

95
AÑOS



Facultad de
Odontología



Escuela de
Graduados

175
AÑOS



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

Disyunción transversal maxilar en pacientes esqueléticamente maduros:

***Abordajes no quirúrgicos y técnicas quirúrgicas
mínimamente invasivas.***

Dra. Ana Botana

Tutora: MSc. Cecilia Blanco

Carrera de Especialización de Ortodoncia y Ortopedia DMF

Escuela de Graduados - Facultad de Odontología

Universidad de la República

Uruguay, 2026

GLOSARIO

Siglas y abreviaturas utilizadas en la monografía.

BAME	Bone-Anchored Maxillary Expander (Expansor maxilar anclado al Hueso)
CBCT	Cone Beam Computed Tomography (Tomografía computarizada de haz cónico)
DOME	Distraction Osteogenesis Maxillary Expansion (Expansión maxilar por osteogénesis por distracción)
RME/ERM	Rapid Maxillary Expansion (Expansión rápida maxilar)
FEA	Finite Element Analysis (Análisis de elementos finitos)
LIGHT SARPE	Local anesthesia, Immediate activation, Guided, Hybrid SARPE (Variante de SARPE caracterizada por anestesia local, activación inmediata, guía quirúrgica y anclaje híbrido)
MARME	Miniscrew-Assisted Rapid Maxillary Expansion (Expansión rápida maxilar asistida por mini-implantes/tornillos)
MARPE	Micro-Implant Assisted Rapid Palatal Expansion (Expansión palatina rápida asistida por mini-implantes/tornillos)
MISARME	Minimally Invasive Surgically Assisted Rapid Maxillary Expansion (Expansión rápida maxilar asistida quirúrgicamente mínimamente invasiva).
MISARPE	Minimally Invasive Surgically Assisted Rapid Palatal Expansion (Expansión rápida palatina asistida quirúrgicamente mínimamente invasiva).
MISMARPE	Minimally Invasive Surgically Micro-Implant Assisted Rapid Palatal Expansion (Expansión rápida palatina asistida por mini-implantes y cirugía mínimamente invasiva)
SAME	Surgically Assisted Maxillary Expansion (Expansión maxilar asistida quirúrgicamente)
SARME	Surgically Assisted Rapid Maxillary Expansion (Expansión rápida maxilar asistida quirúrgicamente). Sinónimo de SARPE
SARPE	Surgically Assisted Rapid Palatal Expansion (Expansión rápida palatina asistida quirúrgicamente). Sinónimo de SARME

RESUMEN:

INTRODUCCIÓN: La deficiencia transversal maxilar constituye una alteración clínicamente relevante dentro de las maloclusiones, especialmente cuando se presenta en pacientes esqueléticamente maduros. En estos casos, la corrección mediante expansión ortopédica convencional se vuelve menos predecible debido al aumento progresivo de la interdigitación y resistencia de la sutura palatina media y de las estructuras circunmaxilares. Sin embargo, la transición entre una sutura potencialmente expansible y una sutura madura o cerrada no siempre es clara, generando una “zona gris terapéutica” en la que la edad cronológica no resulta suficiente como único criterio diagnóstico. Por este motivo, se vuelve necesaria una evaluación individualizada mediante CBCT, que permita valorar el grado de maduración sutural y orientar la selección terapéutica.

OBJETIVO: Analizar críticamente la literatura disponible sobre técnicas de expansión de la sutura palatina media en pacientes esqueléticamente maduros con deficiencia transversal maxilar, con énfasis en los abordajes no quirúrgicos asistidos por mini-implantes y en las alternativas quirúrgicas mínimamente invasivas, a fin de contribuir al establecimiento de criterios basados en la evidencia para la toma de decisiones terapéuticas individualizadas.

METODOLOGÍA: Se realizó una revisión narrativa con un proceso de búsqueda sistematizado en PubMed, BVS y Epistemonikos, complementado con una búsqueda manual y literatura gris de Google Scholar. Se incluyeron 42 artículos relacionados con técnicas de expansión maxilar asistidas por mini-implantes, procedimientos quirúrgicos mínimamente invasivos, resultados esqueléticos, dentoalveolares y periodontales, patrón de apertura sutural, morbilidad, complicaciones y criterios clínicos de indicación.

DESARROLLO: La literatura analizada muestra que MARPE y MARME representan alternativas no quirúrgicas relevantes para pacientes seleccionados, ya que favorecen una transmisión más directa de las fuerzas expansivas hacia el esqueleto maxilar, reducen parcialmente los efectos dentoalveolares asociados a los disyuntores dentosoportados convencionales. Sin embargo, su respuesta no es uniforme ni completamente predecible, dado que depende del grado de maduración sutural, la anatomía individual, el diseño del dispositivo, la estabilidad de los mini-implantes y la magnitud de la discrepancia transversal.

Por su parte, SARPE y SARME continúan siendo alternativas válidas en pacientes con mayor resistencia esquelética, aunque la evidencia indica que la asistencia

quirúrgica no garantiza por sí sola una expansión puramente esquelética ni elimina completamente los efectos dentoalveolares.

Los abordajes mínimamente invasivos, como MISMARPE, MISARME, LIGHT SARPE, las técnicas asistidas por piezocirugía y procedimientos auxiliares como la corticopunción, se ubican dentro de un espectro terapéutico intermedio entre la expansión no quirúrgica y la cirugía convencional. Estas técnicas buscan modular la resistencia ósea mediante intervenciones selectivas, con el propósito de mejorar la eficacia expansiva y reducir la morbilidad quirúrgica.

Asimismo, los diferentes abordajes de expansión maxilar pueden influir en la distribución de tensiones y el patrón de apertura de la sutura palatina media. No obstante, no existe consenso absoluto respecto a la necesidad de realizar liberaciones quirúrgicas extensas en todos los pacientes adultos.

CONCLUSIÓN: La expansión maxilar en adultos jóvenes con suturas maduras requiere un enfoque diagnóstico y terapéutico integrado. La selección de la técnica debe basarse en la evaluación tomográfica, la magnitud de la discrepancia transversal, el patrón dentoesquelético, la salud periodontal, la resistencia anatómica y la tolerancia esperada al procedimiento. MARPE, MISMARPE, MISARME y SARPE no deben entenderse como alternativas excluyentes, sino como herramientas complementarias dentro de un continuo terapéutico orientado a la toma de decisiones individualizada.

Palabras clave (DeCS): Técnica de expansión palatina, Procedimientos Quirúrgicos Mínimamente Invasivos, Maxilar/SU, Tornillos Óseos, Métodos de Anclaje en Ortodoncia, Estudio comparativo.

ABSTRACT (*):

INTRODUCTION: Maxillary transverse deficiency is a clinically relevant alteration among malocclusions, especially when it occurs in skeletally mature patients. In these cases, correction through conventional orthopedic expansion becomes less predictable due to the progressive increase in interdigitation and resistance of the midpalatal suture and circummaxillary structures. However, the transition between a potentially expandable suture and a mature or closed suture is not always clear, generating a “therapeutic gray zone” in which chronological age is not sufficient as the sole diagnostic criterion. For this reason, individualized assessment through CBCT becomes necessary in order to evaluate the degree of sutural maturation and guide therapeutic selection.

OBJECTIVE: To critically analyze the available literature on techniques for expansion of the midpalatal suture in skeletally mature patients with maxillary transverse deficiency, with emphasis on non-surgical mini-implant-assisted approaches and minimally invasive surgical alternatives, in order to contribute to the establishment of evidence-based criteria for individualized therapeutic decision-making.

METHODOLOGY: A narrative review with a systematized search process was conducted in PubMed, BVS and Epistemonikos, complemented by manual searching and grey literature from Google Scholar. A total of 42 articles were included, related to mini-implant-assisted maxillary expansion techniques, minimally invasive surgical procedures, skeletal, dentoalveolar and periodontal outcomes, sutural opening patterns, morbidity, complications and clinical indication criteria.

DEVELOPMENT: The analyzed literature shows that MARPE and MARME represent relevant non-surgical alternatives for selected patients, since they promote a more direct transmission of expansion forces to the maxillary skeleton and partially reduce the dentoalveolar effects associated with conventional tooth-borne expanders. However, their response is neither uniform nor completely predictable, as it depends on the degree of sutural maturation, individual anatomy, appliance design, mini-implant stability, and the magnitude of the transverse discrepancy.

In turn, SARPE and SARME remain valid alternatives in patients with greater skeletal resistance, although the evidence indicates that surgical assistance alone does not guarantee purely skeletal expansion or completely eliminate dentoalveolar effects.

Minimally invasive approaches, such as MISMARPE, MISARME, LIGHT SARPE, piezosurgery-assisted techniques, and auxiliary procedures such as corticopuncture, are located within an intermediate therapeutic spectrum between non-surgical

expansion and conventional surgery. These techniques aim to modulate bone resistance through selective interventions, with the purpose of improving expansion efficacy and reducing surgical morbidity.

Likewise, different maxillary expansion approaches may influence stress distribution and the pattern of midpalatal suture opening. Nevertheless, there is no absolute consensus regarding the need to perform extensive surgical releases in all adult patients.

CONCLUSION: Maxillary expansion in young adults with mature sutures requires an integrated diagnostic and therapeutic approach. Technique selection should be based on tomographic evaluation, the magnitude of the transverse discrepancy, the dentoskeletal pattern, periodontal health, anatomical resistance, and expected tolerance to the procedure. MARPE, MISMARPE, MISARME and SARPE should not be understood as mutually exclusive alternatives, but rather as complementary tools within a therapeutic continuum aimed at individualized decision-making.

KEYWORDS (MeSH): Palatal Expansion Technique, Minimally Invasive Surgical Procedures, Maxilla/surgery, Bone Screws, Orthodontic Anchorage Procedures, Comparative Study.

ABSTRACT (*): La traducción al idioma inglés fue realizada con asistencia de herramientas de inteligencia artificial.

SUMARIO:

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	OBJETIVOS.....	3
2.1	OBJETIVO GENERAL	3
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3	METODOLOGÍA	4
3.1	BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA	4
3.2	FLUJOGRAMA.....	5
3.3	CARACTERIZACIÓN DE LOS ARTÍCULOS INCLUIDOS.....	6
3.4	CRONOGRAMA DE LA BÚSQUEDA.....	9
4	ANTECEDENTES.....	10
4.1	Fundamentos biológicos y diagnóstico de la sutura palatina madura	10
5	DESARROLLO	13
5.1	TÉCNICAS DE DISYUNCIÓN EN SUTURAS MADURAS	13
5.1.1	Criterios de selección del paciente y la zona gris terapéutica	14
5.1.2	Panorama y evolución de las técnicas de disyunción en suturas maduras: de los disyuntores dentosoportados a las técnicas óseas e híbridas	19
5.1.3	Fundamentos técnicos y biomecánicos de la disyunción asistida por mini- implantes (MARPE, MISMARPE).....	22
5.1.3.1	Definición y fundamentos clínicos de MARPE y MARME.....	22
5.1.3.2	Definición y fundamentos clínicos de MISMARPE.....	25
5.1.4	Disyunción maxilar asistida quirúrgicamente (SARPE y variantes).....	27
5.1.4.1	SARPE clásico	27
5.1.4.2	SARPE con abordajes quirúrgicos mínimamente invasivos	28
5.1.5	Comparación conceptual entre técnicas de disyunción	31
5.1.6	Innovaciones y abordajes no convencionales en la disyunción maxilar	33
5.2	PATRÓN DE APERTURA SUTURAL Y COMPORTAMIENTO TRIDIMENSIONAL DEL COMPLEJO MAXILAR EN SUTURAS MADURAS.....	34
5.2.1	Resistencia, distribución de tensiones y rol del anclaje.....	34

5.2.2	Patrón de apertura en MARPE y técnicas asistidas por mini-implante.....	35
5.2.3	Patrón de apertura en MISMARPE y abordajes mínimamente invasivos	36
5.2.4	Patrón de apertura en SARPE, MISARPE/MISARME y variantes quirúrgicamente asistidas.....	38
5.2.5	Osteotomía sutural media y abordajes de transición entre MARPE y SARPE convencional.....	40
5.2.6	Extensión de la liberación quirúrgica y balance biomecánico entre eficiencia e invasividad	41
5.3	RESULTADOS CLÍNICOS, ESQUELÉTICOS, DENTOALVEOLARES Y ESTABILIDAD DE LA EXPANSIÓN MAXILAR EN SUTURAS MADURAS	42
5.3.1	Resultados esqueléticos y basales en la disyunción maxilar	42
5.3.2	Cambios dentoalveolares, inclinación dentaria y efectos secundarios	45
5.3.3	Cambios nasales, oclusales y repercusiones funcionales complementarias	47
5.3.4	Estabilidad inicial, retención y comportamiento post-expansión	48
5.4	MORBILIDAD, COMPLICACIONES Y CRITERIOS CLÍNICOS EN LA EXPANSIÓN MAXILAR EN SUTURAS MADURAS	49
5.4.1	Morbilidad intraoperatoria	49
5.4.2	Complicaciones postoperatorias tempranas	50
5.4.3	Complicaciones estructurales y dentoalveolares	51
5.4.4	Impacto sobre tejidos blandos y estética facial	52
5.4.5	Criterios clínicos de indicación y selección terapéutica	53
6	DISCUSIÓN	55
7	CONCLUSIONES	62
8	REFERENCIAS	64
9	AGRADECIMIENTOS.....	70
10	ANEXO 1:.....	71
11	ANEXO 2:.....	74

1 INTRODUCCIÓN

Las maloclusiones constituyen uno de los principales problemas de salud bucal a nivel mundial y representan una práctica creciente dentro del área odontológica. La Organización Mundial de la Salud las ubica entre las condiciones más frecuentes, junto con la caries dental y las enfermedades periodontales (1). Desde el punto de vista clínico, la maloclusión se define como cualquier desviación del esquema oclusal ideal y se la reconoce actualmente como una alteración de etiología multifactorial, en la que intervienen componentes dentarios, esqueléticos y funcionales (1,2). En este contexto, la ortodoncia tiene como objetivo restablecer una oclusión funcional, estable y armónica, aunque dicho propósito puede verse limitado por determinadas características anatómicas y estructurales del complejo craneofacial (2).

Dentro de las alteraciones transversales, la deficiencia transversal maxilar constituye una de las disgnacias o anomalías más frecuentes y clínicamente relevantes. La misma se caracteriza por un desarrollo insuficiente en el ancho transversal del maxilar superior, con magnitudes variables, pudiendo manifestarse clínicamente como una mordida cruzada posterior unilateral o bilateral. Ante este tipo de maloclusiones, resulta imprescindible establecer un diagnóstico diferencial adecuado, descartando desviaciones funcionales mandibulares, alteraciones dentoalveolares aisladas, inclinaciones dentarias, o si nos encontramos con un compromiso predominantemente esquelético (2-4).

Durante la etapa de crecimiento, la deficiencia transversal maxilar puede ser corregida mediante procedimientos ortopédicos que inducen la separación de la sutura palatina media, aprovechando la plasticidad biológica del sistema sutural. Sin embargo, en pacientes esqueléticamente maduros, la respuesta a la expansión ortopédica convencional se observa significativamente limitada, lo que plantea un desafío terapéutico particular y obliga a considerar alternativas que permitan vencer la resistencia sutural (3,4).

Desde el punto de vista anatómico, los huesos maxilares y palatinos se relacionan entre sí mediante suturas, entre ellas la sutura palatina media, que desempeña un rol fundamental en el crecimiento transversal de maxilar superior. Las suturas maxilares y circunmaxilares, corresponden a articulaciones de tipo fibroso, caracterizadas por la presencia de tejido conjuntivo fibroso con capacidad osteogénica. Con la maduración esquelética, este tejido sufre un proceso progresivo de osificación, lo que reduce o anula la capacidad de separación sutural frente a estímulos mecánicos (5-

7). La evaluación del grado de maduración de la sutura palatina media resulta, por tanto, en un elemento clave en la planificación del tratamiento.

Tradicionalmente, el análisis del estado de maduración de la sutura palatina media se realizaba mediante radiografías oclusales, método que presenta limitaciones significativas debido a las superposiciones anatómicas. En la actualidad, la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) se ha consolidado como la herramienta de elección para el diagnóstico tridimensional de las estructuras maxilofaciales, permitiendo una visualización precisa de la morfología sutural con una dosis de radiación relativamente baja, en comparación con la tomografía computarizada médica convencional (8,9). A partir de estudios tomográficos, se han propuesto clasificaciones que describen los distintos estadios de maduración de la sutura palatina media, evidenciando que el grado de cierre no siempre se correlaciona de manera directa con la edad cronológica del paciente (10).

El procedimiento clínico utilizado para corregir la deficiencia transversal maxilar es la disyunción o expansión maxilar, la cual consiste en la aplicación de fuerzas mecánicas fuertes destinadas a separar los segmentos maxilares a nivel de la sutura palatina media. Clásicamente, en pacientes en crecimiento, la disyunción ortopédica convencional, también llamada expansión rápida maxilar (ERM o RME por sus siglas en inglés: rapid maxillary expansion), se realiza mediante dispositivos dentosoportados, como los disyuntores tipo Hyrax o bondeados, cuyo anclaje se basa exclusivamente en las piezas dentarias (3,11). No obstante, la evidencia ha demostrado que este tipo de anclaje puede asociarse a efectos dentoalveolares no deseados, lo que ha impulsado el desarrollo de dispositivos con anclaje esquelético mediante mini-implantes (micro-implantes/mini-tornillos/micro-tornillos), así como sistemas híbridos que combinan ambos tipos de soporte (3,12,13).

En pacientes esqueléticamente maduros, la disyunción rápida del maxilar (RME) ha evolucionado hacia técnicas que incorporan asistencia quirúrgica o enfoques mínimamente invasivos, con el objetivo de facilitar la apertura sutural y optimizar los resultados esqueléticos. Dentro de estas alternativas se incluyen: la expansión maxilar quirúrgicamente asistida, junto a sus variantes quirúrgicas conservadoras, y las técnicas no quirúrgicas asistidas por mini-implantes, cuyas indicaciones, diseños y alcance continúan siendo motivo de debate (14-18). En particular, las controversias en relación con la necesidad y extensión de las osteotomías, así como con el rol de la disyunción pterigomaxilar en la obtención de una expansión eficaz y estable (19).

Independientemente de la técnica empleada, resulta fundamental comprender cómo el estado de maduración de la sutura palatina media, el tipo de anclaje y las intervenciones quirúrgicas asociadas influyen en los resultados clínicos, tomográficos y biomecánicos del tratamiento. En este contexto, la diversidad de enfoques terapéuticos y la heterogeneidad de los resultados reportados en la literatura justifican la necesidad de un análisis crítico que integre la evidencia disponible.

Por este motivo, y en el marco de la culminación de la Carrera de Especialización en Ortodoncia y Ortopedia Dentomaxilofacial, la presente monografía se propone abordar, desde una perspectiva narrativa, las técnicas actualmente utilizadas para la expansión de la sutura palatina media en pacientes esqueléticamente maduros con deficiencia transversal maxilar, con énfasis en abordajes no quirúrgicos y quirúrgicos mínimamente invasivos, con el propósito de aportar elementos que contribuyan a la toma de decisiones clínicas basadas en el diagnóstico individualizado.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar críticamente la literatura disponible sobre las técnicas de expansión de la sutura palatina media en pacientes esqueléticamente maduros con deficiencia transversal maxilar, con énfasis en los abordajes no quirúrgicos y quirúrgicos mínimamente invasivos, a fin de contribuir al establecimiento de criterios basados en la evidencia para la toma de decisiones terapéuticas individualizadas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 2.2.1 Describir las principales técnicas empleadas para la expansión maxilar en pacientes esqueléticamente maduros.
- 2.2.2 Comparar los resultados esqueléticos, dentoalveolares y periodontales reportados para los diferentes abordajes de expansión maxilar no quirúrgicos y quirúrgicos mínimamente invasivos.
- 2.2.3 Analizar el patrón de apertura de la sutura palatina media asociado a los diferentes abordajes de la expansión maxilar.
- 2.2.4 Analizar la morbilidad, complicaciones y los criterios clínicos asociados a la indicación de los diferentes abordajes de expansión maxilar no quirúrgicos y quirúrgicos mínimamente invasivos en pacientes esqueléticamente maduros.

3 METODOLOGÍA

3.1 BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA

Para este estudio descriptivo se realizó una revisión narrativa con un proceso de búsqueda sistematizado. Se utilizaron como fuentes de información las siguientes bases de datos: PubMed, Biblioteca Virtual en Salud y Epistemonikos. Las estrategias de búsqueda diseñadas para cada base de datos, incluyendo los operadores booleanos se detallan en el Anexo 1. Se utilizaron como descriptores: Técnica de expansión palatina, Procedimientos Quirúrgicos Mínimamente Invasivos, Maxilar/SU, Tornillos Óseos, Métodos de Anclaje en Ortodoncia, Estudio comparativo.

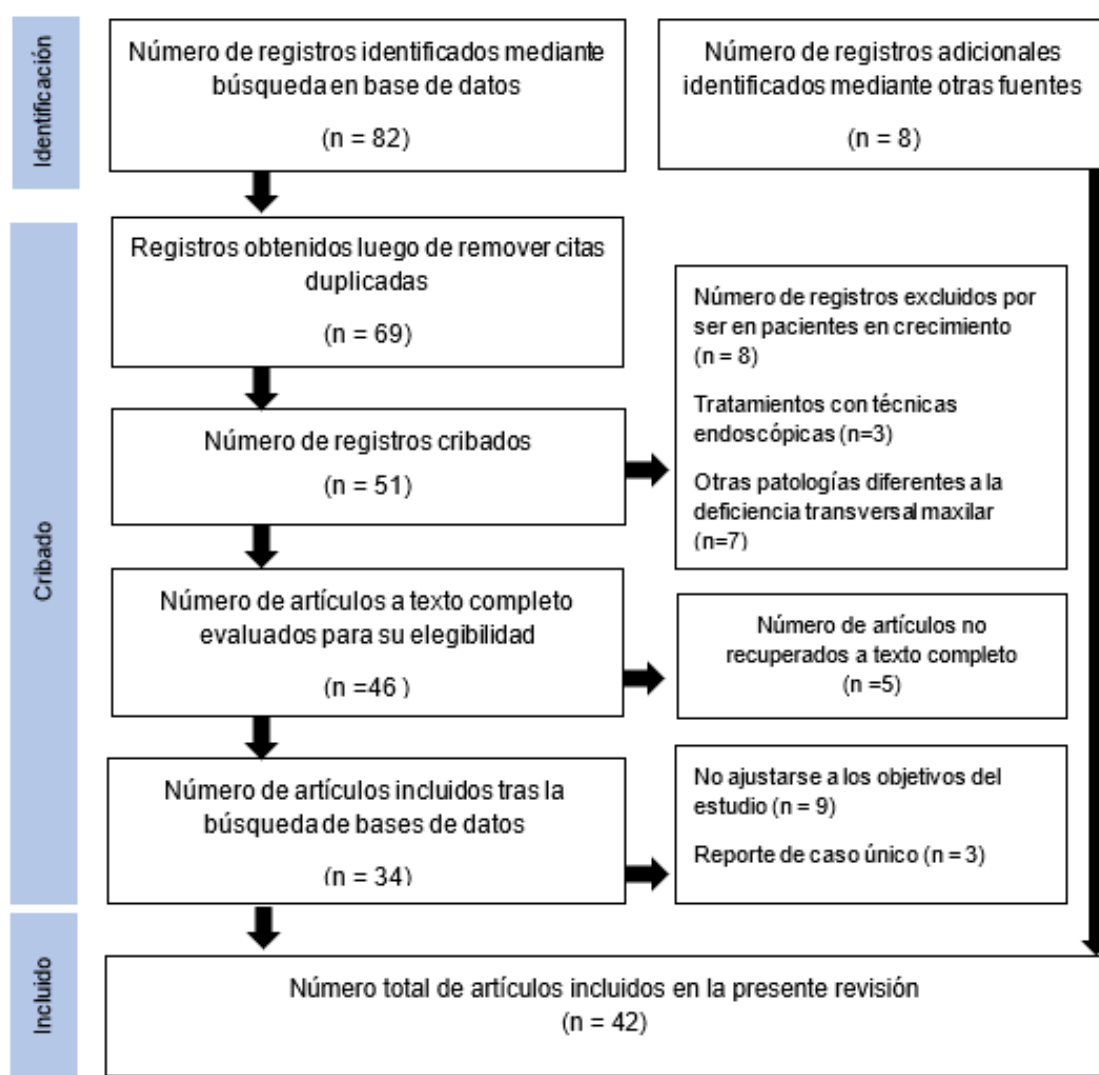
La búsqueda comenzó en noviembre de 2025, con 10 años de retrospectividad, incluyendo información referente a las técnicas de expansión palatina/maxilar asistidas por mini-implantes (MARPE: Micro-Implant Assisted Rapid Palatal Expansion) no quirúrgicas y procedimientos quirúrgicos mínimamente invasivos, en pacientes con deficiencia transversal maxilar y suturas maduras, sin restricción de idioma. Como resultado de la búsqueda, se identificaron 82 artículos; luego de excluir 13 artículos duplicados, quedaron un total de 69 artículos para el cribado inicial. Para el cumplimiento de los objetivos, se realizó un primer cribado por medio de la lectura de título y resumen, descartando aquellos que tuvieran vinculación con pacientes niños o en crecimiento: 8, tratamientos con técnicas endoscópicas: 3, o hicieran referencia a otras patologías diferentes a la deficiencia transversal: 7, por lo que se excluyeron un total de 18 artículos con estas características. Finalizado este cribado, se obtuvieron 51 resultados, de los cuales 46 estuvieron disponibles a texto completo, eliminándose por este motivo un total de 5 artículos. Posteriormente se realizó la lectura completa de los artículos seleccionados, descartando aquellos que no se ajustaban a los objetivos planteados, o que no aportaron resultados relevantes para la presente revisión. Los principales criterios de exclusión incluyeron: artículos sobre técnicas quirúrgicas convencionales sin innovaciones, artículos que únicamente realizaban descripciones técnicas sobre la confección de diferentes tipos de disyuntores/expansores o guías quirúrgicas y reportes de caso único cuando no aportaban elementos relevantes para los objetivos de la revisión, especialmente aquellos centrados únicamente en la descripción técnica del dispositivo o sin relación directa con la toma de decisiones terapéuticas en suturas maduras. Como resultado de este proceso, se excluyeron 12 artículos, quedando seleccionados un total de 34 artículos para su inclusión en la presente revisión.

