



MESTRADO EM ODONTOLOGIA

SIDNEY EIJI WATINAGA

**ESTABILIDADE PRIMÁRIA DE IMPLANTES INSERIDOS
EM ALVÉOLOS DE EXTRAÇÃO X ÁREAS DE REBORDO
EDÊNTULOS. ESTUDO EM HUMANOS.**

Guarulhos

2015

SIDNEY EIJI WATINAGA

**ESTABILIDADE PRIMÁRIA DE IMPLANTES INSERIDOS
EM ALVÉOLOS DE EXTRAÇÃO X ÁREAS DE REBORDO
EDÊNTULOS. ESTUDO EM HUMANOS.**

Dissertação apresentada à Universidade Guarulhos para
a obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Área de Concentração: Implantodontia

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Luciene Cristina de Figueiredo

Co-orientadores: Prof. Dr. Jamil Awad Shibli

Prof. Dr. Sergio Alexandre Gehrke

Guarulhos

2015

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas Fernando Gay da Fonseca

W333e

Watinaga, Sidney Eiji

Estabilidade primária de implantes inseridos em alvéolos de extração x áreas de rebordo edêntulos. Estudo em humanos. / Sidney Eiji Watinaga. -- 2015.

42 f.; 31 cm.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Luciene Cristina de Figueiredo

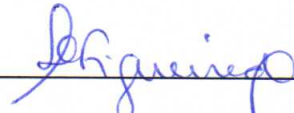
Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Centro de Pós-Graduação e Pesquisa e Extensão, Universidade Guarulhos, Guarulhos, SP, 2015.

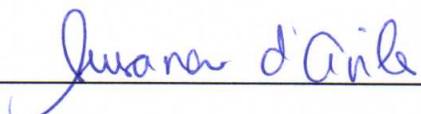
1. Análise de frequência de ressonância, 2. Implante dental 3. Estabilidade do implante 4. Alvéolos de extração 5. Estudos longitudinais I. Título II. Figueiredo, Luciene Cristina de (Orientadora). III. Universidade Guarulhos

CDD. 617.5

A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de MESTRADO, intitulada “ESTABILIDADE PRIMÁRIA DE IMPLANTES INSERIDOS EM ALVÉOLOS DE EXTRAÇÃO X ÁREAS DE REBORDO EDÊNTULOS” em sessão pública realizada em 27 de março de 2015, considerou o candidato SIDNEY EIJI WATINAGA aprovado.

COMISSÃO EXAMINADORA:

1. Profa. Dra. Luciene Cristina de Figueiredo (UnG)  _____

2. Profa. Dra. Susana D'Avila (ADOCI)  _____

3. Profa. Dra. Alessandra Cassoni Ferreira (UnG)  _____

Guarulhos, 27 de Março de 2015.

“Um homem só tem o direito de olhar um outro de cima
para baixo para ajudá-lo a levantar-se.”

GABRIEL GARCÍA MÁRQUEZ

DEDICATÓRIA

Aos meus queridos pais, Tuyoshiro e Reiko, minha referencia de vida; sempre me ensinaram e orientaram a trilhar o caminho da honestidade e do amor familiar. Minha infinita gratidão.

À Rogéria, minha querida esposa, com amor, admiração e gratidão por sua compreensão, carinho, companheirismo e indispensável apoio nesta importante etapa da minha vida. Te amo.

Aos meus amados filhos Lucas e Maitê, com todo amor, carinho e com a certeza de que sempre me dedicarei, ao máximo, para cumprir minha grande missão: de ser um bom PAI.

Aos meus queridos irmãos, Gilson e Ricardo, pelo amor verdadeiro e carinho de sempre; por todo apoio e incentivo em todos os momentos de nossas vidas. Permaneceremos sempre unidos.

À Deus, por me proporcionar tantos momentos felizes e realizações pela qual passei nesses anos. Sou feliz e abençoado.

