y examinar la evidencia científica más actual, ofreciendo de este modo un conocimiento actualizado y detallado de esta técnica.

Objetivos secundarios

- **Analizar el desarrollo y crecimiento del maxilar y la sutura palatina media:** Examinar los procesos de desarrollo del maxilar y la sutura palatina media en distintas etapas de la vida, e identificar los factores que influyen en el crecimiento y maduración de estas estructuras anatómicas.
- **Investigar la etiología de la compresión maxilar esquelética:** Identificar las posibles causas genéticas, ambientales y funcionales que contribuyen a la compresión maxilar esquelética, así como evaluar la influencia de hábitos y condiciones médicas que puedan precipitar o agravar esta condición.
- **Evaluar las repercusiones de la compresión maxilar esquelética:** Analizar las consecuencias funcionales de la compresión maxilar y estudiar los efectos sobre la respiración, masticación y la salud oral en general.
- **Examinar el tratamiento con MARPE:** valorar los diferentes diseños de dispositivos MARPE y su funcionamiento biomecánico; determinar las edades óptimas para la aplicación de MARPE y su efectividad en distintas etapas de desarrollo.
- **Evaluar los cambios dento-alveolares y esqueléticos:** Evaluar los cambios a nivel de los dientes y los huesos que se producen con el uso de MARPE.
- **Estudiar la tasa de éxito del MARPE: r**evisar estudios y datos clínicos para determinar la tasa de éxito del tratamiento e identificar factores que influyen en la eficacia y los resultados del tratamiento.

4.-METODOLOGÍA

En este trabajo de revisión bibliográfica se han utilizado buscadores científicos especializados, entre ellos Scielo y MEDLINE (vía PubMed).

Se diseñan diferentes estrategias de búsqueda utilizando las siguientes palabras clave: "MARPE", "palatal expansion", "maxillary compression", "transverse maxillary discrepancies", "orthodontics", "disyuntor", "palatal expander", "RME"., "bone-borne RME", "microimplant assisted rapid palatal expansion", "tooth-borne expansion".

Los filtros de búsqueda aplicados fueron los siguientes:

1. Tipos de artículos: Estudios clínicos (Randomized Controlled Trial), meta-análisis (Meta-Analysis) y revisiones sistemáticas (Systematic Review).
2. Fecha de publicación: Últimos cuatro años.
3. Libre acceso: Free full text.
4. Idiomas: Español e inglés.

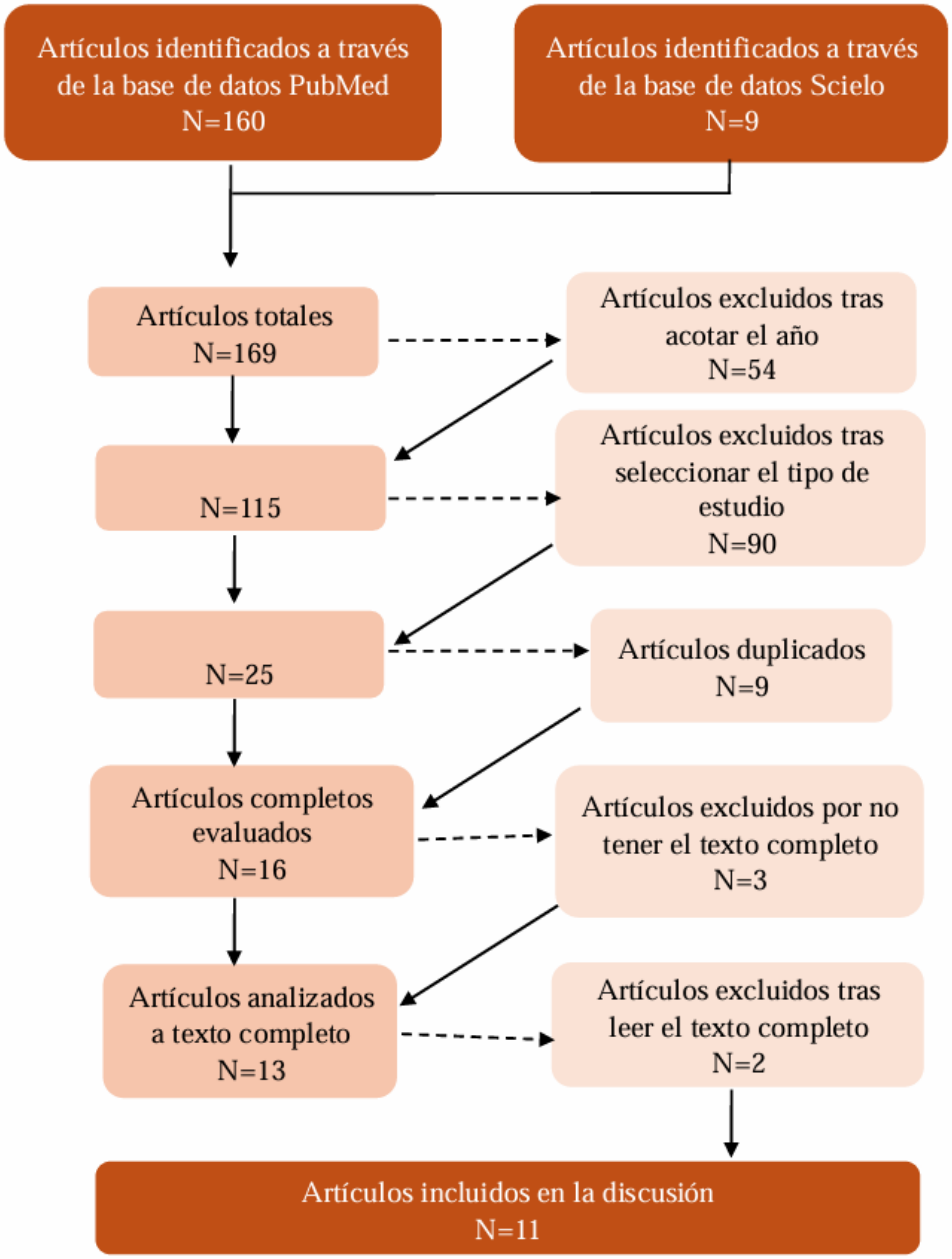
Para comprobar la calidad y veracidad de los datos y resultados recopilados, todos los artículos han sido contrastados en el Journal Citation Report (JCR).

