

RESSALVA

Atendendo solicitação do (a) autor
(a), o texto completo desta tese será
disponibilizado a partir de

12/02/2020

ANA PAULA MACARINI IELPO

**COMPORTAMENTO MECÂNICO DE DIFERENTES TIPOS
DE MINIPLACAS PARA ANCORAGEM ESQUELÉTICA NO
TRATAMENTO DA MORDIDA ABERTA ANTERIOR**

2019

ANA PAULA MACARINI IELPO

**COMPORTAMENTO MECÂNICO DE DIFERENTES TIPOS DE
MINIPLACAS PARA ANCORAGEM ESQUELÉTICA NO
TRATAMENTO DA MORDIDA ABERTA ANTERIOR**

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de São José dos Campos, como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRE, pelo Programa de Pós-Programa em CIÊNCIA E TECNOLOGIA APLICADA À ODONTOLOGIA.

Área: Inovação tecnológica multidisciplinar com ênfase em odontologia. Linha de pesquisa: Inovação tecnológica.

Orientadora: Prof. Dr. Rodrigo Dias Nascimento

Coorientador: Prof. Assoc, Alexandre Luiz Souto Borges

São José dos Campos

2019

Instituto de Ciência e Tecnologia [internet]. Normalização de tese e dissertação [acesso em 2019]. Disponível em <http://www.ict.unesp.br/biblioteca/normalizacao>

Apresentação gráfica e normalização de acordo com as normas estabelecidas pelo Serviço de Normalização de Documentos da Seção Técnica de Referência e Atendimento ao Usuário e Documentação (STRAUD).

Ielpo, Ana Paula Macarini

Comportamento mecânico de diferentes tipos de miniplacas para ancoragem esquelética no tratamento da mordida aberta anterior / Ana Paula Macarini Ielpo. - São José dos Campos : [s.n.], 2019.
57 f. : il.

Dissertação (Mestrado Profissional) - Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Aplicada à Odontologia - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos, 2019.

Orientador: Rodrigo Dias Nascimento

Coorientador: Alexandre Luiz Souto Borges

1. Ancoragem ortodôntica. 2. Miniplacas. 3. Mordida aberta anterior. I. Nascimento, Rodrigo Dias, orient. II. Borges, Alexandre Luiz Souto, coorient. III. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos. IV. Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho' - Unesp. V. Universidade Estadual Paulista (Unesp). VI. Título.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Rodrigo Dias Nascimento

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos -SP

Prof. Dr. João Mauricio Ferraz da Silva

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos -SP

Profa Dra. Marília Gabriela de Oliveira Lopes

Universidade do Vale do Paraíba (Univap)

Campus de São José dos Campos- SP

São José dos Campos, 12 de fevereiro de 2019.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Elaine e Elias, pelo incentivo e equilíbrio emocional.

À minha avó materna Isabel, por torcer por mim em todas as ocasiões.

Ao meu marido André pela compreensão e paciência.

À minha filha Isabela, que tão pequena já me ensina tanto sobre o amor incondicional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, que me deu energia e benefícios para conclusão deste trabalho.

À minha família por todo apoio na execução deste trabalho e que me apoia tanto na luta pela ascensão profissional.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Rodrigo Dias Nascimento, por estar disponível em todos os momentos que precisei de ajuda.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Alexandre Luiz Souto Borges, por ceder seu tempo e seu laboratório de elementos finitos para criarmos parte do modelo experimental.

Ao CTI, Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer, em especial ao Prof. Dr. Pedro Yoshito Noritomi, por ceder o laboratório e os estagiários para finalização do modelo experimental e execução dos resultados.

