



Ideias que
fazem a
diferença.

EX
PO
UL
BRA
2021



XXI Fórum de Pesquisa
Científica e Tecnológica



VALIDAÇÃO DO MODELO COMPUTACIONAL PARA ESTUDOS DE TÉCNICAS DE FIXAÇÃO INTERNA RÍGIDA COM TÉCNICA DE OSTEOTOMIA SAGITAL DO RAMO MANDIBULAR

TSCHEIKA Andry¹, HERNÁNDEZ Pedro Antonio González², ÖZKÖMÜR Ahmet, RODRIGUES Antonio Flavio Aires, GERTZ Luiz Carlos

Palavras-chave: Osteotomia sagital do ramo mandibular. Fixação de fratura. Resistência de materiais. Elementos Finitos. Cirurgia Ortognática.

A pesquisa com uso de métodos numéricos (computacionais), nos últimos anos, tem sido utilizada, de forma significativa na Odontologia. O Método dos Elementos Finitos discretiza as estruturas, de qualquer forma, em elementos finitos conectados através de nós. Trata-se de uma técnica de simulação numérica que visa a análise de tensão, deformação e deslocamento em estruturas de qualquer geometria. O modelo de elementos finitos é capaz de prever comportamentos mecânicos mandibulares durante a mastigação com elevada exatidão, sem necessitar de longo período de tempo de computação devido à estrutura maxilar complexa. Para maior fidelidade de resultados, a técnica exige a validação prévia do desempenho dos modelos de estudo para verificar a sensibilidade a variações nos detalhes anatômicos. O objetivo deste trabalho consiste em validar um modelo morfológico de mandíbula para estudos de elementos finitos que verifiquem o comportamento mecânico da fixação interna rígida de mandíbula realizada com duas placas de titânio, do sistema 1.5, em formato de L, em osteotomia sagital do ramo mandibular com avanço de cinco milímetros. Foi confeccionado um modelo impresso em 3D, com características semelhantes a mandíbula humana separando a cortical mandibular do tecido medular através da manipulação por softwares baseada em um exame tomográfico e desenvolvido uma máquina para realizar os ensaios mecânicos, placas com a disposição em duplo L com sistema 1.5mm e parafusos mono corticais e foram posicionadas para a síntese do modelo já com uma simulação previa de osteotomia com a técnica de segmentação de Obwegeser DalPont e aplicada carga com a máquina de ensaios. Três modelos morfológicos físicos e um modelo computacional foram submetidos a testes de carga e os resultados comparados. Os resultados mostram os valores obtidos no presente estudo da carga máxima necessária para o deslocamento de 0,80 milímetros após a aplicação da força sobre os três modelos morfológicos mandibulares com osteossíntese simulada com duas microplacas de titânio do sistema 1,5m em formato em L, fixadas com parafusos monocorticais. Considerando a metodologia deste estudo, se conclui que o modelo morfológico desenhado é válido para testes computacionais através da técnica de elementos finitos para avaliação mecânica de procedimentos de fixação interna rígida em osteotomia sagital de mandíbula.

Este projeto conta com financiamento próprio e não possui nenhum conflito de interesse.

Albougha S; Darwich K; Darwich MA; Albougha MH: Assessment of sagittal split ramus osteotomy rigid internal fixation techniques using a finite element method. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2015; 44: 823–829.

Armencea G, Gheban D, Onisor F, Mitre I, Manea A, Trombitas V, et al. Histological change in soft tissue surrounding titanium plates after jaw surgery. *Materials (Basel).* 2019;12(19):1–8.



