

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE
FACULTAD DE ODONTOLÓGIA
DEPARTAMENTO DE ESPECIALIDADES CLÍNICAS ODONTOLÓGICAS



**Análisis tridimensional de los cambios
producidos en el maxilar superior con el uso
de disyuntor Hyrax y MARPE en pacientes
sin crecimiento finalizado**

Estudiante: Verónica Tanco Tellechea
Tutor: Dr. Alberto Cacho Casado
Curso: 2023-2024



MÁSTER EN: CIENCIAS ODONTOLÓGICAS

COMPROMISO DEONTOLÓGICO PARA LA ELABORACIÓN, REDACCIÓN Y POSIBLE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE FIN DE MÁSTER (TFM)

CENTRO: Facultad de Odontología

ESTUDIANTE DE MÁSTER: Verónica Tanco Tellechea

TUTOR/ES DEL TFM: Dr. Alberto Cacho Casado

TÍTULO DEL TFM: ANÁLISIS TRIDIMENSIONAL DE LOS CAMBIOS PRODUCIDOS EN EL MAXILAR SUPERIOR CON EL USO DE DISYUNTOR HYRAX Y MARPE EN PACIENTES SIN CRECIMIENTO FINALIZADO

FECHA DE PRIMERA MATRÍCULA: Septiembre 2022

FECHA DE SEGUNDA MATRÍCULA (en caso de producirse): Septiembre 2023

1. Objeto

El presente documento constituye un compromiso entre el estudiante matriculado en _____ el _____ Máster en _____ en Ciencias Odontológicas

y su Tutor/es y en el que se fijan las funciones de supervisión del citado trabajo de fin de máster (TFM), los derechos y obligaciones del estudiante y de su/s profesor/es tutor/es del TFM y en donde se especifican el procedimiento de resolución de potenciales conflictos, así como los aspectos relativos a los derechos de propiedad intelectual o industrial que se puedan generar durante el desarrollo de su TFM.

2. Colaboración mutua

El/los tutor/es del TFM y el autor del mismo, en el ámbito de las funciones que a cada uno corresponden, se comprometen a establecer unas condiciones de colaboración que permitan la realización de este trabajo y, finalmente, su defensa de acuerdo con los procedimientos y los plazos que estén establecidos al respecto en la normativa vigente.

3. Normativa

Los firmantes del presente compromiso declaran conocer la normativa vigente reguladora para la realización y defensa de los TFM y aceptan las disposiciones contenidas en la misma.

4. Obligaciones del estudiante de Máster

- Elaborar, consensuado con el/los Tutor/es del TFM un cronograma detallado de trabajo que abarque el tiempo total de realización del mismo hasta su lectura.
- Informar regularmente al Tutor/es del TFM de la evolución de su trabajo, los problemas que se le planteen durante su desarrollo y los resultados obtenidos.
- Seguir las indicaciones que, sobre la realización y seguimiento de las actividades formativas y la labor de investigación, le hagan su tutor/es del TFM.
- Velar por el correcto uso de las instalaciones y materiales que se le faciliten por parte de la Universidad Complutense con el objeto de llevar a cabo su actividad de trabajo, estudio e investigación.

5. Obligaciones del tutor/es del TFM

- Supervisar las actividades formativas que desarrolle el estudiante; así como desempeñar todas las funciones que le sean propias, desde el momento de la aceptación de la tutorización hasta su defensa pública.
- Facilitar al estudiante la orientación y el asesoramiento que necesite.

6. Buenas prácticas

El estudiante y el tutor/es del TFM se comprometen a seguir, en todo momento, prácticas de trabajo seguras, conforme a la legislación actual, incluida la adopción de medidas necesarias en materia de salud, seguridad y prevención de riesgos laborales.

También se comprometen a evitar la copia total o parcial no autorizada de una obra ajena presentándola como propia tanto en el TFM como en las obras o los documentos literarios, científicos o artísticos que se generen como resultado del mismo. Para tal, el estudiante firmará la Declaración de No Plagio del ANEXO I, que será incluido como primera página de su TFM.

7. Procedimiento de resolución de conflictos académicos

En el caso de producirse algún conflicto derivado del incumplimiento de alguno de los extremos a los que se extiende el presente compromiso a lo largo del desarrollo de su TFM, incluyéndose la posibilidad de modificación del nombramiento del

tutor/es, la coordinación del máster buscará una solución consensuada que pueda ser aceptada por las partes en conflicto. En ningún caso el estudiante podrá cambiar de Tutor directamente sin informar a su antiguo Tutor y sin solicitarlo oficialmente a la Coordinación del Máster.

En el caso de que el conflicto persista se gestionará según lo previsto en el SGIC de la memoria verificada.

8. Confidencialidad

El estudiante que desarrolla un TFM dentro de un Grupo de Investigación de la Universidad Complutense, o en una investigación propia del Tutor, que tenga ya una trayectoria demostrada, o utilizando datos de una empresa/organismo o entidad ajenos a la Universidad Complutense de Madrid, se compromete a mantener en secreto todos los datos e informaciones de carácter confidencial que el Tutor/es del TFM o de cualquier otro miembro del equipo investigador en que esté integrado le proporcionen así como a emplear la información obtenida, exclusivamente, en la realización de su TFM.

Asimismo, el estudiante no revelará ni transferirá a terceros, ni siquiera en los casos de cambio en la tutela del TFM, información del trabajo, ni materiales producto de la investigación, propia o del grupo, en que haya participado sin haber obtenido, de forma expresa y por escrito, la autorización correspondiente del anterior Tutor del TFM.

9. Propiedad intelectual e industrial

Cuando la aportación pueda ser considerada original o sustancial el estudiante que ha elaborado el TFM será reconocido como cotitular de los derechos de propiedad intelectual o industrial que le pudieran corresponder de acuerdo con la legislación vigente.

10. Periodo de Vigencia

Este compromiso entrará en vigor en el momento de su firma y finalizará por alguno de los siguientes supuestos:

- Cuando el estudiante haya defendido su TFM.
- Cuando el estudiante sea dado de baja en el Máster en el que fue admitido.
- Cuando el estudiante haya presentado renuncia escrita a continuar su TFM.
- En caso de incumplimiento de alguna de las cláusulas previstas en el presente documento o en la normativa reguladora de los Estudios de Posgrado de la Universidad Complutense.

La superación académica por parte del estudiante no supone la pérdida de los derechos y obligaciones intelectuales que marque la Ley de Propiedad Intelectual para ambas partes, por lo que mantendrá los derechos de propiedad intelectual sobre

Dedicatoria

A todas las personas, que, de diversas maneras, han hecho que este trabajo sea una realidad. Especialmente a mi familia - Papá, Bruno, Diego y Gokú - que apoyaron un viaje de más de un año y siempre estuvieron pendientes de mí. Y también reconocerme a mí y a todo lo vivido para cumplir con este objetivo. Un esfuerzo que pocos conocieron y solo algunos recordarán.

Lección de la saxífraga:

florecer

entre piedras,

atreverse.

Ida Vitale

Índice

Índice de abreviaturas	IX
Resumen	X
Abstract.....	XI
Introducción.....	1
Justificación	10
Hipótesis	12
Objetivos.....	13
Material y Método	14
Resultados.....	22
Discusión	27
Conclusiones.....	40
Referencias bibliográficas.....	41
Anexos.....	47

Índice de abreviaturas

ASA	American Society of Anesthesiologists physical status classification system.
CBCT	Cone Beam Computed Tomography (Tomografía computarizada de haz cónico).
CVM	Cervical Vertebral Maturation (Maduración ósea de vértebras cervicales).
EME	Estadio maduración ósea según Greulich y Pyle.
MARPE	Miniscrew-assisted Rapid Palatal Expansion (Expansión maxilar rápida asistida con micro implantes).
MP3	Middle phalanx of the third finger (Falange media del tercer dedo).
MSE II	Maxillary Skeletal Expander II.
RME	Rapid Maxillary Expansion (Expansión rápida del maxilar).
SARPE	Surgically Assisted Rapid Palatal Expansion (Expansión maxilar asistida quirúrgicamente).
SME	Slow Maxillary Expansion (Expansión lenta del maxilar).
SMI	Skeletal Maturity Indicators (Índice de maduración ósea).
T0	Escaneado inicial.
T1	Escaneado final.
UCM	Universidad Complutense de Madrid.

Resumen

Este estudio buscó evaluar los cambios bi y tridimensionales, dentarios y en la arcada, producidos en el maxilar durante la disyunción maxilar con los dispositivos Hyrax y MARPE-MSE II en pacientes con crecimiento.

Los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión fueron divididos en dos grupos según su índice de maduración ósea y su valor en la gráfica de curva de crecimiento. El grupo Hyrax fue integrado por 4 pacientes (edad media $10,57 \pm 0,86$) y recibió tratamiento con disyuntor tooth-borne de 4 bandas y tornillo medio Hyrax. El grupo MARPE tuvo 7 pacientes (edad media $15,24 \pm 1,82$) y recibió tratamiento mediante disyuntor MSE II. Los cambios ocurridos en el maxilar se evaluaron sobre modelos digitales obtenidos previo al tratamiento y pasados 3 meses desde la última activación.

En ambos grupos se observó un aumento en la anchura maxilar anterior y posterior ($p < 0,05$). En el grupo Hyrax se observó una disminución en la angulación molar ($p > 0,05$), y en el grupo MARPE esta variable no mostró diferencias. El área y el volumen palatino aumentaron en ambos grupos, pero solo fue estadísticamente significativo en el grupo MARPE. En el grupo Hyrax cada milímetro de apertura del tornillo generó un aumento de $72,55 \text{ mm}^2$ del área y $181,73 \text{ mm}^3$ del volumen palatino, mientras que en el grupo MARPE estos valores fueron de $52,94 \text{ mm}^2$ y $138,89 \text{ mm}^3$. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

Ambos dispositivos logran adecuada disyunción maxilar. La ausencia de grandes diferencias entre los dispositivos, indica que el uso de disyuntor Hyrax es apropiado en pacientes con estadios tempranos de maduración ósea, y que el uso de disyuntor MARPE-MSE II es apropiado en pacientes con estadios de maduración un poco más avanzados.

Palabras clave:

Área, Cambios bidimensionales, Cambios tridimensionales, Hyrax, MARPE, Maxilar, Tornillo de expansión, Volumen.

Abstract

This study aimed to evaluate two- and three-dimensional tooth and arch changes in the maxilla during maxillary disjunction with the Hyrax and MARPE-MSE II devices in growing patients.

Patients who met the inclusion and exclusion criteria were divided into two groups according to their skeletal maturation index and their growth curve values. The Hyrax group consisted of 4 patients (mean age $10,57 \pm 0,86$) who received treatment with a 4-banded Hyrax tooth-borne expander. The MARPE group consisted of 7 patients (mean age 15.24 ± 1.82) who were treated with MSE-II. Maxillary changes were evaluated on digital models obtained before treatment and after 3 months since its last activation.

Both groups showed an increase in anterior and posterior maxillary width ($p < 0.05$). The Hyrax group showed a decrease in molar angulation ($p > 0.05$), yet this variable was unchanged in the MARPE group. Palatal area and volume increased in both groups, yet it was only statistically significant in the MARPE group. In the Hyrax group each millimeter of screw expansion generated a maxillary area increase of $72,55 \text{ mm}^2$ and a maxillary volume increase of $181,73 \text{ mm}^3$, while in the MARPE group these values were $52,94 \text{ mm}^2$ and $138,89 \text{ mm}^3$. No statistically significant differences were observed between the groups.

Both devices achieve adequate maxillary disjunction. The absence of significant differences between the devices indicates that the use of the Hyrax expander is appropriate in patients with early stages of skeletal maturation, and that the use of the MARPE-MSE II expander is appropriate in patients with slightly more advanced stages of skeletal maturation.

Keywords:

Area, Expansion screw, Hyrax, MARPE, Maxilla, Two-dimensional changes, Three-dimensional changes, Volume.

Introducción

La endognatia o compresión maxilar es una anomalía dento-maxilar que afecta la relación transversal entre el maxilar superior y el inferior, y se observa con frecuencia tanto en niños y adolescentes como en adultos. Esta anomalía ocurre a partir de una disminución en el crecimiento transversal del maxilar superior o un aumento del crecimiento transversal de la mandíbula, en donde la falta de crecimiento del maxilar superior es la más frecuente (1). Los principales factores etiológicos de esta disminución en el crecimiento son la respiración bucal, los hábitos nocivos como chuparse el dedo o el uso de chupetes, y la fonación y deglución atípica (2). Debido a la estrecha relación anatómica que existe entre el maxilar superior y la cavidad nasal, la existencia de compresión maxilar suele afectar la función del complejo nasomaxilar y, en consecuencia, la compresión maxilar se correlaciona con múltiples condiciones patológicas y disfuncionales (3), entre las que encontramos alteraciones óseas, dentarias, periodontales, y respiratorias (4) como la Apnea obstructiva del sueño (5). Clínicamente, la mordida cruzada posterior es una de las alteraciones dentarias que suele asociarse con la compresión maxilar. En esta alteración, los dientes posteriores superiores ocluyen por dentro de los dientes posteriores inferiores, y al igual que la compresión maxilar, afecta a pacientes de todas las edades y ha sido asociada a un aumento en la probabilidad de aparición de problemas dentales, alteraciones en el crecimiento de los maxilares, trastornos articulares y apariencia facial desbalanceada (6). La prevalencia de mordida cruzada posterior se estima que afecta entre un 4 y 30% de niños y adolescentes (3,6–8), y sin tratamiento oportuno, entre el 50 y el 90% de las mordidas cruzadas posteriores en dientes temporarios persisten con la erupción de dientes permanentes (6).

Diagnóstico de la compresión maxilar

El diagnóstico de las alteraciones transversales debe, en primer lugar, diferenciar las alteraciones que afectan los procesos alveolares (endoalveolias) de aquellas que afectan al hueso basal (endognatia o compresión maxilar), ya que en ambas patologías suele observarse mordida cruzada posterior. Por ello, el correcto diagnóstico se realiza mediante evaluación clínica, fotográfica, radiográfica y a través de modelos de estudio.