"Tudo é uma questão de manter a mente quieta a espinha ereta e o coração tranquilo". Walter Franco

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE TABELAS.....	8
RESUMO.....	10
ABSTRACT	11
1 INTRODUÇÃO	11
2 PROPOSIÇÃO	14
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1 Elaboração dos modelos.....	15
3.1.1 Pré-processamento	21
3.1.2 Processamento	22
3.2 Caracterização dos Modelos	22
4 RESULTADOS	25
5 DISCUSSÃO	48
6 CONCLUSÃO	53
REFERÊNCIAS	57

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Miniplacas construídas no SolidWorks	15
Figura 2-Primeiro posicionamento da miniplaca no modelo 3D	17
Figura 3-Realização da dobra para adaptação da placa.....	17
Figura 4-Posicionamento ideal da barra transpalatina no modelo	19
Figura 5- Direção da aplicação de força para intrusão posterior.....	20
Figura 6- Malha gerada do modelo tridimensional	21
Figura 7- Resultado do deslocamento obtido em cada tipo de miniplaca (I, Y e T) com 2N de carga.	26
Figura 8-Tensão máxima principal na miniplaca I com 2N de carga.	27
Figura 9-Tensão máxima principal na miniplaca Y com 2N de carga.....	28
Figura 10-Tensão máxima principal na miniplaca T com 2N de carga.	29
Figura 11- Tensão de Von Mises para aplicação de 2N de força (I, Y e T).....	31
Figura 12-Resultado do deslocamento obtido em cada tipo de miniplaca (I, Y e T) com 4N de carga.	33
Figura 13-Tensão Máxima Principal com aplicação de 4N de força (I, Y, T)....	35
Figura 14-Tensão de Von Mises para aplicação de 4N de força (I, Y, T)	37
Figura 15-Resultado do deslocamento obtido em cada tipo de miniplaca (I, Y e T) com 6N de carga.	39
Figura 16-Tensão Máxima Principal com aplicação de 6N de força (I, Y, T)....	41
Figura 17- Tensão de Von Mises para aplicação de 6N de força (I, Y, T)	43
Figura 18-Comparação das Placas para Deslocamento.....	46
Figura 19-Comparação das Placas para Tensão Máxima Principal.....	46
Figura 20-Comparação das Placas para Tensão de Von Mises.....	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Dimensões das miniplacas (mm)	16
Quadro 2- Propriedades dos elementos	19
Quadro 3- Número de elementos e número de nós obtidos no modelo tridimensional	22
Quadro 4- Quantidade de elementos e Aspecto Ratio para cada tipo de modelo	23
Quadro 5- Dados do Element Quality e quantidade de elementos gerados nos modelos.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Deslocamento dos 3 tipos de miniplaca (I, Y e T) com 2N de carga .	27
Tabela 2-Tensão máxima principal comparativa das 3 miniplacas (I, Y e T) com 2 N de carga.....	29
Tabela 3-Tensão de Von Mises comparativa das 3 miniplacas (I, Y e T) com 2 N de carga.....	30
Tabela 4- Deslocamento dos 3 tipos de miniplaca (I, Y e T) com 4N de carga .	32
Tabela 5-Tensão máxima principal comparativa das 3 miniplacas (I, Y e T) com 4 N de carga.....	34
Tabela 6 - Tensão de Von Mises comparativa das 3 miniplacas (I, Y e T) com 4 N de carga.....	36
Tabela 7- Deslocamento dos 3 tipos de miniplaca (I, Y e T) com 6N de carga .	38
Tabela 8- Tensão máxima principal comparativa das 3 miniplacas (I, Y e T) com 6 N de carga.....	40
Tabela 9 - Tensão de Von Mises comparativa das 3 miniplacas (I, Y e T) com 6 N de carga.....	42
Tabela 10- ANOVA para os dados obtidos.....	44
Tabela 11-Teste de Comparação de Tukey	45

Ielpo APM Comportamento mecânico de diferentes tipos de miniplacas para ancoragem esquelética no tratamento da mordida aberta anterior [dissertação]. São José dos Campos (SP): Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia; 2019.

