

Planning of Hybrid Microimplant-Assisted Rapid Palatal Expansion Through Clinical Maxillary Assessment in Growing Patients: A Case Series

Obando Romero Jose Alonzo¹ Villanueva Valencia Henry Eduardo¹ Machado Cortez Roger Alberth¹
Baldarrago Ochoa Brigithe Pierina¹  Urquiza Cruz Nataly Berenisse¹  Gilberto Centeno San Román¹ 

¹ Universidad Católica de Santa María. Facultad de Odontología, C.P 040101 Arequipa, Perú

Resumen

El presente artículo tiene como objetivo presentar una serie de casos clínicos de expansión rápida del paladar asistida por microimplantes (MARPE) en pacientes en crecimiento, cuya planificación y referencias anatómicas fueron realizadas mediante exploración clínica maxilar. La corrección transversal, como parte integral de los planes de tratamiento en diferentes patrones esqueléticos y maloclusiones, se aborda actualmente mediante expansión rápida del maxilar con anclaje esquelético, debido a su predictibilidad, estabilidad y ventajas biomecánicas. Se describen cuatro casos clínicos en los que el MARPE fue empleado como fase inicial de la terapéutica ortopédica. La ubicación de los dispositivos de anclaje temporal (DATs) y el diseño del tornillo expansor fueron determinados clínicamente, utilizando referencias anatómicas basadas en promedios obtenidos de investigaciones previas. Los resultados observados sugieren que la referencia clínica para la instalación de DATs en pacientes en crecimiento constituye una alternativa segura y predecible para la planificación de tratamientos transversales con MARPE. Asimismo, el uso de MARPE como parte de las diferentes mecánicas ortopédicas amplía las posibilidades terapéuticas, ofreciendo mayores beneficios funcionales y estructurales para el paciente en crecimiento.

Palabras Clave: Técnica de Expansión Palatina, Adolescentes, Atrofia Maxilar

Abstract

This article aims to present a series of clinical cases of microimplant-assisted rapid palatal expansion (MARPE) in growing patients, in which treatment planning and anatomical references were established through clinical maxillary assessment. Transverse correction, as an integral component of treatment planning in different skeletal patterns and malocclusions, is currently addressed through rapid maxillary expansion with skeletal anchorage due to its predictability, stability, and biomechanical advantages. Four clinical cases are described in which MARPE was used as the initial phase of orthopedic therapy. The placement of Temporary Anchorage Devices (TADs) and the design of the expansion screw were clinically determined using anatomical references based on averages obtained from previous investigations. The observed outcomes suggest that clinically guided placement of TADs in growing patients constitutes a safe and predictable alternative for planning transverse treatments with MARPE. Furthermore, the use of MARPE as part of different orthopedic mechanics broadens therapeutic possibilities, offering greater functional and structural benefits for the growing patient.

Keywords: Palatal Expansion Technique, Adolescent, Atrophic Maxilla

INTRODUCCIÓN

El trabajo ortopédico maxilar transversal es muy común en la clínica del día a día¹, los problemas transversales tienen una prevalencia de 08%-23% en los pacientes en crecimiento² y el procedimiento propuesto en pacientes con atresia que se incluye tanto en pacientes clase I, II y III sin mordida cruzada (para ampliar el arco dentario) con mordida cruzada unilateral y bilateral es la expansión rápida del maxilar (ERM).³ La ERM empleada por muchos años como terapéutica efectiva ha sido reemplazada poco a poco en la clínica por el MARPE (expansión rápida asistida por mini tornillos), para la prevención de problemas colaterales en los tejidos de soporte, compensaciones en las unidades de anclaje (molares), afectaciones periodontales entre otros⁴; la literatura indica que las molares se inclinan entre 02° y 08° con el uso de expansores MARPE, efecto mucho menor que con el uso de expansores convencionales.⁵ Para el procedimiento de fijación de los dispositivos de anclaje temporal (DATs) en el procedimiento del MARPE en la bóveda palatina se propuso el establecimiento de la zona segura de inserción de los DATs, la cual se dispone hacia distal de la tercera ruga palatina maxilar^{6,7,8} por razones de calidad y densidad ósea ambas características contribuirían a la estabilidad necesaria para resistir las fuerzas de rotación y las cargas dinámicas de entre 0,5 y 3 N durante el tratamiento de ortodoncia, sugiriendo que los minitornillos de vástago de 2mm y

longitud de 10mm requieren por lo menos de 5mm de soporte óseo para el anclaje⁹, esta zona segura además garantizaría que su inserción se encontrase lejana de elementos anatómicos riesgosos.^{9,10,11}

