Revista FAIPE®
©2011 – ISSN 2179-9660
Revista Faipe. 2026;16(2):65-76. doi 10.5281/zenodo.24095160

EXPANSÃO RÁPIDA DA MAXILA ASSISTIDA POR MINI-IMPLANTES (MARPE): EFEITOS ESQUELÉTICOS, DENTÁRIOS E LIMITAÇÕES CLÍNICAS

Mini-implant-assisted rapid palatal expansion (MARPE): skeletal and dental effects and clinical limitations

Luiz Eduardo ALESSIO JR.[1], Ronayka Guimarães Moreira de OLIVEIRA[2]

[1]Mestre e Doutor em Ortodontia | https://orcid.org/0000-0001-6226-3787
[2]Cirurgiã dentista | https://orcid.org/0009-0002-8169-0500

RESUMO

A deficiência transversal da maxila é uma alteração esquelética frequente na Ortodontia, podendo comprometer a oclusão, a estética facial e a função respiratória. Em pacientes com maturação esquelética avançada, a expansão rápida da maxila assistida por mini-implantes (MARPE) representa uma alternativa à expansão convencional, favorecendo maior efeito esquelético e menor ocorrência de alterações dentárias. O presente estudo teve como objetivo revisar a literatura sobre o MARPE, abordando seus efeitos esqueléticos e dentários, indicações, limitações e principais evidências científicas no tratamento da deficiência transversal da maxila. Trata-se de uma revisão narrativa baseada em artigos científicos nacionais e internacionais. Os estudos demonstraram que o MARPE apresenta elevada taxa de sucesso, promovendo abertura da sutura palatina mediana, expansão predominantemente esquelética e menor inclinação dos dentes de suporte. Também foram observados aumentos nas dimensões da cavidade nasal e das vias aéreas superiores, embora esses resultados devam ser interpretados com cautela devido às limitações metodológicas dos estudos. Conclui-se que o MARPE constitui uma alternativa eficaz para pacientes com maior maturação esquelética, porém sua indicação deve considerar a maturação sutural, as condições anatômicas e periodontais e o planejamento individualizado, sendo necessários estudos com maior qualidade metodológica e acompanhamento prolongado.

Palavras-chave: Ortodontia; Expansão Maxilar, Mini-implante Dentário.

ABSTRACT

Maxillary transverse deficiency is a common skeletal alteration in Orthodontics and may compromise occlusion, facial aesthetics, and respiratory function. In patients with advanced skeletal maturation, mini-implant-assisted rapid palatal expansion (MARPE) represents an alternative to conventional expansion, favoring greater skeletal effects and fewer dental alterations. The present study aimed to review the literature on MARPE, addressing its skeletal and dental effects, indications, limitations, and main scientific evidence regarding its use in the treatment of maxillary transverse deficiency. This is a narrative literature review based on scientific articles published in national and international journals. The studies demonstrated that MARPE has a high clinical success rate, promoting midpalate suture opening, predominantly skeletal expansion, and reduced inclination of the anchorage teeth. Increases in the dimensions of the nasal cavity and upper airways have also been observed; however, these findings should be interpreted with caution due to methodological limitations in the available studies. It is concluded that MARPE is an effective alternative for patients with advanced skeletal maturation; however, its indication should consider suture maturation, anatomical and periodontal conditions, and individualized treatment planning. Further studies with higher methodological quality and longer follow-up periods are needed.

Keyword: Orthodontics; Maxillary Expansion, Dental Mini-Implant.

Expansão rápida da maxila... © 2026 Pela Alessio Jr, Oliveira RGM é licenciada sob CC BY 4.0

INTRODUÇÃO

A deficiência transversal da maxila (DTM) é uma alteração esquelética caracterizada pela redução da largura maxilar em relação à mandíbula, sendo uma das discrepâncias mais frequentes envolvendo a maxila[1]. De origem multifatorial, pode comprometer a oclusão, o crescimento craniofacial e a função respiratória[2]. O diagnóstico deve ser preciso, onde a diferença da largura maxilomandibular na região da crista alveolar vestibular é um parâmetro confiável para sua identificação[3]. A escolha terapêutica depende de fatores como idade, grau da deficiência e maturação da sutura palatina, especialmente em pacientes com maior maturação esquelética[4].

