

**Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico**

Paulino Alves dos Santos Filho

**A resistência mecânica ao deslocamento vertical em mandíbulas submetidas a instalação de implantes na região posterior.**

CURITIBA  
2016

Paulino Alves dos Santos Filho

A resistência mecânica ao deslocamento vertical em mandíbulas submetidas a instalação de implantes na região posterior.

Dissertação apresentada ao Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia. Área de concentração de Implantodontia.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Eduardo Kluppel

CURITIBA  
2016

Santos Filho, Paulino Alves dos  
S237a A resistência mecânica ao deslocamento vertical em mandíbulas submetidas a instalação de implantes na região posterior.. 2016  
63 f.: il.; 31 cm

Dissertação (mestrado) – Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico – Programa de Pós - Graduação em Odontologia - Área de Concentração: Implantodontia. Curitiba, 2016  
Orientador: Prof Dr. Leandro Eduardo Kluppel.

#### Bibliografia

1. Implantes dentários. 2. Fraturas mandibulares.
3. Osseointegração I. Título.

Paulino Alves dos Santos Filho

A resistência mecânica ao deslocamento vertical em mandíbulas submetidas a instalação de implantes na região posterior.

Presidente da Banca: Prof. Dr. Leandro Eduardo Kluppel

BANCA EXAMINADORA

Profº Dr. Rubens Moreno

Profª Dra. Gleisse Wantovski

Aprovada em: 24/09/2016.

## **Dedicatória**

À Deus fonte primordial de equilíbrio para tudo em minha vida;

À minha esposa Iolanda Abreu Vasconcelos Alves pelo apoio incondicional, compreensão e incentivo nos momentos difíceis. Companheira de todas as horas;

Aos meus filhos Eduarda e Artur, fontes de amor e energia para seguir em frente;

Aos meus pais Paulino Alves dos Santos e Tereza Francisca dos Santos *in Memoriam* pelo exemplo de honestidade, carinho e incentivo ao estudo desde a infância;

Aos meus sogros Laerte e Aparecida pelo apoio e incentivo;

Aos meus irmãos Maria Francisca, Mauro, Paulo Roberto, Aparício e Rosângela por me desejar o bem e torcer pelas minhas conquistas;

A meus cunhados, sobrinhos e amigos que sempre me incentivaram.

**Dedico a vocês este trabalho.**

## **Agradecimentos**

A meu Orientador Leandro Kluppel exemplo de ser humano, na sua humildade, no seu grande conhecimento nas áreas de cirurgia bucomaxilofacial e implantodontia. Muito obrigado;

Aos professores do Ilapeo pelo empenho em nos tornar profissionais melhores e em especial aos professores Dr. Luis Eduardo Marques Padovan e Dra. Ana Cláudia Melo Moreira pela sua colaboração em todos os momentos;

Aos meus colegas de mestrado pelo companheirismo e amizade. Em especial as colegas de trio : Cindy Melissa Lepe e Mariana Scaffer Brackmann;

Ao Ilapeo por nos oferecer condições ideais de estudo, pesquisas e atendimento aos nossos pacientes;

Ao Secretario Municipal de Saúde , Amilton Fernandes Prado e a Coordenadora do Centro de Especialidades Odontológicas , Sílvia Emília Carvalho Garcia agradeço o apoio e incentivo;

Aos meus colegas do Setor de Cirurgia Buco-Maxilo-Facial do Hospital Municipal de Jataí Jânio Kazuhiro Kikuchi , Nayane Lambert, Flávia Regina Ferreira, Izilda Garcia Chagas da Silva, Silva Fabiana Leão e Zenaide Pereira França pelo apoio e compreensão pelas ausências;

A minha equipe de trabalho no consultório, Eliane Prado Freitas e Nelma muito obrigado pela parceria , colaboração e amizade;

A todos os meus pacientes pelo incentivo, apoio e compreensão.

A empresa Neodent , por tornar possível realizar a pesquisa em seu laboratório, em especial ao Técnico Jeison Sanders L. Hoste dos Santos pelo auxílio nos testes mecânicos.

## Sumário

Listas

Resumo.....	2
1.Introdução.....	4
2.Revisão da Literatura.....	7
3.Proposição.....	19
4. Materiais e Métodos.....	20
5. Artigo Científico .....	24
6. Referências.....	38
7. Apêndice.....	
8.Anexo.....	



Lista de Figuras e Tabelas

Figura 1: Hemimandíbula esquerda íntegra – Grupo 1 (Grupo Controle).....	40
Figura 2 : Hemimandíbula esquerda com a instalação de três implantes dentários Titamax Ti 3,75mm de diâmetro por 11 mm de comprimento da marca comercial Neodent (Curitiba/Paraná-Brasil).....	40
Figura 3 : Hemimandíbula esquerda com a instalação de três implantes dentários WS Cone Morse 5,0 mm de diâmetro por 5,0 de comprimento da marca comercial Neodent (Curitiba/Paraná-Brasil).....	41
Figura 4: Guia Cirúrgico em resina acrílica para instalação de implantes Titamax Ti 3,75 mm de diâmetro por 11 mm de comprimento.....	41
Figura 5: Guia Cirúrgico em resina acrílica para instalação de implantes WS Cone Morse 5,0 mm de diâmetro por 5,0 mm de comprimento.....	42
Figura 6: Hemimandíbula submetida a força linear na região anterior para a aplicação de carga progressiva, até a obtenção do valor de resistência ao carregamento.....	42

## Lista de Abreviaturas

ANOVA	Análise de Variância
N	Newton
mm	Milimetro
G1	Primeiro grupo
G2	Segundo grupo
G3	Terceiro grupo

## Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar comparativamente, *in vitro*, através de testes mecânicos, a resistência ao deslocamento vertical de mandíbulas atroficas submetidas a instalação de implantes. Foram utilizadas uma amostra de 90 hemimandíbulas de poliuretano rígido da marca comercial Nacional® (Jaú, São Paulo-Brasil), divididas em três grupos. O primeiro grupo (G1) composto de 30 hemimandíbulas esquerdas atroficas foi utilizado como grupo controle. O segundo grupo (G2) foi composto de 30 hemimandíbulas esquerdas atroficas em que foram instalados 3 implantes hexágono externo Titamax Ti 3,75 X 11mm monocorticais da marca comercial Neodent® (Curitiba/Paraná-Brasil). O terceiro grupo (G3) composto de 30 hemimandíbulas esquerdas atroficas que foram submetidas a instalação de 3 implantes curtos WS cone Morse 5,0 X 5,0 mm monocorticais da marca comercial Neodent® (Curitiba/Paraná-Brasil). Todos os implantes foram instalados na região de pré-molares e molares, de forma padronizada. Após isto as mandíbulas foram submetidas a teste de carregamento linear para avaliar a resistência ao deslocamento à forças verticais exercidas sobre esta. Para realização do teste estático de carregamento linear foi utilizada uma máquina para ensaio universal servohidráulica Instron 3382, no laboratório de testes da empresa Neodent®. Os resultados obtidos após os testes mecânicos foram avaliados e comparados entre os 3 grupos. A maior carga necessária para induzir a falha do sistema foi observada no G1 (412,36 N/mm) seguido pelo G2 (303,34 N/mm) e então G3 (269,34 N/mm). Após a análise dos resultados, pode-se concluir que comparativamente aos implantes de 3.75x11mm, a instalação de implantes de 5x5mm constitui um fator de aumento da fragilidade de mandíbulas de poliuretano submetidas a teste de carregamento vertical.

Palavras Chave: Implantes dentários, fraturas mandibulares, osseointegração

## Abstract

The aim of this study was compared in vitro by mechanical tests, resistance to vertical displacement of atrophic jaws subjected to implant placement. a sample was used 90 rigid polyurethane hemimandibles Nacional® trademark (Jau, São Paulo, Brazil), divided into three groups. The first group (G1) composed of 30 atrophic left HMs was used as a control group. The second group (G2) was composed of 30 atrophic left hemimandibles they were installed 3 external hex implants Titamax Ti 3.75 X 11mm monocortical trademark Neodent® (Curitiba / Paraná, Brazil). The third group (G3) composed of 30 hemimandibles left atrophic who underwent the installation of three short implants WS cone Morse 5.0 X 5.0 mm monocortical trademark Neodent® (Curitiba / Paraná, Brazil). All implants were installed in the region of the premolars and molars, in a standardized manner. After this the jaws are subjected to a linear load test to evaluate the resistance to displacement of vertical forces exerted on it. To perform linear static loading test was used a machine to servohidráulica universal testing Instron 3382, in the laboratory of the company Neodent® tests. The results obtained after the mechanical tests were evaluated and compared between the three groups. The higher load necessary to induce the system failure was observed in G1 (412.36 N / mm) followed by G2 (303.34 N / mm) and then G3 (269.34 N / mm). After analyzing the results, and considering the limitations of the study, it was concluded that compared to 3.75x11mm implants installation 5x5mm implant is a factor of increased fragility of polyurethane jaws subjected to a vertical load test.

Key-words: Dental implants, mandibular fractures, osseointegration

## 1 Introdução

Vários procedimentos foram propostos para viabilizar a instalação de implantes longos na região posterior de mandíbula , dentre eles: Enxertos ósseos, lateralização do nervo alveolar inferior e distração osteogênica(Esposito et al, 2014; Abayev & Juodbalys, 2015; Mohanty, Kumar & Ravindran, 2015).

Com o desenvolvimento de inúmeros biomateriais com foco na regeneração óssea, diversas técnicas de enxerto para aumento ósseo vertical na região posterior de mandíbula foram propostos , muitos destes com resultados incertos onde se faz necessário mais pesquisas para corroborar com o sucesso das técnicas. A utilização da malha de titânio nos enxertos com a finalidade de aumento vertical tanto na maxila quanto na mandíbula têm sido objeto bastante interesse atualmente, apresentando resultados em muitos casos satisfatórios (Louis, 1998).

A lateralização do nervo alveolar inferior é uma técnica cirúrgica na qual realiza-se uma osteotomia na lateral da mandíbula seguindo o trajeto do nervo podendo incluir ou não o forame, afastando o nervo alveolar e protegendo o feixe vasculo-nervoso , permitindo a instalação dos implantes planejados. Este procedimento possibilita a utilização do osso mandibular abaixo do canal e possui grande índice de sucesso , no entanto a grande objeção dos profissionais e pacientes a modalidade são as alterações neuro-sensoriais que poderão ocorrer , tendo relato de perda de sensibilidade permanente. (Abayev & Juodzbaly, 2015).

A distração osteogênica é outro procedimento que pode ser utilizado com o intuito de ganho ósseo vertical na região posterior de mandíbula e consiste na realização de uma osteotomia acima do canal mandibular e instalação de um

dispositivo denominado distrator que será ativado lentamente para distanciar os dois segmentos ósseos com o intuito da formação óssea entre esses fragmentos. Quando respeitada as indicações, esta técnica propicia um ganho ósseo que permite instalar implantes longos em uma área que antes não era possível. A desvantagem citada por alguns autores é o alto custo do procedimento e a possibilidade de necrose do segmento superior (Cho Lee et al, 2010 ;Mohanty, Kumar & Ravindran, 2015).

Com o objetivo de dar condições de reabilitação aos pacientes que não dispõe de uma quantidade óssea suficiente nas regiões posteriores da cavidade bucal, foram propostos os implantes curtos. Inúmeras pesquisas (Kang et al,2014; Esposito et al, 2014; Scanferla & Botticelli, 2014) indicam a possibilidade de utilização destes dispositivos, obtendo alto índice de sucesso. A grande importância creditada à técnica é a condição satisfatória de reabilitar os pacientes com grande reabsorção óssea, sem ter que ser submetidos a procedimentos cirúrgicos invasivos para aumento de volume ósseo vertical (Kang et al, 2014; Esposito et al,2014; Esposito et al, 2015).

A reabilitação de mandíbulas atroficas com implantes dentários pode ter como complicação uma fratura mandibular (Raghoobar et al, 2000; O'Sullivan, King & Jagge., 2006; Chrcanovic & Custódio., 2009; Soehardi et al, 2011).

O Objetivo deste trabalho é avaliar as condições que podem fragilizar a mandíbula após a instalação de implantes dentários e através de um teste mecânico, verificar se a variação do diâmetro e comprimento de implantes instalados na região posterior interfere na resistência mandibular ao deslocamento vertical.