Si bien la revisión sistematizada se centró en publicaciones de los últimos 10 años, se incorporaron fuentes previas de relevancia conceptual, histórica, metodológica o biomecánica cuando su aporte resultó necesario para contextualizar la evolución de las técnicas, los fundamentos diagnósticos o los modelos de expansión maxilar.

Se complementó la revisión, por medio de una búsqueda manual en Colibrí y búsqueda electrónica de la literatura gris en Google Scholar, realizando lectura de título y resumen, junto con la posterior lectura completa, de artículos que se ajustaban con los objetivos del presente estudio, seleccionándose para la presente revisión un total de 8 artículos adicionales.

Por lo antedicho, se incluyeron 42 artículos en la presente revisión narrativa.

3.2 FLUJOGRAMA



3.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS ARTÍCULOS INCLUIDOS

A partir del proceso de búsqueda y selección bibliográfica se incluyeron 42 artículos en la presente revisión narrativa. Estos artículos presentaron una marcada heterogeneidad metodológica, incluyendo revisiones sistemáticas, meta-análisis, estudios clínicos prospectivos y retrospectivos, ensayos clínicos aleatorizados, reportes de caso, artículos técnicos, tesis académicas, protocolos de investigación y estudios biomecánicos por elementos finitos. Esta diversidad permitió abordar la expansión maxilar en pacientes esqueléticamente maduros desde una perspectiva clínica, quirúrgica, tomográfica, biomecánica y funcional.

La evidencia disponible fue organizada en función de los ejes centrales de la monografía para facilitar su posterior integración en el análisis. La Tabla 1 sintetiza la temática principal y el diseño metodológico de los artículos seleccionados según su contribución a los objetivos específicos: la descripción de la técnica, la comparación de los resultados esqueléticos, dentoalveolares y periodontales, el análisis del patrón de apertura de la sutura palatina media y la evaluación de la morbilidad, complicaciones y criterios clínicos de indicación.

TABLA 1. Caracterización de los artículos incluidos según su aporte a objetivos específicos (OE) de la monografía.

Cita (n)	Autor/año	Tema principal	Uso en la monografía	Objetivo vinculado
12	Puigdollers, 2017	Anclaje esquelético	Introduce el anclaje esquelético como recurso terapéutico en disyunción maxilar.	OE 2.2.1 OE 2.2.4
14	Bi y Li, 2022	MARPE/MARME	Sustenta la eficacia del anclaje esquelético y la comparación con RME convencional.	OE 2.2.2
17	Gürsu y Şimşek, 2025	Osteotomías / elementos finitos	Apoya el análisis biomecánico del patrón de desplazamiento maxilar y de la distribución de tensiones según diferentes condiciones quirúrgicas asociadas a la expansión.	OE 2.2.3
20	Christovam et al., 2021	Diagnóstico por CBCT	Refuerza la importancia de la evaluación tomográfica de la sutura palatina media.	OE 2.2.4
22	Santagata et al., 2025	SARPE mínimamente invasiva	Sistematiza conceptos actuales sobre abordajes quirúrgicos conservadores.	OE 2.2.1 OE 2.2.4

Cita (n)	Autor/año	Tema principal	Uso en la monografía	Objetivo vinculado
23	Camps-Perepérez et al., 2023	MISARME / cambios 3D	Aporta resultados dento-esqueléticos tridimensionales en abordajes mínimamente invasivos.	OE 2.2.2
24	Bastos et al., 2024	MISMARPE, cavidad nasal y vía aérea	Analiza efectos de MISMARPE sobre cavidad nasal, piso nasal, vía aérea superior y patrón tridimensional de expansión del complejo nasomaxilar.	OE 2.2.2 OE 2.2.3
25	Pham et al., 2025	MARPE y CBCT	Describe resultados clínicos y tomográficos de MARPE en adolescentes tardíos y adultos jóvenes.	OE 2.2.2
26	Coviello et al., 2025	Zona gris terapéutica	Ilustra la indicación de expansión no quirúrgica en un adulto joven cuidadosamente seleccionado.	OE 2.2.4
27	Lippi Ciantelli et al., 2024	MARPE y mini-implantes extra-alveolares	Ejemplifica la integración de MARPE en tratamientos ortodóncicos complejos.	OE 2.2.1
28	Jesús, 2023	MARPE / superposición vóxel	Aporta análisis tridimensional del patrón de apertura y de los cambios producidos por MARPE mediante superposición por equivalencia a vóxel.	OE 2.2.2 OE 2.2.3
29	Siddhisaributr et al., 2022	MARPE evaluado por CBCT	Sustenta la efectividad de MARPE y la variabilidad del patrón de expansión entre sus componentes esqueléticos alveolares y dentarios.	OE 2.2.2 OE 2.2.3
30	Bortolotti et al., 2020	SARPE/SARME	Discute efectos esqueléticos y dentales de SARPE, evidenciando componente dentoalveolar.	OE 2.2.2
31	Barone et al., 2020	SARME dentoportado vs óseo-anclado	Compara el efecto del tipo de anclaje en SARME.	OE 2.2.2
32	Moura et al., 2016	Disyunción pterigomaxilar	Analiza el patrón de apertura de la sutura palatina media en SARPE con y sin disyunción pterigomaxilar.	OE 2.2.3
33	Silva, 2010	SARPE sin disyunción pterigomaxilar	Aporta evaluación tridimensional del patrón de expansión maxilar en SARPE sin liberación pterigomaxilar.	OE 2.2.3
34	Sankar et al., 2021	Patrón de apertura / Elementos finitos	Sustenta el análisis biomecánico del patrón de apertura y de la distribución de tensiones según diferentes grados de liberación de estructuras de resistencia maxilar.	OE 2.2.3
35	Soto et al., 2024	Técnicas de expansión maxilar	Integra MARPE, MISMARPE y SARPE como parte de un continuo terapéutico.	OE 2.2.1 OE 2.2.4

Cita (n)	Autor/año	Tema principal	Uso en la monografía	Objetivo vinculado
36	Haas Júnior et al., 2024	Protocolo MISMARPE	Describe el protocolo MISMARPE y contextualiza la transición desde RME/SARPE hacia una alternativa mínimamente invasiva.	OE 2.2.1 OE 2.2.4
37	Haas Junior et al., 2022	MISMARPE en adultos	Contextualiza SARPE/Le Fort I como alternativas históricas en adultos y evalúa resultados clínicos iniciales de MISMARPE, incluyendo patrón de expansión, tiempo operatorio, dolor y mínima invasividad.	OE 2.2.1 OE 2.2.2 OE 2.2.3 OE 2.2.4
38	Mommaerts et al., 2008	Osteodistracción transpalatina	Aporta información sobre morbilidad y corticotomías en procedimientos quirúrgicos.	OE 2.2.4
39	Rachmiel et al., 2020	SARPE en adultos	Fundamenta indicaciones, utilidad clínica y estabilidad de SARPE.	OE 2.2.1 OE 2.2.2
40	Tausche et al., 2007	Expansión óseo-soportada	Describe la evolución hacia dispositivos implantosoportados y predominio esquelético.	OE 2.2.1 OE 2.2.2
41	Raffaini y Arcuri, 2025	LIGHT SARPE	Presenta una variante ambulatoria y menos invasiva de SARPE.	OE 2.2.1 OE 2.2.4
42	Rajalakshmi et al., 2025	Riesgos de MARPE	Analiza complicaciones y estrategias preventivas asociadas a MARPE.	OE 2.2.4
43	Suzuki et al., 2018	MARPE con corticopunción	Presenta la corticopunción como recurso auxiliar mínimamente invasivo.	OE 2.2.1 OE 2.2.4
44	Da Silva et al., 2023/2024	SARPE vs MISMARPE	Compara efectos esqueléticos y dentales de SARPE y MISMARPE, aportando información sobre el patrón tridimensional de expansión de ambas técnicas.	OE 2.2.2 OE 2.2.3
45	Gayıbov et al., 2025	MISARME vs SARME	Evalúa morbilidad, dolor, edema, sangrado y resultados centrados en el paciente.	OE 2.2.2 OE 2.2.4
46	Santagata et al., 2019	Técnica de túnel en SARPE	Describe una técnica orientada a reducir cambios nasolabiales.	OE 2.2.1 OE 2.2.4
47	Yoon et al., 2020	DOMe y apnea obstructiva del sueño	Presenta un abordaje no convencional con énfasis funcional respiratorio.	OE 2.2.1 OE 2.2.2
48	Shi et al., 2020	Condiciones quirúrgicas / elementos finitos	Analiza estrés y desplazamiento maxilar y la distribución de tensiones bajo diferentes condiciones de expans. quirúrgica. asistida.	OE 2.2.3
49	Tieghi Neto, 2017	Aparato óseo-soportado / elementos finitos	Evalúa distribución de tensiones generadas durante la expansión quirúrgicamente asistida con dispositivos de anclaje óseo.	OE 2.2.3

Cita (n)	Autor/año	Tema principal	Uso en la monografía	Objetivo vinculado
50	Zavattero et al., 2021	SARPE asistida por piezocirugía	Presenta piezocirugía como recurso quirúrgico mínimamente invasivo.	OE 2.2.1 OE 2.2.4
51	Rana et al., 2013	Piezocirugía vs técnica convencional	Compara morbilidad entre piezocirugía y sierra/cinzel en SARPE.	OE 2.2.4
52	Wei et al., 2025	Separación sutural con piezocirugía	Describe una técnica mínimamente invasiva de separación de la sutura palatina media.	OE 2.2.1 OE 2.2.4
53	Yazigi et al., 2018	SAME y vía aérea	Analiza cambios volumétricos de la vía aérea superior.	OE 2.2.2
54	Zhang et al., 2025	MSO-MARPE vs SARPE	Presenta un protocolo de ensayo clínico como evidencia emergente de una alternativa mínimamente invasiva.	OE 2.2.1 OE 2.2.4
55	Walter et al., 2025	Fracturas en MARPE/MASPE	Analiza complicaciones severas y riesgos ocultos de técnicas asistidas por mini-implantes.	OE 2.2.4
56	Copello et al., 2020	Hueso alveolar vestibular	Compara efectos de MARPE y RME convencional sobre hueso alveolar vestibular.	OE 2.2.2 OE 2.2.4
57	Abu Arqub et al., 2022	Reabsorción radicular	Analiza reabsorción radicular asociada a RPE y MARPE.	OE 2.2.4 OE 2.2.2
58	Wang et al., 2025	Septum nasal y expansión maxilar	Contextualiza efectos de la expansión maxilar sobre estructuras nasales.	OE 2.2.2
59	Mateu et al., 2019	Expansión asistida con mini-implantes	Se utiliza como antecedente clínico/conceptual del anclaje con mini-implantes.	OE 2.2.1

Nota: OE 2.2.1: Descripción de técnicas. OE 2.2.2: Comparación de resultados esqueléticos, dentoalveolares y periodontales. OE 2.2.3: Patrón de apertura de la sutura palatina media asociado a los diferentes abordajes de expansión maxilar. OE 2.2.4: Morbilidad, complicaciones y criterios clínicos de indicación.

De forma complementaria, se presenta en el Anexo 2, la clasificación metodológica extendida de los artículos incluidos, con detalle del tipo de estudio, diseño metodológico, objeto de análisis y observaciones sobre su aplicabilidad.

3.4 CRONOGRAMA DE LA BÚSQUEDA

En el mes de noviembre de 2025 se inició la búsqueda bibliográfica, que culminó en enero de 2026 con los resultados descritos en la metodología y el flujograma. En abril de 2026 se actualizó la búsqueda bibliográfica, encontrándose nuevos artículos en PubMed, los cuales no fueron agregados por no brindar aportes sustanciales a la presente revisión narrativa.

4 ANTECEDENTES

4.1 Fundamentos biológicos y diagnóstico de la sutura palatina madura

La comprensión del comportamiento de la sutura palatina media constituye el pilar fundamental para la planificación de los procedimientos de disyunción maxilar en pacientes con suturas maduras o cerradas. Históricamente, el análisis del crecimiento transversal del maxilar y de la sutura palatina media se basó en estudios histológicos y micro-radiográficos realizados en material humano, los cuales permitieron describir la evolución morfológica y funcional de la sutura a lo largo del desarrollo postnatal (7). En este sentido, los trabajos clásicos de Melsen de los años setenta, demostraron que la sutura palatina media no representa una estructura estática, sino un sitio de crecimiento activo durante la infancia, que progresa hacia una arquitectura cada vez más interdigitada y resistente con el avance de la edad, acompañada por una disminución progresiva de la actividad sutural. Estos hallazgos histológicos explican la pérdida de previsibilidad de la expansión ortopédica convencional en etapas tardías del desarrollo y en la adultez, que constituyen la base biológica del concepto de “sutura madura” (7).

El advenimiento de la CBCT permitió trasladar este conocimiento histológico al ámbito clínico, posibilitando la evaluación tridimensional in vivo de la sutura palatina media y de las estructuras óseas adyacentes. Desde una perspectiva metodológica, estudios consolidan al CBCT como una herramienta diagnóstica adecuada para el análisis del complejo maxilofacial, destacando su elevada resolución para visualizar estructuras óseas, la ausencia de superposición anatómica y su utilidad para la evaluación detallada de la anatomía craneofacial, aunque con limitaciones que exigen un uso racional de la tecnología. Este sustento metodológico resulta esencial para justificar el empleo del CBCT en la evaluación del estado sutural y para evitar un uso sin crítica de la imagen tridimensional en la toma de decisiones clínicas (9).

Sobre esta base biológica e imagenológica, Angelieri F. et al. propusieron un método de diagnóstico individual para evaluar la maduración de la sutura palatina media mediante CBCT, con el objetivo de mejorar la predicción del éxito de la expansión rápida del maxilar (RME) y orientar la elección entre la expansión convencional y la expansión asistida quirúrgicamente. En su planteo, la RME implica la apertura mecánica de la sutura palatina media tanto en los huesos maxilares como en los palatinos, con el dilema clínico que la fusión sutural puede ocurrir de forma parcial y

heterogénea, lo que condiciona una respuesta de apertura imprevisible en la adolescencia tardía y en la adultez joven (10).

Un aspecto crucial del modelo de cierre sutural planteado por Angelieri F. et al. es que la maduración sutural no progresa como un “cierre lineal” postero-anterior, sino como un proceso sectorial, en el que coexisten regiones con diferentes grados de interdigitación y puentes óseos a lo largo de la sutura (10). En términos generales, la literatura biológica citada por los autores, fundamentalmente los trabajos histológicos, describen que la interdigitación aumenta con la edad y que la fusión suele iniciarse en la región posterior, con progresión desde el hueso palatino hacia la región maxilar (7,10). Esta secuencia explica por qué pueden observarse casos en los que existe fusión palatina posterior (impidiendo la expansión en esta región), mientras persisten segmentos anteriores con sutura visible o parcialmente abierta, capaces de generar un diastema interincisivo durante la expansión o algún grado de apertura anterior (7,10).

Desde el punto de vista anatómico y funcional, este comportamiento heterogéneo permite analizar a la sutura palatina media en distintos sectores a lo largo de su trayecto. En términos generales, puede distinguirse un sector posterior palatino, que suele presentar signos más tempranos de interdigitación avanzada o fusión ósea; un sector anterior, donde la sutura puede tender a permanecer visible y parcialmente funcional durante más tiempo. Estas diferencias regionales explican que la resistencia a la expansión no sea uniforme a lo largo de la sutura y que la respuesta clínica pueda manifestarse de manera asimétrica o incompleta. La consideración explícita de estas zonas resulta fundamental para interpretar correctamente las imágenes obtenidas por CBCT y para evitar diagnósticos simplificados basados en un único corte o en la edad cronológica del paciente (7,10).

La clasificación diagnóstica propuesta por Angelieri F. et al. describe cinco estadios de maduración sutural (A - E), definidos a partir de la morfología y densidad observadas en cortes axiales (Figura 1). En los estadios A y B la sutura aparece como una línea única de alta densidad, relativamente rectilínea (A) o más tortuosa (B), asociados a menor resistencia y mayor previsibilidad de respuesta esquelética. El estadio C se caracteriza por la visualización de dos líneas de alta densidad, paralelas y curvilíneas, que se aproximan en algunas regiones y se separan en otras por espacios de baja densidad, interpretándose como un estado de múltiples puentes óseos y resistencia aumentada, en el que aun puede ser posible la expansión ortopédica, pero con menor efecto esquelético y mayor variabilidad. En los estadios

avanzados, el estadio D corresponde a fusión del hueso palatino donde la sutura deja de visualizarse en esa región y suele aumentar la densidad parasutural palatina, mientras que en el estadio E se observa fusión que se extiende a segmentos del maxilar, con ausencia de visualización de la sutura en al menos una región maxilar y aumento de la densidad ósea parasutural comparable con el resto del paladar (10).

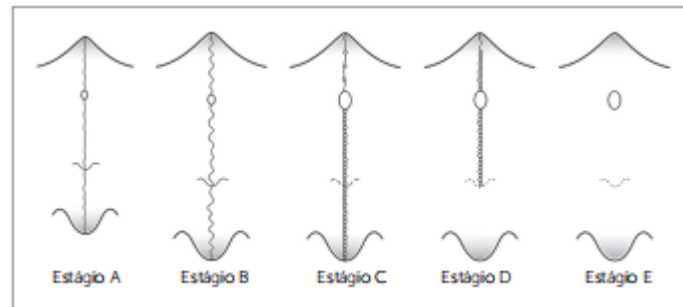


Figura 1: Diseño esquemático de los estadios madurativos de la sutura palatina media.

Tomado de: Angelieri F et al. 2016 (10).

En estos estadios avanzados, donde existe una fusión parcial o total (D y E) de la sutura palatina media, imposibilitan la efectividad de la expansión ortopédica convencional y fundamentan la indicación de procedimientos asistidos quirúrgicamente dado que la transmisión de fuerzas expansivas hacia la sutura se vuelve inefectiva (10).

El valor diagnóstico del CBCT para la evaluación de la sutura palatina media y de su entorno anatómico ha sido reforzado por distintos autores, quienes destacan su utilidad para analizar la morfología sutural, la densidad ósea parasutural y la relación con las estructuras vecinas, consolidando su rol como herramienta tridimensional clave para la toma de decisiones terapéuticas en pacientes con suturas maduras o en proceso de maduración avanzada (20).

Desde una perspectiva biológica, la maduración de la sutura palatina media implica transformaciones progresivas en su arquitectura, con aumento de la interdigitación y de la resistencia ósea, aspectos que condicionan la respuesta frente a las fuerzas expansivas. La madurez sutural no constituye un estado dicotómico, sino un proceso dinámico y continuo, responsable de la variabilidad clínica observada entre pacientes de edad cronológica similar (7,21).

La consideración de la sutura palatina media como un tejido biológicamente activo no se limita a su comportamiento previo a la intervención, sino que se extiende a su respuesta posterior a la interrupción sutural. En este sentido, los aportes de Nevada R et al. permiten comprender que los procesos de reparación y remodelación ósea

forman parte integral del comportamiento sutural, y que dichas respuestas biológicas están condicionadas por el estado estructural previo del tejido óseo. Esta visión amplía el concepto de sutura madura, al incorporar no solo su resistencia a la apertura, sino también su capacidad de reorganización biológica, lo que resulta relevante para la planificación terapéutica y la anticipación de los tiempos biológicos involucrados (15).

Finalmente, el abordaje biomecánico del complejo maxilar contempla el análisis diagnóstico y biológico. Los estudios basados en análisis de elementos finitos (FEA), dónde se simula virtualmente lo que sucedería en boca, aportan una comprensión de la distribución de tensiones generadas durante los procedimientos de expansión y osteotomía, permitiendo vincular el estado de maduración sutural con el comportamiento mecánico del hueso maxilar frente a las cargas aplicadas y con la respuesta estructural esperable del complejo maxilar (17).

En conjunto, los fundamentos histológicos del crecimiento maxilar y palatino, la biología del tejido óseo, la validación metodológica del CBCT, la clasificación diagnóstica de la maduración sutural, y la biomecánica del complejo maxilar convergen para fundamentar la indicación racional de las distintas técnicas de disyunción/expansión en las suturas palatinas maduras y cerradas. Este patrón sectorial heterogéneo de la maduración sutural constituye el fundamento biológico e imagenológico de la variabilidad clínica observada y del concepto de “zona gris” terapéutica que se describirá durante el desarrollo.

5 DESARROLLO

5.1 TÉCNICAS DE DISYUNCIÓN EN SUTURAS MADURAS

Dada la heterogeneidad de situaciones clínicas que pueden presentarse en pacientes con deficiencia transversal maxilar y suturas palatinas maduras, así como la superposición de indicaciones entre las diferentes modalidades terapéuticas disponibles, el abordaje de esta patología requiere una comprensión integral de todas las opciones terapéuticas existentes.

Entre estas, destacan principalmente la expansión maxilar asistida por mini-implantes (MARPE: Micro-Implant Assisted Rapid Palatal Expansion) y la expansión maxilar asistida quirúrgicamente (SARPE: Surgically Assisted Rapid Palatal Expansion), que constituyen las estrategias terapéuticas más utilizadas en pacientes

esqueléticamente maduros. Estas técnicas presentan diferencias en cuanto a su fundamento biomecánico, grado de invasividad y efectos clínicos, configurando un espectro terapéutico amplio cuya indicación depende de múltiples factores anatómicos, estructurales y funcionales.

En este contexto, la variabilidad en la presentación clínica y en la respuesta biológica de la sutura palatina media determina la necesidad de analizar en profundidad estas modalidades, con el fin de comprender los alcances, limitaciones e indicaciones dentro del manejo de las deficiencias transversales maxilares en pacientes con suturas maduras, según las características individuales que estos presentan.

Esta diversidad terapéutica plantea el desafío de seleccionar la técnica más adecuada en función del diagnóstico individual, lo que justifica el análisis comparativo de estas estrategias dentro del presente trabajo.

5.1.1 Criterios de selección del paciente y la zona gris terapéutica

La selección de la técnica de disyunción/expansión maxilar en pacientes con maduración esquelética avanzada constituye un punto crítico en el manejo de la deficiencia maxilar. En estos casos, la edad cronológica resulta un parámetro insuficiente para la toma de decisiones, siendo necesario integrar criterios biológicos, anatómicos y funcionales que permitan estimar la previsibilidad de la expansión esquelética y los posibles efectos secundarios dentoalveolares (22,23).

Diversos estudios coinciden en que, a partir del cierre, o en su defecto, la presencia de marcada interdigitación de la sutura palatina media, los protocolos ortopédicos convencionales presentan una eficacia limitada, junto con el aumento del riesgo a que acontezcan efectos no deseados, tales como la inclinación dentaria, pérdida ósea vestibular o inestabilidad del resultado. Frente a este escenario, las técnicas asistidas quirúrgicamente o aquellas basadas en anclaje óseo emergen como alternativas terapéuticas indicadas en pacientes con suturas maduras (22,24).

La incorporación sistemática de la CBCT ha permitido un análisis tridimensional detallado de la sutura palatina media y de las estructuras de resistencia maxilar, aportando información clave para la selección del paciente. La evaluación tomográfica previa permite identificar patrones de maduración sutural y estimar la probabilidad de apertura esquelética frente a dispositivos asistidos por mini-implantes, contribuyendo a la toma de decisiones más precisas (23,25).

No obstante, la literatura describe que se observa clínicamente, un grupo amplio y relevante de pacientes que no encajan de forma estricta en las indicaciones clásicas de MARPE o SARPE convencional. Este grupo, frecuentemente denominado “zona gris”, incluye adolescentes tardíos y adultos jóvenes con suturas altamente interdigitadas, pero no completamente obliteradas, junto con discrepancias transversales moderadas y un potencial de respuesta variable frente a la expansión. En estos pacientes, la toma de decisiones resulta particularmente compleja, ya que la maduración sutural incompleta no garantiza por sí sola una respuesta favorable, ni excluye la posibilidad de efectos dentoalveolares no deseados (24,25).