SERIE DE CASOS

A continuación se representa cuatro casos clínicos de pacientes en crecimiento, con el diagnóstico de patrón I, II y III, los cuales fueron atendidos con MARPE como parte de sus respectivos planes de tratamiento, la planificación y el diseño del expansor fue realizada sin tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), haciendo la propuesta de inserción de los DATs de forma clínica, la técnica de inserción de los DATs fue a 3mm de la línea media palatina tanto a la derecha como a la izquierda y teniendo como referencia antero posterior el punto distal al primer molar deciduo que le llamamos punto tres derecho (P3D) y punto tres izquierdo (P3L) (Fig.5a) con una inclinación aproximada entre cero grados (0°) y diez grados (10°) (Fig.5b), los DATs utilizados fueron de la marca Morelli /Brasil, minitornillos (10mm de longitud x 2mm transmucoso x 1.5mm de titanio, de inserción en sentido horario), la frecuencia de activación fue de 02 activaciones del tornillo de expansión por día (1/4 en la mañana y 1/4 en la noche). La técnica para diagnosticar la falta de desarrollo transversal maxilar fue basada en el elemento III de Andrews.¹²

Paciente 01

Paciente de sexo femenino de 09 años de edad, patrón I de crecimiento, mesofacial, presenta maloclusión de clase I, pieza 21 fuera del arco dentario, atresia maxilar de 5mm (Figura 1).

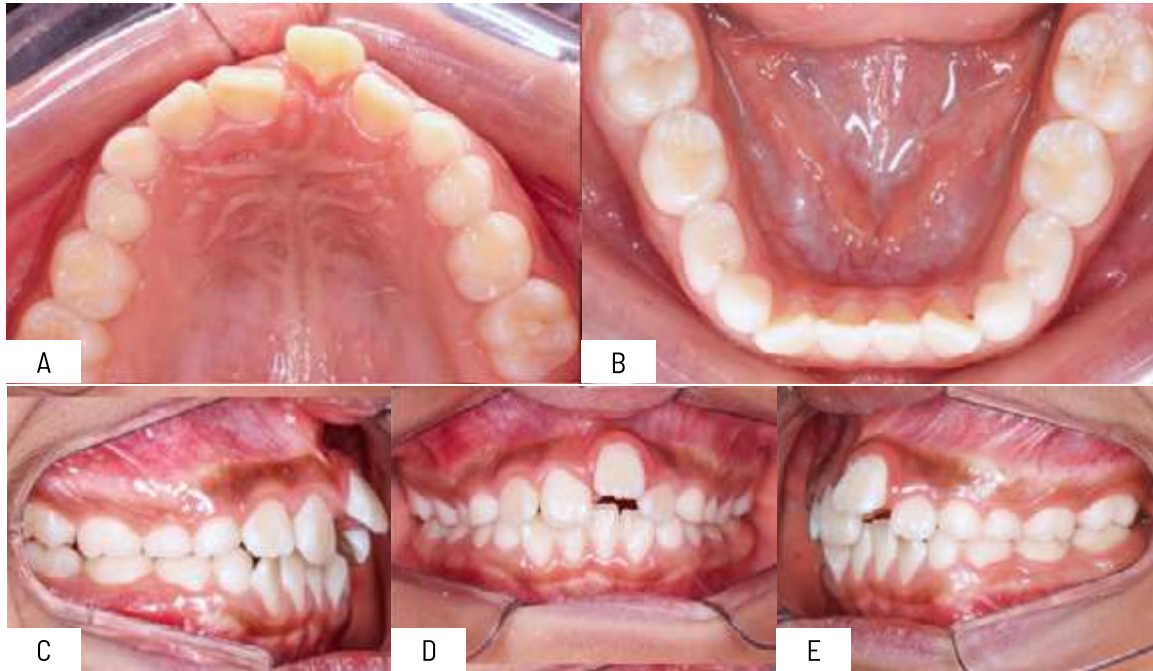


Figura 1: Fotografías intraorales iniciales. **A:** Fotografía oclusal superior. **B:** Fotografía oclusal inferior. **C:** Fotografía lateral derecha. **D:** Fotografía intraoral frontal. **E:** Fotografía lateral izquierda.

Se realizó activación de un cuarto de vuelta en la mañana y noche por un periodo de diez días, se puede apreciar la apertura interincisal producto del trabajo ortopédico maxilar (Figura 2).