## 2 Revisão de Literatura

### 2.1 Fraturas Mandibulares associadas a implantes dentários

Raghoobar et al., 2000 relatam em estudo que fraturas mandibulares podem ocorrer após instalação de implantes dentários. Neste estudo descreve a ocorrência de 4 pacientes cujas mandíbulas foram fraturadas após a inserção ou remoção de implantes dentários. Três destes pacientes necessitaram de um enxerto ósseo autógeno para reparar a fratura e um paciente foi tratado com placa de reconstrução.

O'Sullivan, King & Jagge.,2006 relatam caso clínico de um homem de 72 anos de idade que em consequência de uma peri-implantite e perda de um implante na região posterior de mandíbula e a necessidade de remoção do implante desenvolveu uma osteomielite na região. Devido ao enfraquecimento desta região posterior da mandíbula ocorreu uma fratura patológica. O paciente foi tratado com sucesso com a utilização de um regime intensivo de higiene oral, antibióticos e tratamento conservador.

Chrcanovic & Custodio, 2009 tiveram como objetivo apresentar quatro casos de fraturas de mandíbula associados com implantes dentários e discutir a prevenção e tratamento destes tipos de fraturas. Para avaliar se a anatomia do paciente permite a inserção de implantes, exames radiológicos que demonstram a altura e a largura vestibulo-lingual são necessários. Para reduzir o potencial problema de fratura, a mandíbula pode ser reforçada com técnicas de enxerto ósseo. O tratamento de uma fratura em uma mandíbula atrófica é sempre um desafio por causa do fornecimento de sangue central diminuído, a vitalidade deprimida do osso, e a dependência do fornecimento de sangue periosteal. Os princípios básicos de tratamento de fratura são a redução e imobilização do local fraturado para a restauração da forma e da função. Se os implantes são instalados na mandíbula

acentuadamente atrofica, fratura iatrogênica da mandíbula pode ocorrer durante ou após a cirurgia de implante porque a colocação do implante enfraquece a mandíbula já comprometida. Alguns milímetros de osso cortical deve permanecer em ambos os lados (Vestibular e Lingual) após a perfuração do orifício para inserção de um implante. O planejamento cirúrgico 3-D é recomendado, pelo menos, em mandíbulas atroficas acentuadas.

Soehardi et al., 2011 fornecem um inventário do número de fraturas que ocorreram em conjunto com a instalação de implantes em pacientes desdentados na população holandesa de 1980-2007 e as estimativas da incidência com o qual este evento pode ocorrer. O estudo também procurou definir os fatores que aumentam os riscos de fratura. Foram enviados questionários a todos os 198 cirurgiões maxilo-faciais que trabalham em 56 hospitais da Holanda. Foram feitas perguntas sobre as causas das fraturas, a altura da mandíbula desdentada fraturada, e os métodos de tratamento da fratura. Foi recebido resposta de 53 dos 56 departamentos. Durante o período do estudo, foram relacionadas 157 fraturas de mandíbulas desdentadas em conjunto com tratamento com implantes. Todas as fraturas ocorreram em mandíbulas com menos de 10 mm de altura, medida na região de sínfise. Uma incidência de menos de 0,05% foi estimado com base em um número estimado de 475 mil doentes tratados com pelo menos dois implantes durante este tempo para suportar uma prótese total. As razões para as fraturas eram: volume ósseo insuficiente, causas iatrogênicas, a ausência de integração, e arco estreito. Peri-implante e traumatismo foram associadas com fraturas que ocorrem 1 ano ou mais após a instalação dos implantes. Diversos métodos foram utilizados para tratar as mandíbulas fraturadas, incluindo a redução fechada, fixação rígida usando placas de osteossíntese, e enxertos ósseos com fixação. Em 52% dos pacientes, a consolidação da fratura ocorreu sem intercorrências. No entanto, em 48% dos pacientes, as complicações foram encontradas,



incluindo osteomielite, não união, fratura placa, afrouxamento de parafuso , e deiscências com infecções subsequentes. Mandíbulas com uma altura de 10 mm ou menos, na região de sínfise, possuem risco de fraturas e as complicações associadas. A provisão de consentimento informado adequada sobre as vantagens e desvantagens de instalação de implantes em mandíbulas fina é essencial.

## 2.2 Implantes Curtos

Esposito et al.,2011, avaliaram se implantes curtos de 5 mm de comprimento poderiam ser uma alternativa para o aumento com osso bovino inorgânico e colocação de implantes longos de 10 mm na região posterior de mandíbulas atroficas. Quinze pacientes com mandíbulas atroficas bilaterais (altura óssea 5-7 mm acima do canal mandibular) e 15 pacientes com maxilas atroficas bilateral (altura óssea 4-6 mm abaixo do seio maxilar) e a espessura do osso de pelo menos 8 mm. Foram selecionados para receber de um a três implantes curtos 5 mm ou, pelo menos, implantes de 10 mm de comprimento em osso aumentado. Mandíbulas foram verticalmente aumentada com blocos ósseos de interposto e no maxilar levantamento de seio maxilar com osso particulado através de uma janela lateral. Implantes foram colocados depois de 4 meses e submersos. A reabertura realizada após 4 meses e carregados com próteses provisórias. Quatro meses depois as próteses provisórias foram substituídas por definitivas. Os resultados obtidos foram os seguintes: Em 5 mandíbulas com aumento ósseo com planejamento para instalar implantes de 10 mm de comprimento não foi possível , sendo instalados implantes curtos de 7 e 8,5 mm. Dois implantes longos de 8,5 mm na mandíbula e 13 mm na maxila e um curto de 5 mm na maxila falhou. Não houve diferenças estatisticamente significativas nas falhas ou complicações. Pacientes com implantes curtos perderam, em média, 1 mm de altura óssea

peri-implantar e pacientes com mais implantes perderam 1,2 mm. Esta diferença foi estatisticamente significativa. Este estudo piloto sugere que um ano após o carregamento, implantes curtos 5 mm alcançaram resultados semelhantes, se não melhores resultados, do que os implantes mais longos colocados em osso enxertado. Implantes curtos podem ser uma alternativa ao aumento do osso uma vez que o tratamento é mais rápido, mais barato e com menos morbidade, no entanto o seu prognóstico a longo prazo é desconhecido.

Annibali et al., 2012 realizaram uma revisão da literatura cujo objetivo foi avaliar sistematicamente os estudos clínicos de implantes menores que 10 mm de comprimento. Observando sobrevida, complicações devido a fatores biológicos e biomecânicos e os aspectos radiográficos de perda óssea marginal. Critérios de inclusão e exclusão dos estudos foram definidos, por dois revisores. As meta-análises foram realizadas pela a partilha de dados de sobrevivência pela superfície do implante, técnica cirúrgica, a localização do implante, tipo de edentulismo, e restauração protética. Dois estudos randomizados de ensaios clínicos controlados e 14 estudos observacionais foram selecionados e analisados para obtenção dos dados. No total, 6193 implantes curtos foram investigados a partir de 3848 participantes. O período de observação foi de  $3,2 \pm 1,7$  anos. A taxa de sobrevivência cumulativa foi de 99,1%. A Taxa de sucesso biológico foi de 98,8%, e a taxa de sucesso biomecânico foi de 99,9%. O tratamento com implantes curtos em pacientes com rebordos alveolares atróficos parece ser uma boa opção de tratamento e com sucesso a curto prazo; no entanto, é necessário mais evidências científicas a longo prazo.

Esposito et al., 2012 avaliaram se implantes de 6 mm de comprimento por 4 mm de largura poderia ser uma alternativa para implantes de pelo menos 10 mm de comprimento instalados em região de enxerto com substitutos ósseos em região posterior de maxilares atróficos. A amostra foram de 20 pacientes com mandíbulas atróficas bilaterais e 20

pacientes com a maxila atrofica bilateral, tendo de 5 a 7 mm de altura óssea acima do canal mandibular ou inferior ao seio maxilar. O estudo foi randomizado de acordo com o desenho de boca dividida para receber de 1 a 3 implantes de 6 mm de comprimento por 4 mm de largura ou pelo menos implantes de 10 mm de comprimento no osso enxertado em 2 centros. As mandíbulas foram verticalmente enxertada com blocos ósseos de eqüinos interpostos e barreiras reabsorvíveis e os implantes foram instalados 3 meses depois. Os seios maxilares foram enxertados com osso particulado de suíno, através de uma janela lateral e os implantes foram instalados simultaneamente. Todos os implantes foram submersos e carregados, após de 4 meses, com próteses provisórias. Quatro meses depois, as próteses definitiva metalo-cerâmica aparafusadas foram instaladas. Foram observados falhas em próteses e implantes, ou quaisquer outras complicações, tempo necessário para se recuperar totalmente as funções neurosensoriais (apenas para implantes mandibulares). Todos os pacientes selecionados tinham largura de osso suficiente para instalar implantes de 4 mm de diâmetro. Pacientes foram acompanhados até 5 meses de pós-carregamento e nenhum desistiu. Não houve diferenças estatísticas significante em pacientes enxertado comparados com áreas não enxertadas quanto a falhas nos implantes ou nas próteses, embora significativamente mais complicações pós-operatórias ocorreram em locais enxertados. Quatorze complicações ocorreram em 12 pacientes em locais de enxerto contra nenhum em implantes curtos. Todas as complicações ocorreram antes do carregamento. Três complicações foram associada com o fracasso dos enxertos mandibulares (15%), determinando as falhas de 3 implantes em um paciente e 2 próteses não pode ser entregue. Um paciente foi re-enxertado e 2 pacientes receberam implantes curtos em vez disso. Para além destas complicações associadas com falhas de enxerto, houve 4 perfurações da membrana do seio durante o levantamento do seio e houve 7 parestesias temporárias de lábio inferior de até 4 dias sem consequências a longo prazo

para os pacientes. Todos os implantes maxilares e próteses foram bem sucedidas. Todos os 20 pacientes tratados com implantes na mandíbula e 15 pacientes tratados com implantes na maxila relataram preferência por implantes curtos. Ao passo que 5 pacientes tratados com implantes na maxila descreveu ser indiferente. Essas diferenças foram estatisticamente significativas. Os dados de curto prazo (5 meses após o carregamento) indicam que os implantes de 6 mm de comprimento com um diâmetro convencional de 4 mm alcança resultados semelhantes, se não melhores resultados do que os implantes longos instalados em região de enxerto ósseo. Implantes curtos pode ser uma boa opção ao enxerto de osso, especialmente em regiões posteriores de mandíbulas uma vez que o tratamento é mais rápido, mais barato e associado a uma menor morbidade. Contudo, de 5 a 10 anos de dados de pós-carga são necessários antes de fazer recomendações confiáveis.

Pistilli et al., 2013 avaliaram implantes de 6 mm de comprimento por 4 mm de largura poderiam ser uma alternativa viável aos implantes de pelo menos 10 mm de comprimento instalados em osso aumentado com substitutos ósseos na região posterior de mandíbulas atroficas. Um total de 20 pacientes com mandíbulas atroficas bilaterais e 20 pacientes com maxilas atroficas bilateral, tendo 5 a 7 mm de altura óssea acima do canal mandibular ou inferior do seio maxilar, teve cada lado dos maxilares aleatoriamente escolhido de acordo com um desenho de boca dividida. Eles foram escolhidos para receber um a três implantes de 6 mm de comprimento e 4 mm de largura ou implantes ao menos 10 mm de comprimento no osso enxertado por dois cirurgiões de diferentes centros. As mandíbulas foram verticalmente aumentadas com blocos ósseos equinos interpostos e barreiras reabsorvíveis, e foram instalados implantes 3 meses mais tarde. Os seios maxilares foram levantados com osso suíno particulado por meio de uma janela lateral e os implantes foram colocados simultaneamente. Todos os implantes foram submersos e carregados depois de 4 meses, com próteses provisórias. As próteses definitivas metalo-

cerâmica foram entregues após quatro meses. Os itens observados foram: problemas com as próteses, fracasso com os implantes e radiograficamente alterações peri-implante de nível ósseo. Um paciente tratado na mandíbula desistiu antes do 1 ano de controle. Todos os implantes maxilares e as próteses foram bem sucedidos, enquanto que 2 próteses mandibulares não pode ser instalados em implantes com pelo menos 10 mm de comprimento devido a falhas de enxerto, uma foi associada com a perda de 3 implantes devido a infecção. Não houve diferenças estatisticamente significativas nos implantes e falhas de próteses, embora significativamente mais complicações ocorreram em locais enxertados em mandíbulas ( $P = 0,0078$ ), mas não nas maxilas ( $P = 0,1250$ ). No total, 14 complicações ocorreram em 12 pacientes em regiões enxertadas contra nenhum em implantes de 6 mm de comprimento. Todas as falhas e complicações ocorreram antes carregando. Pacientes com implantes mandibulares 6 mm de comprimento perderam uma média de 1,05 mm de osso peri-implante em 1 ano e pacientes com implantes mandibulares, pelo menos, 10 mm de comprimento perdeu 1,07 mm., estas diferenças foram estatisticamente significativas ( $P < 0,001$ ). Nos pacientes com implantes de 6 mm de comprimento na maxila perderam em média de 1,02 mm de osso peri-implanta em 1 ano e pacientes com implantes na maxila, de pelo menos, 10 mm de comprimento perderam 1,09 mm. Essas diferenças foram estatisticamente significativa ( $P < 0,001$ ). Não houve diferenças estatisticamente significativas no nível do ósseo até um ano entre os implantes de 6 mm os implantes de pelo menos 10 mm de ambas os maxilares. Um ano de dados de pós-carregamento indicam que implantes de 6 mm de comprimento na maxila ou na mandíbula resulta em melhores resultados que implantes longos instalados em osso enxertado. Implantes curtos pode ser uma boa opção ao enxerto do ósseo, especialmente na região posterior da mandíbula já que o tratamento é mais rápido, mais barato e associado com menor morbidade. No entanto, se faz necessário estudos de 5 a 10 anos capaz de

produzir recomendações confiáveis.