Clínicamente, se puede realizar un diagnóstico diferencial posicionando la mandíbula en relación céntrica. Si en esta posición, la mordida cruzada unilateral desaparece, se trata de

una alteración transversal funcional, sin embargo, si ésta no se corrige entonces la alteración no es funcional y debemos continuar nuestro diagnóstico para hallar una posible compresión maxilar. Las fotografías, por su parte, facilitan al clínico la visualización de la relación transversal interarcada. En ellas, particularmente en la fotografía intrabucal de frente, se puede trazar líneas paralelas a las basales óseas superior e inferior y evaluar su relación. Por otra parte, diversos autores han propuesto métodos de diagnóstico de alteraciones transversales a través del uso de radiografías (9), siendo las más utilizadas la telerradiografía frontal y la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT). El principal beneficio de esta técnica radica en su contribución adicional de información respecto a puntos y espesores óseos y posiciones dentarias, especialmente la inclinación radicular que presentan los dientes. Sin embargo, la superposición de tejidos y posibles malposiciones de cabeza al momento de la toma radiográfica disminuyen en gran medida la fiabilidad de la telerradiografía frontal para diagnosticar alteraciones transversales (10–13). Por otra parte, a pesar de mostrar mejores resultados, el uso de CBCT requiere de mayor validación para confirmar su superioridad diagnóstica (13). Por último, el uso de modelos físicos o digitales de las arcadas representa una técnica provechosa y no invasiva para diagnosticar alteraciones transversales con los que se observa la discrepancia transversal entre maxilar y mandíbula. Una forma de hacerlo, aunque subjetiva, es enfrenar las líneas medias óseas superior e inferior y evaluar desde el plano frontal si existe discrepancia entre los maxilares. A su vez, existen múltiples índices para evaluar alteraciones transversales como ser Pont, Linder-Harth y Korkhaus, entre otros (14–16). No obstante, se debe considerar que estos índices corresponden a estudios realizados a principios del siglo XX en población anglosajona, y, en consecuencia, no son aplicables a todos los pacientes. A su vez, diversos estudios han concluido que muchos de estos índices son pocos fiables en sus estimaciones, sobre o subestimando las medidas reales y concluyen que estos índices son imprecisos, sesgados, y no válidos clínicamente para el diagnóstico y el tratamiento de la compresión maxilar (13,17). En esta línea, los modelos de las arcadas presentan deficiencias al no proporcionar información suficiente sobre las basales óseas y la posición de las raíces dentales.

En consecuencia, el correcto diagnóstico de la compresión maxilar debe combinar varias de estas técnicas. Adicionalmente, otras características a ser evaluadas durante el diagnóstico de compresión maxilar son: la forma y simetría del arco maxilar, la forma de la bóveda palatina, la oclusión, el patrón respiratorio, y el ancho de las correderas bucales (18).

Tratamiento de la compresión maxilar

Debido a las múltiples consecuencias biológicas, funcionales y estéticas de la compresión maxilar y sus patologías asociadas, su tratamiento es ampliamente investigado y la producción científica al respecto es vasta. El tratamiento más utilizado y estudiado para la compresión maxilar es la disyunción maxilar, descrita por primera vez en 1860 por Emerson C. Angell como “expansión maxilar para el tratamiento de pacientes con falta de espacio generalizada y compresión del hueso maxilar” (19,20). Este tratamiento aplica fuerzas que generan separación o apertura de la sutura palatina media (3,4,8,21–23), logrando la corrección del problema transversal que presenta el paciente.

Actualmente existen cuatro modalidades de tratamiento de disyunción: expansión lenta del maxilar, expansión rápida del maxilar, expansión maxilar asistida con micro implantes y expansión quirúrgica del maxilar, SME, RME, MARPE y SARPE por sus siglas en inglés, respectivamente. A su vez, cada una de estas modalidades puede ser modificada dependiendo de las fuerzas aplicadas, el diseño del dispositivo utilizado, el protocolo de activación elegido, la posición de los micro implantes y la duración del tratamiento.

La modalidad SME utiliza fuerzas pequeñas por un período de tiempo extenso, mientras que RME utiliza grandes fuerzas en un corto período de tiempo (3,24). Actualmente la evidencia apunta a que no existen diferencias significativas entre el uso de una u otra de estas dos modalidades (25,26). En su revisión sistemática al respecto, Bucci y cols. (25) hallaron un nivel de evidencia moderado que respalda la existencia de diferencias no significativas entre estas modalidades de tratamiento en el corto plazo. En la revisión sistemática con metaanálisis llevada a cabo por Rutili y cols. (26) los autores concluyen que ambas modalidades producen expansión ortopédica del maxilar y son efectivas en lograr aumento transversal del mismo. Sin embargo, es importante señalar que en la revisión sistemática llevada a cabo por Bucci y cols. (25) las modalidades SME y RME comparadas utilizan distintos diseños de dispositivos de disyunción. Por otra parte, Rutili y cols. (26) evalúan 5 ensayos clínicos aleatorizados con tres poblaciones diferentes, donde uno de ellos presenta riesgo de sesgo con preocupaciones y los dos restantes un riesgo de sesgo alto. Frente a estos resultados, se infiere la necesidad de mayor cantidad de estudios con riesgo de sesgo bajo que comparen los mismos dispositivos en ambas modalidades (RME y SME) para emitir conclusiones más certeras.

Por otra parte, múltiples estudios concluyen que el tratamiento de la compresión maxilar mediante disyunción SME o RME debe realizarse, idealmente, previa finalización del crecimiento (27–29), ya que en pacientes mayores de 12 a 15 años el tratamiento de la compresión maxilar es posible pero sus resultados son poco predecibles y estables por encontrarse la sutura palatina media en estadios de mayor osificación (27). Por ello, antiguamente, en pacientes de mayor edad, la única alternativa de tratamiento era la disyunción asistida quirúrgicamente (SARPE), una técnica cara, invasiva, con riesgos quirúrgicos (2,30). Sin embargo, en el 2010, Lee y cols. (31) introdujeron el uso de micro implantes como aditamentos en el tratamiento de disyunción, creando así la modalidad MARPE, que permite su utilización en pacientes con un estadio de osificación sutural más avanzado y, por ello, en niños y adolescentes de mayor edad que la franja de edad del RME con disyuntor convencional. De esta manera, ampliaron el tratamiento de la compresión maxilar a pacientes de edades más avanzadas sin la necesidad de un abordaje quirúrgico.

En suma, el éxito del tratamiento de disyunción depende en gran medida de realizar un diagnóstico preciso y seleccionar la modalidad de tratamiento adecuada, ya que, en caso contrario, este tratamiento puede acarrear consecuencias tales como dolor, recesión gingival, ulceración o necrosis de la mucosa palatina, inclinación o tipping de dientes posteriores, disminución del espesor de hueso alveolar, reabsorción radicular e inestabilidad de la expansión (3,8,22,32–42). La evidencia actual apunta a que estas consecuencias suelen relacionarse con la edad del paciente, con el estado de osificación de la sutura palatina media y con el tipo de dispositivo utilizado. Sin embargo, actualmente no existe consenso respecto al protocolo de activación ideal, mejor diseño de dispositivo de disyunción, ni punto preciso de cambio de una modalidad a otra, principalmente entre SME, RME y MARPE.

Sutura palatina media

La sutura palatina media es una articulación craneal que se origina tras la fusión de los procesos palatinos durante el desarrollo embrionario, pasando a formar parte del sector anterior del paladar secundario o paladar duro durante el crecimiento y desarrollo. Debido a su osificación tardía, su principal función es contribuir al crecimiento transversal del maxilar y por consiguiente al correcto crecimiento del tercio medio facial.

Tradicionalmente, la literatura menciona la edad y el sexo como dos parámetros de importancia relacionados al estado de osificación de la sutura palatina media. Sin embargo, estudios recientes han demostrado la baja eficacia de estos parámetros para determinar el grado de osificación de esta sutura (2,43,44). Asimismo, a pesar de ser ampliamente estudiada, hasta el momento, no se ha podido establecer una edad o momento específico vinculado al cierre de la sutura palatina media. Por ello, realizar una correcta evaluación de su estado de osificación previo al tratamiento de disyunción maxilar es imprescindible para elegir una adecuada modalidad de tratamiento y conocer el pronóstico de este.

Históricamente, la evaluación del estado de osificación de la sutura palatina media se realizaba a través de radiografías oclusales. No obstante, los inconvenientes que presenta esta técnica, como ser una representación bidimensional de estructuras tridimensionales o generar superposición de estructuras bucales y nasales, la hacen poco adecuada para la evaluación de la osificación de esta sutura (43,45). En esta línea, en el año 2013, Angelieri y cols. (46) propusieron un nuevo método para evaluar la osificación de la sutura palatina media en CBCT. El uso de CBCT facilita la evaluación de la sutura al proveer imágenes tridimensionales y evitar la superposición de estructuras. Como resultado, los autores describen cinco estados de osificación: A, B, C, D y E. En los estados A, B y C la sutura se encuentra abierta, en el estado D se encuentra parcialmente cerrada, y en el estado E se encuentra totalmente cerrada. Desde su publicación, el método de Angelieri y cols. (46) ha sido valorado y comprobado por diversos autores (2,47), aunque existe cierta controversia respecto a su aplicabilidad (2,48).

Por otra parte, a pesar de ser ampliamente utilizado actualmente en odontología, es importante mencionar que el uso de CBCT genera dosis de radiación mayores que las radiografías intraorales o panorámicas, por lo que su uso debe limitarse a casos donde sus beneficios superen sus potenciales riesgos (49,50), especialmente en niños, quienes son más sensibles a la radiación (51). Como alternativa al uso de CBCT, para evaluar el grado de osificación de la sutura palatina media, se han propuesto la valoración de la maduración de las vértebras cervicales (CVM) en la telerradiografía lateral, descrita por Lamparski en 1972 (52), y la evaluación de la radiografía de muñeca, descrita por Fishman en 1982 (53). En

este sentido, Angelieri y cols. (54) concluyen que la mayoría de los estados CVM pueden ser utilizados para el diagnóstico del estado de maduración de la sutura palatina media. En su estudio (54), los autores obtuvieron valores mayores a 10 para la razón de verosimilitud positiva entre estadios de maduración cervical (CS) CS1 y CS2 con estadios A y B de osificación de la sutura palatina media; CS3 para el estadio C, y CS5 para los estadios D y E. El estadio CS4, por su parte, obtuvo valores moderados para la razón de verosimilitud positiva con los estadios D y E. Por otra parte, estudios también han encontrado una fuerte correlación entre el grado de osificación de la sutura palatina media y los indicadores de maduración esqueléticos (SMI) y el análisis de la falange del tercer dedo (MP3) en la radiografía de muñeca (55,56). Estos estudios concluyen que los estados SMI 1-2, 3, 4-6 y 7-9 se pueden asociar con los estadios A, B, C, y C y D de osificación de la sutura palatina media, respectivamente. Por otra parte, los valores de SMI 10 y 11 fueron vinculados a los estadios D y E propuestos por Angelieri y cols. Estos estudios también concluyen que ningún paciente presentó estado D o E de osificación de la sutura palatina media previo a una maduración esquelética SMI 6 o MP3 FG.

Otra clasificación que se utiliza para evaluar la maduración esquelética a través de la radiografía de mano y muñeca es la propuesta por Greulich y Pyle (57). Estos autores crearon un atlas donde se expresan 9 posibles estadios de maduración ósea (EMO). En él, los profesionales pueden evaluar el estadio de maduración de los pacientes comparando una radiografía de mano y muñeca del paciente con las propuestas por los autores. Dentro de los parámetros de búsqueda utilizados no se encontró ninguna investigación que compare la clasificación de Greulich y Pyle con los estadios de osificación de la sutura palatina media.

En conclusión, la modalidad de tratamiento elegida para tratar la compresión maxilar y el pronóstico de dicho tratamiento se encuentran íntimamente ligados al estado de osificación de la sutura palatina media. Por ello, es imprescindible realizar su evaluación previa al comienzo del tratamiento, ya sea a través del uso de CBCT (en los casos indicados) o de la evaluación de la maduración de las vértebras cervicales o maduración esquelética en radiografía de muñeca (en casos donde la CBCT no esté indicada).

Dispositivos de disyunción

Como se mencionó anteriormente, en la actualidad existen cuatro modalidades de tratamiento para la compresión maxilar: SME, RME, MARPE y SARPE. Independientemente de la modalidad elegida, se dispone de una amplia variedad de diseños de dispositivos, tipos de tornillo y protocolos de uso. Los múltiples diseños pueden ser clasificados en tres grandes grupos: anclados en dientes (tooth-borne), anclados en dientes y hueso (tooth-bone-borne), y anclados exclusivamente en hueso (bone-borne).

Dentro del primer grupo, tooth-borne, el dispositivo Hyrax ([Figura 1](#)) es ampliamente utilizado y estudiado. Este dispositivo suele diseñarse de manera que consta de estructuras que aportan estabilidad, ya sea a través de bandas metálicas cementadas a dientes permanentes o temporales, o mediante brazos metálicos en contacto con los dientes. Cuenta también con una estructura central que posee un tornillo medio tipo Hyrax con brazos metálicos paralelos, cuya apertura genera fuerzas que provocan la separación de la sutura palatina media, logrando la buscada disyunción del hueso maxilar. La apertura máxima de los tornillos tipo Hyrax varía de 7 a 12 milímetros, y cada cuarto de vuelta genera una apertura de 0,20mm.



Figura 1

Disyuntor tipo Hyrax anclado a piezas dentales mediante bandas en molares y premolares permanentes (58).

En las últimas décadas, el uso de micro implantes se ha propagado en diferentes áreas de la odontología, exhibiendo excelentes resultados. Particularmente, en el tratamiento de la compresión maxilar los dispositivos MARPE buscan aplicar las fuerzas de expansión directamente sobre el hueso maxilar y la sutura palatina media (22,59–61) con la intención de evitar algunos de los efectos no deseados de la disyunción convencional RME y SME (8,22,61).

Actualmente, existen múltiples diseños de dispositivos de disyunción MARPE y múltiples investigaciones que validan el uso de estos aditamentos en el tratamiento de disyunción maxilar, particularmente en pacientes con mayor grado de osificación de la sutura palatina media (3,62,63). La gran variabilidad de diseños en estos dispositivos radica en la cantidad de micro implantes utilizados, la ubicación y posición de estos, y en el uso o no de anclaje dentario asociado, tooth-bone-borne y bone-borne, respectivamente.

En la [figura 2](#) se representa uno de los múltiples diseños de dispositivo MARPE, el Maxillary Skeletal Expander II (MSE II) de Biomaterials Korea, Seoul, Republic of Korea, diseñado por el Dr. Won Moon. Este dispositivo, tooth-bone-borne, cuenta con anclaje dental mediante bandas colocadas en los primeros molares permanentes, además de una estructura central con un tornillo medio, y cuatro agujeros (dos anteriores y dos posteriores) diseñados para la inserción de micro implantes bicorticales. La apertura del tornillo medio en el dispositivo MSE II genera 0,1333 mm de apertura por cada sexto de vuelta.



Figura 2

Dispositivo MSE II (4 micro implantes y 2 bandas cementadas a molares permanentes) (64).

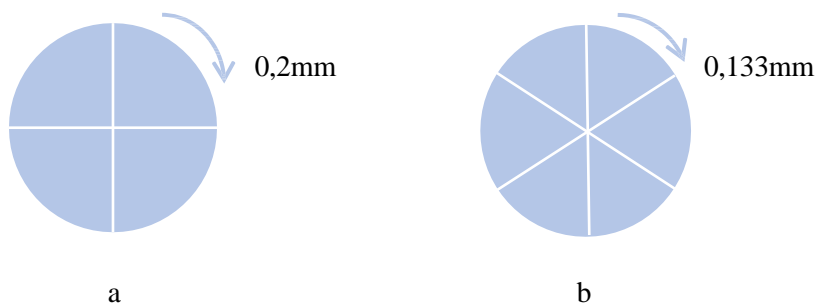


Figura 3

Diferencia de activación entre tornillo Hyrax(a) y MSE II(b).