La selección de artículos fue realizada por la autora, quien valoró si los artículos cumplían o no con los criterios establecidos.

Finalmente se descartan todos aquellos manuscritos que:

- No estaban relacionados con los objetivos del trabajo
- Se encontraban duplicados
- Estudios con pacientes fisurados o con labio leporino, así como pacientes con cualquier otro síndrome presente o anomalía craneofacial.

El siguiente diagrama de flujo PRISMA ilustra el proceso utilizado para la selección de artículos que fueron incluidos en la discusión de esta revisión blibliográfica:



5.-RESULTADOS

Los artículos incluidos en esta revisión se sintetizan y recopilan en la siguiente tabla, teniendo en cuenta el autor y el año, el diseño del estudio, la recogida de datos, la tasa de éxito, el protocolo de expansión y los resultados.

Tabla 5.1

Principales características de los estudios incluidos: diseño del estudio, tasa de éxito, características de la muestra, recogida de datos, protocolo de expansión y resultados.

Autor Año	Diseño	Muestra	Recogida de datos	Tasa de éxito	Protocolo de expansión	Resultados
Chun JH et al. 2022 [32]	Ensayo clínico prospectivo aleatorizado	40 adolescentes y adultos jóvenes	Imágenes en CBCT a bajas dosis antes del tratamiento (T0), justo después (T1) y a los 2 meses (T2)	90% RME (18/20); 95%MARPE (19/20)	¼ vuelta/día, 0.2mm/día	Incremento anchura maxilar bilateral a nivel de premolares y molares; incremento anchura nasal y mayor foramen palatino.
Jia H. et al. 2021 [30]	Ensayo clínico prospectico aleatorizado	Adolescentes y adultos jóvenes, entre 12 y 18 años	CBCT	100% MARPE 86.7% Hyrax	2 activaciones/día, 0.5mm	Menor inclinación bucal y menor reducción de hueso alveolar Expansión maxilar de 3.82mm a nivel molar Los cambios esqueléticos constituyen ⅓ de la expansión.
Brunetto DP et al. 2022 [18]	Ensayo clínico prospectivo aleatorizado	Adultos no obesos de más de 18 años	CBCT Escala Epworth Cuestionario Quebec	85%	0.5-1mm/día hasta diastema, luego 0.25-0.5mm/día	Reducción de apnea/hipoapnea y síntomas clínicos Apertura de la sutura palatina de 6.61+-0.91mm
Mehta S et al. 2022 [29]	Estudio retrospectivo	60 pacientes de 11-15 años bajo tratamiento de 2 años y 7-9meses.	CBCT: pretratamiento (T1) y post-expansión (T2) y post-tratamiento al cabo de 6 meses (T3).		2 activaciones/día, 0.5mm/día hasta corrección de mordida cruzada posterior	MARPE presenta un mayor aumento de anchura nasal, maxilar e intermolar
Choi EA 2023 [31]	Ensayo clínico prospectivo aleatorizado	31 adultos de 19-35 años	CBCT antes de la expansión y tras la retirada del MARPE, con superposición de imágenes.	La tasa de éxito global fue de 83.9% En sector anterior: 75% para implantes largos 93.3% para implantes cortos En sector posterior: 96.9% para implantes largos 76.7% para implantes cortos	0.2mm/día hasta que las cúspides palatinas de 16,26 contactaran con las cúspides vestibulares de 36,46. Mantenimiento del expansor por 3 meses para la consolidación.	No se observó mayor éxito en la separación de la sutura en MARPE con implantes largos. No hubo una mayor inclinación dental con implantes largos. Mayor cambio en anchura del proceso zigomático y ectocanino en el grupo con implantes largos. Implantes más largos para anclaje posterior permiten una mejor estabilidad.
Kapetanovic et al. 2021 [17]	Revisión sistemática y meta-análisis	Adultos y adolescentes de más de 16 años	8 artículos de buscadores científicos	80.65%-100% (92.5%)	1-2 vueltas por día, durante 3-7semanas	Expansión intermolar de 5.4-8.32mm (6.55mm) Expansión interpremolar de 5.33mm-6.09mm Expansión intercanina de 2.86mm-5.83mm Expansión esquelética de 2.33mm (1.63-3.03mm) Componente esquelético representó el 35.6% de la expansión total
Inchingolo AD. et al. 2022 [33]	Revisión sistemática e informe de caso	Pacientes entre 10-16 años	16 artículos entre 2017-2022 de un total de 619. Uso de CBCT.		2 semanas de acondicionamiento; comienzo de expansión con 5activaciones/día; luego 1 activación/día durante 20 días.	Expansión transversal maxilar de 5,6mm

Tabla 5.1

Principales características de los estudios incluidos: diseño del estudio, tasa de éxito, características de la muestra, recogida de datos, protocolo de expansión y resultados.