RESUMO

Situações clínicas que envolvam discrepâncias moderadas e que teriam como opção terapêutica o tratamento orto-cirúrgico, por meio da cirurgia ortognática, podem beneficiar-se da utilização da ancoragem esquelética buscando resultados satisfatórios e com menor morbidade ao paciente. O tratamento da mordida aberta anterior no paciente adulto é uma das situações em que as miniplacas podem oferecer uma ancoragem esquelética capaz de permitir o seu tratamento sem a realização da cirurgia ortognática. O objetivo deste trabalho foi verificar, por meio de análise por elementos finitos, distribuição de tensão e o comportamento de diferentes desenhos de miniplacas, por meio das tensões recebidas e deslocamento sofrido, simulando uma situação clínica de ancoragem esquelética para o tratamento de mordida aberta anterior no adulto. Em um modelo virtual foram aplicadas forças intrusivas de 2, 4 e 6N em molares superiores, tendo como ancoragem miniplacas com formatos T, Y, e I instaladas na região da crista zigomática alveolar. Verificou-se o deslocamento, tensão máxima principal e tensão de Von Mises, de acordo com o formato do dispositivo de ancoragem. As configurações das placas resultaram em diferentes intensidades de stress no osso, na placa e no deslocamento, porém essas tensões se localizaram sempre nas mesmas regiões dentro do limite fisiológico. A placa T obteve comportamento mais indesejado e a placa Y se mostrou mais próxima do ideal.

Palavras-chave: Ancoragem ortodôntica. Miniplacas. Mordida aberta anterior.

Ielpo APM. Mechanical behavior of different miniplate designs for skeletal anchorage in the previus open bite [dissertation]. São José dos Campos (SP): São Paulo State University (Unesp), Institute of Science and Technology; 2019.

ABSTRACT

Clinical situations that involve moderate discrepancies and that would have as a therapeutic option the ortho-surgical treatment, through orthognathic surgery, can benefit from the use of skeletal anchorage seeking satisfactory results and lower morbidity to the patient. The treatment of anterior open bite in the adult patient is one of the situations in which the miniplates can offer a skeletal anchorage capable of allowing its treatment without performing orthognathic surgery. The objective of this work was to verify, through finite element analysis, the bone stress and the behavior of different miniplate designs, through the tensions received and displacement suffered, simulating a clinical situation of skeletal anchorage for the treatment of anterior open bite in the adult. In a virtual model, intrusive forces of 2, 4 and 6N were applied in upper molars, and miniplates with T, Y, and I formats were anchored in the region of the zygomatic abutment. The displacement, main maximum voltage and voltage of Von Mises were checked according to the shape of the anchoring device. The plaque configurations resulted in different stresses in bone, plaque and displacement, but these stresses were always located in the same regions within the physiological limit. The T plate obtained more unwanted behavior and the Y plate showed to be closer to the ideal.

Keywords: Orthodontic anchorage. Miniplates. Anterior open bite.

1 INTRODUÇÃO

A mordida aberta anterior (MAA) pode apresentar diversas etiologias e pode ser dividida em dentária ou esquelética. O diagnóstico do tipo de mordida aberta é imprescindível para uma conduta correta de tratamento (Almeida et al, 2003).

Para o tratamento correto de uma má oclusão, deve-se utilizar uma forma de ancoragem adequada e um dos maiores desafios na ortodontia é o seu controle em molares e caninos. Atualmente, dispositivos de ancoragem esquelética como mini-implantes, miniplacas e implantes osseointegrados vêm sendo muito empregados para tais situações. Desta forma, algumas discrepâncias moderadas tornam-se viáveis para serem tratadas sem cirurgia (Sakima et al., 2009; Largura et al, 2014; Farret et al., 2016).

Casos em que o paciente necessita de uma reabilitação oral após o tratamento ortodôntico, instalar implantes osseointegrados como forma de ancoragem pode ser uma boa alternativa, mas é preciso um planejamento minucioso prévio para que não seja necessário a remoção deste implante posteriormente. Por outro lado, em casos em que não há perdas dentárias, os dispositivos mais indicados são as miniplacas e os mini-implantes (Largura et al., 2014).

A ancoragem utilizando mini-implantes é difundida devido a simplicidade da cirurgia para instalação dos dispositivos, porém esta mesma facilidade não se dá no controle da mecânica dentária. Hoje, a literatura mostra que os mini-implantes, além do risco de perfurar as raízes dos dentes não possuem um índice de sucesso tão grande como as miniplacas (Sakima et al., 2009; Largura et al., 2014).

