



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO
DEPARTAMENTO DE CLÍNICA INFANTIL

PAULA YUMI YAMAUCHI

**MARPE- MICROIMPLANT ASSISTED RAPID PALATAL EXPANSION:
UMA ALTERNATIVA PARA EXPANSÃO PALATINA EM PACIENTES
ADULTOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Odontologia.

Área de Concentração: Ortodontia Preventiva

Orientador: Prof. Dr. Fábio Lourenço Romano

Ribeirão Preto

2018

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
2. PROPOSIÇÃO	10
3. RELATO DE CASO CLÍNICO	12
3.1. Diagnóstico	13
3.2. Objetivos do tratamento.....	15
3.3. Opções de tratamento	15
3.4. Plano de tratamento e mecânica utilizada.....	16
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	22
REFERÊNCIAS	25

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

A atresia maxilar é uma das deficiências mais comuns encontradas nos arcos dentários com prevalência de 8%, 23% e 10% na dentição decídua, mista e permanente, respectivamente.^{1,2} Esta alteração torna-se relevante para o clínico, pois o tratamento ortodôntico geralmente inicia-se com a correção transversal, dependendo da idade do paciente e do tipo de maloclusão.²

A deficiência transversal da maxila pode ser classificada em dentoalveolar, esquelética ou ambas.³ Geralmente esta alteração é acompanhada por aumento vertical alveolar, apinhamento, palato profundo e corredor bucal amplo.⁴ Além disso, o indivíduo com atresia maxilar comumente apresenta mordida cruzada posterior uni ou bilateral, como consequência de hábitos parafuncionais, respiração bucal, ausência de espaço nos arcos, fissuras labiopalatais e ectopia de dentes permanentes.⁵

A sutura palatina mediana tem um padrão de sobreposição e sinuosidades com três a cinco camadas de tecido conjuntivo espesso interposto entre as margens ósseas. Sua anatomia é composta de três processos: processo palatino da maxila, processo alveolar e lâmina horizontal do osso palatino. Pode ainda ser dividida em 3 segmentos: anterior (antes do forame incisivo), mediano (do forame incisivo até a sutura palatina transversa) e posterior (após a sutura palatina transversa). Logo, um movimento de expansão da maxila não se restringe somente à sutura palatina mediana, mas pode também modificar áreas anatômicas vizinhas.⁶

A Expansão Rápida da Maxila (ERM) foi descrita inicialmente por Angell (1860)⁷ como forma de correção da discrepância maxilar transversal. Posteriormente, foi estudada por Haas (1961)⁸, que demonstrou, por meio de um

estudo realizado em porcos, abertura e neoformação óssea na sutura palatina mediana. Posteriormente, foram desenvolvidos outros disjuntores como Hyrax⁹ e McNamara¹⁰.

Existe consenso na literatura que a ERM convencional em adultos pode causar inclinações dentárias excessivas, complicações periodontais, dor, ausência de efeitos esqueléticos, reabsorções radiculares, resultados imprevisíveis, além de recidivas da expansão. Nestes pacientes, a expansão rápida da maxila com assistência cirúrgica (ERMAC) é indicada, reduzindo os efeitos colaterais e aumentando a previsibilidade da expansão óssea.^{11,12} Porém, em contrapartida, esse tratamento apresenta alto custo, necessitando hospitalização, estresse cirúrgico, diminuição da espessura óssea vestibular^{13,14} e abertura em “V” da sutura palatina mediana causando inclinação das paredes ósseas da maxila.^{14,15}

Diante disto, alguns autores têm utilizado mini-implantes ortodônticos como dispositivos de ancoragem auxiliar para direcionar, aplicar e promover a expansão maxilar, evitando osteotomias. Esse aparelho, denominado expansor palatino ancorado em mini-implantes (MARPE, termo em inglês), aplica forças diretamente na sutura palatina mediana com menor pressão sobre os dentes ou periodonto.¹⁶

