

UNIVERSIDADE PAULISTA – UNIP

HAMILTON NAVARRO JR.

**RISCO DE INTRUSÃO DE IMPLANTES CRANIOFACIAIS: ESTUDO *IN VITRO*
DO PAPEL DA MACROESTRUTURA EM OSSOS TIPO I E IV**

**SÃO PAULO
2023**

HAMILTON NAVARRO JR.

**RISCO DE INTRUSÃO DE IMPLANTES CRANIOFACIAIS: ESTUDO *IN VITRO*
DO PAPEL DA MACROESTRUTURA EM OSSOS TIPO I E IV**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Paulista – UNIP, para a obtenção do título de Doutor em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Lauria Dib.

**SÃO PAULO
2023**

Navarro Jr., Hamilton.

Risco de intrusão de implantes craniofaciais: estudo *in vitro*
do papel da macroestrutura em ossos tipo I e IV / Hamilton
Navarro Jr. - 2023.

15 f. : il. color. + CD-ROM.

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Odontologia, São Paulo, 2023.

Área de concentração: Cirurgia e Traumatologia Buco
Maxilo Facial.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Lauria Dib.

1. Implantes craniofaciais. 2. Protese facial.
3. Implantes curtos. 4. Intrusão de implante. I. Dib, Luciano Lauria
(coorientador).
- II. Título.

Ficha elaborada pelo Bibliotecário Rodney Eloy CRB8-6450

HAMILTON NAVARRO JR.

**RISCO DE INTRUSÃO DE IMPLANTES CRANIOFACIAIS: ESTUDO *IN VITRO*
DO PAPEL DA MACROESTRUTURA EM OSSOS TIPO I E IV**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Paulista – UNIP, para a obtenção do título de Doutor em Odontologia.

Aprovada em: _____ / _____ / _____

BANCA EXAMINADORA

_____/_____
Prof. Dr. Luciano Lauria Dib.

_____/_____
Prof. Dr. Ricardo Salgado de Souza

_____/_____
Prof. Dr. Alfredo Mikail Melo Mesquita

_____/_____
Prof. Dr. João Paulo Abreu de Bortoli

_____/_____
Prof. Dr. Rodrigo de Faria Valle Dornelles

DEDICATÓRIA

Ao meu amado pai, Prof. Dr. Hamilton Navarro, inspiração como pessoa, como pai, como líder, como amigo, como professor e como colega de profissão. Um privilégio ter sido seu aluno, ser seu filho, ser colega de profissão e acima de tudo parceiro da vida. Obrigado Pai.

À minha amada mãe, minha Fisoca, por ser Mãe, por me ensinar o significado do amor incondicional, que levo dentro do peito, que abriu mão, sempre sorrindo, de tudo por nós. Nada disso seria possível sem você, obrigado mesmo Mãe.

À minha amada esposa Tatiana Moyses Navarro que sempre esteve ao meu lado, desde o tempo da faculdade, pela sua fibra, companheirismo e compreensão. Por me apoiar em as minhas loucuras e me “suportar” em todos os momentos, e não foram poucos, da minha trajetória. Dizem que atrás de um grande homem há sempre uma grande mulher, mas no meu caso, ela está ao meu lado. Obrigado por tanto.

Aos meus queridos e amados filhos, Matheus, futuro Engenheiro Agrônomo, e Lucas, futuro Médico, que me enchem de orgulho a cada dia, que me ajudam e me dão força para seguir os caminhos da vida. Sempre estaremos juntos.

À minha querida irmã parceira, Profa. Dra. Jessica Nery Navarro Tutui, por tudo que vivemos desde a infância até hoje, seguindo também o caminho de nosso pai, me incentivando e sempre ajudando nessa jornada fantástica, meu orgulho e minha eterna admiração.

Ao meu querido irmão, Dr. Juliano Nery Navarro, médico brilhante, pela infância que vivemos juntos, pela inspiração que se torna a cada dia.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Luciano Lauria Dib, pelo acolhimento tanto ao curso de doutorado quanto ao Instituto mais Identidade. Uma pessoa ímpar, que como sempre digo, inspiradora, a qual suas ideias e dedicação mudam vidas para sempre. O mundo precisa de mais pessoas como ele. Muito obrigado, me sinto privilegiado.