Estudios recientes han concluido que, en pacientes jóvenes, 8 a 14 años, las diferencias entre el uso de disyuntores dento-soportados y asistidos con micro implantes radica en los cambios dentoalveolares que estos generan, siendo menores en los dispositivos asistidos con micro implantes (3,22). Sin embargo, los estudios concluyen que, en pacientes jóvenes, con estadios tempranos de osificación de la sutura palatina media, es conveniente el uso de dispositivos dento-soportados; mientras que en pacientes con estadios mayores de osificación se aconseja el uso de dispositivos asistidos con micro implantes (8,22).

En síntesis, la compresión maxilar es una anomalía que afecta a una amplia variedad de individuos y que sin tratamiento puede generar diversas complicaciones. Por consiguiente, un diagnóstico preciso y un plan de tratamiento efectivo son indispensables para garantizar un pronóstico favorable en la corrección de esta alteración. En esta línea, el continuo estudio de los factores vinculados a la compresión maxilar y su tratamiento es imprescindible para progresar.

Justificación

El tratamiento oportuno de la compresión maxilar contribuye a un desarrollo craneofacial armonioso y evita problemas futuros de respiración, deglución, apiñamiento dentario, caries y enfermedad periodontal, entre otros. Al ser una alteración prevalente con considerables consecuencias que pueden afectar la calidad de vida de los pacientes, su constante estudio y la búsqueda de un tratamiento ideal son de gran importancia. Sin embargo, en la literatura existe falta de consenso respecto a factores como ser el mejor diseño del dispositivo, ritmo de activación del tornillo medio y punto preciso de cambio de una modalidad a otra (2,3). En esta línea, múltiples estudios han demostrado que diversos diseños de dispositivos logran la deseada expansión maxilar y que la principal diferencia entre los mismos radica en la cantidad de expansión y en los efectos dentoalveolares que esta produce (3,21,22,34,65–67). No obstante, se requiere de mayor investigación al respecto, ya que los estudios suelen evaluar únicamente variables lineales, y muestran marcada heterogeneidad en sus diseños y medidas, lo que imposibilita realizar metaanálisis de calidad que den lugar a resultados concretos.

Actualmente existen múltiples investigaciones que evalúan y comparan los diversos dispositivos de disyunción mediante el estudio de los efectos que estos producen sobre el complejo maxilo-facial, los dientes y la respiración. Sin embargo, la mayoría de estos estudios evalúa los cambios a través de medidas lineales (3,22,34,62). Uno de los mayores beneficios de la disyunción maxilar es el aumento del área y volumen palatino, que permite a la lengua adoptar una correcta posición en la cavidad oral y contribuir así a mejoras dentarias y en el patrón deglutorio y respiratorio de los pacientes. En este sentido, los estudios con mediciones lineales o bidimensionales presentan escasez de información respecto a los cambios volumétricos producidos por la disyunción maxilar, por lo que actualmente muchos estudios optan por evaluar estos cambios de forma tridimensional. No obstante, la evaluación tridimensional se suele llevar a cabo mediante la realización de CBCT, que, a pesar de tener gran valor diagnóstico, expone al paciente a radiación muchas veces innecesaria (4,40,63,68,69). Frente a la necesidad de disminuir la exposición a radiación de los pacientes, otros estudios han utilizado medios alternativos para la evaluación de cambios tridimensionales del maxilar. El medio alternativo más utilizado es el uso de modelos digitales obtenidos a partir de escaneado intra o extraoral (8,21,23,59,70,71).

A pesar de ello, existen pocas investigaciones que evalúen los cambios dentarios y en la arcada que ocurren en el maxilar de forma bi y tridimensional durante la disyunción maxilar con el uso de disyuntor tipo Hyrax y disyuntor tipo MARPE a través de medidas realizadas sobre modelos digitales. Asimismo, los grupos de estudio suelen dividirse según la edad y el sexo, parámetros con comprobada baja eficacia para determinar el grado de osificación de la sutura palatina media (2,43,44).

Dentro de los parámetros de búsqueda utilizados, se encontraron únicamente tres estudios que evalúan de forma tridimensional y mediante modelos digitales los cambios producidos en el maxilar con el uso de disyuntor tipo Hyrax o tipo MARPE en pacientes en crecimiento (8,21,70). Sin embargo, ninguno de estos estudios realiza escaneados digitales intraorales ni tiene en consideración la maduración esquelética de los participantes. A su vez, el estudio de Sánchez-Riofrío y cols (70) evalúa los cambios producidos por el uso de un disyuntor MARPE de diseño original en un solo paciente, y el estudio de Malmvind y cols. (8) evalúa un dispositivo MARPE de dos micro implantes. Por su parte, el estudio de Oliveira y cols. (21) fue realizado en el año 2004 con una tecnología de menor exactitud y precisión que la actual.

Frente a la falta de estudios que evalúen de forma tridimensional los cambios producidos por disyunción RME con disyuntores Hyrax y MARPE-MSE II en pacientes en crecimiento, usando modelos digitales obtenidos a partir de escaneados intraorales, considerando a su vez el estadio de maduración esquelética y la curva de crecimiento de los pacientes, nuestro equipo propuso la siguiente investigación. Se realizó una evaluación bi y tridimensional exploratoria de los cambios dentarios y en la arcada producidos en el maxilar superior con el uso de los dispositivos de disyunción Hyrax y MARPE-MSE II, mediante escaneado intraoral y modelos digitales. A su vez, nuestra investigación tuvo en consideración el estadio de maduración esquelética de los participantes y no la edad biológica de los mismos.

Hipótesis

Se plantea como hipótesis alternativa que en ambos grupos de estudio existirán diferencias estadísticamente significativas en todas las variables estudiadas entre el inicio y el final del tratamiento; y que existirán diferencias entre el uso de disyuntor Hyrax y MARPE-MSE II.

Objetivos

General

Evaluar y comparar mediante modelos digitales, de forma bi y tridimensional, los cambios dentarios y en la arcada producidos en el maxilar durante la disyunción maxilar con el uso de los dispositivos terapéuticos de disyunción, Hyrax y MARPE-MSE II.

Específicos

- 1) Conocer los cambios bi y tridimensionales dentarios y en arcadas, ocurridos en el maxilar, producidos por el disyuntor tipo Hyrax.
- 2) Conocer los cambios bi y tridimensionales dentarios y en arcadas, ocurridos en el maxilar producidos por el disyuntor tipo MARPE-MSE II.
- 3) Comparar los cambios en la angulación de primeros molares superiores entre los grupos de estudio.
- 4) Evaluar la relación entre apertura del tornillo y cambios en el área y volumen palatino en cada grupo de estudio.
- 5) Comparar la relación entre apertura del tornillo y cambios en el área y volumen palatino entre los grupos de estudio.

Material y Método

Esta investigación fue aprobada por el Comité de Ética de la Investigación con Medicamentos del Hospital San Carlos de Madrid el 27 de diciembre del 2023, C.I. 23/781-E ([Anexo I](#)).

Consistió en un estudio analítico, longitudinal, observacional, prospectivo, forward, no aleatorizado, parcialmente cegado y no controlado, para evaluar de forma bi y tridimensional los cambios producidos en la arcada y dientes del maxilar durante la disyunción maxilar con el uso de dos dispositivos terapéuticos, disyuntor Hyrax y disyuntor MARPE diseño MSE II.

La población diana de este estudio fueron pacientes sin crecimiento terminado con compresión maxilar que requerían de tratamiento de disyunción maxilar. La población accesible, pacientes que acudieron a la Clínica Universitaria Odontológica de la Universidad Complutense de Madrid (UCM) durante los años 2023 y 2024, y la población elegible fueron pacientes de ambos sexos con crecimiento activo que requerían de expansión del maxilar de más de 5mm.

Los criterios de inclusión fueron:

- Pacientes atendidos en Clínica Universitaria Odontológica de la UCM con diagnóstico de compresión maxilar.
- Sanos a nivel general (ASAI según la Sociedad Americana de Anestesia).
- Sin patologías bucales o dentarias que el doctor tratante considerara podrían influir en el tratamiento de disyunción maxilar.
- Sin historia previa o actual de anomalías craneofaciales, síndromes, o cirugía craneofacial.
- Sin alteraciones en la articulación témporo-mandibular.
- Sin tratamiento previo de ortopedia u ortodoncia.
- Diagnóstico de compresión maxilar que requiriera de, al menos, 5mm de expansión.

Por otra parte, los criterios de exclusión fueron:

- Limitaciones físicas o psicológicas que el doctor tratante considerara pudieran afectar el protocolo de activación indicado.
- Pacientes que no firmaran el consentimiento informado.
- Pacientes con antecedentes de falta reiterada (más de 2 faltas consecutivas) a las citas dentro de la Facultad.
- Pacientes que no siguieran el protocolo de activación que se prescribe.
- Pacientes que no acudieron a la primera cita con la persona que realizaría la activación del dispositivo.
- Pacientes que no convivan con la o las personas que realizarían el protocolo de activación.

Previo a su participación, los pacientes y sus padres o tutores recibieron información detallada sobre el tratamiento y la investigación en la que estaban a punto de participar. El modelo del consentimiento informado, firmado por todos los participantes, se encuentra en el [Anexo II](#).

El diagnóstico, plan de tratamiento, escaneados y tratamiento final de cada paciente fue realizado en su totalidad por doctores en odontología cursando el Máster Propio de Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UCM, supervisados por sus docentes.

El diagnóstico de compresión maxilar se realizó mediante examen clínico, fotográfico y radiográfico, donde se determinó la presencia de compresión maxilar y la necesidad de disyunción maxilar de más de 5mm. Los estudios radiográficos consistieron en ortopantomografía, telerradiografía frontal y lateral, y radiografía de mano y muñeca. A partir de ellos se realizaron los estudios cefalométricos y en la radiografía de mano y muñeca se valoró el estadio de maduración esquelética (EME) de cada paciente según la clasificación de Greulich y Pyle. A partir de este dato, y de la evaluación de la curva de crecimiento, se dividió a los pacientes en dos grupos. Al grupo 1 fueron asignados todos los pacientes con

EME < 5, y al grupo 2 fueron asignados los pacientes con EME \geq 5. Según este criterio se asignaron al grupo 2 los pacientes que estaban en el pico máximo de crecimiento o mostraban signos de osificación.

El plan de tratamiento consistió en el uso de disyuntor Hyrax para los pacientes del grupo 1 o grupo Hyrax, y de disyuntor MARPE-MSE II para los pacientes del grupo 2 o grupo MARPE. A los pacientes del grupo MARPE también se les realizó una CBCT para la correcta planificación de su tratamiento con micro implantes. Todos los dispositivos terapéuticos (disyuntor Hyrax y disyuntor MARPE-MSE II) fueron fabricados por el laboratorio propio de la Facultad de Odontología de la UCM manteniendo los componentes y los diseños de manera igual en cada aparato de cada grupo.

El disyuntor Hyrax utilizado en los pacientes del grupo Hyrax consistió en un dispositivo fijo, cementado mediante bandas a primeros molares permanentes superiores y a primeros premolares permanentes o primeros molares temporarios superiores ([figura 1](#)). El tornillo medio fue de tipo Hyrax con una apertura máxima que varió según la necesidad de expansión de cada paciente. Este dispositivo contó además con brazos metálicos palatinos y vestibulares entre los dientes que poseían bandas cementadas. El protocolo de activación del tornillo medio para todos los pacientes del grupo Hyrax fue de $\frac{2}{4}$ vueltas al día, lo que equivale a 0,40 mm de apertura al día (modalidad RME).

Por su parte, el dispositivo MARPE-MSE II utilizado en los pacientes del grupo MARPE ([figura 2](#)) consistió en un dispositivo fijo con anclaje mediante bandas a primeros molares permanentes superiores y una zona central metálica para anclaje esquelético bicortical a paladar duro mediante 4 micro implantes (dos anteriores y dos posteriores). Las características particulares de los micro implantes y la colocación espacial de los mismos fueron planificadas de forma individual para cada paciente según sus necesidades. El protocolo de activación del tornillo medio en el grupo MARPE fue de $\frac{3}{6}$ vueltas al día, lo que equivale a 0,39 mm de apertura al día. La activación comenzó el mismo día en que se hizo la colocación. De esta manera, la cantidad de activación diaria fue prácticamente la

misma en ambos dispositivos conociendo el diferente paso de vuelta de cada tornillo.

En ambos grupos, la longitud y cantidad de activación del tornillo varió según las necesidades de expansión de cada paciente. Asimismo, en ambos grupos, se instruyó a pacientes y padres o tutores acerca de cómo realizar la activación del tornillo medio correctamente para que lo hicieran diariamente en sus domicilios.

Todos los tratamientos de disyunción se realizaron hasta corregir la mordida cruzada o la compresión maxilar de manera que las cúspides vestibulares de los primeros molares inferiores contactaran con las cúspides linguales de los primeros molares superiores en todos los pacientes, independientemente del grupo al que pertenecían. Una vez alcanzada la disyunción deseada, se mantuvo el dispositivo en boca, con el tornillo trabado con ligadura metálica y acrílico por un período de tres meses.

Sin perjuicio de los tiempos y duración de esta investigación, los tratamientos de los pacientes fueron realizados en su totalidad, avalando normas deontológicas y éticas.

La evaluación de los cambios producidos por la disyunción maxilar se realizó sobre modelos digitales (formato STL.) obtenidos mediante escaneado intraoral, siguiendo las indicaciones del fabricante, con el escáner Tríos® (Pod)¹. Se realizó un total de dos escaneados en cada paciente. El primer escaneado o escaneado inicial (T0) se realizó previo al comienzo del tratamiento, específicamente, el mismo día en que se realizaron los modelos para la elaboración del dispositivo terapéutico por parte del laboratorio dental. El segundo escaneado o escaneado final (T1) se realizó una vez finalizada la etapa de activación del tornillo medio y cumplidos tres meses de período de retención. Todos los escaneados fueron realizados por el odontólogo a cargo del tratamiento de cada paciente.

¹ 3M Global Channel Services, Inc. 3M Center Building. St. Paul, Minnesota 55144-1000.

Una vez obtenidos los escaneados T0 y T1 de cada paciente, estos fueron importados y analizados en el software Nemocast v22 (Nemotec, Madrid, España) por la investigadora Verónica Tanco Tellechea. Debido a la naturaleza del estudio, no fue posible realizar cegamiento de los pacientes ni de los doctores tratantes, solo la investigadora Verónica Tanco, quien mientras realizó las medidas, se mantuvo cegada en cuanto a la distribución de pacientes.

Una vez importados en el software, los modelos fueron orientados en los tres planos del espacio según el plano oclusal funcional, rafe medio, y plano horizontal de cada paciente. Luego, los modelos fueron zocalados y segmentados. Para la obtención de las medidas lineales se corroboraron los puntos dentales ubicados de forma automática por el software y en caso de ausencia o malposición de un punto, éste se incorporó manualmente.

Los puntos utilizados como referencia para la obtención de las medidas lineales fueron:
Gingivo-coronal anterior: Punto de unión entre la encía y el centro de la cara palatina de la corona clínica de caninos superiores ([figura 4](#)).

Gingivo-coronal posterior: Punto de unión entre la encía y el surco medio de la cara palatina de la corona clínica de primeros molares permanentes superiores ([figura 4](#)).