El concepto de “zona gris” ha sido ilustrado de forma explícita por Coviello V et al. a través del reporte de un caso clínico de un adulto joven tratado mediante RME con un disyuntor/expansor dentosoportado. En este trabajo, la evaluación tomográfica evidenció una maduración incompleta de la sutura palatina media, lo que permitió la indicación de una expansión no quirúrgica pese a la edad del paciente. Los resultados mostraron una apertura sutural clínicamente relevante y predominantemente esquelética, con preservación de la salud periodontal y efectos dentarios controlados, subrayando que, en casos cuidadosamente seleccionados, incluso dispositivos dentosoportados pueden ser una alternativa viable para pacientes que se encuentren dentro de la “zona gris” terapéutica (26).

En este contexto, los reportes clínicos y estudios tridimensionales aportan evidencia relevante para comprender la variabilidad de respuesta dentro de la “zona gris” terapéutica. Esto lo describe Lippi Ciantelli T et al., al explicar que incluso en pacientes adultos jóvenes con osificación avanzada de la sutura palatina media, la expansión asistida con mini-implantes puede ser efectiva cuando se seleccionan adecuadamente los casos y se integra el tratamiento con un adecuado control del anclaje esquelético. Estos autores enfatizan, además, la necesidad de diferenciar adecuadamente entre una discrepancia transversal predominantemente esquelética y una compensación dentoalveolar, dado que esa distinción, como ya hemos mencionado, condiciona tanto la indicación de MARPE como la previsibilidad de los resultados obtenidos (27).

Desde la perspectiva tridimensional, el estudio de Jesús A.S., basado en la sobreposición tomográfica por equivalencia de vóxel (Voxel: pixel volumétrico: unidad cúbica mínima que compone un objeto o imagen tridimensional), aporta evidencia cuantitativa sobre los cambios esqueléticos obtenidos tras la expansión maxilar asistida por mini-implantes. Este enfoque permite analizar no solo la apertura de la

sutura palatina media, sino también la magnitud, dirección y paralelismo de la expansión en distintas regiones del maxilar, poniendo de manifiesto que la respuesta esquelética puede variar entre los sectores anterior y posterior. Estos hallazgos resultan particularmente relevantes al momento de decidir si una técnica no quirúrgica es suficiente o si será necesario recurrir a procedimientos asistidos quirúrgicamente (28).

La evidencia cuantitativa disponible respalda la heterogeneidad de respuesta evidenciada a través de la revisión sistemática y meta-análisis de Siddhisaributr P. et al., basada en estudios evaluados mediante CBCT, los autores demuestran que MARPE puede generar expansión esquelética clínicamente significativa en adolescentes tardíos y adultos, aunque con una distribución variable entre componentes esqueléticos, alveolares y dentarios. Si bien la expansión es predominantemente esquelética, persisten componentes dentoalveolares que deben ser considerados al momento de indicar un tratamiento, especialmente en pacientes con suturas maduras (29).

En concordancia con estos hallazgos, la revisión sistemática y meta-análisis de Bi W. & Li K. aporta una versión complementaria al analizar de forma comparativa la efectividad de MARME (MARME: miniscrew-assisted rapid maxillary expansion) en poblaciones con distintos grados de maduración esquelética. Los autores confirman que la expansión obtenida mediante anclaje óseo presenta un componente esquelético relevante, pero subrayan que la magnitud y distribución de dicho efecto no es uniforme entre pacientes, dependiendo de factores como la edad, el estadio de maduración sutural y el diseño del dispositivo. Esta variabilidad refuerza la necesidad de una selección cuidadosa del paciente y respalda el concepto de que la indicación de MARME en suturas maduras debe realizarse bajo criterios estrictos y realistas de previsibilidad terapéutica (14).

La evidencia disponible demuestra que la respuesta a MARPE o MARME en pacientes con suturas maduras es variable, lo que modifica de manera sustancial la previsibilidad del tratamiento (14,28,29). En este sentido, algunos estudios incorporan el análisis de variantes quirúrgicas, patrones de apertura y modelos biomecánicos, aportando elementos para precisar criterios de selección del paciente y estimar el grado de intervención necesario en cada situación clínica.

Por otra parte, la revisión sistemática de ensayos controlados aleatorizados de Bortolotti F. et al., centrada en los efectos esqueléticos y dentales inmediatos de SARPE en pacientes adultos, aporta un marco comparativo indirecto relevante para

la toma de decisiones en la zona gris terapéutica. Los autores demuestran que, si bien SARPE permite obtener una expansión transversal significativa, el componente dentario continúa representando una proporción considerable del efecto total, mientras que la magnitud de la expansión ósea pura resulta más limitada de lo que clásicamente se asumía. Estos hallazgos cuestionan la idea de que la asistencia quirúrgica garantice una expansión predominantemente esquelética en todos los casos y refuerzan la necesidad de individualizar la indicación quirúrgica en función de la magnitud de la discrepancia y del balance riesgo-beneficio para cada paciente (30).

En esta misma línea de análisis crítico, el estudio comparativo de Barone T.R. et al. evaluaron la eficiencia y la estabilidad de la expansión obtenida mediante SARME (SARME: Surgical Assisted Rapid Maxillary Expansion) en dos grupos de estudio, donde en uno se utilizó un dispositivo dentosoportados y en el otro un dispositivo de anclaje óseo, bajo un mismo protocolo quirúrgico sin disyunción pterigomaxilar. Los resultados muestran que ambos tipos de disyuntores son capaces de lograr una corrección transversal clínicamente eficaz y estable a largo plazo, aunque con diferencias regionales en la distribución de la expansión. Mientras que los dispositivos dentosoportados tienden a producir una mayor expansión en la región molar superior, los disyuntores con anclaje óseo favorecen un mayor efecto en la región premolar, sin que estas diferencias se traduzcan en ventajas absolutas de un sistema sobre el otro. Estos hallazgos refuerzan la idea de que la selección del dispositivo debe basarse en el patrón de constricción maxilar y en los objetivos terapéuticos específicos de cada paciente, más que en una preferencia técnica generalizada, aportando criterios adicionales para la toma de decisiones dentro de la zona gris terapéutica (31).

Complementariamente, el estudio de Moura LB. et al., basado en el análisis tomográfico del patrón de apertura palatina en pacientes sometidos a disyunción maxilar asistida quirúrgicamente con y sin disyunción de las láminas pterigoideas, aporta información relevante para la selección de la técnica quirúrgica. Los autores demuestran que el patrón de separación de la sutura palatina media, ya sea completo o incompleto, no difiere de manera significativa entre ambos abordajes, sugiriendo que la liberación pterigomaxilar no constituye un factor determinante para lograr una apertura sutural homogénea. Estos hallazgos refuerzan la noción de que la indicación de procedimientos quirúrgicos más extensos debe basarse en criterios clínicos y biomecánicos específicos, y no asumirse como un requisito sistemático, en todos los

pacientes con suturas maduras, aportando así un elemento adicional de reflexión dentro de la zona gris terapéutica (32).

En concordancia con estos resultados, el estudio tridimensional de Silva CAVM. evalúa los efectos de la expansión maxilar quirúrgicamente asistida realizada sin disyunción pterigomaxilar en pacientes adultos, aportando evidencia adicional sobre la eficacia de abordajes quirúrgicos conservadores. Mediante el análisis tomográfico en distintos planos maxilares, el autor demostró que es posible obtener una expansión transversal clínicamente suficiente con una distribución no homogénea entre las regiones anterior y posterior. Asimismo, el estudio evidenció que una proporción relevante del efecto expansivo se expresa a nivel dentoalveolar, especialmente en la región posterior, lo que refuerza la necesidad de considerar la magnitud de la discrepancia y patrón de constricción al momento de indicar técnicas más o menos invasivas. Por lo tanto, los hallazgos de Silva CAVM contribuyen a sustentar un enfoque individualizado y escalonado de la disyunción maxilar en suturas maduras, en línea con el concepto de zona gris terapéutica (33).

Desde una perspectiva biomecánica, el estudio de Sankar SG et al., basado en un análisis por elementos finitos, aporta información complementaria sobre el impacto de diferentes combinaciones de osteotomías en la distribución de tensiones y el patrón de desplazamiento del complejo nasomaxilar durante la disyunción asistida quirúrgicamente, los autores compararon modelos con y sin disyunción pterigomaxilar, utilizando un expansor híbrido con anclaje posterior, donde demostraron que la incorporación sistemática de la disyunción pterigomaxilar no se traduce necesariamente en diferencias clínicamente relevantes en muchos de los parámetros evaluados. En particular, los resultados evidenciaron que configuraciones no quirúrgicas sin disyunción pterigomaxilar pueden lograr patrones de desplazamiento y disipación de tensiones comparables a aquellos obtenidos con procedimientos más extensos. Estos hallazgos refuerzan la idea de que la indicación de osteotomías adicionales debe individualizarse según las áreas de resistencia predominantes y los objetivos terapéuticos, evitando abordajes más invasivos cuando no aportan beneficios proporcionales, y consolidan el concepto de zona gris terapéutica desde un enfoque biomecánico y racional (34).

En conjunto, la evidencia sugiere que la selección del paciente para la disyunción maxilar en suturas maduras debe basarse en un enfoque multifactorial, integrando el análisis tomográfico, la magnitud de la discrepancia transversal, el patrón dentoalveolar y la respuesta esperable de las estructuras de resistencia. En esta

línea, la revisión narrativa de Soto F. et al. refuerza la necesidad de comprender la expansión maxilar como un continuo terapéutico, en el cual, MARPE o SARPE no constituyen opciones excluyentes, sino herramientas con indicaciones, limitaciones y riesgos específicos según el estadio de maduración esquelética y las características individuales del paciente (35). Este enfoque integrador permite contextualizar la “zona gris” como un espacio clínico legítimo de toma de decisiones, más que como una excepción o una indicación sin sustento, enfatizando la importancia del juicio clínico basado en la evidencia disponible.

5.1.2 Panorama y evolución de las técnicas de disyunción en suturas maduras: de los disyuntores dentosoportados a las técnicas óseas e híbridas

Históricamente, el abordaje de la deficiencia transversal maxilar en pacientes con suturas palatinas maduras se sustentó en la premisa de que la expansión ortopédica convencional resultaba poco predecible una vez finalizado el crecimiento. En este contexto, los disyuntores/expansores dentosoportados clásicos tipo Hyrax utilizados en REM (Figura 2), constituyeron durante décadas la principal herramienta terapéutica, con resultados favorables en pacientes jóvenes, pero con limitaciones evidentes en adolescentes tardíos y adultos, atribuibles a la resistencia biológica progresiva de la sutura palatina media y de los pilares óseos maxilares (24,36).



Figura 2: Fotografías intraorales de comparación antes y después de ERM asistido con un disyuntor dentosoportado tipo Hyrax. Tomado de: Coviello V et al. 2025 (26).

La consolidación de este paradigma llevó a que, en pacientes esqueléticamente maduros, los abordajes quirúrgicamente asistidos fueran la alternativa para lograr una expansión transversal efectiva. Así, la disyunción maxilar asistida quirúrgicamente (SARPE/SARME) y las osteotomías segmentarias de tipo Le Fort I, se establecieron como el tratamiento de referencia de la deficiencia maxilar

transversal en adultos, en un escenario clínico en el que la cirugía era entendida como el único medio capaz de garantizar previsibilidad esquelética (37).

Este marco conceptual inicial explica el desarrollo y la consolidación de las técnicas quirúrgicas de expansión maxilar, que durante años constituyeron el estándar terapéutico en pacientes adultos. A partir de estos abordajes, diversos autores como Mommaerts MY et al. y Rachmiel A et al. introdujeron modificaciones progresivas en los diseños de osteotomía y en la extensión de la intervención quirúrgica, con el objetivo de reducir la morbilidad asociada, sin comprometer la eficacia expansiva. En este sentido, los autores describieron variantes de SARPE orientadas a optimizar la superación de las áreas de resistencia ósea maxilar mediante combinaciones específicas de osteotomías laterales, palatinas y pterigomaxilares, sentando las bases de una evolución hacia procedimientos quirúrgicos más conservadores y biomecánicamente más eficientes (38,39).

Paralelamente, los avances en biomecánica ortodóncica y el desarrollo de sistemas de anclaje esquelético con mini-implantes ampliaron el horizonte terapéutico de la disyunción maxilar. En este sentido, los primeros sistemas de distracción ósea con anclaje implantoportado (MARPE/MARME) permitieron demostrar que la transmisión de las fuerzas expansivas ocurría directamente hacia los huesos del paladar; generando una apertura sutural eficaz con un predominio del componente esquelético sobre el dentoalveolar, reduciendo la inclinación dentaria y protegiendo las estructuras periodontales (40). La incorporación de mini-implantes como elementos de anclaje permitió reconsiderar la transmisión de fuerzas expansivas, disminuyendo la dependencia del soporte dentoalveolar y abriendo el camino hacia estrategias menos invasivas que buscaron un equilibrio entre el control esquelético y reducción de la agresión quirúrgica, manteniendo como objetivo central la disminución de la morbilidad postoperatoria asociada a los abordajes convencionales (38).

En este contexto, la propuesta de protocolos que combinaron anclaje esquelético con abordajes quirúrgicos limitados representó un punto de inflexión en la evolución de las técnicas de expansión en adultos. Los protocolos propuestos de MISMARPE: (MISMARPE: Minimally Invasive Surgically Micro-Implant Assisted Rapid Palatal Expansion) describen de manera sistemática la integración de mini-implantes palatinos con osteotomías mínimamente invasivas, planteando un modelo híbrido orientado a reducir la agresión quirúrgica sin perder control, y consolidando conceptualmente la transición entre SARPE clásica y las técnicas puramente

esqueléticas (36,37). Estas propuestas no pretendieron reemplazar las técnicas clásicas, sino ampliar el espectro terapéutico disponible, permitiendo una mayor individualización del tratamiento en función del estado biológico sutural y de las necesidades clínicas de cada paciente, en consonancia con el desarrollo de técnicas de acceso mínimo y con una evaluación crítica de la morbilidad quirúrgica (38).

En este contexto evolutivo, se comenzó a sistematizar un cambio de paradigma, surgiendo enfoques híbridos, en la búsqueda de un menor grado de agresión durante los procedimientos quirúrgicos, que al inicio eran descriptos como mínimamente invasivos, pero que luego, con el correr del tiempo, al conjunto de estas técnicas comenzaron a denominarse como MISARPE. Todas ellas destacan que, la reducción de la agresión quirúrgica no implica necesariamente una pérdida del control esquelético, sino una reformulación del balance entre acceso quirúrgico, preservación de los tejidos blandos y eficacia biomecánica (22). Dentro de esta línea, Raffaini M & Arcuri F propusieron el concepto de LIGHT SARPE SARPE (Local anesthesia, Immediate activation, Guided, Hybrid), siendo un abordaje quirúrgico de menor invasividad, orientado a reducir el trauma quirúrgico y la morbilidad postoperatoria, sin renunciar a la eficacia biomecánica necesaria para vencer las resistencias esqueléticas propias de las suturas maduras (41).

Más allá de todo lo expuesto, no se debe de omitir que existen reportes de casos clínicos que describen pacientes adultos jóvenes, tratados exitosamente con RME utilizando disyuntores dentosoportados, fuera de los esquemas tradicionales, introduciendo el concepto de “zona gris terapéutica” y generando aun más controversias sobre cuando realizar una expansión ortopédica o el resto de las terapéuticas no quirúrgicas o quirúrgicas mínimamente invasivas (26).

En conjunto, la evolución de las técnicas de disyunción en suturas maduras, refleja un cambio progresivo, desde abordajes exclusivamente dentosoportados o quirúrgicos hacia estrategias graduales, modulables y biológicas basadas en la evidencia, en las que la selección del tipo y la extensión de las osteotomías se vincula estrechamente con la magnitud de la deficiencia transversal y con el grado de resistencia esquelética a vencer (39). Por lo tanto, este recorrido histórico y conceptual, constituye un marco necesario para comprender el desarrollo analítico en los subsiguientes apartados acerca de: la disyunción/expansión no quirúrgica asistida por mini-implantes y las variantes quirúrgicas convencionales y mínimamente invasivas contemporáneas.

5.1.3 Fundamentos técnicos y biomecánicos de la disyunción asistida por mini-implantes (MARPE, MISMARPE)

5.1.3.1 Definición y fundamentos clínicos de MARPE y MARME

La disyunción asistida por mini-implantes, MARPE (miniscrew-assisted rapid palatal expansion), corresponde a una modalidad de expansión transversal maxilar no quirúrgica en la que el disyuntor/expansor, se ancla predominantemente al esqueleto mediante mini-implantes palatinos, con el objetivo de transferir las fuerzas expansivas directamente al hueso maxilar y minimizar la participación dentoalveolar, pero en determinados casos presentan un anclaje híbrido dento-óseo (Figura 3).



Figura 3: Diferentes diseños de disyuntores dento-óseo soportados en MARPE.

Tomado de: Jesús AS. 2023 (28).

Desde el punto de vista clínico, MARPE se ha propuesto como una opción terapéutica frente a la expansión rápida maxilar dentosoportada en pacientes con mayor resistencia esquelética, particularmente en adultos jóvenes y adultos, en quienes la sutura palatina media presenta grados variables de maduración. Este enfoque busca incrementar la proporción esquelética de la expansión y reducir efectos secundarios indeseados como la inclinación dentaria y el compromiso periodontal (25,29).

Desde el punto de vista biomecánico, el anclaje esquelético modifica la forma en que las fuerzas expansivas se distribuyen en el complejo nasomaxilar, favoreciendo una respuesta con mayor componente esquelético y menor inclinación dentaria en comparación con la expansión dentosoportada clásica. Las evaluaciones mediante CBCT, han demostrado patrones de apertura sutural más favorables y una participación dentoalveolar limitada, ampliando el rango etario y biológico de pacientes candidatos a una expansión transversal no exclusivamente ortopédica (25,29).

La efectividad clínica de MARPE ha sido confirmada por Siddhisaributr et al. a través de una revisión sistemática y meta-análisis, donde se analizaron estudios tridimensionales retrospectivos y prospectivos basados en CBCT, los cuales

documentan una apertura sutural predecible en pacientes jóvenes adultos y adultos, incluso en presencia de suturas con grados avanzados de maduración. En estos casos, el patrón de expansión se caracteriza por un predominio del componente esquelético y una contribución dentoalveolar controlada, consolidando a MARPE como una alternativa terapéutica viable fuera del rango etario tradicional de la expansión ortopédica convencional (29).

Desde el punto de vista metodológico, el empleo de técnicas avanzadas de superposición tridimensional por equivalencia de vóxel, permitió validar de manera objetiva los cambios incluidos por MARPE, confirmando la reproducibilidad de los desplazamientos maxilares, la estabilidad espacial del complejo maxilofacial y patrones de apertura sutural más paralelos, incluso en pacientes con maduración ósea avanzada (28).

Complementariamente, desde una perspectiva clínica, Rajalakshmi SJ. et al. señalaron que, si bien MARPE permite una transmisión directa de fuerzas al esqueleto maxilar, su aplicación no está exenta de complicaciones mecánicas, biológicas e iatrogénicas. Entre los eventos que ellos describen se incluyen: fallas o fracturas de los mini-implantes, inflamación de los tejidos blandos periimplantarios y dificultades relacionadas con el diseño y la longitud de los implantes. Estos hallazgos por ellos realizados, subrayan la importancia de una planificación rigurosa, del análisis tridimensional previo y de la implementación de estrategias preventivas específicas para minimizar riesgos asociados al anclaje esquelético (42).

En este contexto, se han propuesto estrategias complementarias orientadas a reducir la resistencia cortical y facilitar la apertura sutural durante la expansión asistida por mini-implantes. Dentro de estas estrategias, Suzuki SS. et al. describieron la corticopunción a nivel palatino (Figura 4), como una maniobra mínimamente invasiva destinada a debilitar selectivamente el hueso cortical palatino, con el objetivo de optimizar la respuesta esquelética durante el uso de disyuntores asociados con mini-implantes. Desde una perspectiva biológica, esta propuesta se fundamenta en un fenómeno de aceleración regional (RAP: regional acceleratory phenomenon), mediante el cual una agresión ósea controlada induce una respuesta local transitoria que disminuye la resistencia del tejido óseo.



Figura 4 : Procedimiento clínico de corticopunción realizado en forma previa o posterior a la instalación del disyuntor en MARPE. Tomado de: Suzuki SS et al. 2018 (43).

En este sentido, la corticopunción podría ampliar la indicación de MARPE, en pacientes con mayor resistencia sutural o una respuesta inicial limitada, sin recurrir a osteotomías extensas. Sin embargo, no es planteada como una técnica independiente ni como sustituto de la disyunción maxilar asistida quirúrgicamente (SARPE), sino como un procedimiento adyuvante integrado de abordaje biomecánico del anclaje esquelético. La evidencia disponible se basa principalmente en reportes de caso y observaciones clínicas, lo que subraya su carácter exploratorio y la necesidad de estudios adicionales para definir su verdadero alcance terapéutico (43).

Autores como Bi WG & Li K definen a la expansión maxilar rápida asistida por mini-implantes como MARME (miniscrew-assisted rapid maxillary expansion), la cual corresponde a una modalidad de expansión transversal en el cual el dispositivo expansor/disyuntor se ancla mediante mini-implantes directamente sobre el hueso basal maxilar (Figura 5), en el centro de resistencia del paladar, a diferencia de MARPE que se ancla mediante mini-implantes ubicados en proximidad de la sutura palatina media. Estos dispositivos, por presentar anclaje óseo a nivel basal maxilar, suelen también denominarse como BAME (Bone-Anchored Maxillary Expander).



Figura 5: Disyuntor asistido por mini-implantes, con anclaje óseo a nivel de las basales maxilares utilizados en MARPE. Tomado de Mateu ME et al. 2019 (59).

El objetivo de esta nueva ubicación de los mini-implantes es maximizar los movimientos esqueléticos deseados y minimizar los movimientos dentoalveolares adversos. A diferencia de MARPE, que incluye tanto dispositivos híbridos dento-óseos como configuraciones predominantemente esqueléticas, la configuración biomecánica de MARME favorece una apertura sutural más efectiva a lo largo de toda la extensión anteroposterior, desde la espina nasal anterior hasta la posterior, así como un incremento más marcado del ancho palatino y una menor inclinación dentaria en comparación con la expansión dentosoportada (14).

5.1.3.2 Definición y fundamentos clínicos de MISMARPE

La evolución del concepto de MARPE dio lugar, según se describe en protocolos clínicos, al desarrollo de abordajes híbridos que combinan el anclaje esquelético con procedimientos quirúrgicos mínimamente invasivos, conocidos como MISMARPE (minimally invasive surgical and miniscrew-assisted rapid palatal expansion) (24,36,37). Desde el punto de vista clínico, MISMARPE se plantea como una estrategia intermedia entre MARPE puro y la disyunción maxilar asistida quirúrgicamente convencional SARPE, orientada a pacientes con resistencia ósea aumentada en quienes la expansión exclusivamente asistida por mini-implantes o anclaje dento-óseo (Figura 6) podría resultar insuficiente (24,36,37,44).



Figura 6: Dispositivos óseo-soportados (A) y dento-óseo-soportados (B) utilizados para realizar procedimiento MISMARPE. Tomado de. Haas Junior OL et al. 2024 (36).

En este enfoque se busca reducir la resistencia ósea residual mediante osteotomías limitadas y protocolos de activación controlados, manteniendo las ventajas biomecánicas del anclaje óseo y evitando, en muchos casos, la necesidad de osteotomías extensas como la disyunción pterigomaxilar. De este modo, MISMARPE se posiciona como una alternativa terapéutica particularmente relevante en pacientes

ubicados en la denominada “zona gris” terapéutica, que como describimos anteriormente, es entendida como un concepto clínico emergente y no como una clasificación formal, donde la indicación entre una técnica no quirúrgica y la expansión quirúrgica clásica no resulta clara (24,36,37,44).

Desde una perspectiva tridimensional, los estudios basados en CBCT evidenciaron que MARPE y MISMARPE generan una respuesta esquelética predominante del complejo nasomaxilar, acompañada de modificaciones en forma conjunta en la cavidad nasal y en la geometría de las vías aéreas superiores. Estos cambios reflejan una acción más global sobre el macizo facial en comparación con los disyuntores dentosoportados tradicionales, sin perder el control biomecánico que caracteriza el anclaje esquelético (24,25).

Finalmente, la experiencia clínica reportada en pacientes adultos jóvenes demuestra que los protocolos basados en anclaje esquelético, incluido MARPE y MISMARPE, pueden integrarse dentro de planes de tratamiento ortodóncico complejos, permitiendo no solo la corrección de la atresia maxilar sino también la resolución simultánea de alteraciones del plano oclusal mediante el uso complementario de mini-implantes extra-alveolares. Esta aplicación del espectro de aplicaciones clínicas refuerza el valor del anclaje esquelético como recurso terapéutico en pacientes fuera del rango etario tradicional de la expansión ortopédica convencional (27).

En conjunto, MARPE y MISMARPE representan un cambio sustancial en el abordaje biomecánico de la disyunción/expansión maxilar en suturas maduras, al priorizar la transmisión directa de fuerzas al esqueleto y reducir los efectos indeseables sobre las estructuras dentarias y periodontales. En este marco, Puigdollers A. destacó que el anclaje esquelético no debe interpretarse como una solución universal para la corrección de la deficiencia transversales adultos, sino como un recurso terapéutico que requiere una selección cuidadosa del paciente y valoración crítica de los límites biológicos del método. Este autor subraya que, aun con anclaje óseo, existen situaciones clínicas en las que la resistencia sutural y de los pilares maxilares supera la capacidad de expansión maxilar no quirúrgica, haciendo necesaria la consideración de abordajes quirúrgicos (12). Esta reflexión conceptual refuerza el papel de MARPE y MISMARPE como parte de espectro terapéutico continuo, y no como alternativas excluyentes a la disyunción maxilar asistida quirúrgicamente.