Ao Prof. Dr. Alfredo Mikail Melo Mesquita, pela amizade, indicação e incentivo para realizar o curso de doutorado em uma instituição de tão alto nível.

À Profa. Mestra Gabriela Malateaux pela amizade, acolhimento desde o inicio no curso de doutorado quanto também no instituto mais identidade e por sempre estar disposta ajudar a todos, muito obrigado GABS.

Ao Prof. Dr. Rodrigo Salazar, meu grande amigo Peruano, pela amizade, parceria e sempre disposto a ajudar.

Ao designer gráfico do Instituto mais Identidade Guilherme Abicair Garzon Prazeres, “Nosso Gui”, rapaz jovem com uma capacidade impar e futuro brilhante, que sempre esta ao nosso lado disposto a ajudar e faz toda a diferença.

À Profa. Dra. Cintia Saraceni, Coordenadora do Curso de Pós-Graduação em Odontologia – Stricto Sensu da Universalidade Paulista – UNIP, pelo acolhimento.

À CAPES/PROSUP pelo apoio à esse trabalho, tornando-o possível.

À todos os amigos e colegas do curso de Pós Graduação, que diretamente ou indiretamente também contribuíram para a execução deste trabalho.

Aos funcionários da Pós-Graduação da UNIP, do Laboratório de Pós-Graduação da UNIP, o meu muito obrigado.

RESUMO

Implantes craniofaciais são utilizados para retenção e estabilidade de próteses faciais promovendo melhora na qualidade de vida dos pacientes. Foram desenvolvidos como parafusos curtos de formato cilíndrico e com uma aba em seu perímetro cervical para gerar suporte e evitar a intrusão accidental, pois são utilizados em regiões de pouca quantidade e qualidade óssea. Por razões econômicas e de mercado, outros tipos de implantes utilizados na área dental, com formato cônico e sem aba, passaram a ser utilizados na região craniofacial. Contudo, não foram apresentados estudos que avaliassem o risco de intrusão e o papel das macroestruturas na resistência às forças verticais. A proposta deste estudo foi comparar a resistência à intrusão de dois tipos de implantes submetidos à carga vertical, em blocos de poliuretano que simulam dois tipos de osso, I e IV. Foram criados dois grupos, i.e., Grupo 1, o qual contou com 20 implantes originalmente desenvolvidos para uso dental, de corpo cônico de conexão externa HE, plataforma 4.1 padrão *Bränemark*, medindo 4.0 mm de diâmetro por 5.0 mm de comprimento, produzidos pela empresa *Implacil De Bortoli*, São Paulo, Brasil; E o Grupo 2, que contou com 20 implantes desenvolvidos para uso craniofacial, de corpo cilíndrico, com a aba em seu perímetro cervical, de conexão externa HE, plataforma 4.1 padrão *Bränemark*, medindo 4.0 mm de diâmetro por 5.0 mm de comprimento, produzidos pela empresa *Conexão Sistema de Prótese*, São Paulo, Brasil. Os implantes foram instalados em 10 blocos de poliuretano, sendo que em cada bloco se simulava a densidade dos ossos tipo I e IV com densidade de 40 PCF e 15 PCF respectivamente, havendo uma camada comum de 1 mm de osso tipo I, de forma a simular uma fina cortical. Em cada bloco de poliuretano foram instalados quatro implantes, sendo dois implantes de cada grupo, em cada tipo por densidade, totalizando 40 implantes. Pilares mini cônicos e suas respectivas capas de cicatrização foram instalados sobre cada implante. Cada implante recebeu carga compressiva vertical por meio da máquina de ensaio Kratos (2000 RK, Kratos - São Paulo, Brasil) iniciando em 100 N/F, de forma crescente, até que houvesse um evento de deslocamento apical máximo de 6 mm ou a máquina de ensaio atingisse 950 N/F. Os resultados demonstraram que os implantes de ambos os grupos se deslocaram nos dois tipos de densidades ósseas. No osso tipo I no Grupo 1, a média de força para intrusão foi de 763,61 N, com mediana de 761,99 N e, no Grupo 2, a média da força foi de 839,27 N, com mediana de 881,39 N (valor de $p = 0,0160$). No osso tipo IV no

