



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), noviembre-diciembre 2024,
Volumen 8, Número 6.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6

TÉCNICAS Y RESULTADOS DE ABORDAJES PARA LA EXPANSIÓN RÁPIDA DEL MAXILAR. REVISIÓN DE LA LITERATURA

**TECHNIQUES AND RESULTS OF APPROACHES FOR RAPID
MAXILLARY EXPANSION. LITERATURE REVIEW**

Od. Julio Anthony Campoverde

Investigador independiente – E.E.U.U.

Od. Arturo Andrés Rodríguez Largo

Investigador independiente - Ecuador

Od. Cristian Andrés Flores Oña

Investigador independiente - Ecuador

Od. Luis Franklin Mullo Carmilema

Investigador independiente - Ecuador

Od. Connie Lisette Ronquillo Matamoras

Investigador independiente – Ecuador

Od. Doménica Alejandra Delgado González

Investigador independiente - Ecuador

Od. Karla Alexandra Rodriguez Conza

Investigador independiente - Ecuador

Od. Lía Valeria Valladares Izurieta

Investigador independiente - Ecuador

Od. Cristina Abigail Romero Silva

Investigador independiente - Ecuador

Técnicas y resultados de abordajes para la expansión rápida del maxilar. Revisión de la literatura

Od. Julio Anthony Campoverde¹

anthonycampoverde@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0000-1768-4830>

Investigador Independiente

Newark, New Jersey - E.E.U.U.

Od. Arturo Andrés Rodríguez Largo

ar.andres7172@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0001-3877-2335>

Investigador Independiente

Quito - Ecuador

Od. Cristian Andrés Flores Oña

crisandresfo@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-2527-0831>

Investigador Independiente

Quito - Ecuador

Od. Luis Franklin Mullo Carmilema

mcd_frank_dk@icloud.com

<https://orcid.org/0009-0002-6475-3274>

Investigador Independiente

Quito - Ecuador

Od. Connie Lisette Ronquillo Matamoros

odconnieronquillom@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0001-1153-6471>

Investigador Independiente

Guayaquil - Ecuador

Od. Doménica Alejandra Delgado González

domenicadelgado1999@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-2556-3928>

Investigador Independiente

Pichincha - Ecuador

Od. Karla Alexandra Rodriguez Conza

Karlarodriguezc.319@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0005-0148-5550>

Investigador Independiente

Galápagos - Ecuador

Od. Lía Valeria Valladares Izurieta

valevalladares2000000@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-3679-0216>

Investigadora Independiente

Pichincha - Ecuador

Od. Cristina Abigail Romero Silva

cristinaabigail.rs@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-2898-7027>

Investigadora Independiente

Pichincha - Ecuador

RESUMEN

La expansión del maxilar es un procedimiento de larga data, puede ser ortopédico mecánico o quirúrgico usado para corregir la corrección de anomalías dentales y esqueléticas como para la mejora de la función respiratoria en algunos pacientes. El abordaje y técnica usada siempre será un procedimiento para considerar por un estomatólogo siempre individualizando el enfoque terapéutico para optimizar los resultados y minimizar las posibles complicaciones. Debido a la importancia que presenta este tema para el área estomatológica, planteamos un estudio que tiene como objetivo conocer las técnicas y abordajes tanto quirúrgicos como conservadoras que existen en la práctica odontológica.

Palabras clave: maxilar, estomatología, expansión maxilar

¹ Autor Principal

Correspondencia: anthonycampoverde@hotmail.com

Techniques and results of approaches for rapid maxillary expansion.

Literature review

ABSTRACT

Maxillary expansion is a long-standing procedure, it can be mechanical orthopedic or surgical, used to correct dental and skeletal anomalies as well as to improve respiratory function in some patients. The approach and technique used will always be a procedure to be considered by a dentist, always individualizing the therapeutic approach to optimize results and minimize possible complications. Due to the importance of this topic for the stomatological area, we propose a study that aims to know the techniques and approaches, both surgical and conservative, that exist in dental practice.

Keywords: maxilla, stomatology, maxillary expansion

Artículo recibido: 15 octubre 2024

Aceptado para publicación: 20 noviembre 2024

INTRODUCCIÓN

La expansión del maxilar es un procedimiento que existe desde mediados del siglo XIX, siendo un procedimiento ortopédico mecánico frecuentemente usado para corregir la atresia maxilar transversal, consiste en separar ortopédicamente el paladar a nivel de la sutura media, siendo el efecto principal la apertura de la sutura intermaxilar por consiguiente el aumento transversal movimientos de la base del hueso superior (Puerta, 2001; Vallejo et al., 2020).

