



PESQUISA

Efeitos dentários e esqueléticos decorrentes do protocolo de ativação da técnica MARPE: Revisão sistemática

Dental and skeletal effects resulting from the MARPE technique activation protocol: Systematic review

Efectos dentoalveolares del protocolo de activación de rápida expansión maxilar apoyado por miniimplantes: revisión sistemática

Evanildo Canuto Paz¹, Samira Apoliano Bezerra², Ana Gabriela Rodrigues de Carvalho³, Jéssica Xavier Silva⁴, Pio Thiago Feitosa Fortes⁵, Marcus Vinícius Neiva Nunes do Rego⁶

RESUMO

Objetivo: Verificar a influência do protocolo de ativação do parafuso expansor nos efeitos dentários e esqueléticos induzidos pela expansão rápida da maxila apoiada em miniimplantes (MARPE). **Método:** realizou-se uma estratégia de busca nas bases de dados (Pubmed, Web of Science e Scopus), até fevereiro de 2022. Foram incluídos estudos prospectivos e retrospectivos, nos quais foram avaliados a influência do protocolo de ativação do parafuso expansor nos efeitos dentários e esqueléticos induzidos pela MARPE. A avaliação do risco de viés foi determinada utilizando o Checklist Methodological Index for Non-Randomized Studies (MINORS). **Resultados:** Nove estudos clínicos prospectivos e retrospectivos cumpriram os critérios de elegibilidade, nos quais apresentaram efeitos esqueléticos e dentoalveolares similares para os protocolos de ativação lento ou rápido. **Conclusão:** Não houve diferença nos efeitos dentários e esqueléticos da MARPE em relação à velocidade de abertura do parafuso em pacientes adultos. **Descritores:** Expansão rápida da maxila; miniimplantes; protocolo de ativação em adultos.

ABSTRACT

Objective: To verify the influence of the expansion screw activation protocol on the dental and skeletal effects induced by rapid maxillary expansion supported by mini-implants (MARPE). **Method:** a search strategy was carried out in databases (Pubmed, Web of Science and Scopus), until February 2022. Prospective and retrospective studies were included, in which the influence of the expansion screw activation protocol on the effects of dental and skeletal injuries induced by MARPE. The risk of bias assessment was determined using the Methodological Index for Non-Randomized Studies (MINORS) Checklist. **Results:** Nine prospective and retrospective clinical studies met the eligibility criteria, in which they showed similar skeletal and dentoalveolar effects for slow or fast activation protocols. **Conclusion:** There was no difference in the dental and skeletal effects of MARPE in relation to screw opening speed in adult patients. **Descriptors:** Rapid expansion of the jaw; mini-implants; activation protocol in adults.

RESUMEN

Objetivo: Verificar la influencia del protocolo de activación del tornillo de expansión sobre los efectos dentales y esqueléticos inducidos por la rápida expansión maxilar soportada por miniimplantes (MARPE). **Método:** se realizó una estrategia de búsqueda en bases de datos (Pubmed, Web of Science y Scopus). Se incluyeron estudios prospectivos y retrospectivos, en los que se evaluó la influencia del protocolo de activación del tornillo de expansión sobre los efectos dentales y esqueléticos inducidos por MARPE. La evaluación del riesgo de sesgo se determinó utilizando la Lista de verificación del índice metodológico para estudios no aleatorios (MINORS). **Resultados:** Nueve estudios clínicos prospectivos y retrospectivos cumplieron con los criterios de elegibilidad, en los cuales mostraron efectos esqueléticos y dentoalveolares similares para protocolos de activación lenta o rápida. **Conclusión:** No hubo diferencias en los efectos dentales y esqueléticos de MARPE en relación con la velocidad de apertura del tornillo en pacientes adultos. **Descriptores:** Rápida expansión de la mandíbula; miniimplantes; Protocolo de activación en adultos

¹Mestrando em odontologia na Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI, Brasil. E-mail: evanildo.paz.18@hotmail.com