5.1.4 Disyunción maxilar asistida quirúrgicamente (SARPE y variantes)

5.1.4.1 SARPE clásico

La disyunción maxilar asistida quirúrgicamente SARPE se desarrolló como respuesta a las limitaciones biológicas de la expansión rápida maxilar convencional (RME) en pacientes con maduración esquelética avanzada. En individuos esqueléticamente maduros, el aumento de la interdigitación sutural y la consolidación de los principales pilares de resistencia del macizo maxilar reducen en forma significativa la efectividad de las fuerzas ortopédicas aisladas, lo que justifica la incorporación de procedimientos quirúrgicos destinados a disminuir dicha resistencia ósea (39).

En la literatura se observan dos terminologías diferentes para la expansión maxilar asistida quirúrgicamente: SARPE (Surgical Assisted Rapid Palatal Expansion) y SARME (Surgical Assisted Rapid Maxillary Expansion). En términos de la práctica clínica suelen emplearse como equivalentes para referirse al mismo procedimiento. Desde un punto de vista estrictamente semántico, SARPE enfatiza la apertura de la sutura palatina como evento central del procedimiento, mientras que SARME hace referencia a la expansión del maxilar en su conjunto como unidad anatómica. No obstante, esta distinción no implica diferencias técnicas sustanciales, en consecuencia, la utilización de uno u otro término responde más a preferencias terminológicas que a variaciones dentro del protocolo quirúrgico o en los principios biomecánicos del procedimiento (31).

Por lo tanto, desde la perspectiva clínica, SARPE se indica principalmente en pacientes adultos o jóvenes adultos con deficiencia transversal maxilar severa, en quienes la expansión ortodóncica convencional resulta ineficaz o impredecible, así como en casos de recidiva transversal tras intentos previos de expansión no quirúrgica. En este contexto, la cirugía permite superar las resistencias de las suturas osificadas y de los contrafuertes maxilares, posibilitando una expansión transversal efectiva del maxilar superior (39).

El fundamento biomecánico central de SARPE radica en la realización de osteotomías estratégicas que reducen las zonas de mayor resistencia a la expansión, en particular los contrafuertes cigomático-maxilares y las articulaciones óseas circunmaxilares adyacentes. En los pacientes adultos, estas estructuras representan los principales obstáculos mecánicos a la apertura trasversal del maxilar, razón por la cual su liberación quirúrgica resulta determinante para el éxito del procedimiento (39). Además, estudios tridimensionales basados en tomografía computarizada han demostrado un patrón no uniforme de expansión, condicionado por persistencia de

zonas de resistencia posteriores, lo que refuerza la necesidad de una planificación quirúrgica orientada a la reducción eficaz de dichas resistencias (40).

Más allá de las variaciones técnicas específicas, el objetivo común de las distintas modalidades de SARPE es permitir una expansión progresiva y controlada del maxilar mediante la combinación de osteotomías y dispositivos expansores/disyuntores principalmente dentosoportados, óseos o híbridos dento-óseos. Este enfoque busca no solo lograr la corrección transversal, sino también favorecer la formación de nuevo tejido óseo en las zonas de distracción, contribuyendo a una mayor estabilidad del resultado a largo plazo (39). En este contexto, la incorporación de dispositivos distractores de anclaje óseo directo a la basal maxilar, denominado distractor de Desdren (Figura 7), ha sido propuesta por Tausche E et al. como una estrategia para optimizar la transmisión de fuerzas al esqueleto maxilar y limitar los efectos dentoalveolares no deseados, reforzando el componente esquelético de la expansión en pacientes adultos (40).



Figura 7: Dispositivo distractor de Desdren (DD) fijado directamente al hueso mediante implante (izquierda) y tornillo óseo (derecha). Tomado de Tausche E et al. 2007 (40).

En este sentido, SARPE puede constituir una fase inicial dentro de planes de tratamiento ortodóncico-quirúrgicos más complejos, precediendo a procedimientos ortognáticos definitivos cuando existen discrepancias esqueléticas asociadas. La correcta indicación de SARPE y la comprensión de su rol terapéutico, por lo tanto, resultan fundamentales para integrar de manera coherente esta técnica dentro del abordaje global del paciente con deficiencia transversal maxilar en la adultez (39).

5.1.4.2 SARPE con abordajes quirúrgicos mínimamente invasivos

Desde la perspectiva quirúrgica, los aportes de Mommaerts MY et al. permiten ampliar el marco conceptual de SARPE al introducir el concepto de osteodistracción transpalatina como un procedimiento basado en endo-corticotomías a nivel de Le Fort I orientadas a reducir la resistencia ósea del maxilar y facilitar una expansión

controlada. Este enfoque destaca que la disyunción quirúrgica no persigue únicamente la apertura de la sutura palatina media, sino la movilización segmentaria del maxilar mediante la liberación estratégica de sus principales zonas de anclaje, lo que refuerza el fundamento biológico y mecánico de la expansión asistida quirúrgicamente en pacientes con suturas maduras (38).

En la misma línea evolutiva, como ya se había mencionado con anterioridad, Raffaini M & Arcuri F propusieron la técnica denominada LIGHT SARPE, como una variante de SARPE mínimamente invasiva de la expansión rápida del maxilar asistida quirúrgicamente, realizada en un entorno ambulatorio (consultorio) y bajo anestesia local simple. Este abordaje se basa en la utilización de osteotomías piezoeléctricas limitadas, túneles mucosos y dispositivos expansores con anclaje óseo o híbrido, con el objetivo de reducir la morbilidad postoperatoria, el tiempo quirúrgico y el impacto percibido por el paciente, sin comprometer la eficacia de la expansión transversal. A diferencia del SARPE clásico, LIGHT SARPE evita maniobras agresivas como el uso de cinceles, martillos o down-fracture, buscando una liberación completa pero controlada de los pilares de resistencia maxilar, incluyendo las regiones laterales, palatinas y pterigomaxilares. De esta manera, procura mantener una expansión transversal predominantemente esquelética mediante un abordaje menos invasivo y mejor tolerado, especialmente en pacientes adultos que rechazan procedimientos quirúrgicos mayores (41).

Desde el punto de vista conceptual, esta propuesta no constituye una técnica diferente a SARPE, sino una evolución del abordaje quirúrgico tradicional hacia procedimientos menos agresivos y más predecibles, en los que la magnitud de la intervención puede ajustarse según la severidad de la deficiencia transversal, el estado biológico del paciente y los objetivos del plan de tratamiento. No obstante, los propios autores reconocen que se trata de una estrategia técnica dependiente de la experiencia del operador y basada en series clínicas retrospectivas, por lo que resulta más adecuado incluirla dentro de los abordajes no convencionales emergentes, antes que considerarla un estándar terapéutico universal (41).

En concordancia con esta visión, Gayibov N et al. analizaron el potencial de la expansión rápida maxilar asistida quirúrgicamente mediante abordajes quirúrgicos mínimamente invasivos (MISARME: Minimally Invasive Surgical Assisted Rapid Maxillary Expansion) en pacientes con suturas maduras, como alternativa intermedia dentro del espectro terapéutico. Este enfoque se caracteriza por la realización de osteotomías limitadas y selectivas, orientadas a disminuir las resistencias óseas del

maxilar sin reproducir un esquema completo de SARPE convencional. Los autores destacan que, en pacientes adultos cuidadosamente seleccionados, la reducción selectiva de la invasividad quirúrgica puede permitir una expansión transversal clínicamente efectiva, con mejor tolerancia del procedimiento, menor morbilidad, menor impacto postoperatorio y una recuperación más rápida, manteniendo al mismo tiempo un adecuado control del componente esquelético. Desde esta perspectiva, los autores resaltan la importancia de individualizar el grado de liberación quirúrgica en función de las características anatómicas y biológicas del paciente, reforzando el concepto de SARME como un espectro de intervenciones ajustables más que como una técnica única y rígida. Asimismo, enfatizan que estas técnicas deben de interpretarse como estrategias complementarias y no como reemplazos de los abordajes quirúrgicos establecidos, destacando la necesidad de mayor evidencia clínica para consolidar sus indicaciones (45).

En continuidad con esta perspectiva, y con la finalidad de objetivar la respuesta esquelética y el control tridimensional de la expansión, Camps-Perepérez I et al. analizaron los cambios dento-esqueléticos tridimensionales asociados con la disyunción maxilar asistida quirúrgicamente mínimamente invasiva (MISARME), combinando osteotomías limitadas con dispositivos de expansión asistidos por mini-implantes. Los autores describieron que la reducción selectiva de las resistencias óseas permite mejorar la respuesta esquelética y el control tridimensional de la expansión, particularmente en pacientes adultos jóvenes o en situaciones clínicas limítrofes, sin recurrir a esquemas quirúrgicos extensos propios de la SARPE/SARME convencional. Este enfoque refuerza el concepto de un espectro terapéutico, en el cual las técnicas mínimamente invasivas ocupan un espacio intermedio, subrayando nuevamente la importancia de la selección individualizada del paciente y del carácter no estandarizado de estas propuestas emergentes (23).

En esta misma línea conceptual, Santagata M et al. desarrollaron una revisión narrativa centrada en los abordajes contemporáneos de SARME mínimamente invasiva (MISARME), en la que sistematizaron sus conceptos actuales y ponen énfasis no solo en la reducción de las resistencias óseas, sino también en la relación entre el diseño quirúrgico, la preservación de los tejidos blandos nasolabiales, la predictibilidad estética y los resultados esqueléticos postoperatorios (22). En continuidad con este enfoque, Santagata junto a otros colaboradores, desarrollaron y describieron una técnica de túnel de tres incisiones bucales verticales, orientada a reducir los cambios nasolabiales asociados a los abordajes quirúrgicos de SARPE clásico (46). Estos autores, con estos aportes muestran que la disminución de la

extensión de las incisiones, el uso de técnicas de túnel subperióstico (tunneling) y la adopción de instrumentos piezoeléctricos, pueden contribuir a reducir el trauma quirúrgico y limitar alteraciones indeseadas en el labio superior y la base nasal, sin comprometer la efectividad de la expansión transversal (22,46). Desde el punto de vista conceptual, esta línea de trabajo no debe interpretarse como una técnica aislada ni como sustituto universal de los abordajes quirúrgicos convencionales, sino como parte de la evolución de SARPE hacia procedimientos menos agresivos, más respetuosos de la biología de los tejidos blandos y de la estética facial en los pacientes adultos (22,46).

5.1.5 Comparación conceptual entre técnicas de disyunción

Realizar la comparación desde una perspectiva conceptual, entre las diferentes técnicas de disyunción, permite comprender que estas modalidades que describimos en los segmentos anteriores, no son alternativas terapéuticas excluyentes, sino intervenciones ubicadas a lo largo de un continuo terapéutico, condicionado por la maduración esquelética, la magnitud de la deficiencia transversal y el balance entre eficiencia biomecánica e invasividad quirúrgica (44). En este marco, el estudio comparativo de Da Silva AV et al. aporta un punto de referencia relevante al analizar, mediante CBCT, los efectos esqueléticos y dentales de SARPE y MISMARPE en pacientes adultos con deficiencia transversal maxilar, destacando que ambas técnicas comparten la misma indicación clínica general, pero difieren en su grado de agresividad de intervención quirúrgica y en la estrategia biomecánica que se utiliza para realizar la transmisión de fuerzas al esqueleto para lograr la expansión (44).

Desde esta perspectiva y de forma complementaria, diversos estudios han analizado el desempeño de MARPE dentro del espectro terapéutico existente entre la disyunción/expansión ortopédica convencional (RME) y la disyunción/expansión asistida quirúrgicamente (SARPE). Pham T et al. aportan evidencia clínica a partir de estudios prospectivos de CBCT, demostrando que MARPE puede lograr una separación efectiva de la sutura palatina media en pacientes esqueléticamente maduros, con predominio del componente esquelético y efectos dentoalveolares controlados, particularmente en adultos jóvenes seleccionados (25).

No obstante, Siddhisaributr P et al. introducen un matiz fundamental al señalar que, si bien MARPE permite obtener una expansión esquelética significativa en un amplio rango de pacientes adultos, su predictibilidad del resultado disminuye a medida que aumenta la resistencia ósea y la complejidad anatómica del complejo nasomaxilar.

Los autores enfatizan en la necesidad de ser cuidadosos en la selección del paciente y en la existencia de un análisis imagenológico previo para identificar aquellos casos en los que MARPE puede ser suficiente y aquellos en los que resulta más apropiado recurrir a abordajes quirúrgicos asistidos (29).

En concordancia con estos hallazgos, Jesús AS., mediante técnicas avanzadas de superposición de imágenes por equivalencia de vóxel en CBCT, demuestra que el patrón de apertura sutural obtenido por MARPE no es uniforme ni necesariamente paralelo, dependiendo de variables anatómicas individuales y de la resistencia ósea residual. Este aporte refuerza la noción de que MARPE no constituye una intervención binaria -exitosa o fallida-, sino una técnica cuya previsibilidad está condicionada por múltiples factores biomecánicos (28).

Desde una perspectiva integradora, la revisión sistemática y meta-análisis de Bi LK & Li K confirmaron que, MARPE presenta en términos generales, una proporción relevante de expansión esquelética con mejor control dentoalveolar que los disyuntores dentosoportados tradicionales, aunque con una variabilidad considerable según la edad, el diseño del dispositivo y el estado sutural. Estos resultados consolidan la idea de que MARPE ocupa un lugar intermedio dentro del espectro terapéutico y no sustituye de manera absoluta a las técnicas quirúrgicas, que mantienen su indicación en casos con mayor resistencia ósea o discrepancias transversales severas (14).

Si pasamos al extremo quirúrgico del espectro terapéutico, diversos estudios han puesto de manifiesto que la realización de osteotomías no garantiza por sí sola una expansión puramente esquelética. Barone TR et al. demostraron que, aun manteniendo constante la técnica quirúrgica de SARPE, el tipo de disyuntor/expansor (dentosoportado u óseo), influye de una manera significativa en el patrón de expansión y en el grado de inclinación dentaria asociada, evidenciando que existen variables técnicas internas que condicionan el balance entre efectos esqueléticos y dentoalveolares (31).

En esta misma línea, la revisión sistemática de Bortolotti F et al. señalaron que, si bien la expansión transversal lograda mediante SARPE es clínicamente significativa, el componente dentoalveolar suele ser relevante, lo que cuestiona la noción de una expansión puramente esquelética incluso en contextos quirúrgicos (30).

A partir de análisis tridimensionales, Silva CAVM reforzó esta observación al demostrar que, en SARPE realizada sin disyunción pterigomaxilar, el patrón de expansión presenta variaciones regionales y una contribución dentoalveolar

considerable, evidenciando que la presencia de cirugía por sí sola no garantiza un control biomecánico uniforme (33).

Finalmente, Tausche E et al. aportaron evidencia adicional, al demostrar que el uso de dispositivos implantosoportados en SARPE permite una distribución más homogénea de la expansión esquelética y una menor participación dentoalveolar relativa, reforzando la importancia de la biomecánica del dispositivo (disyuntor) incluso cuando la indicación quirúrgica está claramente establecida (40).

Desde una perspectiva integradora, la revisión narrativa de Soto F et al. sintetizó la evidencia disponible sobre las distintas modalidades de disyunción maxilar y coinciden en señalaron que ninguna técnica constituye una solución universal para la corrección de la deficiencia transversal maxilar en pacientes adultos. Los autores enfatizaron que la elección de MARPE, MISMARPE o SARPE y sus variantes, debe sustentarse en una evaluación individualizada que contemple el estado de maduración esquelética, la magnitud de la discrepancia transversal, la biomecánica del dispositivo y el nivel de invasividad aceptable (35).

5.1.6 Innovaciones y abordajes no convencionales en la disyunción maxilar

Las últimas décadas han sido testigo de un progresivo refinamiento de las técnicas de disyunción maxilar en pacientes con suturas maduras, impulsado por la necesidad de ampliar el espectro terapéutico y reducir la morbilidad asociada a los abordajes quirúrgicos clásicos. En este contexto, las innovaciones surgen como respuesta a las limitaciones observadas tanto en la expansión ortopédica convencional RME, como en los abordajes quirúrgicos tradicionales, e incluyen estrategias complementarias o mínimamente invasivas, como la corticopunción palatina, la MISARME, las técnicas de túnel, LIGHT SARPE y otras variantes orientadas a reducir las resistencias óseas, optimizar la respuesta esquelética y mejorar la tolerancia al tratamiento sin incrementar de forma significativa su agresividad (22,23,41,43,45,46).

Dentro de este espectro de abordajes no convencionales, cabe destacar un subgrupo clínico específico vinculado al tratamiento de pacientes adultos con apnea obstructiva del sueño y maxilares estrechos, en el cual se ha propuesto la distracción osteogénica para la expansión maxilar, denominada DOME (Distraction Osteogenesis Maxillary Expansion). Yoon A et al. describieron este procedimiento como un enfoque híbrido, que combina osteotomías maxilares limitadas con dispositivos de expansión anclados a mini-implantes, integrando principios de distracción osteogénica con la expansión transversal maxilar. A diferencia de SARPE

convencional, DOME se orienta de manera prioritaria a la expansión del piso nasal y del arco basal maxilar, con el objetivo de mejorar la permeabilidad de la vía aérea nasal y los parámetros respiratorios, más que la corrección dentoalveolar aislada. El protocolo se caracteriza por un diseño individualizado del disyuntor/expansor, una planificación basada en CBCT y una fase de consolidación prolongada, lo que permite una neoformación ósea controlada y estable. Desde el punto de vista conceptual, DOME no constituye una técnica de uso generalizado en ortodoncia, sino una estrategia específica para un subgrupo de pacientes adultos con compromiso respiratorio, que amplía el marco de las técnicas de disyunción asistida y refuerza la noción de que la expansión transversal en la adultez puede abordarse mediante esquemas terapéuticos adaptados a objetivos clínicos particulares (47).

5.2 PATRÓN DE APERTURA SUTURAL Y COMPORTAMIENTO TRIDIMENSIONAL DEL COMPLEJO MAXILAR EN SUTURAS MADURAS

El patrón tridimensional de apertura constituye una variable crítica en la interpretación de la disyunción maxilar en suturas maduras, ya que no solo determina la magnitud trasversal obtenida, sino también la configuración espacial final del complejo maxilar. Los estudios tomográficos permiten analizar si la apertura se distribuye en forma paralela o en “V” con predominio anterior, así como evaluar la participación posterior y la repercusión en estructuras basales y nasales.

En pacientes con madurez esquelética, la resistencia a la expansión, no depende exclusivamente de la sutura palatina media. El complejo circunmaxilar se halla compuesto por: arbotantes cigomáticos (apófisis cigomática maxilar), pared lateral maxilar, proceso alveolar posterior y unión pterigomaxilar; los cuales constituyen un sistema tridimensional de anclaje estructural (48). Por este motivo, el patrón de apertura debe interpretarse como el resultado de la interacción entre la maduración sutural, el tipo de anclaje, la localización de las fuerzas expansivas y el grado de liberación quirúrgica o biológica aplicado.

5.2.1 Resistencias circunmaxilares, distribución de tensiones y rol del anclaje

La comprensión del patrón de apertura requiere analizar la resistencias circunmaxilares y la forma en que las fuerzas expansivas se distribuyen en el complejo maxilar. Shi Y et al. demostraron mediante modelos tridimensionales de elementos finitos (FEA) que, cuando no se realizaban liberaciones suficientes, las tensiones se concentran principalmente en la región pterigomaxilar y en los pilares

cigomáticos, generando un patrón de apertura en “V” con predominio anterior (48). Gursu M et al. confirmaron que el aumento de rigidez sutural incrementa esa concentración de tensiones posteriores y que la incorporación progresiva de osteotomías laterales y posteriores redistribuye el estrés hacia zonas basales más amplias, favoreciendo desplazamientos más paralelos y simétricos (17).

Tieghi Neto V demostró que el tipo de anclaje influye en la transmisión de fuerzas: los dispositivos óseo-soportados redistribuyen la carga hacia la base maxilar y reducen la sobre carga alveolar, mientras que los dentosoportados incrementan la componente dentoalveolar (49). Asimismo, Tausche E et al. corroboraron clínicamente que, incluso con anclaje óseo, la ausencia de liberación posterior mantiene residencia residual y condiciona un patrón en “V” (40).

En términos biomecánicos, la osteotomía no produce expansión: modifica el mapa de resistencias, alterando la distribución de tensiones y el centro de rotación del complejo maxilar. Por lo tanto, su valor no radica únicamente en la cantidad de tejido óseo intervenido, sino en la correspondencia entre el patrón osteotómico, la rigidez anatómica predominante y el objetivo terapéutico.

5.2.2 Patrón de apertura en MARPE y técnicas asistidas por mini-implantes

En el análisis específico de MARPE, Jesús AS evaluó mediante sobreposición basada en equivalencia de vóxel, los desplazamientos estructurales producidos en pacientes con maduración ósea avanzada. La autora cuantificó movimientos en espina nasal anterior y posterior (ENA, ENP), cavidad nasal y complejos cigomáticos, demostrando una distribución espacial amplia y confirmó un patrón de apertura cercano a paralelo en el plano axial, con transmisión anteroposterior consistente (28).

De manera concordante, Siddhisaributr P et al. describieron un patrón axial próximo a paralelo y adecuada participación posterior tras MARPE, consolidando la reproducibilidad del efecto ortopédico cuando se aplican criterios diagnósticos tridimensionales apropiados (29).

Por otra parte, Pham T et al. analizaron de manera prospectiva los resultados clínicos y tomográficos de MARPE en adolescentes tardíos y adultos jóvenes. En una muestra con edad media cercana a los 20 años y estadios de maduración vertebral avanzados, los autores reportaron separación efectiva de la sutura palatina media mediante CBCT, desplazamiento lateral de ENA y ENP, patrón relativamente simétrico, transmisión posterior de fuerzas y aumento del ancho de la base y cavidad

nasal, sin alteraciones clínicamente relevantes en parámetros cefalométricos sagitales y verticales (25). Estos hallazgos refuerzan que, en determinados pacientes con maduración sutural avanzada, MARPE puede inducir una expansión esquelética clínicamente significativa, con un patrón tridimensional favorable.

Desde una perspectiva complementaria, Christovam IO et al. analizaron topográficamente la morfología de la sutura palatina media previo a la expansión rápida maxilar, identificando distintos patrones estructurales asociados al grado de interdigitación y densidad ósea. Aunque el estudio se centra en la evaluación preparatoria, sus hallazgos resultan relevantes para interpretar los resultados esqueléticos posteriores, ya que demostraron que la configuración sutural basal puede condicionar la magnitud y patrón de apertura obtenidos. Tras la disyunción/expansión, los autores describieron variaciones morfológicas que podrían explicar diferencias en la expresión esquelética observada en pacientes de edades similares, reforzando la importancia del diagnóstico tomográfico tridimensional fundamental para la predicción de la respuesta expansiva. En este sentido, los datos aportados por los autores permiten contextualizar los resultados esqueléticos previamente descritos y subrayan que la apertura sutural no depende exclusivamente de la técnica empleada, sino también del estado estructural previo de la sutura (20).

En relación con los límites de las técnicas no quirúrgicas, Haas J et al. (2024), señalaron que, si bien la expansión asistida por mini-implantes (MARPE) presenta resultados favorables en adolescentes y adultos jóvenes, su tasa de éxito disminuye progresivamente en pacientes mayores de edad, debido al incremento de la resistencia de las suturas circunmaxilares. Asimismo, los autores destacaron la ausencia de criterios predictivos completamente confiables para anticipar la apertura sutural en adultos, lo que refuerza la necesidad de una adecuada selección de la técnica en función de la respuesta biológica individual (36).

5.2.3 Patrón de apertura en MISMARPE y abordajes mínimamente invasivos

En relación con las técnicas combinadas, Bastos RM et al. evaluaron los efectos esqueléticos y nasales de la disyunción asistida quirúrgicamente y por mini-implantes (MISMARPE), utilizando CBCT para cuantificar los cambios tridimensionales. Los autores reportan una apertura efectiva de la sutura palatina media con un incremento del ancho basal maxilar y modificaciones favorables en la cavidad nasal, destacando que el uso de anclaje esquelético contribuye a una transmisión más directa de las fuerzas expansivas hacia las estructuras óseas (24).

En este sentido, Bastos RM et al. observaron que MISMARPE produjo una expansión significativamente mayor a nivel de la sutura palatina media y del piso de la cavidad nasal en comparación con SARPE, aun con un grado de activación similar del disyuntor/expansor, lo que sugiere una mayor eficiencia en la transmisión de fuerzas hacia las estructuras basales en determinados contextos clínicos (24).

De manera complementaria, tanto Bastos RM et al. como Haas J et al. describieron que, la expansión obtenida mediante MISMARPE presentó un patrón en “V” en el plano axial y trapezoidal en el plano coronal, con mayor expresión anterior que posterior. Este comportamiento sugiere una distribución no uniforme de las fuerzas expansivas y una influencia del centro de resistencia maxilar en la configuración espacial final de apertura (24,37).