Las anomalías dentomaxilares son alteraciones con una prevalencia alta afectando entre 35-50% de niños. Por lo que el uso de aparatos odontológicos expansores cobra gran importancia, pero más aun las técnicas y abordajes mecánicos como quirúrgicos. Cedimentada por los variados efectos secundarios positivos en la salud general del paciente, la cantidad de indicaciones para la expansión rápida del maxilar (ERM) ha crecido a lo largo de los años (Pérez-Flores et al., 2020).

El abordaje y técnica usada siempre será un procedimiento para considerar por un estomatólogo que tenga experiencia en estos procedimientos y considerando al paciente, datos como la madurez ósea, la magnitud, que son claves para determinar el tratamiento a utilizar. En los pacientes más jóvenes la aplicación de fuerzas por medio del uso de tratamiento ortodóntico-ortopédico es posible, pero a partir de la adolescencia las suturas comienzan a ínter digitarse hasta llegar a una total madurez ósea, de forma que es difícil realizar su separación por medio de tratamiento conservador (Longlax et al., 2020; Ameneiros, Soto, & Cruz, 2021; Rodrigues et al., 2007).

Debido a la importancia que presenta este tema para el área estomatológica, planteamos un estudio que tiene como objetivo conocer las técnicas y abordajes tanto quirúrgicos como conservadoras que existen en la práctica odontológica.

METODOLOGÍA

Se realizó búsqueda en Pubmed, Web Of Science, Cochrane con los términos indexados en español: “técnicas”, “resultados” “estrategias” “expansión”, “rápida” y “maxilar”, junto a sus términos indexados en inglés: “techniques”, “results”, “strategies”, “rapid”, “expansion” y “maxillary”. Se seleccionan los artículos relacionados a las técnicas y resultados de abordajes para la expansión mandibular.

RESULTADOS

La expansión rápida del maxilar es una técnica ortodóntica eficaz para corregir la mordida cruzada posterior, reducir el apiñamiento dental y lograr una oclusión estable. Esta técnica ofrece beneficios en el hueso basal maxilar y en la vía aérea nasal (Mossaad et al., 2023). Sin embargo, la ERM convencional en adultos presenta complicaciones, como la dificultad para liberar la sutura palatina, isquemia, ulceraciones e inflamación (Garrocho-Rangel et al., 2023). La principal causa de falla en la ERM convencional es el aumento de la rigidez en el esqueleto facial en desarrollo. Diversas técnicas de osteotomías maxilares han sido propuestas como auxiliares para facilitar la expansión (Suri & Taneja, 2008; D'Souza, Kumar, & Shetty, 2015).

Mecanismos de la Expansión rápida del maxilar

Durante el tratamiento de ERM, los procesos palatino, maxilar y pterigoideo del hueso esfenoides reciben tanto fuerzas laterales como de expansión. Al aplicar estas fuerzas, el dispositivo de ERM comprime el ligamento periodontal, inclina los dientes de anclaje y abre progresivamente la sutura palatina media, separando los huesos maxilares. Esto suele resultar en un aumento de las dimensiones transversales del arco superior, principalmente debido a cambios esqueléticos asociados con modificaciones dentales (Ghoneima et al., 2011).

Han et al (2009) demostraron que la separación pterigomaxilar junto con la osteotomía de Le Fort I y la osteotomía paramediana puede aumentar eficazmente la expansión maxilar, a la vez que reduce la tensión en los dientes de anclaje. Los pacientes con suturas palatinas medias gruesas han tenido éxito con la expansión maxilar asistida quirúrgicamente (SARME), la cual permite la apertura de la sutura. La ERM tiene el potencial de aumentar considerablemente las dimensiones transversales lineales (Garib et al., 2005). El tratamiento de pacientes en fase puberal representa un reto para los clínicos, ya que algunos autores sostienen que no es posible expandir el arco maxilar en pacientes maduros. Sin embargo, datos recientes indican que es factible lograr la expansión del paladar en jóvenes adultos (Baydas et al., 2006; Gohl, Nguyen, & Enciso, 2010). En la biomecánica de la ERM se emplean

alambres de acero inoxidable y un tornillo de activación para reducir la tendencia de inclinación de las mitades maxilares (Braun et al., 2000). Los pacientes con suturas palatinas medias gruesas han mostrado buenos resultados con SARME, que facilita la apertura de la sutura. La ERM puede aumentar significativamente las dimensiones transversales, y sus efectos ortopédicos con expansores dentales y dento-tisulares son comparables (Garib et al., 2005).