²Cirurgiã-dentista, UNINOVAFAPI, Teresina-PI, Brasil. E-mail: samiraapoliano@gmail.com

³Cirurgiã-dentista, UNINOVAFAPI, Teresina-PI, Brasil. E-mail: gabriellarodrigues471@gmail.com

⁴Cirurgiã-dentista, UNINOVAFAPI, Teresina-PI, Brasil. E-mail: jessicaxavier1311@gmail.com

⁵Cirurgião-dentista, UNINOVAFAPI, Teresina-PI, Brasil. E-mail: thi-fortes@hotmail.com

⁶Professor Doutor de Ortodontia do departamento de patologia e clínica odontológica da Universidade federal do Piauí e da especialização em Ortodontia do Uninovafapi e UFPI, Teresina-PI, Brasil. E-mail: marcus_rego@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

As más oclusões são desordens cada vez mais comuns na população, gerando um desequilíbrio do sistema estomatognático por uma desarmonia entre as estruturas dentárias, esqueléticas e musculares. Dentre as deformidades dento faciais, a atresia maxilar tem origem multifatorial, caracterizada pelo estreitamento da arcada superior no sentido transversal, causando uma incompatibilidade em relação à mandíbula. Os efeitos mais comuns da atresia são a mordida cruzada posterior uni e bilateral, além de apinhamento dentário e palato ogival (BERGAMASCO *et al.*, 2015).

A fim de prevenir efeitos indesejáveis e otimizar o potencial de expansão em diferentes idades e estágios de maturação, surgiu a MARPE (expansão rápida da maxila ancorada por miniimplantes). Nesta técnica, configura-se a instalação de quatro miniparafusos na região paramediana da sutura palatina (BUD *et al.*, 2021).

A expansão rápida da maxila apoiada por miniimplantes se caracteriza pela diminuição da carga excessiva no ligamento periodontal dos dentes onde o aparelho é ancorado, quando comparado aos aparelhos expansores convencionais. Também existe uma diminuição da inclinação vestibular dos dentes de ancoragem, em razão de que, no uso da MARPE, o suporte da expansão palatina passa a ser ósseo e não dentário como nos outros métodos (SUZUKI *et al.*, 2016).

Durante o procedimento da MARPE, cada elemento dentário e seu alvéolo apresenta um movimento único e diferenciado, passíveis de serem visualizados de forma clara em toda a sua estrutura óssea, com mínima distorção de imagem através da Tomografia Computadorizada de feixe cônico (CBCT) (LEE *et al.*, 2010).

A idade é considerada um fator importante na MARPE, que é usada para obter expansão

ortopédica alcançada não apenas pela separação do palato médio, mas também por seus efeitos na região circum-maxilares e suturas. Essas estruturas apresentam maior resistência de expansão com quanto maior a idade (LIM *et al.*, 2017).

Com a empregabilidade da técnica gerou-se benefícios aos pacientes com suturas em estágios avançados de maturação, dispondo de mais uma alternativa de tratamento, diminuindo os possíveis efeitos colaterais e a necessidade de realizar um procedimento cirúrgico em todos os casos (SUZUKI *et al.*, 2016).

Esse fator colabora para o aumento da procura do tratamento não cirúrgico por adultos, visto que grande parte reluta em se submeter a procedimentos cirúrgicos, além de alguns não possuírem recursos financeiros para o tratamento hospitalar (LEE *et al.*, 2010).

Alguns fatores parecem interferir no sucesso da MARPE em pacientes adultos, como o estágio de maturação da sutura e a espessura do palato (JESUS *et al.*, 2021). No entanto, ainda existem dúvidas da influência do protocolo de ativação nos efeitos dentários e esqueléticos quando se utiliza a técnica (LEE *et al.*, 2010).

Portanto, o propósito deste estudo sistematizado foi avaliar a influência do protocolo de ativação da MARPE em pacientes adultos. A hipótese nula foi que não há diferença nos efeitos dentários e esqueléticos da MARPE em relação à velocidade de abertura do parafuso.

MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de uma revisão sistemática adotou as orientações e diretrizes estabelecidos pelo Preferred Reporting Items for Systematic and Meta-Analysis: The PRISMA Statement (TURPIN, 2010).

PROTOCOLO E REGISTRO

O protocolo e o registro da revisão não foram realizados.

CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

O formato Picos (população/pacientes, intervenção, comparação, *outcome*/desfechos e *study design*/tipos de estudo) foi utilizado para definir os critérios de inclusão (Quadro 1).

CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

Os critérios de inclusão foram: (1) pacientes adultos submetidos a expansão rápida de maxila apoiada em mini-implantes (MARPE); (2) dados quantitativos pré e pós expansão rápida da maxila; (3) descrição do protocolo de ativação; (4) estudos clínicos prospectivos e retrospectivos; (5) qualquer ano. As publicações excluídas foram: (1) estudos que não abordaram expansão rápida da maxila por mini-implantes (MARPE); (2) estudos em crianças <17 anos; (3) estudos sem dados quantitativos; (4) relatos de casos clínicos.

MÉTODOS DE BUSCA, ESTRATÉGIA DE PESQUISA E SELEÇÃO DOS ESTUDOS

A pesquisa foi realizada de março de 2021 a fevereiro de 2022, por dois revisores, independentemente do idioma ou ano de publicação na seguinte base de dados: PUBMED, SCOPUS e WEB OF SCIENCE. Foi realizada uma estratégia de busca adaptada às características da base de dados, no intuito de identificar estudos que avaliaram os efeitos dentários e esqueléticos da expansão rápida da maxila apoiada em miniimplantes e descreveram o protocolo de ativação utilizado.

Título e resumos de todas as citações encontradas foram selecionados de forma independente por dois revisores e os estudos que não se enquadraram nos critérios de elegibilidade foram excluídos, assim como os artigos duplicados. Além disso, foram pesquisadas nas listas de referências dos artigos obtidos, publicações adicionais que obedeciam aos critérios de inclusão e não foram detectadas nas bases de dados. As discordâncias foram resolvidas por meio de uma reunião de consenso com um terceiro revisor (M.V.N.N.R.).

Quadro 1: Descrição do formato picos e hipótese nula utilizada no presente estudo

Formato Picos e hipótese nula	
P: População	Pacientes adultos submetidos a expansão rápida da maxila apoiada em miniimplantes
I: Intervenção	Expansão rápida da maxila apoiada em miniimplantes (MARPE)
C: Comparação	Efeito do tratamento antes e após a intervenção de acordo a velocidade de abertura do expansor
O: Resultados	Primários: efeitos dentários, esqueléticos e nas vias aéreas Secundários: efeitos colaterais decorrentes da intervenção
S: Study design/tipo de estudo	Prospectivo e retrospectivo
	Não há diferença nos efeitos dentários e esqueléticos da MARPE em relação à velocidade de abertura do parafuso

Artigos que preencheram os critérios de inclusão foram avaliados quanto à qualificação metodológica. Devido às suas características, os estudos foram avaliados de acordo com o Methodological Index for Non-Randomized Studies (MINORS), um checklist desenvolvido para avaliar estudos clínicos não randomizados (Tabela 1).

EXTRAÇÃO DOS DADOS, PROCESSO DE COLETA E SÍNTESE DOS RESULTADOS AVALIADOS

Um autor coletou as informações requeridas dos estudos selecionados. A precisão das informações extraídas foi analisada por um segundo revisor. Discordâncias foram resolvidas por meio de uma reunião de consenso e a participação de um terceiro revisor foi necessária, quando essas persistiram. Foram descritas as seguintes características dos estudos: autor, ano de publicação, desenho do estudo, objetivos, amostra, idade, método de mensuração, tipo de aparelho,

ativação, tempo de acompanhamento, resultados, análise estatística, e conclusão.