Kang et al., 2014 estudaram a biomecânica dos implantes curtos através da análise tridimensional por elementos finitos, simulando a distribuição de tensões de implantes de 8 mm de comprimento com diâmetro de 6 mm em diferentes densidades ósseas. Sendo aplicadas cargas axiais e oblíquas neste estudo. Verificou-se que a tensão máxima de Von Mises variou significativamente quando o diâmetro estava dentro de 3,3 mm para 5 mm, enquanto que a mudança de pico de estresse não era observada quando o diâmetro estava dentro de 5,5 mm para 7,1 mm. O pico de tensão na interface do implante com osso aumentaram com a redução da densidade óssea. O estresse em ossos tipos I e II tiveram distribuição semelhante e o mesmo era verdade para os tipos III e IV. Estes resultados revelaram que os implantes com diâmetro maior (acima de 5,5 mm) e melhor qualidade óssea pode ser preferível para obter melhores efeitos clínicos. E que estudos clínicos prospectivos são necessários para confirmar esta afirmação.

Kim et al., 2014 avaliou o comportamento biomecânico de implantes curtos com diferentes alturas de osso residual e comparando com implantes dentários padrão com menos de 13 mm de osso residual por meios de análise de elementos finitos. Foi assumido que o primeiro e segundo molar da maxila tinha sido substituído por coroas de ouro esplintadas do elenco e apoiadas por dois implantes. Um total de cinco modelos posterior da maxila desdentados foram fabricados com várias alturas ósseas residuais (13 mm, 7 mm, 6 mm, 5 mm, e 4 mm). A altura do osso residual de 13 mm, no modelo de grupo 1 (Grupo controle) e 7, 6, 5, e 4 mm no grupo 2-1, Grupo 2-2, Grupo 2-3, 2-4 e o grupo de modelos, respectivamente. No modelo de grupo 1, dois implantes idênticos (4,5 × 11 mm) e os pilares (6 × 2,5 mm) foram colocados. Nos modelos de grupo 2, dois implantes curtos e de largo diâmetro (6 × 5,7 milímetros) e os pilares (6 × 5 mm) foram colocados. Fora do eixo (30 graus) 187 N de carga de foi aplicada à fossa central das duas coroas suportada

por implantes. Tensões máxima de von Mises na crista do osso cortical foram menores no modelo grupo 2 do que no modelo de grupo 1. Esta simulação numérica confirmou que, sem enxerto ósseo no seio maxilar, distribuição de tensões mais eficaz poderia ser obtido em 4, 5, 6 ou 7 mm de osso residual com implantes curtos do que em 13 mm do osso residual com implantes dentários convencionais.

Esposito et al., 2014 avaliaram se implantes curtos de 5 mm de comprimento poderia ser uma alternativa ao enxerto com osso bovino inorgânico para instalação de implantes longos de pelo menos 10 mm de comprimento na região posterior de mandíbulas atroficas. Foram selecionados 15 pacientes com mandíbulas atroficas bilaterais com altura óssea de 5 a 7 mm acima do canal mandibular e 15 pacientes com maxilas atroficas bilateral com altura óssea de 4 a 6 mm abaixo do seio maxilar e a espessura do osso de pelo menos 8 mm. O estudo foi randomizado e em boca dividida para os pacientes receberem de um a três implantes curtos de 5 mm ou pelo menos implantes longos de 10 mm no osso enxertado. As mandíbulas foram verticalmente aumentadas com blocos ósseos interpostos e seios maxilares com osso particulado através de uma janela lateral. Os implantes foram instalados depois de 4 meses, submersos e carregados, depois de mais de 4 meses, com próteses provisórias. Quatro meses depois, próteses definitivas provisoriamente cimentadas foram instaladas. Foi observado se houve falha nas próteses ou nos implantes, ou quaisquer outras complicações e se havia alteração no nível ósseo marginal peri-implante. Em 5 mandíbulas enxertadas, os implantes longos planejados de 10 mm não pode ser instalados e implantes mais curtos (7 mm e 8,5 mm) tinha que ser utilizados. Três anos após o carregamento, dois pacientes, um tratado na mandíbula e um na maxila desistiram. Três próteses (1 mandibular e 2 maxilar) falhou no grupo implante curto contra nenhum no grupo de implante de comprimento longo. Em mandíbulas, uma de implante longo falhou contra dois implantes curtos em 1 paciente. Na maxila, uma de implante

longo falhou contra três implantes curtos em 2 pacientes. Não houve diferenças estatisticamente significativas nas falhas. Oito pacientes tiveram 13 complicações em implantes curtos (1 paciente foi responsável por 6 complicações) e 11 pacientes tiveram 13 complicações em implantes longos. Não houve diferenças estatisticamente significativas em complicações ( $P = 0,63$ , diferença = 0,10, 95% CI de -0,22 para 0,42). Três anos após carregamento, os pacientes com implantes mandibulares perderam osso marginal (peri-implante) em média 1,44 mm de implantes curtos e 1,63 mm em implantes longos. Esta diferença não foi estatisticamente significativa (diferença = 0,24 mm; IC 95% -0,01, 0,49  $P = 0,059$ ). Na maxila, os pacientes perderam, em média, 1,02 mm em implantes curtos e 1,54 mm em implantes longos. Esta diferença foi estatisticamente significativa (diferença = 0,41 mm; 95% IC 0,21, 0,60,  $P = 0,001$ ). Três anos após o carregamento, implantes curtos de 5 mm conseguem resultados semelhantes aos implantes longos em osso enxertado. Implantes curtos podem ser uma alternativa ao enxerto de osso vertical, especialmente nas mandíbulas, uma vez que o tratamento é mais rápido e mais barato, no entanto, os dados são insuficientes sobre o prognóstico a longo prazo de implantes curtos.

### 2.3- Biomecânica mandibular

Steiner et. al., 2016 projetou um estudo in vitro biomecânico com o objetivo de identificar qual a configuração de cavidades para instalação de implantes na região interforaminal era menos propensa a provocar fratura. As mandíbulas foram confeccionadas em material sintético de poliuretano tendo como parâmetro um banco de dados de 27 mandíbulas desdentadas de cadáveres com vários graus de atrofia. Foram utilizadas 50 amostras, divididas em 5 grupos. Um grupo controle sem receber perfurações e quatro com cavidades preparadas para receberem implantes. O segundo grupo com duas cavidades largas e curtas de 8mm de profundidade e 4,2 mm de largura, terceiro grupo com



duas cavidades longas e finas de 15 mm de profundidade e 2,8 mm de largura. O quarto grupo recebeu quatro perfurações largas e curtas de 8 mm de profundidade e 4,2 mm de largura e o quinto grupo também com quatro perfurações longas e finas de 15 mm de profundidade e 2,8 mm de largura. Nas perfurações de 15 x 2,8 mm foram instalados implantes Straumann Bone level de 3,3 NC de diâmetro por 14 mm de comprimento (SLActive TiZr) e nas perfurações de 8 X 4,2 mm foram instalados implantes Straumann Bone level de 4,8 mm de diâmetro por 8 mm de comprimento (SLActive TiZr). Os modelos mandibulares foram carregados mecanicamente em uma máquina de ensaio eletromecânica que é adequada para ensaios experimentais em osso artificial, bem como em mandíbulas de cadáveres. O princípio funcional do dispositivo de ensaio foi a aplicação de forças de mordida incisais. As articulações temporomandibulares foram modelados através de rolamentos de formato côncavo, torneando caixas esféricas para imitar a forma anatômica das fossas temporomandibulares. O modelo experimental simula através de cordas fixadas em pontos específicos da mandíbula as forças musculares que agem durante a mastigação. Os corpos de provas foram carregados continuamente até eles falhassem. Nenhuma mandíbula falhou completamente com menos de 300 N de força aplicada. A média de falha para o grupo controle foi de 729 N. Houve diferenças significativas entre os valores encontrados para falha no sistema do grupo controle e de todos os demais grupos com perfurações para instalação de implantes. O grupo de maior carga para falha no sistema com instalação de implantes foi com quatro implantes curtos e largos com 667 N, seguidos dos grupos de dois implantes largos e curtos com 569,2 N, depois com dois implantes longos e finos com 563,4 N e o grupo que apresentou menos resistência foi o de quatro implantes longos e finos com carga de 409,5 N. O presente estudo conclui-se que a carga máxima até a falha do sistema foi significativamente mais elevada no grupo controle ao que em qualquer um dos grupos nos quais foram preparados cavidades para receberem

implantes. Portanto, há aumento do risco de fratura mandibular como resultado da preparação de cavidades para instalação de implantes. O estudo também mostrou que na região interforaminal o risco de fratura de cavidades finas e compridas excede os das cavidades curtas e largas. O efeito do número de cavidades (dois contra quatro) é contra-intuitivo e não faz fornecer uma tendência clara, como as duas configurações com quatro implantes mostrou tanto mais ou menos enfraquecimento da mandíbula.

### **3 Proposição**

#### 3.1 Objetivo Geral

O objetivo do presente estudo foi através de um teste mecânico, verificar se a variação de diâmetro e comprimento de implantes instalados na região posterior interfere na resistência mandibular ao deslocamento vertical.

#### 3.2 Objetivos Específicos

1) Verificar comparativamente a resistência mecânica ao deslocamento vertical em mandíbula sem a instalação de implantes do grupo controle e submetidas a instalação de 3 implantes longos monocorticais.

2) Verificar comparativamente a resistência mecânica ao deslocamento vertical em mandíbulas submetidas a instalação de 3 implantes curtos monocorticais ao grupo controle de mandíbulas sem a instalação de implantes.

3) Verificar comparativamente a resistência mecânica ao deslocamento vertical em mandíbulas submetidas a instalação de 3 implantes curtos monocorticais ao grupo submetidos a instalação de 3 implantes longos monocorticais.

## **4 Materiais e Métodos**

### 4.1 Delineamento do estudo

Trata-se de um estudo *in vitro* Serão realizados testes mecânicos estáticos seguindo as normas da ASTM (American Society for Testing and Materials) F1839-08 , em mandíbulas atroficas de poliuretano rígido sem a instalação de implantes , submetidas a instalação de 3 implantes monocorticais 3,75 X 11 mm e submetidas a instalação de implantes curtos monocorticais. de 5,0 x 5,0 mm.

### 4.2 Amostra

#### 4.2.1 Hemimandíbulas

Para a realização dos testes mecânicos é necessário um modelo que assemelha o mais próximo possível com a anatomia da mandíbula humana , sendo que as réplicas de mandíbulas de poliuretano ,um protótipo adequado para a realização dos testes mecânicos por possuir grau de elasticidade semelhante ao osso humano , de acordo com a literatura (VIEIRA E OLIVEIRA & PASSERI., 2011; SATO et al., 2010; MADSEN, MCDANIEL & HAUG 2006).

Foram utilizadas 90 hemimandíbulas esquerdas sintéticas padronizadas de poliuretano rígido da marca comercial Nacional (Jaú, São Paulo-Brasil). As hemimandíbulas que serão utilizadas nesta amostra terá altura de 13 mm no corpo.

#### 4.2.2 Implantes

Foram utilizados 30 implantes *Cone Morse Titamax WS* de 5 mm de diâmetro por 5 mm de comprimento da marca comercial Neodent (Curitiba,Paraná-Brasil) e 30 implantes *Titamax Ti cortical 3,75* de diâmetro por 11 de comprimento da marca comercial Neodent (Curitiba/Paraná-Brasil).

