

MARPE: uma alternativa de expansão maxilar

MARPE: a maxillary expansion alternative

MARPE: una alternativa de expansión maxilar

Fabiane Felkiker 

Weber Adriano Nogueira 

Endereço para correspondência:

Fabiane Felkiker

Rua Lírio do Campo, 168E

89806-267 - Chapecó - Santa Catarina - Brasil

E-mail: fabifelkiker@gmail.com

RECEBIDO: 18.07.2022

MODIFICADO: 28.07.2022

ACEITO: 06.09.2022

RESUMO

A deficiência maxilar é um problema comum na ortodontia e a expansão rápida da maxila é a terapia de escolha para o tratamento. Com o uso do MARPE, otimizamos o potencial de expansão óssea e reduzimos os efeitos indesejáveis, como a inclinação dentária. Através de exames e a ortodontia digital, pode-se realizar um bom planejamento individualizado, minimizar os riscos e obter maior segurança na execução da técnica. Este trabalho tem como o objetivo realizar uma revisão de literatura sobre a técnica MARPE e suas indicações. Conclui-se que mais estudos são necessários, porém, já é observado sucesso da técnica MARPE quando esta for bem indicada.

PALAVRAS-CHAVE: Ortodontia. Técnica de expansão palatina. Procedimentos de ancoragem ortodôntica.

ABSTRACT

Maxillary deficiency is a common problem in orthodontics and rapid maxillary expansion is the therapy of choice for treatment. With the use of MARPE, we optimize the potential for bone expansion and reduce undesirable effects such as tooth tipping. Through exams and digital orthodontics, a good individualized planning can be

carried out, minimizing risks and obtaining greater security in the execution of the technique. This work aims to carry out a literature review on the MARPE technique and its indications. It is concluded that more studies are necessary, however, success of the MARPE technique is already observed when it is well indicated.

KEYWORDS: Orthodontics. Palatal expansion technique. Orthodontic anchorage procedures.

RESUMEN

La deficiencia maxilar es un problema común en ortodoncia y la expansión maxilar rápida es la terapia de elección para el tratamiento. Con el uso de MARPE, optimizamos el potencial de expansión ósea y reducimos efectos indeseables como la inclinación de los dientes. Mediante exámenes y ortodoncia digital se puede realizar una buena planificación individualizada, minimizando riesgos y obteniendo mayor seguridad en la ejecución de la técnica. Este trabajo tiene como objetivo realizar una revisión bibliográfica sobre la técnica MARPE y sus indicaciones. Se concluye que son necesarios más estudios, sin embargo, ya se observa el éxito de la técnica MARPE cuando está bien indicada.

PALABRAS CLAVE: Ortodoncia. Técnica de expansión palatina. Métodos de anclaje em ortodoncia.

INTRODUÇÃO

A deficiência maxilar é um problema muito comum, presente em todas as faixas etárias, da dentição mista à permanente. Há vários protocolos e aparelhos desenvolvidos para o tratamento, sendo o mais comum a Expansão Rápida da Maxila (ERM) com o expansor dento-alveolar. Porém, a previsibilidade de expansão ortopédica torna-se reduzida após os 15 anos de idade. Então, foi proposto o MARPE que é uma abordagem eficaz para a correção transversal da deficiência maxilar, para o tratamento de mordidas cruzadas, maximizando os efeitos esqueléticos e reduzindo a necessidade de cirurgia, em adultos¹⁻⁵.

A expansão maxilar por ancoragem esquelética foi desenvolvida para reduzir os danos teciduais e a acentuada inclinação dentária resultantes das expansões realizadas em pacientes adultos, sem a cirurgia⁶. Este artigo tem como o objetivo realizar uma revisão de literatura sobre a técnica MARPE e suas indicações.