Autor Año	Diseño	Muestra	Recogida de datos	Tasa de éxito	Protocolo de expansión	Resultados
Liu C. et al. 2023 [34]	Revisión sistemática y meta-análisis	Pacientes con edad promedio de 15 años	22 artículos, hasta 2023, con uso de CBCT pre-tratamiento (T0), 3 meses después (T1) y más de 3 meses post-axpansión (T2).		1 o 2 activaciones (0.13-0.25mm por activación) por día	Aumento de anchura de la cavidad y suelo nasal, del volumen de la cavidad nasal, nasofaríngeo, orofaríngeo y volumen total de la vía aérea superior. Incremento de la anchura alar y base alar.
Zeng W. et al. 2023 [25]	Revisión sistemática y meta-análisis	Adultos y adolescentes mayores de 13.5 años	12 estudios de una búsqueda inicial de 3.059 resultados	93.87% de media	Activación durante 13-122.2 días Retención 3 meses	Incremento del 48.85% de hueso basal Incremento de hueso alveolar de 7.52% Expansión dental de 43.63% de la expansión total
Li L. et al. 2023 [35]	Revisión sistemática y meta-análisis	Sin restricción de edad (8-35 años)	13 estudios de una búsqueda hasta 2022 en buscadores científicos especializados. Uso de CBCT en los estudios: T0(antes de la expansión), T1(inmediatamente tras expansión), T2 (3 meses de retención post-expansión) y T3(6 meses de retención post-expansión)		Protocolo más común de expansión de 0.5mm/día.	Incremento de volumen orofaríngeo, nasofaringeo y nasal. No incremento significativo en volumen palatofaringeo, glosofaringeo ni hipofaringeo.
Siddhisaributr P. et al. 2022 [36]	Revisión sistemática y meta-análisis	Adultos	5 buscadores científicos especializados; 14 estudios incluidos.	71-92%	Protocolo más común de 2 activaciones por día	Expansión esquelética (55.76%): anchura zigomática de 2.39mm; anchura nasal de 2.68mm; sutura palatina de 3.34mm en espina nasal posterior y de 4.56mm en espina nasal anterior. Expansión alveolar (24.37%): ancho molar de 4.8mm Expansión dental (19.87%): ancho intercanino de 3.96mm; ancho interpremolar de 4.99mm; ancho intermolar de 5.99mm.

6.-DISCUSIÓN

La deficiencia transversal maxilar es una patología frecuente con una prevalencia de aproximadamente el 10% de la población adulta y un 7.9% de los adolescentes. Su tratamiento mediante expansión maxilar esquelética se define como la apertura de la sutura palatina media en milímetros (expansión esquelética) y el ancho intercanino, interpremolar o intermolar en milímetros (expansión dental).[24,25]

La deficiencia transversal maxilar se asocia con una mordida cruzada posterior uni o bilateral, apiñamiento dental, paladar profundo y estrecho, sobrecrecimiento vertical alveolar, grandes corredores bucales, desequilibrio muscular facial, así como estenosis nasal y estenosis de las vías respiratorias. Puede aparecer también una mordida abierta anterior debido al déficit de crecimiento transversal maxilar y al excesivo apiñamiento dentario, y con ella una excesiva inclinación o protrusión incisiva. [24 ,25]

Cabe destacar que hay una clara asociación entre anomalías músculo-esqueléticas y la presencia de compresión maxilar esquelética:
Una posición baja de la lengua se asocia a la presencia de un maxilar estrecho. Entre las causas anatómicas que determinan la posición de la lengua podemos destacar la anquiloglosia y la hipotonía lingual, la cual está presente especialmente en pacientes afectados de parálisis cerebral, Síndrome de Down, discapacidades mentales y físicas.[26]
La respiración oral también se correlacionaba con una posición baja de la lengua y falta de crecimiento transversal del maxilar superior. Las causas más comunes de la respiración oral se pueden resumir en rinitis alérgica (81,4%), hipertrofia adenoidea (79,2%), hipertrofia amigdaliana (12.6%) y obstrucción de la vía aérea nasal por desviación del tabique nasal (1.0%). Así, en la respiración oral se mantiene.[27]

Uno de los propósitos de la expansión ortopédica del maxilar es asegurar los alrededores alveolares bucolinguales junto con el desplazamiento lateral del segmento bucal para establecer una dimensión transversal adecuada en el maxilar. Los expansores adheridos a los dientes muestran efectos secundarios inevitables, como deshiscencias óseas y recidiva esquelética a corto plazo al final del período de consolidación debido al desplazamiento bucal de los dientes de anclaje, lo que puede provocar reducción en el grosor de la placa ósea bucal. Por otro lado, los expansores puramente adheridos al hueso a penas tienen efectos secundarios en el hueso alveolar pero muestran un aumento significativamente menor en el ancho intermolar en comparación a los expansores adheridos a los dientes. En consecuencia, un expansor maxilar adherido a los dientes y al hueso ha mostrado una expansión ortopédica y dentoalveolar favorable incluso en adultos jóvenes.[28]

Todos los estudios seleccionados utilizan el CBCT como herramienta diagnóstica para evaluar el éxito de la expansión con MARPE. En los estudios incluidos, se utiliza el CBCT para evaluar la apertura de la sutura antes del tratamiento, inmediatamente tras el tratamiento y tras 3 meses de consolidación de la sutura tras la expansión.[17] Hay ciertos casos individuales en los que no se produce la separación de la sutura palatina. Existe la hipótesis que explica que una baja densidad ósea no soporta consideradas fuerzas mecánicas aplicadas a los mini-implantes, lo cual conduce a un aumento de la inclinación dentro del hueso y a una inclinación bucal de los molares de anclaje.[18]

En cuanto al estudio de *Mehta S. et al.*, se evalúan los efectos a largo plazo de la expansión rápida maxilar asistida con mini-implantes, así como se realizan controles de la cavidad nasal, todo mediante CBCT. Se analizaron 180 CBCTs de pacientes con edades comprendidas entre los 11 y los 15 años de edad, que fueron previamente utilizados en un estudio retrospectivo para 60 pacientes en el momento de pretratamiento, en el momento de post-expansión y tras el tratamiento.[29] De manera similar, el resto de estudios seleccionados también evalúan y comparan los distintos CBCT.