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Luciene Cristina de Figueiredo, pela valiosa orientação, por seu apoio, incentivo e confiança transmitidos para elaboração deste trabalho, meu eterno agradecimento.

Ao co-orientador, Prof. Dr. Jamil Awad Shibli, sempre disposto a nos ensinar e incentivar, transmitindo-nos todos seus conhecimentos e experiências adquiridas ao longo dos anos. Grande amigo e um ser humano exemplar.

Ao co-orientador, Prof. Dr. Sérgio Alexandre Gehrke, pela transmissão de valiosos ensinamentos, cuja competência profissional e vocação docente se complementam com a amizade e respeito que dedica à todos.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Odontologia: Profa. Dra. Magda Feres, Profa. Dra. Gabriela Giro Araújo, Prof. Dr. José Augusto Rodrigues, Profa. Dra. Alessandra Cassoni, Prof. Dr. Marcelo de Faveri, Profa. Dra. Marta Bastos, Prof. Dr. André Figueiredo Reis, Prof. Dr. Elton Zenóbio e Profa. Dra. Poliana Mendes Duarte, pelos ensinamentos e experiências compartilhadas.

Agradecimento especial aos professores de Implantodontia Oral – Fundect-Usp: Prof. Dr. Nilton De Bortoli, Prof. Dr. Nilton De Bortoli Junior, Prof. Dr. Sérgio de Oliveira, Prof. Ricardo Takashi Watinaga, Prof. André Luis Del Nero, Prof. Alexandre Rodrigues, Prof. Junzo Iassunaga, pelos ensinamentos e pela demonstração de amizade durante todos esses anos.

Ao grande amigo e irmão, Prof. Muryel Da Rosa Bortot, pelo companheirismo e lealdade imprescindível na verdadeira amizade.

Aos meus queridos amigos de Mestrado, pelos conhecimentos compartilhados e pela convivência agradável durante todo o curso.

À secretária da Pós Graduação, Srta. Samantha Carvalho pela constante disponibilidade e amor com que realiza seus trabalhos.

Agradeço a todas as pessoas, que direta ou indiretamente contribuíram na elaboração desse trabalho.

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi medir os valores do quociente de estabilidade dos implantes (ISQ) em três momentos diferentes após procedimentos cirúrgicos para comparar se os valores de estabilidade diferiram entre os implantes colocados em alvéolos frescos e implantes colocados em rebordos edêntulos já cicatrizados. Para medir a estabilidade dos implantes, a análise de frequência de ressonância (AFR) foi realizada em 77 pacientes (53 mulheres, 24 homens), em um total de 120 implantes dentários. Estes implantes foram divididos em dois grupos: o Grupo 1 incluiu 60 implantes em rebordos alveolares já cicatrizados (22 na maxila, 38 na mandíbula); o Grupo 2, com 60 implantes em alvéolos de extração frescos (41 na maxila, 19 na mandíbula). A estabilidade dos implantes foi medida imediatamente após a colocação do implante (*baseline*), 90, e 150 dias pós-cirúrgicos. A análise estatística foi realizada usando um modelo linear de regressão multivariada ao nível do implante ($\alpha = 0,05$). De modo geral, as médias e desvios-padrão dos valores de ISQ foram $62,7 \pm 7,14$ (com intervalo de confiança de 95% [IC] = 39-88) no *baseline*, $70,0 \pm 6,22$ (95% CI, 46-88) aos 90 dias e $73,4 \pm 5,84$ (95% CI, 58-88) aos 150 dias. No Grupo 1, os valores de ISQ variou entre $64,3 \pm 6,20$ e $75,0 \pm 5,69$, enquanto no Grupo 2, apresentou valores menores que variaram entre $61,2 \pm 8,09$ e $71,9 \pm 5,99$ ($p = 0,002$). A área de inserção dos implantes e intervalos de tempos foram as únicas variáveis que influenciaram os valores de ISQ dos implantes ($p < 0,0001$). A estabilidade dos implantes inseridos em alvéolos de extração frescos e nos rebordos cicatrizados apresentaram evoluções semelhantes em valores de ISQ e assim osseointegração.