#### 4.4 Preparo da Amostra

O preparo da amostra de 90 hemimandíbulas de poliuretano rígido onde serão distribuídos em 3 grupos:

Primeiro Grupo (G1) – Grupo de 30 hemimandíbulas sem preparo para instalação de implantes;

Segundo Grupo(G2)- Grupo de 30 hemimandíbulas com fresagem seguindo a recomendação do fabricante quanto ao escalonamento das brocas para instalação de implantes corticais 3.75 mm. Inicia-se com a broca lança ,broca de 2, posteriormente a broca piloto de 2 para 3 , depois a broca de 3 para instalação dos implantes de 3,75

Terceiro Grupo(G3) – Grupo de 30 hemimandíbulas com fresagem seguido a recomendação do fabricante quanto ao escalamento de brocas para instalação de implantes Curtos WS de 5.0 por 5mm

#### 4.5 Teste de Carregamento

O objetivo do teste de carregamento é avaliar a resistência ao deslocamento as forças verticais exercidas sobre a mandíbula. Será utilizada uma máquina de ensaio universal servohidráulica Instron 3382 , no laboratório de testes da empresa Neodent®.

As hemimandíbula serão submetidas a uma força linear na região anterior ( região entre os dentes incisivo lateral inferior esquerdo e o canino inferior esquerdo) a uma velocidade de 1mm/ minuto para a aplicação de carga progressiva , até a obtenção do valor de resistência ao carregamento, dado em quilograma-força na carga final , aferindo assim o deslocamento imposto neste momento.

#### 4.6 Análise dos dados

A partir do objetivo estabelecido na presente pesquisa definiu-se a seguinte hipótese: Existe diferença estatisticamente significativa nos valores médios da variável Carga Máxima (N) segundo Grupo (Mandíbula Íntegra, Mandíbula com Implantes Monocorticais e Mandíbula com Implantes Curtos).

A verificação da hipótese anterior foi realizada com o auxílio de análise de variância a um fator, uma vez que o tamanho da amostra dos 3 Grupos analisados foi de  $n = 30$ . O nível de significância adotado foi de 0,05.

Quando a ANOVA indicou existir diferença entre os valores médios da variável analisada, utilizou-se para identificar quais Grupos diferiam entre si o teste de comparações múltiplas de Tukey HSD para variâncias homogêneas, ou o teste de comparações múltiplas de Games-Howell para variâncias heterogêneas. A verificação de homogeneidade de variâncias para a variável Carga Máxima (N) entre os 3 Grupos foi

feita utilizando o teste de homogeneidade de variâncias de Levene. O nível de significância adotado foi de 0,05.

## 5. Artigo Científico

### 5.1- Artigo Científico

Artigo elaborado segundo as normas da revista *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*.

**Estudo comparativo in vitro da resistência mecânica ao deslocamento vertical em mandíbulas submetidas a instalação de implantes na região posterior.**

Paulino Alves dos Santos Filho<sup>1</sup>, Mariana Schaffer Brackmann<sup>2</sup>, Leandro Eduardo Klüppel<sup>3</sup>, Ana Cláudia Moreira Melo<sup>4</sup>.

1. Mestrando em Implantodontia, Instituto Latino Americano de Ensino e Pesquisa Odontológico –ILAPEO, Curitiba, Paraná, Brasil.
2. Mestranda em Implantodontia, Instituto Latino Americano de Ensino e Pesquisa Odontológico –ILAPEO, Curitiba, Paraná, Brasil.
3. Professor do Departamento de Cirurgia do Instituto Latino Americano de Ensino e Pesquisa Odontológico – ILAPEO, Curitiba, Paraná, Brasil.
4. Professora do Departamento de Ortodontia do Instituto Latino Americano de Ensino e Pesquisa Odontológico – ILAPEO, Curitiba, Paraná, Brasil.

Autor correspondente:

Paulino Alves dos Santos Filho

Rua Santo Antônio, 608, Jardim Rio Claro, Jataí, Goiás, Brasil, 75.802.021

Tel:55 64 3631-4512; 55 64 981122910.

E-mail: paulinoalvesfilho@gmail.com; dudaeartur@brturbo.com.br



## Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar comparativamente, *in vitro*, através de testes mecânicos, a resistência ao deslocamento vertical de mandíbulas atróficas submetidas a instalação de implantes. Foram utilizadas uma amostra de 90 hemimandíbulas de poliuretano rígido da marca comercial Nacional (Jaú, São Paulo-Brasil), divididas em três grupos. O primeiro grupo (G1) composto de 30 hemimandíbulas esquerdas atróficas foi utilizado como grupo controle. O segundo grupo (G2) foi composto de 30 hemimandíbulas esquerdas atróficas em que foram instalados 3 implantes hexágono externo Titamax Ti 3,75 X 11mm monocorticais da marca comercial Neodent (Curitiba/Paraná-Brasil). O terceiro grupo (G3) composto de 30 hemimandíbulas esquerdas atróficas que foram submetidas a instalação de 3 implantes curtos WS cone Morse 5,0 X 5,0 mm monocorticais da marca comercial Neodent (Curitiba/Paraná-Brasil). Todos os implantes foram instalados na região de pré-molares e molares, de forma padronizada. Após isto as mandíbulas foram submetidas a teste de carregamento linear para avaliar a resistência ao deslocamento à forças verticais exercidas sobre esta. Para realização do teste estático de carregamento linear foi utilizada uma máquina para ensaio universal servohidráulica Instron 3382, no laboratório de testes da empresa Neodent. Os resultados obtidos após os testes mecânicos foram avaliados e comparados entre os 3 grupos. A maior carga necessária para induzir a falha do sistema foi observada no G1 (412,36 N/mm) seguido pelo G2 (303,34 N/mm) e então G3 (269,34 N/mm). Após a análise dos resultados e considerando as limitações da pesquisa, pode-se concluir que comparativamente aos implantes de 3.75x11mm, a instalação de implantes de 5x5mm constitui um fator de aumento da fragilidade de mandíbulas de poliuretano submetidas a teste de carregamento vertical.

Palavras Chave: Implantes dentários, fraturas mandibulares, osseointegração

## Abstract

The aim of this study was compared in vitro by mechanical tests, resistance to vertical displacement of atrophic jaws subjected to implant placement. a sample was used 90 rigid polyurethane hemimandibles National trademark (Jau, São Paulo, Brazil), divided into three groups. The first group (G1) composed of 30 atrophic left HMs was used as a control group. The second group (G2) was composed of 30 atrophic left hemimandibles they were installed 3 external hex implants Titamax Ti 3.75 X 11mm monocortical trademark Neodent (Curitiba / Paraná, Brazil). The third group (G3) composed of 30 hemimandibles left atrophic who underwent the installation of three short implants WS cone Morse 5.0 X 5.0 mm monocortical trademark Neodent (Curitiba / Paraná, Brazil). All implants were installed in the region of the premolars and molars, in a standardized manner. After this the jaws are subjected to a linear load test to evaluate the resistance to displacement of vertical forces exerted on it. To perform linear static loading test was used a machine to servohidráulica universal testing Instron 3382, in the laboratory of the company Neodent tests. The results obtained after the mechanical tests were evaluated and compared between the three groups. The higher load necessary to induce the system failure was observed in G1 (412.36 N / mm) followed by G2 (303.34 N / mm) and then G3 (269.34 N / mm). After analyzing the results, and considering the limitations of the study, it was concluded that compared to 3.75x11mm implants installation 5x5mm implant is a factor of increased fragility of polyurethane jaws subjected to a vertical load test.

Key-words: Dental implants, mandibular fractures, osseointegration

## **Introdução**

Com o objetivo de realizar a reabilitação da região posterior de mandíbula , vários procedimentos foram propostos para viabilizar a instalação de implantes longos, dentre eles: Enxertos ósseos , lateralização do nervo alveolar inferior e distração osteogênica (Esposito et al,2014; Abayev & Juodbalys,2015; Mohanty, Kumar & Ravindran,2015).

Com o desenvolvimento da bioengenharia com foco na regeneração óssea e a proliferação de técnicas de enxerto para o aumento ósseo vertical na região posterior de mandíbula , inclusive com a utilização de malha de titânio para aumentar o índice de sucesso destes enxertos(Louis,1998).

Outra técnica que permite a reabilitação da região posterior da mandíbula em pacientes com pouco disponibilidade óssea é a lateralização do nervo alveolar inferior. Este procedimento possibilita a utilização do osso mandibular abaixo do canal e possui grande índice de sucesso. Porém a grande objeção dos profissionais e pacientes a modalidade são as alterações neurosensoriais que poderão ocorrer, tendo relato de parestesias permanentes (Abayev & Juodzbaly,2015).

A distração osteogênica também pode ser utilizada com o intuito de ganho ósseo vertical na região posterior de mandíbula. Quando respeitada as indicações , esta técnica propicia um ganho ósseo que permite a instalar implantes longos em uma área que antes não era possível. A desvantagem é o alto custo do procedimento e a possibilidade de necrose do segmento superior (Cho Lee et al.,2010; Mohanty, Kumar & Ravindran,2015).

Inúmeras pesquisas (Kang et al.2014; Esposito et al.2014; Scanferla & Botticelli, 2014) indicam a possibilidade de utilização de implantes curtos como uma alternativa viável e com alto índice de sucesso para reabilitar pacientes que não disponha de uma

quantidade óssea suficiente nas regiões posteriores para instalação de implantes convencionais. A grande importância creditada à técnica é a condição satisfatória de reabilitar os pacientes com grande reabsorção sem ter que ser submetidos a procedimentos cirúrgicos invasivos para aumento de volume ósseo vertical (Kang et al.,2014; Esposito et al., 2014; Esposito et al.,2015).

Devido ao acentuado grau de reabsorção em alguns casos na região posterior de mandíbulas , a reabilitação destas regiões com implantes dentários pode ter como complicação uma fratura mandibular em consequência de uma provável fragilização óssea imediatamente após a instalação (Raghoobar et al.,2000; O'Sullivan, King & Jagge.,2006; Chrcanovic & Custódio.,2009; Soehardi et al.,2011).

Pelo baixo número de trabalhos na literatura que avaliem as condições que podem fragilizar a mandíbula após a instalação de implantes dentários, o objetivo do presente estudo foi , através de um teste mecânico , verificar se a variação do diâmetro e comprimento de implantes dentários instalados na região posterior interfere na resistência mandibular ao deslocamento vertical.

## Materiais e Métodos

Através de testes mecânicos estáticos seguindo as normas da ASTM ( American Society for Testing and Materials) F1839-08 foi realizado um estudo laboratorial *in vitro* em hemimandíbulas de poliuretano rígido submetidas a instalação de implantes dentários na região posterior.

A amostra foi constituída de 90 hemimandíbulas esquerdas anatômicas sintéticas padronizadas confeccionadas em poliuretano rígido da marca comercial Nacional (Jaú/São Paulo – Brasil). A altura do corpo mandibular desta amostra foi de 13mm. Destas 30 mandíbulas não foram instalados os implantes que ficando denominado de Grupo 1(G1) , grupo controle. O Grupo 2 (G2) composto também por 30 mandíbulas foram instalados 30 implantes hexágono externo modelo Ti 3,75 de diâmetro por 11 mm de comprimento da marca comercial Neodent (Curitiba/Paraná-Brasil). E o grupo 3 (G3) foram instalados 30 implantes curtos hexágono interno modelo WS de 5,0 mm de diâmetro por 5,0 mm de comprimento da marca comercial Neodent ( Curitiba/Paraná- Brasil).

A amostra foi preparada por um único operador. Os implantes dos grupos 1 e 2 foram instalados na região de primeiro pré-molar , segundo pré-molar e primeiro molar de hemimandíbulas íntegras. As fresagens ósseas para a instalação dos implantes foram confeccionadas a partir de um guia cirúrgico em resina acrílica. O implante instalado na região de primeiro pré-molar ficou a 3 mm de canino e a distância entre os implantes foi de 5mm.

Todos os três grupos deste estudo foram submetidos à teste de carregamento , em uma máquina para ensaio universal servohidráulica Instron 3382, no laboratório de testes mecânicos da empresa Neodent, tendo como objetivo avaliar a resistência ao deslocamento

dos diferentes grupos às forças verticais exercidas sobre a mandíbula.

As hemimandíbulas de poliuretano foram fixadas em dispositivo que possuíam como ponto fixo o ângulo e o côndilo mandibular . Todas as mandíbulas foram fixadas na mesma posição.