Para la obtención de las medidas tridimensionales se tomó como referencia el punto más distal de primeros molares superiores, para crear el plano distal, y el plano creado por la unión de los puntos gingivo-coronales de todos los dientes. De esta forma se pudo delimitar el área y el volumen palatino, [figura 5a y 5b](#), respectivamente.

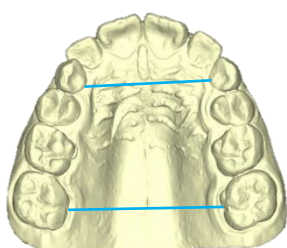


Figura 4

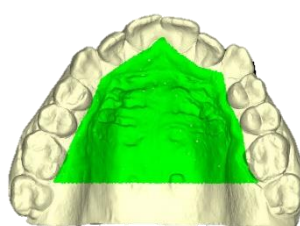


Figura 5a



Figura 5b

Figura 4: Puntos de referencia y medida de la anchura maxilar anterior y posterior.

Figura 5a: delimitación del área palatina. Figura 5b: vista lateral de la delimitación del volumen palatino.

Las variables analizadas en esta investigación fueron dos variables cualitativas independientes:

- Disyuntor Hyrax.
- Disyuntor MARPE-MSE II.

y seis variables cuantitativas dependientes (dos primarias y cuatro secundarias):

- *Anchura maxilar anterior (mm)* (variable secundaria).
Medida de punto gingivo-coronal del 13 o 53 a punto gingivo-coronal del 23 o 63.
- *Anchura maxilar posterior (mm)* (variable secundaria).
Medida de punto gingivo-coronal del 16 a punto gingivo-coronal del 26.
- *Angulación de primeros molares (grados)* (variable secundaria) ([figura 6](#)).
A partir de los ejes el programa calcula automáticamente la inclinación molar.

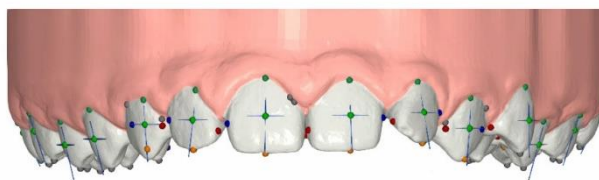


Figura 6
Ejes dentales (verde)

- *Área total (mm²)* (variable primaria).
Límite superior de delimitación del área: línea que une todos los puntos gingivo-coronales.
Límite distal de delimitación del área: distal de primeros molares superiores.
- *Volumen palatino (mm³)* (variable primaria).
Límite superior de delimitación del volumen: línea que une todos los puntos gingivo-coronales.
Límite distal de delimitación del volumen: distal de primeros molares superiores.

- *Relación entre área y volumen palatino con apertura del tornillo* (variable secundaria). Esta relación se calculó como la razón entre la media del cambio producido (T1-T0) y la media de apertura total del tornillo necesarias para lograr la correcta disyunción.

La apertura se calculó en cada paciente como el producto entre el total de vueltas de tornillo y la cantidad de apertura que genera cada vuelta de tornillo. En este sentido, en el grupo Hyrax el cálculo para cada paciente fue la cantidad total de vueltas de tornillo necesarias para lograr la adecuada disyunción, multiplicado por 0,2; y en el grupo MARPE la multiplicación fue por 0,133.

Esta relación se calculó para el volumen palatino (Ratio_v) y para el área total (Ratio_a) en ambos grupos.

Apertura total = Cantidad total de vueltas necesarias para lograr disyunción X 0,2
(Hyrax)

Apertura total = Cantidad total de vueltas necesarias para lograr disyunción X 0,133
(MARPE)

$$\text{RATIO}_a = \frac{\text{área total T1} - \text{área total T0 (mm}^2\text{)}}{\text{apertura total del tornillo (mm)}} \quad \text{RATIO}_v = \frac{\text{volumen T1} - \text{volumen T0 (mm}^3\text{)}}{\text{apertura total del tornillo (mm)}}$$

Tamaño muestral

El cálculo del tamaño muestral se realizó en el programa GPower 3.1.10 para encontrar una diferencia en el área palatina de 1 mm entre grupos de estudio. En referencia a los resultados obtenidos en el estudio de Malmvind y colaboradores del 2022 (8), aceptando un nivel de confianza del 95% y un riesgo beta de 0.2 a una cola, se precisaron 16 sujetos en cada grupo asumiendo un 15% de pérdidas.

Recogida de datos

Los datos fueron recogidos por la investigadora Verónica Tanco Tellechea en una base de datos de Excel (Microsoft® Excel® 2016 MSO). En el [Anexo III](#) se detalla la distribución de la información de cada grupo.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó en los programas Excel (Microsoft® Excel® 2016 MSO) y SPSS (IBM SPSS Statistics 29.0.2.0).

Se realizó la estadística descriptiva para los tiempos T0 y T1 en ambos grupos y se compararon mediante prueba t para muestras no pareadas. La normalidad de la distribución de los datos se evaluó con la prueba Shapiro-Wilk y la igualdad de varianzas se evaluó con la prueba de Levene.

La distribución de los datos en T0 y T1 siempre siguió los parámetros de normalidad, por lo que la comparación de los tiempos T0 y T1 de todas las variables en cada grupo se realizó mediante prueba t para valores pareados. Por su parte, la comparación entre grupos se realizó mediante prueba t de dos muestras independientes.

La evaluación de todas las variables, excepto la comparación de ratios, se realizó a una cola.

Por último, se realizó un análisis de correlación intraclase a las 4 semanas de realizadas las primeras medidas. Para ello se seleccionaron 4 modelos digitales al azar y se volvió a medir la distancia intermolar, la angulación de primeros molares superiores y el volumen palatino.

Se consideró como indicador de diferencia estadísticamente significativa un valor de $p < 0,05$

Resultados

Esta investigación consistió en un ensayo clínico no aleatorizado, no controlado y parcialmente cegado que se llevó a cabo entre los años 2023 y 2024. Su evolución en el tiempo se detalla en la [figura 7](#).

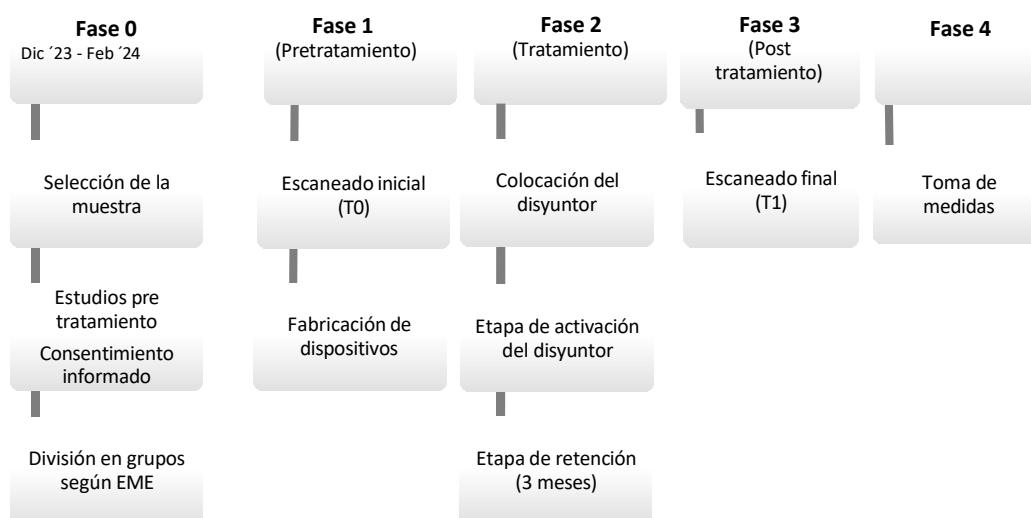


Figura 7
Esquema de la evolución en el tiempo de la investigación.

De todos los pacientes que acudieron a la clínica Universitaria Odontológica de la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid entre diciembre 2023 y febrero 2024, un total de 13 pacientes que cumplían con los criterios de inclusión y exclusión aceptaron participar en esta investigación. En todos los pacientes se analizó, en los tiempos T0 y T1; la anchura maxilar anterior y posterior; la inclinación de primeros molares superiores; el área palatina total; el volumen palatino total; y la relación entre cantidad de vueltas de tornillo y el volumen y área palatina.

De los 13 pacientes que comenzaron el estudio, los datos finales de 2 se consideraron no válidos debido a que el escaneado final fue realizado con el disyuntor en boca, lo que imposibilitó el correcto análisis de los modelos y la correcta toma de medidas. Por lo tanto, un total de 11 pacientes participaron del estudio ([Tabla 1](#)).

Todos los pacientes que participaron de esta investigación finalizaron el tratamiento de disyunción cuando se corrigió su compresión maxilar de manera que las cúspides vestibulares de los primeros molares inferiores ocluyeron con las cúspides linguales de los primeros molares superiores. A su vez, luego de finalizada la etapa de activación del disyuntor comenzó la etapa de retención, donde todos los pacientes mantuvieron los dispositivos colocados en boca durante tres meses. En ningún momento del tratamiento o etapa de retención se reportaron lesiones, decementado de los dispositivos, aflojamiento de los micro implantes ni otros problemas que pusieran en riesgo la validez de los resultados de este estudio.

Tabla 1

Estadística descriptiva pretratamiento.

	Total (n =11)	Grupo Hyrax (n=4)	Grupo MARPE (n=7)	<i>p</i>
Edad ± DS (media en años)	13,54 ± 2,78	10,57 ± 0,86	15,24 ± 1,82	<0,00*
Min	9,4	9,4	12,5	
Max	18,5	11,4	18,5	
Sexo				
Femenino (n/%)	9 / 81,82%	4 / 100%	5 / 71,43%	
Masculino (n/%)	2 / 18,18%	0 / 0%	2 / 28,57%	
Maduración esquelética				
EME 4	1	1		
EME 5	2	1	1	
EME 6	1		1	
EME 7	3	2	1	
EME 8	2		2	
EME 9	2		2	

Los valores de todas las variables estudiadas en los tiempos T0 y T1 y las diferencias entre un tiempo y el otro se presentan en la [Tabla 2a](#) para el grupo Hyrax y [Tabla 2b](#) para el grupo MARPE.

La anchura maxilar anterior aumentó en todos los pacientes del grupo Hyrax y del grupo MARPE, con valores de aumento medio estadísticamente significativos de 1,7 y 3,6 mm, respectivamente.

Por otra parte, la anchura maxilar posterior, medida como la distancia intermolar, aumentó en todos los pacientes de ambos grupos entre los tiempos T0 y T1. Este aumento tuvo valores medios de 4,7 mm y 5,2 mm en el grupo Hyrax y MARPE, respectivamente, siendo estadísticamente significativo en ambos.

La angulación de los primeros molares superiores varió entre grupos. En el grupo Hyrax disminuyó una media de 5,2°, lo que indica una leve inclinación de los molares hacia vestibular. Por otra parte, en el grupo MARPE, no se observó diferencia en la angulación entre el inicio y el final del tratamiento. A pesar de estas diferencias, ninguno de los grupos mostró cambios estadísticamente significativos, y la comparación entre ellos tampoco fue estadísticamente significativa ([Tabla 3](#)).

El área palatina total tuvo un aumento medio de 198,1 mm² en el grupo Hyrax, aunque este resultado no fue estadísticamente significativo ($p=0,14$). Sin embargo, en el grupo MARPE, el aumento fue de 263,6 mm², y el mismo fue estadísticamente significativo ($p=0,02$).

Por otra parte, se observó un aumento del volumen palatino en ambos grupos. No obstante, este aumento fue estadísticamente significativo solo en el grupo MARPE ($p=0,02$), donde se observó una diferencia entre los tiempos T0 y T1 de 876,4 mm³.

La cantidad de vueltas de tornillo necesarias para lograr la disyunción fue significativamente diferente entre los grupos ($p = 0,007$), con una media de $48,3 \pm 12,6$ y $24,7 \pm 6$ vueltas en los grupos MARPE e Hyrax, respectivamente.

Tabla 2a

HYRAX

	T0			T1			T0 vs T1		
	Media ± DS	Min	Max	Media ± DS	Min	Max	dif	IC 95%	p
AA (mm)	26,7 ± 1,05	25,7	27,8	28,4 ± 1,2	27,5	29,8	- 1,7		0,01*
AP (mm)	34,6 ± 5,12	28,2	39,6	39,3 ± 5,2	32,9	45,2	- 4,7		0,000*
ANG (°)	159,8 ± 9,84	149,7	170,8	154,6 ± 11,3	138,9	164,4	- 5,2		0,08
Atot (mm2)	1269,0 ± 6,05	1263,05	1277,3	1467,1 ± 314,0	1176,3	1906,9	- 198,1		0,14
Vtot (mm3)	5981,6 ± 671,19	5148,6	6567,2	6563,3 ± 644,61	5948,9	7183,7	- 581,7		0,12

Tabla 2b

MARPE

	T0			T1			T0 vs T1		
	Media ± DS	Min	Max	Media ± DS	Min	Max	dif	IC 95%	p
AA (mm)	26,22 ± 2,64	21,8	28,6	29,8 ± 2,29	27,4	33	- 3,6	-5,32 - 1,91	0,001*
AP (mm)	36,33 ± 3,00	32,3	41,5	41,54 ± 2,92	38,3	46,6	- 5,2	-7,49 - 2,43	< 0,001*
ANG (°)	155,5 ± 8,03	140,5	163,9	155,6 ± 7,16	141	164	- 0,1	-2,90 - 2,84	0,98
Atot (mm2)	1357,9 ± 137,8	1169,4	1610,8	1621,5 ± 270,5	1259,4	2050,7	-263,6	-522,3 - 4,90	0,02*
Vtot (mm3)	7534,4 ± 1568,7	5551,1	10245,5	8410,8 ± 1214,6	7599,5	10724,2	-876,4	-17,3 - 2,62	0,02*

Tabla 2a y 2b - Valores pretratamiento (T0) y post tratamiento (T1) de todas las variables estudiadas en el grupo Hyrax (tabla 2a) y en el grupo MARPE (tabla 2b). AA: anchura maxilar anterior; AP: anchura maxilar posterior; ANG: angulación primeros molares superior; A_{tot}: área total; V_{tot}: volumen total

*Estadísticamente significativo (<0,05)

Tabla 3

Comparación de angulación molar entre grupo Hyrax y MARPE.

	T0		p	T1		p
	HYRAX	MARPE		HYRAX	MARPE	
ANG (°)	159,8 ± 9,84	154,6 ± 11,3	0,22	154,6 ± 11,3	155,6 ± 7,16	0,43

Tabla 4

Comparación de ratios entre grupo Hyrax y MARPE.

	HYRAX			MARPE			dif	p
	Media ± DS	Min	Max	Media ± DS	Min	Max		
RATIOa (mm ² /)	72,54 ± 91,6	10,97	177,81	52,94 ± 49,95	13,52	140,40	22,6	0,68
RATIOv (mm ³ /vuelta)	181,73 ± 34,8	153,29	220,65	138,89 ± 146,55	8,87	405,91	42,84	0,64

RATIOa: Ratio entre área y cantidad de vueltas de tornillo medio. RATIOv: Ratio entre volumen y cantidad de vueltas de tornillo medio.