REVISÃO DE LITERATURA

Compreender os eventos biológicos implicados na ortodontia, realizados na face média, requer conhecimentos sobre a sutura palatina mediana. A sutura palatina mediana possui margens ósseas com tecido conjuntivo espesso interposto entre elas e representa a fusão dos processos palatinos maxilares, processos palatinos alveolares e das lâminas ósseas horizontais dos ossos palatinos. Sendo dividida em três segmentos (Figura 1): segmento anterior (é a região que antecede o forame incisivo), segmento médio (do forame do incisivo até a sutura transversal com o osso palatino) e o segmento posterior (engloba a região após a sutura transversal)⁷.

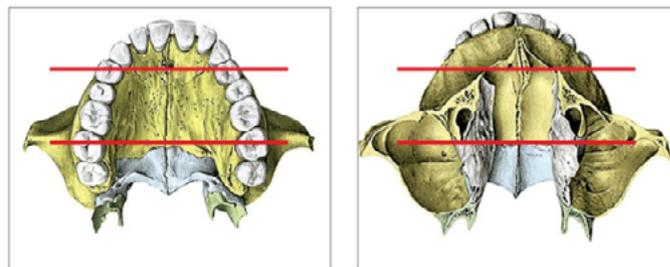


Figura 1 - Os três segmentos da sutura palatina mediana: anterior, médio e posterior⁷.

O canal incisivo distingue os segmentos anterior e médio, nele contém vasos, nervos e outras estruturas importantes. O mesmo ocorre na altura dos caninos e na região palatina lateral (Figura 2). No palato duro posterior encontra-se várias glândulas salivares e na porção lateral, há presença de nervos e vasos que emergem do forame palatino⁷.

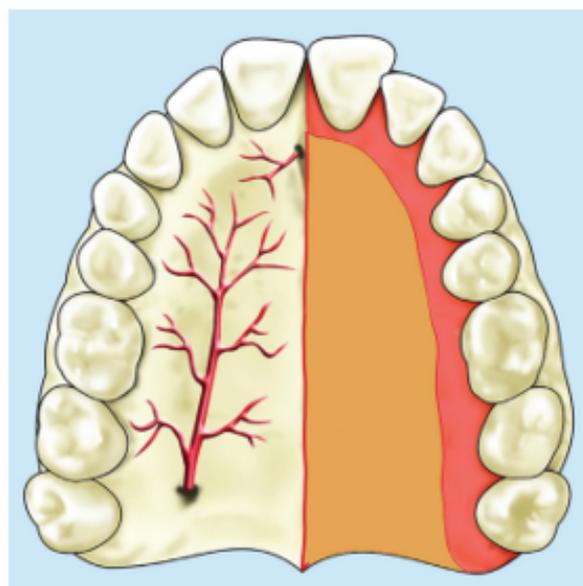


Figura 2 - Vasos e nervos na região palatina⁷.

A ossificação da sutura palatina inicia da região posterior para anterior, podendo ter variações de acordo com a idade cronológica do paciente, de acordo com a fase final de crescimento e desenvolvimento facial⁷.

A avaliação individual da maturação da sutura palatina mediana com imagens da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) permite o desenvolvimento de um diagnóstico favorável ou não da ERM,

principalmente em adultos jovens, evitando cirurgias desnecessárias, inclinações dentárias e até a necrose do palato⁸.

Foi observado em um estudo, imagens de TCFC de 140 indivíduos, para definir os estágios radiográficos de maturação da sutura palatina mediana. Foram identificados cinco estágios de maturação (Figuras 3, 4 e 5) e definidos como, Estágio A, quando apresenta a linha sutural reta de alta densidade, com nenhuma ou pouca interdigitação. Estágio B, apresenta aparência recortada da linha de sutura de alta densidade. Estágio C, apresenta duas linhas paralelas, recortadas e de alta densidade próximas uma da outra, separadas em algumas áreas por pequenos espaços de baixa densidade. Estágio D, apresenta fusão concluída no osso palatino, sem evidência de sutura. E por último, o Estágio E, que apresenta a fusão anteriormente na maxila⁹.