Em 2010, o MARPE foi usado em um paciente de 20 anos de idade, com discrepância transversal grave e prognatismo mandibular, tendo como resultado pouca alteração dentária e bons resultados esqueléticos transversais avaliados clínica e radiograficamente. Os autores concluíram que o MARPE é uma promissora opção de tratamento para correção transversal da maxila e pode evitar a necessidade de procedimentos cirúrgicos. Os mini-implantes podem ser fixados por meio de extensões soldadas ao parafuso de expansão ou em *slots* localizados no próprio parafuso e devem ser colocados parasuturalmente para evitar risco de

perfuração de estruturas anatômicas importantes nas regiões anterior e posterior (artéria e nervo palatino maior).^{17,18} Estudos posteriores apontaram que quando mini-implantes são inseridos em área de osso mais espessa, podem apresentar maior estabilidade primária e proporcionar propagação mais eficiente de forças ao complexo nasomaxilar.^{6,18} Moon et al. (2010) avaliaram a densidade óssea do palato em paciente adultos por meio de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) e sugeriram a instalação dos mini-implantes nas áreas palatinas posteriores, distando 3mm do forame incisivo e entre 1 a 5 mm lateralmente a sutura palatina mediana.¹⁹

Utilizando o Método de Elemento Finito (MEF) com a finalidade de observar a distribuição e o deslocamento do estresse dentro do complexo craniofacial em pacientes submetidos à expansão maxilar com Hyrax e MARPE, pode-se observar que com o Hyrax, as forças partem dos dentes e se propagam aos pilares da maxila, diferentemente da expansão efetuada com MARPE, que concentra forças no complexo maxilar e tem pouca propagação para estruturas ósseas vizinhas.²⁰ Assim, para garantir movimento de translação das metades maxilares, deve-se aplicar a força o mais próximo possível do centro de resistência da maxila que está localizado na intersecção de dois eixos: o primeiro através da crista galli e o segundo através dos pontos mais inferiores das suturas zigomático-maxilares bilateralmente. Somente com expansor Hyrax, é impossível direcionar a força do parafuso através do centro de resistência maxilar para produzir movimento puro de translação, uma vez que seu ponto de aplicação está no dente. Por outro lado, o MARPE está mais próximo do fulcro de rotação maxilar e do centro de resistência, propiciando movimento de translação horizontal das metades maxilares com menores efeitos dentários. Frente a esses resultados, o estudo sugeriu o MARPE para pacientes cuja

ossificação da sutura apresenta-se avançada e com tipo morfológico dolicofacial.²⁰ Outro estudo, avaliando MARPE e utilizando MEF viscoelástico, demonstrou que não houve alteração acima do plano Le Fort I anterior e posteriormente, uma vez que a expansão concentrou-se na face média com movimento anterior e descendente, com pouca tensão em dentes, além do padrão de abertura da sutura palatina mediana em geometria piramidal.²⁰

Estudos mais recentes recomendaram o MARPE para tratar pacientes em crescimento que apresentavam deficiência maxilar transversal, anteroposterior e que necessitavam protração maxilar. Os mini-implantes melhoraram os efeitos esqueléticos produzidos pelo avanço maxilar, pois foram ancorados no osso basal da maxila, resultando em movimento ortopédico puro com mínimos efeitos aos dentes.²¹

Carlson et al. (2016)²² em relato clínico de um paciente com 19 anos de idade, demonstrou a possibilidade de tratamento da expansão maxilar sem cirurgia. O MARPE promoveu expansão da sutura palatina mediana e também de outras estruturas circunmaxilares. A principal característica desse aparelho é o fato de potencializar o efeito ortopédico com pouca ou nenhuma vestibulo-versão de dentes posteriores.²¹ Logo, é consensual a indicação, entre os pesquisadores, que o uso do MARPE em casos severos de atresia maxilar e de maloclusão de Classe III pode produzir resultados satisfatórios, além de possibilitar melhora na respiração devido ao aumento da cavidade nasal.^{16,23,24} Recentemente, Jung et al. (2017) usando uma coorte retrospectiva com 20 indivíduos com idade média de 20,9 anos, demonstraram eficiência na expansão em 86,96% dos casos com o uso do MARPE e com estabilidade após 30 meses de seguimento.²³

O MARPE apresenta benefícios como instalação conservadora e é acessível financeiramente,²⁵ o que o torna uma opção de tratamento ortodôntico promissora. Entretanto, seus efeitos periodontais, dentários e esqueléticos ainda necessitam ser melhor avaliados. MARPE foi testado em alguns poucos trabalhos com o parafuso expansor apoiado em pré-molares e molares e também somente em molares, mostrando resultados esqueléticos satisfatórios, mas com efeitos colaterais nos dentes de apoio.²²⁻²⁴ Estes achados reforçam que ainda não existe um modelo de MARPE ideal e que talvez, utilizá-lo sem apoio em dentes possa produzir bons resultados esqueléticos sem inclinações dentárias indesejadas. Também, não está definido um protocolo de ativação ideal, o tempo médio necessário para correção da displasia esquelética transversal, assim como, não se conhece com precisão a estabilidade dos resultados a longo prazo. Desta forma, torna-se necessário mais estudos com a finalidade de avaliar os resultados produzidos pelo MARPE por meio de imagens e modelos tridimensionais para que os reais efeitos desta técnica sejam melhor visualizados.