Si con una radiografía periapical después de 4 semanas tras la primera activación no se muestran signos radiográficos de apertura de la sutura palatina, se considera fracaso de la expansión maxilar.[17]

En otros estudios como en el de *Brunetto DP. et al.* la expansión era considerada exitosa si se detectaba translucidez en la CBCT post-expansión en la sutura palatina media. Además, también determinó que la posición del expansor influye en la forma de separación de la sutura. Una apertura más paralela de la sutura se consigue colocando el expansor más posteriormente.[18]

En la mayoría de los estudios, la expansión transversal esquelética del complejo nasomaxilar se analiza según la anchura del hueso basal maxilar, la anchura del hueso alveolar maxilar, la anchura del piso nasal y la anchura lateral nasal. La expansión transversal dental se mide en los caninos, premolares y primeros molares maxilares. [25]

Se ha visto que la expansión maxilar con MARPE tiene una tasa de éxito en promedio entre 80.65% y 100% (92.5%). De manera similar, en otro estudio la frecuencia de separación de la sutura palatina media fue del 90% en caso de expansión maxilar esquelética convencional (RME) y del 95% en el caso del uso de MARPE.[17] *Brunetto DP. et al.* determinó una tasa de éxito del 85% en el uso del MARPE.[18] *Jia H et al.* encontraron una tasa de éxito del 100% en el uso de MARPE frente a un 87% en el uso de otros dispositivos como el Hyrax.[30]

El componente esquelético de la expansión se sitúa entorno al 25-61% inmediatamente tras la expansión, representando el componente esquelético medio un 35.6% de la expansión total.

Según un estudio de *Bortolotti et al.* se ha visto que la expansión maxilar transversal es debido principalmente a movimientos dentales producidos a nivel de los molares, mientras que los efectos esqueléticos fueron significativos pero contribuyeron menos a la expansión total.[28] Según otros estudios, se atribuye un 50% de la expansión a cambios esqueléticos mientras que el otro 50% de la expansión se atribuye a cambios alveolodentarios.[37,39] En cuanto a estudios más antiguos, se determinó que el aumento en anchura de la arcada dentaria viene determinada en un 45% por la apertura de la sutura palatina media; en un 40% por el movimiento dentario, 15% dado por la inclinación y un 25% por el desplazamiento, y el 15% restante debido al proceso de remodelación del proceso alveolar.[15] Según el estudio de *Jia H et al.* los cambios esqueléticos contribuyen a un tercio de la expansión dental total después del crecimiento puberal. [30]

En otros estudios se ha comprobado que con la expansión se ha llegado a conseguir un incremento del 48.85% de hueso basal, un incremento de hueso alveolar de 7.52% y una expansión dental de 43.63% de la expansión total. [25]

Tanto en RME como en MARPE se vieron cambios similares a nivel dentoalveolar a excepción de la anchura maxilar, donde el MARPE presentó un mayor ancho maxilar bilateral del primer molar y premolar, así como un mayor incremento en la anchura nasal a nivel molar y un mayor foramen palatino inmediatamente tras la expansión. Con el uso del MARPE, se vio una expansión de hueso basal triangular significativa.[17]
En cuanto a la relación entre la cantidad de expansión del paladar medio y los cambios en la placa ósea alveolar, se encontró una correlación positiva significativa solo en los grupos de MARPE durante la expansión, habiendo una falta de correlación en el grupo de RME.[32]

En el estudio de *Brunetto DP. et al.*, el valor promedio de la apertura de la sutura palatina media fue de 6.61+-0.91mm, mientras que la apertura promedio del tornillo expansor fue de 10.98+-2.53mm.[18]
Según el estudio de *Jia H et al.* la proporción esquelética-dental a nivel del primer molar para MARPE fue de 3.82mm (61.4%) en comparación a Hyrax (2.2mm, 32,3%). [30]

Se estableció en otros estudios una media de expansión en caninos de 3.36mm (2.03-4.69mm; en primeros premolares de 4.23mm (3.48-4.97mm); en segundos premolares de 4.01mm (3.17-4.87mm) y en primeros molares de 4.79mm (3.35-6.23mm). Estos resultados indicaron que la expansión transversal dental es una expansión en forma de "V", estrecha en la parte anterior y ancha en la parte posterior en el plano horizontal. [25]

Con resultados similares, en el estudio de *Chun JH et al.* se apreciaron una serie de cambios a nivel esquelético, dentoalveolar y periodontal, los cuales son descritos a continuación:

• Cambios esqueléticos:

Se vio en los resultados una expansión significativa del hueso basal en la sutura cigomática-maxilar y en el ancho nasal en la región de los primeros molares bilaterales y premolares superiores, foramen nasopalatino y foramen palatino mayor, pero no en la sutura fronto-cigomática, lo que implica una expansión maxilar esquelética triangular.
El ancho nasal en región de premolares y molares y foramen palatino aumentó significativamente inmediatamente tras la expansión con MARPE en comparación con RME. Al cabo de 3 meses, en ambos grupos se vio reducción de hueso en el ancho nasal en la región de premolares superiores y primeros molares, así como del foramen nasopalatino.
Durante los periodos de expansión y consolidación se vieron incrementos significativos en todas las dimensiones excepto para el tratamiento con RME en la sutura fronto-cigomática y en la anchura nasal en la región de los primeros molares.

• Cambios dentoalveolares:

Se observó un incremento significativo en la anchura maxilar en la región de primeros molares y premolares superiores en ambos tratamientos, aunque en el tratamiento con MARPE el valor fue mayor para la expansión de anchura maxilar a nivel de primeros molares superiores (5.9mm a 6.7mm y 6.1mm a 6.3mm respectivamente) reduciéndose estos valores

durante el periodo de consolidación. La anchura interdental e inclinación dental de los primeros molares fue similar en ambos tratamientos.