Palavras-chave: Análise de frequência de ressonância, implante dental, estabilidade do implante, alvéolos de extração, estudos longitudinais.

ABSTRACT

The aim of the present study was to measure implant stability quotient (ISQ) values at three different time points after surgical procedures to compare whether the stability values differed between implants placed in fresh extraction sockets versus healed alveolar sites. To measure implant stability, resonance frequency analysis (RFA) was performed in 77 patients (53 women, 24 men) with a total of 120 dental implants. These implants were divided into two groups: *Group 1* included 60 implants in healed alveolar sites (22 in the maxilla, 38 in the mandible), and *Group 2* included 60 implants in fresh sockets (41 in the maxilla, 19 in the mandible). Implant stability was measured immediately at implant placement (baseline), 90, and 150 days later. Statistical analysis was made using a multivariate regression linear model at implant level ($\alpha=.05$). Overall, the means and standard deviations of the ISQ values were 62.7 ± 7.14 (95% confidence interval [CI], 39 to 88) at baseline, 70.0 ± 6.22 (95% CI, 46 to 88) at 90 day and 73.4 ± 5.84 (95% CI, 58 to 88) at 150 days. In Group 1, the ISQs ranged between 64.3 ± 6.20 and 75.0 ± 5.69 , while in Group 2, presented lower values that ranged between 61.2 ± 8.09 and 71.9 ± 5.99 ($p=0.002$). Anatomic location and times periods were the only identified variables with an influence on ISQ values at implant level ($p < .0001$). The stabilities of the implants placed in the fresh sockets and in healed sites exhibited similar evolutions in ISQ values and thus osseointegration.

Key words: Resonance Frequency Analysis, Dental Implant, Implant Stability, Fresh extraction Sockets. Longitudinal studies.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	09
2. PROPOSIÇÃO.....	12
3. ARTIGO CIENTÍFICO.....	13
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	34
5. CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS.....	38

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O uso de implantes dentários para substituir dentes perdidos tornou-se uma modalidade de tratamento segura ao longo das últimas quatro décadas (Chuang et al., 2001). Os pré-requisitos para o sucesso da osseointegração incluem a imposição de um mínimo de trauma durante a cirurgia, o estabelecimento de estabilidade primária, prevenção da infecção e micromovimento durante a cicatrização (Bränemark et al., 1969, 1977; Schroeder et al., 1976 e Albrektsson, 1981).

A estabilidade inicial de um implante rosqueável é de fundamental importância para sua osseointegração e depende de uma série de fatores, como por exemplo, o correto preparo do leito receptor por parte do cirurgião-dentista e a qualidade do tecido ósseo do paciente, sendo que esse tecido varia de acordo com seu grau de densidade, quanto mais denso, mais fácil de obter-se uma estabilidade inicial e quanto menos denso, mais difícil (Trisi et al., 2011). Embora o implante apresente estabilidade mecânica inicial devido ao contato e à fricção entre a superfície do implante e o osso fresado, a manutenção a longo prazo da estabilidade do implante exige uma fixação biológica entre o corpo exterior do implante e o tecido ósseo circundante.

A mensuração da estabilidade do implante, apesar de fundamental, não é uma tarefa fácil, pois os métodos utilizados ainda são experimentais. Existem algumas formas de se verificar a estabilidade do implante e podem ser realizadas por métodos invasivos, como o torque de desinserção (contratorque) e avaliações histomorfométricas, ou por métodos não invasivos, como a análise de frequência de ressonância (AFR). A AFR constitui uma técnica não invasiva, que não interfere no processo de osseointegração nem na longevidade do implante aferido. Técnica que fornece informações clínicas relevantes sobre a interface osso-implante em qualquer estágio do tratamento. Essa técnica tem se popularizado no uso clínico e em pesquisas científicas (Sennerby, 2008; Meredith, 1996).