2. PROPOSIÇÃO

2. PROPOSIÇÃO

O objetivo deste trabalho foi realizar revisão da literatura sobre MARPE e ilustrar esta nova técnica com um relato de caso clínico.

3. RELATO DE CASO CLÍNICO

3. RELATO DE CASO CLÍNICO

3.1. Diagnóstico

Paciente, L.L.L., 20 anos e 3 meses de idade. Perfil facial côncavo, assimétrica, selamento labial passivo e terço inferior aumentado, tipo morfológico dolicofacial. História médica negativa, higiene oral satisfatória, deglutição e fonação normais, respiração mista com predominância nasal, ausência de hábitos bucais deletérios (Fig.1).

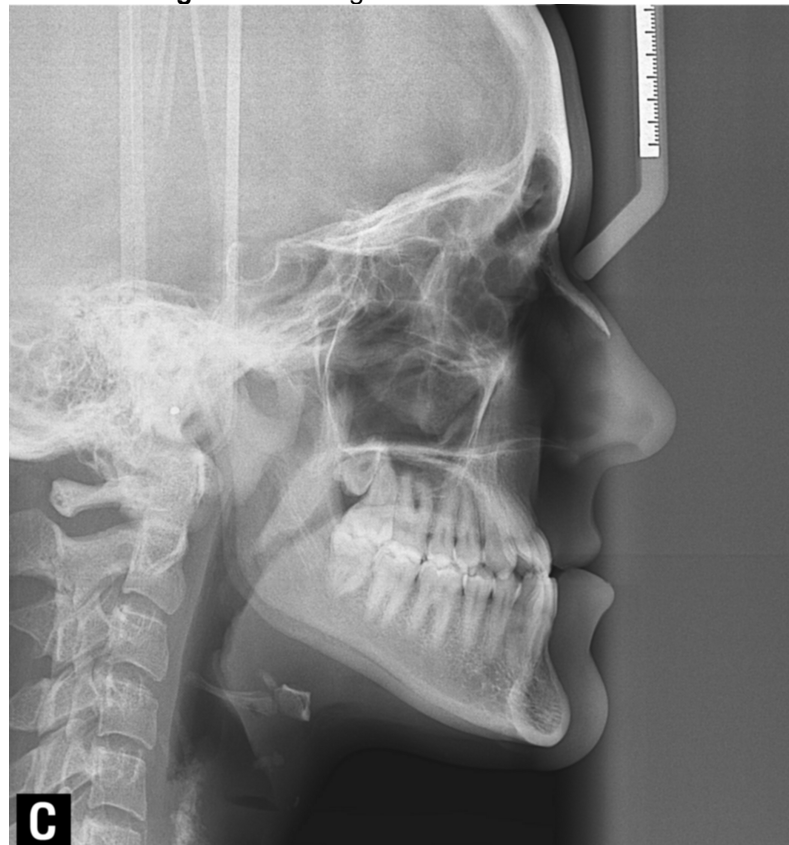
Figura 1: Fotografias intra e extrabucais iniciais da paciente



No padrão dentário, a relação de molares era de Classe III de Angle, caninos também em Classe III, sobremordida em topo-a-topo e linhas médias não coincidentes. Apresentava atresia esquelética da maxila com mordida cruzada posterior bilateral, palato ogival, distância intermolar de 27mm, leve apinhamento ântero-superior (DM= -1,5mm) e moderado ântero-inferior (DM= -3,0mm), vários dentes com posicionamento incorreto, inclinação lingual excessiva dos dentes posteriores superiores. Além disso, os incisivos superiores apresentam-se com lábio-versão e os inferiores verticalizados. Mordida cruzada anterior com overjet de -2mm (Fig. 1).