• Cambios periodontales:

En ambos tratamientos el espesor de la placa ósea bucal en premolares y molares en las raíces mesiales y distales se vio disminuido, posiblemente por una tendencia de recidiva esquelética. Durante la expansión se redujo un 0.6mm de promedio, lo que indica un desplazamiento de premolares y molares de anclaje dentro del hueso alveolar. Por el contrario, el espesor de la placa ósea palatina aumentó en ambos tratamientos. [32]

Según *Mehta S et al.* los efectos de la expansión a corto plazo desde el pre-tratamiento hasta la post-expansión fueron significativos, viéndose un incremento en la anchura de la base alar para MAPRE, y RME (0.63mm y 0.89mm respectivamente); un incremento en la anchura de la cavidad nasal posterior (1.98 y 1.67mm), y un incremento en anchura maxilar intercanina (1.78 y 2.41mm). El ángulo de desviación del septo nasal también se redujo significativamente (1.03º y 0.99º). El porcentaje de pacientes con severa desviación del septo nasal cambió de un 10% a un 0% en el grupo con MARPE, frente a un 4% en el grupo con RME.[29]

A largo plazo, los cambios también fueron significativos, excepto para la anchura de la base alar, parámetro que no cambió de manera significativa. Se vio para ambos grupos de MARPE y RME un incremento en la altura nasal (2.31 y 2.81mm); en la longitud nasal (1.04 y 1.14mm); en la altura desde Nasion a Espina nasal anterior (1.14 y 1.27mm); en distancia desde Espina nasal anterior a Espina nasal posterior (1.14 y 0.94mm) y un incremento en la abertura piriforme (1.29 y 1.24mm). También se vio una reducción en el ángulo de desviación del septo nasal (1.71º y 1.35º). En el grupo de control, se observó un incremento significativo en altura nasal, longitud nasal, altura desde Nasion a Espina nasal anterior, distancia desde la Espina nasal anterior a la espina nasal posterior e incremento en la abertura piriforme (2.58, 1.17, 1.13, 1.01, 1.67mm respectivamente). Además, también se vio un incremento en el ángulo de desviación del septo nasal, un ancho de la cavidad nasal posterior, ancho de la cavidad nasal anterior, ancho maxilar intermolar y ancho maxilar intercanino (2.04º, 0.63, 0.74, 3.64, 1.24mm respectivamente). No obstante, el porcentaje de pacientes con severa desviación del tabique nasal se incrementó de un 10% a un 21%.[29]

Con MARPE se observó menor desplazamiento bucal de los primeros molares (de anclaje) durante los periodos de expansión y consolidación. En ambos, RME y MARPE, hubo una recidiva esquelética tras la consolidación pero bajo cantidades idénticas de expansión, MARPE mostró una disminución menor en las variables esqueléticas, dentoalveolares y periodontales. [17]

La consolidación con el dispositivo MARPE indica una menor pérdida de hueso alveolar bucal. Para una cantidad dada de expansión, MARPE en relación a RME muestra menor desplazamiento de los dientes de anclaje dentro del hueso alveolar. [32] En otros estudios y con

resultados similares, se observa que la reducción en altura del hueso alveolar e inclinación bucal fue menor para MARPE. [30]

Por otro lado, *Choi EA et al.* analiza y compara los cambios a nivel esquelético y dentoalveolar del MARPE en relación a la longitud de los mini-implantes. En el grupo con implantes más largos, se vio que la cantidad de expansión era generalmente grande pero con cambios estadísticamente significativos a nivel de la anchura entre los procesos zigomáticos y entre caninos (interprocesus zigomáticos e inter-caninos). La expansión esquelética a nivel del hueso basal maxilar representó el 36% y el 51% de la expansión total de los tornillos en los grupos con implantes cortos y largos respectivamente. La expansión de MARPE con minitornillos más largos resultó en una mayor expansión esquelética en pacientes en quienes la apertura de sutura fue exitosa, no habiendo diferencia significativa en el cambio de la anchura inter-molar entre los dos grupos, pero la anchura inter-canina en el grupo con implantes largos se expandió aproximadamente 1.3 mm más que en el grupo con implantes cortos y fue estadísticamente significativa. El uso de MARPE con minitornillos más largos puede ser beneficioso para la expansión del hueso alveolar del canino. En cuanto a la tasa de éxito, se analiza según la longitud de los implantes. Se observó así una tasa de éxito global del 83.9% (26 de 31), siendo la tasa en sector anterior de 75% para implantes largos y de 93.3% para implantes cortos, no habiendo una diferencia significativa. En sector posterior se sitúa en un 96% para implantes largos y un 76.7% para implantes cortos, lo cual sí tuvo significancia estadística. [31]

En todos los estudios hubo ligeras diferencias en el tipo de mini-tornillos, siendo más comunes los de longitud 11 mm y de diámetro de 1.5 o 1.8mm. El diseño del MARPE y la orientación del tornillo expansor era similar, afirmándose que la expansión esquelética maxilar sin penetración bicortical en los cuatro tornillos produce menos efectos ortopédicos y más efectos secundarios dentoalveolares no desdeados. Se debe, por tanto, de prestar especial atención a la longitud del mini-tornillo y a la profundidad de implantación del mismo. [25]

Se ha visto que el refuerzo basal con microtornillos contribuye al mantenimiento del hueso basal durante el periodo de consolidación. Después de retirar el MARPE se completa el tratamiento posteriormente con ortodoncia durante aproximadamente 18 meses.[17]

En otros estudios se ha visto que ocurre también una expansión de otros huesos craneofaciales, no solo del maxilar. Entre ellos se incluyen el hueso esfenoides, los huesos temporales y los huesos zigomáticos, este último sin tener demasiada significancia estadística. [25]