A expansão rápida da maxila (ERM) é uma abordagem terapêutica utilizada na correção da deficiência transversal maxilar, promovendo a abertura da sutura palatina mediana e consequente aumento das dimensões transversais do arco maxilar, além de produzir alterações esqueléticas e dentoalveolares no complexo maxilofacial[5]. Entre os aparelhos disponíveis para a ERM, destacam-se os disjuntores Haas, Hyrax e MARPE (Mini-implant Assisted Rapid Palatal Expansion), que apresentam diferentes mecanismos de ação e respostas biomecânicas, sendo a escolha do dispositivo baseada na idade, no estágio de maturação esquelética e nas características individuais do paciente, enquanto o planejamento adequado e a contenção são essenciais para garantir a estabilidade dos resultados obtidos[6].

O MARPE é uma alternativa eficaz e não cirúrgica para o tratamento da deficiência transversal da maxila em pacientes com maturação esquelética avançada, promovendo expansão predominantemente esquelética e ganhos transversais significativos, embora possa estar associado a efeitos dentoalveolares e periodontais, como inclinação dentária, redução da espessura óssea vestibular e alterações nos tecidos moles[7]. Em comparação aos expansores convencionais, o MARPE proporciona maior efeito esquelético e menor inclinação dentária, favorecendo a abertura da sutura palatina mediana e o aumento do volume das vias aéreas, desde que haja adequado planejamento e seleção dos casos[8].

Diante da utilização do MARPE no tratamento de deficiências transversais da maxila, torna-se fundamental compreender suas indicações, mecanismos de ação, efeitos esqueléticos e dentários, bem como suas limitações clínicas e possíveis complicações. A análise crítica das evidências disponíveis contribui para a tomada de decisão clínica e para a indicação mais adequada dessa modalidade terapêutica em diferentes perfis de pacientes.

Realizar uma revisão da literatura sobre a expansão rápida da maxila assistida por mini-implantes (MARPE), abordando seus efeitos esqueléticos e dentários, indicações, limitações clínicas e principais evidências científicas relacionadas à sua aplicação no tratamento da deficiência transversal da maxila.

REVISÃO DE LITERATURA

ANATOMIA E MATURAÇÃO DAS SUTURAS MAXILARES

A sutura palatina mediana desempenha papel fundamental no crescimento transversal da maxila e na resposta aos procedimentos de expansão maxilar, sendo seu grau de maturação um dos principais fatores para a definição da abordagem terapêutica[9]. Sua maturação está relacionada à idade, ao sexo e ao padrão de crescimento esquelético, com estágios menos avançados observados em indivíduos mais jovens e do sexo masculino[10]. Em indivíduos entre 16 e 35 anos, predomina o estágio C de maturação, sugerindo que a expansão maxilar não cirúrgica pode permanecer viável mesmo após a adolescência, enquanto a maior prevalência do estágio E é observada a partir dos 36 anos[11]. Corroborando esses achados, Shayani et al.[12], ao avaliarem 116 adolescentes, pós-adolescentes e adultos jovens de 10 a 25 anos, verificaram que o estágio D foi o mais prevalente (37,9%), com maior frequência dos estágios D e E no sexo feminino e ampla variabilidade do grau de maturação entre indivíduos da mesma faixa etária, reforçando a importância da avaliação individual por tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) para o planejamento da expansão maxilar.

A maturação da sutura palatina mediana apresenta forte correlação com a maturação das suturas circunmaxilares e com o índice de maturação das vértebras cervicais (CVMI), indicando que esses processos ocorrem de forma integrada durante o desenvolvimento craniofacial[13]. Em 260 adolescentes avaliados por CBCT e telerradiografia, os estágios de maturação da sutura palatina mediana e zigomaticomaxilar apresentaram correlação significativa com o CVMI, demonstrando que a avaliação das suturas maxilares pode auxiliar na estimativa do desenvolvimento esquelético e na definição do momento adequado para intervenções ortopédicas[14]. Mesmo em pacientes com maturação esquelética avançada, foi observado aumento significativo da largura das suturas circunmaxilares, por meio da ERM, principalmente das suturas palatina mediana, intermaxilar e frontomaxilar, evidenciando que a maturação dessas estruturas não representa necessariamente fusão completa e ausência de capacidade adaptativa[15].