A radiografia panorâmica evidenciou a presença de todos os dentes permanentes, inclusive os terceiros molares na cavidade bucal, côndilos simétricos, septo nasal centralizado, seios maxilares sem velamento e sem nenhuma alteração patológica evidente.

Na radiografia cefalométrica, observou-se que a maxila (SNA= 77°) estava retruída e a mandíbula (SNB = 79°) bem posicionada em relação à base anterior do crânio, maloclusão esquelética de Classe III (ANB= -5°), predomínio de crescimento vertical, com rotação da mandíbula no sentido horário (SNGoGn= 40°) (NSGn= 71°), tipo morfológico facial dolicofacial (Eixo facial= 85°), perfil ósseo côncavo (NAPg= -10°). Na análise do padrão dental, notou-se os incisivos centrais com inclinação axial aumentada (1.NA= 34°) e retruídos em relação a sua base óssea (1-NA= 3 mm), os incisivos centrais inferiores com inclinação axial diminuída (1.NB= 18°) e retruídos em relação a sua base óssea (1-NB= 1 mm). Na avaliação do perfil tegumentar, foi evidenciado perfil côncavo, uma vez que os lábios encontravam-se atrás da linha S (Ls-S= -5 mm) (Li-S= -1 mm) (Fig. 2).

Figura. 2: Radiografia cefalométrica inicial

3.2. Objetivos do tratamento

Os objetivos do tratamento foram:

- Expandir esqueleticamente a maxila;
- Devolver a inclinação axial correta aos incisivos superiores e inferiores;
- Corrigir a maloclusão esquelética de Classe III;
- Melhorar o padrão de crescimento vertical;
- Corrigir o apinhamento ântero-inferior e superior;
- Corrigir a assimetria facial.

3.3. Opções de tratamento

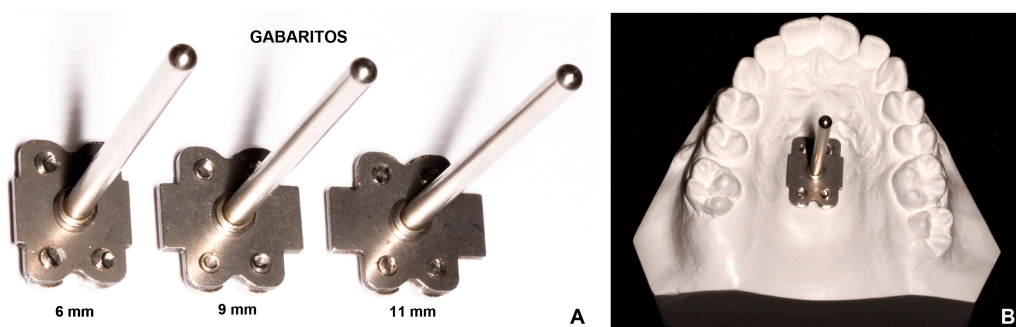
Devido as características dentárias e esqueléticas apresentadas pela paciente, o planejamento para este foi o tratamento orto-cirúrgico com prévia

expansão ortopédica da maxila. Qualquer outro tipo de tratamento diferente do mencionado acima traria resultados insatisfatórios à face e a oclusão da paciente. Por outro lado, a expansão ortopédica da maxila poderia ter sido realizada por meio de disjunção cirurgicamente assistida que envolveria internação hospitalar, cuidados pós-cirúrgicos, edema, além de todos os riscos envolvidos em qualquer procedimento cirúrgico ao qual o paciente é submetido a anestesia geral. Diante disto, para expandir ortopedicamente a maxila, optamos por utilizar um novo método de disjunção que apoia em miniparafusos para fazer a separação da sutura palatina mediana.

3.4. Plano de tratamento e mecânica utilizada

Inicialmente foi instalado o aparelho MARPE que apresentou as seguintes características: Foram adaptadas bandas nos 1^{os} molares superiores, foi realizada moldagem, transferência das bandas e modelagem. Para determinar o tamanho do disjuntor (6, 9 ou 11mm) que seria utilizado no paciente foram utilizados três “gabaritos” (PecLab, Belo Horizonte, MG, Brasil) (Fig. 3).

Figura 3: A- Gabaritos utilizados para determinação do tamanho do parafuso; B- Tamanho de parafuso selecionado.