Tabela 1: Avaliação da qualificação metodológica - baseada no MINORS

Itens avaliados	Pontuação*
1 Objetivo claramente definido	
2 Inclusão de pacientes consecutivos**	
3 Coleta prospectiva e retrospectiva dos dados	
4 Desfechos de acordo com o objetivo do estudo	
5 Avaliação imparcial dos resultados	
6 Período de acompanhamento apropriado ao objetivo do estudo	
7 Perda menor que 5% no período de acompanhamento	
8 Cálculo prospectivo e retrospectivo do tamanho do estudo	
9 Grupo controle adequado	
10 Grupos controle e experimental contemporâneos	
11 Equivalência dos grupos no início do estudo	
12 Análise estatística adequada	
* Pontuação: 0 (não relatado), 1 (relatado mas não adequado), ou 2 (relatado e adequado).	
**Satisfazendo os critérios de inclusão	

Fonte: SLIM *et al.*, 2003.

RESULTADOS

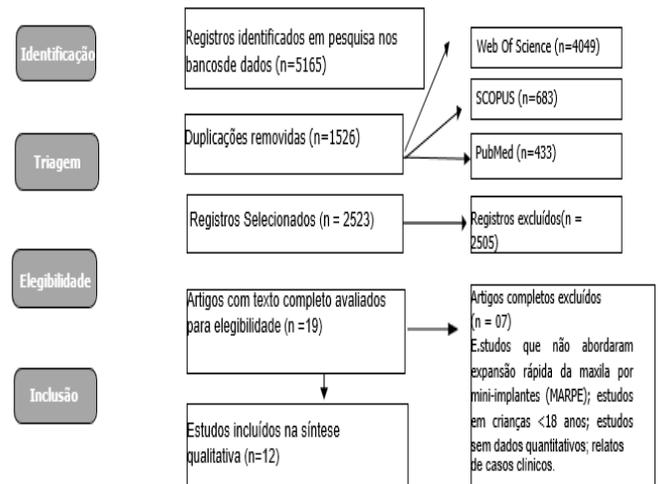
Após a busca nas três bases de dados, foram encontrados 5165 artigos (PUBMED - 433, WEB OF SCIENCE - 4049, SCOPUS - 683). As referências duplicadas foram removidas, e restaram 3639 artigos. Desses 3639 registros, 3627 foram excluídos após a leitura do título e resumos, por não estarem diretamente ligados ao tema.

Após essa primeira triagem, 12 artigos foram lidos na íntegra. Desses, os artigos de DE OLIVEIRA *et al.*, (2018); JORGE *et al.*, (2011); BEZERRA *et al.*, (2014); FLORES *et al.*, (2021);

SANTOS *et al.*, (2020) foram excluídos por serem estudos de caso. Os restantes foram excluídos por

não corresponder a ERM realizada por MARPE: AZENHA *et al.*, (2008); PALONE *et al.*, (2017); SCATTAREGI *et al.*, (2009); SCARTEZINI *et al.*, (2013) e serem pacientes crianças: NOJIMA *et al.*, (2018). Os resultados da pesquisa são ilustrados no diagrama de fluxo PRISMA (Figura 01).

Figura 1: Diagrama de Fluxo PRISMA



Fonte: Autores (2022) Tabela 2: Dados obtidos dos artigos incluídos no presente estudo

Autor	Ano de Publicação	Tipo de Estudo	Tamanho da Amostra	Idade dos pacientes	Protocolo de ativação	Alterações maxilares e esqueléticas
LIN <i>et al.</i> ,	2015	Prospectiva	28	17.4a ±	¼ de volta por dia (0,25mm por dia)	-Aumento da largura da base óssea maxila = 3,8mm -Distância intermolares = 3,46mm -Largura da base do nariz = 1,94mm - Inclinação vestibular do molar = 2,71°
CHOI <i>et al.</i> ,	2016	Retrospectivo	20	22.9a ±	¼ de volta por dia (0,25 mm por dia)	-Aumento da largura da base óssea maxila = 2,24mm -Distância intercaninos = 6,09mm -Distância intermolares = 8,32mm -Largura da base do nariz = 1,07mm
LIM <i>et al.</i> ,	2017	Retrospectivo	24	21.6a ± 3.1a	¼ de volta por dia (0,25mm por dia)	-Aumento da largura da base óssea maxila = 2,60mm -Distância intercaninos = 3,02mm -Distância intermolares = 5,63mm - Largura da base do nariz = 2,20mm Inclinação vestibular do molar = 3,91°