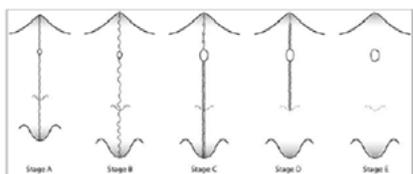


Figura 3 - Desenho esquemático dos estágios de maturação da sutura palatina mediana⁹.



Figura 4 - Estágios da ossificação da sutura palatina mediana¹⁰.



Figura 5 - Esquema para auxiliar na classificação do estágio de maturação da sutura palatina¹⁰.

Nos Estágios A e B, teria uma maior resposta esquelética em relação ao Estágio C, pois há presença de pontes ósseas no decorrer da sutura. Para os pacientes que se encontram nos Estágios D e E, é necessário a ERM assistida cirurgicamente, pois já ocorreu parcialmente ou totalmente a fusão da sutura palatina mediana⁸.

A ERM é um tratamento imprevisível para pacientes adolescentes tardios e adultos jovens, devido ao seu potencial de recidiva. Verificou-se grande variabilidade na distribuição dos estágios maturacionais conforme à idade cronológica, por isso, essa classificação individual da maturação sutural foi considerada essencial para o sucesso da disjunção palatina⁹.

Pode ocorrer alguns insucessos na técnica MARPE, a fim de reduzir estes insucessos, é indicado a tomografia computadorizada volumétrica da maxila¹¹. A avaliação tomográfica inicial possibilita a verificação da anatomia real, diminuindo o risco da instalação de mini-implantes em acidentes anatômicos e estabelece os melhores sítios de instalação e dimensões dos mini-implantes¹². Para o sucesso da técnica, é necessário qualidade dos exames de imagem e realizar a tomografia no mesmo dia do escaneamento intraoral, para maior precisão¹³.

A grande vantagem da tomografia é a ausência de sobreposição de estruturas anatômicas. Além da visualização dos cortes em planos axial, coronal e sagital, as imagens tem precisão de aproximadamente 0.2 mm. Essas características são importantes para avaliar a espessura óssea onde os mini-implantes serão inseridos³.

Como vimos, através da tomografia reduzimos a chance de insucesso, pois determinamos o melhor local de inserção dos mini-implantes com espessura e qualidade óssea, sem prejudicar estruturas adjacentes e tendo estabilidade mesmo após o recebimento da carga. Também avaliamos se há assimetrias no palato, fraturas prévias e anomalias diversas, entre outros^{11,14}.

A seleção correta do comprimento dos mini-implantes pela análise da espessura óssea e da altura da sutura palatina média, avaliada através da tomografia computadorizada, é relevante para o sucesso do MARPE. A espessura reduzida ou ausência de osso na região de inserção dos mini-implantes, terá pouca ancoragem para suportar a carga e poderá levar ao insucesso do tratamento³.

O disjuntor MARPE foi utilizado em 2010, para o tratamento de um paciente de vinte anos com defi-

ciência maxilar grave e prognatismo mandibular, antes da cirurgia ortognática. Com o MARPE, a expansão maxilar foi alcançada com danos mínimos aos dentes e periodonto. Esse caso, mostrou que o MARPE é uma modalidade confiável e eficaz, diminuindo a necessidade de cirurgias múltiplas¹⁵.

MARPE utiliza a incorporação de mini-implantes para a expansão óssea e manter os ossos separados durante a cicatrização¹. Recomenda-se a inserção bicortical dos mini-implantes, obtendo ancoragem e resistência durante a separação dos ossos maxilares. Se a inserção for monocortical, podem ocorrer dobras ou distorções no dispositivo de ancoragem³. Ou seja, a inserção bicortical em vez da monocortical, melhora a estabilidade dos mini-implantes, diminui a deformação e fratura destes, além de obter uma expansão mais paralela¹⁶.