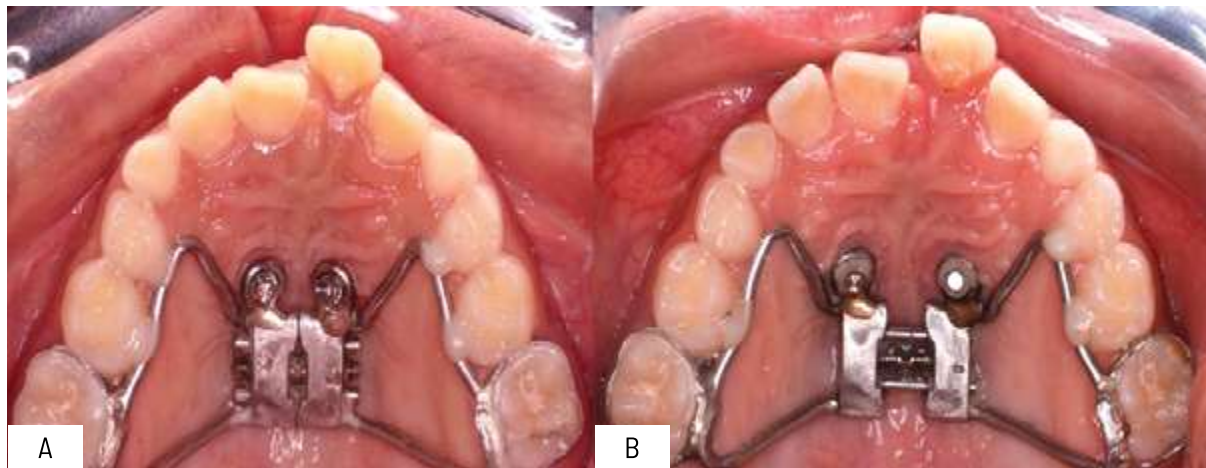


Figura 2: Control evolutivo de la disyunción maxilar. **A:** Fotografía oclusal superior inicial con MARPE. **B:** Fotografía oclusal superior de seguimiento tras la activación del MARPE.

Paciente 02

Paciente varón de 08 años de edad patrón II de crecimiento, mesofacial, presentaba maloclusión de clase II, en dentición mixta primera fase, líneas medias interdentales no coincidentes, atresia maxilar 7mm. Se instaló el disyuntor con anclaje esquelético.



Figura 3. Inicio del tratamiento. **A:** Vista oclusal superior apiñamiento leve a moderado en el sector anterior. **B:** Vista oclusal inferior. **C:** Vista lateral izquierda en oclusión, donde se observa la relación molar y canina. **D:** Vista frontal en oclusión que muestra la relación intermaxilar, la línea media y el grado de sobremordida (overbite). **E:** Vista lateral derecha en oclusión que complementa el análisis sagital y vertical del paciente.

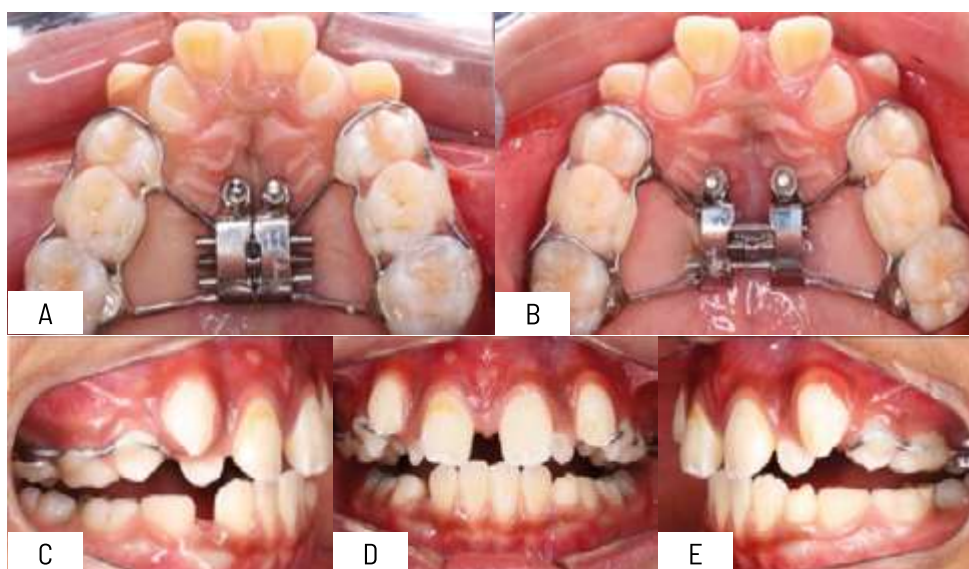


Figura 4. **A:** Vista oclusal superior con disyuntor cementado para expansión maxilar. **B:** Después de 10 días de activación, con protocolo de dos activaciones diarias distribuidas en $\frac{1}{4}$ de vuelta en la mañana y $\frac{1}{4}$ de vuelta en la noche, se observa la apertura de la sutura intermaxilar, evidenciando el efecto del expansor. **C:** Vista lateral derecha que muestra mejoría de la mordida cruzada posterior tras la expansión maxilar. **D:** Vista frontal intraoral evidenciando aumento transversal del maxilar y mejor alineación dental. **E:** Vista lateral izquierda donde se aprecia la corrección progresiva de la relación oclusal posterior.

Paciente 04

Paciente varón 09 años de edad, patrón III por hipoplasia maxilar, en dentición mixta primera fase, atresia maxilar de 8mm. (Figura 5-6)



Figura 5. Inicio del tratamiento. **A:** Fotografía oclusal superior. **B:** Fotografía oclusal inferior. **C:** Fotografía lateral derecha. **D:** Fotografía intraoral frontal. **E:** Fotografía lateral izquierda.