Dispositivos para Expansión Maxilar

Se han desarrollado numerosos dispositivos de expansión maxilar, cada uno con ventajas y desventajas específicas. Romanyk et al. (2010) clasifican estos dispositivos en tres categorías: aleación de memoria de forma, magnéticos, de tornillo o resorte, y sugieren posibles mejoras. Un dispositivo de ERM de cobertura completa ha demostrado su utilidad en diversas situaciones ortodónticas. Winsauer et al. (2013) proponen un dispositivo anclado al hueso para una expansión maxilar rápida, reduciendo el riesgo de daño radicular y la necesidad de intervención quirúrgica. Yilmaz et al. (2015) comparan dos protocolos tradicionales de expansión y un dispositivo soportado por mini-implantes, concluyendo que este último podría ser más adecuado en ciertas circunstancias. Existen dos grupos principales de dispositivos metálicos para ERM: el primer grupo se usa en dentición decidua y mixta temprana, mientras que el segundo, que incluye dispositivos como el Hyrax, el Haas, el Cap splint y el Minne expander, se emplea en dentición mixta tardía y permanente para una expansión más controlada y división segura del paladar (Perillo et al., 2014; Loddi et al., 2008; Garib et al., 2005).

Fuerzas en la ERM

Los pacientes pueden experimentar variaciones significativas en las fuerzas aplicadas al maxilar durante la ERM, que pueden llegar hasta 120 N (Jambi et al., 2024). Braun et al. (2000) sugieren que el uso de componentes más gruesos en el dispositivo de expansión y alambres de acero inoxidable de mayor diámetro puede reducir la inclinación de las mitades maxilares (Braun et al., 2000). Además, el crecimiento de las suturas maxilares puede estimularse mediante fuerzas ligeras y continuas, como las generadas por dispositivos de expansión magnética, lo que podría provocar movimientos en el esqueleto y los dientes. Para evitar la recaída, es crucial que las fuerzas de

expansión sean contrarrestadas por el complejo craneofacial y que se permita la reducción completa de estas tensiones antes de retirar el dispositivo (Baxi et al., 2022).

Efectos Dentales y Esqueléticos de la ERM

Haas informó que la apertura de la sutura era mayor entre los incisivos que entre los molares, y que el enderezamiento de los molares tras la expansión podría llevar a una pérdida de ancho en el arco al finalizar el tratamiento (Andrew & Haas, 1961). Otros estudios no encontraron correlación entre el aumento del ancho del arco y el tipo facial o la edad de los pacientes. La apertura de la sutura palatina media con un dispositivo Hyrax ha mostrado ser un procedimiento seguro y confiable en pacientes jóvenes. La mayoría de los estudios con SARME lograron un aumento en el ancho del arco sin afectar significativamente el flujo sanguíneo hacia la pulpa dental (Gohl, Nguyen, & Enciso, 2010; Garib et al., 2005). La expansión de los arcos dentales puede contribuir a evitar extracciones dentales en el tratamiento ortodóntico. La expansión maxilar desplaza el hueso expandido hacia abajo y adelante, dividiendo el maxilar en dos partes, con un fulcro de rotación ubicado en la sutura frontomaxilar (Oztürk et al., 2003). Garrett et al. (2008) demostraron que la ERM principalmente causa inclinación dental y flexión alveolar, con un aumento notable en la anchura nasal, lo cual fue confirmado por Luebbert et al. (2016) quienes destacaron que los cambios dentales fueron más evidentes que los esqueléticos en diferentes poblaciones. Cross et al. (2000) sugieren que la edad y madurez del paciente pueden influir en el patrón de expansión generado por la ERM.

Efectos en las Vías Nasales

Después de la ERM, se observa un aumento en el ancho de la cavidad nasal (Iwasaki et al., 2012). Existe controversia sobre la eficacia de la ERM para aliviar la obstrucción nasal, mejorar la respiración nasal y disminuir la resistencia respiratoria. Algunos estudios encontraron que el área transversal de las vías nasales aumentó aproximadamente un 55%, mientras que la resistencia nasal disminuyó tras la ERM (Kim et al., 2019; Tzironi et al., 2023; Yacout et al., 2021).



