RESSALVA

Atendendo a solicitação do(a) autor(a), o texto completo desse trabalho será disponibilizado no repositório a partir de 12/06/2027.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de São José dos Campos
Instituto de Ciência e Tecnologia

MATEUS FAVERO BARRA GRANDE

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE DOIS INTERMEDIÁRIOS DO TIPO MINI PILAR: parâmetros biomecânicos

2025

MATEUS FAVERO BARRA GRANDE

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE DOIS INTERMEDIÁRIOS DO TIPO MINI PILAR: parâmetros biomecânicos

Tese apresentado ao Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de São José dos Campos, como parte dos requisitos do Exame Geral de Qualificação no Doutorado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIAS APLICADAS À SAÚDE BUCAL.

Área: Prótese dentária. Linha de pesquisa: Biomecânica em prótese sobre implante.

Orientador: Prof. Dr. Tit. Renato Sussumu Nishioka

São José dos Campos

2025

Instituto de Ciência e Tecnologia [internet]. Normalização de tese e dissertação [acesso em 2025]. 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).

Grande, Mateus Favero Barra
Análise comparativa entre dois intermediários do tipo mini pilar: parâmetros biomecânicos / Mateus Favero Barra Grande. - São José dos Campos : [s.n.], 2025.
67 f. : il.

Tese (doutorado) - Pós-Graduação em Ciências Aplicadas à Saúde Bucal - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos, 2025.
Orientador: Renato Sussumo Nishioka.

1. Implantes dentários. 2. Biomecânica. 3. Prótese dentária. I. Nishioka, Renato Sussumo, orient. II. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos. III. Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho' - UNESP. IV. Universidade Estadual Paulista (UNESP). V. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Profa. Leila Novaes e Diretoria Técnica de Informática - ICT/UNESP.
Renata Aparecida Couto Martins CRB-8/8376

IMPACTO POTENCIAL DESTA PESQUISA

Esta pesquisa amplia o conhecimento sobre conexões implante-pilar, ao comparar biomecanicamente dois tipos de mini pilares por meio de simulação por elementos finitos, estereomicroscopia e infiltração bacteriana, oferecendo subsídios clínicos para decisões mais precisas em reabilitações protéticas múltiplas.

POTENTIAL IMPACT OF THIS RESEARCH

This research advances knowledge on implant-abutment connections by biomechanically comparing two types of mini abutments through finite element simulation, stereomicroscopy, and bacterial microleakage, providing clinical guidance for more precise decisions in multiple prosthetic rehabilitations.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Tit. Renato Sussumu Nishioka (Orientador)
Universidade Estadual Paulista (Unesp)
Instituto de Ciência e Tecnologia
Campus de São José dos Campos

Prof. Osvaldo Daniel Andreatta Filho
Universidade Estadual Paulista (Unesp)
Instituto de Ciência e Tecnologia
Campus de São José dos Campos

Prof. Nathália de Carvalho Ramos Ribeiro
Universidade Estadual Paulista (Unesp)
Instituto de Ciência e Tecnologia
Campus de São José dos Campos

Prof. Vinícius Anéas Rodrigues
Faculdade de Pindamonhangaba

Prof. Marcelo Lucchesi Teixeira
Faculdade São Leopoldo Mandic
Campus de Campinas

São José dos Campos, 12 de junho de 2025.

AGRADECIMENTOS

À Prof. Tit. **Renato Sussumo Nishioka**, meu orientador, pelos valiosos conselhos, pelos ensinamentos e pelo conhecimento que me foram transmitidos ao longo destes anos, e por sempre conduzir-se com integridade em todas as etapas deste trabalho.

À minha esposa, **Renata Campos Pelegrini**, pelo apoio incondicional e por cada gesto de carinho e incentivo durante todos estes anos de estudo e dedicação; és o amor da minha vida, e nutro por ti profunda admiração e respeito.

Aos meus pais, **Márcio Barra Grande** e **Roseli Favero Barra Grande**, por terem me proporcionado as condições necessárias para estudar e aprender; verdadeiros ídolos e heróis, não tenho palavras para agradecer-lhes pela oportunidade que me deram.

Ao Prof. Dr. **Marcelo Lucchesi Teixeira**, pelas orientações, pelo apoio constante e por todas as conversas e dicas que foram fundamentais para que eu chegasse até aqui.

RESUMO

Grande MFB. Análise comparativa entre dois intermediários do tipo mini pilar: Parâmetros biomecânicos [tese]. São José dos Campos (SP): Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia; 2025.

Este estudo teve como objetivo comparar a biomecânica de dois de pilares para próteses fixas implantos-suportadas múltiplas parafusadas; o mini pilares cônicos baixos e o mini pilar esférico, por meio de análises tridimensionais pelo método de elementos finitos e avaliação de microinfiltração bacteriana. Para as simulações *in silico*, modelos de elementos finitos foram desenvolvidos com base em dados médios provenientes de um banco de dados pré-existente. Nesses modelos, foram posicionados quatro implantes cone morse (3,75 x 11,5 mm) em uma mandíbula edêntula, sobre os quais foi projetada uma estrutura de prótese total fixa (composta por Cobalto-Cromo, resina e dentes artificiais). Foram aplicadas três cargas distintas: uma na região dos incisivos centrais, outra no primeiro pré-molar e uma terceira nos primeiros molares, todas com intensidade de 100N, tanto isoladamente quanto de forma simultânea. Nas simulações por elementos finitos, foram avaliados os picos de tensão de Von Mises. A microinfiltração bacteriana, foi realizada em 60 corpos de provas com dois implantes com uma sobre estrutura soldada 10 em mini pilar e 10 no pilar Mini pilar esférico (com e sem envelhecimento) com torque de 10 N e 20 N. Em ambiente estéril, uma colônia de *Escherichia coli* foi inoculada na extremidade apical do tubo Falcon, sem ultrapassar o orifício do parafuso. As amostras foram então transferidas para tubos de ensaio contendo 2 ml de caldo BHI estéril. Durante sete dias consecutivos, realizou-se o monitoramento diário para detecção de crescimento bacteriano, sendo considerada indicativa de contaminação a turbidez do meio, característica da presença de *E. coli* (bactéria Gram-negativa). Os *microgap* das amostras foram mensurados através da microscopia eletrônica por varredura. Os resultados da análise de elementos finitos não mostraram diferença no comportamento biomecânico nas simulações das estruturas com mini pilar e pilar Mini pilar esférico. Já na microinfiltração bacteriana não existiu diferença estatística entre os grupos mini pilar e Mini pilar esférico. Concluindo que, com a limitação da metodologia dessa pesquisa ambos os pilares mostraram comportamento semelhante biomecanicamente.