En cuanto a la evaluación de la relación entre apertura de tornillo y área total, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos, a pesar de obtener valores de 72,55 mm² por cada milímetro de apertura en el grupo Hyrax y 52,94 mm² por cada milímetro de apertura en el grupo MARPE.

Por otra parte, en el grupo Hyrax cada milímetro de apertura generó 181,73 mm³ de aumento en el volumen palatino, mientras que este valor fue de 138,89 mm³ para el grupo MARPE. A pesar de existir diferencia entre los grupos, ésta no fue estadísticamente significativa.

Por último, el análisis de la correlación intraclase para las variables anchura maxilar posterior, angulación de primeros molares superiores y volumen palatino concluyó una correlación alta para anchura maxilar posterior y volumen palatino, con valores de 0,98 y 0,97, respectivamente, y una correlación baja de 0,68 para la angulación molar.

Discusión

Esta investigación evaluó los cambios ocurridos en la arcada y los dientes del maxilar superior luego del tratamiento de disyunción con disyuntor convencional tipo Hyrax y disyuntor MARPE-MSE II en 9 pacientes con una edad media de $14,34 \pm 2,38$. Previo al inicio del tratamiento, los pacientes fueron divididos, según su grado de maduración esquelética (EME), observado en la radiografía de muñeca en grupo, y su gráfica de velocidad de crecimiento, en grupo Hyrax o grupo MARPE. La división en grupos de tratamiento fue basada en la edad ósea, ya que ha sido demostrado que la edad biológica no es un parámetro eficaz para definir el estado de osificación de la sutura palatina media (2,43,44). Consecuentemente, los pacientes con estadios menores de maduración se asignaron al grupo Hyrax y los de mayor grado de maduración al grupo MARPE. Esta forma de asignación generó una diferencia estadísticamente significativa en la edad de los participantes de ambos grupos al inicio del tratamiento. Sin embargo, estudios han demostrado que no existen diferencias clínicamente significativas entre el uso de dispositivos de disyunción tooth-borne (como ser Hyrax) y MARPE en el corto o largo plazo en edades tempranas (hasta 13 años) (8,59).

Ambos dispositivos estudiados generaron un aumento estadísticamente significativo de la anchura maxilar anterior y posterior en el corto plazo. Por otra parte, no se observaron cambios estadísticamente significativos en la angulación molar de ninguno de los grupos ni al compararlos entre sí. La medición de esta variable se considera de gran importancia, pues uno de los efectos secundarios deletéreos de la disyunción es que el aumento de las angulaciones molares provoca un gran aumento de la curva de Wilson que llega a ocasionar interferencias a nivel de los molares, lo que provoca posterorrotación mandibular y enmascaramiento de la anchura maxilar real.

Con relación al área y volumen palatino, ambos grupos mostraron aumentos de estos entre las medidas pre y post tratamiento, pero este aumento solo fue estadísticamente significativo en el grupo MARPE.

La cantidad de vueltas de tornillo necesarias para lograr la adecuada disyunción varió entre grupos, observándose una diferencia estadísticamente significativa entre ellos, donde el grupo MARPE requirió de 51,16% más vueltas que el grupo Hyrax. Por consiguiente el

dispositivo MARPE requiere de aproximadamente el doble de vueltas de tornillo. Esto se puede explicar, en parte, por el diferente paso de vuelta que presenta el tornillo utilizado en el dispositivo Hyrax y el utilizado en el MARPE. El diseño MSE II genera una apertura de tornillo de 0,133 mm por cada vuelta de este, mientras que en el dispositivo Hyrax este valor es de 0,2 mm. Por consiguiente, el dispositivo MARPE requiere de aproximadamente el doble de vueltas para lograr la misma apertura que el tornillo Hyrax.

En esta línea, cada milímetro de apertura del tornillo medio generó aumentos medios en el área y el volumen diferentes entre los grupos. En el valor del ratio área/apertura existió una diferencia de 19,61 mm² entre los grupos de estudio, donde el grupo Hyrax mostró mayor aumento del área por cada milímetro de apertura del tornillo medio. En cuanto al valor del ratio volumen/apertura, fue también el grupo Hyrax quien mostró un mayor valor de media con 181,73 mm³ /mm de apertura del tornillo medio.

Anchura maxilar

En el grupo Hyrax se observó un aumento en la anchura maxilar anterior en todos los pacientes. Este resultado coincide con el de otros estudios que evalúan dispositivos Hyrax en pacientes con crecimiento (71–75). Entre estos estudios, tres realizan sus mediciones sobre modelos digitales y toman como referencia el punto corono-gingival, al igual que nuestra investigación (71,74,75). Estos estudios encontraron diferencias, entre los valores pre y post tratamiento mayores al valor de 1,7 mm observado en nuestro estudio, sin embargo, las diferencias siempre son estadísticamente significativas.

El aumento en la anchura maxilar anterior observado en el grupo MARPE, con una media de 3,60 mm, es consistente con lo reportado por otros autores (70,76–78). Es relevante señalar que estos autores toman como punto de referencia las cúspides de los caninos, y que solo uno realizó las mediciones sobre modelos digitales (70), los demás emplearon CBCT. Nosotros creemos que la toma de referencia en la punta del canino es errónea pues el aumento de longitud se podría producir por el efecto, no solo de la disyunción sino también, por un aumento de la inclinación canina. Si se toma la referencia a nivel gingival desaparece el posible efecto de la inclinación. Los estudios de Calil y cols. (76), McMullen y cols. (78) y Sánchez Riofrío y cols. (70) no especifican si las diferencias encontradas fueron

estadísticamente significativas ya que su estadística se basa en la comparación entre grupos. Por su parte Lim y cols. (77) concluyen que la diferencia de 3,02 mm hallada entre la medida pre y post tratamiento fue estadísticamente significativa. Cabe destacar que los dispositivos MARPE utilizados por los autores previamente nombrados fueron diferentes al utilizado en nuestra investigación. No obstante, todos, menos Sánchez-Riofrío y cols. (70), emplearon dispositivos MARPE con cuatro micro implantes y bandas en molares permanentes. A su vez, las edades de los pacientes variaron ampliamente entre los estudios, donde dos presentaron una media de edad superior a 20 años (76,77), uno evaluó un solo paciente de 13 años (70), y en el último participaron pacientes con medias de edad de 11,9 y 19,9 años (78). Es importante destacar que solo dos estudios consideraron la edad ósea como factor para la selección de los participantes. McMullen y cols. (78) dividieron los pacientes según se encontraban aún en crecimiento (CVM 1-4) o ya sin crecimiento (CVM 5-6), y Lim y cols. (77) evaluaron un solo grupo donde todos los pacientes tenían un CVM 6. Los primeros autores encontraron una diferencia de 3,6mm en el grupo con crecimiento y una de 2,7 mm en el grupo sin crecimiento, siendo esta diferencia entre grupos no estadísticamente significativa. Y los segundos hallaron una diferencia estadísticamente significativa de 3,02 mm.

A pesar de utilizar diferentes dispositivos, los resultados similares pueden ser explicados ya que estudios han demostrado que diversos diseños de dispositivos de disyunción obtienen resultados similares, y todos logran la necesaria disyunción maxilar (3,21,22,34,65–67). Asimismo, en estos estudios, la diferencia en las edades o estados de maduración no parece repercutir en los resultados clínicos. Esto podría explicarse en el propio dispositivo MARPE, diseñado para lograr disyunción cuando la sutura se encuentra en estados de mayor osificación. A su vez, independientemente de la edad, todos los estudios previamente nombrados evalúan pacientes con suturas aún abiertas. De todas formas, resulta llamativo el estudio de Lim y cols.(77), quienes evaluaron pacientes con CVM de 6, ya que según Angelieri y cols. (54) este estado suele asociarse con suturas cerradas.

Nuestra investigación también evidenció un aumento estadísticamente significativo de 5,20 mm en la anchura maxilar posterior en el grupo MARPE. El aumento en la distancia intermolar luego del tratamiento de disyunción ha sido determinada por múltiples autores (3,22,34,62,70,76–81), incluida una revisión sistemática con metaanálisis del 2022 (82) que concluyó que el aumento en la anchura intermolar da una media de 5,21 mm. Sin embargo,

se hallaron únicamente dos estudios que evaluaron los cambios en modelos de yeso (22) y digitales (79), y que utilizaron la unión gingivo-coronal como punto de referencia. Ambos estudios utilizaron dispositivos MARPE con cuatro micro implantes y bandas en primeros molares superiores. Las edades de los participantes oscilaron entre los 8 y los 24 años, y a pesar de que ningún estudio especificó la edad ósea de los participantes, en ambos estudios todos los participantes tenían la sutura palatina parcialmente abierta. El aumento en la distancia intermolar hallado en estos estudios solo se expresa como estadísticamente significativo en Solano y cols. (79), ya que Bazargani y cols. (22) realiza la estadística intergrupala.

Por su parte, los estudios que utilizaron CBCT para evaluar la distancia intermolar utilizaron variados puntos de referencia (3,34,62,70,76–81). Sin embargo, todos hallaron un aumento en la distancia intermolar luego del tratamiento con disyuntor, y de los consultados, cinco especificaron que éste aumento fue estadísticamente significativo (34,62,77,80,81).

Por su parte, en el grupo Hyrax se observó un aumento estadísticamente significativo en la anchura maxilar posterior de 4,7 mm. Este hallazgo es consistente con lo descrito por otros autores (3,22,34,62,66–69,71–74,83). Cabe destacar que de estos estudios, únicamente cuatro realizaron las medidas sobre modelos digitales y utilizaron, al igual que nuestra investigación, el punto de unión gingivo-coronal de la cara palatina de primeros molares superiores como punto de referencia para evaluar la expansión maxilar (21,71,74,75). Estos cuatro estudios evaluaron pacientes en crecimiento, aunque ninguno consideró la edad ósea de los mismos. Por otra parte, un estudio evaluó un dispositivo Hyrax similar al de nuestra investigación (74), mientras que los restantes evaluaron dispositivos Haas (21,71) o Hyrax con acrílico (75). Oliveira y cols. (21) evaluaron un dispositivo Hyrax, pero no especificaron las características del mismo.

Todos los estudios observaron un aumento en la distancia intermolar, sin embargo, los aumentos estadísticamente significativos se hallaron en Bukhari y cols. (71) y Oliveira y cols. (21). Cabe destacar que este último solo encontró diferencia significativa en el grupo Haas, y no en el grupo Hyrax. Por otra parte, Phatouros y cols (75) y Jang y cols. (74) compararon los resultados con el de un grupo control y encontraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos.

El aumento en la anchura maxilar anterior y posterior, observado en ambos grupos luego del tratamiento, se relaciona directamente con la apertura de la sutura palatina media. Esta apertura, junto con la expansión maxilar consecuente, es resultado de la aplicación de cargas mecánicas generadas por ambos tipos de disyuntores. A pesar de utilizar diferentes dispositivos, los resultados similares pueden ser explicados ya que estudios han demostrado que diversos diseños de dispositivos de disyunción obtienen resultados similares, todos ellos logrando disyunción maxilar (3,21,22,34,65–67). A su vez, no se observan diferencias entre los resultados hallados por otros estudios al utilizar CBCT y los hallados en esta investigación al utilizar modelos digitales. Esto concuerda con la literatura que valida la fiabilidad de la medición bidimensional sobre modelos digitales (84–86). De esta forma, los modelos digitales son considerados un método eficaz para evaluar los efectos del tratamiento de manera no invasiva y sin radiación.

Angulación molar

Al igual que múltiples estudios anteriores (7,34,62,66,71,73,75), en nuestra investigación se observó una mayor inclinación vestibular de los molares después del tratamiento con disyunción en el grupo Hyrax. Sin embargo, esta diferencia no fue estadísticamente significativa, a diferencia de la gran mayoría de los estudios (7,34,40,62,66). Estos estudios suelen evaluar mediante CBCT los cambios en la angulación molar y además evalúan de forma independiente cada molar, derecho e izquierdo. Por su parte, de los estudios que evalúan los cambios sobre modelos digitales (7,66,71,75), únicamente dos lo hicieron utilizando el ángulo intermolar como nuestra investigación (66,75), y ambos hallaron diferencias estadísticamente significativas. Cabe destacar que la diferencia estadísticamente significativa hallada por Phatouros y cols. (75) es en relación con el grupo control, ya que no se especifica la significación de la diferencia de $-3,6^\circ$ entre los valores pre y post tratamiento.

En el grupo MARPE, prácticamente no hubo diferencias entre los valores de angulación pre y post tratamiento. Esto difiere de la gran mayoría de los estudios que evalúan esta variable al utilizar un dispositivo MARPE (34,40,62,77,80,81). Es importante destacar que estos estudios utilizan CBCT para realizar las medidas de forma independiente en molar derecho e izquierdo, y a su vez, utilizan la raíz de estos dientes como punto de referencia.

Particularmente, el único estudio, que al igual que nuestra investigación, no halló diferencias estadísticamente significativas entre los valores pre y post tratamiento fue el de Solano y cols. (79). Estos autores utilizaron los mismos puntos de referencia que nuestra investigación, y evaluaron los cambios generados por el dispositivo MSE II sobre modelos digitales obtenidos a partir del escaneado de modelos de yeso con CBCT.

Varias causas podrían haber contribuido a esta variación respecto a la mayoría de los estudios que sí encuentran diferencias significativas entre los valores pre y post tratamiento. Una primera causa podría ser la forma en que se ha medido la inclinación. La mayoría de los estudios que utilizan CBCT para realizar sus medidas evalúan la inclinación de cada molar de forma independiente, además de incluir las raíces en esta medición.

Otra posible explicación radica en las edades de los participantes. Múltiples estudios, incluyendo los que utilizan modelos digitales para realizar sus medidas, evalúan los cambios producidos en pacientes con edades medias que rondan los 14 a 21 años. En este sentido, las edades más avanzadas pueden asociarse a estados de osificación de la sutura mayores, lo que genera mayor resistencia a la apertura y, en consecuencia, mayor cantidad de fuerzas distribuidas directamente a los dientes de anclaje.

A su vez, un estudio demostró que la posición del tornillo medio genera diferentes efectos sobre los dientes, incluida su angulación (87). En esta línea, hace falta más información respecto a la posición del tornillo para poder evaluar si las diferencias en los cambios de angulación molar entre artículos pueden deberse a esta circunstancia.

Por último, nuestra investigación cuenta con un bajo número de participantes, particularmente en el grupo Hyrax, por lo que los resultados todavía presentan cierto grado de incertidumbre.

Área palatina

En el grupo Hyrax se observó un aumento no estadísticamente significativo en el área palatina de 198,1 mm². Este resultado difiere del de múltiples estudios que evaluaron mediante modelos digitales (8,21,59,66,71) o CBCT (68) los cambios producidos en el área con distintos tipos de disyuntor, y hallaron que el área aumentaba de forma estadísticamente significativa entre las medidas pre y post tratamiento.