Estabilidad de la Expansión Maxilar

Para evitar recaídas, se recomienda sobreexpandir la ERM y mantenerla en retención por un mínimo de 2 años para contrarrestar las fuerzas tensiles generadas por el estiramiento del tejido blando durante la expansión (Mossaad et al., 2022). La edad también puede afectar la estabilidad de la expansión, ya que en individuos mayores la ganancia en anchura obtenida puede reducirse (Geramy & Ebrahimi, 2023; Adkins, Nanda, & Currier, 1990). Linder-Aronson y Lindgren (1979) estudiaron la estabilidad dental y esquelética tras la expansión y a los 5 años de retención, mostrando que el incremento final en el ancho inter-molar fue mayor que en el ancho intercanino. Por ello, se recomienda un período de retención de al menos 6 meses tras la ERM (Costa et al., 2017). La estabilidad varía; después de 3 años, algunos estudios muestran una reducción en el ancho basal maxilar y en los molares superiores (An, Seo, & Ahn, 2022). La aplicación de intervenciones quirúrgicas, como la osteotomía lateral, en la ERM ofrece estabilidad a largo plazo. Según estos hallazgos, la ERM puede aumentar eficazmente el ancho maxilar, aunque la estabilidad a largo plazo de estos cambios depende de factores como la edad y la técnica empleada (An, Seo, & Ahn, 2022; Lin et al., 2023).

Enfoques Quirúrgicos para la Expansión Maxilar

A lo largo del tiempo, las técnicas quirúrgicas para la expansión maxilar han evolucionado, priorizando la mínima invasión y una estabilidad a largo plazo (Mossaad et al., 2023). Tanto Woods et al. (1997) como Turvey (1985) abogan por un enfoque combinado entre cirugía y ortodoncia. Woods et al. (1997) subrayan la importancia de añadir una osteotomía debajo de la espina nasal y liberar las articulaciones circunmaxilares, mientras que Turvey (1985) destaca la relevancia de liberar los tejidos blandos en la región palatina y utilizar injertos óseos locales.

Anttila et al. (2004) señalaron la eficacia y viabilidad de la expansión maxilar asistida quirúrgicamente (SARME), especialmente en lo referente a la estabilidad a largo plazo después de realizar una osteotomía en las paredes laterales del maxilar. En conjunto, estos estudios demuestran la efectividad de distintas estrategias quirúrgicas para la expansión maxilar, enfocándose en

métodos menos invasivos y con una mayor estabilidad a largo plazo (Turvey, 1985; Pereira et al., 2012).

DISCUSIÓN

La expansión maxilar se ha consolidado como una técnica clave en el tratamiento de diversas anomalías dentales y esqueléticas, con un impacto significativo en la corrección de mordidas cruzadas y la reducción del apiñamiento dental (Mossaad et al., 2023). A lo largo del tiempo, las opciones para lograr una expansión efectiva han evolucionado, integrando tanto dispositivos ortodónticos tradicionales como enfoques quirúrgicos. Cada tipo de dispositivo para expansión maxilar ofrece ventajas y desventajas específicas, lo que ha llevado al desarrollo de dispositivos más sofisticados y especializados (Suri &

Taneja, 2008; D'Souza, Kumar, & Shetty, 2015). Romanyk et al. (2010) propusieron una clasificación de estos dispositivos en tres tipos: aleaciones con memoria de forma, magnéticos, y dispositivos de tornillo o resorte, cada uno de los cuales puede adaptarse a distintas necesidades clínicas y mejorar los resultados de la expansión. Esto permite que los profesionales seleccionen dispositivos que se ajusten mejor a las características y necesidades de cada paciente, optimizando los beneficios y minimizando los riesgos.

La aplicación de fuerzas en la expansión maxilar, especialmente mediante dispositivos de expansión rápida del maxilar (ERM), implica tanto fuerzas de compresión como de expansión que afectan directamente las estructuras óseas y los dientes de anclaje (Jambi et al., 2024). Las investigaciones sugieren que el uso de componentes más robustos, como alambres de acero inoxidable de mayor diámetro, puede reducir la inclinación de las mitades maxilares, promoviendo una expansión más controlada (Braun et al., 2000). Además, algunos dispositivos de expansión, como los magnéticos, generan fuerzas continuas y ligeras que pueden estimular el crecimiento sutural, lo cual es particularmente útil en pacientes en fase de crecimiento, contribuyendo así a una expansión tanto dental como esquelética. Para prevenir recaídas, se recomienda un tiempo de retención adecuado, lo cual ayuda a que las estructuras maxilares y la musculatura circundante se adapten al nuevo ancho del maxilar (Baxi et al., 2022).