- Atik F, Ataç MS, Özkan A, Kiliç Y, Arslan M. Biomechanical analysis of titanium fixation plates and screws in mandibular angle fractures. *Niger J Clin Pract.* 2016;19(3):386–90.
- Atik F; Ataç MS; Özkan A; Kiliç Y; Arslan M: Evaluation of rigid fixation methods for sagittal split ramus osteotomies. *Nigerian Journal of Clinical Practice.* 2016; 19 (1): 140-144.
- Bilhan H, Bural C, Geckili O. Titanium hypersensitivity. A hidden threat for dental implant patients? *N. Y. State Dent. J.* 2013;79:38–43.
- Azevedo CRF, Hippert Jr E .Failure Analysis of Surgical implants in Brazil. *Engineering Failure Analysis.* 2002; 621-633
- Böckmann R, Meyns J, Dik E, Kessler P. The modifications of the sagittal ramus split osteotomy: A literature review. *Plast Reconstr Surg – Glob Open.* 2014;2(12):1–7.
- Bohluli B, Motamedi MHK, Bohluli P, Sarkarat F, Moharamnejad N, Tabrizi MHS. Biomechanical stress distribution on fixation screws used in bilateral sagittal split ramus osteotomy: assessment of 9 methods via finite element method. *J Oral Maxillofac Surg* 2010;68:2765-2769.
- Chocron Y, Azzi AJ, Cugno S. Resorbable Implants for Mandibular Fracture Fixation. *Plast Reconstr Surg – Glob Open.* 2019;7(8):e2384.
- Cidade CPV et al. Photoelastic analysis of all-on-four concept using different implants angulations for maxilla. *Brazilian Oral Research*, v. 28, n. 1, p. 1–7, 2014.
- Dal Pont G. Retromolar osteotomy for the correction of prognathism. *J Oral Surg Anesth Hosp Dent Serv.* 1961;19:42–47.
- Dolanmaz D, Uckan S, Isik K, Saglam H. Comparison of stability of absorbable and titanium plate and screw fixation for sagittal split ramus osteotomy. *Br. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2004;42:127–132.
- Dorri M, Oliver R. Resorbable versus titanium plates for facial fractures. *Cochrane Database Syst Rev.* 2018;2018(5).
- Ellis E, Carlson DS, Billups J. Osseous healing of the sagittal ramus osteotomy: A histologic comparison of rigid and nonrigid fixation in *Macaca mulatta*. *J Oral Maxillofac Surg.* 1992;50(7):718–23.
- Ellis E, Throckmorton GS, Sinn DP. Bite forces before and after surgical correction of mandibular prognathism. *J Oral Maxillofac Surg.* 1996;54(2):176–81.
- Heo MS, Park KS, Lee SS, Choi SC, Koak JY, Heo SJ, et al. Fractal analysis of mandibular bony healing after orthognathic surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002;94(6):763–7.
- Holmes DC. Et al. Comparison of Stress Transmission in the IMZ Implant System With Polyoxymethylene or Titanium Intramobile Element : A Finite Element Stress Analysis. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, v. 7, p. 450–458, 1992.
- Hwang DS, Lee HG, Shin SH, Kim UK. Evaluation of intersegmental displacement after mandibular setback split ramus osteotomy using modified L-shaped monocortical plate: Cone-beam computed tomography superimposition. *J Craniofac Surg.* 2018;29(3):655–60.
- Iwase M, Ohashi M, Tachibana H, Toyoshima T, Nagumo M. Bite force, occlusal contact area and masticatory efficiency before and after orthognathic surgical correction of mandibular prognathism. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2006;35(12):1102–7.
- Kiliç Y, Erkmén E, Kurt A. Biomechanical evaluation of different fixation methods for mandibular anterior segmental osteotomy using finite element analysis, part two: Superior repositioning surgery with bone allograft. *J Craniofac Surg.* 2016;27(1):36–40.
- Kim HS, Park JY, Kim NE, Shin YS, Park JM, Chun YS. Finite element 2nfavoura technique for predicting mechanical behaviors on mandible bone during mastication. *J Adv Prosthodont.* 2012;4(4):218–26.
- Laughlin RM, Block MS, Wilk R, Malloy RB, Kent JN. Resorbable Plates for the Fixation of Mandibular Fractures: A Prospective Study. *J Oral Maxillofac Surg.* 2007;65(1):89–96.
- Lim HK, Byun SH, Woo JM, Kim SM, Lee SM, Kim BJ, et al. Biocompatibility and biocorrosion of hydroxyapatite-coated magnesium plate: Animal experiment. *Materials (Basel).* 2017;10(10):1–9.
- Metals Handbook Volume 2 Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials 1990 (v2):1770-1947
- Niinomi M, Nakai M, Hieda J. Development of new metallic alloys for biomedical applications. *Acta Biomater.* 2012;8:3888–3903.
- Oberkampf, W. L.; Trucano, T. G. Verification and validation in computational fluid dynamics. *Progress in Aerospace Sciences*, Elsevier, 2002; 38(3): 209–272.
- Park SM, Lee JW, Noh G. Which plate results in better stability after segmental mandibular resection and fibula free flap reconstruction? Biomechanical analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2018;126(5):380–9.