O aparelho é realizado através de uma moldagem com bandas nos primeiros molares e primeiros pré-molares e um expansor hyrax é confeccionado sobre o molde. Quatro conectores rígidos de fio de aço inoxidável com ganchos helicoidais são soldados na base do parafuso do hyrax. Dois ganchos são posicionados na região anterior e os outros dois, na região posterior¹. Também é possível realizar modificações na confecção do aparelho, como exemplo, bandar somente os primeiros molares e realizar extensões anteriores para a colagem de resina (Figura 6)⁶.



Figura 6 - Disjuntor hyrax modificado para MARPE¹⁷.

Para a instalação dos mini-implantes é realizado um bochecho com clorexidina e após, uma infiltração anestésica local. Para evitar infecções, é prescrita ao paciente antibiótico e bochechos com clorexidina por 5 dias. Aguarda-se um período de 7 dias para cicatrização, e então, inicia-se a ativação do expansor¹.

A ativação pode ter protocolos diferentes, mas geralmente o protocolo prevê um período de 3-6 meses para estabilização passiva após a expansão ativa, permitindo assim a formação óssea na sutura palatina separada, para obter resultados mais estáveis¹. Outros autores sugerem um protocolo de ativação semelhante aos disjuntores convencionais, indicando $\frac{2}{4}$ de voltas na instalação e $\frac{1}{4}$ de volta a cada 12 horas, até constatar a disjunção maxilar. E a quantidade de ativações irá depender de cada caso^{10,18}. As ativações não devem atingir o limite máximo, pois o expansor pode perder a rigidez e sofrer deformação².

Com a ortodontia digital temos alguns benefícios, como o MARPE Guide, que se baseia na instalação virtual do torno de disjunção e dos mini-implantes do MARPE. Isso é realizado através de um arquivo (no formato DICOM) criado pela sobreposição da tomografia com o escaneamento intraoral. Então, é realizada a criação de um guia digital em 3D, que envolve a base do complexo MARPE, reproduzindo a instalação e posição do torno do MARPE. Esse guia é impresso, possibilitando a confecção do aparelho e tornando a instalação e posicionamento virtual, em real, gerando mais segurança e previsibilidade ao tratamento¹³.

O design do aparelho deve permitir ser utilizado em todos os casos, desde os mais simples até os mais complexos. O modelo consolidado é o MARPE EX que possibilita uma expansão total da maxila, pois tem a altura do corpo disjuntor ajustável, sem a necessidade de utilizar mais de um aparelho, permitindo também trabalhar em casos de assimetrias ósseas verticais sem causar assimetrias de plano oclusal, pois os quatro ou seis pés do aparelho são articulados de acordo com a assimetria do paciente. E os pés do aparelho, contam com um sistema de anéis fechados que mantêm inalteradas a direção e angulação dos mini-implantes¹³.

O modelo de disjuntor MARPE EX (Figura 7), idealizado por Cristiane Barros André (Kika Laboratório, Sorocaba, Brasil) e fabricado pela Peclab (Belo Horizonte, Brasil), tem a finalidade de suprir as dificuldades em casos de atresias maxilares severas, palato profundo e assimétricos, pois apresentam prolongamentos verticais deslizantes que permitem a adaptação dos guias dos mini-implantes, enquanto o torno do expansor encontra-se suspenso⁶.



Figura 7 - Disjuntor MARPE EX instalado¹⁷.

E o design do guide deve manter o aparelho instalado com uma distância de 0.5 mm dos tecidos moles, para não causar injúrias. Os pés do torno são encaixados dentro do guide de forma justa, a fim de eliminar erros, durante a transposição do digital para o real (confeção do aparelho) e possibilitar a instalação de até seis mini-implantes¹³.

As guias (orifícios expansores) facilitam na colocação dos mini-implantes, e estes, devem ser instalados o mais perpendicular possível ao osso palatino e cada mini-implante deve estar paralelo aos outros mini-implantes, tendo uma distribuição de força eficaz².