O parafuso escolhido foi o de 6mm e este posicionado centralizado transversalmente ao nível da sutura palatina mediana e anteroposteriormente a partir da terceira ruga palatina em direção posterior, em íntimo contato com a profundidade do palato e 1mm afastado das paredes laterais da maxila. As hastes do parafuso contornaram o palato e foram adaptadas nas faces palatinas dos 1^{os} molares e fixadas com solda de prata nas bandas destes dentes.

Instalação do aparelho

Foi realizada profilaxia com pedra-pomes e água por 10 segundos em cada dente, lavagem e secagem abundante. O MARPE foi cimentado nos 1^{os} molares superiores com cimento de ionômero de vidro (CIV, Vidrion C, SSWhite, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) manipulado de acordo com as recomendações do fabricante. Foi respeitado tempo de presa de 7 minutos do CIV em campo seco e posteriormente aplicação de esmalte incolor na superfície oclusal da banda para proteção do cimento. Previamente a instalação dos mini-implantes, foi aplicada solução tópica de polivinilpirrolidona iodo a 1% na face do paciente e realizada antissepsia intrabucal com solução de cloreto de cetilpiridino. Foi realizada infiltração de 3,6 ml de solução anestésica contendo lidocaína a 2% e epinefrina 1:100.000 U.I. no palato para bloqueio do nervo palatino posterior direito e esquerdo e nervo incisivo. Avaliação prévia da altura do palato foi realizada na Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) para determinação das características (tamanho) dos mini-implantes que foram utilizados. Na paciente foram inseridos 4 mini-implantes autoperfurantes nos *slots* localizados no parafuso expensor para fixação do dispositivo no palato, sendo 2 na região anterior e 2 na região posterior (PecLab, Belo Horizonte, MG,

Brasil) (Fig. 4). Ao final da implantação, o torque de inserção de cada mini-implantes ficou entre 35 a 40N.

Figura 4: MARPE instalado no paciente



Protocolo de ativação do MARPE

Imediatamente após instalação dos aparelhos, foram realizadas 2 ativações iniciais de 1/4 de volta cada, com intervalos de 15 minutos entre elas. O Ortodontista (FLR) realizou 1 ativação e o paciente realizou outra ativação para treinamento e calibração. Neste momento o paciente recebeu orientações sobre higiene oral, protocolo de ativação e folheto explicativo sobre o procedimento, além do contato do Ortodontista. A partir do 2º dia o paciente foi orientado a realizar ativação de ¼ de volta pela manhã e ¼ de volta à noite com intervalo de 12 horas entre elas. Foram realizados controles semanais e a ativação do aparelho foi interrompida quando o parafuso de 6mm esgotou seu potencial de ativação (Fig. 5).

Figura 5: MARPE com parafuso expansor ativado até o final



Neste momento o MARPE foi removido (Fig. 6) e substituído por outro disjuntor convencional Hyrax (sem mini-implantes) que foi cimentado nos molares e colado nos pré-molares para término da expansão (Fig. 7).