La duración del tratamiento de expansión se enmarca entre los 20 a los 126 días dependiendo del protocolo de tratameinto, situándose la mayoría de los estudios entre 20 y 35 días de media. La duración del tratamiento en un protocolo rápido donde se dan 1-2 vueltas al tornillo por día abarcaba una duración de entre 3 y 7 semanas (20-35 días). Se ha visto que la secuencia de activación del expansor si se realiza más lentamente, con ¼ de vuelta cada 2 días, parece proporcionar una mayor adaptación fisiológica de la sutura sin llegar a producir inclinación coronovestibular inicial de los dientes de soporte, teniendo resultados similares con la disyunción rápida.[15,17] Por el contrario, en recientes estudios se ha visto que se puede enseñar a los pacientes a activar el expansor en casa, coincidiendo en 2 activaciones por día, siguiendo una secuencia de 0.5mm a 1mm por día hasta la aparición del diastema

interincisivo, el cual una vez aparece se reduce la activación de 0.25 a 0.5mm por día. Cada vuelta se corresponde con 0.25mm y cada activación es ¼ de vuelta o 90º. La apertura total del tornillo expansor se determinaba mediante la suma de las activaciones en el expansor (0.25mm cada activación).[18] De manera similar, *Jia H et al.* utilizó una secuencia de activación de 2 giros de un cuarto, es decir, dos giros de 90º que equivalen a un giro de 180º en total, 0.5mm. [30]
En el estudio de *Mehta S et al.*, al grupo de MARPE se le insertan dos mini-implantes en la región del paladar, de longitud 12mm y diámetro de 1.5mm, con un protocolo de expansión de 2 activaciones por día, 0.25mm por activación con un total de 0.5mm por día, hasta corrección de mordida cruzada posterior. [29]

En el estudio de *Choi EA et al.* se emplea un protocolo de activación de 0.2mm/día hasta que las cúspides palatinas de primeros molares superiores entran en contacto con las cúspides vestibulares de los primeros molares inferiores. A las dos semanas de la colocación del MARPE realiza una radiografía periapical para comprobar la apertura de la sutura palatina media, y luego de la expansión se mantiene el expansor por 3 meses. La longitud de los implantes cortos que se utilizan son de 8mm de largo en sector anterior y 6mm de largo en sector posterior, y para los implantes largos son de 13mm en sector anterior y 11mm en sector posterior. [31]
La mayoría de los efectos secundarios se resumen en inclinación dental de primeros molares superiores, de 2.07º a 8.01º; disminución del grosor óseo bucal en raíz mesio-bucal del 16 y 26 de –0.36mm a 0.6mm; disminución de la altura de la cresta alveolar de 0.74mm a 1.7mm, y un ensanchamiento de la nariz, la cual tiende a moverse hacia delante y abajo aumentando el volumen nasal post-tratamiento.[17]
Tras la expansión, aumentó el overjet/resalte al ocurrir una rotación transitoria de la mandíbula en sentido horario, generada por contactos oclusales prematuros durante la expansión. Esto es corregido posteriormente con aparatología fija. [18]
La complicación más frecuente fue la inflamación de la mucosa alrededor de los mini-implantes y la inclinación lateral de los mini-implantes, habiéndose perdido en algunos estudios hasta 5 implantes por inestabilidad mecánica. En general, no se observaron complicaciones más graves como fístula oro-nasal, inflamación de mucosa nasal o sangrado.[18]
Otros efectos secundarios en otro estudio se resumen en dehiscencia o fenestración ósea, recesión gingival, reabsorción radicular, inclinación bucal de los dientes posteriores y recidiva. [30]
En adultos, el principal riesgo de la disyunción es la aparición de recesiones gingivales en dientes posteriores, además de la recidiva de la expansión.

Una deficiencia transversal maxilar, además de provocar maloclusiones graves, puede venir acompañada de una obstrucción parcial o total de las vías respiratorias con un aumento de la resistencia del flujo de aire.[18] Tras la disyunción se produce un descenso del paladar, debido a lo cual la cavidad nasal aumenta en altura así como se produce un aumento de la distancia entre las paredes laterales de la nariz y su tabique medio, lo cual conduce a una mayor anchura nasal. Este incremento explica que muchos respiradores orales pasen a una respiración nasal. No obstante, existe gran variabilidad individual en cuanto a la disminución de la resistencia aérea nasal tras la disyunción.

Una deficiencia transversal maxilar presenta un alto riesgo de desarrollar apnea obstructiva del sueño (AOS). *Brunetto DP. et al.* demostró en su estudio que el MARPE proporciona importantes beneficios no solo oclusales sino también respiratorios. El tratamiento con MARPE permite expandir el tercio medio facial y aumentar las dimensiones de las cavidades nasal y oral, reduciendo así la resistencia al flujo de aire y desempeñando un papel importante en la terapia de AOS en algunos pacientes. Así, se mostró una mejoría significativa en la somnolencia diurna y en la calidad de vida relacionada con la AOS. Se vio también una reducción de IAH del 65.3%, una mayor saturación de oxígeno, una reducción en la duración de los ronquidos y un menor índice de bruxismo relacionado con la apnea. Aproximadamente un tercio de los participantes mostraron un IAH menor de 5. [18]

No hubo correlación entre la cantidad de espacio intersutural y la cantidad de reducción del IAH (índice de apnea/hipoapnea).

El bruxismo del sueño (SB), de etiología multifactorial, también puede estar relacionado con este síndrome. Los eventos respiratorios y los despertares durante el sueño pueden incluirse como algunos de los factores biológicos que provocan el rechinar de los dientes como un intento de mantener o restaurar la permeabilidad de las vías aéreas. En algunos estudios se vieron mejoras en el SB tras una expansión palatal rápida.

La RME es catalogada como terapia auxiliar en AOS pediátrico, demostrando ensanchar la cavidad nasal y dimensiones orofaríngeas después de la separación de la sutura palatina media. Cuando se evalúa mediante rinomanometría y rinometría acústica, el aumento en las dimensiones conduce a una reducción en la resistencia al flujo de aire, con una mejora significativa en la respiración funcional. La RME redujo significativamente el índice de apnea/hipoapnea y los síntomas clínicos en niños con AOS a largo plazo.