Por otro lado, la estabilidad a largo plazo de la expansión maxilar depende de factores como la edad del paciente y la técnica utilizada. En individuos jóvenes, la expansión suele mantenerse más estable debido a la flexibilidad y la capacidad de adaptación del complejo craneofacial (Geramy & Ebrahimi, 2023; Adkins, Nanda, & Currier, 1990). Sin embargo, en pacientes adultos o con madurez esquelética, las fuerzas de expansión pueden no ser suficientes para lograr una expansión estable sin un soporte quirúrgico (Baxi et al., 2022). La expansión maxilar asistida quirúrgicamente (SARME) ha demostrado ser particularmente efectiva en estos casos, al proporcionar una mayor estabilidad a largo plazo mediante la liberación de las articulaciones circunmaxilares y la aplicación de osteotomías laterales (Braun et al., 2000).

Los efectos de la expansión maxilar no solo se limitan a la cavidad oral, sino que también pueden beneficiar las vías respiratorias nasales (Andrew & Haas, 1961). Diversos estudios han encontrado que la ERM incrementa significativamente el ancho de la cavidad nasal, lo cual podría contribuir a la reducción de la resistencia respiratoria y mejorar la respiración nasal. Sin embargo, existen controversias en torno a estos beneficios, ya que algunos pacientes experimentan un alivio notable de la obstrucción nasal, mientras que en otros los efectos son menos pronunciados (Gohl, Nguyen, & Enciso, 2010; Garib et al., 2005). Este potencial impacto en las vías respiratorias resalta la importancia de una evaluación integral del paciente, considerando tanto los efectos dentales y esqueléticos como los posibles beneficios en la función respiratoria (Garrett et al., 2008; Luebbert, Ghoneima, & Lagravère, 2016).

Desde el punto de vista quirúrgico, los avances en técnicas para expansión maxilar se han orientado hacia métodos menos invasivos y con una mayor estabilidad a largo plazo. Se recomiendan una combinación de cirugía y ortodoncia para maximizar los resultados, sugiriendo la liberación de los tejidos blandos y el uso de injertos óseos locales en la región palatina para mejorar la estabilidad y disminuir la invasión del procedimiento (Kim et al., 2019; Tzironi et al., 2023; Yacout et al., 2021). La osteotomía lateral, permite una expansión efectiva del maxilar en pacientes adultos y mejora los resultados al reducir la tensión en los dientes de anclaje, brindando así una alternativa para aquellos

que no logran resultados óptimos solo con dispositivos de ERM (Suri & Taneja, 2008; D'Souza, Kumar, & Shetty, 2015).

CONCLUSIONES

La expansión maxilar constituye una herramienta fundamental en ortodoncia y cirugía maxilofacial, ofreciendo soluciones eficaces tanto para la corrección de anomalías dentales y esqueléticas como para la mejora de la función respiratoria en algunos pacientes. La combinación de técnicas ortodónticas y quirúrgicas, como la ERM y SARME, permite abordar la expansión maxilar en una amplia gama de casos, desde pacientes en crecimiento hasta adultos con madurez esquelética. La evolución de los dispositivos y los avances en técnicas quirúrgicas menos invasivas han mejorado tanto la eficacia como la estabilidad a largo plazo de estos tratamientos. No obstante, es crucial individualizar el enfoque terapéutico para optimizar los resultados y minimizar las posibles complicaciones. A futuro, se requiere de más investigación para consolidar los conocimientos sobre la estabilidad a largo plazo y para desarrollar estrategias que ofrezcan un equilibrio óptimo entre efectividad, seguridad y comodidad para el paciente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ameneiros, O., Soto, A., & Cruz, D. (2021). Expansión ortopédica del maxilar. Disyunción rápida. *Invest. Medicoquir*(13). Obtenido de

<https://www.medigraphic.com/pdfs/invmed/cm-q-2021/cm-q213p.pdf>

Adkins, M., Nanda, R., & Currier, G. (1990). Arch perimeter changes on rapid palatal expansion. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 97(3), 194-199.