Una posible explicación al resultado de nuestra investigación radica en que en el grupo Hyrax solo se evaluaron cuatro pacientes, por lo que los resultados encontrados no pueden considerarse como concluyentes. A su vez, los pacientes de este grupo requirieron de un máximo de 30 vueltas del tornillo para alcanzar la disyunción requerida. Esta cantidad de vueltas equivale a 6 mm de apertura del tornillo. Sin embargo, los milímetros de apertura del tornillo no se suelen traducir en la misma cantidad de expansión maxilar, por lo que, a pesar de presentar cambios clínicamente significativos, debido a la poca expansión que requirieron los pacientes de este grupo, no se observó significación estadística. De todas formas, son escasos los pacientes incluidos en este grupo, y esto puede distorsionar los resultados observados.

Contrariamente, en el grupo MARPE se observó un aumento estadísticamente significativo en el área. Este resultado está en línea con lo hallado por otros autores que evaluaron mediante modelos digitales los cambios generados por el uso de dispositivos MARPE (8,59). Particularmente, Abdelsalam y cols. (59) evaluaron un dispositivo Haas modificado con micro implantes sin anclaje dentario, y Malmvind y cols. (8) evaluaron un dispositivo MARPE con dos micro implantes anteriores y bandas en primeros molares permanentes. A pesar de utilizar diseños de dispositivo diferentes a los de nuestra investigación, ambos estudios utilizaron puntos de referencia muy similares a los de nuestro estudio, y evaluaron pacientes jóvenes con medias de edad de 9 y 12 años, cuya sutura palatina media se encontraba en estadios tempranos de osificación. A su vez, el aumento en el área palatina es un cambio esperado en los tratamientos de disyunción ya que, al generarse apertura de la sutura palatina media, con expansión maxilar anterior y posterior, el área palatina aumenta.

Volumen palatino

El grupo Hyrax mostró un aumento no estadísticamente significativo del volumen palatino. Este resultado difiere de la gran mayoría de los estudios que evalúan los cambios de volumen con el uso de disyuntor tooth-borne (8,23,29,66), donde los autores encuentran diferencias estadísticamente significativas en el volumen palatino pre y post tratamiento. Sin embargo, en el estudio de Abdelsalam y cols. (59), al igual que en nuestra investigación, los autores no encuentran diferencias estadísticamente significativas entre las medidas de volumen pre y post tratamiento. Estos autores realizaron superposición de los modelos pre y post tratamiento y sobre esta superposición marcaron un solo plano gingival. A partir de esto

hallaron un aumento en el volumen palatino, pero éste no fue estadísticamente significativo. Esto autores concluyen que el paladar y la boca pueden ser considerados como una esfera de tamaño específico (volumen), donde cualquier deformación en la forma de la esfera (área) resulta en cambios del área superficial de la misma y no de su volumen. Esta conclusión se asocia a que los autores consideran que los cambios observados en el área palatina pueden ser interpretados como una alteración en la forma de la arcada superior, debida, probablemente, a una disminución en la altura de la bóveda palatina.

En referencia a nuestro estudio, se debe considerar que el grupo Hyrax evalúa únicamente cuatro pacientes, por lo que los resultados obtenidos no pueden considerarse como concluyentes.

Por su parte, en el grupo MARPE se observó un aumento estadísticamente significativo del volumen palatino. Este resultado coincide con el de otros autores que evaluaron cambios volumétricos generados con el uso de disyuntor MARPE (8,70). A pesar de que los diseños de los dispositivos de disyunción variaron entre estudios, todos encontraron aumentos estadísticamente significativos en el volumen palatino. Esto puede explicarse, en primer lugar, por el estado de osificación de la sutura palatina media de los participantes de estos estudios, ya que la sutura se encontraba siempre abierta; y, en segundo lugar, por la capacidad de distintos diseños de dispositivos de llegar a resultados similares. El aumento en el volumen palatino se explica por la propia separación de la sutura que genera el dispositivo MARPE. En este sentido, al aumentar la anchura y el área maxilar, el volumen también se ve aumentado. En esta línea, el único estudio que no encontró diferencias estadísticamente significativas entre los valores pre y post tratamiento fue el de Abdelsalam y cols. (59).

En consecuencia, hacen falta mayores estudios que evalúen los cambios en el volumen palatino para arribar a conclusiones más certeras.

Es importante destacar que casi todos los resultados anteriormente descritos y el de nuestra propia investigación refieren al corto plazo, y que únicamente Malmvind y cols. (8) evaluaron los cambios a largo plazo (5 años). Sin embargo, se debe considerar que, en pacientes en crecimiento, los cambios a largo plazo se encuentran influenciados por el propio

crecimiento y debe de considerarse este factor para evaluar los cambios producidos por la disyunción. En esta línea, Primožič y cols. (88) consideran que el éxito de la expansión maxilar debe ser valorado no solo por la corrección de la mordida cruzada, sino que debe definirse como el restablecimiento de un crecimiento maxilar normal. En su estudio concluyen que un incremento del volumen palatino de al menos 13,5% a los 18 meses luego del tratamiento es un buen indicador de que se ha reestablecido el crecimiento normal del maxilar. En este estudio, los investigadores evaluaron pacientes con una media de edad de 5,2 años con mordida cruzada posterior funcional.

A su vez, se debe tener en cuenta que durante la disyunción ocurren diversos cambios que influyen en la medida del área y del volumen palatino. Garret y cols. (72) exponen que la expansión total alcanzada mediante RME puede dividirse en tres partes: expansión esquelética (apertura de la sutura), expansión alveolar e inclinación dental. En este sentido, estos autores concluyen que el porcentaje de expansión que corresponde a cada una de las partes varía en las diferentes zonas del paladar. En la zona de primeros molares permanentes la expansión total corresponde a un 38% de expansión esquelética, 13% de expansión alveolar, y 49% de inclinación dental. Debido a esto, no es posible determinar en nuestro estudio exactamente a que tipo de expansión corresponden los cambios en el área y el volumen palatino. Se puede asumir que gran parte del aumento en el área y el volumen palatino se deben a la separación de la sutura palatina media (expansión esquelética) ya que en nuestro estudio no se observaron cambios significativos en la inclinación molar. De todas maneras, se requiere de más investigaciones para comprobar que influencia tiene el porcentaje de expansión alveolar en los cambios de área y volumen.

Relación área y volumen palatino con cantidad de apertura del tornillo.

Hasta donde tenemos conocimiento, esta investigación es la primera en evaluar el impacto de la apertura del tornillo en el cambio del área y del volumen palatino. En este sentido, este estudio aporta nuevos datos sobre cómo influye la apertura del tornillo medio en los cambios en el área y volumen palatino con el uso de disyuntor Hyrax y MARPE-MSEII.

Respecto a la relación entre área palatina y apertura de tornillo, se observó que cada milímetro de apertura del tornillo generó un cambio medio en el área palatina de 72,55 y 52,94 mm² en los grupos Hyrax y MARPE, respectivamente. Esta diferencia ocurre a pesar de que ambos grupos recibieron el mismo protocolo de activación, con igual apertura diaria del tornillo (2/4 vueltas o 0,40 mm en el grupo Hyrax y 3/6 vueltas o 0,39 mm en el grupo MARPE). Debido a la diferencia que existe en la forma de aplicación de las fuerzas sobre el maxilar entre los disyuntores tooth-borne (Hyrax) y tooth-bone-borne (MARPE), se esperaría observar mayor aumento del área con el uso del dispositivo MARPE, ya que estos aplican las fuerzas de manera directa sobre el hueso palatino, a diferencia de los disyuntores tooth-borne que ejercen su fuerza a través de los dientes. Al aplicarse directamente sobre el hueso maxilar, las fuerzas que generan la apertura del tornillo medio son mayores y, por ende, se puede asumir una mayor expansión y un mayor aumento del área. Sin embargo, en nuestro estudio se observó mayor aumento en el área por milímetro de apertura del tornillo en el grupo Hyrax. Una posible explicación es que los pacientes del grupo Hyrax se encuentran en un estado de maduración ósea menor al del grupo MARPE, por lo que es posible asumir que poseen menor grado de osificación de la sutura palatina media. En este sentido, se podría considerar que la apertura del tornillo medio del dispositivo Hyrax enfrenta menor resistencia ósea y, por ende, logra mayor aumento del área con cada vuelta de tornillo.

De todas maneras, la diferencia observada en el ratio del área entre el grupo Hyrax y MARPE no mostró significación estadística, lo que concluye que ambos dispositivos son eficaces en lograr aumento del área palatina.

En cuanto a la relación de milímetros de apertura del tornillo y cambios volumétricos, se observó una diferencia, no estadísticamente significativa, de 42,84 mm³/mm de apertura entre los grupos, siendo mayor la del grupo Hyrax. Esta diferencia puede ser explicada, por el menor grado de osificación de la sutura palatina media que posiblemente presenten los pacientes del grupo Hyrax, ya que aún no han superado el pico puberal. A pesar de que no se realizó CBCT en los pacientes del grupo Hyrax, y en consecuencia no se puede conocer con certeza el estado de maduración de la sutura palatina media, es posible asumir que, debido a que estos pacientes aún no han superado el pico puberal, su sutura se encuentra en estadios A o B, lo que genera menor resistencia a las fuerzas ejercidas por el disyuntor. Por

su parte, en el grupo MARPE la edad media fue de 15,24 años, y sus participantes tenían mayor grado de maduración ósea o habían superado el pico puberal. Por ende, se puede asumir que su sutura se encuentra en estadios de osificación mayor y, por consiguiente, genera mayor resistencia a las fuerzas ejercidas por el disyuntor. En esta línea, en un futuro sería conveniente evaluar el estado de osificación de la sutura palatina media del grupo MARPE ya que se cuenta con CBCT de los pacientes.

El estudio del ratio entre cambios tridimensionales y apertura del tornillo medio es útil para entender la sensibilidad del ajuste del tornillo y cómo esto afecta el área y el volumen palatino. Además, este valor puede ser importante para hacer ajustes precisos en futuras aplicaciones o investigaciones donde se necesite un control exacto de estas variables.

Complementariamente a los objetivos originales de este estudio, al comparar los resultados obtenidos con los de estudios previos, se llegó a la conclusión de que los modelos digitales parecen ser un método fiable para realizar medidas bidimensionales de anchura maxilar, y tridimensionales de área y volumen palatino, evitando de esta manera radiación innecesaria en pacientes jóvenes. Sin embargo, su utilidad para evaluar la angulación de molares aún requiere de mayor investigación.

Adicionalmente, se concluyó que más allá de la significación estadística que suponen los cambios producidos por el disyuntor Hyrax y el disyuntor MARPE-MSE II, ambos dispositivos generan corrección de la compresión maxilar, y por ende, cambios clínicamente significativos.

Consideramos que los resultados de esta investigación podrán contribuir al conocimiento en mayor detalle de los cambios y su magnitud producidos durante el tratamiento de compresión maxilar. Creemos que las conclusiones obtenidas pueden ayudar al clínico a conocer los efectos tanto deseados como no deseados que ocurren con el uso de estos dispositivos de disyunción, y de esta manera, tomar decisiones clínicas basadas en la evidencia. A su vez, los datos obtenidos de este estudio podrán contribuir a las crecientes bases de datos de inteligencia artificial para que en un futuro se facilite y mejore el diagnóstico, pronóstico y plan de tratamiento de los pacientes con compresión maxilar.

El estudio constante del tratamiento de la compresión maxilar es de gran importancia para evitar secuelas futuras y mejorar la calidad de vida de los pacientes que la padecen. En esta línea, hace falta mayor número de estudios que evalúen de forma tridimensional los cambios que ocurren en el maxilar con el tratamiento de disyunción maxilar, considerando la maduración ósea de los pacientes y el grado de osificación de la sutura palatina media. A su vez, se requiere de mayores estudios que evalúen de forma bi y tridimensional el efecto que produce la apertura de los diferentes tornillos medios sobre el maxilar.

Limitaciones

Una de las mayores limitaciones de este estudio se relacionó con el bajo tamaño muestral, particularmente del grupo Hyrax. No obstante, se prevé continuar con esta investigación hasta lograr el tamaño muestral adecuado para tener resultados de mayor validez.

Por otra parte, los tratamientos y los escaneados no fueron realizados por el mismo profesional ni por profesionales calibrados, lo que puede generar diferencias, sobre todo en el escaneado. En esta línea, los odontólogos tratantes deben seguir las normas y los estándares de tratamiento impuestos por sus docentes y la universidad, lo que genera una cierta calibración en los tratamientos.

Otra limitante del estudio fue la posible existencia de sesgo durante la maniobra, ya que la apertura del tornillo medio de los dispositivos no fue realizada por los profesionales, sino que fue realizada por un adulto responsable en el domicilio de los pacientes. De esta manera el profesional pierde algo de control sobre la maniobra, ya que esta puede ser llevada a cabo de forma incorrecta sin el conocimiento del profesional. En este sentido los doctores tratantes explicaron detalladamente la correcta forma de activación del tornillo y realizaron controles mensuales de los tratamientos.

Adicionalmente, en esta investigación existió la posibilidad de riesgo de sesgo del instrumento, donde los escáneres pueden tener problemas intrínsecos o extrínsecos. En esta línea, el escáner utilizado en la investigación fue siempre el mismo, y éste se mantenía

calibrado y en las mejores condiciones posibles. Además, los escaneados se realizaron siempre en iguales condiciones.

Por último, esta investigación no pudo ser completamente cegada debido a limitaciones clínicas de la misma.

Variables de confusión

- Posición en los tres planos del espacio de los micro implantes.
La posición de los micro implantes no fue estandarizada debido a las necesidades personales de tratamiento de cada paciente.

- Grado de endognatia maxilar de los pacientes.
El grado de endognatia maxilar de los pacientes no fue considerado. Esto puede generar variaciones intra e inter grupales.

- Sexo
En esta línea, múltiples estudios han demostrado que no existen diferencias entre sexos en cuanto a los efectos que genera la expansión maxilar.

Conclusiones

- 1) La disyunción con dispositivo Hyrax generó aumentos clínica y estadísticamente significativos en la expansión maxilar, medida en la distancia intercanina e intermolar, al utilizarse en pacientes con potencial de crecimiento. Sin embargo, no generó diferencias estadísticamente significativas en la angulación de los primeros molares superiores. A su vez, la disyunción con dispositivo Hyrax generó aumentos clínicamente significativos en el área y el volumen palatino, pero estos no fueron estadísticamente significativos.
- 2) La disyunción con dispositivo MARPE-MSE II generó aumentos clínica y estadísticamente significativos en la expansión maxilar, medida en la distancia intercanina e intermolar, al utilizarse en pacientes con potencial de crecimiento. El uso de este dispositivo no generó cambios en la angulación de primeros molares superiores. A su vez, la disyunción con dispositivo MARPE-MSE II generó aumentos clínica y estadísticamente significativos en el área y el volumen palatino.
- 3) No se observaron diferencias estadísticamente significativas en los cambios de angulación molar entre grupos.
- 4) En el grupo Hyrax se observó un aumento de $72,55 \text{ mm}^2$ en el área y de $181,73 \text{ mm}^3$ en el volumen por milímetro de apertura del tornillo medio. Por otra parte, en el grupo MARPE se observó un aumento de $52,94 \text{ mm}^2$ en el área y $138,89 \text{ mm}^3$ en el volumen por milímetro de apertura del tornillo medio. El grupo Hyrax demostró mayor aumento en el área y el volumen frente a la misma cantidad de apertura del tornillo medio.
- 5) No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos respecto a la relación entre cantidad apertura del tornillo y aumento en el área y volumen palatino.