O centro do torno do expansor deve ficar coincidente e paralelo a rafe palatina, com 1-2 mm distante da mucosa, para não ocorrer a compressão tecidual. Além disso, o torno deve ficar paralelo ao palato, a fim de evitar o desnivelamento do plano oclusal com a ativação do aparelho⁵.

Em casos de espessura óssea muito fina do palato, pode ocorrer o deslocamento dos mini-implantes. A sugestão seria usar seis mini-implantes, isso tende a potencializar a ancoragem esquelética e proteger a integridade óssea durante as ativações. Nesses casos de espessura óssea palatina muito fina ou em fase de maturação avançada, sugere-se o protocolo de ativação de $\frac{1}{4}$ de volta ao dia¹².

A estabilidade dos mini-implantes não muda a longo prazo, após o período de cicatrização inicial. Os mini-implantes de 9mm parecem ser mais adequados para a ancoragem, já que a estabilidade dos mini-implantes de 11 mm foi semelhante, além disso, são considerados menos invasivos por serem mais curtos¹⁹.

A ancoragem esquelética oferece novas possibilidades mecânicas para o tratamento de uma grande variedade de má oclusões e com um impacto importante na redução de resistência das vias aéreas superiores². Para obter resultado esquelético com o uso do MARPE, a força deve ser superior as áreas de resistên-

cia para romper a sutura palatina mediana. Um método cirúrgico minimamente invasivo pode ser sugerido, a corticoperfuração, que são pequenas perfurações ósseas no decorrer da sutura palatina mediana, a fim de reduzir essa resistência e acelerar a remodelação óssea²⁰. A corticoperfuração (Figura 8) é um método para aumentar a taxa de sucesso e a amplitude da abertura da sutura palatina mediana⁶.



Figura 8 - Corticoperfuração da sutura palatina mediana¹⁷.

Para a remoção do aparelho MARPE, utiliza-se a mesma chave digital da instalação, girando lentamente no sentido anti-horário. Pode ocorrer acúmulo de placa nas cabeças dos mini-implantes e dificultar a remoção, sendo necessário uma limpeza prévia. Além disso, pode ocorrer inclinação dos mini-implantes, devido às forças aplicadas, o que também dificultará na prensão e remoção. Na maioria dos casos, os mini-implantes podem ser removidos sem anestesia e após a remoção, indica-se passar sobre o local uma bolinha de algodão embebida em peróxido de hidrogênio para assepsia. Geralmente ocorre a cicatrização em 2-3 dias, sem cuidados maiores. E os mini-implantes devem ser descartados².

É descrito como desvantagem desta técnica o aumento do risco de infecção e a dificuldade em manter a área limpa, com necessidade de maior cuidado na higienização do aparelho e dos mini-implantes²¹.

O MARPE é caracterizado por uma diminuição da carga excessiva realizada pelos aparelhos convencionais no ligamento periodontal dos dentes em que estão ancorados, podendo resultar em reabsorção de suas raízes. Também ocorre uma diminuição de movimentação acidental dos dentes de ancoragem, visto que o suporte de ancoragem é ósseo e não dentário⁷.

E possui a vantagem de minimizar os riscos de injúrias aos tecidos periodontais, evitar inclinações

dentárias e produzir uma expansão apenas em nível ósseo. Tem sido visto como um tratamento alternativo, efetivo e seguro, para pacientes resistentes à cirurgia ortognática ou que estão no final do crescimento. Além, de ter demonstrado estabilidade a longo prazo^{4,22-23}.

A disjunção com o MARPE não é totalmente previsível, porém muitas vezes torna possível a disjunção da sutura palatina mediana após findado o período de crescimento, tendo menor custo e comorbidade em comparação com a disjunção cirúrgica²³. Mas, deve-se destacar que o sucesso na abertura da sutura palatina mediana não ocorre em todos os casos¹⁷.