Palavras-chave: Implantes dentários. Biomecânica. Prótese dentária.

ABSTRACT

Grande MFB. Comparative analysis of two mini-pillar-type abutments: biomechanical parameters [doctorate thesis]. São José dos Campos (SP): Universidade Estadual Paulista (Unesp), Institute of Science and Technology; 2025.

The aim of this study was to compare the mechanical performance of spherical abutments used in multiple implant-supported prostheses with that of mini conical abutments, through three-dimensional finite element analysis and bacterial microleakage assessment. For the in silico simulations, finite element models were developed based on average data from a pre-existing database. Four Morse taper implants (3.75 x 11.5 mm) were positioned in an edentulous mandibular model, supporting a full fixed prosthetic structure composed of cobalt-chromium framework, acrylic resin, and artificial teeth. Three distinct load conditions were applied: one in the central incisor region, another in the first premolar region, and a third in the first molars, each with a force of 100 N, both simultaneously. The simulations focused on evaluating Von Mises stress peaks. Bacterial microleakage tests were performed on 60 specimens containing two implants and a welded suprastructure 10 with mini conical abutments and 10 with spherical abutments. Under sterile conditions, a colony of Escherichia coli was inoculated into the apical portion of a Falcon tube without surpassing the screw hole. The samples were placed in test tubes containing 2 ml of sterile BHI broth. Daily monitoring was conducted over a 7-day period to detect bacterial growth, indicated by medium turbidity, which is characteristic of E. coli (a Gram-negative bacterium). The microgaps of the specimens were measured using scanning electron microscopy (SEM). Finite element analysis results showed no significant differences in the biomechanical behavior between the structures using mini conical and spherical abutments. Similarly, bacterial microleakage analysis revealed no statistical differences between the two groups. It was concluded that, within the limitations of this methodology, both abutment types demonstrated comparable biomechanical performance.

Keywords: Dental Implants, Biomechanical, Dental prosthesis.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 8
2 REVISÃO DE LITERATURA 10
2.1 Biomecânica de Implantes e seus componentes 10
2.1.1 Microinfiltração Bacteriana 13
2.1.2 Desadaptação 16
3 PROPOSIÇÃO 19
4 MATERIAL E MÉTODOS 20
4.1 Método dos elementos finitos 21
4.1.1 Pré processamento 21
4.1.2 Processamento 29
4.1.3 Pós Processamento 30
4.2 Micro Infiltração Bacteriana 30
4.3 Estereomicroscópio 37
4.4 Estatística 38
5 RESULTADO 39
5.1 Análise pelo método de elementos finitos 39
5.1.1 Microinfiltração Bacteriana 44
5.1.2 Microgap 47
6 DISCUSSÃO 49
7 CONCLUSÃO 54
REFERÊNCIAS 55

1 INTRODUÇÃO

Bränemark conseguiu melhorar e solucionar o problema de pacientes inválidos orais totais, fixando próteses totais sobre implantes osseointegráveis (Branemark et al., 1969). A conduta terapêutica proposta pela equipe do professor Branemark para esses casos consistia na instalação de seis fixações na região intermentual, colocação de “alongadores” das fixações, denominados componentes standard, que atuavam como intermediários entre a prótese total e as fixações, com retenção por parafusamento. Esse tipo de tratamento ficou conhecido como “protocolo de Branemark”. Por essa razão, no mercado brasileiro, até hoje, as próteses totais implantos-suportadas são chamadas popularmente de “prótese tipo protocolo”.

A evolução do conhecimento permitiu expandir a indicação terapêutica dos implantes osseointegráveis para casos unitários e parciais. Dentro desse movimento foram desenvolvidos outros tipos de intermediários, dentre os quais o mini pilar cônico (Telles et al., 2014).

Há mais de três décadas no mercado, o mini pilar cônico (MPC) foi desenvolvido para permitir estética (pois a base poderia ser posicionada subgengivalmente) e facilitar o eixo de inserção da prótese múltipla, quando comparado ao pilar standard. Sua solução clínica foi tão satisfatória, que atualmente é considerado o componente padrão para próteses múltiplas parafusadas (Keller, 1998; Pjetursson, 2023).

Contudo, estudos clínicos de próteses múltiplas implantos-suportadas descrevem falhas associadas à fatores mecânicos e/ou biológicos (Lindhe, 2008; Malchiodi, 2014). As intercorrências mecânicas incluem o afrouxamento de parafusos de retenção, fraturas de parafusos, fratura do material restaurador e até mesmo fratura de implantes. Os fatores biológicos estão ligados a inflamação, principalmente por causas bacterianas, onde a presença de *microgaps* entre os componentes podem potencializar esse tipo de problema (Gonzalez et al., 2020).

O MPC possui uma base de 4,8 mm de diâmetro, altura de 2,2 mm e uma angulação entre suas paredes de 20º, permitindo uma divergência entre os implantes de até 40°. Com essas características permite a reabilitação em espaços interoclusais reduzidos, com cerca de 4,5 mm de altura, o que possibilita estruturas com menor

espessura (Rocha, 2012; Verma, 2023). A relação desse desenho de intermediário com a peça protética se baseia em uma junção do tipo topo, sendo que a retenção entre a peça protética e o intermediário é feita por um parafuso protético com 1,4 mm de diâmetro. Essa característica juncional faz com que haja maiores tensões no parafuso de retenção, predispondo o afrouxamento do parafuso ou até mesmo podendo gerar fratura. Além disso, também promove um *microgap* entre o componente e o cilindro protético quando em função, o que pode causar a infiltração de resíduos (Liu et al., 2017).

Nesse contexto, surge um novo desenho do mini pilar cônico foi lançado no mercado brasileiro e consiste em um mini pilar esférico (MPE). Seu formato em forma de esfera possui dimensões muito similares ao MPC, tendo uma base de 4,8mm e altura de 2,2 mm. Sua diferença em relação ao MPC está no fato de possuir uma junção tipo friccional entre a superfície externa do intermediário e a superfície interna da peça protética. O qual permite uma divergência entre os implantes de até 60° sem utilização de componentes angulados e sua retenção entre ambos é feita por um parafuso com 2,0 mm de diâmetro.

Essas propriedades favorecem um encaixe mecânico eficiente entre o componente protético e o intermediário, contribuindo para a redução de falhas mecânicas, como o afrouxamento ou a fratura do parafuso de retenção, além de minimizar o risco de microinfiltração. (Datte et al., 2021).