PARK <i>et al.</i> , 2017	Retrospectivo	14	20,1a ± 2,4a	¼ de volta por dia (0,25 mm por dia)	-Aumento da largura da base óssea maxila = 3,4mm -Distância intermolares = 5,4mm -Largura da base do nariz= 1,4mm -Inclinação vestibular do molar = 5,8º
STORTO <i>et al.</i> , 2019	Prospectivo	20	17.1a	2/4 de voltas por dia (0,5 mm por dia)	Aumento da largura da base óssea maxila = 3,59mm Distância intermolares = 5,34mm Largura da base do nariz= 2,2mm Inclinação vestibular do molar = 3,61º
CALIL <i>et al.</i> , 2020	Retrospectivo	37	19.55 ± 1,31a	2/4 de voltas por dia (0,5mm por dia)	Aumento da largura da base óssea maxila = 3,06mm Distância intercaninos = 3,04mm Distância intermolares = 6,3mm Largura da base do nariz= 2,82mm Inclinação vestibular do molar = 3,9º
LI <i>et al.</i> , 2020	Retrospectivo	22	22,6a ± 4,5a	2/4 de voltas por dia (0,5mm por dia)	Aumento da largura da base óssea maxila = 3mm Largura da base do nariz= 2,3mm
TANG <i>et al.</i> , 2021	Retrospectivo	31	22,14 ± 4,7a	¼ de volta por dia (0,13mm por dia)	Aumento da largura da base óssea maxila = 2,33mm Largura da base do nariz= 2,26mm
DE OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2021	Prospectivo	17	26a ± 11m	2/4 de voltas por dia (0,5mm por dia)	Aumento da largura da base óssea maxila = 3,86mm Distância intermolares = 5,25mm Largura da base do nariz= 2,89mm Inclinação vestibular do molar = 3,13º

Fonte: Autores (2022)

A avaliação da qualidade dos estudos incluídos, de acordo com MINORS, é mostrada na Tabela 3. O item foi pontuado "0" (não relatado), "1" (relatado, mas inadequado) ou "2" (relatado e adequado). Os estudos foram classificados, segundo seu escore, como baixo (> 18), médio (12 a 18) e alto risco de viés (<12). Os artigos selecionados foram considerados com risco médio, (CHOI *et al.*, 2016, LIM *et al.*, 2017, CALIL *et al.*, 2020 e PARK *et al.*, 2017) de viés e um baixo risco de viés (LIN *et al.*, 2015, STORTO *et al.*, 2019, LI *et al.*, 2020, TANG *et al.*, 2021 e DE OLIVEIRA *et al.*, 2021).

Tabela 3: Avaliação metodológica da qualidade dos estudos selecionados.

Itens MINORS	LIN <i>et al.</i> , 2015	CHOI <i>et al.</i> , 2016	LIM <i>et al.</i> , 2017	PARK <i>et al.</i> , 2017	STORTO <i>et al.</i> , 2019	CALIL <i>et al.</i> , 2020	LI <i>et al.</i> , 2020	TANG <i>et al.</i> , 2021	DE OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2021
1. Objetivo claramente definido	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2. Inclusão de pacientes consecutivos**	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3. Coleta prospectivados dados	2	0	0	0	2	0	0	2	2
4. Desfechos de acordo como objetivo do estudo	2	2	1	2	2	2	1	2	2
5. Avaliação imparcial dos resultados	2	2	2	2	2	1	2	2	2
6. Período de acompanhamento apropriado ao objetivo do estudo	2	2	2	2	2	1	2	2	1
7. Perda menor que 5% período de acompanhamento	0	0	0	0	0	1	2	2	2
8. Cálculo prospectivo do tamanho do estudo	2	0	0	0	2	0	0	2	2
9. Grupo controle adequado	2	2	2	2	2	2	2	2	2
10. Grupos controle e experimental contemporâneos	2	2	2	2	2	2	2	2	2
11. Equivalência dos grupos no início do estudo	2	2	1	1	2	2	2	2	2
12. Análise estatística adequada	2	2	2	2	2	2	2	2	2
PONTOS	22	18	16	17	22	17	19	24	23