doi:

[https://doi.org/10.1016/S0889-5406\(05\)80051-4](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(05)80051-4)

An, J., Seo, B., & Ahn, S. (2022). Differences in dentoskeletal and soft tissue changes due to rapid maxillary expansion using a tooth-borne expander between adolescents and adults: A retrospective observational study. *Korean journal of orthodontics*, 52(2), 131-141.

doi: <https://doi.org/10.4041/kjod.2022.52.2.131>



- Andrew, J., & Haas, D. (1961). Rapid Expansion Of The Maxillary Dental Arch And Nasal Cavity By Opening The Midpalatal Suture. *Angle Orthod* , 31(2), 73-90.
doi: [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1961\)031%3C0073:REOTMD%3E2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1961)031%3C0073:REOTMD%3E2.0.CO;2)
- Anttila, A., Finne, K., Keski-Nisula, K., Somppi, M., Panula, K., & Peltomäki, T. (2004). Feasibility and long-term stability of surgically assisted rapid maxillary expansion with lateral osteotomy. *European journal of orthodontics*, 26(4), 391-395. doi: <https://doi.org/10.1093/ejo/26.4.391>
- Baxi, S., Vadher, V., Satyajit, S., Bhatiya, V., & Navlani, M. (2022). Rapid maxillary expansion-A review. *Journal of Contemporary Orthodontics*, 6(3), 125-129. Obtenido de <https://www.jcoios.org/journal-article-file/17351>
- Baydas, B., Yavuz, I., Uslu, H., Dagsuyu, I., & Ceylan, I. (2006). Nonsurgical rapid maxillary expansion effects on craniofacial structures in young adult females. A bone scintigraphy study. *The Angle orthodontist*, 76(5), 759-767.
doi: [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(2006\)076\[0759:NRMEEO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2006)076[0759:NRMEEO]2.0.CO;2)
- Braun, S., Bottrel, J., Lee, K., Lunazzi, J., & Legan, H. (2000). The biomechanics of rapid maxillary sutural expansion. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 118(3), 257-261. doi: <https://doi.org/10.1067/mod.2000.108254>
- Costa, J., Galindo, T., Mattos, C., & Cury-Saramago, A. (2017). Retention period after treatment of posterior crossbite with maxillary expansion: a systematic review. *Dental press journal of orthodontics*, 22(2), 35-44. doi: <https://doi.org/10.1590/2177-6709.22.2.035-044.oar>
- Cross, D., & McDonald, J. (2000). Effect of rapid maxillary expansion on skeletal, dental, and nasal structures: a postero-anterior cephalometric study. *European journal of orthodontics*, 22(5), 519-528. doi: <https://doi.org/10.1093/ejo/22.5.519>
- D'Souza, I., Kumar, H., & Shetty, K. (2015). Dental arch changes associated with rapid maxillary expansion: A retrospective model analysis study. *Contemp Clin Dent*, 6(1), 51-57.
doi: <https://doi.org/10.4103/0976-237X.149292>
- Garib, D., Henriques, J., Janson, G., Freitas, M., & Coelho, R. (2005). Rapid maxillary expansion-tooth tissue-borne versus tooth-borne expanders: a computed tomography evaluation of dentoskeletal effects. *The Angle orthodontist*, 75(4), 548-557.



doi: [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(2005\)75\[548:RMETVT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2005)75[548:RMETVT]2.0.CO;2)

Garrett, B., Caruso, J., Rungcharassaeng, K., Farrage, J., Kim, J., & Taylor, G. (2008). Skeletal effects to the maxilla after rapid maxillary expansion assessed with cone-beam computed tomography. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 134(1), 8-9.

doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2008.06.004>

Garrocho-Rangel, A., Rosales-Berber, M., Ballesteros-Torres, A., Hernández-Rubio, Z., FloresVelázquez, J., Yáñez-González, E., . . . Pozos-Guillén, A. (2023). Rapid maxillary expansion and its consequences on the nasal and oropharyngeal anatomy and breathing function of children and adolescents: An umbrella review. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*, 171, 111633. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2023.111633>

Geramy, A., & Ebrahimi, S. (2023). Evaluation of different models of intrusive force application and temporary anchorage device (TAD) placement in total arch intrusion using clear aligners; a finite element analysis. *BMC Oral Health*, 23(740). doi: <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03465-2>