Para a instalação das miniplacas como ancoragem esquelética temporária deve-se avaliar antes a quantidade e qualidade do osso no local, pois este fator

pode estar diretamente relacionado à possíveis falhas. Os formatos T, Y e I são mais fáceis de se moldar à maxila, enquanto as miniplacas em formato L se acomodam melhor na mandíbula (Faber et al., 2008).

O tratamento com miniplacas se mostra vantajoso por não precisar de preparo no local a ser instalado, o dispositivo é parafusado no osso do paciente e o único preparo realizado é na própria miniplaca, para ajusta-la à anatomia da crista zigomática alveolar (Umemori et al., 1999).

A vantagem na utilização de miniplacas para o tratamento da MAA também pode ser observado no relato de caso clínico de uma paciente adulta com este tipo de maloclusão e que também apresentava como patologia uma desordem temporomandibular. Miniplacas foram instaladas na mandíbula e maxila da paciente por um ano e após este período o perfil retrognático apresentou grande melhora. Os autores concluíram que o tratamento ortodôntico auxiliado pela ancoragem esquelética é positivo para intrusão de molares superiores e inferiores em pacientes com MAA (Iwasa et al., 2017). Este resultado positivo também é demonstrado no trabalho de Marzouk e Kassem, 2018 no qual foi avaliada a estabilidade em longo prazo da correção da MAA em adultos tratados com a intrusão do segmento superior com miniplacas zigomáticas. Foram analisados 26 casos clínicos por quatro anos e os autores concluíram que a intrusão molar com miniplacas zigomáticas mostrou-se estável neste período.

No tratamento da mordida aberta anterior severa, uma das alternativas de tratamento é a cirurgia ortognática, porém este tratamento além de apresentar maiores riscos pode ser realizado somente após o término do crescimento. Uma alternativa à cirurgia, seria a realização da intrusão dos molares superiores por meio das miniplacas. Desta forma, é possível equilibrar as discrepâncias morfológicas presentes e melhorar a estética facial (Leung et al., 2008).

Estudos avaliaram a intrusão de molares inferiores por meio da utilização de miniplacas na cortical óssea, mais precisamente região do ápice do primeiro e segundo molar ganhando em torno de 3 a 5 mm de intrusão sem grandes alterações no plano oclusal. Utilizando uma ancoragem fixa das miniplacas, a magnitude de força pode ser melhor controlada, reduzindo a reabsorção radicular por redução nas forças realizadas (Umemori, 1999; Lee et al., 2016).

Outro estudo mostra que a intrusão dos molares altera o plano oclusal, plano mandibular, porção anterior da face e reduz o excesso dento-alveolar posterior (Largura et al., 2014). A intrusão dos molares superiores é efetiva para o fechamento de mordida aberta de até 3mm. Para má-oclusão mais discrepante deve-se corrigir usando dispositivos nos dois arcos, pois a intrusão do molar superior e inferior simultaneamente permite maior rotação da mandíbula no sentido anti-horário e consegue assim promover maiores mudanças esqueléticas (Largura et al., 2014)

O método por elemento finito é capaz de modelar as estruturas dos tecidos artificiais e naturais tornando totalmente possível a aplicabilidade de forças nas mais diversas direções. Ainda assim, por meio deste método, é possível obter informações sobre o nível de tensão originada no local escolhido provocado pela carga executada, seja ele um elemento dentário ou tecido (Lotti et al., 2006).

Por ser um estudo numérico, o método por elemento finito consegue mensurar força, tensão e deflexão das miniplacas prevendo, portanto, qualquer possibilidade de falha clínica. Além disso, permite avaliar o estresse ósseo resultante, de acordo com o formato do dispositivo de ancoragem e o número de parafusos de fixação utilizados na placa (Lee et al., 2016).

4 CONCLUSÃO

Dentro da metodologia proposta, pode-se concluir que as tensões geradas no tecido ósseo mostraram-se dentro dos limites fisiológicos e que a placa Y obteve melhor comportamento mecânico de deslocamento e tensão máxima principal.