No teste de carregamento a amostra foi submetida a uma força linear na região anterior ( região entre os dentes incisivo lateral inferior esquerdo e o canino inferior esquerdo) a uma velocidade de 20mm/minuto para aplicação da carga progressiva, até a obtenção do valor de resistência do carregamento, em quilograma-força na carga final, aferindo assim o deslocamento imposto neste momento.

## Resultados

No sentido de avaliar diferenças entre os valores médios da variável Carga Máxima (N) Segundo Grupo, originou os dados da tabela 1.

Uma vez que  $n = 30$  para cada Grupo, a comparação dos valores médios da variável Carga Máxima (N) segundo Grupo foi feita através de ANOVA a um critério.

A tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas da variável Carga Máxima (N) segundo Grupo.

**TABELA 1 – ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS DA VARIÁVEL CARGA MÁXIMA (N) SEGUNDO GRUPO**

Grupo	n	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Intervalo de Confiança da Média (95%)	
					LI	LS
Mandíbula Íntegra	30	412,36	11,99	2,19	407,88	416,83
Mandíbula com Implantes Monocorticais	30	303,34	18,25	3,33	296,52	310,15
Mandíbula com Implantes Curtos	30	269,34	52,30	9,55	249,81	288,87

A tabela 2 apresenta o resultado do teste de homogeneidade de variâncias de Levene para a variável Carga Máxima (N) segundo Grupo. O resultado do teste de homogeneidade de variâncias de Levene indicou variâncias heterogêneas para a variável Carga Máxima (N) segundo Grupo, uma vez que  $p < 0,05$ .

**TABELA 2 - TESTE DE HOMOGENEIDADE DE VARIÂNCIAS DE LEVENE - CARGA MÁXIMA SEGUNDO GRUPO**

Estatística de Levene	GL.1	GL.2	Valor p
22,60	2	87	0,0000

A tabela 3 apresenta o resultado do teste ANOVA a um critério para a variável Carga Máxima (N) segundo Grupo.

A aplicação de ANOVA a um critério indicou que a variável Carga Máxima apresenta diferença estatisticamente significativa nos valores médios segundo Grupo, uma vez que  $p < 0,05$ .

TABELA 3 - ANOVA A UM CRITÉRIO - VARIÁVEL DEPENDENTE - CARGA MÁXIMA (N)

Fonte	Soma dos Quadrados	G.L.	Quadrado Médio	F	Valor p	Poder do Teste
Grupo	334949,01	2	167474,50	156,42	0,0000	0,9998
Erro	93148,42	87	1070,67			
Total corrigido	428097,43	89				

O teste de comparações múltiplas de Games Howell para variâncias heterogêneas (Anexo 1) indicou que o Grupo Mandíbula Íntegra apresentou a maior Carga Máxima, seguido pelo Grupo Mandíbula com Implantes Monocorticais. O Grupo Mandíbula com Implantes Curtos apresentou a menor Carga Máxima, e diferiu dos dois Grupos.

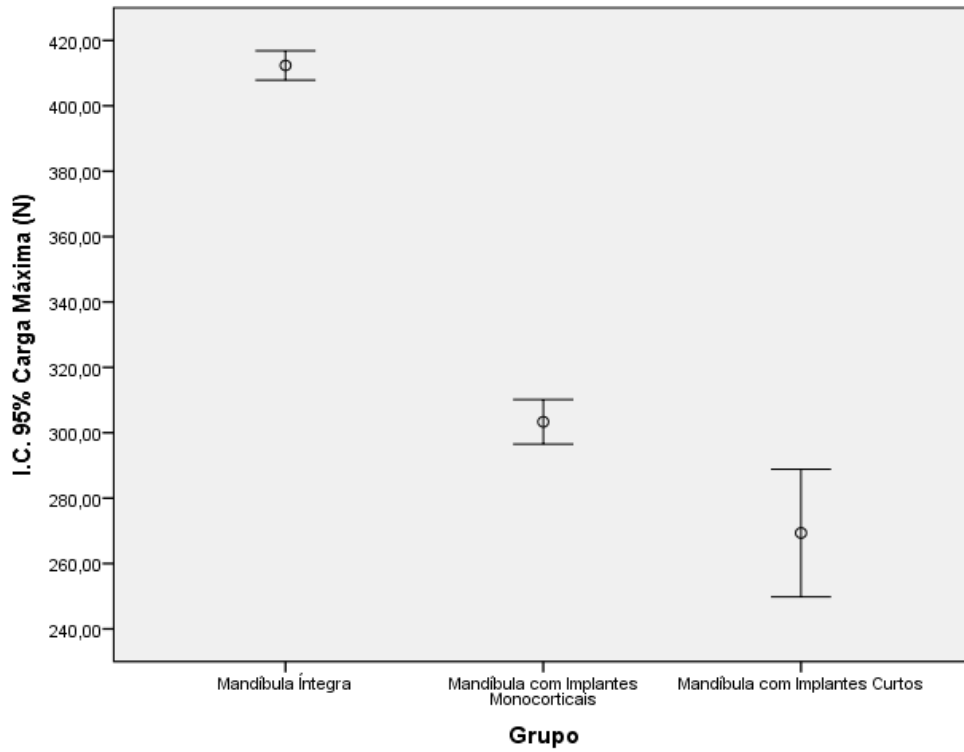
TABELA 4 - COMPARAÇÕES MÚLTIPLAS DE GAMES-HOWELL PARA VARIÂNCIAS HETEROGÊNEAS

Grupo	Grupo	Diferença Média	Valor p	I.C. 95% para a Média	
				L.I.	L.S.
Mandíbula Íntegra	Mandíbula com Implantes Monocorticais	109,0200*	0,00000	99,3900	118,6500
	Mandíbula com Implantes Curtos	143,0167*	0,00000	118,9458	167,0875
Mandíbula com Implantes Monocorticais	Mandíbula Íntegra	-109,0200*	0,00000	-118,6500	-99,3900
	Mandíbula com Implantes Curtos	33,9967*	0,00513	9,2759	58,7174
Mandíbula com Implantes Curtos	Mandíbula Íntegra	-143,0167*	0,00000	-167,0875	-118,9458
	Mandíbula com Implantes Monocorticais	-33,9967*	0,00513	-58,7174	-9,2759

O gráfico 1 a seguir apresenta os intervalos de confiança (95%) para os valores médios da variável Carga Máxima (N) segundo Grupo.



Gráfico 1 – Intervalo de Confiança (95%) da Carga Máxima (N) segundo Grupo



## **Discussão**

Quando da instalação de implantes na região posterior mandibular em pacientes com pouca disponibilidade óssea, não podemos deixar de considerar a biomecânica da mastigação e a influência fisiológica dos músculos durante o processo, provocando um stress sobre o osso mandibular. Durante a mastigação forças de tensão são produzidas no bordo superior da mandíbula, forças de compressão no bordo inferior e forças de torção na região entre os caninos (Champy et al, 1976). A região posterior da mandíbula é um ponto de flexão que está sob constante stress durante a função mastigatória e sofre fragilização quando implantes são instalados (Karlis, Bae & Glickman., 2003).

A literatura correlaciona alguns casos de fratura mandibular após a instalação de implantes dentários (Raghoobar et al, 2000; O'Sullivan, King & Jagge., 2006; Chrcanovic & Custodio., 2009; Soehardi et al. 2011) não especificando o diâmetro e comprimento dos implantes envolvidos no traço de fratura mandibular. Através da revisão da literatura não foram encontrados estudos que realizasse uma comparação entre os implantes convencionais e os implantes curtos e sua influência na fragilização da região posterior mandibular.

Os cuidados na preparação para instalação dos implantes em regiões com pouca disponibilidade óssea devem ser considerados com o intuito de prevenir possível fratura, evitando abandonar um sítio e realizar nova perfuração mesmo que não se obtenha estabilidade primária. Ter bastante cuidado com a angulação das perfurações, pois uma angulação inadequada pode predispor a fratura na região (Luna et al, 2008).

De acordo com os resultados obtidos pode dizer que a instalação de implantes causa a fragilização da mandíbula uma vez que a força necessária para deslocamento nas mandíbulas integras ( Grupo 1 – Grupo controle) foi maior. No entanto , quando comparamos os grupos 2 e 3 , percebemos que a instalação de implantes curtos com um diâmetro maior fragiliza mais a mandíbula que a instalação de implantes convencionais com diâmetro regular. Talvez a explicação consiste em um maior rompimento da cortical alveolar numa região de tensão devido ao largo diâmetro dos implantes curtos enquanto esse rompimento é menor na instalação de implantes regulares.

## **Conclusão**

Através dos dados obtidos neste estudo *in vitro* e considerando as limitações do mesmo, pode se concluir que a instalação de implantes curtos de largo diâmetro na região posterior de mandíbula causa uma maior fragilização no local quando comparados com a instalação de implantes convencionais de diâmetro regular. Devido a pequena quantidade de estudos disponíveis na literatura sobre o assunto, mais pesquisas se fazem necessárias para contribuir a prevenção de fraturas mandibulares associadas a instalação de implantes dentários.

### Agradecimentos

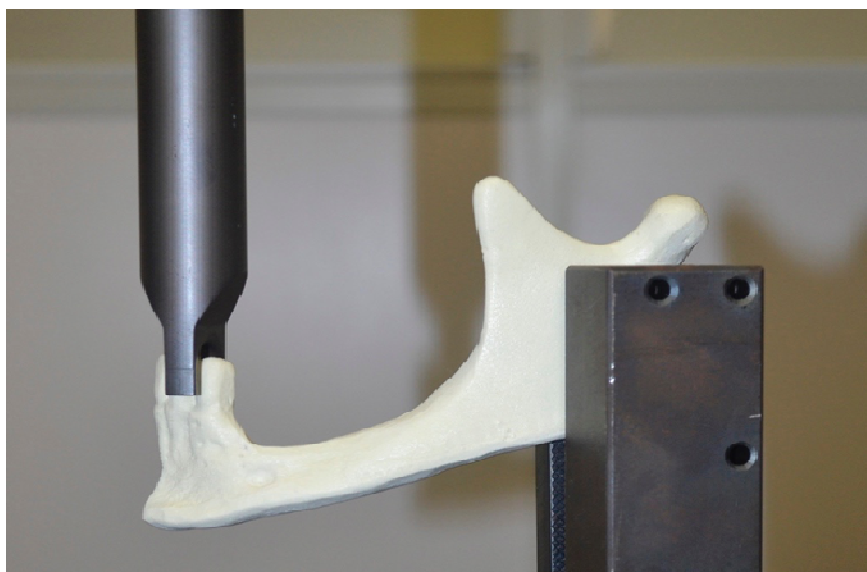
À empresa Neodent, pelo incentivo à pesquisa que permitiu a realização dos testes nas dependências do laboratório de ensaios mecânicos.