Figura 6: Maxila após a remoção do MARPE



Figura 7: Disjuntor convencional tipo Hyrax instalado

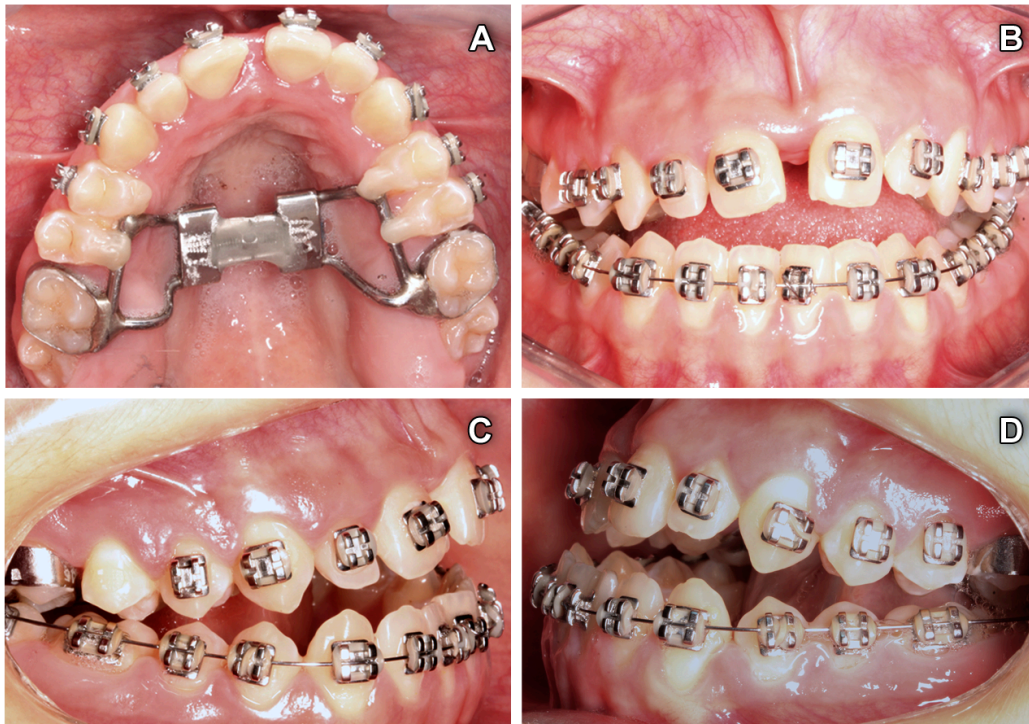
O parafuso foi ativado com o mesmo protocolo descrito anteriormente, até a sobrecorreção, ou seja, quando as cúspides palatinas dos molares superiores contactaram com as cúspides vestibulares dos molares inferiores. Após a expansão desejada, o parafuso foi imobilizado com resina acrílica autopolimerizável e o próprio aparelho permaneceu na boca como contenção por período de 6 meses. Em seguida, o disjuntor foi removido e o preparo ortodôntico para cirurgia ortognática continuou com o aparelho ortodôntico corretivo.

3.5. Resultados obtidos

Como citado anteriormente, o plano de tratamento para esta paciente consiste de várias etapas. A primeira delas foi a expansão ortopédica maxilar, que devido a idade da paciente e conseqüentemente a ossificação da sutura palatina mediana, não seria possível com a disjunção convencional. Desta forma, o MARPE foi instalado na paciente, ativado e substituído pelo disjuntor Hyrax após o potencial do parafuso ter se esgotado. Apesar do trabalho clínico de substituição do disjuntor no decorrer do procedimento, a expansão ortopédica maxilar foi bastante

satisfatória, transformando uma maxila atrésica com formato triangular em uma maxila com largura transversal adequada. É fundamental ressaltar que a mordida cruzada posterior foi corrigida com este procedimento, evitando a realização de cirurgia de disjunção maxilar. A expansão maxilar realizada com o MARPE foi semelhante ao método convencional realizado em pacientes sem ossificação total da sutura, resolvendo o problema transversal maxilar com correta sobrecorreção (Fig. 8).

Figura 8: A- Expansão maxilar finalizada; B- Diastema interincisivos; C e D- sobrecorreção da mordida cruzada posterior.



4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mordida cruzada posterior é uma má oclusão em que um ou mais dentes maxilares estão anormalmente posicionados para lingual em relação ao seu antagonista e não se auto-corrige, devendo ser interceptada assim que diagnosticada, pois pode causar mudanças permanentes na articulação temporomandibular, na face e na dentição devido à alteração no crescimento transversal da maxila. Esta maloclusão pode ser corrigida de diversas formas dependendo de suas características e do desenvolvimento esquelético do paciente.¹⁻

³ Quando há contração esquelética maxilar, a Expansão Rápida da Maxila (ERM) é o procedimento mais indicado, obtendo alto índice de sucesso em pacientes em crescimento.⁴⁻⁷ São indicações para a ERM: 1) deficiência maxilar real ou relativa; 2) estenose nasal; 3) todos os tipos de maloclusão de Classe III; 4) pacientes com fissura palatina mediana; 5) deficiência maxilar no sentido ântero-posterior; 6) deficiência de comprimento do arco.⁸ Entretanto, as taxas de sucesso diminuem drasticamente quando este procedimento é realizado em pacientes adultos.^{9,10}