Ghoneima, A., Abdel-Fattah, E., Hartsfield, J., El-Bedwehi, A., Kamel, A., & Kula, K. (2011). Effects of rapid maxillary expansion on the cranial and circummaxillary sutures. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 140(4), 510-519.

doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2010.10.024>

Gohl, E., Nguyen, M., & Enciso, R. (2010). Three-dimensional computed tomography comparison of the maxillary palatal vault between patients with rapid palatal expansion and orthodontically treated controls. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 138(4), 477-485. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2008.12.025>

Han, U., Kim, Y., & Park, J. (2009). Three-dimensional finite element analysis of stress distribution and displacement of the maxilla following surgically assisted rapid maxillary expansion. *Journal of cranio-maxillo-facial surgery : official publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery*, 37(3), 145-154.

doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2008.10.002>



- Iwasaki, T., Saitoh, I., Takemoto, Y., Inada, E., Kanomi, R., Hayasaki, H., & Yamasaki, Y. (2012). Improvement of nasal airway ventilation after rapid maxillary expansion evaluated with computational fluid dynamics. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 141(3), 269-278. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2011.08.025>
- Jambi, S., Ibrahim, S., Ayesb, W., Majed, R., Saad, R., Olayan, H., & Abdelhameed, S. (2024). A comprehensive review of the techniques and outcomes of various maxillary expansion approaches. *International Journal of Medicine in Developing Countries*, 8(2), 841-845. doi: <https://doi.org/10.24911/IJMDC.51-1701023251>
- Kim, K., Doyle, R., Araújo, E., Behrents, R., Oliver, D., & Thiesen, G. (2019). Long-term stability of maxillary and mandibular arch dimensions when using rapid palatal expansion and edgewise mechanotherapy in growing patients. *Korean journal of orthodontics*, 49(2), 89-96. doi: <https://doi.org/10.4041/kjod.2019.49.2.89>
- Lin, J., Wang, S., Abdullah, U., Le, A., Chung, C., & Li, C. (2023). Sagittal and Vertical Changes of the Maxilla after Surgically Assisted Rapid Palatal Expansion: A Systematic Review and MetaAnalysis. *Journal of clinical medicine*, 12(10), 3488. doi: <https://doi.org/10.3390/jcm12103488>
- Linder-Aronson, S., & Lindgren, J. (1979). The skeletal and dental effects of rapid maxillary expansion. *British journal of orthodontics*, 6(1), 25-29. doi: <https://doi.org/10.1179/bjo.6.1.25>
- Loddi, P., Pereira, M., Wolosker, A., Hino, C., Kreniski, T., & Ferreira, L. (2008). Transverse effects after surgically assisted rapid maxillary expansion in the midpalatal suture using computed tomography. *The Journal of craniofacial surgery*, 19(2), 433-438. doi: <https://doi.org/10.1097/SCS.0b013e318163e2f5>
- Longlax, M., Monroy, G., Boada, N., & Lugo, A. (2020). Efectividad de la Expansión Maxilar en la Corrección de Apiñamiento en Dentición Mixta. Revisión Sistemática. *Int. J. Odontostomat.*, 14(1), 101-108. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijodontos/v14n1/0718-381X-ijodontos-14-01-00101.pdf>