DISCUSSÃO

Através de casos clínicos na literatura, é possível observar vários resultados. Relataram-se 2 casos parecidos com resultados diferentes. No caso 1, paciente feminina, 25 anos, portadora de atresia maxilar, mordida cruzada posterior bilateral e apinhamento anterossuperior. Observado na tomografia Estágio C de maturação da sutura palatina mediana e fina espessura óssea palatina. Tentativa de tratamento com MARPE e 4 mini-implantes, com o protocolo de ativação de ¼ de volta 2 vezes ao dia, durante 20 dias. Após 21 dias, paciente relatou dor intensa, observando recobrimento parcial do aparelho pela mucosa, deslocamento dos mini-implantes e sem abertura da sutura palatina, sendo optado pela remoção do aparelho¹².

E o caso 2, paciente feminina, 29 anos, com atresia maxilar, mordida cruzada unilateral e apinhamento anterossuperior. Na tomografia foi constatado estágio C da maturação da sutura palatina mediana e fina espessura óssea palatina. Optaram por usar o MARPE com 6 mini-implantes, com o protocolo de ativação de ¼ de volta 2 vezes ao dia, como tratamento. Após 9 dias, observou-se a disjunção maxilar, porém, o protocolo de ativação foi alterado para ¼ de volta ao dia, a fim de reduzir as forças e evitar o deslocamento dos mini-implantes posteriores, e foi observado sucesso no tratamento¹².

Também, podemos observar neste caso clínico, paciente feminina, 35 anos, apresentando mordida esquelética unilateral em máxima intercuspidação. Foi

proposto MARPE com 4 mini-implantes e o protocolo de ativação foi ¼ de volta 2 vezes ao dia durante 10 dias. Porém, a paciente apresentou dificuldades na ativação, devido à forte resistência da sutura palatina mediana. Após esta falha na ativação, optaram por realizar a corticoperfuração, seguindo o mesmo protocolo de ativação anterior e obterem sucesso na disjunção maxilar²⁰. Já neste caso, paciente feminina, 36 anos, apresentava mordida cruzada unilateral. Foi optado pelo MARPE com 4 mini-implantes, tendo como protocolo de ativação ¼ de voltas, 2 vezes ao dia, com início um dia após a instalação. Em 10 dias já foi observada abertura da sutura palatina e em 30 dias, foi realizado o travamento do parafuso e mantido este aparelho por 4 meses, para estabilização. Obteve-se sucesso na técnica e sem danos periodontais²³.

Apesar da falta de consenso na literatura em relação a espessura óssea palatina mínima, o uso de 6 mini-implantes e até a diminuição no protocolo de ativação, parecem colaborar para a dissipação das forças e viabilizar a disjunção maxilar¹².

Mais estudos são necessários para determinar os protocolos clínicos ideais, porém com um bom planejamento realizado através de imagens com qualidade e conhecendo a anatomia na região de interesse, é possível obter resultados satisfatórios e com segurança na aplicação da técnica MARPE^{3,14,20}.

CONCLUSÃO

Através deste artigo, podemos destacar que a técnica MARPE pode ser um tratamento efetivo e com resultados satisfatórios, quando bem planejado, com uso de exames complementares e boa colaboração do paciente. Os protocolos clínicos devem ser programados de acordo com a necessidade do paciente, tentando diminuir os riscos de insucesso. Ainda é necessária a realização de mais estudos para obter maior segurança na execução da técnica, aumentando a taxa de sucesso e diminuindo a necessidade de cirurgias, quando estas, podem ser evitadas.