Dessa forma, é oportuno traçar um perfil biomecânico comparativo entre ambos os desenhos de mini pilar, com o intuito de auxiliar o clínico na eleição do melhor desenho para cada caso. Assim, para melhorar a compreensão do comportamento biomecânico foram realizados estudos *in vitro de* microinfiltração bacteriana, adaptação por estereomicroscopia e *in silíco,* por simulação pelo método dos elementos finitos.

7 CONCLUSÃO

Podemos concluir que

-O comportamento biomecânico do mini pilar esférico é semelhante ao mini pilar cônico, portanto, a essa nova possibilidade não trás danos para o paciente quando simulado sua função.

-O *microgap* do mini pilar esférico é consideravelmente menor em comparação ao do mini pilar cônico.

- A microinfiltração podemos concluir que ambas as junções apresentaram contaminação, sendo assim a hipótese nula foi aceita.

REFERÊNCIAS

Abt E. Growing body of evidence on survival rates of implant-supported fixed prostheses. Evid Based Dent. 2008;9(2):51-2. doi: 10.1038/sj.ebd.6400584. PMID: 18584006.

Akça K, Kokat AM, Sahin S, Iplikçioğlu H, Cehreli MC. Effects of prosthesis design and impression techniques on human cortical bone strain around oral implants under load. Med Eng Phys. 2009 Sep;31(7):758-63.

Almeida EO, Rocha EP, Freitas Júnior AC, Anchieta RB, Poveda R, Gupta N, Coelho PG. Tilted and short implants supporting fixed prosthesis in an atrophic maxilla: a 3D-FEA biomechanical evaluation. Clin Implant Dent Relat Res. 2015 Jan;17 Suppl 1:e332-42. doi: 10.1111/cid.12129. Epub 2013 Aug 5. PMID: 23910435.

Arnold C, Hey J, Schweyen R, Setz JM. Accuracy of CAD-CAM-fabricated removable partial dentures. J Prosthet Dent. 2018 Apr;119(4):586-592. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.04.017. Epub 2017 Jul 11. PMID: 28709674.

Azevedo AFM. Mecânica dos Sólidos. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto; 1996.

Bae S, Hong MH, Lee H, Lee CH, Hong M, Lee J, Lee DH. Reliability of metal 3D printing with respect to the marginal fit of fixed dental prostheses: A systematic review and meta-analysis. Materials (Basel). 2020 Oct 26;13(21):4781. doi: 10.3390/ma13214781. PMID: 33114737; PMCID: PMC7663231.

Baggi L, Pastore S, Di Girolamo M, Vairo G. Implant-bone load transfer mechanisms in complete-arch prostheses supported by four implants: a three-dimensional finite element approach. J Prosthet Dent. 2013 Jan;109(1):9-21. doi: 10.1016/S0022-3913(13)60004-9. PMID: 23328192.

Batson ER, Cooper LF, Duqum I, Mendonça G. Clinical outcomes of three different crown systems with CAD/CAM technology. J Prosthet Dent. 2014 Oct;112(4):770-7. doi: 10.1016/j.prosdent.2014.05.002. Epub 2014 Jun 28. PMID: 24980739.

Behforootan S, Chatzistergos P, Naemi R, Chockalingam N. Finite element modelling of the foot for clinical application: A systematic review. Med Eng Phys. 2017 Jan;39:1-11. doi: 10.1016/j.medengphy.2016.10.011. Epub 2016 Nov 15. PMID: 27856143.

Berglundh T, Abrahamsson I, Lindhe J. Bone reactions to longstanding functional load at implants: An experimental study in dogs. J Clin Periodontol. 2005;32:925-932.

Bertolini MM, Del Bel Cury AA, Pizzoloto L, Acapa IRH, Shibli JA, Bordin D. Does traumatic occlusal forces lead to peri-implant bone loss? A systematic review. Braz Oral Res. 2019 Sep 30;33(suppl 1):e069. doi: 10.1590/1807-3107bor-2019.vol33.0069. PMID: 31576953.

Besimo CE, Guindy JS, Lewetag D, Meyer J. Prevention of bacterial leakage into and from prefabricated screw-retained crowns on implants in vitro. Int J Oral Maxillofac Implants. 1999 Sep-Oct;14(5):654-60. PMID: 10531737.

Bhering CL, Mesquita MF, Kemmoku DT, Noritomi PY, Consani RL, Barão VA. Comparison between all-on-four and all-on-six treatment concepts and framework material on stress distribution in atrophic maxilla: A prototyping guided 3D-FEA study. Mater Sci Eng C Mater Biol Appl. 2016 Dec 1;69:715-25. doi: 10.1016/j.msec.2016.07.059. Epub 2016 Jul 21. PMID: 27612765.

Bhering CLB, Marques IDSV, Takahashi JMFK, Barão VAR, Consani RLX. Bölükbaşı N, Yeniyol S. Number and localization of the implants for the fixed prosthetic reconstructions: on the strain in the anterior maxillary region. Med Eng Phys. 2015 Apr;37(4):431-45. doi: 10.1016/j.medengphy.2015.02.004. Epub 2015 Mar 9. PMID: 25765190.

Borie E, Orsi IA, Noritomi PY, Kemmoku DT. Three-dimensional finite element analysis of the biomechanical behaviors of Implants with different connections, lengths, and diameters placed in the maxillary anterior region. Int J Oral Maxillofac Implants. 2016 Jan-Feb;31(1):101-10. doi: 10.11607/jomi.4120. Epub 2015 Oct 16. PMID: 26478969.

Brånemark PI. Osseointegration and its experimental studies. J Prosthet Dent. 1983;50:399-410.

Branemark PI, Adell R, Breine U, Hansson BO, Lindstrom J, Ohlsson A. Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. Scand J Plast Reconstr Surg. 1969;3(2):81-100.

Brunski JB, Puleo DA, Nanci A. Biomaterials and biomechanics of oral and maxillofacial implants: current status and future developments. The International journal of oral & maxillofacial implants. 2000;15(1):15-46.

Buser D, Sennerby L, De Bruyn H. Modern implant dentistry based on osseointegration: 50 years of progress, current trends and open questions. Periodontol 2000. 2017 Feb;73(1):7-21. doi: 10.1111/prd.12185. PMID: 28000280.

Byrne R. Osseointegrated dental implants. J Gt Houst Dent Soc. 1998 Apr-May;69(9):40-3; quiz 44. PMID: 9667174.