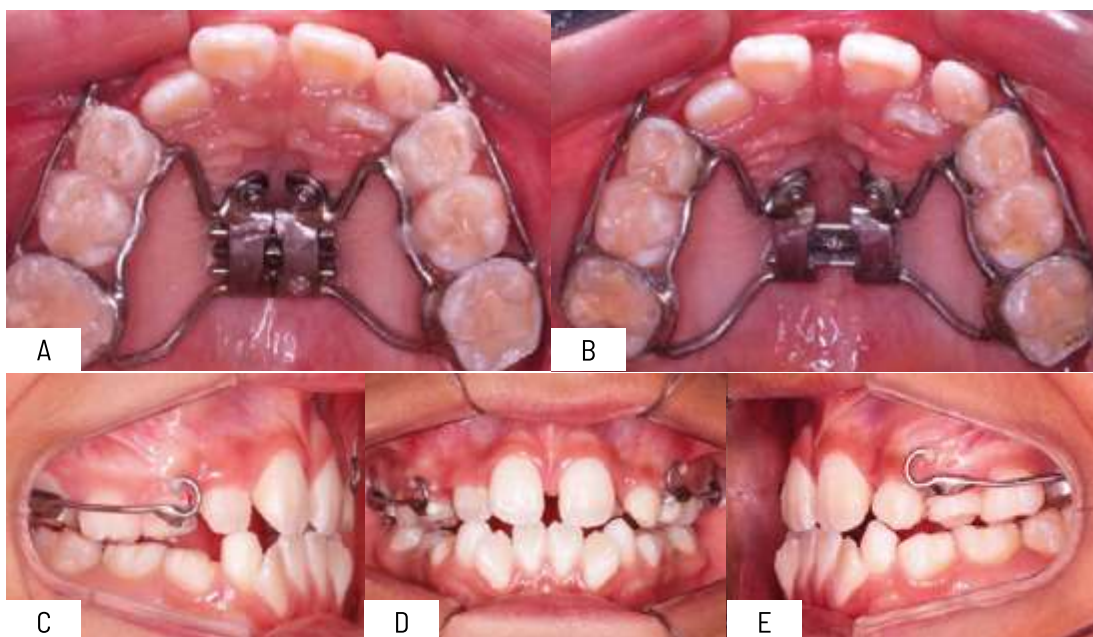


Figura 6. Luego de 8 días de activaciones con protocolo de activación de 02 activaciones diarias por la mañana y por la noche, se puede apreciar el diastema interincisivo producto de la apertura sutural maxilar. **A:** Fotografía oclusal superior inicial con disyuntor óseosoportado. **B:** Fotografía oclusal superior de seguimiento. **C:** Fotografía lateral derecha. **D:** Fotografía intraoral frontal. **E:** Fotografía lateral izquierda.

Caso 04

Paciente de sexo femenino de 09 años de edad, patrón III por hipoplasia maxilar, biotipo mesofacial, presenta maloclusión de clase III en dentición mixta primera fase. (Figura 7-8)



Figura 7. Inicio del tratamiento. Fotográfica intraoral inicial de la paciente. **A:** Fotografía oclusal superior. **B:** Fotografía oclusal inferior. **C:** Fotografía lateral derecha. **D:** Fotografía intraoral frontal que evidencia la mordida cruzada anterior. **E:** Fotografía lateral izquierda.

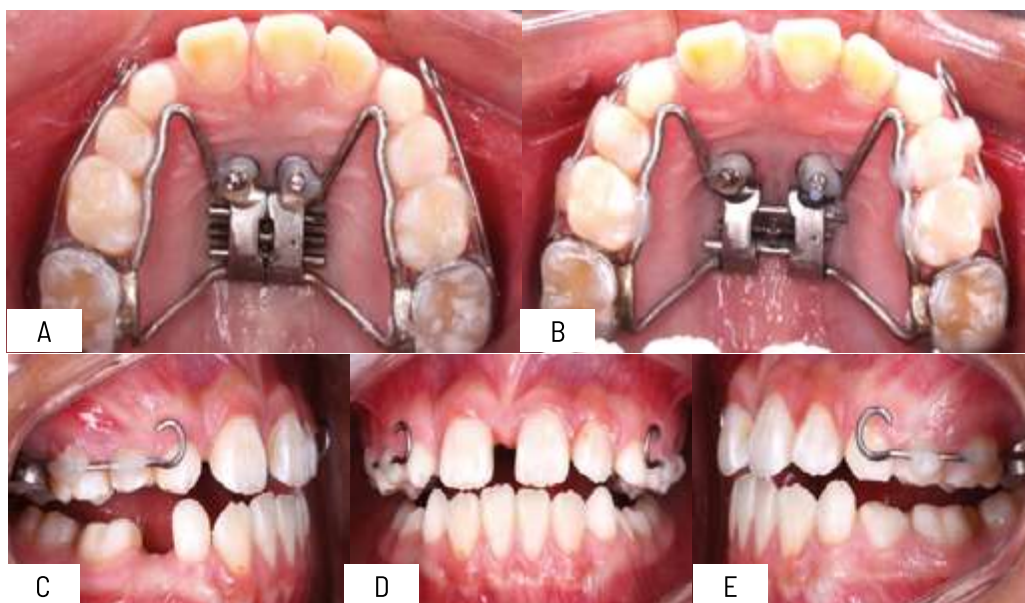


Figura 8. Control evolutivo de la disyunción maxilar tras la fase activa de expansión esquelética. **A:** Fotografía oclusal superior inicial con disyuntor óseosoportado (MARPE), luego de 06 días de activaciones $\frac{1}{4}$ de vuelta del tornillo de expansión repartidos en mañana y noche **B:** Fotografía oclusal superior de seguimiento. **C:** Fotografía lateral derecha. **D:** Fotografía intraoral frontal con diastema interincisal posterior a la expansión. **E:** Fotografía lateral izquierda.