A Análise de Frequência de Ressonância (AFR) consiste no uso de um pequeno transdutor piezoelétrico, SmartPeg (*Integration Diagnostics AB, Göteborg, Sweden*) que, após ser energizado por um pulso magnético, emite um sinal que é medido como uma função da frequência de ressonância (FR). O resultado em Hertz é convertido em um valor numérico determinado como Quociente de Estabilidade do Implante (ISQ). Este pode ser comparado independentemente do sistema de implantes, e está disponível no mercado como um equipamento denominado de Osstell (*Integration Diagnostics AB, Göteborg, Sweden*). A escala de valores lineares do ISQ varia de 1 (um) a 100, sendo que altos valores de ISQ pressupõem alta estabilidade, ancoragem, do implante no osso (Quesada-Garcia et al., 2009; Rabel et al., 2007).

Embora tenham sido relatados altos índices de êxito em estudos para a determinação da estabilidade do implante, com a análise de frequência de ressonância, por meio do Osstell, um pequeno número de implantes não osseointegraram durante a fase inicial de cicatrização ou mais tarde, quando em função mastigatória. Os métodos usados na época para a avaliação quantitativa da osseointegração eram falhos, por isso, os pesquisadores iniciaram um estudo de aplicação de um método não invasivo, usando a análise da frequência de ressonância para fazer uma aferição quantitativa da estabilidade do implante. Dos resultados, conclui-se que a frequência de ressonância do sistema implante-transdutor está relacionada à altura do implante não circundado por osso, e que a estabilidade da interface implante-tecido ósseo é determinada pela ausência de mobilidade clínica. Estabeleceram-se, então, os parâmetros necessários para controlar o êxito do implante osseointegrado. Deve-se salientar, novamente, que a estabilidade do implante é considerada como principal indicativo do bom resultado da osseointegração (Meredith et al., 1996, 1997).

Na correlação da estabilidade clínica de 45 implantes instalados em 40 indivíduos parcialmente edêntulos, após um ano de carga, com a variação da densidade óssea nas diversas regiões da cavidade oral e dos comprimentos dos implantes, observou-se que todos os implantes estavam estáveis, com ISQ entre

57 e 82, sendo os implantes mandibulares mais estáveis que os da maxila, não apresentando diferenças quando comparadas regiões anteriores e posteriores, e sem correlações entre comprimento das fixações e estabilidade. Dessa forma, os autores concluíram que o nível médio do coeficiente de estabilidade do implante, após um ano de carga, é de 69 ISQ, sendo as fixações dos implantes instalados na mandíbula, mais estáveis que na maxila (Balleri et al., 2002).

A redução da estabilidade do implante (com altos valores de ISQ) durante as primeiras 12 semanas de reparação deveria ser considerada evento comum, não exigindo alteração na rotina de acompanhamento (Nedir et al., 2004).

Em um estudo sobre a existência de relação entre a análise de frequência de ressonância e a avaliação histológica e histoquímica de implantes perdidos, 37 implantes removidos devido à mobilidade foram submetidos a exames histológicos. Em todos os casos, observou-se tecido mole peri-implantar. Radiograficamente constatou-se perda óssea em torno dos implantes e valores de ISQ com média de $37 \pm 2,7$. Os pesquisadores verificaram escasso infiltrado inflamatório no tecido conjuntivo, sendo que, em alguns casos, o epitélio apresentava uma tendência de cercar o perímetro total do Implante. Concluiu-se que os implantes com um ISQ inferior a 40 estavam irremediavelmente perdidos (Scarano et al., 2007).

2 PROPOSIÇÃO

O objetivo do presente estudo foi medir o valores de quociente de estabilidade do implante (ISQ) em três momentos diferentes: imediatamente após a instalação, 90 e 150 dias pós-cirúrgicos, para avaliar a influência da instalação de implantes dentais em alvéolos de extração frescos, comparados à instalação de implantes em rebordos edêntulos já cicatrizados.