- Luebbert, J., Ghoneima, A., & Lagravère, M. (2016). Skeletal and dental effects of rapid maxillary expansion assessed through three-dimensional imaging: A multicenter study. *International orthodontics*, 14(1), 15-31. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ortho.2015.12.013>
- Mossaad, A., Abdelrahman, M., Ghanem, W., & Elsayed, S. (2023). Soft-Tissue Changes in Unilateral Cleft Lip and Palate Patients after Non-surgical Maxillary Advancement with Face Mask Therapy - A Prospective Cohort Study. *Annals of maxillofacial surgery*, 13(2), 179-183. doi: https://doi.org/10.4103/ams.ams_10_23
- Mossaad, A., Abdelrahman, M., Hassan, S., Ahmady, H., Adly, N., & Ghanem, W. (2022). Comparing Surgical Advancement Outcomes of Retruded Maxilla in a Group of Egyptian Cleft Lip and Palate Subjects. *Open Access Maced J Med Sci*, 10, 64-69.
doi: <https://doi.org/10.3889/oamjms.2022.7433>
- Oztürk, M., Doruk, C., Ozeç, I., Polat, S., Babacan, H., & Biçakci, A. (2003). Pulpal blood flow: effects of corticotomy and midline osteotomy in surgically assisted rapid palatal expansion. *Journal of cranio-maxillo-facial surgery*, 31(2), 97-100.
doi: [https://doi.org/10.1016/s1010-5182\(02\)00188-9](https://doi.org/10.1016/s1010-5182(02)00188-9)
- Pereira, M., de Abreu, R., Prado, G., & Ferreira, L. (2012). Strategies for surgically assisted rapid maxillary expansion according to the region of transverse maxillary deficiency. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 41(9), 1127-1130.
doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2012.03.028>
- Pérez-Flores, A., Gallegos-Delgado, F., Hernández-Carrera, M., Torres-González, P., Cuevas-Drago, P., & Fierro-Monti, C. (2020). Risks associated with the use of Maxillary Rapid Expansion. *Avances en odontoestomatología*, 36(1).
Obtenido de <https://scielo.isciii.es/pdf/odonto/v36n1/0213-1285-odonto-36-1-21.pdf>
- Perillo, L., De Rosa, A., Iaselli, F., d'Apuzzo, F., Grassia, V., & Cappabianca, S. (2014). Comparison between rapid and mixed maxillary expansion through an assessment of dento-skeletal effects on posteroanterior cephalometry. *Progress in orthodontics*, 15(1), 46.
doi: <https://doi.org/10.1186/s40510-014-0046-9>



- Puerta, G. (2001). Expansión rápida maxilar. Informe de un caso. *Colombia Médica*, 32(3), 152-155.
Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/283/28332310.pdf>
- Rodrigues, J., Allais de Maurette, M., Maurette, P., & Nicodemos da Cruz, H. (2007). Expansión Rápida del Maxilar Quirúrgicamente Asistida, Abordaje Unilateral. *Acta Odontológica Venezolana*, 45(2), 267-272. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652007000200027&lng=es&tlng=es
- Romanyk, D., Lagravery, M., Toogood, R., Major, P., & Carey, J. (2010). Review of maxillary expansion appliance activation methods: engineering and clinical perspectives. *J Dent Biomech*. doi: <https://doi.org/10.4061/2010/496906>
- Suri, L., & Taneja, P. (2008). Surgically assisted rapid palatal expansion: a literature review. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 133(2), 290-302.
doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2007.01.021>
- Turvey, T. (1985). Maxillary expansion: a surgical technique based on surgical-orthodontic treatment objectives and anatomical considerations. *Journal of maxillofacial surgery*, 13(2), 51-58. doi: [https://doi.org/10.1016/s0301-0503\(85\)80016-3](https://doi.org/10.1016/s0301-0503(85)80016-3)
- Tzironi, G., Zubizarreta-Macho, Á., Guinot-Barona, C., Pérez-Barquero, J., Arias, S., Vicente-Galindo, P., & Martínez, A. (2023). A reproducible and repeatable digital method for quantifying nasal and sinus airway changes following suture palatine expansion. *Sleep & breathing*, 27(3), 1175-1183.
doi: <https://doi.org/10.1007/s11325-022-02691-2>
- Vallejo, L., Collantes, J., Rockenbach, M., Vallejo, K., & Vallejo, D. (2020). Eficacia de los aparatos de expansión rápida maxilar Hyrax y Haas. *J Multidiscipl Dent*, 10(2), 112-119.
- Winsauer, H., Vlachojannis, J., Winsauer, C., Ludwig, B., & Walter, A. (2013). A bone-borne appliance for rapid maxillary expansion. *Journal of clinical orthodontics*, 47(6), 375-388.
- Woods, M., Wiesenfeld, D., & Probert, T. (1997). Surgically-assisted maxillary expansion. *Australian dental journal*, 42(1), 38-42. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.1997.tb00094.x>
- Yacout, Y., Hassan, M., El-Harouni, N., Ismail, H., & Zaher, A. (2021). Tooth-Bone-Borne Vs. Bone-Borne Palatal Expanders: A Systematic Review. *Front. Dent. Med*, 2.



doi: <https://doi.org/10.3389/fdmed.2021.644002>

Yılmaz, A., Arman-Özçırpıcı, A., Erken, S., & Polat-Özsoy, Ö. (2015). Comparison of short-term effects of mini-implant-supported maxillary expansion appliance with two conventional expansion protocols. *European journal of orthodontics*, 37(5), 556-564.

doi: <https://doi.org/10.1093/ejo/cju094>