REFERÊNCIAS*

Almeida RR, Pedrin RRA, Almdeida MR, Ferreira FPC, Pinzan A. Dispasias vesrticais: Mordida aberta anterior- Tratamento e estabilidade. R Dental Press Ortodon Ortop Facial. 2003;8(4): 91-119.

Albogha MH, Mori Y, Takahashi I. Three-dimensional titanium miniplates for fixation of subcondylar mandibular fractures: Comparison of five designs using patient-specific finite element analysis. J Craniomaxillofac Surg. 2018 Mar;46(3):391-397. doi: 10.1016/j.jcms.2017.12.020. Epub 2017 Dec 26.

Araújo TM, Nascimento MHA, Bezerra F, Sobral MC. Ancoragem esquelética em Ortodontia com mini-implantes. R Dental Press Ortodon Ortop Facial. 2006 Jul/Ago;11(4):126-56.

Assis DS, Xavier TA, Noritomi PY, Gonçalves ES. Finite element analysis of bone stress after SARPE. J Oral Maxillofac Surg. 2014 Jan;72(1):167.e1-7.

Brito JVC, Garcia C, Crispim SS , Matos JDV, Figueiredo VMG. Aplicação de elementos finitos na odontologia: uma revisão de literatura. Rev Bahiana Odonto. 2017 Set;8(3):77.

Conci RA, Tomazi FH, Noritomi PY, da Silva JV, Fritscher GG, Heitz C. Comparison of Neck Screw and Conventional Fixation Techniques in Mandibular Condyle Fractures Using 3-Dimensional Finite Element Analysis. J Oral Maxillofac Surg. 2015 Jul;73(7):1321-7. doi: 10.1016/j.joms.2015.01.037. Epub 2015 Feb 11.

Dal Piva AMO, Tribst JPM, Souza ROAE, Borges ALS. Influence of Alveolar Bone Loss and Cement Layer Thickness on the Biomechanical Behavior of Endodontically Treated Maxillary Incisors: A 3-dimensional Finite Element Analysis. J Endod. 2017 May;43(5):791-5.

de Souza FI, Poi WR, da Silva VF, Martini AP, Melo RA, Panzarini SR, Rocha EP. Stress distribution in delayed replanted teeth splinted with different orthodontic wires: a three-dimensional finite element analysis. Dent Traumatol. 2015 Jun;31(3):190-5. doi: 10.1111/edt.12159.

Faber J, Morum TFA, Leal S, Berto PM, Carvalho CKS. Miniplacas permitem tratamento eficiente e eficaz da mordida aberta anterior. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial*. 2008; 144–57.

Farret MM, Farret MM, Farret AM. Orthodontic camouflage of skeletal Class III malocclusion with miniplate: a case report. *Dental Press J Orthod*. 2016 Jul-Aug;21(4):89-98. doi: 10.1590/2177-6709.21.4.089-098.

Geramy A, Bouserhal J, Martin D, Baghaeian P. Bone stress and strain modification in diastema closure: 3D analysis using finite element method. *Int Orthod*. 2015 Sep;13(3):274-86.

Greenlee GM, Huang GJ, Chen SS, Chen J, Koepsell T, Hujoel P. Stability of treatment for anterior open-bite malocclusion: a meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011 Feb;139(2):154-69.

Holberg C, Steinhäuser S, Geis P, Rudzki-Janson I. Cone-beam computed tomography in orthodontics: benefits and limitations. *J Orofac Orthop*. 2005 Nov;66(6):434-44.

Huang YW, Chang CH, Wong TY, Liu JK. Bone stress when miniplates are used for orthodontic anchorage: finite element analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2012 Oct;142(4):466-72.

Iwasa A, Horiuchi S, Kinouchi N, Izawa T, Hiasa M, Kawai N, et al. Skeletal anchorage for intrusion of bimaxillary molars in a patient with skeletal open bite and temporomandibular disorders. *J Orthod Sci*. 2017 Oct-Dec;6(4):152-158.