Embora a idade cronológica esteja relacionada ao processo de maturação das suturas maxilares, ela não deve ser utilizada como único parâmetro para a definição da abordagem terapêutica, visto que há grande variabilidade individual nos estágios de ossificação da sutura palatina mediana entre indivíduos da mesma faixa etária[11-12]. A avaliação da maturação das suturas palatina mediana e circunmaxilares, associada a outros indicadores de desenvolvimento esquelético, permite uma análise mais precisa do estágio de desenvolvimento craniofacial e auxilia na escolha do método de expansão mais adequado[13-14]. Além disso, a possibilidade de resposta adaptativa das suturas circunmaxilares mesmo em pacientes com maturação esquelética avançada reforça que a maturação sutural não representa necessariamente fusão completa ou ausência de remodelação, sendo um aspecto

relevante para a indicação de abordagens expansivas em pacientes mais velhos[15].

EXPANSÃO RÁPIDA DA MAXILA COM ANCORAGEM DENTÁRIA

A ancoragem em molares decíduos durante a ERM na dentição mista promove aumento das dimensões transversais dentárias e esqueléticas, embora os efeitos dentários apresentem maior magnitude em relação aos esqueléticos[16]. Entretanto, por concentrar parte das forças expansivas nos elementos dentários de suporte, a ancoragem dentária pode estar associada a efeitos adversos, como reabsorção radicular e redução da espessura óssea vestibular[17]. Nesse contexto, a utilização de dentes decíduos como suporte pode representar uma alternativa favorável quando a preservação do osso alveolar vestibular é um fator clínico relevante, sem diferenças clinicamente significativas em relação aos dentes permanentes quanto aos efeitos dentoesqueléticos[18]. Além disso, a resposta à expansão é influenciada pelo estágio de desenvolvimento dentário, sendo observada uma abertura mais paralela da maxila em fases precoces da dentição mista, enquanto tratamentos realizados em fases mais avançadas apresentam maior tendência à abertura em formato de “V”, reforçando a importância do momento adequado para a intervenção[19].

Os dispositivos de expansão apresentam diferentes respostas biomecânicas de acordo com o tipo de ancoragem utilizado. Os expansores com ancoragem esquelética demonstram maior potencial de expansão palatina em adolescentes, enquanto os aparelhos convencionais e expansores lentos também promovem alterações transversais significativas em determinadas condições clínicas[20]. Em relação aos efeitos dentoalveolares, os aparelhos dentossuportados tendem a produzir maiores alterações em pré-molares, enquanto dispositivos com ancoragem óssea ou híbrida apresentam maior efeito transversal na região dos molares, embora a heterogeneidade metodológica dos estudos ainda limite conclusões definitivas sobre a superioridade de cada abordagem[21].

Os expansores Haas e Hyrax são os aparelhos dentosuportado mais utilizados na ERM. O Haas, com ancoragem exclusiva em dentes decíduos, promove aumento da largura do arco dentário, aproximação das dimensões transversais àquelas observadas em indivíduos com oclusão normal e redução da irregularidade anterior[22]. Já o Hyrax apresenta aumento significativo das dimensões transversais dos arcos dentários, associado à melhora da estabilidade oclusal e da eficiência mastigatória[23]. Embora ambos promovam resultados clínicos favoráveis, o Haas pode gerar maior desconforto durante a fase ativa da expansão quando comparado ao Hyrax, devido ao aumento temporário de sintomas orais[24].

EXPANSÃO RÁPIDA DA MAXILA COM ANCORAGEM ESQUELÉTICA

A ERM com ancoragem esquelética ampliou as possibilidades da expansão maxilar em pacientes com maior maturação esquelética, promovendo efeitos predominantemente esqueléticos e menor ocorrência de alterações dentárias quando comparada aos expansores convencionais[25]. Essa

abordagem mostrou-se eficaz tanto em pacientes em crescimento quanto em adultos jovens, promovendo aumento significativo da largura maxilar sem diferenças relevantes nos efeitos esqueléticos e dentários entre as faixas etárias, evidenciando sua aplicabilidade após a adolescência[26]. Em adultos, a ancoragem híbrida, dento-esquelética, apresentou maior efeito esquelético e padrão de expansão mais paralelo da maxila em comparação à expansão exclusivamente dentossuportada, além de menor tendência a alterações verticais e dentoalveolares indesejáveis[27].