En esta misma línea, Haas J et al. evaluaron los resultados de la técnica MISMARPE en pacientes adultos, evidenciando incrementos significativos del ancho maxilar a nivel esquelético, alveolar y dentario, con valores que oscilan entre 1.8 y 4.7 mm según la región analizada. Estos hallazgos confirman que la combinación de anclaje esquelético con osteotomías mínimamente invasivas, permite obtener una expansión transversal efectiva, incluso en pacientes con suturas maduras (37).

Desde un enfoque comparativo, Da Silva AV et al. evaluaron los efectos de SARPE y MISMARPE en la corrección de la deficiencia transversal maxilar mediante análisis tomográfico tridimensionales. Los autores reportaron que ambas técnicas lograron separación efectiva de la sutura palatina media y aumento significativo del ancho basal maxilar, sin diferencias estadísticamente relevantes en la magnitud de la expansión esquelética obtenida entre los grupos. Sin embargo, también observaron que MISMARPE produjo incrementos significativamente mayores en el ancho de la cavidad nasal y en la distancia intermaxilar posterior en comparación con SARPE, mientras que otras variables transversales no mostraron diferencias estadísticamente significativas. Estos hallazgos sugieren que, en términos estrictamente estructurales, tanto la intervención quirúrgica convencional (SARPE) como los abordajes mínimamente invasivos asistidos por mini-implantes (MISMARPE), pueden generar una apertura basal comparable cuando están correctamente indicados, aunque el patrón espacial puede variar según la estrategia terapéutica empleada (44).

En conjunto, los resultados analizados ponen de manifiesto que, aun en un contexto de suturas palatinas maduras, es posible lograr la apertura sutural y una expansión efectiva cuando se combinan estrategias de reducción de resistencias óseas con dispositivos de anclaje esquelético. Estos estudios, basados en análisis

tridimensionales, sientan las bases para interpretar los resultados esqueléticos de otras modalidades de disyunción asistida y permiten avanzar hacia una evaluación comparativa más precisa de la eficacia transversal en la adultez (23,23,37,44).

5.2.4 Patrón de apertura en SARPE, MISARPE/MISARME y variantes quirúrgicamente asistidas

En los abordajes quirúrgicamente asistidos, el patrón de apertura sutural depende de la extensión y la localización de las osteotomías, del tipo de anclaje y de la liberación selectiva de las resistencias maxilares. En este marco, SARPE, MISARME/MISARPE y sus variantes mínimamente invasivas pueden interpretarse como estrategias que modulan, con diferente grado de invasividad, la distribución de tensiones y la configuración espacial final de la expansión.

En esta línea, Camps-Perepérez I et al. analizaron mediante CBCT los cambios dento-esqueléticos tridimensionales asociados a la disyunción maxilar asistida quirúrgicamente mínimamente invasiva (MISARME) combinada osteotomías combinadas con dispositivos de expansión asistidos por mini-implantes. Los autores describen una apertura sutural efectiva, con predominio del componente esquelético sobre el dentoalveolar, y un patrón de expansión relativamente homogéneo a nivel basal. Los resultados evidencian que la reducción selectiva de las resistencias óseas, aun sin reproducir el esquema completo de la SARPE convencional, permite obtener una expansión transversal clínicamente significativa en pacientes adultos cuidadosamente seleccionados, reforzando la idea que, la apertura sutural no constituye un fenómeno dicotómico, sino un gradiente modulable según la intervención aplicada (23).

Gayibov N et al. evaluaron un protocolo de MISARME, basado en accesos limitados y liberaciones estratégicas realizadas bajo visualización indirecta, con el objetivo de disminuir morbilidad, sin abandonar los principios biomecánicos de la expansión quirúrgicamente asistida. Desde el punto de vista técnico, describen un abordaje mediante una incisión horizontal limitada y despegamiento subperióstico de “túnel” sobre la pared lateral del maxilar, la cual permite realizar el trazo lateral desde la apertura piriforme hasta la tuberosidad con piezocirugía, completando el debilitamiento con osteotomías, sin separación sistemática de la sutura pterigomaxilar. Como complemento, incorporan una osteotomía subespinal bajo la espina nasal anterior y una osteotomía de la sutura palatina media mediante trazo vertical desde el piso nasal hacia la línea media, verificando intraoperatoriamente la

respuesta expansiva por la aparición del diastema interincisivo. Los autores sostienen que la eficacia no depende exclusivamente de ampliar el acceso, sino de seleccionar un patrón osteotómico coherente con las resistencias predominantes (45).

Raffaini M et al. describieron el protocolo LIGHT-SARPE (Local anesthesia, Immediate activation, Guided, Hybrid), realizado bajo anestesia local. La técnica emplea incisiones mucosas limitadas con túnel subperióstico, osteotomías laterales con insertos piezoeléctricos desde la apertura piriforme hasta la región posterior, disyunción pterigomaxilar controlada y osteotomía completa de la sutura palatina media, sin Down-fracture. Reportaron expansiones cercanas a 7 mm, baja morbilidad y estabilidad anual (41). Desde el punto de vista biomecánico, esta variante busca una liberación completa pero controlada de los pilares de resistencia maxilar, reduciendo la agresión tisular sin comprometer la eficacia expansiva.

Zavattero E et al. demostraron que la asistencia con piezocirugía durante la expansión rápida palatina quirúrgica mínimamente invasiva (MISARPE), permite cortes selectivos con menor trauma térmico y mayor precisión, preservando estructuras vasculonerviosas (50). Además, Rana M et al. evidenciaron menor edema y perfil inflamatorio reducido utilizando piezocirugía en comparación con instrumental rotatorio convencional (51).

Reforzando esa idea, Wei J et al. describieron una técnica mínimamente invasiva de separación de la sutura palatina media asistida por piezocirugía, basada en un acceso palatino limitado, junto a la realización de un corte osteotómico lineal, controlado y centrado directamente sobre la sutura, evitando amplias liberaciones laterales. Los autores subrayan que la precisión del inserto piezoeléctrico permite una disrupción focalizada de la cortical interdigitada con menor compromiso de tejidos blandos y estructuras adyacentes, posicionando esta estrategia como una alternativa intermedia entre MARPE y SARPE convencional. (52).

Yazigi S et al. describieron una variante quirúrgica modificada de la técnica: SAME (SAME: Surgically Assisted Maxillary Expansion), incorporando ajustes específicos en el diseño osteotómico orientados a optimizar la liberación de las resistencias óseas. El protocolo incluyó incisiones limitadas con despegamiento selectivo, osteotomías a nivel de los arbotantes cigomáticomaxilares, a las que añadieron osteotomías bilaterales en los arbotantes nasales, ampliando el esquema de liberación nasal. Asimismo, modificaron la osteotomía palatina convencional mediante la incorporación de un trazo en forma de V en la línea media. Estas

adaptaciones tienen como objetivo asegurar una separación completa de la sutura palatina media y una disyunción efectiva entre el maxilar y el tabique nasal favoreciendo una movilización homogénea del complejo maxilar sin necesidad de recurrir a maniobras más extensas (53).

5.2.5 Osteotomía sutural media y abordajes de transición entre MARPE y SARPE convencional

La osteotomía sutural media representa una estrategia quirúrgica focalizada cuyo objetivo es debilitar directamente la resistencia central del maxilar sin necesariamente intervenir de forma extensa en los pilares laterales o en la región pterigomaxilar. A diferencia de SARPE convencional, donde la liberación lateral constituye el eje principal, este abordaje actúa prioritariamente sobre la sutura palatina media como sitio primario de rigidez estructural.

Suzuki SS et al. introdujeron la corticopunción como estrategia complementaria a la expansión asistida por mini-implantes en MARPE, realizando múltiples perforaciones corticales a lo largo de la sutura palatina media con el objetivo de debilitar parcialmente la resistencia ósea sin efectuar osteotomías completas. Desde el punto de vista técnico, las perforaciones se ejecutan de forma lineal y controlada sobre el trayecto sutural, previo a la activación del dispositivo expansor, generando microdisrupciones que facilitan la apertura (43). Conceptualmente, la corticopunción representa una forma de “liberación biológica” intermedia: no constituye una osteotomía franca como un SARPE, pero tampoco es una activación puramente ortopédica.

Zhang W et al. describieron un protocolo que combina osteotomía directa de la sutura palatina media con expansión asistida por mini-implantes en adultos (MARPE). El procedimiento consiste en la realización de un acceso palatino limitado, seguido de un trazo osteotómico piezoeléctrico longitudinal a lo largo de la sutura media, bajo control visual, con el objetivo de interrumpir la continuidad cortical interdigitada. Posteriormente se activa el dispositivo óseo-soportado o híbrido, el cual transmite las fuerzas directamente a la base maxilar (54).

Por otra parte, Wei J. et al. complementaron este enfoque describiendo una nueva técnica mínimamente invasiva de expansión maxilar asistida quirúrgicamente (MISARME), realizando una separación de la sutura palatina media mediante piezocirugía, en la cual la osteotomía se realiza con precisión micrométrica sobre el trayecto sutural, reduciendo la necesidad de amplias liberaciones laterales. Los

autores enfatizan que la focalización del corte permite modular la resistencia central manteniendo estabilidad periférica, lo que resulta útil en adultos jóvenes con rigidez predominante en la sutura, pero con menor resistencia posterior (52).

Desde el punto de vista biomecánico, estas estrategias reducen la resistencia estructural central, permitiendo que la transmisión de fuerzas se distribuya más eficientemente hacia la base ósea sin depender exclusivamente de la liberación lateral. Al disminuir la rigidez sutural, se reduce la sobrecarga dentoalveolar y se favorece una apertura más basal, cuando el anclaje esquelético es adecuado (52,54).

Conceptualmente, los abordajes de Zhang W et al. y Wei J. et al. se sitúan en un punto intermedio entre MARPE no quirúrgico y SARPE convencional completa. No constituyen una liberación circunmaxilar total, pero tampoco se limitan a la activación ortopédica pura. Se trata de estrategias híbridas donde la liberación localizada actúa como modulador principal de resistencia, pudiendo asociarse o no a osteotomías laterales adicionales según el grado de rigidez posterior.

5.2.6 Extensión de la liberación quirúrgica y balance biomecánico entre eficiencia e invasividad

La mayor liberación osteotómica se asocia biomecánicamente con una redistribución tensional homogénea y con un patrón expansivo más paralelo, particularmente en pacientes con alta rigidez sutural. Desde esta perspectiva, la ampliación progresiva de los trazos quirúrgicos -laterales, posteriores y eventualmente pterigomaxilares- reduce las concentraciones de estrés en zonas focales y mejora la eficiencia mecánica del procedimiento. Sin embargo, cada incremento en la extensión osteotómica implica mayor invasividad quirúrgica, mayor tiempo operatorio y potencial incremento del impacto biológico (48).

Barone A et al. enfatizaron en que no existe consenso respecto a la extensión óptima de las osteotomías y que la heterogeneidad de protocolos refleja la necesidad de individualización según edad o maduración esquelética, magnitud de la deficiencia transversal, patrón facial y rigidez estructural (16).

En el estudio de Da Silva AV et al. compararon los efectos de SARPE y MISSARPE para la corrección de la deficiencia transversal maxilar evidenciando que la magnitud de la liberación quirúrgica condiciona diferencias en el patrón de expansión basal y dentoalveolar. Este análisis comparativo consolida la idea de que la osteotomía es

un modulador graduable y que su planificación debe ajustarse al grado de rigidez estructural y al objetivo terapéutico específico (44).

Por su parte, Gayibov N et al. introdujeron un elemento conceptual adicional diferencial al señalar que la eficacia expansiva no depende exclusivamente de la máxima liberación posible, sino de la adecuada correspondencia entre patrón osteotómico, rigidez anatómica y objetivo terapéutico, proponiendo una lógica de optimización más que de maximización quirúrgica (45).

Desde el punto de vista de la morbilidad, Mommaerts MY et al. reportaron complicaciones asociadas en corticotomías endoalveolares y procedimientos extensos, subrayando que la magnitud de intervención influye en la carga biológica y en el perfil postoperatorio (38). Asimismo, Rana M et al. compararon la piezocirugía con el instrumental rotatorio convencional, mostrando menor agresión tisular y menor edema con técnicas asistidas por piezocirugía, sin comprometer la eficacia expansiva (51). En consonancia, Raffaini M & Arcuri F demostraron que una liberación completa de resistencias puede realizarse con baja morbilidad cuando se optimiza el acceso quirúrgico y se emplean abordajes mínimamente invasivos (41).

A partir de este marco biomecánico y técnico, se establece la base para comprender cómo las variaciones en la extensión osteotómica pueden traducirse en diferencias de morbilidad, complicaciones y criterios clínicos de indicación.

5.3 RESULTADOS CLÍNICOS, ESQUELÉTICOS, DENTOALVEOLARES Y ESTABILIDAD DE LA EXPANSIÓN MAXILAR EN SUTURAS MADURAS

Una vez analizado el patrón de apertura sutural y el comportamiento tridimensional del complejo maxilar, resulta necesario valorar los resultados clínicos derivados de la expansión. En pacientes con suturas maduras, la eficacia terapéutica no debe interpretarse únicamente por el aumento transversal logrado, sino por la proporción del componente esquelético alcanzado, la magnitud de las compensaciones dentoalveolares, la repercusión sobre las estructuras nasales y oclusales, la estabilidad inicial y la presencia de efectos secundarios.

5.3.1 Resultados esqueléticos y basales en la disyunción maxilar

El análisis de los resultados esqueléticos constituye un eje central para evaluar la eficacia real de las distintas modalidades de expansión/disyunción en pacientes con suturas maduras. A diferencia de los enfoques centrados en la corrección dentoalveolar, la evaluación del componente esquelético permite determinar si la

expansión obtenida responde a una apertura efectiva de la sutura palatina media y las estructuras basales del maxilar, condición indispensable para la estabilidad y previsibilidad del tratamiento en la adultez (23,24).

En una revisión sistemática y meta-análisis de ensayos clínicos aleatorizados, Bi WG & Li K compararon MARME con la expansión rápida convencional dentosoportada (RME). Los autores observaron que MARME se asoció con una mayor apertura de la sutura palatina media a lo largo de su extensión anteroposterior, incluyendo mediciones a nivel de ENA, premolares, molares y ENP, y con mayor incremento del ancho palatino a nivel de los primeros molares, lo que refuerza que el anclaje esquelético basal favorece una expansión más marcada a corto plazo (14).

Camps-Perepérez I et al. describieron que la disyunción maxilar asistida quirúrgicamente mínimamente invasiva (MISARME), combinando osteotomías limitadas con dispositivos de expansión asistidos por mini-implantes, permite obtener una apertura sutural efectiva, con predominio del componente esquelético sobre el dentoalveolar y expansión transversal clínicamente significativa en pacientes adultos cuidadosamente seleccionados. Estos resultados refuerzan la idea de que la apertura sutural no constituye un fenómeno dicotómico, sino un gradiente modulable según la intervención aplicada (23).

Bastos RM et al. reportaron una apertura efectiva de la sutura palatina media con incremento del ancho basal maxilar y modificaciones favorables en la cavidad nasal en protocolos MISMARPE, destacando que el uso de anclaje esquelético contribuye a una transmisión más directa de las fuerzas expansivas hacia las estructuras óseas. Estos hallazgos apoyan la idea de que las técnicas asistidas con mini-implantes pueden mejorar la expresión esquelética de expansión en pacientes con suturas maduras, reduciendo la proporción de los efectos dentoalveolares indeseados (14,24).

Haas J et al. evaluaron los resultados de la técnica MISMARPE en pacientes adultos, evidenciando incrementos significativos del ancho maxilar a nivel esquelético, alveolar y dentario, con valores que oscilan entre 1.8 y 4.7 mm según la región analizada. Estos hallazgos confirman que la combinación de anclaje esquelético con osteotomías mínimamente invasivas permite obtener una expansión transversal efectiva, incluso en pacientes con suturas maduras (37).

Bastos RM et al. observaron además que MISMARPE produjo una expansión significativamente mayor a nivel de la sutura palatina media y del piso de la cavidad nasal en comparación con SARPE, aun con un grado de activación similar del

disyuntor/expansor, lo que sugiere una mayor eficiencia en la transmisión de fuerzas hacia las estructuras basales en determinados contextos clínicos.

Desde una perspectiva de revisión narrativa actualizada, Soto F et al. analizaron distintas técnicas disponibles para la corrección transversal maxilar en adultos, señalando que tanto MARPE como SARPE muestran incrementos basales clínicamente significativos cuando la indicación es adecuada. Los autores enfatizan que la magnitud del componente esquelético depende del tipo de anclaje, del protocolo quirúrgico y del estado de maduración sutural, reforzando que la interpretación de resultados debe contextualizarse según la técnica empleada y las resistencias anatómicas presentes (35).

Por otro lado, Pham T et al. analizaron de manera prospectiva los resultados clínicos y tomográficos de MARPE en adolescentes tardíos y adultos jóvenes. En una muestra con edad media cercana a los 20 años y estadios de maduración vertebral avanzados, los autores reportaron una expansión transversal total media de 5.94 ± 3.57 mm a nivel molar, de la cual aproximadamente el 67% correspondió al componente esquelético, confirmando una separación efectiva de la sutura palatina media mediante CBCT. Asimismo, se observaron un desplazamiento lateral de la ENA y la ENP con patrón relativamente simétrico, transmisión posterior de fuerzas y aumento del ancho de la base y cavidad nasal, sin alteraciones clínicamente relevantes en parámetros cefalométricos sagitales y verticales. Estos hallazgos refuerzan la capacidad de MARPE para inducir una expansión esquelética clínicamente significativa en pacientes con maduración sutural avanzada, manteniendo estabilidad estructural (25).

En concordancia con estos hallazgos, Siddhisaributr P et al. evaluaron la efectividad de MARPE, mediante análisis tomográficos tridimensional en pacientes con maduración sutural avanzada. A través de mediciones en CBCT, los autores confirmaron la separación efectiva de la sutura palatina media y un incremento significativo del ancho basal maxilar, destacando que una proporción sustancial de la expansión correspondió al componente esquelético. Asimismo, describieron un patrón de apertura cercano a paralelo en el plano axial, con adecuada transmisión posterior de fuerzas expansivas, consolidando la reproducibilidad del efecto similar al ortopédico en sujetos con maduración avanzada cuando se aplican criterios diagnósticos tridimensionales adecuados.

En el mismo marco de aplicación clínica, en pacientes adultos Lippi Ciantelli T et al. describieron la corrección de la atresia maxilar y del plano oclusal, mediante MARPE

asistido por mini-implantes extra-alveolares. Al evaluar los cambios transversales obtenidos tras la expansión, los autores reportaron una expansión efectiva del complejo maxilar con incremento del ancho basal y apertura sutural confirmada radiográficamente, acompañada de una adecuada corrección del plano oclusal en los casos seleccionados. Desde el punto de vista estructural, evidenciaron un desplazamiento transversal real de la base maxilar, con repercusión oclusal secundaria, lo que confirma que la modificación del plano oclusal no fue exclusivamente dentaria, sino consecuencia del efecto esquelético. Ésta mejora observada concuerda con estudios previos, y amplían su aplicabilidad a escenarios clínicos con alteraciones transversales complejas (27).

Desde una perspectiva comparativa, Da Silva AV et al. evaluaron los efectos de SARPE y MISMARPE en la corrección de la deficiencia transversal maxilar mediante análisis tomográfico tridimensionales. Los autores reportan que, ambas técnicas lograron separación efectiva de la sutura palatina media y aumento significativo del ancho basal maxilar, sin diferencias estadísticamente relevantes en la magnitud de la expansión esquelética obtenida entre los grupos. Estos hallazgos sugieren que, en términos estrictamente estructurales, tanto la intervención quirúrgica convencional (SARPE) como los abordajes mínimamente invasivos asistidos por mini-implantes (MISMARPE), pueden generar una apertura basal comparable cuando están correctamente indicados. Por lo tanto, aportan evidencia directa de equivalencia esquelética entre las modalidades terapéuticas, reforzando la necesidad de interpretar los resultados no solo en función de la técnica empleada, sino también del diagnóstico individual y de las resistencias anatómicas involucradas (44).

5.3.2 Cambios dentoalveolares, inclinación dentaria y efectos secundarios

El análisis del componente dentoalveolar resulta indispensable para diferenciar la expansión basal verdadera de las compensaciones dentarias secundarias. Incluso en protocolos con predominio esquelético, la respuesta transversal final, surge de la interacción entre apertura sutural y adaptación alvéolodentaria.

En protocolos asistidos por mini-implantes, Pham T et al. documentaron inclinación bucal (vestibular) inmediata de los primeros molares tras MARPE, con ligera tendencia a la recidiva parcial durante la retención de seis meses. Además, describieron reducción del espesor óseo bucal (vestibular) y un aumento del espesor palatino, interpretados con remodelación adaptativa bajo fuerzas expansivas (25).

En concordancia, Siddhisaributr P et al. reportaron que el componente dentoalveolar mostró una contribución menor en la expansión en comparación con el componente basal tras MARPE. Además, se observó inclinación (tipping) molar moderada, pero sin cambios periodontales severos inmediatos, confirmando que, en pacientes con maduración sutural avanzada, el componente dentoalveolar constituye una fracción menor de la expansión total (29). Asimismo, Jesús AS evidenció en MARPE, variaciones tridimensionales en la inclinación molar y adaptaciones alveolares cuantificables mediante CBCT con superposición estructural, coexistiendo con predominio esquelético (28).

Camps-Perepérez I et al. también describieron variaciones en la inclinación molar y en el ancho alveolar posterior, tras protocolos quirúrgicamente asistidos mínimamente invasivos (MISARPE), lo que confirma que incluso cuando se reducen resistencias óseas persiste una contribución dentaria medible (23). En una línea similar, Lippi Ciantelli T et al. observaron que la corrección del plano oclusal implicó adaptaciones dentoalveolares asociadas al cambio transversal basal, destacando que dichas modificaciones dentoalveolares pueden formar parte de un proceso adaptativo coherente con el objetivo terapéutico y no necesariamente representar efectos secundarios indeseados (27).

Bastos RM et al. describieron que en MISMARPE, si bien el componente esquelético fue el predominante durante la disyunción, desde el punto de vista dentoalveolar existieron variaciones en la inclinación dentaria y el ancho alveolar posterior, aunque en menor proporción que en protocolos exclusivamente dentosoportados. Estos datos, resultan relevantes para comprender que, incluso en MISMARPE persiste una contribución dentoalveolar medible, cuyo control depende del diseño y de la estabilidad primaria de los mini-implantes (24).

Desde la perspectiva comparativa entre modalidades, Da Silva AV et al. no identificaron diferencias estadísticamente significativas en la inclinación molar entre SARPE y MISMARPE, sugiriendo que ambas técnicas pueden limitar el tipping (inclinación), cuando la expansión ocurre predominantemente a nivel basal (44).

La influencia del tipo de anclaje fue reforzada por Barone TR et al. que demostraron que los dispositivos dentosoportados se asocian a mayor inclinación molar y mayor contribución dentoalveolar en comparación con los aparatos anclados directamente al hueso (31). Esa observación coincide con la síntesis de Bi WG & Li K, quienes reportaron que MARME presenta menor inclinación bucal (vestibular) de premolares

y molares, en comparación con la expansión dentosoportada convencional, sin evidenciar una mayor pérdida periodontal en el corto plazo (14).

Desde una visión integradora, Soto F et al. subrayaron que los dispositivos dentosoportados tienden a asociarse a mayor tipping y compensaciones alveolares en comparación con sistemas con anclaje esquelético (35). Mientras que Bortolotti F et al. enfatizaron en que la inclinación molar constituye un hallazgo frecuente en protocolos dentosoportados y pueden coexistir incluso en técnicas quirúrgicamente asistidas según el diseño del aparato y el control biomecánico ejercido (30).

5.3.3 Cambios nasales, oclusales y repercusiones funcionales complementarias

Además de los cambios esqueléticos y dentoalveolares, algunas técnicas de expansión maxilar en pacientes con suturas maduras producen repercusiones sobre la cavidad nasal, el piso nasal, el plano oclusal y en determinados grupos, la vía aérea superior.

Bastos RM et al. describieron en MISMARPE mediante CBCT, modificaciones favorables en la cavidad nasal, incremento del ancho basal maxilar y cambios a nivel del piso nasal, lo que evidencia que la expansión obtenida puede trascender el plano dentoalveolar y comprometer estructuras basales y nasales cuando existe una adecuada transmisión de fuerzas hacia el complejo maxilar durante la expansión (24).

Lippi Ciantelli T et al. observaron que la corrección del plano oclusal mediante MARPE asistido por mini-implantes extra-alveolares no fue exclusivamente dentaria, sino consecuencia del desplazamiento transversal real de la base maxilar. En este sentido, la repercusión oclusal secundaria formó parte de la respuesta estructural del complejo maxilar y amplía la aplicabilidad de MARPE a escenarios clínicos con alteraciones transversales complejas (27).