Grupo 1, a média de força para intrusão foi de 483,94 N, com mediana de 494,02 N e, no Grupo 2, a média da força foi de 544,57 N, com mediana de 551,39 N (valor de $p = 0,0160$). Diante dos limites do estudo, especialmente pela condição de não osseointegração, os resultados permitem concluir que houve intrusão em cargas elevadas e mais显著mente em osso de menor densidade, sendo que os implantes com padrão craniofacial (Grupo 2) necessitaram de maior carga em ambos os tipos de osso estudado.

Palavras-chave: implantes craniofaciais; prótese facial; implantes curtos, intrusão de implante

ABSTRACT

Craniofacial implants are used for the retention and stability of facial prostheses, promoting an improvement in the quality of life for patients. They were developed as short cylindrical screws with a peripheral flange to provide support and prevent accidental intrusion, as they are used in regions with low bone quantity and quality. For economic and market reasons, other types of implants used in the dental field, with a conical shape and without a flange, started to be used in the craniofacial region. However, there have been no studies evaluating the risk of intrusion and the role of macrostructures in resistance to vertical forces. The aim of this study was to compare the intrusion resistance of two types of implants subjected to vertical loading in polyurethane blocks simulating two types of bone, I and IV. Two groups were created, namely Group 1, which consisted of 20 implants originally developed for dental use, with a conical body, external HE connection, Bränemark standard 4.1 platform, measuring 4.0 mm in diameter by 5.0 mm in length, produced by Implacil De Bortoli, São Paulo, Brazil; and Group 2, which consisted of 20 implants developed for craniofacial use, with a cylindrical body and a flange in its cervical perimeter, external HE connection, Bränemark standard 4.1 platform, measuring 4.0 mm in diameter by 5.0 mm in length, produced by Conexão Sistema de Prótese, São Paulo, Brazil. The implants were installed in 10 polyurethane blocks, each simulating the density of bone types I and IV with densities of 40 PCF and 15 PCF, respectively, with a common 1 mm layer of type I bone to simulate a thin cortical layer. Four implants were installed in each polyurethane block, two from each group, in each density type, totaling 40 implants. Mini-conical abutments and their respective healing caps were installed on each implant. Each implant received vertical compressive load through the Kratos testing machine (2000 RK, Kratos - São Paulo, Brazil), starting at 100 N/F, progressively increasing until there was a maximum apical displacement event of 6 mm or the testing machine reached 950 N/F. The results demonstrated that implants from both groups experienced displacement in both types of bone densities. In type I bone in Group 1, the mean force for intrusion was 763.61 N, with a median of 761.99 N, and in Group 2, the mean force was 839.27 N, with a median of 881.39 N (p -value = 0.0160). In type IV bone in Group 1, the mean force for intrusion was 483.94 N, with a median of 494.02 N, and in Group 2, the mean force was 544.57 N, with a median of 551.39 N (p -value = 0.0160). Given the study's limitations, especially the non-

osseointegration condition, the results allow us to conclude that there was intrusion at high loads, more significantly in lower-density bone, and craniofacial-pattern implants (Group 2) required greater force in both types of bone studied.

Key-words: craniofacial implants; facial prostheses; short implants, implant intrusion

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 CONCLUSÕES GERAIS	12
REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO	13

1 INTRODUÇÃO

Defeitos craniofaciais provenientes de cirurgias para a remoção de tumores, traumas ou defeitos congênitos acarretam impactos estéticos, funcionais e psicológicos, que comprometem a autoconfiança do indivíduo^(1,2,3). A reabilitação facial por meio de cirurgia plástica é uma alternativa terapêutica. Porém, obstáculos relacionados a alterações vasculares pós-radioterapia, necessidade de múltiplas intervenções e resultados estéticos que ficam aquém das expectativas dos pacientes muitas vezes inviabilizam essa reconstrução. Nesses casos, as próteses faciais em silicone ou resina, que simulam as porções acometidas, tem sido empregadas, especialmente com o uso de técnicas digitais que produzem resultados esteticamente muito positivos. Próteses que tenham adequada estabilidade e retenção colaboram para restabelecer a forma e função, permitindo que os pacientes retornem ao convívio social, com melhora da autoestima^(3,4,5).