O MARPE é um dispositivo de expansão maxilar com ancoragem esquelética por meio de mini-implantes, desenvolvido como uma alternativa não cirúrgica para pacientes com deficiência transversal da maxila e maturação esquelética avançada, nos quais a expansão convencional apresenta maior limitação devido ao aumento da resistência das estruturas maxilofaciais[28]. A técnica apresenta elevada efetividade clínica, com taxa média de sucesso de 93,87%, promovendo expansão predominantemente esquelética, embora possam ocorrer alterações dentárias, alveolares e algum grau de recidiva ao longo do tempo[29]. Quando comparado aos expansores convencionais, o MARPE demonstra maior efeito esquelético, abertura mais paralela da sutura palatina mediana e menor magnitude de efeitos periodontais adversos, como inclinação dentária e redução da altura alveolar, mantendo resultados favoráveis mesmo em pacientes com maior maturação esquelética[30].

EFEITOS ESQUELÉTICOS DO MARPE

O MARPE apresenta capacidade de promover expansão transversal predominantemente esquelética, com menor dependência de efeitos dentoalveolares. Em pacientes com deficiência transversal maxilar, a avaliação tridimensional por CBCT demonstrou expansão média de 5,5 mm, sendo aproximadamente 71,1% desse aumento decorrente do efeito esquelético, além de um padrão de abertura maxilar próximo ao paralelo e limitada inclinação dentária, indicando que a correção ocorre principalmente por alterações ósseas[31]. Em comparação à ERM convencional, o MARPE apresentou taxa semelhante de abertura da sutura palatina mediana, porém com maiores efeitos esqueléticos, maior expansão das regiões nasal e maxilar e menor deslocamento vestibular dos dentes de ancoragem, evidenciando maior controle dos efeitos dentoalveolares[32]. Esses achados são corroborados por uma revisão sistemática que identificou taxa média de sucesso de 93,87% em adolescentes acima de 13,5 anos e adultos tratados com MARPE, com a expansão composta principalmente pelo componente ósseo basal (48,85%), seguido pelos componentes dentário (43,63%) e alveolar (7,52%)[29].

Estudos recentes indicam que o MARPE promove alterações favoráveis nas vias aéreas superiores, principalmente pelo aumento das dimensões da cavidade nasal e da nasofaringe, com manutenção dos ganhos esqueléticos e das alterações aéreas em acompanhamentos de médio e longo prazo, embora possa ocorrer recidiva parcial[33]. Além disso, foram observados aumentos

significativos da largura da base alar e das regiões anterior e posterior da cavidade nasal, com efeitos estáveis a longo prazo e redução do desvio do septo nasal quando comparado à ERM convencional e ao controle[34]. Em pacientes não crescentes, a meta-análise demonstrou aumento da largura e do volume da cavidade nasal, dos volumes nasofaríngeo, orofaríngeo e total das vias aéreas superiores, além de aumento da largura alar e da base alar, sem alterações significativas no volume hipofaríngeo; entretanto, os resultados devem ser interpretados com cautela devido à baixa qualidade metodológica dos estudos disponíveis[35].

EFEITOS DENTÁRIOS DO MARPE

Embora o MARPE seja desenvolvido para direcionar as forças expansivas principalmente às estruturas esqueléticas, alguns efeitos dentoalveolares ainda podem ocorrer. A meta-análise de Lee et al.[36] demonstrou menor inclinação vestibular dos dentes posteriores e maior preservação da espessura óssea vestibular nos pacientes tratados com MARPE, evidenciando que a ancoragem esquelética reduz os efeitos compensatórios sobre os dentes de suporte. Além disso, Villa-Obando et al.[37] destacaram que a configuração do dispositivo influencia a resposta dentária, sendo que aparelhos com quatro mini-implantes autoperfurantes e protocolos de ativação mais espaçados apresentaram maior expansão esquelética e menor inclinação dentária e expansão dentoalveolar quando comparados ao Hyrax convencional. Corroborando esses achados, Al-Qaqaa et al.[38] observaram que o MARPE não promoveu reabsorção radicular após seis meses de retenção e apresentou alterações limitadas na inclinação dos dentes posteriores superiores, com aumento significativo apenas em um dos primeiros molares avaliados. Embora tenham sido identificadas reduções pontuais na espessura óssea vestibular em algumas regiões de pré-molares e molares, os resultados indicam que o MARPE apresenta baixo impacto sobre os tecidos dentários e periodontais, mantendo maior controle dos efeitos adversos associados à expansão maxilar.