En la variante modificada de SAME descrita por Yazigi S et al., la técnica no se presenta únicamente como una intervención de ensanchamiento transversal, sino como una estrategia con impacto volumétrico en la vía aérea superior. En concordancia con esto, los autores reportaron aumentos significativos en el volumen del espacio aéreo posterior tras la expansión, integrando la dimensión funcional respiratoria dentro del objetivo terapéutico. De este modo, la técnica amplía el marco clásico de SARPE al incorporar una lógica funcional: la extensión osteotómica no solo modula resistencias mecánicas, sino también condiciona cambios volumétricos

craneofaciales con repercusión clínica respiratoria. Este doble enfoque, quirúrgico y funcional, posiciona a esta variante de SAME como una evolución conceptual dentro del espectro de las técnicas asistidas quirúrgicamente (53).

En conjunto, estos hallazgos muestran que la expansión maxilar en suturas maduras no debe evaluarse únicamente por la corrección transversal dentaria o basal, sino también por sus efectos complementarios sobre estructuras nasales, oclusales y funcionales. No obstante, la relevancia clínica de estas modificaciones depende del diagnóstico inicial, del objetivo terapéutico y del abordaje seleccionado.

5.3.4 Estabilidad inicial, retención y comportamiento post-expansión

La estabilidad post-expansión no puede interpretarse únicamente como el mantenimiento de la distancia intermolar, sino como un fenómeno biológico que integra la consolidación ósea intersutural, la adaptación periodontal y la estabilidad del componente basal alcanzado. En pacientes con suturas maduras, la calidad de la apertura inicial y la magnitud del componente esquelético obtenido, condicionan directamente el comportamiento durante la fase de retención.

En relación con MARPE, Siddhisaributr P et al. evaluaron los resultados en el período inmediato post-expansión mediante CBCT, confirmando el mantenimiento de la separación sutural durante la fase inicial de retención. Aunque el seguimiento longitudinal fue limitado, los datos tempranos sugieren que la expansión basal obtenida, puede conservarse durante la consolidación inicial cuando se aplican los protocolos adecuados de activación y retención (29).

De manera concordante, Jesús AS. documentó mediante sobreposición tridimensional basada en equivalencia de vóxel, la persistencia de los desplazamientos basales tras la fase activa de expansión, confirmando estabilidad estructural temprana del complejo maxilar en el corto plazo (28).

Por otra parte, Haas J et al. reportaron que la técnica de MISMARPE presenta una alta tasa de éxito (96%) en pacientes adultos, atribuida a la combinación entre anclaje esquelético y la liberación controlada de las resistencias óseas mediante osteotomías mínimamente invasivas. Este enfoque permite, no solo la obtención de una apertura sutural efectiva, sino también una mayor previsibilidad en la fase inicial de consolidación, lo que refuerza su potencial como alternativa terapéutica en pacientes con maduración sutural avanzada (36).

En conjunto, la literatura revisada indica que la estabilidad inicial en suturas maduras depende de la magnitud del componente esquelético obtenido, el control del componente dentoalveolar y la adecuada consolidación biológica durante el período de retención/contención. Por lo tanto, las diferentes técnicas descritas pueden mostrar comportamiento estructural estable en el corto plazo cuando la indicación es correcta y el protocolo biomecánico es coherente con las resistencias anatómicas presentes.

5.4 MORBILIDAD, COMPLICACIONES Y CRITERIOS CLÍNICOS EN LA EXPANSIÓN MAXILAR EN SUTURAS MADURAS

La corrección de las deficiencias transversales maxilares en pacientes con suturas maduras constituye un desafío clínico condicionado por la mayor resistencia estructural del complejo circunmaxilar. Esta condición no solo limita la respuesta expansiva, sino que también influye directamente en el perfil de morbilidad asociado a cada estrategia terapéutica.

En este contexto, tanto las modalidades ortopédicas asistidas con mini-implantes como MARPE y sus alternativas mínimamente invasivas (MISMARPE), junto a la expansión maxilar asistida quirúrgicamente mínimamente invasiva (MISARME) y sus derivados, representan opciones validadas, cuya indicación depende de la interpretación e integración de variables anatómicas, biomecánicas y clínicas.

Por ello, el análisis de la morbilidad, complicaciones y criterios clínicos de indicación, resulta fundamental para comprender el alcance y las limitaciones de estas técnicas, orientando la toma de decisiones en el tratamiento de las deficiencias transversales maxilares en suturas maduras.

5.4.1 Morbilidad intraoperatoria

Complicaciones quirúrgicas inmediatas, control hemorrágico y riesgo anatómico.

Walter A et al. analizaron la aparición de fracturas craneofaciales no deseadas en pacientes sometidos a expansión asistida por mini-implantes (MARPE/MASPE), identificando como riesgo operatorio la propagación incontrolada de líneas de fractura hacia estructuras adyacentes, cuando la resistencia posterior no es adecuadamente modulada. Los autores describieron que, en presencia de alta rigidez esquelética, la activación del dispositivo puede generar trayectorias de

fractura atípicas que comprometen paredes laterales maxilares o regiones nasales, subrayando la importancia del control mecánico durante la activación y la adecuada evaluación previa de las características madurativas del patrón sutural (55).

En concordancia con esto, Rajalakshmi SJ et al describieron riesgos asociados con MARPE, en pacientes con alta densidad ósea palatina o inserción inadecuada de mini-implantes. Los autores destacan la posibilidad de microfracturas no controladas, desviaciones del vector expansivo y sobrecarga localizada en estructuras adyacentes cuando no se realiza una adecuada planificación preoperatoria. Además, enfatizan la necesidad de la existencia de una evaluación tridimensional previa, junto con el control riguroso durante la fase de activación, para minimizar complicaciones mecánicas intraoperatorias (42).

Gayibov N et al. en su protocolo de MISARME, basado en accesos estratégicos con osteotomías limitadas, despegamiento subperióstico en túnel y liberaciones laterales realizadas con piezocirugía, reportaron menor sangrado, tiempo quirúrgico y edema, sumado a una menor tendencia a cambios nasolabiales indeseables en comparación con SARPE convencional, logrando cumplir su objetivo de disminuir la morbilidad intraoperatoria (45).

5.4.2 Complicaciones postoperatorias tempranas

Edema, dolor, alteraciones sensoriales, infecciones, dehiscencias:

Rajalakshmi SJ et al. reportaron complicaciones postoperatorias tempranas vinculadas a MARPE, incluyendo dolor persistente, inflamación localizada, movilidad transitoria de mini-implantes e irritación de tejidos blandos periimplantarios. Los autores señalan que, la estabilidad primaria del anclaje esquelético y la correcta inserción bicortical, constituyen factores determinantes para reducir eventos adversos tempranos (42).

Por su parte, Mommaerts MY et al, en su análisis sobre morbilidad asociada a endo-corticotomías para osteodistracción transpalatina, describen que la extensión y profundidad de las corticotomías pueden influir directamente en el edema postoperatorio, el dolor y la aparición de complicaciones locales como infecciones superficiales, dehiscencias mucosas o inflamación prolongada del paladar. Los autores destacan que la manipulación ósea intrapalatina y la proximidad a estructuras vasculonerviosas requieren una ejecución técnica cuidadosamente para minimizar eventos adversos tempranos (38).

Desde la perspectiva quirúrgica, Mommaerts M Y et al. señalaron que las corticotomías intrapalatinas extendidas pueden asociarse a mayor riesgo de sangrado intraoperatorio, molestias persistentes y complicaciones relacionadas con la estabilidad del dispositivo distractor (disyuntor/expansor) cuando el protocolo de activación no se controla estrictamente. Asimismo, los autores enfatizaron que la planificación cuidadosa del diseño osteotómico y el respeto de la anatomía palatina son esenciales para reducir la incidencia de eventos estructurales adversos (38).

Durante la evaluación de la técnica LIGHT SARPE realizada bajo anestesia local, Raffaini M & Arcuri F reportaron una baja incidencia de complicaciones tempranas, entre ellas dehiscencia palatina transitoria (16,6 %), hipoestesia labial superior reversible (13,3 %) y un caso aislado de necrosis pulpar asociada al calor del instrumental piezoeléctrico. Además, no se registraron hemorragias significativas ni infecciones quirúrgicas en su serie, lo que sugiere que los abordajes mínimamente invasivos y el uso de piezocirugía pueden contribuir a reducir la morbilidad inmediata en comparación con protocolos más agresivos (41).

5.4.3 Complicaciones estructurales y dentoalveolares

Tipping, reabsorciones, afectación periodontal, alteraciones alveolares.

Walter A et al. reportaron que las fracturas no deseadas pueden traducirse en desplazamientos asimétricos del maxilar y en alteraciones estructurales asociadas a trayectorias de apertura divergentes, particularmente cuando la expansión se realiza en pacientes con suturas altamente interdigitadas sin liberación suficiente. Estas situaciones pueden generar componentes dentoalveolares compensatorios y distribución desigual de fuerzas sobre los dientes pilares, aumentando el riesgo de tipping (inclinación) o sobrecarga localizada (55).

De manera complementaria, Rajalakshmi SJ et al. identificaron complicaciones estructurales relacionadas con la inclinación dentaria secundaria y microdaños óseos alrededor de los sitios de inserción cuando la expansión no logra una apertura sutural efectiva, lo que puede traducirse en mayor componente dentoalveolar y una pérdida parcial de anclaje esquelético. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de una correcta selección del paciente y control biomecánico del procedimiento (42).

Siddhisaributr P et al. mediante evaluación tridimensional por CBCT en pacientes tratados con MARPE, reportaron que la efectividad expansiva puede verse limitada en presencia de alta resistencia posterior, observándose en algunos casos apertura no paralela de la sutura y mayor componente dentoalveolar en la región molar. Los

autores destacaron que, aunque la técnica mostró eficacia clínica general, la magnitud de apertura basal no siempre fue uniforme, pudiendo coexistir inclinación dentaria secundaria cuando la resistencia estructural no era completamente superada (29).

Por su parte, Copello FM et al. mediante una revisión sistemática con meta-análisis, evidenciaron que la expansión maxilar convencional (RME) se asocia con una mayor pérdida de espesor óseo alveolar vestibular respecto a lo evidenciado en MARPE, especialmente en la región de premolares, donde las fuerzas dentarias generan mayor deformación alveolar y compromiso periodontal. Los autores destacaron que la redistribución de cargas hacia el hueso basal en los sistemas asistidos por mini-implantes constituye un factor determinante en la preservación de la integridad alveolar durante la expansión (56).

En relación con la reabsorción radicular, Abu Arqub S et al., mediante una revisión sistemática con análisis radiográfico e histológico, evidenciaron que la expansión maxilar rápida convencional (RPE) se asocia de manera consistente a fenómenos de reabsorción en dientes posteriores predominantemente localizados en las superficies vestibulares. Los autores señalaron que este patrón se relaciona con la concentración de fuerzas sobre los dientes pilares y el consecuente volcamiento dentario durante la expansión. En contraste, los dispositivos asistidos por mini-implantes (MARPE), especialmente en configuraciones óseo-soportadas o híbridas, mostraron una tendencia a reducir la magnitud de la reabsorción radicular, atribuida a una redistribución de las fuerzas hacia el hueso basal maxilar en lugar de los dientes (57).

5.4.4 Impacto sobre tejidos blandos y estética facial

Cambios nasolabiales, perfil, repercusión funcional:

En este marco, Wang Z et al. en su revisión narrativa, señalaron que, en pacientes con madurez ósea, la expansión maxilar, incluso cuando es asistida quirúrgicamente, no genera modificaciones significativas en la posición del tabique nasal, limitando su efecto a cambios volumétricos de la cavidad nasal y a mejoras funcionales respiratorias más que a una remodelación estructural profunda del complejo naso maxilar (58).

Raffaini M & Arcuri F durante la aplicación del protocolo LIGHT SARPE, observaron hipoestesia labial superior reversible y dehiscencia palatina transitoria, subrayando que incluso en abordajes mínimamente invasivos puede existir repercusión sensitiva

y mucosa, aunque con tendencia a resolución espontánea cuando la técnica es controlada y el trauma quirúrgico es limitado (41).

Por otra parte, Mommaerts MY et al. señalaron que la extensión de las corticotomías intrapalatinas y la profundidad del abordaje pueden incrementar el edema y la inflamación de tejidos blandos, especialmente cuando la disección se aproxima a estructuras vasculonerviosas palatinas. Los autores enfatizaron que la preservación mucoperióstica y el diseño conservador del acceso, son determinantes para reducir la morbilidad de tejidos blandos (38).

Sumado a esto, Mateu ME et al, describieron que los protocolos MARPE con anclaje exclusivamente óseo reducen significativamente la agresión periodontal y la necrosis del ligamento periodontal asociada a disyuntores dentosoportados, observándose menor volcamiento dentario y menor compromiso gingival cuando el anclaje es completamente esquelético. Estos hallazgos sugieren que la morbilidad de tejidos blandos y periodontales puede modularse según el tipo de anclaje seleccionado (59).

En conjunto, la evidencia sugiere que el impacto sobre tejidos blandos depende del grado de invasividad, del diseño osteotómico y del control biomecánico durante la activación, constituyendo un componente esencial del balance riesgo-beneficio en suturas maduras.

5.4.5 Criterios clínicos de indicación y selección terapéutica

Individualización según rigidez, magnitud de deficiencia y balance riesgo-beneficio.

La selección terapéutica en pacientes con suturas maduras debe basarse en una evaluación individualizada que integre variables diagnósticas, biomecánicas y clínicas. En este sentido, la edad cronológica no debería considerarse un criterio aislado para definir indicación, ya que la respuesta expansiva depende también del grado de maduración sutural, la rigidez estructural, la magnitud de la deficiencia transversal, el patrón de resistencias circunmaxilares y la estabilidad esperada del anclaje.

La evaluación preoperatoria mediante CBCT constituye un recurso central para la toma de decisiones. Siddhisaributr P et al. enfatizaron que el análisis tridimensional permite valorar el patrón sutural y la respuesta expansiva esperada en pacientes tratados con MARPE, mostrando que la apertura puede no ser uniforme y que la resistencia posterior puede condicionar el comportamiento de la expansión (29). En

la misma línea, Walter A et al. advirtieron que, en pacientes con alta rigidez esquelética y suturas marcadamente interdigitadas el intento de expansión sin una liberación adecuada puede aumentar el riesgo de fracturas no deseadas, por lo que la indicación de MARPE en adultos debe evaluarse con cautela cuando existen signos de resistencia posterior marcada o un el patrón anatómico circunmaxilar desfavorable (55).

La estabilidad del anclaje constituye otro criterio determinante. Rajalakshmi SJ et al. subrayaron que la densidad ósea palatina, el espesor disponible, la correcta inserción bicortical de los mini-implantes y la estabilidad primaria del anclaje son factores relevantes en la selección del candidato a MARPE. Por ello, la planificación tridimensional previa y el análisis del espesor óseo palatino pueden contribuir a reducir el riesgo de fracaso mecánico y complicaciones estructurales (42).

A su vez, Mommaerts MY et al. señalaron que la extensión de las corticotomías y el diseño osteotómico influyen tanto en la eficacia mecánica como en la morbilidad postoperatoria, reforzando la necesidad de individualizar la técnica según la rigidez estructural y el estado anatómico del paciente (38).

En conjunto, estos aportes permiten interpretar la selección terapéutica como una decisión escalonada dentro de un espectro de abordajes. La indicación MARPE/MARME podría considerarse en pacientes con condiciones favorables, adecuada disponibilidad ósea palatina, estabilidad esperada para los mini-implantes y ausencia de signos marcados de resistencia posterior (29,42).

En aquellos casos en los que persiste una indicación de MARPE, pero se identifican signos de mayor resistencia sutural o riesgos de respuesta limitada, la corticopunción palatina puede considerarse como una estrategia adyuvante exploratoria, destinada a disminuir parcialmente la resistencia ósea local y favorecer la apertura sutural, sin constituir una técnica independiente ni un sustituto de la asistencia quirúrgica (43).

En situaciones intermedias, con mayor rigidez sutural o circunmaxilar, riesgo aumentado de fracaso de MARPE aislado o necesidad de mejorar la expansión, los abordajes quirúrgicamente asistidos mínimamente invasivos, como MISMARPE, MISARPE/MISARME o variantes con osteotomías limitadas, pueden representar una alternativa para modular selectivamente las resistencias óseas y reducir la morbilidad respecto a SARPE convencional (23,36,38,41,45).

En cabio, SARPE/SARME convencional mantiene su indicación en deficiencias transversales severas, alta resistencia circunmaxilar, compromiso de pilares laterales

o posteriores, antecedentes de fracaso de expansión no quirúrgica o necesidad de liberación quirúrgica más amplia y predecible (39,55).

Por lo tanto, la selección terapéutica en suturas maduras no debería formularse como un algoritmo rígido, sino como una decisión clínicamente individualizada. Esta debe integrar la maduración sutural, la magnitud de la discrepancia transversal, el patrón de resistencias anatómicas, la disponibilidad ósea para el anclaje, la necesidad de control esquelético tridimensional, la morbilidad aceptable, la tolerancia del paciente frente a intervenciones quirúrgicas y los objetivos específicos del tratamiento.

6 DISCUSIÓN

El análisis crítico de los resultados obtenidos en esta revisión sobre las técnicas de disyunción maxilar en pacientes con deficiencia transversal maxilar y suturas maduras, pone en evidencia que la toma de decisiones terapéuticas, en este contexto, dista de responder a esquemas protocolizados o enfoques terapéuticos estandarizados. Por el contrario, la evidencia expuesta revela un escenario caracterizado por la heterogeneidad de resultados, la ausencia de consenso definitivo y la coexistencia de modelos conceptuales parcialmente superpuestos, lo que obliga a reinterpretar el abordaje clínico desde una perspectiva integradora y reflexiva.

Tradicionalmente, la expansión maxilar en pacientes adultos ha sido comprendida bajo una lógica dicotómica, en la que las técnicas ortopédicas eran consideradas insuficientes en presencia de suturas maduras, mientras que las técnicas quirúrgicas se posicionaban como el estándar de referencia. Sin embargo, los hallazgos contemporáneos cuestionan de manera consistente esta visión simplificada sobre la temática. La evidencia aportada por Bi WG & Li K , Pham T et al. y Siddhisaributr P et al. demuestra que la expansión asistida por mini-implantes (MARPE/MARME) puede generar un componente esquelético significativo incluso en pacientes adultos, ampliando el rango de indicación de las técnicas no quirúrgicas más allá de los límites tradicionalmente aceptados (14,25,29).

No obstante, asumir que MARPE constituye una alternativa universal en este grupo etario implicaría una sobreinterpretación de la evidencia. Siddhisaributr P et al. señalan que la predictibilidad de la expansión disminuye a medida que aumenta la maduración sutural, mientras que Jesús AS demuestra que los patrones de apertura no son uniformes ni paralelos, evidenciando comportamientos asimétricos y

dependientes de la anatomía individual (29,28). Estos hallazgos obligan a abandonar la idea de éxito como resultado dicotómico y a comprender la respuesta a MARPE como un fenómeno dinámico y continuo, condicionado por múltiples variables biológicas y biomecánicas.

En el extremo opuesto, la expansión maxilar asistida quirúrgicamente (SARPE), históricamente considerada como el tratamiento de elección en suturas maduras, tampoco se encuentra exenta de cuestionamientos. La premisa clásica de que la intervención quirúrgica garantiza una expansión predominantemente esquelética es relativizada por múltiples estudios. Bortolotti F et al. evidenciaron que el componente dentoalveolar sigue siendo relevante incluso en contextos quirúrgicos, mientras que Barone TR et al. y Silva CAVM demuestran que el patrón de expansión continúa siendo heterogéneo y dependiente del dispositivo de expansión utilizado y de las condiciones anatómicas individuales (30,31,33).

Esta convergencia de limitaciones en ambas estrategias terapéuticas pone en evidencia que ni la reducción quirúrgica de las resistencias óseas, ni el anclaje esquelético por sí solos garantizan resultados plenamente predecibles. En consecuencia, la dicotomía tradicional entre MARPE y SARPE resulta conceptualmente insuficiente para explicar la complejidad del comportamiento del complejo nasomaxilar en pacientes adultos.

En este escenario, el concepto de “zona gris” terapéutica emerge no como una excepción clínica, sino como una representación más fiel de la realidad. Coviello V et al. y Lippi Ciantelli T et al. describieron casos clínicos que evidencian respuestas favorables a técnicas no quirúrgicas en pacientes con maduración sutural avanzada, lo que contradice los criterios clásicos de indicación (26,27). A su vez, los meta-análisis de Bi WG & Li K y Siddhisaributr P et al. confirmaron la existencia de una variabilidad significativa de la respuesta terapéutica, incluso dentro de grupos etarios similares (14,29).

Desde esta perspectiva, la “zona gris” no debe interpretarse como una limitación del conocimiento, sino como un espacio clínico inherente a la complejidad biológica del sistema sutural. La maduración de la sutura palatina media no constituye un proceso lineal ni uniforme, como ya había sido planteado desde los estudios histológicos, sino un fenómeno dinámico, sectorial y altamente variable. En este sentido, la utilización de clasificaciones rígidas o la toma de decisiones basada exclusivamente en la edad cronológica resulta insuficiente y potencialmente inadecuada.

El desarrollo de la CBCT ha permitido trasladar este conocimiento biológico al ámbito clínico, proporcionando herramientas diagnósticas más precisas para la evaluación de la sutura palatina media. Angelieri F et al. proponen una clasificación que mejora la predicción del comportamiento sutural (10), sin embargo, incluso esta herramienta presenta limitaciones cuando se utiliza de manera aislada. Soto F et al. enfatizaron que la interpretación tomográfica debe integrarse con el análisis clínico integral, reforzando la idea de que la tecnología no reemplaza el juicio clínico, sino que lo complementa (35).

Desde el punto de vista biomecánico, los estudios de Jesús AS y Sankar SG et al. demostraron que el patrón de apertura de la sutura palatina media, la distribución de tensiones y el patrón de desplazamiento maxilar dependen no solo de la técnica empleada, sino también de la resistencia de las estructuras circunmaxilares (28,34). En este contexto, la indicación sistemática de liberaciones quirúrgicas adicionales en SARPE, como la disyunción pterigomaxilar ha sido cuestionada. Moura LB et al. y Sankar SG et al. coincidieron en que su incorporación no siempre se traduce en beneficios clínicos significativos (32,34), lo que sugiere que la agresividad quirúrgica no debe ser entendida como sinónimo de eficacia.

Este cuestionamiento ha dado lugar al desarrollo de abordajes mínimamente invasivos que intentan posicionarse entre la expansión no quirúrgica asistida con mini-implantes y la disyunción maxilar quirúrgicamente asistida convencional. Sin embargo, los autores no los interpretan de la misma manera. Mientras que Santagata M et al. y Raffaini M & Arcuri F sostienen que la reducción de la agresión quirúrgica puede preservar la eficacia expansiva y disminuir la morbilidad (22,41), Camps-Perepérez I et al. y Gayibov N et al. los presentan más bien como estrategias de ajuste terapéutico indicadas en escenarios clínicos seleccionados, sin plantearlos como sustitutos universales de SARPE/SARME o de MARPE (23,45).

En este sentido, las técnicas híbridas como MISMARPE y MISARPE/MISARME, así como otras variantes contemporáneas, como la corticopunción propuesta por Suzuki SS et al. (43), los abordajes conservadores tipo LIGHT SARPE descritos por Raffaini M & Arcuri F (41) o procedimientos con objetivos más específicos como DOME reportado por Yoon A et al. (47), comparten el propósito de reducir de forma selectiva las resistencias óseas circunmaxilares, con el fin de favorecer un patrón de apertura sutural más eficiente y disminuir la morbilidad asociada a procedimientos más extensos. No obstante, difieren en su alcance clínico, el grado de intervención requerida y en la magnitud del componente esquelético que buscan favorecer. Esta

diferencia es relevante, ya que no todas las estrategias responden al mismo problema clínico, ni persiguen exactamente el mismo objetivo terapéutico.

Desde una perspectiva crítica, estas técnicas emergen como respuesta a una doble limitación: por un lado, la posibilidad de que MARPE resulte insuficiente en pacientes con alta resistencia sutural; por otro lado, el hecho de que SARPE convencional pueda representar una intervención excesiva en determinados casos. Bajo esta lógica, los abordajes mínimamente invasivos no deberían entenderse solo como “técnicas intermedias”, sino como intentos de modular el grado de intervención en función de la resistencia biológica individual y del balance riesgo-beneficio esperado (22,23,41,45).

Sin embargo, la principal debilidad de este grupo de técnicas radica en la heterogeneidad de la evidencia disponible. A diferencia de MARPE, que cuenta con revisiones sistemáticas y meta-análisis que permiten estimar con mayor claridad su comportamiento esquelético (14,29), las variantes mínimamente invasivas se sustentan en gran medida en series de casos clínicos, estudios retrospectivos y descripciones de técnicas (22,41,43,45,47).

Por lo tanto, más que constituir una categoría terapéutica plenamente consolidada, estas estrategias representan un campo aun en evolución. Su principal valor no reside en haber resuelto en forma definitiva la incertidumbre terapéutica en suturas maduras, sino haber ampliado el espectro de intervenciones disponibles para aquellos pacientes situados dentro de la denominada “zona gris”, donde ni MARPE ni SARPE parecen, por sí solos, ofrecer una respuesta completamente satisfactoria.