## 6 Referências

- 1- Atwood DA. J Periodontol. 1979. Bone loss of edentulous alveolar ridges. Apr;50(4 Spec No):11-21.
- 2- Louis JP. Vertical Ridge augmentation Using Titanium Mesh. Int J Oral Maxillofac Implants 13:701,1998.
- 3- Abayev B, Juodzbaly G. Inferior Alveolar Nerve Lateralization and Transposition for Dental Implant Placement. Part I: a Systematic Review of Surgical Techniques. J Oral Maxillofac Res 2015;6(1)
- 4- Cho Lee GY, Gías LN, Campo RFJ, Guerra MMF, J. Pérez S, García GR, Díaz MLP, González DJF. Distracción osteogénica vertical de injerto microvascularizado de peroné para reconstrucción mandibular y optimización de la rehabilitación implantológica. Rev Esp Cir oral Maxillofac 2010;32(2):81-87.
- 5- Mohantyr R, Kumar NN, Ravindran C. Vertical Alveolar Ridge Augmentation by Distraction Osteogenesis. Journal of Clinical and Diagnostic Research. 2015 Dec, Vol-9(12): ZC43-ZC46
- 6- Raghoebar GM1, Stellingsma K, Batenburg RH, Vissink A. Etiology and management of mandibular fractures associated with endosteal implants in the atrophic mandible. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2000 May;89(5):553-9.
- 7- O'Sullivan D, King P, Jagger D. Osteomyelitis and pathological mandibular fracture related to a late implant failure: a clinical report. J Prosthet Dent. 2006 Feb;95(2):106-10.
- 8- Chrcanovic BR, Custódio AL. Mandibular fractures associated with endosteal implants. Oral Maxillofac Surg. 2009 Dec;13(4):231-8. doi: 10.1007/s10006-009-0171-7.
- 9- Soehardi A1, Meijer GJ, Manders R, Stoelnga PJ. An inventory of mandibular fractures associated with implants in atrophic edentulous mandibles: a survey of Dutch oral and maxillofacial surgeons. Int J Oral Maxillofac Implants. 2011 Sep-Oct;26(5):1087-93.
- 10- Esposito M1, Pellegrino G, Pistilli R, Felice P. Rehabilitation of posterior atrophic edentulous jaws: prostheses supported by 5 mm short implants or by longer implants in augmented bone? One-year results from a pilot randomised clinical trial. Eur J Oral Implantol. 2011 Spring;4(1):21-30.
- 11- Annibali S, Cristalli MP, Dell'Aquila D, Bignozzi I, La Monaca G, Pilloni A. Short dental implants: a systematic review. J Dent Res. 2012 Jan;91(1):25-32.
- 12- Pistilli R, Felice P, Piattelli M, Gessaroli M, Soardi E, Barausse C, Buti J, Corvino V, Esposito M. Posterior atrophic jaws rehabilitated with prostheses supported by 5 × 5 mm implants with a novel nanostructured calcium-incorporated titanium surface or by longer implants in augmented bone. One-year results from a randomised controlled trial. Eur J Oral Implantol 2013;6(4):343–357

- 13- Kang N, Wu YY, Gong P, Yue L, Ou GM. A study of force distribution of loading stresses on implant-bone interface on short implant length using 3-dimensional finite element analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2014 Nov;118(5):519-23.
- 14- Kim S, Kim Sungtae, Choi , Woo D, Y Park BY, Shim SJ, Kim SH, Lee WK. A Three-Dimensional Finite Element Analysis of Short Dental Implants in the Posterior Maxilla. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2014;29:155–164.
- 15- Esposito M, Pistilli R, Barausse C, Felice P. Three-year results from a randomised controlled trial comparing prostheses supported by 5-mm long implants or by longer implants in augmented bone in posterior atrophic edentulous jaws. *Eur J Oral Implantol* 2014;7(4):383–395.
- 16- Esposito M, Cannizzaro G, Soardi E, Pistilli R, Piattelli M, Corvino V, Felice P. Posterior atrophic jaws rehabilitated with prostheses supported by 6 mm-long, 4 mm-wide implants or by longer implants in augmented bone. Preliminary results from a pilot randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol.* 2012 Spring;5(1):19-33

**Figura 1** – Hemimandíbula esquerda íntegra



**Figura 2:** Hemimandíbula esquerda com instalação de três implantes dentários Titamax Ti 3,75 mm de diâmetro por 11 mm de comprimento da marca comercial Neodent ( Curitiba/Paraná-Brasil).

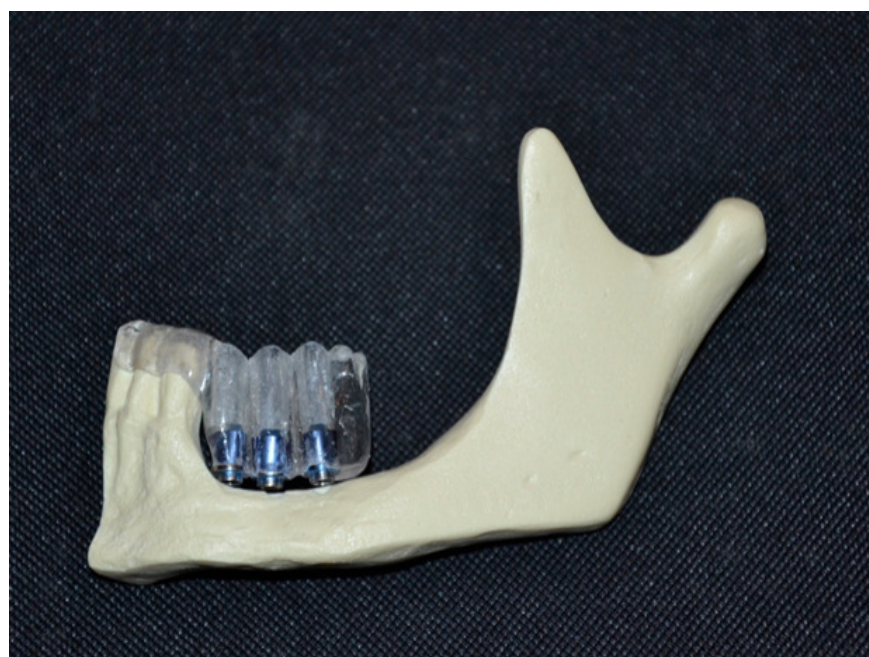




**Figura 3 :** Hemimandíbula esquerda com instalação de três implantes WS Cone *Morse* de 5,0 mm de diâmetro por 5,0 mm de comprimento da marca comercial Neodent (Curitiba/Paraná-Brasil).



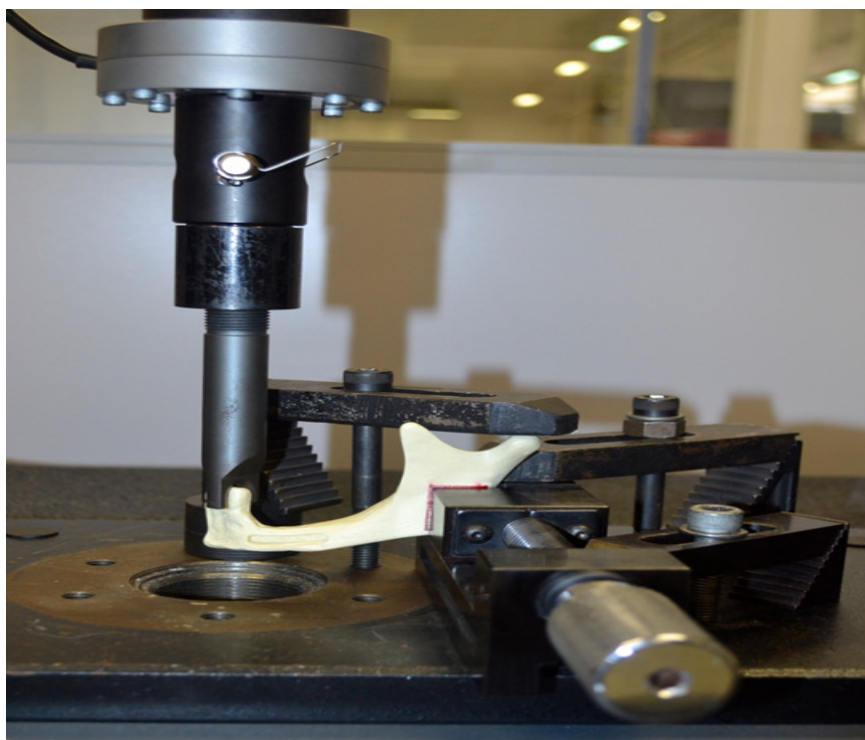
**Figura 4 :** Guia cirúrgico em resina acrílica para a instalação dos implantes Titamax Ti 3,75 mm de diâmetro por 11 mm de comprimento da marca comercial Neodent® (Curitiba/Paraná-Brasil).



**Figura 5 :** Guia em resina acrílica para instalação dos implantes WS Cone Morse de 5,0 mm de diâmetro por 5,0 mm de comprimento da marca comercial Neodent (Curitiba/Paraná-Brasil).



**Figura 6 :** Hemimandíbula submetida a força linear na região anterior para a aplicação de carga progressiva , até a obtenção do valor de resistência ao carregamento.



## Resultado dos Testes Mecânicos

Mandíbula íntegra	Grupo	Carga Máxima (N)
1	1	412,65
2	1	400,64
3	1	414,82
4	1	409,32
5	1	417,63
6	1	413,59
7	1	400,63
8	1	434,11
9	1	388,30
10	1	418,13
11	1	421,03
12	1	399,84
13	1	388,15
14	1	409,28
15	1	416,50
16	1	423,18
17	1	417,19
18	1	421,14
19	1	433,19
20	1	411,78
21	1	413,53
22	1	388,25
23	1	399,31
24	1	416,37
25	1	409,21
26	1	427,74
27	1	406,78
28	1	412,90
29	1	421,79
30	1	423,78

Mandíbula com implantes convencionais	Grupo	Carga Máxima (N)
1	2	273,18
2	2	301,43
3	2	311,87
4	2	334,27
5	2	273,48
6	2	295,13
7	2	336,18
8	2	321,77
9	2	296,64
10	2	280,97
11	2	318,62
12	2	300,85
13	2	303,63
14	2	311,35
15	2	321,64
16	2	294,61
17	2	290,80
18	2	297,65
19	2	287,56
20	2	329,75
21	2	298,01
22	2	301,88
23	2	309,89
24	2	291,02
25	2	331,06
26	2	330,94
27	2	302,45
28	2	298,04
29	2	289,17
30	2	275,32

Mandíbula com implantes curtos	Grupo	Carga Máxima (N)
1	3	200,06
2	3	354,79
3	3	343,99
4	3	266,56
5	3	269,32
6	3	239,99
7	3	301,59
8	3	331,13
9	3	273,98
10	3	321,62
11	3	267,53
12	3	308,71
13	3	294,24
14	3	175,23
15	3	301,75
16	3	287,72
17	3	313,64
18	3	167,20
19	3	204,14
20	3	184,32
21	3	273,76
22	3	238,19
23	3	324,15
24	3	252,05
25	3	283,61
26	3	341,29
27	3	187,90
28	3	266,32
29	3	251,47
30	3	254,01

## ARTIGO 2 – CAPÍTULO DE LIVRO QUE ESTÁ EM FASE DE ENVIO PARA PUBLICAÇÃO NO LIVRO PRO-ODONTO IMPLANTODONTIA

### **O Nervo Trigêmeo e a Implantodontia: Considerações anatomofisiológicas**

Bruno Viezzer Fernandes

Paulino Alves

Leandro Eduardo Klüppel

#### **Introdução**

No âmbito da implantodontia, assim como todas as áreas da Odontologia que envolvem qualquer tipo de intervenção cirúrgica, é necessário ter conhecimento da inervação da face e da cavidade oral.

Doze pares de nervos cranianos originam-se no encéfalo e são responsáveis pela inervação sensitiva e motora da cabeça e pescoço, incluindo músculos voluntários e involuntários, sensibilidade geral e específica. Dentre eles, o nervo trigêmeo (V par) representa uma importante estrutura quando refere-se à prática odontológica.

#### **Generalidades Sobre o Nervo Trigêmeo**

O quinto par de nervos cranianos é um nervo misto, sendo responsável pela informação sensorial de praticamente toda a face, mucosa bucal, dentes e gengiva (Fig.1). Seu componente motor divide-se para os músculos da mastigação, tensor do tímpano, tensor do véu palatino, milohióideo e ventre anterior do músculo digástrico. É denominado nervo trigêmeo por possuir três grandes ramos que distribuem-se em grande parte da face: os nervos oftálmico ( $V_1$ ), maxilar ( $V_2$ ) e mandibular ( $V_3$ ) (Fig.2).

As três grandes divisões do trigêmeo ( $V_1$ ,  $V_2$  e  $V_3$ ) deixam a fossa craniana média através da fissura orbital superior, forame redondo e forame oval respectivamente. O nervo oftálmico transmite estímulos táteis, dolorosos, térmicos e informação proprioceptiva provenientes da conjuntiva, córnea, órbita, pele do terço superior da face e seios etmoidal e frontal. Já o nervo maxilar é considerado um ramo essencialmente sensitivo para a região da maxila, pele sobrejacente, cavidade nasal, palato, nasofaringe e meninge das fossas cranianas anterior e média. A sensibilidade da pele das regiões zigomática e temporal é dada pelos nervos zigomaticofacial e zigomaticotemporal respectivamente, ambos ramos do nervo zigomático. Este possui seu curso no interior do osso zigomático, parede lateral e assoalho da órbita, atravessando a fissura orbital inferior para alcançar o nervo maxilar (Fig.3).

#### **Nervo Maxilar**

Ao atingir o alto da fossa pterigopalatina, através do forame redondo, o nervo maxilar ramifica-se originando o nervo palatino que cruza o gânglio pterigopalatino sem realizar sinapses. Logo após origina os ramos nasais posteriores superiores e o nervo nasopalatino, o qual alcança a região anterior da maxila inervando a mucosa na região anterior do septo nasal, além da mucosa palatina entre caninos e incisivos centrais após atravessar o canal e forame incisivo (Fig.4). Em direção mais inferior na fossa pterigopalatina surgem os ramos nasais posteriores inferiores para a cavidade e septo nasal, os nervos palatinos maior e menores. A sensibilidade para a mucosa do palato duro posterior à região do canino é dada pelo nervo palatino maior, que ao deixar o forame palatino maior percorre o palato duro em direção anterior, localizado entre o periósteo e a mucosa palatina. Os nervos palatinos menores são provenientes dos forames palatinos menores, dirigindo-se para a mucosa e glândulas do palato mole (Fig.5).