DISCUSSÃO

A literatura demonstra que a principal vantagem do MARPE está na alteração da distribuição das forças expansivas, permitindo maior participação esquelética e menor dependência dos dentes de suporte. Essa característica ganha importância à medida que aumenta a maturação esquelética, período em que a resistência das estruturas maxilofaciais pode reduzir a previsibilidade da expansão convencional. Baik, Kang e Choi[25] e Annarumma et al.[26] demonstraram a possibilidade de obtenção de expansão esquelética em pacientes com maior maturação, reforçando o MARPE como uma alternativa à expansão predominantemente dentossuportada.

Entretanto, os resultados não permitem estabelecer uma idade específica a partir da qual o MARPE deva ser obrigatoriamente utilizado. Festa et al.[10], Shayani et al.[12] e Zhu et al.[11] demonstraram que indivíduos de uma mesma faixa etária podem apresentar diferentes estágios de maturação sutural.

Essa variabilidade também é relevante na interpretação dos resultados do MARPE, pois a resposta à expansão não depende exclusivamente da idade cronológica. Assim, a avaliação individual da maturação esquelética apresenta maior relevância clínica do que a adoção de limites etários rígidos.

Apesar da elevada taxa de sucesso descrita para o MARPE, a magnitude da expansão esquelética apresenta variação entre os estudos. Liao et al.[31] observaram predominância do componente esquelético na expansão, enquanto Zeng et al.[29] demonstraram que, embora o componente ósseo basal represente parcela importante do resultado, também existe participação significativa dos componentes dentário e alveolar. Essa diferença indica que a resposta obtida não pode ser atribuída exclusivamente à presença dos mini-implantes, sendo influenciada por fatores como maturação sutural, anatomia maxilar, desenho do aparelho e protocolo de ativação.

Essa heterogeneidade também foi identificada por Kapetanović et al.[7], cuja revisão sistemática apontou diferenças metodológicas importantes entre os estudos e qualidade de evidência muito baixa. Dessa forma, embora o MARPE apresente resultados consistentemente favoráveis quanto à expansão transversal, a comparação direta entre protocolos deve ser realizada com cautela. A elevada taxa de sucesso relatada por Zeng et al.[29], de 93,87%, deve igualmente ser interpretada considerando os diferentes critérios utilizados para definir sucesso e as características das amostras analisadas.

Outro aspecto relevante é que a ancoragem esquelética reduz, mas não elimina, os efeitos dentoalveolares. Lee et al.[36] observaram menor inclinação vestibular dos dentes posteriores e maior preservação óssea nos pacientes tratados com MARPE, enquanto Al-Qaqaa et al.[38] identificaram alterações dentárias limitadas durante o período de acompanhamento. Entretanto, Kapetanović et al.[7] e Zeng et al.[29] ressaltam que alterações dentárias, alveolares e periodontais ainda podem ocorrer. Portanto, o benefício do MARPE deve ser compreendido como uma redução da magnitude dos efeitos indesejáveis, e não como sua eliminação.

A configuração do aparelho também parece interferir diretamente na resposta obtida. Villa-Obando et al.[37] observaram que características como o número de mini-implantes e o protocolo de ativação podem modificar a relação entre expansão esquelética e dentoalveolar. Esse achado reforça que o MARPE não deve ser considerado um dispositivo de comportamento biomecânico único. A escolha do desenho e do protocolo de ativação deve estar relacionada às características anatômicas e às necessidades de cada paciente, o que pode explicar parte da variabilidade encontrada entre os estudos.

Os efeitos sobre as vias aéreas representam outro possível benefício, porém sua relevância clínica deve ser interpretada com cautela. Mehta et al.[34] e Liu et al.[35] demonstraram aumento de dimensões da cavidade nasal e de determinados segmentos das vias aéreas após a expansão. Entretanto, Liu et al. (2023) destacaram a predominância de estudos retrospectivos, não randomizados

e com amostras reduzidas. Dessa forma, o aumento anatômico das vias aéreas não deve ser interpretado automaticamente como melhora da função respiratória. Nesse contexto, as alterações respiratórias devem ser consideradas um possível efeito associado à expansão, e não a principal justificativa para indicação do MARPE.