Canullo L, Pace F, Coelho P, Sciubba E, Vozza I. The influence of platform switching on the biomechanical aspects of the implant-abutment system. A three dimensional finite element study. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2011;16(6):e852-6.

Caricasulo R, Malchiodi L, Ghensi P, Fantozzi G, Cucchi A. The influence of implant-abutment connection to peri-implant bone loss: A systematic review and meta-analysis. Clin Implant Dent Relat Res. 2018 Aug;20(4):653-664. doi: 10.1111/cid.12620. Epub 2018 May 15. PMID: 29761902.

Carneiro Pereira AL, Bezerra de Medeiros AK, de Sousa Santos K, Oliveira de Almeida É, Seabra Barbosa GA, da Fonte Porto Carreiro A. Accuracy of CAD-CAM systems for removable partial denture framework fabrication: A systematic review. J Prosthet Dent. 2021 Feb;125(2):241-248. doi: 10.1016/j.prosdent.2020.01.003. Epub 2020 Mar 5. PMID: 32147252.

Çehreli MC, Iplikcioglu H. In vitro strain gauge analysis of axial and offaxial loading on implant supported fixed partial dentures. Implant Dent. 2002;11(3):286-92.

Chang M, Chronopoulos V, Mattheos N. Impact of excessive occlusal load on successfully-osseointegrated dental implants: a literature review. J Investig Clin Dent. 2013 Aug;4(3):142-50. doi: 10.1111/jicd.12036. PMID: 23918506.

Cicciu M, Bramanti E, Matacena G, Guglielmino E, Risitano G. FEM evaluation of cemented-retained versus screw-retained dental implant single-tooth crown prosthesis. International journal of clinical and experimental medicine. 2014;7(4):817.

Clelland NL, Gilat A, McGlumphy EA, Brantley WA. A photoelastic and strain gauge analysis. J Appl Oral Sci. 2010 May-Jun;18(3):225-30. doi: 10.1590/S1678-77572010000300005.

Corrêa CB, Margonar R, Noritomi PY, Vaz LG. Mechanical behavior of dental implants in different positions in the rehabilitation of the anterior maxilla. J Prosthet Dent. 2014 Apr;111(4):301-9. doi: 10.1016/j.prosdent.2013.06.019. Epub 2013 Dec 17. PMID: 24355510.

da Silva-Neto JP, Nóbilo MA, Penatti MP, Simamoto PC Jr, das Neves FD. Influence of methodologic aspects on the results of implant-abutment interface microleakage tests: a critical review of in vitro studies. Int J Oral Maxillofac Implants. 2012 Jul-Aug;27(4):793-800. PMID: 22848880.

Darcey J, Eldridge D. Fifty Years of dental implant development: a continuous evolution. Dent Hist. 2016 Jul;61(2):75-92. PMID: 29894046.

Datte CE, Tribst JP, Dal Piva AO, Nishioka RS, Bottino MA, Evangelhista AM, et al. Influence of different restorative materials on the stress distribution in dental implants. J Clin Exp Dent. 2018 May 1;10(5):e439-44. doi: 10.4317/jced.54554.

Datte C, Rodrigues V, Borges A, Campos J, Nishioka. Biomechanics effect of two implant system with different bone height under axial and non–axial loading conditions. Journal of research and knowledge spreading. 2021 Apr;2:11913.
Dibart S, Warbington M, Su MF, Skobe Z. In vitro evaluation of the implant-abutment bacterial seal: the locking taper system. Int J Oral Maxillofac Implants. 2005 Sep-Oct;20(5):732-7. PMID: 16274147.

Dickens N, Haider H, Lien W, Simecek J, Stahl J. Longitudinal analysis of CAD/CAM restoration incorporation rates into navy dentistry. Mil Med. 2019 May 1;184(5-6):e365-e372. doi: 10.1093/milmed/usy260. PMID: 30371810.

Ding X, Liao SH, Zhu XH, Zhang XH, Zhang L. Effect of diameter and length on stress distribution of the alveolar crest around immediate loading implants. Clin Implant Dent Relat Res. 2009 Dec;11(4):279-87. doi:10.1111/j.1708-8208.2008.00124.x.

Duarte AR, Neto JP, Souza JC, Bonachela WC. Detorque evaluation of dental abutment screws after immersion in a fluoridated artificial saliva solution. J Prosthodont. 2013;22:275–81.

Ducy P, Schinke T, Karsenty G. The osteoblast: a sophisticated fibroblast under central surveillance. Science. 2000;289(5484):1501-4.

Duyck J, Vandamme K. The effect of loading on peri-implant bone: a critical review of the literature. In Bone Response to Dental Implant Materials. 2017:139-161.

Elftman H. The force exerted by the ground in walking. European Journal of applied physiology and occupation physiology. 1938;10(5):477-91.

Elsayyad AA, Abbas NA, AbdelNabi NM, Osman RB. Biomechanics of 3-implant-supported and 4-implant-supported mandibular screw-retained prostheses: A 3D finite element analysis study. J Prosthet Dent. 2020 Jul;124(1):68.e1-68.e10. doi: 10.1016/j.prosdent.2020.01.015. Epub 2020 Mar 19. PMID: 32199642.

Epprecht L, Schlegel C, Holzmann D, Soyka M, Kaufmann T. Closure of nasal septal perforations with a polydioxanone plate and temporoparietal fascia in a closed approach. Am J Rhinol Allergy. 2017 May 1;31(3):190-5. doi: 10.2500/ajra.2017.31.4431. PMID: 28490406.

Erratum in: J Formos Med Zienkiewicz OC, Taylor RL. The finite element method. 4th ed. McGraw-Hill; 1988.

Fazi G, Tellini S, Vangi D, Branchi R. Three-dimensional finite element analysis of different implant configurations for a mandibular fixed prosthesis. Int J Oral Maxillofac Implants. 2011 Jul-Aug;26(4):752-9. PMID: 21841984.

Fitzpatrick-Lewis D, Thomas H, Ciliska D. The methods for the synthesis of studies without control groups. National Collaborating Centre for Methods and Tools (NCCMT); 2009.

Foggiatto JA. O uso da prototipagem rápida na área médico-odontológica. Revista Tecnologia e Humanismo. 2006;30.

Freifrau Von Maltzahn N, Altmayer N, Kommerein N, Stiesch M, Kohorst P. The influence of connection on the microleakage development of implant- supported fixed bridges. Eur J Prosthodont Restor Dent. 2021 May 28;29(2):112-8. doi: 10.1922/EJPRD_2145Vonmaltzahn07. PMID: 33393740.