En relación a los cambios producidos en la vía aérea superior, se ha observado que la anchura de la cavidad nasal y la anchura del suelo nasal aumentaron significativamente, entorno a 2.05mm y 2.13mm de media respectivamente. Además, también aumentaron el volumen de la cavidad nasal (sobre 1.24cm3, así como el volumen nasofaríngeo (0.75cm3) y el volumen orofaríngeo (1.67cm3). [34]

Otros estudios también corroboran estos cambios, afirmando que el volumen nasofaríngeo y el volumen de la cavidad nasal incrementaron considerablemente tras el tratamiento con MARPE. En cuanto a la orofaringe, la palatofaringe y la glosofaringe no hubo cambios estadísticamente significativos. Tampoco hubo una correlación clara entre el volumen expandido y la anchura maxilar. [24]

La sutura palatina media cambia de una sutura amplia y lisa a un patrón progresivamente interdigitado, por lo que la misma fuerza mecánica de expansión puede provocar efectos biológicos y biomecánicos diferentes en hueso maduro e inmaduro, y con consecuentes efectos secundarios diferentes. En comparación con otros estudios, se ha afirmado que la edad ideal es antes de los 13-15 años, siendo los resultados impredecibles a mayor edad. No obstante, un mejor indicador sería evaluar la madurez esquelética antes que la edad cronológica. Para determinar la etapa de crecimiento y desarrollo óseo (indicador de madurez

esquelética, SMI) se puede realizar una radiografía de mano-muñeca, habiendo sido relacionada con la osificación de la sutura palatina media. Después de SMI8 se ve como la tasa de interdigitación aumenta considerablemente, siendo aconsejable terminar la expansión antes de alcanzar un SMI9. En estudios histológicos se vio que la sutura se interdigita a la edad de 16 años en chicas y 18 años en chicos. Otros estudios muestran que la expansión es eficaz hasta los 20 años de edad con un índice de obliteración de la sutura de menos de 0.5mm.[17]

7.-CONCLUSIONES

1. El uso del MARPE permite una expansión esquelética más predecible y mayor, así como menos inclinación bucal y pérdida de altura alveolar en los dientes de anclaje.
2. MARPE exhibió una expansión basal triangular significativa del hueso y una recaída esquelética durante la consolidación menor que con otros dispositivos.
3. Con el uso de MARPE, se observa una importante mejoría en la somnolencia diurna y en la calidad de vida relacionada con la apnea obstructiva del sueño (AOS), así como en el índice de apnea-hipopnea, la saturación de oxígeno y la duración del ronquido.
4. El MARPE con minitornillos más largos puede aumentar la cantidad de expansión del hueso basal maxilar y del hueso alveolar del canino a pesar de que la mayor longitud de los tornillos no garantice una separación exitosa de la sutura palatina media.
5. Muchos estudios muestran sesgos, por lo que son necesarios más estudios de calidad en relación al uso del MARPE.
6. Estudios futuros con observaciones a largo plazo podrían establecer la importancia clínica del MARPE en términos de estabilidad de la dimensión transversal y seguridad del hueso alveolar circundante.
7. La evidencia es limitada en cuanto a la eficacia del MARPE como tratamiento de pacientes fuera del periodo de crecimiento.

8.-BIBLIOGRAFÍA

1. *Sadler TW. Langman. Embriología Médica. 14a ed. Saint Paul, MN, Estados Unidos de América: LWW; 2019*
2. *Ferguson MWJ. Palate development. Development 1988;103:41–60.*
3. *Corliss CE. EMBRIOLOGÍA HUMANA DE PATTEN. Embriología humana de Patten. Fundamentos del desarrollo clínico. Buenos Aires: El Ateneo; 1979.*
4. *Brand RW. Anatomía de las estructuras orofaciales. Elsevier Espana; 1999.*
5. *Proffit WR. Ortodoncia contemporánea. Países Bajos: Elsevier Health Sciences Spain; 2013*
6. *Enlow, Donald H.. Crecimiento maxilofacial 3 Ed. España, Interamericana, 1992.*
7. *Norton NS, Netter FH. Anatomía de cabeza y cuello para odontólogos. Barcelona: Elsevier Masson; 2012.*
8. *Peltomäki T. The effect of mode of breathing on craniofacial growth revisited. Eur J Orthod. 2007 Sep;29(5):426-429.*
9. *Proffit W. Equilibrium theory revisited. Angle Orthod. 1978;48:175-186.*
10. *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):759-769.*
11. *Gurgel JA, Ramos AL, Flores-Mir C. MARPE: Expandiendo los límites de la ortodoncia. 2ª ed. Español. Maringá: DentalPress; 2022.*
12. *Escobar F. Odontología Pediátrica. 2ª edición. Caracas: AMOLCA; 2004.*
13. *Winter K, Baccaglini L. A review of physical disabilities and malocclusion among individuals with Down Syndrome. Spec Care Dentist. 2008 Jan-Feb;28(1):19-26.*
14. *Vellini F. Ortodoncia: Diagnóstico y Planificación clínica. 2ª edición. São Paulo: Editora Artes Médicas Ltda; 2004.*
15. *Canut Brusola JA, Arias de Luxán S. Ortodoncia clínica y terapéutica. Países Bajos: Ediciones Científicas y Técnicas; 2000.*
16. *Brunetto DP, Sant'Anna EF, Machado AW, Moon W. Non-surgical treatment of transverse deficiency in adults using Microimplant-assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE). Dent Press J Orthod. 2017;22(1):110-125.*
17. *Kapetanović A, Theodorou CI, Bergé SJ, Schols JGJH, Xi T. Efficacy of Miniscrew Assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE) in late adolescents and adults: a systematic review and meta-analysis. Eur J Orthod. 2021 Jun 8;43(3):313-323.*
18. *Brunetto DP, Moschik CE, Dominguez-Mompell R, Jaria E, Sant'Anna EF, Moon W. Mini-implant assisted rapid palatal expansion (MARPE) effects on adult obstructive sleep apnea (OSA) and quality of life: a multi-center prospective controlled trial. Prog Orthod. 2022 Feb 1;23(1):3.*