A estabilidade também constitui uma limitação importante. Zeng et al.[29] identificaram determinado grau de recidiva tanto nos componentes esqueléticos quanto dentários durante o acompanhamento. Esse resultado demonstra que a abertura sutural obtida durante a fase ativa não representa necessariamente estabilidade permanente. Dessa forma, a retenção e o acompanhamento pós-expansão devem ser considerados partes fundamentais do tratamento, especialmente porque a magnitude e a duração da estabilidade ainda não estão completamente estabelecidas.

Além disso, a indicação do MARPE deve considerar os possíveis riscos relacionados à instalação e à manutenção da ancoragem esquelética. Kapetanović et al.[7] identificaram efeitos dentários e periodontais associados à técnica, enquanto estudos mais recentes continuam apontando a necessidade de acompanhamento dos tecidos dentoalveolares e da estabilidade dos mini-implantes [38]. Portanto, a condição periodontal, a espessura óssea e a anatomia do palato devem fazer parte do planejamento, evitando que a indicação seja baseada apenas na idade ou na expectativa de maior expansão esquelética.

Diante desses achados, o MARPE não deve ser considerado simplesmente uma evolução dos expansores convencionais, mas uma alternativa cuja principal indicação está relacionada à necessidade de aumentar a participação esquelética na correção da deficiência transversal. Em pacientes jovens, nos quais a sutura apresenta maior potencial de resposta, a expansão dentossuportada continua sendo uma abordagem válida; em pacientes com maior maturação esquelética, o MARPE pode ampliar a possibilidade de tratamento não cirúrgico, desde que exista anatomia favorável para a instalação dos mini-implantes [25-26].

Por fim, embora exista convergência quanto à capacidade do MARPE de produzir expansão transversal com importante componente esquelético, ainda não há evidências suficientes para estabelecer um protocolo universal de indicação, instalação, ativação e retenção. As revisões de Kapetanović et al.[7] e Zeng et al.[29] destacam a baixa qualidade metodológica e a predominância de estudos observacionais, enquanto estudos mais recentes continuam demonstrando heterogeneidade entre dispositivos e protocolos. Assim, a evidência atual sustenta o MARPE como uma alternativa eficaz para casos selecionados, mas não como uma técnica superior em todas as situações clínicas. Estudos prospectivos, com protocolos padronizados e acompanhamento de longo prazo, permanecem necessários para estabelecer com maior segurança os fatores associados ao sucesso, às complicações e à estabilidade dos resultados.

CONCLUSÃO

O MARPE constitui uma alternativa eficaz para o tratamento da deficiência transversal da maxila, especialmente em adolescentes tardios e adultos jovens com maior maturação esquelética. Sua principal vantagem está na utilização de ancoragem esquelética, que favorece maior participação óssea na expansão e reduz a dependência dos dentes de suporte, proporcionando maior controle dos efeitos dentoalveolares quando comparado aos expansores convencionais. Entretanto, a resposta ao tratamento apresenta variabilidade individual e está relacionada principalmente ao estágio de maturação das suturas, às características anatômicas do paciente e ao planejamento do dispositivo.

Apesar dos resultados favoráveis, o MARPE não elimina completamente a possibilidade de efeitos dentários, periodontais e complicações relacionadas aos mini-implantes. Dessa forma, sua utilização não deve ser considerada superior em todos os casos, mas como uma alternativa terapêutica cuja indicação deve ser definida de acordo com a idade, maturação esquelética, gravidade da deficiência transversal e características individuais do paciente. A avaliação adequada por CBCT e o planejamento individualizado são fundamentais para aumentar a previsibilidade e a estabilidade dos resultados, sendo necessários estudos com maior qualidade metodológica e acompanhamento prolongado para fortalecer as evidências sobre a eficácia e a estabilidade da técnica.

REFERÊNCIAS

1. Dakhil NB, Salamah FB. The diagnosis methods and management modalities of maxillary transverse discrepancy. *Cureus*. 2021;13(12):e20573.

2. Palermo A, Ferrante L, Cazzato G, Sabatelli F, Bordea IR, Fernandes GVO, et al. Transverse skeletal deficiencies in orthodontics: etiology, consequences and treatment approaches. *Oral Implantol* (Rome). 2024;16(3 Suppl 1):595-611.

3. Ye G, Li Q, Guo Z, Yu X, Xu Y, Ding W, et al. Comparative evaluation of transverse width indices for diagnosing maxillary transverse deficiency. *BMC Oral Health*. 2024;24(1):808.