REFERÊNCIAS

1. Di Luzio C, Bellisario A, Squillace F, Favale M, Caputo M. Miniscrew - assisted rapid palatal expander (marpe): a efficient alternative treatment of axillary transverse deficiency. *WebmedCentral Orthod*. 2017;8(11):WM005360.
2. 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.
3. Nojima LI, Nojima M, Cunha ACD, Guss NO, Sant'Anna EF. Mini-implant selection protocol applied to MARPE. *Dental Press J Orthod*. 2018;23(5):93-101.
4. Roveri AS, Coutinho LN, Souza LTR, Cardoso LG, Maia JPC, Lessa AMG. Uma alternativa terapêutica para mordida cruzada posterior em pacientes adultos: MARPE. *Uningá J*. 2021;58:eUJ3920.
5. Oliveira IRM, Guimarães MAC, Queiroz KL, Curado MM. MARPE - relato de caso e passo a passo da técnica. *Ortodontia SPO*. 2018;51(3):306-13.
6. Feres M, Duarte D. *Expansão rápida da maxila: uso clínico em adultos*. Nova Odessa: Napoleão; 2020.
7. 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(4):17-23.
8. Angelieri F, Franchi L, Cevidanes LH, Bueno-Silva B, McNamara Jr JA. Prediction of rapid maxillary expansion by assessing the maturation of the midpalatal suture on cone beam CT. *Dental Press J Orthod*. 2016;21(6):115-25.
9. Angelieri F, Cevidanes LH, Franchi L, Goncalves JR, Benavides E, McNamara Jr JA. Midpalatal suture maturation: classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013;144(5):759-69.
10. Murata WH, Oliveira CB, Suzuki SS, Suzuki H. Expansão rápida da maxila assistida por mini-implantes ortodônticos. In: Feres M, Duarte DA, Capez M. *Ortodontia: estado atual da arte: diagnóstico, planejamento e tratamento*. Nova Odessa: Napoleão; 2017. p. 311-33.
11. André CB. Análise tomográfica para a técnica MARPE. *Rev Clin Ortod Dental Press*. 2018;17(4):50-3.
12. Cury SEN, Mondelli AL, André CB, Iared W, Guerra JGP, Rovira J, et al. Protocolo diferencial para a técnica MARPE em pacientes com variação no volume ósseo do palato. *Rev Clin Ortod Dental Press*. 2019;18(4):116-29.
13. André CB. MARPE guide: da consolidação à evolução da técnica. *Rev Clin Ortod Dental Press*. 2020;19(5):48-56.
14. Moreira DD, Boscolo SMA, Serafim IM. Tomografia computadorizada de feixe cônico como meio auxiliar no planejamento de mini-implantes no tratamento ortodôntico: uma revisão de literatura. *Rev Cient FHO/Uniararas*. 2016;3(2):68-72.
15. 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(6):830-9.
16. 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):887-97.
17. Gurgel JA. MARPE: Quais os efeitos esperados? *Rev Clin Ortod Dental Press*. 2019;18(2):60-6.
18. Wilmes B, Nienkemper M, Drescher D. Application and effectiveness of a mini-implant- and tooth-borne rapid palatal expansion device: the hybrid hyrax. *World J Orthod*. 2010;11(4):323-30.
19. Nienkemper M, Willmann JH, Becker K, Drescher D. RFA measurements of survival midpalatal orthodontic mini-implants in comparison to initial healing period. *Prog Orthod*. 2020;21(1):5.
20. Suzuki SS, Braga LFS, Fujii DN, Moon W, Suzuki H. Corticopuncture facilitated microimplant-assisted rapid palatal expansion. *Case Rep Dent*. 2018;2018:1392895.
21. MacGinnis 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. *Prog Orthod*. 2014;15(1):52.
22. Rego MVNN, Barros HLM, Iared W, Ruellas ACO. Expansão rápida da maxila assistida por mini-implantes (MARPE) em paciente no final do crescimento. *Rev Clin Ortod Dental Press*. 2019;18(1):110-23.
23. Bacchi AC, Mueller TA. Uso da expansão rápida palatal assistida por mini-implantes (MARPE) em tratamentos ortopédicos maxilares - revisão de literatura e relato de caso. *J Oral Investig*. 2020;9(1):52-66.