Fonte: Autores (2022)

DISCUSSÃO

A MARPE é um procedimento clínico bastante utilizado para expandir os maxilares, como objetivo de distanciar os ossos maxilares ao nível da sutura palatina mediana. Através da introdução de microparafusos em pacientes ao nível do palato duro, procurou-se reduzir as complicações que apareceram após os procedimentos tradicionais de

expansão da maxila em adultos, gerando redução na duração do tratamento, que é uma meta da Ortodontia (BUD *et al.*, 2021). Contudo, ainda existem dúvidas quanto ao real impacto do protocolo de ativação do parafuso expensor nos efeitos dentários e esqueléticos induzidos pela expansão rápida da maxila apoiada em miniimplantes, o que justificou a realização do presente estudo.

Optou-se, como critério de inclusão, por estudos clínicos prospectivos e retrospectivos que avaliaram a influência do protocolo de ativação dentário e esquelético nos parafusos do MARPE, e foram selecionados 09 artigos, nos quais apresentaram efeitos esqueléticos semelhantes.

EFEITOS ESQUELETICOS NO PROTOCOLO DE ATIVAÇÃO DA MARPE

Em relação aos efeitos esqueléticos, o aumento médio da largura da base óssea maxilar, para o protocolo de ¼ por dia encontrados nos estudos de LIN *et al.*, 2015; CHOI *et al.*, 2016; LIM *et al.*, 2017; PARK *et al.*, 2017 e TANG *et al.*, 2021 foi de 2,8mm e para o protocolo de 2/4 de volta relatados por STORTO *et al.*, 2019; CALIL *et al.*, 2020; LI *et al.*, 2020 e DE OLIVEIRA *et al.*, 2021 foi de 3,3mm, o que resultaria em efeitos clínicos similares. O mesmo foi observado para as alterações na largura da base do nariz, onde a diferença entre os protocolos foi de apenas 0,8mm.

EFEITOS DENTÁRIOS NO PROTOCOLO DE ATIVAÇÃO DA MARPE

Em relação aos efeitos dentários, foi observado uma inclinação vestibular dos molares, que variou de 2,710 (LIN *et al.*, 2015) a 5,80 (PARK *et al.*, 2017), sem diferença entre os protocolos de ativação. Quando comparadas as alterações na distância intermolares, para o protocolo de ativação de ¼ de volta por dia adotado por LIN *et al.*, 2015; CHOI *et al.*, 2016; LIM *et al.*, 2017 e PARK *et al.*,

2017, a média de aumento foi de 5,7mm, enquanto que para o protocolo de 2/4 de volta por dia, utilizado por STORTO *et al.*, 2019; CALIL *et al.*, 2020 e DE OLIVEIRA *et al.*, 2021, constatou-se um aumento médio de 5,6mm. Por consequência, as pequenas variações entre os estudos não estiveram relacionadas ao protocolo de ativação.

ANÁLISE CLÍNICA DOS EFEITOS DENTÁRIOS E ESQUELÉTICOS DO PROTOCOLO DE ATIVAÇÃO

De acordo com a análise e comparação dos resultados dos diversos estudos, pareceu evidente que os protocolos de ativação mais lento (¼ de volta por dia) ou mais rápido (2/4 de volta por dia) apresentaram efeitos esqueléticos similares, tanto a nível da base óssea maxilar, como na largura da cavidade nasal. O mesmo comportamento foi observado para as alterações dentoalveolares, onde pequenas variações entre os estudos não estiveram relacionadas ao protocolo de ativação.