Kitamura E, Stegaroiu R, Nomura S. Biomechanical aspects of marginal bone resorption around osseointegrated implants: considerations based on a three-dimensional finite element analysis. *Clin Oral Implants Res*. 2004 Aug;15(4):401-12

Largura LZ, Argenta MA, Sakima MT, Camargo ES, Guariza-Filho O, Tanaka OM. Bone stress and strain after use of a miniplate for molar protraction and uprighting: a 3-dimensional finite element analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2014 Aug;146(2):198-206.

Lee H, Ting K, Nelson M, Sun N, Sung SJ. Maxillary expansion in customized finite element method models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009 Sep;136(3):367-74.

Lee H, Nguyen A, Hong C, Hoang P, Pham J, Ting K. Biomechanical effects of maxillary expansion on a patient with cleft palate: A finite element analysis. *AmJ Orthod Dentofacial Orthop*. 2016 Aug;150(2):313-23.

Leung MT, Lee TC, Rabie AB, Wong RW. Use of miniscrews and miniplates in orthodontics. *J Oral Maxillofac Surg*. 2008 Jul;66(7):1461-6.

Lotti RS, Machado AW, Mazzieiro ET, Landre Júnior J. Aplicabilidade científica do método dos elementos finitos. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial*. 2006;11(2):35–43.

Marzouk ES, Kassem HE. Long-term stability of soft tissue changes in anterior open bite adults treated with zygomatic miniplate-anchored maxillary posterior intrusion. *The Angle Orthodontist*. 2018;88(2): 163-70.

Nalbantgil D, Tozlu M, Ozdemir F, Oztoprak MO, Arun T. FEM analysis of a new miniplate: stress distribution on the plate, screws and the bone. *Eur J Dent*. 2012;6(1):9-15

Park YC, Lee HA, Choi NC, Kim DH. Open bite correction by intrusion of posterior teeth with miniscrews. *Angle Orthod*. 2008 Jul;78(4):699-710.

Papavasiliou G, Kamposiora P, Bayne SC, Felton DA. Three-dimensional finite element analysis of stress-distribution around single tooth implants as a function of bony support, prosthesis type, and loading during function. *J Prosthet Dent*. 1996 Dec;76(6):633-40.

Ramakrishaniah R, Al Kheraif AA, Elsharawy MA, Alsaleh AK, Ismail Mohamed KM, Rehman IU. A comparative finite elemental analysis of glass abutment supported and unsupported cantilever fixed partial denture. *Dent Mater*. 2015 May;31(5):514-21.

Ramos AL, Zange SE, Terada HH, Hoshina FT. Miniplacas de ancoragem no tratamento da mordida aberta anterior. *Rev Dent Press Ortodon Ortopedi Facial*. 2008;(13): 134–43.

Sakima MT, Mendonça AA, Ocanha Júnior JM, Sakima T. Sistema de Apoio Ósseo para Mecânica Ortodôntica (SAO ®) – miniplacas para ancoragem ortodôntica. Parte I: tratamento da mordida aberta. *Revista Dental Press*. 2009; 14(1): 103–16.

Souza Batista VE, Verri FR, Almeida DAF, Santiago Junior JF, Lemos CAA, Pellizzer EP. Evaluation of the effect of an offset implant configuration in the posterior maxilla with external hexagon implant platform: A 3-dimensional finite element analysis. *J Prosthet Dent*. 2017 Sep;118(3):363-71.

Trabelsi N, Yosibash Z, Wutte C, Augat P, Eberle S. Patient-specific finite element analysis of the human femur - a double-blinded biomechanical validation. *J Biomechanics*. 2011 Jun;44(9):1666-72.

Tribst JPM, de Oliveira Dal Piva AM, Borges ALS, Bottino MA. Influence of custom-made and stock mouthguard thickness on biomechanical response to a simulated impact. *Dent Traumatol*. 2018 Dec;34(6):429-37. doi: 10.1111/edt.12432.

Umemori M, Sugawara J, Mitani H, Nagasaka H, Kawamura H. Skeletal anchorage system for open-bite correction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1999 Feb;115(2):166-74.

Veziroglu F, Uckan S, Ozden UA, Arman A. Stability of zygomatic plate-screw orthodontic anchorage system: a finite element analysis. *Angle Orthod*. 2008 Sep;78(5):902-7.