Referencias bibliográficas

1. Camilo HS. Tratamiento de la mordida cruzada posterior. In: Ecoe Ltda E, editor. *Ortopedia maxilar integral*. 1st ed. Bogotá; 2012. p. 478.
2. Shayani A, Sandoval Vidal P, Garay Carrasco I, Merino Gerlach M. Midpalatal Suture Maturation Method for the Assessment of Maturation before Maxillary Expansion: A Systematic Review. *Diagnostics* [Internet]. 2022 [cited 2023 Aug 4];12(11):2774. Available from: <https://doi.org/10.3390/diagnostics12112774>
3. Altieri F, Cassetta M. Comparison of changes in skeletal, dentoalveolar, periodontal, and nasal structures after tooth-borne or bone-borne rapid maxillary expansion: A parallel cohort study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2022 [cited 2022 Nov 18];161(4):e336–44. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2021.11.007>
4. Cappellette M, Alves F, Nagai LHY, Fujita RR, Pignatari SSN. Impact of rapid maxillary expansion on nasomaxillary complex volume in mouth-breathers. *Dental Press J Orthod* [Internet]. 2017;22(3):79-88. Available from: <https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN-01920314/full>
5. Kim JE, Hwang KJ, Kim SW, Liu SYC, Kim SJ. Correlation between craniofacial changes and respiratory improvement after nasomaxillary skeletal expansion in pediatric obstructive sleep apnea patients. *Sleep Breath* [Internet]. 2022;26(2):585–94. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11325-021-02426-9>
6. Ugolini A, Agostino P, Silvestrini-Biavati A, Harrison JE, Batista KBSL. Orthodontic treatment for posterior crossbites. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021;2021(12).
7. Di Ventura A, Lanteri V, Farronato G, Gaffuri F, Beretta M, Lanteri C, et al. Three-dimensional evaluation of rapid maxillary expansion anchored to primary molars: direct effects on maxillary arch and spontaneous mandibular response. *Eur J Paediatr Dent*. 2019;20(1):38–42.
8. Malmvind D, Golež A, Magnuson A, Ovsenik M, Bazargani F. Three-dimensional assessment of palatal area changes after posterior crossbite correction with tooth-borne and tooth bone-borne rapid maxillary expansion: A randomized controlled trial with 5-year follow-up. *Angle Orthod*. 2022;92(5):589–97.
9. Zhang C xi, Tan X ming, Wu W, Liu H, Liu Y, Qu X ru, et al. Reliability of 2 methods in maxillary transverse deficiency diagnosis. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2021;159(6):758–65. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2020.02.019>
10. Tai B, Goonewardene MS ures., Murray K, Koong B, Islam SM ohamme. S. The reliability of using postero-anterior cephalometry and cone-beam CT to determine transverse dimensions in clinical practice. *Aust Orthod J*. 2014;30(2):132–42.
11. Pirttiniemi P, Juha M, Kantomaa T. Combined effects of errors in frontal-view asymmetry diagnosis. *Eur J Orthod*. 1996;18:629–36.
12. Chung CH. Diagnosis of transverse problems. *Semin Orthod* [Internet]. 2019;25(1):16–23. Available from: <https://doi.org/10.1053/j.sodo.2019.02.003>
13. Sawchuk D, Currie K, Vich ML, Palomo JM, Flores-Mir C, Flores C. Diagnostic methods for assessing maxillary skeletal and dental transverse deficiencies: A systematic review. *Korean J Orthod* [Internet]. 2016 [cited 2023 Dec 13];46(5):331–42. Available from: <http://dx.doi.org/10.4041/kjod.2016.46.5.331>
14. Dalidjan M, Sampson W, Townsend G. Prediction of dental arch development: An assessment of Pont's index in three human populations. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 1995 May 1;107(5):465–75.
15. Minervini G, Moccia S, Baciú E-R, Gabriela Budală D, Vasluianu R-I, Iulian Lupu C, et al. Citation: medicina A Comparative Analysis of Dental Measurements in Physical and Digital

- Orthodontic Case Study Models. 2022 [cited 2024 Jun 14]; Available from: <https://doi.org/10.3390/medicina58091230>
16. Pont A. Der Zahn-Index in der Orthodontie. *Zeitschrift für Zahnärztliche Orthop.* 1909;3:306–21.
 17. Carrillo Román LI, Goldaracena Azuara M del P, Leal Tobias LA, Sánchez Meráz W, Romo Pérez MÁ, Romo Ramírez F. Aplicación del índice de Korkhaus como medio de diagnóstico en pacientes mexicanos. 2015.
 18. Dakhil N Bin, Salamah F Bin. The Diagnosis Methods and Management Modalities of Maxillary Transverse Discrepancy. *Cureus.* 2021;13(12).
 19. Angell E. Treatment of Irregularity of the Permanent or Adult Teeth. *Dent Cosm.* 1860;1(10):540–4.
 20. Timms D. The dawn of rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 1999;69(3):247–50.
 21. Oliveira NL, Da Silveira AC, Kusnoto B, Viana G. Three-dimensional assessment of morphologic changes of the maxilla: A comparison of 2 kinds of palatal expanders. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2004;126(3):354–62.
 22. Bazargani F, Lund H, Magnuson A, Ludwig B. Skeletal and dentoalveolar effects using tooth-borne and tooth-bone-borne RME appliances: a randomized controlled trial with 1-year follow-up. *Eur J Orthod [Internet].* 2021 [cited 2022 Nov 20];43(3):245–53. Available from: <https://academic.oup.com/ejo/article/43/3/245/5881605>
 23. Gracco A, Malaguti A, Lombardo L, Mazzoli A, Raffaelli R. Palatal volume following rapid maxillary expansion in mixed dentition. *Angle Orthod.* 2010 Jan;80(1):153–9.
 24. Luiz Ulema Ribeiro G, Jacob HB, Brunetto M, da Silva Pereira J, Motohiro Tanaka O, Buschang PH. A preliminary 3-D comparison of rapid and slow maxillary expansion in children: A randomized clinical trial. *Int J Paediatr Dent.* 2020;30(3):349–59.
 25. Bucci R, D'Antò V, Rongo R, Valletta R, Martina R, Michelotti A. Dental and skeletal effects of palatal expansion techniques: a systematic review of the current evidence from systematic reviews and meta-analyses. *J Oral Rehabil.* 2016;43(7):543–64.
 26. Rutili V, Mrkic G, Nieri M, Franceschi D, Pierleoni F, Giuntini V, et al. Dento-skeletal effects produced by rapid versus slow maxillary expansion using fixed jackscrew expanders: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod [Internet].* 2021 [cited 2024 Jan 5];43(3):301–12. Available from: <https://www.crd.york>.
 27. Bishara SE, Staley RN. Maxillary expansion: Clinical implications. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1987;91(1):3–14.
 28. Revelo B, Fishman LS. Maturation evaluation of ossification of the midpalatal suture. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1994;105(3):288–92.
 29. Kinzinger GSM, Lisson JA, Buschhoff C, Hourfar J. Age-dependent effects on palate volume and morphology during orthodontic RME treatment. *Clin Oral Investig [Internet].* 2023;27(6):2641–52. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00784-022-04831-0>
 30. Carvalho PHA, Moura LB, Trento GS, Holzinger D, Gabrielli MAC, Gabrielli MFR, et al. Surgically assisted rapid maxillary expansion: a systematic review of complications. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2020;49:325–32.
 31. Lee K-J, Park Y-C, Park J-Y, Hwang W-S. Miniscrew-assisted nonsurgical palatal expansion before orthognathic surgery for a patient with severe mandibular prognathism. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2010;137(6):830–9.
 32. Pangrazio-Kulbersh V, Jezdimir B, de Deus Haughey M, Kulbersh R, Wine P, Kaczynski R. CBCT assessment of alveolar buccal bone level after RME. *Angle Orthod [Internet].* 2012 Sep 4;83(1):110–6. Available from: <https://doi.org/10.2319/030712-198.1>
 33. Haas AJ. Long-Term Posttreatment Evaluation of Rapid Palatal Expansion. *Angle Orthod*

- [Internet]. 1980 Jul 1;50(3):189–217. Available from: [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1980\)050%3C0189:LPEORP%3E2.0.CO](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1980)050%3C0189:LPEORP%3E2.0.CO)
34. 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: A prospective cone beam computed tomography study. *Angle Orthod.* 2021;91(1):36–45.
 35. Liao YF, Chen YA, Chen YC, Chen YR. Outcomes of conventional versus virtual surgical planning of orthognathic surgery using surgery-first approach for class III asymmetry. *Clin Oral Investig.* 2020;24(4):1509–16.
 36. Rungcharassaeng K, Caruso JM, Kan JY, Kim J, Taylor G. Factors affecting buccal bone changes of maxillary posterior teeth after rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2007;132(4):428e1–8.
 37. Kılıç N, Kikiand A, Oktay H. A comparison of dentoalveolar inclination treated by two palatal expanders. *Eur J Orthod.* 2008;30(1):67–72.
 38. Garib DG, Henriques JFC, Janson G, Freitas MR, Coelho RA. Rapid Maxillary Expansion—Tooth Tissue-Borne Versus Tooth-Borne Expanders: A Computed Tomography Evaluation of Dentoskeletal Effects. *Angle Orthod* [Internet]. 2005 Jul 1;75(4):548–57. Available from: [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(2005\)75\[548:RMETVT\]2.0.CO](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2005)75[548:RMETVT]2.0.CO)
 39. Garib DG, Henriques JFC, Janson G, de Freitas MR, Fernandes AY. Periodontal effects of rapid maxillary expansion with tooth-tissue-borne and tooth-borne expanders: A computed tomography evaluation. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2006 Jun 1;129(6):749–58. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2006.02.021>
 40. Karanxha L, Cantarella D, Paredes NA, Hamanaka R, Del Fabbro M, Moon W. Premolar and Molar Inclination Changes Following Micro-Implant-Assisted Maxillary Skeletal Expander (MSE): A Three-Dimensional Analysis and Visualization. *Appl Sci.* 2022;12(17):1–10.
 41. Wertz R. Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening. *Am J Orthod.* 1970;58(1):41–66.
 42. Greenbaum K, Zachrisson B. The effect of palatal expansion therapy on the periodontal supporting tissues. *Am J Orthod.* 1982;81(1):12–21.
 43. Katti G, Shahbaz S, Katti C, Rahman MS. Evaluation of Midpalatal Suture Ossification Using Cone-Beam Computed Tomography: A Digital Radiographic Study. *Acta Medica (Hradec Králové)* [Internet]. 2020 [cited 2023 Aug 7];63(4):188–93. Available from: <https://doi.org/10.14712/18059694.2020.62>
 44. Colonna A, Cenedese S, Sartorato F, Spedicato GA, Siciliani G, Lombardo L. Association of the mid-palatal suture morphology to the age and to its density: A CBCT retrospective comparative observational study. *Int Orthod* [Internet]. 2021 [cited 2023 Aug 7];19:235–42. Available from: www.em-consulte.com
 45. Gao L, Sun J, Zhou X, Yu G. In vivo methods for evaluating human midpalatal suture maturation and ossification: An updated review. *Int Orthod* [Internet]. 2022;20(2):100634. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ortho.2022.100634>
 46. Angelieri F, Cevidanes LHS, Franchi L, Gonçalves JR, Benavides E, McNamara JA. Midpalatal suture maturation: Classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* [Internet]. 2013 Nov [cited 2023 Jan 21];144(5):759–69. Available from: [/pmc/articles/PMC4185298/](http://pmc/articles/PMC4185298/)
 47. Soto CC, Palma Díaz E, Rivas AH. Evaluación de maduración de sutura palatina mediana con el método de Angelieri et al. Revisión narrativa. *Av Odontoestomatol.* 2022;38(3):97–108.
 48. Georgi GM, Knauth S, Hirsch E, Schulz-Kornas E, Kahl-Nieke B, Püschel K, et al. Age-related changes in the midpalatal suture: Comparison between CBCT staging and bone micromorphology. *Bone* [Internet]. 2024 [cited 2024 Feb 27];179:116984. Available from:

<https://doi.org/10.1016/j.bone.2023.116984>

49. Bromberg N, Brizuela M. Dental Cone Beam Computed Tomography [Internet]. StatPearls Publishing. 2023. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK592390/>
50. Clinical recommendations regarding use of cone beam computed tomography in orthodontics. Position statement by the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Am Acad Oral Maxillofac Radiol* [Internet]. 2013 [cited 2024 Jan 14];116(2):238–57. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.oooo.2013.06.002>
51. Jaju PP, Jaju SP. Cone-beam computed tomography: Time to move from ALARA to ALADA. *Imaging Sci Dnetistry*. 2015;45(4):263–5.
52. Lamparski D. Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae. Unpublished master's thesis. University of Pittsburgh; 1972.
53. Fishman LS. Radiographic Evaluation of Skeletal Maturation. *Angle Orthod*. 1982;52(2):88–112.
54. Angelieri F, Franchi L, Cevidanes LHS, Mcnamara JA, Ao Bernardo Do Campo S, Paulo A, et al. Diagnostic performance of skeletal maturity for the assessment of midpalatal suture maturation. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2015 [cited 2023 Dec 12];148(6):1010–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2015.06.016>
55. Yu D, Kim D. Assessment of Midpalatal Suture Maturation by Skeletal Maturity on Hand Wrist Radiographs. *J KOREAN Acad PEDTATRIC Dent*. 2021 Feb 28;48(1):31–41.
56. Jang HI, Kim SC, Chae JM, Kang KH, Cho JW, Chang NY, et al. Relationship between maturation indices and morphology of the midpalatal suture obtained using cone-beam computed tomography images. *Korean J Orthod*. 2016 Nov 1;46(6):345–55.
57. Greulich WW, Pyle SI. Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist. 2nd ed. Stanford: Stanford University Press; 1959. 272 p.
58. Picture Hyrax [Internet]. Available from: <https://www.ortoplus.es/ortodoncia/disunion/disuntor-hyrax-4-bandas.html>
59. Abdelsalam R, Nucci L, Carrino R, Shahen S, Abdelaziz F, Fahim F, et al. Comparison of palatal volume and surface changes between bone-borne and tooth-tissue-borne maxillary expansion on cone beam computed tomography digital cast models. *Angle Orthod*. 2023 May 1;93(3):282–8.
60. Bud ES, Bică CI, Păcurar M, Vaida P, Vlăsa A, Martha K, et al. Observational Study Regarding Possible Side Effects of Miniscrew-Assisted Rapid Palatal Expander (MARPE) with or without the Use of Corticopuncture Therapy. *Biology (Basel)*. 2021;10:187.
61. Ventura V, Botelho J, Machado V, Mascarenhas P, Pereira FD, Mendes JJ, et al. Miniscrew-Assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE): An Umbrella Review. *J Clin Med*. 2022;11(1287).
62. Chun J-H, Cunha Regal De Castro A, Oh S, Kim K-H, Choi S-H, Nojima LI, et al. 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* [Internet]. 2020 [cited 2022 Nov 18];22. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12903-022-02138-w>
63. Liao Y-C, Ho K-H, Wang C-W, Wang K-L, Hsieh S-C, Chang H-M. Skeletal and dental changes after microimplant-assisted rapid palatal expansion (MARPE) – a Cephalometric and Cone-Beam Computed Tomography (CBCT) study. *Clin Investig Orthod* [Internet]. 2022;81(2):84–92. Available from: <https://doi.org/10.1080/27705781.2022.2051120>
64. Picture Marpe [Internet]. Available from: <https://www.ortoplus.es/ortodoncia/microtornillos/mse.html>
65. Lo Giudice A, Barbato E, Cosentino L, Ferraro CM, Leonardi R, Giudice A Lo. Alveolar bone changes after rapid maxillary expansion with tooth-borne appliances: a systematic review. *Eur J Orthod* [Internet]. 2018 [cited 2022 Oct 24];40(3):296–303. Available from: <https://academic.oup.com/ejo/article/40/3/296/4080392>