Portanto, do ponto de vista clínico, a escolha de um protocolo de ativação mais lento ou mais rápido, deve levar em consideração, principalmente, o nível de desconforto apresentado pelo paciente a cada ativação, optando-se por uma ativação mais lenta em pacientes com maior nível de sensibilidade dolorosa. Vale ressaltar ainda a importância de se considerar a quantidade de espessura óssea do palato disponível para a instalação dos miniimplantes. Nos pacientes com espessura óssea reduzida, também é recomendável um protocolo de ativação mais lento.

CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia e os resultados do presente estudo, pôde-se concluir que a técnica MARPE apresentou alterações esqueléticas significativas, com aumento da largura da base óssea maxilar e da base do nariz. Efeitos

dentoalveolares, como inclinação vestibular dos molares, também foram evidentes, entretanto, de pequena magnitude e variáveis entre os estudos.

Os protocolos de ativação adotados não tiveram influência nas alterações esqueléticas e dentoalveolares induzidas pela MARPE. Este estudo é importante, porque pode servir de base para a realização de outros que venham complementar alguma lacuna que não foi possível resolver aqui

REFERÊNCIA

- BERGAMASCO, F.C. **Expansão Rápida da Maxila.** Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação em Odontologia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2015, 41p.
- BUD, E.S. *et al.* Observational study regarding possible side effects of miniscrew-assisted rapid palatal expander (MARPE) with or without the use of corticopuncture therapy. **Biology**, v. 10, n. 3, p. 187, 2021.
- CALIL, R.C. *et al.* Maxillary dental and skeletal effects after treatment with self-ligating appliance and miniscrew-assisted rapid maxillary expansion. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 159, n. 2, p. e93-e101, 2021.
- JESUS, A. S. *et al.* Would midpalatal suture characteristics help to predict the success rate of miniscrew-assisted rapid palatal expansion?. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopaedics**, v. 160, n. 3, p. 363-373, 2021.
- LEE, K. J. *et al.* Miniscrew-assisted nonsurgical palatal expansion before orthognathic surgery for a patient with severe mandibular prognathism. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 137, n. 6, p. 830-839, 2010.
- LI, Q. *et al.* Comparison of dimensions and volume of upper airway before and after mini-implant assisted rapid maxillary expansion. **The Angle Orthodontist**, v. 90, n. 3, p. 432-441, 2020.
- LIM, H.M. *et al.* Stability of dental, alveolar, and skeletal changes after miniscrew-assisted rapid palatal expansion. **O jornal coreano de ortodontia**, v. 47, n. 5, p. 313-322, 2017.
- LIN, L. *et al.* Tooth-borne vs bone-borne rapid maxillary expanders in late adolescence. **The Angle Orthodontist**, v. 85, n. 2, p. 253-262, 2015.
- DE OLIVEIRA, C. B. *et al.* Microimplant assisted rapid palatal expansion vs surgically assisted rapid palatal expansion for maxillary transverse discrepancy treatment. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 159, n. 6, p. 733-742, 2021.
- PARK, J. J. *et al.* Skeletal and dentoalveolar changes after miniscrew-assisted rapid palatal expansion in young adults: A cone-beam computed tomography study. **The Korean Journal of Orthodontics**, v. 47, n. 2, p. 77-86, 2017.
- SUZUKI, H. *et al.* Miniscrew-assisted rapid palatal expander (MARPE): the quest for pure orthopedic movement. **Dental press journal of orthodontics**, v. 21, p. 17-23, 2016.
- TANG, H. *et al.* Skeletal width changes after mini-implant-assisted rapid maxillary expansion (MARME) in young adults. **The Angle Orthodontist**, v. 91, n. 3, p. 301-306, 2021.