Freitas J, AC, EP Rocha, PH Santos et al. Mechanics of the maxillary central incisor. Influence of the periodontal ligament represented by beam elements, Computer Methods Biomechan- ical Biomedical Engineering. 2010; 13: 515-21.

Frost HM. Wolff's Law and bone's structural adaptations to mechanical usage: an overview for clinicians. The Angle Orthodontist. 1994;64(3):175-88.

Geng JP, Tan KB, Liu GR. Application of finite element analysis in implant dentistry: a review of the literature. J Prosthet Dent. 2001 Jun;85(6):585-98. doi: 10.1067/mpr.2001.115251. PMID: 11404759.

González FJ, Requena E, Miralles L, Sanz JL, Barberá J, Enciso JJ, et al. Adjuvant effect of titanium brushes in peri-implant surgical treatment: a systematic review. Dent J (Basel). 2021 Jul 30;9(8):84. doi: 10.3390/dj9080084. PMID: 34435996; PMCID: PMC8393649.

Göthberg C, Gröndahl K, Omar O, Thomsen P, Slotte C. Bone and soft tissue outcomes, risk factors, and complications of implant-supported prostheses: 5-Years RCT with different abutment types and loading protocols. Clin Implant Dent Relat Res. 2018 Jun;20(3):313-21. doi: 10.1111/cid.12587. Epub 2018 Jan 30. PMID: 29380510.

Gross M, Abramovich I, Weiss EI. Microleakage at the abutment-implant interface of osseointegrated implants: a comparative study. Int J Oral Maxillofac Implants. 1999 Jan-Feb;14(1):94-100. PMID: 10074758.

Guindy JS, Besimo CE, Besimo R, Schiel H, Meyer J. Bacterial leakage into and from prefabricated screw-retained implant-borne crowns in vitro. J Oral Rehabil. 1998 Jun;25(6):403-8. doi: 10.1046/j.1365-2842.1998.00261.x. PMID: 9687111.

Harder S, Kern M. Survival and complications of computer aided-designing and computer-aided manufacturing vs. conventionally fabricated implant-supported reconstructions: a systematic review. Clin Oral Implants Res. 2009 Sep;20 Suppl 4:48-54. doi: 10.1111/j.1600-0501.2009.01778.x. PMID: 19663948.

Hasan I, Bourauel C, Keilig L, Reimann S, Heinemann F. The influence of implant number and abutment design on the biomechanical behaviour of bone for an implant-supported fixed prosthesis: a finite element study in the upper anterior region. Comput Methods Biomech Biomed Engin. 2011 Dec;14(12):1113-6. doi: 10.1080/10255842.2010.515212. Epub 2011 Jun 24. PMID: 20924861.

He Y, Fok A, Aparicio C, Teng W. Contact analysis of gap formation at dental implant-abutment interface under oblique loading: A numerical-experimental study. Clin Implant Dent Relat Res. 2019 Aug;21(4):741-52. doi: 10.1111/cid.12792. Epub 2019 May 14. PMID: 31087510.

Hekimoglu C, Anıl N, Cehreli MC. Analysis of strain around endosseous dental implants opposing natural teeth or implants. J Prosthet Dent. 2004;92(5):441-6.

Henriques GE, Consani S, Rollo JM, Andrade e Silva F. Soldering and remelting influence on fatigue strength of cobalt-chromium alloys. J Prosthet Dent. 1997; 78(2): 146-52.

Henry PJ, Laney WR, Jemt T, Harris D, Krogh PH, Polizzi G, et al. Osseointegrated implants for single-tooth replacement: A prospective 5-year multicenter study.Int J Oral Maxillofac Implants. 1996;11:450-5.

Hermann JS, Schoolfield JD, Schenk RK, Buser D, Cochran DL. Influence of the size of the microgap on crestal bone changes around titanium implants. A histometric evaluation of unloaded non-submerged implants in the canine mandible. J Periodontol. 2001 Oct;72(10):1372-83. doi: 10.1902/jop.2001.72.10.1372. PMID: 11699479.

Honório Tonin BS, He Y, Ye N, Chew HP, Fok A. Effects of tightening torque on screw stress and formation of implant-abutment microgaps: A finite element analysis. J Prosthet Dent. 2022 Jun;127(6):882-9. doi: 10.1016/j.prosdent.2020.11.026. Epub 2021 Jan 17. PMID: 33472752.

Huang HL, Lin CL, Ko CC, Chen JX, Hsu JT, Fuh LJ. Stress analysis of implant-supported partial prostheses in anisotropic mandibular bone: in-line versus offset placements of implants. J Oral Rehabil. 2006;33:501-8.

Huang MF, Alfi D, Alfi J, Huang AT. The use of patient-specific implants in oral and maxillofacial surgery. Oral Maxillofac Surg Clin North Am. 2019 Nov;31(4):593-600. doi: 10.1016/j.coms.2019.07.010. Epub 2019 Aug 31. PMID: 31481289.

Ikar M, Grobecker-Karl T, Karl M, Steiner C. Mechanical stress during implant surgery and its effects on marginal bone: a literature review. Quintessence Int. 2020;51(2):142-50. doi: 10.3290/j.qi.a43664. PMID: 31781692.

Isidor F. Influence of forces on peri-implant bone. Clin Oral Implants Res. 2006 Oct;17 Suppl 2:8-18. doi: 10.1111/j.1600-0501.2006.01360.x. PMID: 16968378.

Jafarian M, Mirhashemi FS, Emadi N. Finite element analysis of stress distribution around a dental implant with different amounts of bone loss: An in vitro study. Dent Med Probl. 2019 Jan-Mar;56(1):27-32. doi: 10.17219/dmp/102710. PMID: 30951618.

Jalaluddin M, Behera RR, Kaur K, Duseja S, Henry J, Bhat MPS, et al. Assessment of microgap and microbial leakage of two different implant-abutment interfaces: an in vitro study. J Contemp Dent Pract. 2023 Aug 1;24(8):566-9. doi: 10.5005/jp-journals-10024-3509. PMID: 38193179.

Jaumotte M, Grobet P, Pepinster F, Thonnart F, Nizet JL, Gilon Y. [Contribution of 3D technology for maxillofacial surgery]. Rev Med Liege. 2020 Apr;75(4):240-2. French. PMID: 32267112.

Jofré J, Hamada T, Nishimura M, Klattenhoff C. The effect of maximum bite force on marginal bone loss of mini-implants supporting a mandibular overdenture: a randomized controlled trial. Clin Oral Implants Res. 2010;21(2):243-9.