Discusión

El empleo del expansor MARPE permite una mejor expansión esquelética y dentoalveolar maxilar, con menor inclinación vestibular dental del primer premolar versus el uso de la expansión palatina rápida (RPE) realizada con aparatos Hyrax convencionales.^{13,14} Los trabajos expansivos para el patrón I y II forman parte de la preparación ortopédica maxilar para continuar con procesos de alineación y nivelación en el clase I y es parte de las estrategias de tratamiento para el clase II preparando al maxilar para que reciba a la mandíbula posteriormente¹⁵, de igual manera, en el enfoque de tratamiento del patrón III basado en evidencia propone el uso de tracción reversa maxilar con máscara extraoral en combinación con un expansor Hyrax fijado con anclaje

esquelético al proceso maxilar.^{16,17,18,19}, de lo último la importante de un mejor y eficiente dominio del trabajo expansivo del maxilar y todo el sistema circummaxilar.²⁰ para esto Schubert H et al²¹ mostraron que la región con el mayor espesor óseo en el paladar es alrededor de mesial de los primeros premolares con medias de $10,44 \pm 2,53$ mm y $10,40 \pm 2,52$ mm, lado derecho y lado izquierdo respectivamente (P1D-P1L), los ángulos de inserción del implante de 0° o 10° corresponde una inserción "segura" de miniimplantes para evitar daños a la raíz mientras se mantiene un espesor óseo adecuado de $12,25 \pm 3,75$ mm (0°) y $11,81 \pm 4,27$ mm (10°), es el mismo artículo se vio que en la zona distal a las primeras premolares la altura promedio de hueso fue de $7,93 \pm 3,81$ (P3D) para el lado derecho y $7,88 \pm 3,65$ mm (P3I) para el izquierdo como promedios. (Figura 9)

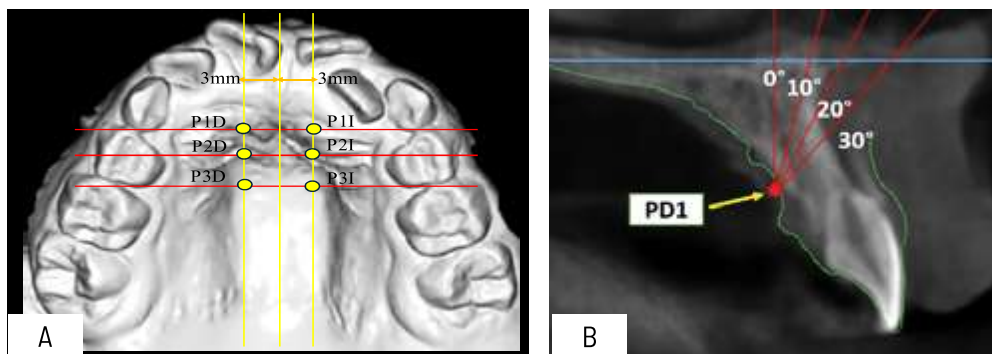


Figura 9. Referencias para la ubicación del minitornillo, **Figura 10.** Angulación para la inserción del minitornillo

Para la inserción de los DATs en los presentes casos clínicos se tuvo como referencia la parte distal a lo que correspondería la 1ra molar decidua (P3D-P3I), tratando de alejarse un del paquete vasculo-nervioso nasopalatino. (Figura 11)

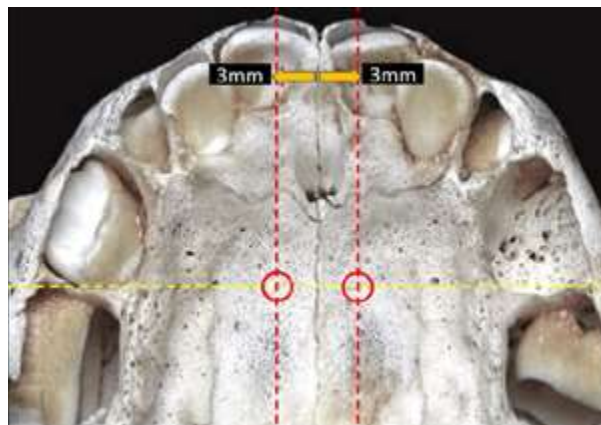


Figura 11. Imagen de la referencia de la ubicación de los DATs, distal de la 1ra molar decidua, a 3mm de la línea media del paladar. Los 3mm a cada lado contempla la medida que existe entre argolla y argolla del tornillo expansor.