- Patussi C, Sassi LM, Cruz R, Klein Parise G, Costa D, Rebellato NLB. Evaluation of different stable internal fixation in 3nfavourable mandible fractures under finite element analysis. *Oral Maxillofac Surg.* 2019;317–24.
- Pereira Filho VA; Iamashita HY; Monazzi MS; Gabrielli MFR; Vaz LG; Passeri L. In vitro biomechanical evaluation of sagittal split osteotomy fixation with a specifically designed miniplate. *J Oral Maxillofac Surg.* 2013; 42: 316-320.
- Peterson GP; Haug RH; Van Sickels J. A biomechanical evaluation of bilateral sagittal ramus osteotomy fixation techniques. *J Oral Maxillofac Surg.* 2005; 63(9): 1317-1324.
- Prakash D, Ebenezer V, Balakrishnan R. Role of resorbable plates in the management of fractures in maxillofacial surgeries. *Biomed Pharmacol J.* 2014;7(1):269–71.
- Sonego CL; Scheffer MAR; Chagas Junior OL; Vetromilla B; Fernandes LP; Ozkomur AN; Silva-Junior AM; Míngues-Junior SAQ; Gonzalez-Hernandez PA. In vitro study of a modified sagittal Split osteotomy fixation technique of the mandible: a mechanical test. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2018.
- Stringhini DJ; Sommerfeld R; Uetanabaro LC; Leonardi DP; Araújo MR; Rebellato N B; da Costa DJ; Scariot R. Resistance and stress finite element analysis of different types of fixation for mandibular orthognathic surgery. *Brazilian Dental Journal.* 2016; 27(3): 284-291.
- Throckmorton GS, Buschang PH, Ellis E. Improvement of maximum occlusal forces after orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 1996;54(9):1080–6.
- Toro-Ibacache V, Fitton LC, Fagan MJ, O’Higgins P. Validity and sensitivity of a human cranial finite element model: Implications for comparative studies of biting performance. *J Anat.* 2016;228(1):70–84.
- Trauner R, Obwegeser H. The surgical correction of mandibular prognathism and retrognathia with consideration of genioplasty. I. Surgical procedures to correct mandibular prognathism and reshaping of the chin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1957;10(7):677-89
- Trilha JR, M. Construção e validação qualitativa de um modelo de elementos finitos para a simulação mecânica do joelho humano. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, 2006
- Van Eijden TMGJ. Biomechanics of the mandible. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2000;11(1):123–36.
- Vargas KF et al. The numerical analysis of Four-on-Pillars technique using meshless methods. In: *Biodental.* 5. Ed. Londres: [s.n.]. p. 171–76.
- Vollmer D; Meyer U; Joos U; Vègh A; Piffkò J. Experimental and finite element study of a human mandible. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery.* 2000; 28: 91-96.
- Witte F, Fischer J, Nellesen J, Crostack HA, Kaese V, Pisch A, Beckmann F, Windhagen H. In vitro and in vivo corrosion measurements of magnesium alloys. *Biomaterials* 2006; 27:1013–1018.
- Witte F. Author’s personal copy *Acta Biomaterialia* The history of biodegradable magnesium implants : A review q. *Acta Biomater* [Internet]. 2010;6(5):1680–92.
- Zreiqat H, Howlett CR, Zannettino A, Evans P, Schulze-Tanzil G, Knabe C, Shakibaei M. Mechanisms of magnesium-stimulated adhesion of osteoblastic cells to commonly used orthopaedic implants. *J. Biomed. Mater. Res.* 2002;62:175–184.