John B. Brunski. Biomechanical factors affecting the bone-dental implant interface. Clin Mater. 1992;10(3):153-201.

Kapos T, Evans C. CAD/CAM technology for implant abutments, crowns, and superstructures. Int J Oral Maxillofac Implants. 2014;29 Suppl:117-36. doi: 10.11607/jomi.2014suppl.g2.3. PMID: 24660194.

Karpavicius D, Stasikelyte M, Baseviciene N, Sakalauskaite U, Ratkute S, Razukevicius D. The determination of pH of peri-implant crevicular fluid around one-piece and two-piece dental implants: a pilot study. Clin Exp Dent Res. 2019;5(3):236–42.

Katz JL. Mechanics of hard tissue. In: Brozino JD, ed. The biomedical engineering handbook. Boca Raton: CRC Press; 1995. p. 273-89.

Kawakami PY, et al. Implantes zigomáticos: revisão de literatura com estudo do índice de sucesso através de meta-análise. Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo. 2017;23(1):51-8. ISSN 1983-5183.

Kayumi S, Takayama Y, Yokoyama A, Ueda N. Effect of bite force in occlusal adjustment of dental implants on the distribution of occlusal pressure: comparison among three bite forces in occlusal adjustment. Int J Implant Dent. 2015;1(1):14.

Keller W, Bragger U, Mombelli A. Peri-implant microflora of implants with cemented and screw retained suprastructures. Clin Oral Implants Res. 1998;9(4):209-17.

King GN, Hermann JS, Schoolfield JD, Buser D, Cochran DL. Influence of the size of the microgap on crestal bone levels in non-submerged dental implants: a radiographic study in the canine mandible. J Periodontol. 2002 Oct;73(10):1111-7. doi: 10.1902/jop.2002.73.10.1111. PMID: 12416767.

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

Koutouzis T. Implant-abutment connection as contributing factor to peri-implant diseases. Periodontol 2000. 2019 Oct;81(1):152-66. doi: 10.1111/prd.12289. PMID: 31407436.

Kreissl ME, Gerds T, Muche R, Heydecke G, Strub JR. Technical complications of implant-supported fixed partial dentures in partially edentulous cases after an average observation period of 5 years. Clin Oral Implants Res. 2007;18(6):720-6.

Lang LA, Kang B, Wang RF, Lang BR. Finite element analysis to determine implant preload. J Prosthet Dent. 2003 Dec;90(6):539-46. doi: 10.1016/j.prosdent.2003.09.012. PMID: 14668754.

Larrucea Verdugo C, Jaramillo Núñez G, Acevedo Avila A, Larrucea San Martín C. Microleakage of the prosthetic abutment/implant interface with internal and external connection: in vitro study. Clin Oral Implants Res. 2014 Sep;25(9):1078-83. doi: 10.1111/clr.12217. Epub 2013 Jul 4. PMID: 23822097.

Lee JI, Lee Y, Kim YL, Cho HW. Effect of implant number and distribution on load transfer in implant-supported partial fixed dental prostheses for the anterior maxilla: A photoelastic stress analysis study. J Prosthet Dent. 2016 Feb;115(2):161-9. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.08.021. Epub 2015 Nov 6. PMID: 26548878.

Leiendecker T. The Department of Defense oral health and readiness classification system. Mil Med. 2008 Jan;173(1 Suppl):1-2. doi: 10.7205/milmed.173.supplement_1.1. PMID: 18283737.

Lindhe J, Meyle J, Group D of the European Workshop on Periodontology. Peri-implant diseases: consensus report of the sixth European workshop on periodontology. J Clin Periodontol. 2008;35:282-5.

Liu X, Pang F, Li Y, Jia H, Cui X, Yue Y, et al. Effects of different positions and angles of implants in maxillary edentulous jaw on surrounding bone stress under dynamic loading: a three-dimensional finite element analysis. Comput Math Methods Med. 2019 Dec 17;2019:8074096. doi: 10.1155/2019/8074096. PMID: 31933678; PMCID: PMC6942770.

Liu Y, Wang J. Influences of microgap and micromotion of implant-abutment interface on marginal bone loss around implant neck. Arch Oral Biol. 2017;83:153–60.

Louvrier A, Marty P, Barrabé A, Euvrard E, Chatelain B, Weber E, et al. How useful is 3D printing in maxillofacial surgery? J Stomatol Oral Maxillofac Surg. 2017 Sep;118(4):206-12. doi: 10.1016/j.jormas.2017.07.002. Epub 2017 Jul 18. PMID: 28732777.

Madfa AA, Kadir MR, Kashani J, Saidin S, Sulaiman E, Marhazlinda J, et al. Stress distributions in maxillary central incisors restored with various types of post materials and designs. Med Eng Phys. 2014 Jul;36(7):962-7. doi: 10.1016/j.medengphy.2014.03.018. Epub 2014 May 14. PMID: 24834856.

Malchiodi L, Cucchi A, Ghensi P, Consonni D, Nocini PF. Influence of crown–implant ratio on implant success rates and crestal bone levels: a 36-month follow-up prospective study. Clin Oral Implants Res. 2014;25(2):240-51.

Mangano F, Macchi A, Caprioglio A, Sammons RL, Piattelli A, Mangano C. Survival and complication rates of fixed restorations supported by locking-taper implants: a prospective study with 1 to 10 years of follow-up. J Prosthodont. 2014 Aug;23(6):434-44. doi: 10.1111/jopr.12152. Epub 2014 Apr 18. PMID: 24750435.

Mangano C, Mangano F, Piattelli A, Iezzi G, Mangano A, La Colla L. Prospective clinical evaluation of 1920 Morse taper connection implants: results after 4 years of functional loading. Clin Oral Implants Res. 2009;20(3):254-61.

McLaren EA, Terry DA. CAD/CAM systems, materials, and clinical guidelines for all-ceramic crowns and fixed partial dentures. Compend Contin Educ Dent. 2002 Jul;23(7):637-41, 644, 646 passim; quiz 654. PMID: 12789975.

Mericske-Stern R, Assal P, Merickse E, Ing WB. Oclusal force and oral tactile sensibility measured in partially edentulous patients with ITI implants. Int J Oral Maxillofac Implants. 1995 May-Jun;10(3):345-53.

Merıç G, Erkmen E, Kurt A, Eser A, özden AU. Biomechanical effects of two different collar implant structures on stress distribution under cantilever fixed partial dentures. Acta Odontol Scand. 2011 Nov;69(6):374-84. doi: 10.3109/00016357.2011.572287. Epub 2011 Mar 30. PMID: 21449688.