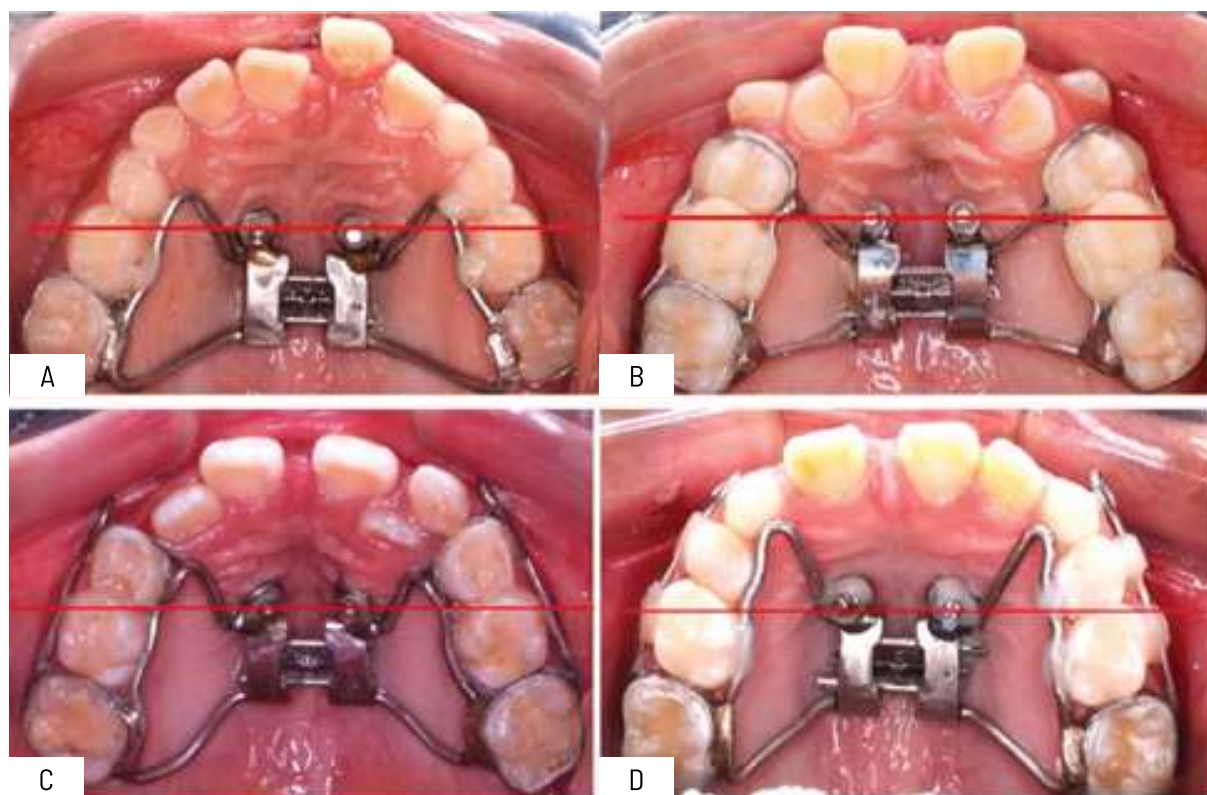


Figura 12. Nótese la ubicación de los DATs, las alturas como referencia de distal de la 1ra molar decidua, situados a 3mm aproximadamente de la línea media del paladar

En cuanto a la metodología de activaciones del tornillo de expansión, la literatura no es clara y muestra diferentes protocolos de activación; 02 activaciones al día hasta lograr la apertura sutural, giros de 01 vez al día hasta lograr la expansión requerida, 2/4 de giro en la mañana y 2/4 de giro por la noche, 1/4 de giro todos los días hasta finalizar cuando la cúspide palatina de primer molar permanente maxilar entra en relación con la cúspide bucal del primer molar permanente mandibular²². En el presente reporte de casos las activaciones propuestas para los tornillos de expansión fueron de 1/4 de vuelta por la mañana y 1/4 de vuelta por la noche, mostrando clínicamente buena efectividad en la apertura sutural y poco o nulo componente de compensación en las unidades de anclaje molares.

La decisión de no utilizar exámenes complementarios como la tomografía se realizó enfocado a antecedentes de investigación basado en las propuestas de trabajo de Houfar et al⁷ donde en una muestra de 125 registros que cumplen los criterios de inclusión se llega a la conclusión que el grosor adecuado para

la inserción exitosa de implantes ortodóncicos corresponde a la tercera ruga palatina y complementamos el enfoque de la propuesta de la exploración clínica para la inserción del anclaje esquelético con el trabajo de Schubert et al²¹ donde se trabajó con una muestra de 184 individuos, llegando a la conclusión que la región para-medial a la altura de los primeros premolares es el lugar más seguro para inserción de los miniimplanes, esto mismo puede ser propuesto también en realidades socioeconómicas que no permitan el acceso a la tomografía de haz cónico como parte del protocolo diagnóstico convencional.