En relación con los resultados esqueléticos y el patrón de apertura sutural, la literatura coincide en que tanto las técnicas no quirúrgicas asistidas por mini-implantes como los abordajes quirúrgicamente asistidos pueden lograr apertura de la sutura palatina media, aunque con diferentes proporciones de componente esquelético y dentoalveolar (14,23,24). Sin embargo, un aspecto crítico que surge del análisis es que ninguno de los enfoques terapéuticos logra eliminar completamente los efectos dentoalveolares. Incluso con técnicas con anclaje esquelético, como MARPE, persiste cierto grado de inclinación dentaria y remodelación alveolar, lo que evidencia que la transmisión de fuerzas no se restringe exclusivamente al hueso basal.

En este sentido, Pham T et al. y Siddhisaributr P et al. destacaron que, si bien el componente esquelético es predominante en MARPE, la participación dentoalveolar continúa siendo clínicamente relevante, especialmente en pacientes con mayor

resistencia sutural (25,29). De forma concordante, los estudios tridimensionales de Jesús AS demostraron que la apertura sutural y la expansión maxilar no son completamente paralelas, lo que se traduce en diferencias regionales de inclinación dental entre los sectores anteriores y posteriores, así como en los grados de participación dentoalveolar (28).

Por otro lado, en el contexto de SARPE, la expectativa de una expansión puramente esquelética también ha sido cuestionada. Bortolotti F et al. y Barone TR et al. evidenciaron que el componente dentoalveolar puede representar una proporción significativa del efecto total, incluso tras la realización de osteotomías (30,31). Estos hallazgos sugieren que la cirugía convencional no elimina la participación dentaria, sino que modifica su magnitud y distribución.

Desde una perspectiva clínica, estos resultados adquieren especial relevancia, ya que los efectos dentoalveolares no solo influyen en la estética y la oclusión, sino también en la salud periodontal. La inclinación dentaria excesiva, la pérdida ósea vestibular y la inestabilidad a largo plazo constituyen riesgos potenciales que deben ser considerados al momento de seleccionar la técnica (29,31).

Por otro lado, uno de los aspectos más relevantes que surge del análisis crítico radica en la limitada calidad de la evidencia disponible en relación con la morbilidad, las complicaciones y los criterios clínicos de selección. La mayoría de los estudios corresponden a diseños retrospectivos, reportes de casos o series clínicas, con marcada heterogeneidad metodológica. Rajalakshmi SJ et al. describieron complicaciones asociadas a los mini-implantes (42), mientras que los estudios sobre técnicas mínimamente invasivas destacan una reducción de la morbilidad sin aportar evidencia concluyente de superioridad clínica (22,41).

Esta falta de evidencia robusta no solo limita la comparación entre técnicas, sino que también condiciona la toma de decisiones clínicas, que en muchos casos continúa basándose en la experiencia del operador y el contexto clínico particular. Este aspecto resulta especialmente crítico en pacientes ubicados en la “zona gris”, donde la evidencia no ofrece respuestas definitivas.

En consecuencia, la disyunción maxilar en pacientes con suturas maduras debe ser entendida como un proceso de toma de decisiones clínicas complejas, en el que la integración de múltiples variables resulta indispensable. La evaluación tomográfica mediante CBCT, el análisis de la maduración sutural, la magnitud de la discrepancia transversal, la biomecánica del dispositivo expansor y el balance riesgo-beneficio constituyen elementos fundamentales en la planificación terapéutica.

A partir de esta integración, resulta posible organizar los distintos abordajes dentro de un espectro terapéutico orientativo, en el que cada alternativa puede considerarse en función de las características anatómicas, biomecánicas y clínicas del paciente. La Tabla 2 sintetiza estos criterios de selección, no como un esquema rígido de indicación, sino como una herramienta de orientación derivada de la literatura revisada.

Tabla 2. Criterios orientativos para la selección terapéutica en pacientes con suturas maduras

ABORDAJE TERAPÉUTICO	POSIBLES SITUACIONES CLÍNICAS	CRITERIOS A EVALUAR	PRECAUCIONES O LIMITACIONES
DISYUNCIÓN CON TÉCNICAS NO QUIRÚRGICA			
MARPE/ MARME	Discrepancia transversal leve a moderada. Estadio D de Angelieri. Condiciones anatómicas favorables. Ausencia de resistencia posterior marcada.	CBCT: -Morfología sutural. -Espesor/densidad ósea palatina. Inserción bicortical de mini-implantes. Estabilidad primaria del anclaje.	No indicar solo por la edad. Menor predictibilidad ante alta rigidez sutural o resistencia posterior. Riesgo de: -tipping. -compensación alveolar. -fracaso de apertura.
MARPE/ MARME + Corticopunción	Zona gris terapéutica: la indicación de MARPE es posible. Estadio D de Angelieri. Pero se sospecha de: -mayor resistencia sutural -respuesta limitada.	Trayecto sutural. Resistencia ósea local. Estabilidad del expansor. Posibilidad de abordaje palatino conservador.	Estrategia adyuvante y exploratoria. No es técnica independiente. No sustituye SARPE/ SARME. Evidencia limitada.
DISYUNCIÓN CON TÉCNICAS QUIRÚRGICAS MÍNIMAMENTE INVASIVAS			
MISMARPE	Situaciones intermedias o “zona gris terapéutica”. Mayor rigidez sutural o circunmaxilar. Estadio D/E de Angelieri. Riesgo de fracaso de MARPE aislado. Búsqueda de: -mayor efecto esquelético. -menor morbilidad.	Patrón de resistencia circunmaxilar. Necesidad osteotomías limitadas. Diseño del expansor. Estabilidad de los mini-implantes. Experiencia del operador.	Grupo heterogéneo de técnicas mínimamente invasivas. No existe protocolo único. La evidencia es emergente.
MISARPE/ MISARME/ LIGHT SARPE	Mayor rigidez sutural o circunmaxilar. Estadio D/E de Angelieri. Riesgo aumentado de fracaso con MARPE aislado. Necesidad de: -reducción selectiva de resistencias óseas. -abordajes conservadores	CBCT: Localización de resistencias. Diseño de las incisiones. Osteotomías: -extensión y localización limitadas, -pueden ser piezoeléctricas. Experiencia del operador.	Grupo heterogéneo de técnicas mínimamente invasivas. No existe protocolo único. La evidencia es emergente y debe interpretarse con prudencia.

	-disminuir: morbilidad o agresión quirúrgica. -preservar tejidos blandos.	Necesidad de: -liberación lateral, palatina o posterior. -preservación tejidos blandos nasolabiales.	
DISYUNCIÓN CON TÉCNICAS QUIRÚRGICAS			
SARPE/ SARME convencional	Deficiencia transversal severa. Alta rigidez esquelética. Estadio E de Angelieri. Resistencia circunmaxilar posterior importante. Fracaso previo o alto riesgo de fracaso de expansión no quirúrgica. Necesidad de: - liberación quirúrgica amplia -predictibilidad.	Magnitud de la discrepancia. Maduración sutural. Resistencia pterigomaxilar y lateral. Patrón facial. Morbilidad aceptable. Necesidad de expansión basal efectiva.	Mayor invasividad y mayor carga postoperatoria. No elimina por completo los efectos dentoalveolares. Resultado depende: -.diseño osteotómico. -disyuntor. -anclaje. -anatomía individual.

Nota: Esta tabla sintetiza criterios orientativos derivados de la literatura revisada. No debe interpretarse como un esquema rígido de indicación, sino como una herramienta de integración clínica. La selección terapéutica debe individualizarse según el diagnóstico tridimensional, el patrón de resistencias anatómicas, la estabilidad del anclaje, la magnitud de la discrepancia transversal, la morbilidad aceptable y los objetivos específicos del tratamiento.

Finalmente, la evidencia analizada permite sostener que las técnicas de disyunción maxilar no quirúrgicas asistidas por mini-implantes, los abordajes quirúrgicamente asistidos mínimamente invasivos y las técnicas quirúrgicas convencionales no deben interpretarse como estrategias excluyentes, sino como herramientas complementarias dentro de un espectro terapéutico. En este marco, la selección del tratamiento debe considerar de manera conjunta: el patrón de apertura sutural, la magnitud del componente esquelético alcanzado, la respuesta dentoalveolar asociada, la estabilidad esperada, la morbilidad potencial y los objetivos clínicos individuales. Asimismo, la persistencia de efectos dentarios incluso en técnicas con anclaje esquelético o asistencia quirúrgica evidencia que la respuesta del sistema maxilar es global y no segmentada, por lo que, la calidad del resultado terapéutico no depende únicamente de la expansión obtenida, sino del equilibrio alcanzado entre los componentes esqueléticos y dentoalveolares, de su impacto sobre la estabilidad y la salud periodontal a largo plazo. Por lo tanto, el juicio clínico basado en la evidencia disponible adquiere un papel central, especialmente en aquellos pacientes ubicados en la “zona gris”, donde la incertidumbre diagnóstica y terapéutica es mayor.

7 CONCLUSIONES

El análisis de esta revisión permite concluir que la disyunción maxilar en pacientes con suturas maduras no puede abordarse mediante esquemas terapéuticos rígidos ni bajo una lógica dicotómica entre técnicas no quirúrgicas y quirúrgicas. Por el contrario, debe comprenderse como un espectro terapéutico continuo, en el que las distintas modalidades de tratamiento se posicionan como herramientas complementarias cuya indicación depende de variables biológicas, anatómicas, biomecánicas y clínicas individuales.

Las técnicas no quirúrgicas asistidas por mini-implantes como MARPE/MARME han demostrado ser alternativas válidas en pacientes seleccionados; sin embargo, la respuesta es variable y no completamente predecible. Su efectividad depende del grado de maduración sutural, del tipo de anclaje, del diseño del dispositivo y de la resistencia de las estructuras circunmaxilares, factores que condicionan el patrón de apertura de la sutura palatina media y la proporción de efectos esqueléticos y dentoalveolares obtenidos.

Por su parte, la disyunción maxilar asistida quirúrgicamente continúa siendo una alternativa válida en pacientes con mayor resistencia esquelética; aunque no garantiza una expansión puramente esquelética ni elimina por completo los efectos dentoalveolares. La evidencia analizada muestra que el patrón de apertura sutural también puede variar en los abordajes quirúrgicamente asistidos, según el tipo de anclaje, la extensión de la liberación de las estructuras de resistencia y las características anatómicas individuales.

En este contexto, los abordajes mínimamente invasivos, como MISMARPE, MISARPE/MISARME y sus variantes, emergen como estrategias de modulación terapéutica orientadas a ajustar el grado de intervención a la resistencia biológica del paciente. Estas alternativas buscan favorecer una apertura sutural más eficiente, reducir la sobrecarga dentoalveolar y disminuir la morbilidad asociada a procedimientos más extensos. No obstante, la evidencia disponible continúa siendo limitada y heterogénea, por lo que sus indicaciones y resultados deben interpretarse con cautela.

Independientemente de la técnica empleada, los efectos dentoalveolares y su impacto en la salud periodontal deben considerarse en la planificación del tratamiento, dado su rol en la estabilidad a largo plazo. La apertura de la sutura palatina media no debe interpretarse como el único indicador de éxito, ya que la calidad del resultado depende también de la distribución tridimensional de la

expansión, del control de la inclinación dentaria, de la respuesta alveolar y de la estabilidad del complejo maxilar.

En consecuencia, la toma de decisiones en pacientes con suturas maduras debe basarse en un enfoque integral que contemple el diagnóstico tomográfico, la maduración sutural, la magnitud de la discrepancia transversal, el patrón de resistencias anatómicas, la estabilidad del anclaje, el patrón de apertura esperado y el balance riesgo-beneficio. En este marco, la “zona gris” terapéutica se consolida como un espacio clínico legítimo, que requiere un juicio clínico basado en la evidencia disponible.

Finalmente, la disyunción maxilar en la adultez joven y en la adultez debe entenderse como un proceso de decisiones clínicas complejas, cuyo objetivo no es únicamente lograr la expansión transversal, sino alcanzar un equilibrio entre apertura sutural, respuesta esquelética, control dentoalveolar, morbilidad reducida y salud periodontal a largo plazo. Desde esta perspectiva, MARPE/MARME, SARPE/SARME y las variantes mínimamente invasivas o combinadas, como MISMARPE, MISARPE/MISARME, deben interpretarse como herramientas complementarias dentro de un espectro terapéutico, cuya selección debe responder a las características individuales de cada paciente.

8 REFERENCIAS

- 1- Alhammadi MS, Halboub E, Fayed MS, Labib A, El-Saaidi C. Global distribution of malocclusion traits: a systematic review. *Dent Press J Orthod.* 2018;23(6):40.e1–10.
- 2- Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. Ortodoncia contemporánea. 4ª ed. Barcelona: Elsevier Mosby; 2008.
- 3- Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. Diagnóstico y planificación del tratamiento. En: Ortodoncia contemporánea. Barcelona: Elsevier Mosby; 2008.
- 4- Gregoret J, Tuber E, Escobar H, Matos A. Ortodoncia y cirugía ortognática. Diagnóstico y planificación. 2ª ed. Caracas: Amolca; 2014.
- 5- Gutiérrez J, Domínguez M, Escudero P, et al. Anatomía craneofacial. Montevideo: UDELAR; 2012.
- 6- Geneser F. Histología. 3ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2002.
- 7- Melsen B. Palatal growth studied on human autopsy material. *Am J Orthod.* 1975;68:42–54.
- 8- Wehrbein H, Yildizhan F. The mid-palatal suture in young adults. *Eur J Orthod.* 2001;23:105–114.
- 9- De Vos W, Casselman J, Swennen GRJ. Cone-beam CT imaging. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2009;38:609–625.
- 10- Angelieri F, Franchi L, Cevidanes LHS, McNamara JA Jr. Prediction of rapid maxillary expansion by assessing midpalatal suture maturation. *Dent Press J Orthod.* 2016;21(6):115–125.
- 11- Gregoret J, Tuber E, Escobar H, Gregoret G. Aparatología auxiliar: disyuntor. En: Tratamiento ortodóncico con arco recto. Caracas: Amolca; 2015.
- 12- Puigdollers A. Anclaje esquelético para la disyunción maxilar. *Rev Esp Ortod.* 2017;47:63–64.
- 13- Ierardo G, Luzzi V, Sfasciotti GL, et al. Modified rapid palatal expander with miniscrews. *Clin Ter.* 2019;170(3):168–173.
- 14- Bi WG, Li K. Effectiveness of miniscrew-assisted rapid maxillary expansion: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig.* 2022;26:4509–4523. doi:10.1007/s00784-022-04415-y.
- 15- Naveda R, dos Santos AM, Seminario MP, Miranda F, Janson G, Garib D. Midpalatal suture bone repair after miniscrew-assisted rapid palatal expansion in adults. *Prog Orthod.* 2022;23:35. doi:10.1186/s40510-022-00431-6.
- 16- Barone A, Toti P, Marconcini S, Derchi G, Covani U. Can different osteotomies have an influence on surgically assisted rapid maxillary expansion A

- systematic review. *Head Face Med.* 2024;20:16. doi:10.1186/s13005-024-00375-6.
- 17- Gürsu M, Şimşek MB. Stress and displacement dynamics in surgically assisted rapid maxillary expansion: a comprehensive finite element analysis of various osteotomy techniques. *J Clin Med.* 2025;14:449. doi:10.3390/jcm14020449.
- 18- Melo KA, Costa ST, Stehling RSS, Urbano ES. Risks and complications in surgically assisted rapid maxillary expansion. *RGO Rev Gaucha Odontol.* 2013;61(4):613–617.
- 19- Lazaro-Abdulkarim A, Valls-Ontañón A, Puigdollers-Pérez A, Clusellas-Barrionuevo N, Giralt-Hernando M, Hernández-Alfaro F. Transpalatal vs anterior approach for pterygomaxillary disjunction in the context of surgically assisted MARPE: CBCT assessment. *J Craniomaxillofac Surg.* 2025;53:1371–1378. doi:10.1016/j.jcms.2025.05.010.
- 20- Christovam IO, Lisboa CO, Vilani GNL, Brandão RCB, Visconti MAPG, Mattos CT, Ruellas ACO. Tomographic analysis of the midpalatal suture prior to rapid maxillary expansion. *Dental Press J Orthod.* 2021;26(3):e2119300. doi:10.1590/2177-6709.26.3.e2119300.oar.
- 21- Shayani A, Merino-Gerlach MA, Garay-Carrasco IA, Navarro-Cáceres PE, Sandoval-Vidal HP. Midpalatal suture maturation stage in 10- to 25-year-olds using cone-beam computed tomography: a cross-sectional study. *Diagnostics (Basel).* 2023;13(8):1449. doi:10.3390/diagnostics13081449.
- 22- Santagata M, Tartaro G, Guida D, D'Amato S, Boschetti CE, Chirico F. Surgically assisted rapid maxillary expansion: current concepts of minimally invasive approaches. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2025;54:43–50. doi:10.1016/j.ijom.2024.07.007.
- 23- Camps-Perepérez I, Guijarro-Martínez R, da Rosa BM, Haas OL Jr, Hernández-Alfaro F. Three-dimensional dentoskeletal changes following minimally invasive surgically assisted rapid palatal expansion: a prospective study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2023;52(4):460–467. doi:10.1016/j.ijom.2022.07.004.
- 24- Bastos RM, Haas OL Jr, Piccoli V, da Rosa BM, de Oliveira RB, de Menezes LM. Effects of minimally invasive surgical and miniscrew-assisted rapid palatal expansion (MISMARPE) on the nasal cavity and upper airway: a comparative cohort study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2024;53(7):821–828. doi:10.1016/j.ijom.2024.03.012.

- 25-Pham Thi Hong Thuy, Pham Thu Trang, Pham Thi Thu Hang, Hoang Viet. Clinical and cone-beam computed tomography outcomes of miniscrew-assisted rapid palatal expansion in the treatment of maxillary transverse deficiency: a prospective study. *Medicine (Baltimore)*. 2025;104(38):e44684. doi:10.1097/MD.00000000000044684.
- 26- Coviello V, Gentile D, Staderini E, Camodeca A, Guarino A, Cordaro M. “Diving into the gray zone”: a case report of a 19-year-old patient treated with tooth-borne rapid maxillary expansion. *Healthcare (Basel)*. 2025;13:2854. doi:10.3390/healthcare13222854.
- 27- Lippi Ciantelli T, Yatto Grados AY, Souza de Jesús A, Clavisio Siqueira GL, Kato RM, de Oliveira Pinto R. Corrección de la atresia maxilar y del plano oclusal utilizando MARPE y mini-implantes extra-alveolares. *Ortodoncia*. 2024;88(174):48-57.
- 28- Jesús AS. Avaliação tridimensional utilizando sobreposição por equivalência de voxel da expansão rápida maxilar assistida por mini-implantes [tese]. Araraquara: Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista (UNESP); 2023. 77 p.
- 29- Siddhisaributr P, Khlongwanitchakul K, Anuwongnukroh N, Manopatanakul S, Viwattanatipa N. Effectiveness of miniscrew assisted rapid palatal expansion using cone beam computed tomography: A systematic review and meta-analysis. *Korean J Orthod*. 2022;52(3):182–199. doi: 10.4041/kjod21.256
- 30- Bortolotti F, Solidoro L, Bartolucci ML, Incerti Parenti S, Paganelli C, Alessandri-Bonetti G. Skeletal and dental effects of surgically assisted rapid palatal expansion: a systematic review of randomized controlled trials. *Eur J Orthod*. 2020;42(4):434–440. doi:10.1093/ejo/cjz057.
- 31- Barone TR, Cahali MB, Vasconcelos C, Barone JR. A comparison of tooth-borne and bone-anchored expansion devices in SARME. *Oral Maxillofac Surg*. 2020;24:181–187. doi:10.1007/s10006-020-00837-8.
- 32- Moura LB, Spin-Neto R, Sverzut CE, Monnazzi MS, Trivellato AE, Gabrielli MAC, Pereira-Filho VA. Evaluation of the palatal split pattern in surgically assisted rapid maxillary expansion—comparison of two techniques. *Oral Maxillofac Surg*. 2016;20:255–258. doi:10.1007/s10006-016-0562-5.
- 33- Silva CAVM. Resultados da expansão de maxila cirurgicamente assistida sem disjunção pterigomaxilar: uma avaliação tridimensional [tese]. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro; 2010. 64 p.
- 34- Sankar SG, Prashanth B, Rajasekhar G, Prasad M, Reddy GV, Priyanka JS. A comparison of different osteotomy techniques with and without

- pterygomaxillary disjunction in surgically assisted maxillary expansion utilizing modified hybrid rapid maxillary expansion device with posterior implants: a finite element study. *Natl J Maxillofac Surg*. 2021;12(2):171–180. doi:10.4103/njms.NJMS_28_20.
- 35- Soto F, Morales V, Rodríguez V, Llano N. Expansión rápida del maxilar: revisión actualizada de las técnicas disponibles. *Odontol Sanmarquina*. 2024;27(2):e27527. doi:10.15381/os.v27i2.27527.
- 36- Haas Júnior OL, Matje PRB, Rosa BM, Piccoli VD, Rizzato SMD, Oliveira RB, Menezes LM. MISMARPE protocol: minimally invasive surgical and miniscrew-assisted rapid palatal expansion. *Dental Press J Orthod*. 2024;29(3):e24spe3. doi:10.1590/2177-6709.29.3.e24spe3.
- 37- Haas Junior OL, Matje PRB, Rosa BM, Rojo-Sanchis C, Guijarro-Martínez R, Valls-Ontañón A, Menezes LM, Hernández-Alfaro F, de Oliveira RB. Minimally invasive surgical and miniscrew-assisted rapid palatal expansion (MISMARPE) in adult patients. *J Craniomaxillofac Surg*. 2022;50(3):211–217. doi:10.1016/j.jcms.2021.12.011.
- 38- Mommaerts MY, Collado J, Mareque Bueno J. Morbidity related to endo-corticotomies for transpalatal osteodistraction. *J Craniomaxillofac Surg*. 2008;36(4):198–202. doi:10.1016/j.jcms.2007.11.004.
- 39- Rachmiel A, Turgeman S, Shilo D, Emodi O, Aizenbud D. Surgically assisted rapid palatal expansion to correct maxillary transverse deficiency. *Ann Maxillofac Surg*. 2020;10(1):136–141. doi:10.4103/ams.ams_163_19.
- 40- Tausche E, Hansen L, Hietschold V, Lagravère MO, Harzer W. Three-dimensional evaluation of surgically assisted implant bone-borne rapid maxillary expansion: a pilot study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007;131(4 Suppl):S92–S99. doi:10.1016/j.ajodo.2006.07.021.
- 41- Raffaini M, Arcuri F. Office-based surgically assisted rapid maxillary expansion under simple local anesthesia (LIGHT SARPE). *J Craniofac Surg*. 2025;36(7):2534–2537. doi:10.1097/SCS.00000000000011487.
- 42- Rajalakshmi SJ, Ahmed N, Eduru N, YN D, Ravi K, Singaraju GS. Hidden risks of miniscrew-assisted rapid palatal expansion (MARPE): a retrospective analysis of treated cases with preventive strategies. *Cureus*. 2025;17(9):e93240. doi:10.7759/cureus.93240.
- 43- Suzuki SS, Braga LFS, Fujii DN, Moon W, Suzuki H. Corticopuncture facilitated microimplant-assisted rapid palatal expansion. *Case Rep Dent*. 2018;2018:1392895. doi:10.1155/2018/1392895.

- 44- Da Silva AV, da Rosa BM, Matje PRB, Rizzato SMD, de Oliveira RB, Haas OL Jr, de Menezes LM. Effects of SARPE and MISMARPE on correction of transverse maxillary deficiency: a preliminary comparative evaluation. *Orthod Craniofac Res*. 2023;27:332–338. doi:10.1111/ocr.12712.
- 45- Gayibov N, Demirbas AE, Kaba YN, Eren C, Çoban G. Exploring the potential of minimally invasive surgically assisted rapid maxillary expansion to transform patient outcomes. *J Craniomaxillofac Surg*. 2025;53:1141–1148. doi:10.1016/j.jcms.2025.04.004.
- 46- Santagata M, Corvo G, Chagas-Júnior OL, Tartaro G. Tunnel technique through three vertical buccal incisions to reduce nasolabial changes due to surgically assisted rapid palatal expansion. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2019;48:1337–1339. doi:10.1016/j.ijom.2019.02.007.
- 47- Yoon A, Guilleminault C, Zaghi S, Liu SYC. Distraction osteogenesis maxillary expansion (DOME) for adult obstructive sleep apnea patients with narrow maxilla and nasal floor. *Sleep Med*. 2020;65:172–176. doi:10.1016/j.sleep.2019.06.002.
- 48- Shi Y, Zhu CN, Xie Z. Displacement and stress distribution of the maxilla under different surgical conditions in three typical models with bone-borne distraction: a three-dimensional finite element analysis. *J Orofac Orthop*. 2020;81:385–395. doi:10.1007/s00056-020-00251-5.
- 49- Tieghi Neto V. Análise da distribuição das tensões em maxila submetida à expansão cirurgicamente assistida com aparelho ósseo-suportado [tese]. Bauru: Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo; 2017. 86 p.
- 50- Zattero E, Gerbino G, Raveggi E, Borbon C, Ramieri G. Piezosurgery-assisted minimally invasive surgical rapid palatal expansion. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2021;9:e3994. doi:10.1097/GOX.0000000000003994.
- 51- Rana M, Gellrich NC, Rana M, Piffkó J, Kater W. Evaluation of surgically assisted rapid maxillary expansion with piezosurgery versus oscillating saw and chisel osteotomy: a randomized prospective trial. *Trials*. 2013;14:49. doi:10.1186/1745-6215-14-49.
- 52- Wei J, Pan J, Yu L. Minimally invasive separation of mid-palatal suture using piezosurgery: a novel type of surgically assisted rapid maxillary expansion assisting maxillary expansion in adults. *J Craniofac Surg*. 2025;36(8):e1537–e1541. doi:10.1097/SCS.00000000000012017.