Na região da tuberosidade da maxila origina-se o nervo alveolar superior posterior, inervando a parte posterior da mucosa do seio maxilar, o processo alveolar, periodonto, gengiva e polpa dos molares superiores. O nervo infraorbital é a continuação anatômica do nervo maxilar após cruzar a fissura orbital inferior, percorrendo o assoalho da órbita e ocupando o canal infraorbital, de onde emite os nervos alveolares superiores anteriores e nervo alveolar superior médio. Estes são responsáveis pela inervação da região anterior da mucosa do seio maxilar, processo alveolar, periodonto e polpa dos dentes incisivos, caninos e pré-molares superiores. Ao emergir pelo forame homônimo, o nervo infraorbital provê a sensibilidade do lábio superior, da gengiva vestibular dos dentes anteriores e pré-molares superiores e parte da pele da face, incluindo a asa do nariz, região paranasal e pálpebra inferior (Fig.6).

### **Nervo Mandibular**

É o terceiro ramo do nervo trigêmeo que caracteriza-o como um nervo misto, pois o nervo mandibular possui componentes funcionais motores e sensitivos. Ao deixar o forame oval, sua menor porção motora emite ramos aos músculos pterigóideo medial, tensor do véu palatino e tensor do tímpano. O nervo massetérico cruza a incisura da mandíbula e alcança a porção profunda do músculo masseter. Superiormente são derivados os nervos temporais profundos anterior e posterior que penetram na porção profunda do músculo temporal após cruzar o músculo pterigóideo lateral, o qual recebe o nervo homônimo que percorre uma parte de seu trajeto junto do nervo bucal. O nervo milo-hióideo segue o trajeto do nervo alveolar inferior (NAI), separando-se antes de sua entrada no canal mandibular. Em direção anteroinferior junto ao ramo mandibular, atinge a superfície inferior do músculo milo-hióideo onde divide-se para inervá-lo, emitir um ramo ao ventre anterior do músculo digástrico e algumas fibras sensitivas para a região anterior da mandíbula. Além de sua função essencialmente motora, os nervos massetérico e temporal profundo posterior possuem fibras condutoras de informações proprioceptivas da cápsula da articulação temporomandibular (ATM) (Fig.7).

Os ramos sensitivos do nervo mandibular são mais calibrosos e distribuídos amplamente pela face. Logo após sua saída do forame oval, origina um ramo meníngeo que retorna ao crânio

pelo forame espinhoso acompanhando a artéria meníngea média, dividindo-se para dar a sensibilidade à meninge das fossas cranianas anterior e média. Na sequência, em direção posterior, o nervo auriculotemporal é emitido e passa medialmente ao colo da mandíbula. Seguindo o curso da artéria temporal superficial, distribui-se juntamente com seus ramos para dar a sensibilidade de grande área da região temporal, parte superior do pavilhão da orelha, meato acústico externo, membrana timpânica e glândula parótida, sendo também responsável pela propriocepção da cápsula articular da ATM. Apesar da relação topográfica, não participa da atividade secretora da glândula parótida, exclusivamente atribuída às fibras do nervo glossofaríngeo que acompanham o trajeto do nervo auriculotemporal.

Dentre suas diversas ramificações, os nervos bucal, lingual e alveolar inferior são ramos que devem ter atenção especial em relação à cirurgia bucal. O primeiro dita a sensibilidade da mucosa jugal, pele da bochecha e gengiva vestibular dos dentes molares inferiores. Surgindo junto do nervo temporal profundo anterior, percorre a face medial do ramo mandibular cruzando-o superficialmente ao nível da base do processo coronóide, antes de se estender à pele e mucosa jugal atravessando o músculo bucinador. Os últimos são os ramos mais calibrosos da terceira divisão do trigêmeo, carregando informações de sensibilidade geral da mandíbula, dentes inferiores, mucosa oral e dos dois terços anteriores da língua de cada lado (Fig.8). Ao separarem-se em direção ao espaço pterigomandibular, o nervo lingual localiza-se anteriormente e segue em direção inferior junto à superfície medial do ramo mandibular. Na região retromolar encontra-se logo abaixo da mucosa, em seguida aprofunda-se para emitir seus ramos linguais e sublingual, dando sensibilidade aos dois terços anteriores da língua e à mucosa respectivamente. Além da função sensitiva, o nervo lingual transporta algumas fibras aferentes gustatórias do nervo corda do tímpano (ramo do nervo facial) e fibras eferentes parassimpáticas secretomotoras para as glândulas salivares submandibular e sublingual (Fig.9).

O nervo alveolar inferior (NAI) transmite a sensibilidade do processo alveolar, periodonto e polpa dos dentes inferiores de cada lado. Pode ser considerado a ramificação mais importante quando se trata de reabilitação com implantes na arcada inferior pelo fato de adentrar a mandíbula pelo forame mandibular na face medial do ramo, acompanhado de artéria, veia e vasos linfáticos, compondo o feixe neurovascular alveolar inferior (Fig.10).

Ao alcançar a região de pré-molares inferiores, o NAI divide-se de maneira a emitir os nervos mental e incisivo. O nervo incisivo segue na direção dos dentes anteriores, apresentando variações individuais de trajeto e número de ramos. Em alguns casos o canal incisivo é identificável em exames de imagem (Fig.11), porém frequentemente o nervo e suas ramificações percorrem os espaços intertrabeculares sem delimitação radiográfica aparente.<sup>15,22,27</sup> A avaliação através de radiografias panorâmicas parece subestimar a presença do canal incisivo, como demonstrado em estudos com dissecação anatômica (Fig.12) e tomografia computadorizada (TC).<sup>3,10,22</sup> A região anterior da mandíbula também possui inervação sensitiva suplementar proveniente dos nervos lingual e milohióideo através de foraminas acessórias na face lingual da sínfise e do forame lingual (anatomicamente variável), que chegam ao mento ósseo e dentes incisivos inferiores (Fig.9). Tais individualidades devem ser levadas em conta durante o



planejamento e execução de procedimentos cirúrgicos na região interforames.<sup>15</sup>

O nervo mental é responsável pela sensibilidade da pele do mento, mucosa e pele do lábio inferior, da mucosa e gengiva vestibular da região anterior da mandíbula. Percorrendo a continuação anatômica do canal mandibular, forma uma curva em direção lateral, superior e posterior para emergir do forame mental (Fig.13). A curva formada pelo trajeto do canal mental é denominada *loop* anterior e representa uma estrutura de referência durante o plano de tratamento para a instalação de implantes, uma vez que devem ser posicionados o mais distal quanto possível na reabilitação de mandíbulas edêntulas.<sup>6</sup> Apesar de ser aceito como uma estrutura anatômica consistentemente presente, na literatura são relatadas prevalências muito variáveis, podendo ser confundido como a continuação do canal incisivo.<sup>4,6,12,14,22</sup> Sua avaliação pré-operatória deve ser realizada através de exames de imagem, como radiografia panorâmica e TC. Apesar de indicado no protocolo Brånemark original, o uso de radiografias panorâmicas foi advertido por vários autores como impreciso na identificação e mensuração do *loop* anterior.<sup>1,2,9,14</sup> Tomografias computadorizadas helicoidais *multi-slice* ou do tipo *cone-beam* podem revelar mais precisamente a topografia da mandíbula no planejamento para instalação de implantes. Como seu comprimento também é descrito inconstantemente, as distâncias de segurança recomendadas para a instalação de implantes anteriores ao forame mental variam de 1,0 a 6,0mm (Fig.14).<sup>6</sup>

No entanto, alguns autores citam que mesmo com o uso de TC é difícil visualizar e identificar os componentes do nervo alveolar inferior devido ao seu curso intra-ósseo complexo. Além disso, o *loop* anterior apresenta morfologia peculiar. Quase todas as mandíbulas tendem a apresentar, geralmente, um *loop* anterior com um ângulo agudo.<sup>8</sup> Porém, Kamijo<sup>11</sup> descreveu que aproximadamente 30% dos *loops* não apresentam-se em ângulo agudo.

Num estudo com 37 mandíbulas edêntulas utilizando TC *multi-slice*, Gómez-Román *et al*<sup>6</sup> encontraram uma prevalência do *loop* anterior de 97,3% em ao menos um lado da mandíbula, em sua maioria contendo entre 2,0 e 4,0mm, recomendando uma distância de segurança de 5,0mm mesial à margem anterior do forame mental para a instalação de implantes. Apostolakis *et al*<sup>1</sup> identificaram o *loop* através de TC *cone-beam* em 48% das hemimandíbulas avaliadas num total de 93 pacientes, possuindo até 3mm de extensão anterior em 95% dos casos e ultrapassando 5mm em 2% deles. Valores de sua extensão acima de 6mm foram relatados, porém representam exceções.<sup>1</sup> Existe um consenso entre os autores de que não se pode presumir a simetria entre os lados de um mesmo paciente, e de que gênero e idade não possuem influência significativa nas mensurações obtidas.<sup>1,6</sup> Devido à alta variabilidade anatômica do *loop* anterior, sugere-se que seja utilizada a TC no planejamento cirúrgico de cada paciente para determinação da zona de segurança visando a instalação de implantes próximos ao forame mental.<sup>4,6</sup>

O feixe neurovascular alveolar inferior é vulnerável a lesões patológicas ou iatrogênicas. Em procedimentos cirúrgicos o NAI pode ser danificado diretamente por meio da perfuração ou instalação do implante excessivamente profundos (Fig.15). Da mesma forma, danos indiretos ao feixe podem provocar neuropatias, como no caso da perda de suprimento sanguíneo ou da formação de um hematoma intraneural após o rompimento traumático da artéria alveolar inferior.<sup>7,15</sup> Exodontia de terceiros molares, osteotomias segmentares, remoção de enxertos,

tratamento endodôntico e invasões tumorais também são causas comuns de dano parcial ou total ao feixe neurovascular. Essas injúrias resultam em distúrbios sensoriais como parestesia e disestesia na região de lábio inferior e mento, bem como hemorragias devido à presença da artéria e veia no interior do canal mandibular. Portanto, o conhecimento da configuração morfológica, características histológicas e trajeto do feixe neurovascular é de grande importância para o diagnóstico, plano de tratamento e procedimentos cirúrgicos em si. Apesar da qualidade dos exames de imagem disponíveis atualmente, algumas particularidades não podem ser identificadas devido a variações na densidade óssea e limitações de resolução das imagens.<sup>4,15</sup>

Em seu trajeto, o NAI pode apresentar variações: como um único feixe principal derivando diversas ramificações; como dois grandes feixes com canais individuais (canal bífido); ou como um plexo (similar ao plexo braquial dos membros superiores) (Fig.16-18). Estudos histológicos<sup>15,27</sup> e imunohistoquímicos<sup>13</sup> revelaram que mesmo na presença de um único feixe principal o NAI apresenta seus ramos mental e dental distintos ao nível microscópico na região de molares, envolvidos separadamente por perineuro e dividindo o curso do canal mandibular com a artéria alveolar inferior. O ramo mental é o mais espesso, contendo três a quatro fascículos de fibras que originam o nervo de mesmo nome. Já o ramo dental, responsável pela inervação dos dentes inferiores, torna-se mais fino ao longo do trajeto e continua como nervo incisivo na região anterior. Ambos são cobertos pelo epineuro e circundados por tecido conjuntivo, o qual torna-se mais frouxo e abundante próximo ao forame mental onde o NAI apresenta-se fasciculado.<sup>15,27</sup> Pela maior espessura de tecido conjuntivo e espaços intersticiais em direção anterior, um trauma hemorrágico poderia causar menor dano às fibras nervosas em comparação com a região posterior da mandíbula (Fig.19-21).<sup>15</sup>

O canal bífido, correspondente aos ramos mental e dental percorrendo paralelamente canais separados, foi encontrado em 6,7% dos 30 cadáveres embalsamados avaliados através de dissecação anatômica e microtomografia computadorizada (micro-TC) no estudo de Hur *et al*<sup>7</sup> (Fig.17, Fig.22). Identificados em 43,3% desses espécimes, os ramos retromolares são variações anatômicas do NAI originadas na região do terceiro molar em direção lingual para inervar a região retromolar e linha milo-hióidea (Fig.23).<sup>7,19,27</sup>