66. Turker G, Coban G, Bayraktar AU, Kurt G, Kilic E, Alkan A. Three-dimensional palatal morphology and upper arch changes following nonsurgical and surgical maxillary expansion in adults. *Oral Surg* [Internet]. 2022 [cited 2022 Oct 21];134(4):425–31. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2022.02.013>
67. Melgaço CA, Columbano Neto J, Jurach EM, Da M, Gonçalves Nojima C, Sant’anna EF, et al. Rapid maxillary expansion effects: An alternative assessment method by means of cone-beam tomography. *Dent Press J Orthod* [Internet]. 2014 [cited 2022 Oct 14];(5):88–96. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/2176-9451.19.5.088-096.oar>
68. Bruder C, Lucia C, Ortolani F, Araújo De Lima T, Artese F, Junior KF. Evaluation of palate area before and after rapid maxillary expansion, using cone-beam computed tomography. *Dent Press J Orthod* [Internet]. 2019 [cited 2022 Oct 5];24(5):40–5. Available from: <https://doi.org/10.1590/2177-6709.24.5.040-045.oar>
69. Bouserhal J, Bassil-Nassif N, Tauk A, Will L, Limme M. Three-dimensional changes of the naso-maxillary complex following rapid maxillary expansion. *Angle Orthod*. 2014;84(1):88–95.
70. Sánchez-Riofrío D, Viñas MJ, Ustrell-Torrent JM. CBCT and CAD-CAM technology to design a minimally invasive maxillary expander. *BMC Oral Health*. 2020;20(1):1–7.
71. Bukhari A, Kennedy D, Hannam A, Aleksejuniene J, Yen E. Dimensional changes in the palate associated with slow maxillary expansion for early treatment of posterior crossbite. *Angle Orthod*. 2018;88(4):390–6.
72. 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 Dentofac Orthop* Garrett BJ, Caruso JM, Rungcharassaeng K, Farrage JR, Kim JS, Taylor GD Skelet Eff to maxilla after rapid maxillary Expans Assess with cone-beam Comput Tomogr *Am J Ortho*. 2008;134(1):8.e1-8.e11.
73. Hartsfield J, Fardo D, Eraso F, Ghoneima A, Carman AB. Skeletal and dental changes aer rapid maxillary expansion: a computed tomography study Related papers T he effect of a Clark t win block on mandibular mot ion: a case report. *Aust Orthod J*. 2010;26(2):141–8.
74. Jang W, Choi YJ, Cha JY, Kang YG, Kim E, Kim KH. Three-dimensional evaluation of dentopalatal changes after rapid maxillary expansion in growing children. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2024;165(1):103–13. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2023.07.016>
75. Phatouros A, Goonewardene MS. Morphologic changes of the palate after rapid maxillary expansion: A 3-dimensional computed tomography evaluation. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2008;134(1):117–24.
76. Caetano Calil R, Maria Marin Ramirez C, Otazu A, Marcelo Torres D, ulio de Ara ujo Gurgel J, Cristina Oliveira R, et al. Maxillary dental and skeletal effects after treatment with self-ligating appliance and miniscrew-assisted rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2021 [cited 2024 May 21];159(2):e93–101. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2020.09.011>
77. Lim Young-Chel Park Kee-Joon Lee Kyung-Ho Kim Yoon Jeong Choi H-M, Jeong Choi Assistant Professor Y. Stability of dental, alveolar, and skeletal changes after miniscrew-assisted rapid palatal expansion. *KOREAN J Orthod Orig Artic* [Internet]. 2017 [cited 2024 May 21];47(5):313–22. Available from: <https://doi.org/10.4041/kjod.2017.47.5.313>
78. McMullen C, Al Turkestani NN, Ruellas ACO, Massaro C, Rego MVNN, Yatabe MS, et al. Three-dimensional evaluation of skeletal and dental effects of treatment with maxillary skeletal expansion. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2022 [cited 2022 Nov 18];161(5):666–78. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2020.12.026>
79. Solano Mendoza P, Aceytuno Poch P, Solano Reina E, Solano Mendoza B. Skeletal, Dentoalveolar and Dental Changes after “Mini-Screw Assisted Rapid Palatal Expansion” Evaluated with Cone Beam Computed Tomography. *J Clin Med*. 2022;11(16).

80. 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* [Internet]. 2019 [cited 2022 Nov 18];25(1):46–59. Available from: <https://doi.org/10.1053/j.sodo.2019.02.006>
81. Li N, Sun W, Li Q, Dong W, Martin D, Guo Jinan J, et al. Skeletal effects of monocortical and bicortical mini-implant anchorage on maxillary expansion using cone-beam computed tomography in young adults. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2020 May 1 [cited 2023 Jan 18];157(5):651–61. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.05.021>
82. Siddhisaributr P, Khlongwanitchakul K, Anuwongnukroh N, Manopatanakul S, Viwattanatipa N, Associate NV. Effectiveness of miniscrew assisted rapid palatal expansion using cone beam computed tomography: A systematic review and meta-analysis. *KOREAN J Orthod* [Internet]. 2022 [cited 2022 Nov 18];182–200. Available from: <https://doi.org/10.4041/kjod21.256>
83. Kinzinger GSM, Lisson JA, Buschhoff C, Hourfar J, Korbmacher-Steiner H. Impact of rapid maxillary expansion on palatal morphology at different dentition stages. *Clin Oral Investig* [Internet]. 2022;26(7):4715–25. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00784-022-04434-9>
84. Tarazona B, Llamas JM, Cibrian R, Gandia JL, Paredes V. A comparison between dental measurements taken from CBCT models and those taken from a Digital Method. *Eur J Orthod*. 2013;35(1):1–6.
85. Liu J, Liu Y, Wang J, Zuo X, Wang X, Zhang Y, et al. Dental measurements based on a three-dimensional digital technique: A comparative study on reliability and validity. *Arch Oral Biol* [Internet]. 2021;124:105059. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2021.105059>
86. Wiranto MG, Engelbrecht WP, Tutein Nolthenius HE, van der Meer WJ, Ren Y. Validity, reliability, and reproducibility of linear measurements on digital models obtained from intraoral and cone-beam computed tomography scans of alginate impressions. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2013 Jan;143(1):140–7. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0889540612009833>
87. Araugio RMDS, Landre J, Silva DDLA, Pacheco W, Pithon MM, Oliveira DD. Influence of the expansion screw height on the dental effects of the hyrax expander: A study with finite elements. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2013 Feb;143(2):221–7.
88. Primožič J, Perinetti G, Contardo L, Ovsenik M. Diagnostic performance of 3-dimensional evaluation of palatal vault changes in assessing successful treatment of constricted maxilla in growing subjects. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2013;143(1):42–9.

Anexos

Anexo I

Dra. Lourdes Cabrera García
Secretaria del CEIm Hospital Clínico San Carlos

CERTIFICA

- Que el CEIm Hospital Clínico San Carlos en su reunión de comisión permanente, acta 1.1/24, ha evaluado la respuesta a las aclaraciones solicitadas con anterioridad al proyecto:

Título: ANÁLISIS TRIDIMENSIONAL DE LOS CAMBIOS PRODUCIDOS EN EL MAXILAR SUPERIOR CON EL USO DEL DISYUNTOR TIPO HYRAX Y MARPE EN PACIENTES SIN CRECIMIENTO FINALIZADO.

Código Interno: **23/781-E**

Investigador	
MARÍA JOSÉ VIÑAS PINEDO	TUTOR
VERÓNICA TANCO TELLECHEA	ALUMNO

Tipo documento	Versión
Protocolo	-
Hoja Información de Paciente	v. 21 diciembre 2023 - 26/12/2023TO]

- Que en este estudio:
 - Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto.
 - Es adecuado el procedimiento para obtener el consentimiento informado.
 - La capacidad del investigador y los medios disponibles son adecuados para llevar a cabo el estudio.
 - El alcance de las compensaciones económicas previstas no interfiere con el respeto de los postulados éticos.
 - El procedimiento previsto para el manejo de datos personales es adecuado.
 - Se cumplen los preceptos éticos formulados en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica mundial para las investigaciones médicas en seres humanos y en sus posteriores revisiones, así como aquellos exigidos por la normativa legal aplicable en función de las características del estudio.

- Que este Comité ha decidido emitir un **DICTAMEN FAVORABLE**.
- Que en dicha reunión se cumplieron los requisitos establecidos en la legislación vigente – Real Decreto 1090/2015 – para que la decisión del citado CEIm sea válida.
- Que el CEIm Hospital Clínico San Carlos tanto en su composición como en sus procedimientos, cumple con las normas de BPC (CPMP/ICH/135/95) y con la legislación vigente que regula su funcionamiento.

Para que conste donde proceda, y a petición del interesado.

Lo que firmo en Madrid, a 27 de diciembre de 2023


Firmado electrónicamente por
LOURDES CABRERA GARCÍA

Fecha:

2023.12.27

14:07:05

+01'00'

Fdo.: Dra. Lourdes Cabrera García
Secretaria del CEIm Hospital Clínico San Carlos

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:
Cambios volumétricos producidos con la disyunción del maxilar superior.

DECLARACIÓN Y FIRMA DEL PACIENTE

Yo,.....en función de padre, madre, tutor, representante legal del paciente he leído la información que se me ha entregado.
He recibido la hoja de información que se me ha entregado.
He podido hacer preguntas sobre el estudio.
He recibido suficiente información sobre el estudio.
He hablado del estudio con.....

Acepto O No Acepto O

Que los registros modelos de estudio del paciente sean utilizados es este proyecto de investigación. Presto libremente mi conformidad para que el paciente participe en el estudio. Presto además libremente mi conformidad para que la Dra. Verónica Tanco Tellechea recoja y analice los estudios de ortodoncia pre y post-tratamiento y acepto también que la información sea utilizada para futura investigación médica. En este sentido, acepto que los registros del paciente sean utilizados en futuras investigaciones relacionadas con el efecto del tratamiento con disyuntores llevadas a cabo por docentes del máster propio de ortodoncia de la Universidad Complutense de Madrid.

Por la presente, otorgo mi consentimiento informado y libre para que el pacienteparticipe en esta investigación.

FIRMA DEL REPRESENTANTE LEGAL

Nombre y apellidos

.....

.....

FECHA:

He comentado este estudio de investigación clínica con el paciente en un lenguaje comprensible e idóneo.

Considero que ha sido informado completamente el participante de la naturaleza del estudio. Se ha explicado los beneficios de llevar a cabo este estudio. Se van a utilizar registros ya realizados con anterioridad y entiendo que el participante ha comprendido esta explicación.

He entregado una copia de este documento fechada y firmada al paciente.

FIRMA DEL INVESTIGADOR

Nombre y Apellidos

FECHA

.....

.....

GRACIAS POR PARTICIPAR

Consentimiento Informado del paciente para investigación clínica

Nos gustaría invitarle a participar en un estudio de investigación. Antes de que se decida a participar, es importante que entienda por qué se está realizando esta investigación y lo que supondrá. Tómese el tiempo necesario para leer detenidamente la información. Una vez que su médico le explique el estudio y que se decida a participar, se le pedirá que firme este impreso. Si decide no participar, el nivel de tratamiento que reciba, tanto ahora como en el futuro, no resultará afectado de modo alguno.

El estudio que le estamos proponiendo es el siguiente:

Análisis tridimensional de los cambios producidos en el maxilar superior con el uso de disyuntor Hyrax y MARPE en pacientes sin crecimiento finalizado.

Tras su diagnóstico se le ha indicado un tratamiento de disyunción con disyuntor tipo Hyrax o MARPE. El uso de estos dispositivos genera expansión del maxilar superior a través de la activación de estos, acto que su odontólogo tratante explicará detalladamente. En este estudio buscamos conocer los cambios que esta expansión genera en su maxilar, arcadas dentarias y dientes. Es por ello, que previo al comienzo del tratamiento y una vez finalizado éste se le realizarán escaneados intrabucales. El escáner intraoral es un dispositivo que permite obtener un modelo de su boca en tres dimensiones. Es un procedimiento cómodo para el paciente y nos permitirá analizar su mordida con precisión y será de utilidad para preparar la planificación de la segunda fase de su tratamiento. A partir de estos escaneados podremos analizar los cambios generados por el tratamiento.

Finalidad del estudio

Conocer los cambios que se producen en el maxilar, en las arcadas dentarias y en los dientes luego del uso del dispositivo de disyuntor Hyrax o MARPE.

Confidencialidad

Durante el estudio, sólo se le identificará mediante un código numérico que se le asignará en el estudio.

Su identidad no será revelada en caso de que se publiquen los resultados de este estudio.

Contactos para información adicional

El investigador/médico responsable de este estudio es:

Dra. María José Viñas Pinedo, profesor asociado del Dpto DECO de la Facultad de Odontología.

Contacto: mjvinas@ucm.es

Si tiene alguna pregunta antes de que se decida a participar en el estudio, o en cualquier otro momento, no dude en contactar con la Dra María José Viñas Pinedo.

Protección de datos

Este estudio se rige por la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. Sus datos, así como información sobre su salud, así como su respuesta ante el tratamiento. Se llevarán a cabo ciertas pruebas estadísticas con sus datos, junto con los recogidos de otros pacientes que han participado en el estudio.

Si usted decide retirarse del estudio en cualquier momento, la información recogida hasta ese momento será utilizada en el estudio, y más tarde archivada.

Anexo III

N	Nº paciente	Nombre	1er Apellido	2do Apellido	Fecha	Grupo	Tiempo	Escan.	AA	AP	Vueltas	Ang. M	Área NP	Vol.	Validez

- N° paciente = Número que otorga la UCM a cada paciente
- Fecha = Fecha en que se obtuvo el escaneado
- Tiempo = tiempo de escaneado (T0 o T1)
- Escan. = escaneado realizado (1-si; 2-no)
- AA = Anchura maxilar anterior
- AP = Anchura maxilar posterior
- Vueltas = cantidad de vueltas del tornillo
- Ang. M = angulación molar (grados)
- Área NP = Área palatina total (mm²)
- Vol. = Volumen palatino (mm³)
- Validez = validez de la medida