Mesquita MF. The effect of casting and masticatory simulation on strain and misfit of implant-supported metal frameworks. Materials Science and Engineering: C.2016;62:746-51.

Misch CE, Suzuki JB, Misch-Dietsh FM, Bidez MW. A positive correlation between occlusal trauma and peri-implant bone loss: literature support. Implant Dent. 2005;14:108–16.

Mishra SK, Chowdhary R, Chrcanovic BR, Brånemark PI. Osseoperception in dental implants: a systematic review. J Prosthodont. 2016 Apr;25(3):185-95. doi: 10.1111/jopr.12310. Epub 2016 Jan 28. PMID: 26823228.

Miyashiro M, Suedam V, Moretti Neto RT, Ferreira PM, Rubo JH. Validation of an experimental polyurethane model for biomechanical studies on implant supported prosthesis--tension tests. J Appl Oral Sci. 2011 May-Jun;19(3):244-8. doi: 10.1590/s1678-77572011000300012. PMID: 21625741; PMCID: PMC4234337.

Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. Dent Mater J. 2009 Jan;28(1):44-56. doi: 10.4012/dmj.28.44. PMID: 19280967.

Miyazaki T, Hotta Y. CAD/CAM systems available for the fabrication of crown and bridge restorations. Aust Dent J. 2011 Jun;56 Suppl 1:97-106. doi: 10.1111/j.1834-7819.2010.01300.x. PMID: 21564120.

Morrel R. Measuring elastic properties of advanced technical ceramics – A review. UK National Physical Laboratory Report. 1996;42(1):41.

Naert I, Duyck J, Vandamme K. Occlusal overload and bone/implant loss. Clin Oral Implants Res. 2012;23:95-107.

Nascimento Cd, Ikeda LN, Pita MS, Pedroso e Silva RC, Pedrazzi V, Albuquerque RF, et al. Marginal fit and microbial leakage along the implant-abutment interface of fixed partial prostheses: An in vitro analysis using Checkerboard DNA-DNA hybridization. J Prosthet Dent. 2015 Dec;114(6):831-8. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.05.009. Epub 2015 Sep 8. PMID: 26359546.

Nie H, Tang Y, Yang Y, Wu W, Zhou W, Liu Z. Influence of a new abutment design concept on the biomechanics of peri-implant bone, implant components, and microgap formation: a finite element analysis. BMC Oral Health. 2023 May 11;23(1):277. doi: 10.1186/s12903-023-02989-x. PMID: 37170117; PMCID: PMC10176806.

Overmann AL, Aparicio C, Richards JT, Mutreja I, Fischer NG, Wade SM, et al. Orthopaedic osseointegration: Implantology and future directions. J Orthop Res. 2020 Jul;38(7):1445-54. doi: 10.1002/jor.24576. Epub 2020 Jan 13. PMID: 31876306.

Pereira J, Morsch CS, Henriques B, Nascimento RM, Benfatti CA, Silva FS, et al. Removal torque and biofilm accumulation at two dental implant-abutment joints after fatigue. Int J Oral Maxillofac Implants. 2016 Jul-Aug;31(4):813-9. doi: 10.11607/jomi.4173. PMID: 27447147.

Pessoa RS, Muraru L, Junior EM, Vaz LG, Sloten JV, Duyck J, et al. 2010. Influence of implant connection type on the biomechanical environment of immediately placed implants – CT-based nonlinear, three-dimensional finite element analysis. Clin Implant Dent Relat Res. 2010;12:219–34.

Piattelli A, Pontes AE, Degidi M, Iezzi G. Histologic studies on osseointegration: soft tissues response to implant surfaces and components. A review. Dent Mater. 2011 Jan;27(1):53-60. doi: 10.1016/j.dental.2010.10.019. Epub 2010 Nov 30. PMID: 21122902.

Pjetursson BE, Sailer I, Merino-Higuera E, Spies BC, Burkhardt F, Karasan D. Systematic review evaluating the influence of the prosthetic material and prosthetic design on the clinical outcomes of implant-supported multi-unit fixed dental prosthesis in the posterior area. Clin Oral Implants Res. 2023 Sep;34 Suppl 26:86-103. doi: 10.1111/clr.14103. PMID: 37750526.

Pjetursson BE, Valente NA, Strasding M, Zwahlen M, Liu S, Sailer I. A systematic review of the survival and complication rates of zirconia-ceramic and metal-ceramic single crowns. Clin Oral Implants Res. 2018 Oct;29 Suppl 16:199-214. doi: 10.1111/clr.13306. PMID: 30328190.

Quaresma SE, Cury PR, Sendyk WR, Sendyk C. A finite element analysis of two different dental implants: stress distribution in the prosthesis, abutment, implant, and supporting bone. J Oral Implantol. 2008;34(1):1-6. doi: 10.1563/1548-1336(2008)34[1:AFEAOT]2.0.CO;2. PMID: 18390236.

Rajadurai ANT, Ramakrishnan H, Sampathkumar J, Mahadevan V, Baskaran S, Jeyapalan V, et al. Escherichia coli cellular activity and frontal trizonal evaluation of microspace between implants and abutments under calibrated cyclic stress. Cureus. 2023 Sep 7;15(9):e44816. doi: 10.7759/cureus.44816. PMID: 37809176; PMCID: PMC10559082.

Rastelli C, Falisi G, Gatto R, Galli M, Saccone E, Severino M. Implant stability in different techniques of surgical sites preparation: an in vitro study. Oral & Implantology. 2014;7(2).

Ricomini Filho AP, Fernandes FS, Straioto FG, da Silva WJ, Del Bel Cury AA. Preload loss and bacterial penetration on different implant-abutment connection systems. Braz Dent J. 2010;21(2):123-9. doi: 10.1590/s0103-64402010000200006. PMID: 20640358.

Rocha PVB. Todos os passos da prótese sobre implantes: do planejamento ao controle posterior. 2ª ed. São Paulo: Ed Napoeão; 2012.

Ryu JE, Kim YL, Kong HJ, Chang HS, Jung JH. Marginal and internal fit of 3D printed provisional crowns according to build directions. J Adv Prosthodont. 2020 Aug;12(4):225-32. doi: 10.4047/jap.2020.12.4.225. Epub 2020 Aug 20. PMID: 32879713; PMCID: PMC7449822.

Sabri LA, Hussein FA, Al-Zahawi AR, Abdulrahman BY, Salloomi KN. Biomechanical finite element analysis of a single implant threaded in anterior and posterior regions of maxilla bone. Indian J Dent Res. 2020 Mar-Apr;31(2):203-8. doi: 10.4103/ijdr.IJDR_510_18. PMID: 32436898.