As paredes ósseas do canal mandibular são constituídas de osso trabecular, apresentando uma conformação cribiforme e alterações ao longo de seu curso. Na região do ramo mandibular pode encontrar-se fusionado tanto com a face interna da cortical óssea vestibular quanto da cortical lingual, representando um potencial obstáculo na obtenção de enxertos autógenos. Espessuras que variam de 2 a 5mm têm sido sugeridas para a obtenção de blocos ósseos do ramo sem prejudicar o NAI, porém a avaliação individual se faz necessária devido à alta variabilidade anatômica.<sup>5,15,16,17,18</sup>

Os enxertos em bloco provenientes do ramo mandibular são amplamente utilizados em casos que necessitam de reconstrução óssea prévia à instalação de implantes (Fig.24). Num estudo histomorfométrico realizado em 20 hemimandíbulas dentadas embalsamadas, Yu *et al*<sup>27</sup> encontraram distâncias médias maiores do que 10mm entre a face externa da cortical óssea vestibular à face interna da cortical do canal mandibular na região de molares. Em contrapartida,

Kilic *et al*<sup>12</sup> relataram uma média de 4,6mm entre o canal e a margem vestibular. No mesmo estudo, a altura média da base da mandíbula ao canal foi de 10,5mm (Fig.25). Leong *et al*<sup>16</sup> realizaram osteotomias para remoção de blocos do ramo na região de molares em mandíbulas de cadáveres, encontrando alturas médias de 12,2mm da junção amelocementária ao aspecto superior do canal mandibular, e de 10mm da crista alveolar ao canal em mandíbulas edêntulas. No mesmo estudo, identificaram uma espessura média da cortical do bloco removido de 2,7mm. Segundo Hur *et al*<sup>7</sup>, Kilic *et al*<sup>12</sup>, o canal possui aproximadamente 3mm de diâmetro na região de molares, com os diâmetros médios do NAI e da artéria alveolar inferior correspondendo a 1,84mm e 0,42mm respectivamente. Supõe-se que, pela localização mais superior e lingual da artéria alveolar inferior no interior do canal, há maior probabilidade de que um dano à sua porção superior durante a instalação de implantes causaria sangramento antes de atingir o nervo (Fig.26). Na ausência de dano direto, os prejuízos funcionais do NAI seriam consequência do sangramento e edema, com uma melhora esperada após a resolução espontânea do hematoma.<sup>15</sup>

Nas últimas duas décadas, a instalação de implantes se tornou uma opção real e confiável de tratamento para mandíbulas total ou parcialmente edêntulas.<sup>23</sup> A reabsorção óssea após a perda dos dentes posteriores resulta na redução das distâncias vestibular e superior ao feixe neurovascular, fato que deve ser levado em consideração no planejamento da reabilitação.<sup>16,27</sup> Partindo dessa situação, algumas alternativas são disponíveis como maneira de resolução, tais como o uso de implantes curtos, enxertos ósseos e lateralização do nervo alveolar inferior.<sup>24</sup>

### **Considerações Finais**

Os conceitos básicos da anatomia específica devem ser aplicados desde a anestesia até o procedimento cirúrgico propriamente dito, levando em consideração as situações individuais e a disponibilidade dos recursos de diagnóstico e planejamento. A atualização profissional contínua se faz necessária com a evolução desses recursos, já que sua correta indicação depende da correlação entre as necessidades de cada caso e os acidentes anatômicos comuns à região de interesse.

## Legendas

Fig.1: O Nervo trigêmeo e suas divisões. (Norton NS, 2007)

Fig.2: Áreas somestésicas da face correspondentes às divisões do nervo trigêmeo. (Norton, 2007)

Fig.3: Nervos oftálmico ( $V_1$ ) e maxilar ( $V_2$ ) com suas ramificações. (Norton, 2007)

Fig.4: Vista do septo nasal demonstrando o trajeto do nervo nasopalatino.

Fig.5: Áreas de inervação da mucosa palatina e seus respectivos nervos.

Fig.6: Trajeto dos ramos alveolares e nervo infra-orbital.

Fig.7: Nervo trigêmeo com seus ramos motores para os músculos da mastigação. (Norton, 2007)

Fig.8: Ramificações do nervo mandibular. (1) N. mandibular. (2) N. temporal profundo anterior. (3) N. bucal. (4) N. lingual. (5) N. alveolar inferior com ramos dentais e peridentais. (6) N. milohióideo. (7) N. mentual. (Rizzolo, Madeira, 2009)

Fig.9: Vista da face medial da mandíbula com ramos do nervo mandibular. (1) N. mandibular. (2) N. temporal profundo anterior. (3) N. bucal. (4) N. alveolar inferior. (5) N. milo-hióideo. (6) N. lingual. (7) Ramos gengivais. (8) Glândula submandibular. (9) Glândula sublingual. (10) Músculo milohióideo. (11) Músculo digástrico. (Rizzolo, Madeira, 2009)

Fig.10: Nervo alveolar inferior em seu trajeto intra-ósseo para inervar os dentes inferiores (em amarelo).

Fig.11: Imagem de TC de mandíbula demonstrando (1) o canal mandibular e (2) o canal incisivo.

Fig.12: As características intraósseas de estruturas importantes como o NAI são estudadas através de dissecação anatômica. (De Andrade *et al*, 2001)

Fig.13: Imagem de TC de hemimandíbula demonstrando o *loop* anterior (em vermelho) e o canal incisivo (em amarelo).

Fig.14: Mensuração do *loop* anterior em TC *cone-beam*. (Apostolakis, Brown, 2011)

Fig.15: Implante instalado em posição excessivamente profunda resultando em dano ao feixe

neurovascular alveolar inferior.

Fig.16: Mandíbula dissecada demonstrando o NAI disposto como um único feixe principal. (Hur *et al*, 2013)

Fig.17: Variação anatômica do NAI: canal bífido. (Hur *et al*, 2013)

Fig.18: Variação anatômica do NAI: como um plexo derivando ramos acessórios à região de molares. (Hur *et al*, 2013)

Fig.19: Corte histológico do canal mandibular demonstrando a artéria alveolar inferior (IAA) e a área do NAI (pontilhado) contendo seus ramos mental (MN) e dental (DN). Bu, lado vestibular; Li, lado lingual. (Lee *et al*, 2015)

Fig.20: Corte histológico demonstrando o feixe do NAI fasciculado. (Lee *et al*, 2015)

Fig.21: Secção do nervo incisivo (DN) percorrendo seu canal juntamente com a artéria alveolar inferior (IAA). (Lee *et al*, 2015)

Fig.22: Aspecto radiográfico do canal mandibular bífido com os ramos dental (seta amarela) e mental (seta vermelha) do NAI direito.

Fig.23: Variação anatômica do NAI: ramos retromolares em (A) dissecção anatômica e (B) micro-TC. (Hur *et al*, 2013)

Fig.24: Remoção de enxerto em bloco do ramo mandibular.

Fig.25: Mensurações realizadas para a determinação do posicionamento do canal mandibular em estudos com dissecção anatômica. (Kilic *et al*, 2010)

Fig.26: Esquema de secção transversal da região posterior de mandíbula demonstrando a disposição do conteúdo do feixe neurovascular alveolar inferior. Artéria alveolar inferior (vermelho), ramos mental (amarelo) e dental (verde) no interior do canal mandibular. Bu, lado vestibular; Li, lado lingual. (Lee *et al*, 2015)

## Referências bibliográficas

- 1- Apostolakis D, Brown JE. The anterior loop of the inferior alveolar nerve: Prevalence, measurement of its length and a recommendation for interforaminal implant installation based on cone beam CT imaging. *Clin Oral Impl Res.* 2012;23: 1022–30.
- 2- Arzouman MJ, Otis L, Kipnis V, et al. Observations of the anterior loop of the inferior alveolar canal. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1993;8:295–300.
- 3- De Andrade E, Otomo-Corgel J, Pucher J, et al. The intraosseous course of the mandibular incisive nerve in the mandibular symphysis. *Int J Period Rest Dent.* 2001;21:591-97.
- 4- Forni A, Sánchez-Garcés A, Gay-Escoda C. Identification of the mental neurovascular bundle: A comparative study of panoramic radiography and computer tomography. *Implant Dent.* 2012;21:516-21.
- 5- Fujita A, Shintani S. Computed tomographic analysis of the mandibular body and ramus in Japanese patients: Relevance to bone harvesting from the mandibular ramus. *Implant Dent.* 2015;24:402-6.
- 6- Gómez-Román G, Lautner NV, Goldammer C, et al. Anterior loop of the mandibular canal - A source of possible complications. *Implant Dent.* 2015;24:578-85.
- 7- Hur MS, Kim HC, Won SY, et al. Topography and spatial fascicular arrangement of the human inferior alveolar nerve. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2013;15(1):88–95.
- 8- Iwanaga J, Saga T, Tabira Y, Watanabe K, Yamaki K. A novel method for visualization of the inferior alveolar nerve for clinical and educational purposes. *J Oral Biosciences.* 2016. In Press, Corrected Proof.
- 9- Iyengar AR, Patil S, Nagesh KS, et al. Detection of anterior loop and other patterns of entry of mental nerve into the mental foramen: A radiographic study in panoramic images. *J Dent Implants.* 2013;3(1):21–5.
- 10- Jacobs R, Mraiwa N, van Steenberghe D, et al. Appearance of the mandibular incisive canal on panoramic radiographs. *Surg Radiol Anat.* 2004; 26:329-33.
- 11- Kamijo Y. *Oral anatomy.* 1<sup>a</sup> ed. Tokyo: Anatom Co.; 1967.
- 12- Kilic C, Kamburoglu K, Ozen T, et al. The position of the mandibular canal and histologic feature of the inferior alveolar nerve. *Clin Anat.* 2010;23:34–42.

- 13- Kçiku L, Weiglein AH, Pertl C, et al. Histology and intramandibular course of the inferior alveolar nerve. *Clin Oral Invest*. 2011;15:1013-16.
- 14- Kuzmanovic DV, Payne AG, Kieser JA, et al. Anterior loop of the mental nerve: A morphological and radiographic study. *Clin Oral Implants Res*. 2003;14:464–71.
- 15- Lee MH, Kim HJ, Kim DK, Yu SK. Histologic features and fascicular arrangement of the inferior alveolar nerve. *Arch Oral Biol*. 2015;60:1736-41.
- 16- Leong DJM, Li J, Moreno I, et al. Distance between external cortical bone and mandibular canal for harvesting ramus graft: A human cadaver study. *J Periodontol*. 2010;81:239–43.
- 17- Misch CM. Comparison of intraoral donor sites for onlay grafting prior to implant placement. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1997;12:767-76.
- 18- Misch CM. Use of the mandibular ramus as a donor site for onlay bone grafting. *J Oral Implantol*. 2000;26(1):42–49.
- 19- Motamedi MHK, Gharedaghi J, Mehralizadeh S, et al. Anthropomorphic assessment of the retromolar foramen and retromolar nerve: anomaly or variation of normal anatomy? *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2016;45:241–244.
- 20- Norton NS. *Netter, atlas da cabeça e pescoço*. Rio de Janeiro: Elsevier; 2007.
- 21- Rizzolo RJC, Madeira MC. *Anatomia facial com fundamentos de anatomia geral*. 3<sup>a</sup> ed. São Paulo: Sarvier; 2009.
- 22- Romanos GE, Papadimitriou DEV, Royer K, et al. The presence of the mandibular incisive canal: A panoramic radiographic examination. *Implant Dent*. 2012; 21:202-6.
- 23- Van Der Weijden GA, Van Bommel KM, Renvert S. Implant therapy in partially edentulous periodontally compromised patients: a review. *J Clin Periodontol* 2005;32:506-11.
- 24- Vetromilla BM, Moura LB, Sonogo CL, Torriani MA, Chagas Jr OL. Complications associated with inferior alveolar nerve repositioning for dental implant placement: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2014;43:1360-6.
- 25- Wilson-Pauwels L, Akesson EJ, Stewart PA. *Cranial nerves: Anatomy and clinical comments*. Toronto: B.C. Decker; 1988.

26- Wilson-Pauwels L, Akesson EJ, Stewart PA, Spacey SD. Cranial nerves in health and disease. Londres: B.C. Decker; 2002.

27- Yu SK, Lee MH, Jeon YH, et al. Anatomical configuration of the inferior alveolar neurovascular bundle: A histomorphometric analysis. Surg Radiol Anat. 2016;38:195-201.