Las ventajas prácticas de la planificación clínica de la inserción del encaje esquelético sin tomografía en paciente en crecimiento es que se puede utilizar el mismo aparato disyuntor como guía, haciendo la instalación del expansor y de los minitornillos en la misma cita. Otro punto interesante es que puede haber casos en los que, incluso si se confeccionó la inserción de los minitornillos con guía y tomografía y ésta se ajusta perfectamente a los dientes, el aparato de ortodoncia creado previamente no se

alineada bien con los DATs insertados, en esos casos, se requiere nuevos escaneos o impresiones para modificar o rehacer el aparato de ortodoncia.¹¹ La exposición a dosis de radiación en pacientes en crecimiento es controversial y el principio de ALADA (as low as diagnostically acceptable) tan bajo como sea aceptable desde el punto de vista diagnóstico”, enfatiza la importancia de la optimización de la dosis en las imágenes de diagnóstico médico y dental²³ podría ser tomado en cuenta por el clínico en la toma de decisiones de prescribir tomografías odontológicas si en caso se vaya a reevaluar expansiones en varias ocasiones posteriores al trabajo ortopédico actual.

La desventaja del trabajo de planificación sin imagen tomográfica sería que es posible no llegar a la bicorticalidad del minitornillo, característica esencial para reducir la tensión en el hueso trabecular palatino y mejorar sustancialmente la estabilidad del implante^{24,25,26}, en esa misma línea la densidad ósea según Marquezan et al²⁷ no jugaría un papel de significancia en la estabilidad primaria de los mini-implantes, sino principalmente el espesor compacto de 1 mm o más. Ha sido descrito que la carga en los DATs es incluso menor con el anclaje bicortical que con el anclaje monocortical²¹, esto puede minimizar eficazmente el riesgo de fractura del implante.²⁸ Wang et al.²⁹ indican que los minitornillos más largos mejoran la estabilidad y alcanzan un mejor paralelismo en el momento de la instalación, otros autores recomiendan una longitud ideal de minitornillo va en un rango entre 5 y 7 mm como mínimo.³⁰

Conclusiones

- La referencia para la instalación de DATs como parte del anclaje en pacientes en crecimiento podría ser clínico.
- Los trabajos transversales con MARPE en pacientes en crecimiento se muestran seguros y predecibles.
- El empleo del MARPE en la decisión clínica como parte de las diferentes mecánicas ortopédicas abre un mundo de posibilidades terapéuticas con más y mejores beneficios para el paciente en crecimiento.

Referencias bibliográficas:

1. 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: <https://doi.org/10.1093/ejo/cjz052>
2. da Silva Filho OG, Santamaria Jr M, Filho LC. Epidemiology of posterior crossbite in the primary dentition. *J Clin Pediatr Dent.* 2007;32(1):73-78.
3. Egermark-Eriksson I, Carlsson GE, Magnusson T, Thilander B. A longitudinal study on malocclusion in relation to signs and symptoms of cranio-mandibular disorders in children and adolescents. *Eur J Orthod.* 1990;12(4):399-407.
4. Koudstaal M, Wolvius E, Schulten A, Hop W, Van der Wal K. Stability, tipping and relapse of bone-borne versus tooth-borne surgically assisted rapid maxillary expansion: a prospective randomized patient trial. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2009;38(4):308-315. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2009.01.006>
5. Ventura V, Botelho J, Machado V, Mascarenhas P, Pereira FD, Mendes JJ, et al. Miniscrew-assisted rapid palatal expansion (MARPE): an umbrella review. *J Clin Med.* 2022;11(5):1287. DOI: <https://doi.org/10.3390/jcm11051287>
6. Hourfar J, Ludwig B, Bister D, Braun A, Kanavakis G. The most distal palatal ruga for placement of orthodontic mini-implants. *Eur J Orthod.* 2015;37(4):373-378. DOI: <https://doi.org/10.1093/ejo/cju062>
7. Hourfar J, Kanavakis G, Bister D, Schätzle M, Awad L, Nienkemper M, et al. Three dimensional anatomical exploration of the anterior hard palate at the level of the third ruga for the placement of mini-implants: a cone-beam CT study. *Eur J Orthod.* 2015;37(6):589-595. DOI: <https://doi.org/10.1093/ejo/cju078>
8. Winsauer H, Vlachojannis C, Bumann A, Vlachojannis J, Chrubasik S. Paramedian vertical palatal bone height for mini-implant insertion: a systematic review. *Eur J Orthod.* 2014;36(5):541-549. DOI: <https://doi.org/10.1093/ejo/cjt072>
9. Wilmes B, Ludwig B, Vasudavan S, Nienkemper M, Drescher D. The T-zone: median vs. paramedian insertion of palatal mini-implants. *J Clin Orthod.* 2016;50(9):543-551.
10. Nucera R, Ciancio E, Maino G, Barbera S, Imbesi E, Bellocchio AM. Evaluation of bone depth, cortical bone, and mucosa thickness of palatal posterior