O advento dos implantes osseointegrados nos anos 1980 promoveu o aumento do uso das próteses como alternativa à cirurgia plástica, pois gerou a melhora da retenção e estabilidade, levando segurança e confiabilidade aos pacientes^(1,6,7,8). Na origem do desenvolvimento, os implantes projetados para a região craniofacial apresentaram uma modificação na macroestrutura com finalidade de gerar uma proteção ao risco de intrusão na caixa craniana. Comparando-se com os implantes de uso dentário, houve redução de seu tamanho e introdução de uma aba em torno do perímetro cervical. Esta aba, conhecida como *flange*, teria a finalidade de proporcionar suporte adicional no osso circundante, reduzindo, dessa forma, o risco de intrusão em decorrência de um trauma accidental^(6,9).

Ao longo das últimas décadas, as taxas de sucesso da osseointegração na região craniofacial variaram de 40 a 99%, sendo que os principais fatores relacionados ao insucesso foram a radioterapia prévia e a ocorrência de reações cutâneas peri-implantares^(8,10,11,12,13), ficou assim demonstrado que, mesmo em condições críticas, os implantes eram um recurso importante na reabilitação facial^(6,8,10,11,12,14,15).

Os maiores problemas relacionados ao manejo clínico dos pacientes com implantes craniofaciais são as reações cutâneas inflamatórias ao redor dos pilares transcutâneos^(11,16,17,18). Uma graduação desses processos inflamatórios foi descrita por Holgers et al.⁽¹⁹⁾ e serviu de base para muitas análises e propostas terapêuticas, que englobam uso tópico e sistêmico de corticoides, antibióticos, procedimentos

cirúrgicos para redução das hiperplasias cutâneas ou mesmo a retirada dos implantes^(11,20,21). Uma situação que foi observada muitas vezes nessas reações cutâneas foi a exposição das abas dos implantes. Esse resultado dificultava ainda mais a higienização e controle local, contribuindo para a permanência da peri-implantite, acarretando, desse modo, a perda do implante^(9,11,17,22).

Diversos autores têm discutido formas de controlar e/ou evitar as reações inflamatórias ao redor dos pilares. Alguns propuseram extensa redução dos tecidos moles adjacentes aos implantes, em quanto, outros autores propuseram justamente o contrário, i.e., a permanência dos tecidos moles^(18,20,21,23). Uma corrente de pesquisadores propõe alterações na forma dos pilares transcutâneos, no entanto, outra sugere o revestimento dos pilares com hidroxiapatita para aumentar a adesão dos tecidos moles^(11,18,20,21,22,23).

A partir dos anos 2000, houve um grande impulso na implantologia oral para o uso de implantes curtos, especialmente como alternativa para enxertos ósseos em áreas com pouca altura de osso. Isso levou ao desenvolvimento de implantes de corpo cônico curto que, atualmente, são utilizados em regiões posteriores de mandíbula e maxila, com altas taxas de sucesso a longo termo^(4,9,24,25).

Baseados nesse desenvolvimento da implantologia oral e diante da maior disponibilidade de mercado e menor custo, quando comparada aos implantes destinados para uso craniofacial, alguns autores começaram a utilizá-los também para a região craniofacial mostrando taxas de sucesso similares^(6,8,9,24,26). A despeito desses relatos, é importante ressaltar que o risco de intrusão que fora inicialmente apresentado não foi avaliado para condições de uso craniofacial. Um implante curto que se desloque na mandíbula ou maxila poderia causar problemas menores, restritos à perda do implante. Entretanto, se o mesmo ocorrer numa região próxima às meninges ou base de crânio, essa complicação poderia ser muito mais grave.