3 ARTIGO CIENTÍFICO

Artigo aceito no periódico *Clinical Oral Implants Research*.

**Stability of implants placed in fresh sockets versus healed alveolar sites:
Early findings.**

Sergio Alexandre Gehrke,^{1,2,5} Sidney Eiji Watinaga⁵, Ulisses Tavares da Silva Neto³, Paulo Henrique Orlando Rossetti⁴, Gabriela Giro⁵, Jamil Awad Shibli⁵.

¹ Biotecnos Research Center, Santa Maria, RS - Brazil;

² Catholic University of Uruguay, Montevideo, Uruguay.

³ Postgraduate Program – Implantology, APCD, Jundiaí, SP – Brazil and São Leopoldo Mandic University, Campinas, SP - Brazil

⁴ Private Practice, Bauru, Sao Paulo, Brazil.

⁵Department of Periodontology and Oral Implantology, Dental Research Division, University of Guarulhos, Guarulhos, SP, Brazil.

Correspondence to:

Prof. Dr. Sergio Alexandre Gehrke

Rua Dr. Bozano, 571

PC: 97015-001 - Santa Maria (RS) – Brazil

Phone/FAX: 55-32227253

Email: sergio.gehrke@hotmail.com

Abstract

Objectives: The present study measured implant stability quotient (ISQ) values at three different time points after surgical procedures to compare whether the stability values differed between implants placed in fresh extraction sockets versus healed alveolar sites. **Materials and Methods:** To measure implant stability, resonance frequency analysis (RFA) was performed in 77 patients (53 women, 24 men) with a total of 120 dental implants. These implants were divided into two groups: *Group 1* included 60 implants in healed alveolar sites (22 in the maxilla, 38 in the mandible), and *Group 2* included 60 implants in fresh sockets (41 in the maxilla, 19 in the mandible). Implant stability was measured immediately at implant placement (baseline), 90, and 150 days later. Statistical analysis was made using a multivariate regression linear model at implant level ($\alpha=.05$). **Results:** Overall, the means and standard deviations of the ISQ values were 62.7 ± 7.14 (95% confidence interval [CI], 39 to 88) at baseline, 70.0 ± 6.22 (95% CI, 46 to 88) at 90 day and 73.4 ± 5.84 (95% CI, 58 to 88) at 150 days. In Group 1, the ISQs ranged between 64.3 ± 6.20 and 75.0 ± 5.69 , while in Group 2, presented lower values that ranged between 61.2 ± 8.09 and 71.9 ± 5.99 ($p=0.002$). Anatomic location and times periods were the only identified variables with an influence on ISQ values at implant level ($p < .0001$). **Conclusions:** The stabilities of the implants placed in the fresh sockets and in healed sites exhibited similar evolutions in ISQ values and thus osseointegration.

Key words: Resonance Frequency Analysis, Dental Implant, Implant Stability, Fresh extraction Sockets. Longitudinal studies.

Introduction

Immediate implants positioned in the course of tooth extraction exhibit a success ranging from 92.7 to 98.0% (Peñarrocha et al. 2004). However, in long-term observations, no significant differences in the success and aesthetic outcomes have been reported between immediate or delayed implants (Grunder et al. 1999; Mangano et al. 2012).

The surgical requirements for immediate implants include atraumatic tooth extraction, preservation of the extraction socket walls, and thorough alveolar curettage to eliminate any possible pathological material. Also, primary implant stability is also an essential requirement and is achieved through the use of implants that exceed the alveolar apex by 3-5 mm or by placing a dental implant with a greater diameter than the alveolar socket (Becker & Becker 1996; Barone et al. 2006).