- 53- Yazigi S, Zenati M, Hadad R. Volumetric upper airway changes following a new technique for surgically assisted maxillary expansion (SAME). *Dent Med Probl.* 2018;55(4):371–378. doi:10.17219/dmp/99158.
- 54- Zhang W, Chung M, Zhu Y, Qian Y, Zhang L, Jiang L. Midpalatal suture osteotomy combined with microimplant-assisted rapid palatal expansion for adult maxillary transverse deficiency treatment: a study protocol of a randomised controlled trial. *BMJ Open.* 2025;15:e094656. doi:10.1136/bmjopen-2024-094656.
- 55- Walter A, Winsauer H, Crespo E, Arcos I, Valls-Ontañón A, Puigdollers-Perez A, Hernández-Alfaro F. Unwanted craniofacial fractures in MARPE/MASPE patients: ¿a hidden risk? *Prog Orthod.* 2025;26:51. doi:10.1186/s40510-025-00592-0.
- 56- Copello FM, Marañón-Vásquez GA, Brunetto DP, Caldas LD, Masterson D, Maia LC, Sant'Anna EF. ¿ Is the buccal alveolar bone less affected by mini-implant assisted rapid palatal expansion than by conventional rapid palatal expansion? A systematic review and meta-analysis. *Orthod Craniofac Res.* 2020;23:237-249. doi:10.1111/ocr.12374
- 57- Abu Arqub S, Gandhi V, Iverson MG, Alam MK, Allareddy V, Liu D, Yadav S, Mehta S. Radiographic and histological assessment of root resorption associated with conventional and mini-screw assisted rapid palatal expansion: a systematic review. *Eur J Orthod.* 2022;44(6):679–689. doi:10.1093/ejo/cjac029
- 58- Wang Z, Zhai Q, Yuan L, Cui M, Cong N, Bu J, Fang B, Liu C. The influence of maxillary expansion on nasal septum development: a narrative review. *Front Oral Maxillofac Med.* 2025;7:17. doi:10.21037/fomm-24-2.
- 59- Mateu ME, Ahmadi M, Mariscal JI, Sánchez Berardo M. Expansión palatina rápida asistida con mini-implantes. *Rev Soc Odontol La Plata.* 2019;29(57):21–24

9 AGRADECIMIENTOS

La culminación de esta monografía representa el cierre de un proceso académico, profesional y personal que fue más largo y desafiante de lo esperado. A lo largo de este camino, muchas personas contribuyeron, desde distintos lugares, a sostener, acompañar y enriquecer esta etapa de mi formación.

A la MSc. Cecilia Blanco, mi tutora, por guiarme amorosamente durante el desarrollo de esta monografía con compromiso, generosidad y mirada crítica. Agradezco su orientación, aportes y disposición para acompañarme durante este proceso, fundamental para enriquecer el trabajo y darle una mayor solidez académica.

Un agradecimiento especial, a la Mag. Claudia Silvera, del Departamento de Biblioteca de la Facultad de Odontología de la Udelar, por su generosa colaboración en la búsqueda bibliográfica. Su tiempo, dedicación y apoyo fueron esenciales para la construcción de esta revisión y para el acceso organizado a la evidencia científica que sustenta este trabajo.

A los docentes de la Carrera de Especialización en Ortodoncia y Ortopedia Dentomaxilofacial, Dra. Anabel Grassi, Dr. Daniel Harretche y Dr. Martín Zepedeo, por el conocimiento transmitido durante la formación, por su dedicación docente y por contribuir de manera significativa a mi conocimiento académico y profesional durante el cursado de la especialidad. Atravesar la pandemia transformó la manera de aprender, de encontrarnos y de sostener el vínculo académico.

A mis compañeros de clase, con quienes compartí este recorrido académico colmado de desafíos, con quienes construimos un vínculo humano más allá del aula, al punto de considerarnos familia. Gracias por el compañerismo, el apoyo, las charlas, el sostén y por hacer este camino una experiencia compartida e inolvidable.

A los pacientes que formaron parte de este proceso de formación clínica, por su confianza, paciencia y comprensión frente a las dificultades que impuso la pandemia. Su disposición para retomar los tratamientos y acompañar este recorrido fue fundamental para sostener la formación clínica.

Finalmente, mi agradecimiento más especial es para mi familia. A mi madre, por su amor incondicional, su apoyo constante y por acompañarme siempre, incluso en los momentos más difíciles y exigentes de este camino. A mi hermana, mis sobrinos y mi cuñado, por su cariño, su paciencia y su aliento permanente. Haber llegado hasta aquí también es fruto de ese acompañamiento.

A todos ellos, deseo expresar mi más sincero agradecimiento.

**10 ANEXO 1: Búsqueda bibliográfica realizada por la Mag. Claudia Silvera,
Departamento de Biblioteca, Facultad Odontología – Udelar.**

Limites: 10 años.

Solicitado: 07/11/2025 - **Enviado:** 11/11/2025

Tema: Expansión de paladar mediante las técnicas MARPE, estudios comparativos, abordaje no quirúrgico o preventivo.

DESCRIPTORES Y LENGUAJE DE JERGA:

DECS:

- ➔ Técnica de expansión palatina
- ➔ Procedimientos Quirúrgicos Mínimamente Invasivos
- ➔ Maxilar/SU
- ➔ Tornillos Óseos
- ➔ Métodos de Anclaje en Ortodoncia
- ➔ Estudio comparativo

Jerga:

expansión palatina rápida asistida con mini implantes, procedimiento quirúrgico mínimamente invasivo para tratar la atresia transversal maxilar en pacientes adultos, procedimiento quirúrgico mínimamente invasivo, tratamiento menos invasivo da deficiência transversa da maxila em adultos, expansão rápida da maxila assistida cirurgicamente (ERMAC), expansão de maxila cirurgicamente assistida (EMCA), expansão rápida da maxila (ERM)

MESH:

- ➔ Palatal Expansion Technique
- ➔ Minimally Invasive Surgical Procedures
- ➔ Maxilla/surgery
- ➔ Bone Screws
- ➔ Orthodontic Anchorage Procedures
- ➔ Comparative Study

Jerga:

miniscrew assisted rapid palatal expansionm MARPE, MISMARPE, palatal expansion minimally invasive surgically assisted, miniscrew-assisted rapid palatal expansion, miniscrew anchored rapid palatal expansion, sa-MARPE.

BASES DE DATOS	ESTRATEGIAS	RESULTADOS
PUBMED (S/L)	La técnica en general: (miniscrew assisted rapid palatal expansion OR MARPE OR MISMARPE OR palatal expansion minimally invasive surgically assisted OR miniscrew-assisted rapid palatal expansion OR miniscrew anchored rapid palatal expansion OR sa-MARPE) AND (minimally invasive) AND (maxill* AND palat* OR transverse OR adult OR midpalatal OR suture OR craniofacial sutures OR MTD OR deficien* OR discrep*) OR (Palatal Expansion Technique[Mesh] AND Minimally Invasive Surgical Procedures[Mesh] AND Maxilla/surgery[Mesh] AND Bone Screws[Mesh] AND Orthodontic Anchorage Procedures[Mesh])	<u>32</u>
	Comparaciones que incluyen esta técnica: ((miniscrew assisted rapid palatal expansion OR MARPE OR MISMARPE OR palatal expansion minimally invasive surgically assisted OR miniscrew-assisted rapid palatal expansion OR miniscrew anchored rapid palatal expansion OR sa-MARPE) AND (minimally invasive) AND (maxill* AND palat* OR transverse OR adult OR midpalatal OR suture OR craniofacial sutures OR MTD OR	<u>6</u>

	deficien* OR discrep*) OR (Palatal Expansion Technique[Mesh] AND Minimally Invasive Surgical Procedures[Mesh] AND Maxilla/surgery[Mesh] AND Bone Screws[Mesh] AND Orthodontic Anchorage Procedures[Mesh])) AND (comprara* OR comparis* OR comparative study[All])	
	La técnica y menciones de lo “no quirúrgico” en este contexto: ((miniscrew assisted rapid palatal expansion OR MARPE OR MISMARPE OR palatal expansion minimally invasive surgically assisted OR miniscrew-assisted rapid palatal expansion OR miniscrew anchored rapid palatal expansion OR sa-MARPE) AND (minimally invasive) AND (maxill* AND palat* OR transverse OR adult OR midpalatal OR suture OR craniofacial sutures OR MTD OR deficien* OR discrep*) OR (Palatal Expansion Technique[Mesh] AND Minimally Invasive Surgical Procedures[Mesh] AND Maxilla/surgery[Mesh] AND Bone Screws[Mesh] AND Orthodontic Anchorage Procedures[Mesh])) AND (non-surgical OR nonsurgical OR ("prevent surgical"[tiab:~0]))	<u>4</u>
BVS (S/L)	(mh:"Técnica de expansión palatina" AND mh:"Procedimientos Quirúrgicos Mínimamente Invasivos" AND mh:"Maxilar/SU" AND mh:"Tornillos Óseos" AND mh:"Métodos de Anclaje en Ortodoncia") OR (expan* AND pala* AND ((Mínim* Invasiv*) AND MARPE OR MISMARPE SA-MARPE OR ((pala* OR maxil* OR sutur*) AND asist* AND (quirur* OR cirug*)))) OR (expansión AND maxilar AND asistida AND mini implantes)	<u>22</u>
	Estudios comparativos: (mh:"Técnica de expansión palatina" AND mh:"Procedimientos Quirúrgicos Mínimamente Invasivos") AND compar* AND instance:"lilacsplus"	<u>2</u>
Epistemonikos (10 AÑOS)	(title:((title:(miniscrew assisted rapid palatal expansion) OR abstract:(miniscrew assisted rapid palatal expansion)) OR (title:(MARPE) OR abstract:(MARPE)) OR (title:(MISMARPE) OR abstract:(MISMARPE)) OR (title:(palatal expansion minimally invasive surgically assisted) OR abstract:(palatal expansion minimally invasive surgically assisted)) OR (title:(miniscrew-assisted palatal expansion) OR abstract:(miniscrew-assisted palatal expansion)) OR (title:(miniscrew anchored rapid palatal expansion) OR abstract:(miniscrew anchored rapid palatal expansion)) OR (title:(sa-MARPE) OR abstract:(sa-MARPE)) OR (title:(miniscrew assisted rapid palatal expansion) OR abstract:(miniscrew assisted rapid palatal expansion))) OR abstract:((title:(miniscrew assisted rapid palatal expansion) OR abstract:(miniscrew assisted rapid palatal expansion)) OR (title:(MARPE) OR abstract:(MARPE)) OR (title:(MISMARPE) OR abstract:(MISMARPE)) OR (title:(palatal expansion minimally invasive surgically assisted) OR abstract:(palatal expansion minimally invasive surgically assisted)) OR (title:(miniscrew-assisted palatal expansion) OR abstract:(miniscrew-assisted palatal expansion)) OR (title:(miniscrew anchored rapid palatal expansion) OR abstract:(miniscrew anchored rapid palatal expansion)) OR (title:(sa-MARPE) OR abstract:(sa-MARPE)) OR (title:(miniscrew assisted rapid palatal expansion) OR abstract:(miniscrew assisted rapid palatal expansion))))	<u>11 RS</u>
Cochrane Library	ID Search Hits #1 MeSH descriptor: [Palatal Expansion Technique] explode all trees 336	<u>2 ECAs</u>

	#2 MeSH descriptor: [Minimally Invasive Surgical Procedures] explode all trees 44975 #3 #1 AND #2 2	
Scholar Google (10 AÑOS)	Inglés: ("miniscrew assisted rapid palatal expansion" MARPE MISMARPE sa-MARPE "palatal expansion minimally invasive surgically assisted" "miniscrew-assisted palatal expansion" "miniscrew anchored rapid palatal expansion" "miniscrew assisted rapid palatal expansion") Comparativos: (comparative comparison) ("miniscrew assisted rapid palatal expansion" MARPE MISMARPE sa-MARPE "palatal expansion minimally invasive surgically assisted" "miniscrew-assisted palatal expansion" "miniscrew anchored rapid palatal expansion" "miniscrew assisted rapid palatal expansion")	Ver resultados Ver resultados Ver resultados
	Español: (asistida mini tornillos mini-implantes) (expansión expansores) (palatal paladar maxilar sutura) mínimamente invasiva quirúrgica (paladar (estrecho adulto transpalatina discrepancia deficiencia)) Comparativos: (comparativo comparar) (asistida mini tornillos mini-implantes) (expansión expansores) (palatal paladar maxilar sutura) mínimamente invasiva quirúrgica (paladar (estrecho adulto transpalatina discrepancia deficiencia))	Ver resultados
Enviado por: Mag. Claudia Silvera - Departamento de Biblioteca		

11 ANEXO 2: Clasificación metodológica extendida de los artículos incluidos en la revisión narrativa.

<i>n</i>	Autor/año	Tipo de estudio	Diseño / muestra u objeto	Técnica / tema	Uso en la monografía	Observación
12	Puigdollers, 2017	Editorial / comentario clínico	Sin muestra clínica	Anclaje esquelético	Introduce el concepto de anclaje esquelético en disyunción maxilar.	Fuente conceptual breve.
14	Bi y Li, 2022	Revisión sistemática y meta-análisis	Estudios sobre expansión asistida por mini-implantes	MARME MARPE	Compara eficacia frente a RME convencional y efectos esqueléticos/dentoalveolares.	Evidencia de alto valor, pero depende de heterogeneidad de estudios incluidos.
17	Gürsu y Şimşek, 2025	Estudio biomecánico computacional	Modelos por elementos finitos	Patrón de apertura. Elementos finitos	Apoya análisis biomecánicos del patrón de desplazamiento maxilar y de la distribución de tensiones según diferentes condiciones quirúrgicas asociadas a la expansión.	Evidencia biomecánica, no clínica directa, útil para interpretar patrón de apertura y la distribución de resistencias.
20	Christovam et al., 2021	Estudio observacional tomográfico	Evaluación CBCT de sutura palatina media	Diagnóstico sutural	Refuerza la importancia del diagnóstico tomográfico previo.	Útil para criterios de selección.
22	Santagata et al., 2025	Revisión narrativa/ actualización	Literatura sobre abordajes mínimamente invasivos	SARPE MISARME	Sistematiza conceptos actuales de mínima invasividad quirúrgica.	Fuente conceptual.
23	Camps-Perepérez et al., 2023	Estudio clínico prospectivo	Pacientes tratados con SARPE mínimamente invasiva	Cambios dentoesqueletales 3D	Evalúa resultados tridimensionales de abordajes conservadores.	Evidencia clínica prospectiva.
24	Bastos et al., 2024	Estudio comparativo de cohortes	Pacientes: 21 MISMARPE y 16 SARPE	MISMARPE, cavidad nasal y vía aérea	Analiza los efectos de MISMARPE sobre cavidad nasal, piso nasal, vía aérea superior y patrón tridimensional de expansión del complejo nasomaxilar.	Compara MISMARPE con SARPE y aporta información sobre el patrón tridimensional de expansión y recuperación nasal.
25	Pham et al., 2025	Estudio clínico prospectivo	Pacientes tratados con MARPE	MARPE CBCT	Sustenta resultados clínicos y tomográficos en adolescentes tardíos/adultos jóvenes.	Útil para eficacia de MARPE.
26	Coviello et al., 2025	Reporte de caso	Paciente de 19 años	Zona gris terapéutica	Ilustra selección cuidadosa de un caso tratado con RME dentoportada.	Evidencia baja, valor ilustrativo.
27	Lippi Ciantelli et al., 2024	Caso clínico	Tratamiento con MARPE y mini-implantes extra-alveolares	MARPE anclaje esquelético	Ejemplifica aplicación clínica compleja de MARPE Corticopunción.	Evidencia baja; útil como ejemplo.
28	Jesús, 2023	Tesis Estudio tomográfico	Superposición por equivalencia de vóxel	MARPE	Analiza cambios tridimensionales y patrón de apertura.	Fuente académica: útil para interpretar el patrón de apertura sutural mediante análisis tridimensional.
29	Siddhisaributr et al., 2022	Revisión sistemática y meta-análisis	Estudios CBCT sobre MARPE	MARPE	Sintetiza efectividad de MARPE y la variabilidad del patrón de expansión entre sus componentes esqueléticos, alveolares y dentarios.	Evidencia de alto valor para resultados tridimensionales y patrón de expansión en MARPE.
30	Bortolotti et al., 2020	Revisión sistemática	Ensayos clínicos sobre SARPE	SARPE/SARME	Discute efectos esqueléticos y dentales inmediatos.	Útil para mostrar que SARPE no es puramente esquelético.
31	Barone et al., 2020	Estudio clínico comparativo	SARME dentoportado vs óseo-anclado	Tipo de anclaje en SARME	Compara estabilidad, eficiencia y patrón regional de expansión.	Evidencia clínica comparativa.

n	Autor/año	Tipo de estudio	Diseño / muestra u objeto	Técnica / tema	Uso en la monografía	Observación
32	Moura et al., 2016	Estudio clínico comparativo retrospectivo	SARPE con y sin disyunción pterigomaxilar	Patrón de apertura	Analiza el patrón de apertura de la sutura palatina media en SARPE con y sin disyunción pterigomaxilar.	Importante para el OE 2.2.3., ya que relaciona la liberación pterigomaxilar con el patrón de apertura sutural.
33	Silva, 2010	Tesis de maestría. Estudio tomográfico	17 pacientes evaluados con CBCT antes y después de SARPE.	SARPE sin disyunción pterigomaxilar.	Analiza expansión tridimensional sin liberación pterigomaxilar. Evidencia sobre distribución no homogénea entre región anterior y posterior, componentes óseos, dentario y alveolar.	Fuente académica útil para analizar patrones de expansión en abordajes quirúrgicos conservadores.
34	Sankar et al., 2021	Estudio por elementos finitos	Modelos con diferentes osteotomías	Patrón de apertura/ elementos finitos.	Sustenta el análisis biomecánico del patrón de apertura y distribución de tensiones según diferentes grados de liberación de las estructuras de resistencia maxilar.	No extrapolar como evidencia clínica directa. Aporta interpretación biomecánica del patrón de apertura.
35	Soto et al., 2024	Revisión narrativa	Técnicas de expansión maxilar	RME MARPE SARPE MISMARPE	Integra técnicas dentro de un continuo terapéutico.	Fuente de apoyo conceptual.
36	Haas Júnior et al., 2024	Artículo técnico / protocolo clínico	25 casos consecutivos; protocolo MISMARPE	MISMARPE	Describe protocolo, anclaje, planificación, activación y transición desde RME, SARPE a MISMARPE.	Contextualiza RME, SARPE convencional y morbilidad quirúrgica; no es solo técnico.
37	Haas Junior et al., 2022	Estudio clínico prospectivo	11 adultos tratados con MISMARPE	MISMARPE en adultos	Evalúa resultados clínicos iniciales de MISMARPE en adultos, incluyendo patrón de expansión, dolor, tiempo operatorio y mínima invasividad. Contextualiza SARPE: Le Fort I como alternativas históricas en adultos.	Estudio de prueba de concepto con muestra pequeña. Útil para contextualizar la transición desde SARPE convencional hacia MISMARPE. el propio texto pide estudios comparativos mayores.
38	Mommaerts et al., 2008	Estudio clínico prospectivo	59 pacientes	Osteo-distracción transpalatina	Analiza morbilidad relacionada con endo-corticotomías.	Útil para morbilidad quirúrgica.
39	Rachmiel et al., 2020	Estudio retrospectivo	31 adultos con SARPE	SARPE	Fundamenta indicaciones, resultados y estabilidad en adultos.	Evidencia clínica directa.
40	Tausche et al., 2007	Estudio piloto clínico	Evaluación tridimensional	Expansión óseo-soportada	Describe evolución hacia anclaje implanto- soportado.	Valor histórico-técnico.
41	Raffaini y Arcuri, 2025	Comunicación clínica / técnica	LIGHT SARPE	SARPE ambulatoria	Presenta una variante de menor invasividad bajo anestesia local.	Evidencia técnica inicial.
42	Rajalakshmi et al., 2025	Estudio retrospectivo	Casos tratados con MARPE	Riesgos de MARPE	Analiza complicaciones y estrategias preventivas.	Importante para equilibrar el optimismo sobre MARPE.
43	Suzuki et al., 2018	Reporte de caso	Paciente adulta tratada con MARPE + corticopunción	Corticopunción	Presenta recurso auxiliar para facilitar apertura sutural.	Evidencia baja; valor exploratorio.
44	Da Silva et al., 2023/2024	Estudio comparativo preliminar	SARPE vs MISMARPE	Comparación de técnicas	Compara efectos esqueléticos y dentales de SARPE Y MISMARPE mediante CBCT. Aporta información sobre el patrón tridimensional de expansión de ambas técnicas.	Compara resultados y patrón tridimensional de expansión entre abordajes quirúrgicos y mínimamente invasivos.

n	Autor/año	Tipo de estudio	Diseño / muestra u objeto	Técnica / tema	Uso en la monografía	Observación
45	Gayibov et al., 2025	Ensayo clínico aleatorizado	MISARME vs SARME	Morbilidad. Resultados del paciente	Evalúa dolor, edema, sangrado, recuperación y tolerancia.	Evidencia metodológicamente fuerte.
46	Santagata et al., 2019	Nota técnica	Técnica de túnel con tres incisiones	SARPE mín. invasiva	Describe reducción de cambios nasolabiales.	Técnica, no evidencia comparativa amplia.
47	Yoon et al., 2020	Estudio retrospectivo	Adultos con OSA y maxilar estrecho.	DOMÉ	Presenta expansión orientada a objetivos respiratorios.	No es tema central; útil como innovación funcional.
48	Shi et al., 2020	Elementos finitos	Tres modelos con distracción ósea.	Condiciones quirúrgicas	Analiza el desplazamiento maxilar y la distribución de tensiones bajo diferentes condiciones de expansión quirúrgicamente asistida.	Evidencia biomecánica útil para interpretar el patrón de apertura y las áreas de Resistencia maxilar.
49	Tieghi Neto, 2017	Tesis / elementos finitos	Modelo de maxila con aparato óseo-soportado	Distribución de tensiones. Anclaje óseo	Evalúa la distribución de tensiones generadas durante la expansión quirúrgicamente asistida con aparato óseo-soportado.	Fuente académica útil para analizar la influencia del anclaje óseo en la biomecánica expansiva.
50	Zavattero et al., 2021	Nota técnica. Serie de casos	SARPE asistida por piezocirugía	Piezocirugía	Presenta abordaje quirúrgico menos traumático.	Evidencia técnica-clínica inicial.
51	Rana et al., 2013	Ensayo clínico aleatorizado prospectivo	Piezocirugía vs sierra/cíncel	Morbilidad quirúrgica	Compara instrumentos y efectos postoperatorios.	Evidencia fuerte para morbilidad.
52	Wei et al., 2025	Artículo técnico	Separación sutural con piezocirugía	Piezocirugía	Describe separación mín. invasiva de la sutura palatina media.	Innovación técnica reciente.
53	Yazigi et al., 2018	Estudio prospectivo comparativo	SAME convencional vs selectiva	Vía aérea superior	Evalúa cambios volumétricos mediante CBCT.	Útil para resultados funcionales.
54	Zhang et al., 2025	Protocolo de ensayo clínico aleatorizado	RCT planificado con 20 adultos	MSO-MARPE vs SARPE	Evidencia emergente de una alternativa mínimamente invasiva frente a SARPE.	No aporta resultados clínicos todavía es protocolo.
55	Walter et al., 2025	Serie de casos Estudio descriptivo	MARPE MASPE con fracturas no deseadas	Complicaciones	Analiza riesgos severos de expansión asistida por mini-implantes.	Muy útil para: OE 2.2.4.
56	Copello et al., 2020	Revisión sistemática y meta-análisis	MARPE vs RME convencional	Hueso alveolar vestibular	Compara efectos sobre hueso alveolar.	Evidencia relevante para resultados periodontales.
57	Abu Arqub et al., 2022	Revisión sistemática	RPE y MARPE	Reabsorción radicular	Analiza efectos radiográficos e histológicos sobre raíces.	Útil para morbilidad dentaria.
58	Wang et al., 2025	Revisión narrativa	Septum nasal y expansión maxilar	Estructuras nasales	Contextualiza cambios nasales y función respiratoria.	Fuente conceptual.
59	Mateu et al., 2019	Reporte de caso / artículo técnico	Expansión asistida con mini-implantes	Antecedente de anclaje esquelético	Se usa como antecedente clínico y conceptual.	Cuidado: caso pediátrico técnico, no evidencia central en adultos.

Nota: OE 2.2.1: Descripción de técnicas. OE 2.2.2: Comparación de resultados esqueléticos, dentoalveolares y periodontales. OE 2.2.3: Patrón de apertura de la sutura palatina media asociado a los diferentes abordajes de expansión maxilar. OE 2.2.4: Morbilidad, complicaciones y criterios clínicos de indicación.