Dessa maneira, é importante avaliar mais detalhadamente essa possibilidade de intrusão, antes que o uso clínico possa indicar sucesso e ausência de riscos. No entanto, na verdade, acidentes são passíveis de ocorrer, especialmente considerando que a densidade dos ossos craniofaciais é variável e frequentemente menor. Diante do exposto, a proposta desse estudo *in vitro* é avaliar o risco de intrusão de implantes com macroestruturas diferentes, um desenvolvido para uso craniofacial e outro para uso intraoral, em dois tipos de densidade óssea, i.e., tipo I e IV.

2 CONCLUSÕES GERAIS

- Em relação à comparação da macroestrutura entre os implantes avaliados, ambos instruíram nas duas densidades de osso. Contudo, nos implantes do G2 a força necessária para intrusão foi estatisticamente maior do que no G1. Ainda, 20% dos implantes do G2 em osso tipo I não atingiram o limite máximo do experimento, mostrando que o osso tipo I foi menos suscetível à intrusão.
- Considerando a densidade óssea, os resultados mostraram que ocorreu a intrusão em ambos os tipos de osso, indicando que o risco existe. No osso tipo IV, a quantidade de força foi bem inferior à força no osso tipo I, independentemente dos implantes.

REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO

- 1 Aydin C, Karakoca S, Yilmaz H, Yilmaz C. Implant-retained auricular prostheses: an assessment of implant success and prosthetic complications. *Int J Prosthodont.* 2008 May-Jun; 21(3):241-4.
- 2 Kurien A, Poundass M, Anirudhan S, Velliangattur TR, Yuvaraja BA, Masilamani A. Nasal prosthesis with magnetically secured intranasal framework for a patient with partial rhinectomy and intraoral defects: A case report. *J Clin Transl Res.* 2020 Oct 14;6(4):190-7.
- 3 Monteiro TC, Silva Neto AA, Martins AKS, Saldanha ADD, Chagas RB, Brígido JA. Evolução dos sistemas de retenção em próteses bucomaxilofaciais extraorais. VII Encontro de Monitoria e Iniciação Científica. Conexão Unifametro 2019: diversidades tecnológicas e seus impactos sustentáveis; 2019.
- 4 Federspil PA. Implant-retained craniofacial prostheses for facial defects. *GMS Curr Top Otorhinolaryngol Head Neck Surg.* 2009;8:Doc03.
- 5 Gaur V, Perumal SM, Rahmaan F, Pałka Ł. A practical approach to orofacial rehabilitation in a patient after inferior maxillectomy and rhinectomy with mono framework construction supported on a zygomatic implant placed in the glabella: a case report. *Maxillofac Plast Reconstr Surg.* 2021 Jul 13;43(1):25.
- 6 Cheng AC, Leong EWJ, Khin NT, Wee AG, Fung CKY, Lee CM. Osseointegrated Implants in Craniofacial Application: Current Status. *Singapore Dent J.* 2007 Dec;29(1):1-11.
- 7 De Carvalho GD, de Souza LF, Ferreira TO, Bento G, Haddad MF. Prótese bucomaxilofacial: A odontologia além da boca. *Arch Health Invest.* 2019;8(6):322-8.
- 8 Gumieiro EH, Dib LL, Jahn RS, Santos Junior JF, Nannmark U, Granström G, Abrahão M. Bone-anchored titanium implants for auricular rehabilitation: case report and review of literature. *São Paulo Med J.* 2009;127(3):160-5.
- 9 Guttal SS, Desai J, Kudva A, Patil BR. Rehabilitation of orbital defect with silicone orbital prosthesis retained by dental implants. *Indian J Ophthalmol.* 2016 Jan;64(1):93-5.
- 10 De Souza RS, Suffredini IB, Cortizo DL, Larsson A, Nannmark U, Dib LL. In Vitro Analysis of the Implant-Abutment Interface Connection and Bacterial Infiltration in Two Extraoral Implant Models. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2020 Jan-Feb;35(1):63-9.
- 11 Larsson A, Wigren S, Andersson M, Ekeroth G, Flynn M, Nannmark U. Histologic evaluation of soft tissue integration of experimental abutments for bone-anchored hearing implants using surgery without soft tissue reduction. *Otol Neurotol.* 2012 Oct;33(8):1445-51.