A dificuldade em se obter abertura da sutura palatina mediana com ERM em pacientes que já finalizaram o crescimento, deve-se ao aumento da rigidez e do embricamento mecânico das suturas faciais, como as circum-maxilares.¹¹ A principal área de resistência da maxila não é a sutura palatina mediana, mas outras estruturas como as articulações maxilares¹², os pilares zigomáticos¹³, as suturas zigomaticotemporal, zigomaticofrontal, zigomaticomaxilar¹⁴ e também os arcos zigomáticos.¹⁵ Alguns problemas podem ocorrer quando a ERM é realizada em adultos, entre eles, a falta de estabilidade da correção, reduzido movimento ósseo, excesso de inclinação dentária, reabsorção radicular nos dentes de ancoragem, defeitos ósseos, recessões gengivais, expansões assimétricas, dor e necrose da

mucosa sob o aparelho.^{16,17} Sendo assim, em adolescentes tardios e adultos, a associação entre Cirurgia e Ortodontia é a opção de escolha para o tratamento das deficiências transversais maxilares, sendo que um dos procedimentos mais utilizados é a Expansão Rápida da Maxila Assistida Cirurgicamente (ERMAC).

Entretanto, a partir de 2010 uma nova técnica de expansão ortopédica maxilar em adultos (MARPE) foi testada e tem apresentado bons resultados. Os resultados obtidos no relato de caso apresentado confirmam a veracidade dos fatos apresentados pela literatura, que mostram que o tratamento realizado com MARPE corrige a mordida cruzada posterior com abertura real e paralela da sutura palatina mediana. Na paciente deste relato, o referido aparelho corrigiu a maloclusão transversal sem causar efeitos colaterais e nem dolorosos ao paciente.

A técnica empregada, além das correções ortodônticas já mencionadas, evitou que a paciente fosse submetida a um procedimento de expansão cirurgicamente assistida (ERMAC) em nível hospitalar, o que geraria custos ao paciente ou ao estado e com os riscos inerentes a qualquer procedimento cirúrgico de média complexidade. Com a técnica do MARPE, somente mini-implantes foram instalados no palato, inseridos com anestesia local e sem a necessidade de cortes ou outros procedimentos mais invasivos. Cabe ressaltar que a idade da paciente contribuiu para o sucesso do tratamento, sendo ainda escassos na literatura trabalhos utilizando esta técnica em pacientes acima dos 30 anos de idade e com consequente maior fusão da sutura palatina mediana.

Apesar de alguns trabalhos mostrarem a eficiência do MARPE, o procedimento ainda necessita ser utilizado em maior número de pacientes, com padronização do protocolo de ativação e em pacientes com idade semelhante para avaliar seus reais efeitos e benefícios aos pacientes.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

1. Kutin G, Hawes RR. Posterior cross-bites in the deciduous and mixed dentitions. *Am J Orthod.* 1969;56:491-504.
2. Brunelle JA, Bhat M, Lipton JA. Prevalence and distribution of selected occlusal characteristics in the US population, 1988-1991. *J Dent Res* 1996;75:706-713.
3. Barreto GM, Gandini Jr. LG, Raveli DBR, Oliveira CA. Transversal and vertical maxillary evaluation, after rapid expansion, using a standardization method for posteroanterior radiographs. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial* 2005;10:91-102.
4. Araújo MT, Bolognese AM, Rossi RRP. Maxillary expansion in adults and adolescents with advanced skeletal maturation. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial.* 2009;14:43-52.
5. Janson, G. et al. *Introdução à ortodontia.* São Paulo: Artes Médicas, 2013.
6. Suzuki H, Moon W, Previdente LH, Suzuki SS, Garcez AS, Consolaro A. Miniscrew-assisted rapid palatal expander (MARPE): the quest for pure orthopedic movement. *Dental Press J Orthod.* 2016;21:17-23.
7. Angell E. Treatment of irregularity of the permanent or adult teeth. Part. 2. *Dental Cosmos.* 1860;1:599-600.
8. Haas AJ. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the mid palatal suture. *Angle Orthod.* 1961;31:73-90.
9. Biederman W. A hygienic appliance for rapid expansion. *J Pract Orthod.* 1968;2:67-70.
10. McNamara JA Jr, Brudon WL. Bonded rapid maxillary expansion appliances. In: McNamara JA Jr, Brudon WL. *Orthodontic and orthopedic treatment in mixed dentition.* 5th ed. Ann Arbor: Needham Press; 1995. p. 145-69.
11. Lines PA. Adult rapid maxillary expansion with corticotomy. *Am J Orthod.* 1975;67:44-56.
12. Zemmann W, Schanbacher M, Feichtinger M, Linecker A, Karcher H. Dentoalveolar changes after surgically assisted maxillary expansion: a three-dimensional evaluation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009;107:36-42.
13. Gauthier C, Voyer R, Paquette M, Rompre P, Papadakis A. Periodontal effects of surgically assisted rapid palatal expansion evaluated clinically and with cone-beam computerized tomography: 6-month preliminary results. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;139:S117-S128.