- supra-alveolar insertion site for miniscrew placement. *Prog Orthod*. 2022;23(1):18. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40510-022-00416-2>
11. Iodice G, Ludwig B, editores. Insertion guide for palatal TADs: advantages and disadvantages from the clinical point of view. *Semin Orthod* [Internet]. 2025 [citado: 22/05/2026]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com>
12. Andrews LF. The 6-elements orthodontic philosophy: treatment goals, classification, and rules for treating. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2015;148(6):883-887. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2015.09.009>
13. Jia H, Zhuang L, Zhang N, Bian Y, Li S. Comparison of skeletal maxillary transverse deficiency treated by microimplant-assisted rapid palatal expansion and tooth-borne expansion during the post-pubertal growth spurt stage: a prospective cone beam computed tomography study. *Angle Orthod*. 2021;91(1):36-45. DOI: <https://doi.org/10.2319/022020-147.1>
14. Garib D, Miranda F, Palomo JM, Pugliese F, da Cunha Bastos JC, Dos Santos AM, et al. Orthopedic outcomes of hybrid and conventional Hyrax expanders: secondary data analysis from a randomized clinical trial. *Angle Orthod*. 2021;91(2):178-186. DOI: <https://doi.org/10.2319/051520-433.1>
15. Capelozza Filho L. Diagnóstico en ortodoncia. 1ra edición. Maringá: Dental Press; 2005.
16. Ngan P, Wilmes B, Drescher D, Martin C, Weaver B, Gunel E. Comparison of two maxillary protraction protocols: tooth-borne versus bone-anchored protraction facemask treatment. *Prog Orthod*. 2015;16:26. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40510-015-0096-7>
17. Ramos-Castro P, Bacchiega-Bustos D, Vergara-Santoro C, Rojas-Bustos P. Análisis de los fundamentos biológicos del Sistema Ertty Gap III®. *Int J Interdiscip Dent* [Internet]. 2022 [citado: 22/05/2026];15:44-47. Disponible en: <https://www.scielo.cl>
18. Kapetanović A, Theodorou CI, Bergé SJ, Schols JG, Xi T. Efficacy of miniscrew-assisted rapid palatal expansion (MARPE) in late adolescents and adults: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod*. 2021;43(3):313-323. DOI: <https://doi.org/10.1093/ejo/cjaa052>
19. Chang HM, Huang CT, Wang CW, Wang KL, Hsieh SC, Ho KH, et al. Management of Class III malocclusion with microimplant-assisted rapid palatal expansion (MARPE) and mandible backward rotation (MBR): a case report. *Medicina*. 2024;60(10):1588. DOI: <https://doi.org/10.3390/medicina60101588>
20. Gavilanes Palacios MF. Cambios a nivel del tercio medio e inferior facial, en pacientes con respiración oral tratados con expansión rápida del maxilar [Internet]. Guayaquil: Universidad de Guayaquil; 2023 [citado: 22/05/2026]. Disponible en: <https://repositorio.ug.edu.ec>
21. Schubert H, Matta R, Seidel A, Adler W, Wichmann M, Kesting M, et al. Three-dimensional digital imaging analysis of the palatal bone thickness for orthodontic mini-implant insertion: determination of the safe zone and angulation. *BMC Oral Health*. 2024;24(1):1448. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12903-024-05243-7>
22. Silva Sazo J, Pérez-Flores A. MARPE-Miniscrew-Assisted Rapid Palatal Expander in young adults: intermolar width, transverse width of the nasal cavity, complications, and other results. A systematic review. *Odontoestomatología* [Internet]. 2022 [citado: 22/05/2026];24(39). Disponible en: <https://www.scielo.edu.uy>
23. White SC, Scarfe WC, Schulze RK, Lurie AG, Douglass JM, Farman AG, et al. The Image Gently in Dentistry campaign: promotion of responsible use of maxillofacial radiology in dentistry for children. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2014;118(3):257-261. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joooo.2014.06.028>
24. King KS, Lam EW, Faulkner MG, Heo G, Major PW. Vertical bone volume in the paramedian palate of adolescents: a computed tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007;132(6):783-788. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2006.01.039>
25. Brettin BT, Grosland NM, Qian F, Southard KA, Stuntz TD, Morgan TA, et al. Bicortical vs monocortical orthodontic skeletal anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008;134(5):625-635. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2007.01.031>
26. Lee RJ, Moon W, Hong C. Effects of monocortical and bicortical mini-implant anchorage on bone-borne palatal expansion using finite element analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2017;151(5):887-897. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2016.09.026>
27. Markezan M, Souza MMG, Araújo MTS, Nojima LI, Nojima MCG. Is miniscrew primary stability influenced by bone density? *Braz Oral Res*. 2011;25(5):427-432. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-83242011000500010>

28. Holberg C, Winterhalder P, Rudzki-Janson I, Wichelhaus A. Finite element analysis of mono- and bicortical mini-implant stability. *Eur J Orthod*. 2014;36(5):550-556. DOI: <https://doi.org/10.1093/ejo/cjt040>
29. Wang H, Feng J, Lu P, Shen G. Correction of a skeletal Class II malocclusion with severe crowding by a specially designed rapid maxillary expander. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2015;147(2):242-251. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2014.09.022>
30. Mehta S, Arqub SA, Vishwanath M, Upadhyay M, Yadav S. Biomechanics of conventional and miniscrew-assisted rapid palatal expansion. *J World Fed Orthod*. 2024.