4. Andrucioli MCD, Matsumoto MAN. Transverse maxillary deficiency: treatment alternatives in face of early skeletal maturation. *Dental Press J Orthod*. 2020;25(1):70-9.

5. Venkateshwara K, Soni S, Prashar A. Rapid maxillary expansion: a review. *Int J Health Sci* (Qassim). 2021;5(S2):239-51.

6. Lima Júnior DA, Dias EAF, Ferreira LC, Azevedo TCS. Expansão rápida da maxila com MARPE, Hyrax e Haas. *Braz J Implantol Health Sci*. 2023;5(4):2083-101.

7. 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):313-23.

8. Satapathy SK, Agarwal N. Micro-implant assisted rapid palatal expansion (MARPE): a comprehensive review on biomechanics, clinical protocols, and recent advances. *Int J Health Sci Res*. 2025;15(4):349-61.

9. Lesser ER, Kikuta S, Barton BM, Samrid R, Kawai H, Tubbs RS, et al. The median palatine suture: a comprehensive review with clinical considerations. *Cureus*. 2025;17(10):e71520.

10. Festa F, Festa M, Medori S, Perrella G, Valentini P, Bolino G, et al. Midpalatal suture maturation in relation to age, sex, and facial skeletal growth patterns: a CBCT study. *Children* (Basel). 2024;11(8):1013.

11. Zhu Z, Zhou N, Qian W, Ye N. Evaluating midpalatal suture maturation using cone-beam computed tomography in East Asian individuals aged 16–50 years. *BMC Oral Health*. 2025;25(1):1482.

12. 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.

13. Hemanth M, Prajwal Prabhu, Rakshitha Raj, Aravind M, Shivaprasad G, Waremani AS. Comparative assessment of the stages of midpalatal suture maturation and circum-maxillary suture maturation: a cone beam computed tomography study. *J Carcinog*. 2025;24(6 Suppl):664-74.

14. Dong Z, Zeng Y, Kou X, Wu L, Hong H. Assessing circum-maxillary sutures maturation by CBCT: a diagnostic indicator for skeletal age and treatment timing for Class III malocclusion. *Front Oral Health*. 2026;7:1749578.

15. Cho AR, Park JH, Moon W, Chae JM, Kang KH. Short-term effects of microimplant-assisted rapid palatal expansion on the circummaxillary sutures in skeletally mature patients: a cone-beam computed tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2022;161(2):e187-e197.

16. Serafin M, Vella M, Boccalari E, Caprioglio A. Effectiveness of deciduous molar anchorage for rapid maxillary expansion: a systematic review and meta-analysis. *Angle Orthod*. 2026;96(1):1-10.

17. Hammouda H, Medhioub I, Ben Belgacem N, Zairi R, El Yemni Zinelabidine A. Effect of rapid maxillary expansion on root resorption: a systematic review of the literature. *Saudi J Oral Dent Res*. 2025;10(2):114-24.

18. Tonial FG, Moreira KMS, Lima MLS, Araki J, Imparato JCP, Gimenez T. Anchorage in primary vs. permanent teeth for rapid maxillary expansion in children: systematic review and meta-analysis. *IOSR J Dent Med Sci*. 2024;23(12 Ser 1):31-9.

19. Kinzinger GSM, Lisson JA, Buschhoff C, Hourfar J, Korbmacher-Steiner H. Impact of rapid maxillary expansion on palatal morphology at different dentition stages. *Clin Oral Investig*. 2022;26(7):4715-25.

20. Inchingolo AM, Patano A, De Santis M, Del Vecchio G, Ferrante L, Morolla R, et al. Comparison of different types of palatal expanders: scoping review. *Children* (Basel). 2023;10(7):1258.

21. Barreneche-Calle LM, Marín-Arboleda RD, Gómez-Gómez SL, Agudelo-Suárez AA, Ramírez-Ossa DMD. Dentoalveolar, periodontal and skeletal effects of maxillary expansion techniques assisted by temporary anchorage devices compared with conventional protocols in growing patients with transverse maxillary deficiency: a systematic review and meta-analysis. *Int Orthod*. 2024;22(3):100891.

22. Mutinelli S, Manfredi M, Guiducci A, Denotti G, Cozzani M. Anchorage onto deciduous teeth: effectiveness of early rapid maxillary expansion in increasing dental arch dimension and improving anterior crowding. *Prog Orthod*. 2015;16(1):22.