19. *Kim HJ, Yun HS, Park HD, Kim DH, Park YC. Soft-tissue and cortical-bone thickness at orthodontic implant sites. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2006 Aug;130(2):177 82.*
20. *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 Dento facial Orthop. 2017 May;151(5):887-97.*
21. *Cantarella D, Dominguez-Mompell R, Moschik C, Mallya SM, Pan HC, Alkahtani MR, et al. 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.*
22. *Moon SH, Park SH, Lim WH, Chun YS. Palatal bone density in adult subjects: implications for mini-implant placement. Angle Orthod. 2010 Jan;80(1):137-44.*
23. *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.*
24. *Jefferson Y. Mouth breathing: Adverse effect on facial growth, health, academics, and behavior. Gen Dent. 2009;58:18-25.*
25. *Zeng W, Yan S, Yi Y, Chen H, Sun T, Zhang Y, Zhang J. Long-term efficacy and stability of miniscrew-assisted rapid palatal expansion in mid to late adolescents and adults: a systematic review and meta-analysis. BMC Oral Health. 2023 Nov 3;23(1):829.*
26. *Pérez N, López M. Anquiloglosia en niños de 5 a 11 años de edad: diagnóstico y tratamiento. Rev Cubana Estomatol. 2002 Sep-Dic;39(3):3-7.*
27. *Lugo C, Toyo I. Hábitos orales no fisiológicos más comunes y cómo influyen en las maloclusiones. Rev Latinoam Ortodon Odontopediatr. 2011;26.*
28. *Bortolotti F, Solidoro L, Bartolucci ML, Incerti Parenti S, Paganelli C, Alessandri Bonetti G. Skeletal and dental effects of surgically assisted rapid palatal expansion: a systematic review of randomized controlled trials. Eur J Orthod. 2020 Sep 11;42(4):434-440*
29. *Mehta S, Gandhi V, Vich ML, Allareddy V, Tadinada A, Yadav S. Long-term assessment of conventional and mini-screw-assisted rapid palatal expansion on the nasal cavity. Angle Orthod. 2022 May 1;92(3):315-323.*
30. *Jia H, Zhuang L, Zhang N, Bian Y, Li S. Comparison of skeletal maxillary transverse deficiency treated by microimplant-assisted rapid palatal expansion and tooth-borne expansion during the post-pubertal growth spurt stage. Angle Orthod. 2021 Jan 1;91(1):36-45.*
31. *Choi EA, Lee KJ, Choi SH, Jung HD, Ahn HJ, Deguchi T, Cha JY. Skeletal and dentoalveolar effects of miniscrew-assisted rapid palatal expansion based on the length of the miniscrew: a randomized clinical trial. Angle Orthod. 2023 Jul 1;93(4):390-397.*

32. *Chun JH, de Castro ACR, Oh S, Kim KH, Choi SH, Nojima LI, Nojima MDCG, Lee KJ. Skeletal and alveolar changes in conventional rapid palatal expansion (RPE) and miniscrew-assisted RPE (MARPE): a prospective randomized clinical trial using low-dose CBCT. BMC Oral Health. 2022 Apr 8;22(1):114.*
33. *Inchingolo AD, Ferrara I, Viapiano F, Netti A, Campanelli M, Buongiorno S, Latini G, Carpentiere V, Ciocia AM, Ceci S, Patano A, Piras F, Cardarelli F, Nemore D, Malcangi G, Di Noia A, Mancini A, Inchingolo AM, Marinelli G, Rapone B, Bordea IR, Scarano A, Lorusso F, Di Venere D, Inchingolo F, Dipalma G. Rapid Maxillary Expansion on the Adolescent Patient: Systematic Review and Case Report. Children (Basel). 2022 Jul 14;9(7):1046.*
34. *Liu C, Wang K, Jiang C, Zhao Y, Zhang Y, Zhang Q, Fan C, Liu Y. The short- and long-term changes of upper airway and alar in nongrowing patients treated with Mini-Implant Assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE): a systematic review and meta-analysis. BMC Oral Health. 2023 Oct 29;23(1):820.*
35. *Li L, Zhai M, Wang M, Cui S, Cheng C, Wang J, Wei F. Three-Dimensional Evaluation Effects of Microimplant-Assisted Rapid Palatal Expansion on the Upper Airway Volume: A Systematic Review and Meta-Analysis. J Clin Med. 2023 Feb 23;12(5):1790.*
36. *Siddhisaributr P, Khlongwanitchakul K, Anuwongnukroh N, Manopatanakul S, Viwattanatipa N. Effectiveness of miniscrew assisted rapid palatal expansion using cone beam computed tomography: A systematic review and meta-analysis. Korean J Orthod. 2022 May 25;52(3):182-200. doi: 10.4041/kjod21.256.*
37. *Kılıç N, Yörük Ö, Kılıç SC, Çatal G, Kurt S. Rapid maxillary expansion versus middle ear tube placement: Comparison of hearing improvements in children with resistance otitis media with effusion. Angle Orthod. 2016 Sep;86(5):761-7.*
38. *Lee KJ, Choi SH, Choi TH, Shi KK, Keum, BT. Maxillary transverse expansion in adults: Rationale, appliance design, and treatment outcomes. Semin Orthod. 2018 Mar;24(1):52–65.*
39. *Oliveira CB, Ayub P, Angelieri F, Murata WH, Suzuki SS, Ravelli DB, et al. Evaluation of factors related to the success of miniscrew-assisted rapid palatal expansion. Angle Orthod. 2021 Mar;91(2):187-194.*
40. *Shin H, Hwang CJ, Lee KJ, Choi YJ, Han SS, Yu HS. Predictors of midpalatal suture expansion by miniscrew assisted rapid palatal expansion in young adults: a preliminary study. Korean J Orthod. 2019 Nov;49(6):360-371.*