14. Romano FL. Expansão rápida da maxila assistida cirurgicamente (ERMAC): efeitos periodontais, dentários e esqueléticos avaliados por meio de tomografia computadorizada cone-beam (TCFC) e modelos digitais 3D. Tese: Livredocência. Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto-USP. 2017.
15. Stuart DA, Wiltshire WA. Rapid palatal expansion in the young adult: time for a paradigm shift? *J Can Dent Assoc.* 2003;69:374-377.
16. Choi SH, Shi KK, Cha JY, Park YC, Lee KJ. Nonsurgical miniscrew-assisted rapid maxillary expansion results in acceptable stability in young adults. *Angle Orthod.* 2016;86:713-720.
17. Lee KJ, Park YC, Park JY, Hwang WS. Miniscrew-assisted nonsurgical palatal expansion before orthognathic surgery for a patient with severe mandibular prognathism. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;137:830-839.
18. Alves M Jr, Baratieri C, Marquezan M, Nojima LI, Pacheco MCT, Araújo MTS. Palato: o que saber antes à instalação de mini-implantes? *Rev Clín Ortod Dental Press.* 2012;11:108-114.
19. Moon SH, Park SH, Lim WH, Chun YS. Palatal Bone Density in Adult Subjects: Implications for Mini-Implant Placement. *Angle Orthod.* 2010;80:137-144.
20. MacGuinnis M, Chu H, Youssef G, Wu KW, Machado AW, Moon W. The effects of micro-implant assisted rapid palatal expansion (MARPE) on the nasomaxillary complex-a finite element method (FEM) analysis. *Progr Orthod.* 2014;15:52.
21. Ludwig B, Baumgaertel S, Zorkun B, Bonitz L, Glasl B, Wilmes B, et al. Application of a new viscoelastic finite element method model and analysis of miniscrew-supported hybrid hyrax treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;143:426-435.
22. Carlson C, Sung J, McComb RW, Macha-do AW, Moon W. Microimplant-assisted rapid palatal expansion appliance to orthopedically correct transverse maxillary deficiency in an adult. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016;149:716-728.
23. Jung Jin Park, Young-Chel Park, Kee-Joon Lee, Jung-Yul Cha, Ji Hyun Tahk, Yoon Jeong Choi. Skeletal and dentoalveolar changes after miniscrew-assisted rapid palatal expansion in young adults: A cone-beam computed tomography study. *Korean Orthod.* 2017;47:77-86.
24. Yılmaz A, Arman-Özçırpıcı A, Erken S, Polat-Özsoy Ö. Comparison of short-term effects of mini-implant-supported maxillary expansion appliance with two conventional expansion protocols. *Eur J Orthod.* 2015;37:556-564.
25. Adams GL, Gansky SA, Miller AJ, Harrell WE Jr, Hatcher DC. Comparison between traditional 2-dimensional cephalometry and a 3-dimensional approach on human dry skulls. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;126:397-409.
26. Cevidanes L, Heymann G, Cornelis MA, DeClerck HJ, Tulloch JF. Superimposition of 3-dimensional cone-beam computed tomography models of growing patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136:94-99.

27. Nguyen TT, Cevidanes L, Cornelis MA, De Clerk HJ, Heymann G, de Paula LK, De Clerk H. Three-dimensional assessment of maxillary changes associated with bone anchored maxillary protraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;140:790-8.
28. Nguyen T, Cevidanes K, Paniagua B, Zhu H, Koerich L, Clerk H. Use of shape correspondence analysis to quantify skeletal changes associated with bone-anchored Class III correction. *Angle Orthod.* 2014;84:329-336.
29. Ruellas ACO, Tonello C, Gomes LR, Yatabe MS, Macron L, Lopinto J, et al. Common 3-dimensional coordinate system for assessment of directional changes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016;149:645-56.
30. Hino CT, Cevidanes LHS, Nguyen TT, De Clerk H, Franchi L, McNamara Jr. JA. Three-dimensional analysis of maxillary changes associated with facemask and rapid maxillary expansion compared with bone anchored maxillary protraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;144:705-714.