- 12 Peñaranda D, Garcia JM, Aparicio ML, Montes F, Barón C, Jiménez RC, Peñaranda A. Retrospective analysis of skin complications related to bone-anchored hearing aid implant: association with surgical technique, quality of life, and audiological benefit. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2018 May-Jun; 84(3):324-31.
- 13 Guedes Junior R, Mello MM, Oliveira JA, Pecorari VA, Abrahão M, Nannmark U, Dib LL. Orbit rehabilitation with extraoral implants: impact of radiotherapy. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2015 Jan;17 Suppl 1:e245-50.
- 14 Rosen EB, Ahmed ZU, Huryn JM, Ganly I. Prosthetic rehabilitation of the geriatric oncologic rhinectomy patient utilizing a craniofacial implant-retained nasal prosthesis. *Clin Case Rep.* 2019 Dec 26;8(2):278-82.
- 15 Roumanas ED, Freymiller EG, Chang TL, Aghaloo T, Beumer J III. Implant-retained prostheses for facial defects: an up to 14-year follow-up report on the survival rates at UCLA. *Int J Prosthodont.* 2002;15:325–32.
- 16 Larsson A. On percutaneous implants fate and feature. Department of Oral and Maxillofacial Surgery. Gothenburg: Institute of Odontology, Sahlgrenska Academy, University of Gothenburg, Sweden; 2019.
- 17 Souza MA, Vallejos Riart SL, Souza SR, de Brito R, Bento RF. complications of Transcutaneous Protheses - A Systematic Review of Publications Over the Past 10 Years. *Int Arch Otorhinolaryngol.* 2022 Feb 4; 26(3):e505-12.
- 18 Van Hoof M, Wigren S, Duimel H, Savelkoul PH, Flynn M, Stokroos RJ. Can the Hydroxyapatite-Coated Skin-Penetrating Abutment for Bone Conduction Hearing Implants Integrate with the Surrounding Skin? *Front Surg.* 2015 Sep 14;2:45.
- 19 Holgers KM, Tjellstrom A, Bjursten LM, Erlandsson BE. Soft tissue reactions around percutaneous implants: a clinical study on skin-penetrating titanium implants used for bone-anchored auricular prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implant.* 1987;2:35-9.
- 20 Oliveira JA, Abrahão M, Dib LL. Extraoral implants in irradiated patients. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2013 Mar-Apr;79(2):185-9.
- 21 Tjellström A. Percutaneous implants in clinical practice. CRC Crit Rev Biocompat 1985; 1:205–228. Apud Larsson A, Wigren S, Andersson M, Ekeroth G, Flynn M, Nannmark U. Histologic evaluation of soft tissue integration of experimental abutments for bone anchored hearing implants using surgery without soft tissue reduction. *Otol Neurotol.* 2012 Oct; 33(8): 1445-51.
- 22 Reyes RA, Tjellstrom A, Granstrom G. Evaluation of implant losses and skin reactions around extraoral bone-anchored implants: A 0- to 8-year follow-up. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2000;122:272–6.

- 23 Singam S, Williams R, Saxby C, Houlihan FP. Percutaneous bone-anchored hearing implant surgery without soft-tissue reduction: up to 42 months of follow-up. *Otol Neurotol.* 2014 Oct; 35(9):1596-600.
- 24 Botzenhart U, Kunert-Keil C, Heinemann F, Gredes T, Seiler J, Berniczei-Roykó Á, Gedrange T. Osseointegration of short titan implants: A pilot study in pigs. *Ann Anat.* 2015 May;199:16-22.
- 25 Yang Y, Liu Y, Yuan X, Ren M, CheN X, Luo L, Zheng L, Liu Y. Three-dimensional finite element analysis of stress distribution on short implants with different bone conditions and osseointegration rates. *BMC Oral Health.* 2023 Apr 15;23(1):220.
- 26 Johansson ML, Calon TGA, Omar O, Shah FA, Trobos M, Thomsen P, Stokroos RJ, Palmquist A. Multimodal Analysis of the Tissue Response to a Bone-Anchored Hearing Implant: Presentation of a Two-Year Case Report of a Patient with Recurrent Pain, Inflammation, and Infection, Including a Systematic Literature Review. *Front Cell Infect Microbiol.* 2021 Mar 30;11:640899.