23. Gou N, Wang X, Li H, Dong Z. The three-dimensional influence and clinical significance of anterior traction with rapid expansion during dental replacement. *Acta Odontol Scand*. 2025;84:491-500.

24. Marañón-Vásquez GA, De Andrade ACDV, Maia LC, Dos Santos RL, Tanaka OM, Paranhos LR, et al. Effect of treatment of transverse maxillary deficiency using rapid palatal expansion on oral health-related quality of life in children: complementary results for a controlled clinical trial. *Clin Oral Investig*. 2024;28(10):525.

25. Baik HS, Kang YG, Choi YJ. Miniscrew-assisted rapid palatal expansion: a review of recent reports. *J World Fed Orthod*. 2020;9(3S):S54-S58.

26. Annarumma F, Posadino M, De Mari A, Drago S, Aghazada H, Gravina GM, et al. Skeletal and dental changes after maxillary expansion with a bone-borne appliance in young and late adolescent patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2021;159(4):e363-e375.

27. An JS, Seo BY, Ahn SJ. Comparison of dentoskeletal and soft tissue changes between tooth-borne and tooth-bone-borne hybrid nonsurgical rapid maxillary expansions in adults: a retrospective observational study. *BMC Oral Health*. 2021;21(1):658.

28. Brunetto DP, Sant'Anna EF, Machado AW, Moon W. Non-surgical treatment of transverse deficiency in adults using Microimplant-assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE). *Dental Press J Orthod*. 2017;22(1):110-25.

29. Zeng W, Yan S, Yi Y, Chen H, Sun T, Zhang Y, et al. Long-term efficacy and stability of miniscrew-assisted rapid palatal expansion in mid to late adolescents and adults: a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health*. 2023;23(1):829.

30. Huang X, Han Y, Yang S. Effect and stability of miniscrew-assisted rapid palatal expansion: a systematic review and meta-analysis. *Korean J Orthod*. 2022;52(5):334-44.

31. Liao YC, Ho KH, Wang CW, Wang KL, Hsieh SC, Chang HM. Skeletal and dental changes after microimplant-assisted rapid palatal expansion (MARPE): a cephalometric and cone-beam computed tomography (CBCT) study. *Clin Investig Orthod*. 2022;81(2):84-92.

32. Chun JH, De Castro ACR, Oh S, Kim KH, Choi SH, Nojima LI, et al. Skeletal and alveolar changes in conventional rapid palatal expansion (RPE) and miniscrew-assisted RPE (MARPE): a prospective randomized clinical trial using low-dose CBCT. *BMC Oral Health*. 2022;22(1):114.

33. Al-Madani NN, Al Salamah LA, Almutairi MH, Alaithan AA, Alsaedi AH, Aloraini RA, et al. Impact of bone-borne and miniscrew-assisted rapid palatal expansion on airway dimensions and postexpansion stability: evidence from cone-beam CT studies. *Cureus*. 2025;17(12):e98578.

34. Mehta S, Gandhi V, Vich ML, Allareddy V, Tadinada A, Yadav S. Long-term assessment of conventional and mini-screw–assisted rapid palatal expansion on the nasal cavity. *Angle Orthod*. 2022;92(3):315-23.

35. Liu C, Wang K, Jiang C, Zhao Y, Zhang Y, Zhang Q, et al. The short- and long-term changes of upper airway and alar in nongrowing patients treated with mini-implant assisted rapid palatal expansion (MARPE): a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health*. 2023;23(1):820.

36. Lee HB, Chae JM, Park JH, Kim NJ, Han SH. Comparison of dentoalveolar changes with miniscrew-assisted versus conventional rapid palatal expansion in growing patients: a systematic review and meta-analysis. *Appl Sci* (Basel). 2025;15(15):8326.

37. Villa-Obando YA, Correa-Osorio SM, Castrillon-Marin RA, Ardila CM. Effect of anchorage modifications on the efficacy of miniscrew-assisted rapid palatal expansion: a systematic review and meta-analysis. *Cureus*. 2024;16(10):e71234.

38. Al-Qaqaa S, Al-Khateeb SN, Al Samhouri A. Effect of skeletal miniscrew-assisted rapid palatal expansion on root resorption, buccal bone thickness and tooth inclination: a retrospective CBCT study. *Angle Orthod*. 2026;96(4):420-7.

_____
Autor correspondente
Luiz Alessio | E-mail: lui.alessio@gmail.com