Sadowsky SJ. Occlusal overload with dental implants: a review. Int J Implant Dent. 2019 Jul 23;5(1):29. doi: 10.1186/s40729-019-0180-8. PMID: 31332553; PMCID: PMC6646429.

Sahin S, Çehreli MC, Yalçin E. The influence of functional forces on the biomechanics of implant-supported prostheses – a review. J Dent. 2002;30(7-8):271-82.

Salles FA, Anchieta MVM, Carvalho GP. Estereolitografia auxiliando o planejamento cirúrgico em enfermidades orais. RBPO. 2002;1(1):54-60.

Sarafidou K, Vasileiadi G, Louvrou MK, Moldovani E, Koidis P, Kokoti M, et al. Screwmentable implant-supported prostheses: A systematic review. J Prosthet Dent. 2023 Jul;130(1):35-47. doi: 10.1016/j.prosdent.2021.08.027. Epub 2021 Nov 2. PMID: 34740460.

Scarano A, Valbonetti L, Degidi M, Pecci R, Piattelli A, de Oliveira PS, et al. Implant-abutment contact surfaces and microgap measurements of different implant connections under 3-dimensional x-ray microtomography. Implant Dent. 2016 Oct;25(5):656-62. doi: 10.1097/ID.0000000000000465. PMID: 27551879.

Schmitt CM, Nogueira-Filho G, Tenenbaum HC, Lai JY, Brito C, Döring H, et al. Performance of conical abutment (Morse Taper) connection implants: a systematic review. J Biomed Mater Res A. 2014 Feb;102(2):552-74. doi: 10.1002/jbm.a.34709. Epub 2013 May 9. PMID: 23533139.

Schou S, Holmstrup P, J(rgensen T, Skovgaard LT, Stoltze K, Hj(rting-Hansen E, et al. Anorganic porous bovine-derived bone mineral (Bio-Oss) and ePTFE membrane in the treatment of peri-implantitis in cynomolgus monkeys. Clin Oral Implants Res. 2003;14:535–47.

Sheen S, Addy M. An in vitro evaluation of the availability of cetylpyridinium chloride and chlorhexidine in some commercially available mouthrinse products. Br Dent J. 2003;194(4):207-10.

Silva JD, Ferreira JA. O Princípio de Saint-Venant em elasticidade não linear. TEMA - Tendências em Matemática Aplicada e Computacional. 2004;5(2):13. ISSN 2179-8451. doi:10.5540/tema.2004.05.02.0337.

Sotto-Maior BS, Lima Cde A, Senna PM, Camargos Gde V, Del Bel Cury AA. Biomechanical evaluation of subcrestal dental implants with different bone anchorages. Braz Oral Res. 2014;28. pii: S1806-83242014000100235. doi: org/10.1590/1807-3107BOR-2014.vol28.0023. Epub 2014 Aug 4.

Souza Batista VE, Verri FR, Almeida DA, Santiago Junior JF, Lemos CA, Pellizzer EP. Finite element analysis of implant-supported prosthesis with pontic and cantilever in the posterior maxilla. Comput Methods Biomech Biomed Engin. 2017 May;20(6):663-70. doi: 10.1080/10255842.2017.1287905. Epub 2017 Feb 13. PMID: 28349769.

Souza JCM, Sordi MB, Kanazawa M, Ravindran S, Henriques B, Silva FS, et al. Nano-scale modification of titanium implant surfaces to enhance osseointegration. Acta Biomater. 2019 Aug;94:112-31. doi: 10.1016/j.actbio.2019.05.045. Epub 2019 May 22. PMID: 31128320.

Tack P, Victor J, Gemmel P, Annemans L. 3D-printing techniques in a medical setting: a systematic literature review. Biomed Eng Online. 2016 Oct 21;15(1):115. doi: 10.1186/s12938-016-0236-4. PMID: 27769304; PMCID: PMC5073919.
Telles D. Borges. Quintessence; 2014. cap. 12.

Tonin BSH, Fu J, He Y, Ye N, Chew HP, Fok A. The effect of abutment material stiffness on the mechanical behavior of dental implant assemblies: A 3D finite element study. J Mech Behav Biomed Mater. 2023 Jun;142:105847. doi: 10.1016/j.jmbbm.2023.105847. Epub 2023 Apr 28. PMID: 37127010.

Van Kampen F, Cune M, Van Der Bilt A, Bosman F. The effect of maximum bite force on marginal bone loss in mandibular overdenture treatment: an in vivo study. Clin Oral Implants Res. 2005;16(5):587-93.

Verma V, Hazari P, Verma P. Biomechanical efficiency of different implant-abutment connection: a systematic review of studies using photoelastic stress analysis. Evid Based Dent. 2023 Jun;24(2):92. doi: 10.1038/s41432-023-00884-6. Epub 2023 May 15. PMID: 37188921.

Wain H, Samuelson HE, Hemphill FM. An experience in home injury prevention. Public Health Rep. 1955 Jun;70(6):554-60. PMID: 14384993; PMCID: PMC2024587.

Wang PS, Tsai MH, Wu YL, Chen HS, Lei YN, Wu AY. Biomechanical analysis of titanium dental implants in the all-on-4 treatment with different implant-abutment connections: A Three-Dimensional Finite Element Study. J Funct Biomater. 2023 Oct 12;14(10):515. doi: 10.3390/jfb14100515. PMID: 37888180; PMCID: PMC10606984.

Wicks RA, deRijk WG, Windeler AS. An evaluation of fit in osseointegrated implant components using torque/turn analysis. J Prosthodont. 1994 Dec;3(4):206-12. doi: 10.1111/j.1532-849x.1994.tb00157.x. PMID: 7866503.

Wiest W, Rack A, Zabler S, Schaer A, Swain M, Nelson K. Validation of finite-element simulations with synchrotron radiography - A descriptive study of micromechanics in two-piece dental implants. Heliyon. 2018 Feb 8;4(2):e00524. doi: 10.1016/j.heliyon.2018.e00524. PMID: 29560445; PMCID: PMC5857615.

Wu AY, Hsu JT, Fuh LJ, Huang HL. Biomechanical effect of implant design on four implants supporting mandibular full-arch fixed dentures: In vitro test and finite element analysis. J Formos Med Assoc. 2020 Oct;119(10):1514-23. doi: 10.1016/j.jfma.2019.12.001. Epub 2019 Dec 26.