Implant stability is a prerequisite for the long-term clinical success of implant-supported restorations and depends on the quantity and quality of the local bone, the implant geometry, and the surgical technique used (sub-instrumentation vs. over-instrumentation) (Friberg et al. 1999; Dottore et al. 2014). The changes that occur during tissue healing, such as bone resorption and integration of the bone-implant interface, can determine the degree of the secondary implant stability. Obviously, the healing process will be affected by bone morphology, including its trabecular pattern, density and the degree of maturation (Zix et al. 2008).

Resonance frequency analysis (RFA) offers a clinical, noninvasive measure of stability and presumed osseointegration of implants (Meredith 1998; Meredith et al. 1997; Barewal et al. 2003) and is a useful tool to establish timing for implant loading (Uribe et al. 2005). Clinically, RFA values have been correlated with changes in implant stability during osseous healing, the failure of implants to integrate, and the supracrestal dimensions of the implant (Friberg et al. 1999; Meredith 1998).

Therefore, the objective of the present study was to measure implant stability quotient (ISQ) values at three different time points after surgical

placement (immediately, 90, and 150 days later) to evaluate the influence of dental implant placement in fresh extraction sockets compared to healed sites.

Materials and Methods

Patient population

A total of 77 patients were included in this study. There were 53 women and 24 men, and the patients' ages ranged from 26 to 65 years. The study was approved by the Ethics and Research Committee of São Leopoldo Mandic University (Campinas, Brazil). All patients were informed regarding the nature of the study and their participation and, according to the Helsinki Declaration of 1994, every patient provided written consent.

The inclusion criteria were based on the patients' current stable medical conditions, their ability to withstand the stress of a dental implant surgery, and their requests for implants in their maxilla or mandible. All included patients agreed to participate in the implant stability study based on resonance frequency analysis for a period of 150 days. Additionally, cases where immediate loading was not indicated were also included. The patients were not included if they presented with systemic alterations such as diabetes, hypertension or osteoporosis, oral pathology in their soft or hard tissues or harmful oral habits such as bruxism and smoking. The exclusion criteria based on the local implant site included the presence of uncontrolled or untreated periodontal disease, insufficient bone volume for implant insertion without augmentation procedures, and active infection in the area or an apical cyst.

Dental Implant surface topography

In this study, screw-shaped implants made of Grade-4 titanium (**Figure 1** - Implacil De Bortoli, São Paulo, Brazil) were prepared by sandblasted acid-etched surface technology as previously described (Pita et al. 2014). The acid-etching process was controlled to create a homogeneous implant surface topography. The implants were blasted with 50-100 μm TiO_2 particles. After sandblasting, the

dental implants were ultrasonically cleaned with an alkaline solution, washed in distilled water, and pickled with maleic acid ($\text{HO}_2\text{CCH}_2\text{CHOHCO}_2\text{H}$).

An optical laser profilometer (Mahr GmbH, Brauweg 38 Gottingen, Germany) was used to measure the implant surface microtopography. Parameters such as the mean and standard deviation of the absolute values of all profile points (Ra), the root-mean-square of the values of all points (Rq), and the average value of the absolute heights of the five highest peaks and the depths of the five deepest valleys (Rz) were of 0.87 ± 0.14 , 1.12 ± 0.18 and $5.14 \pm 0.69 \mu\text{m}$, respectively.

Experimental design

The patients were divided in two groups as follow: **Group 1** (n= 34 subjects): included 60 implants in the healed alveolar sites (25 in maxilla and 35 in mandible), and **Group 2** (n= 43 subjects): included 60 immediately placed implants in the fresh extraction sockets (36 in the maxilla and 24 in the mandible). The inclusion criterion on according the group was based on the clinical site condition (healed or fresh extraction sockets). The following clinical information was collected: patient age, gender, implant location, implant macro-geometry, implant length and diameter, and condition of the implantation site. The implant connection chooses was not randomized (internal hexagon or morse taper).

Surgical Procedure

Standard routine surgical procedures were applied. The patients were pre-medicated with Amoxicillin (875 mg orally twice per day) for five days, and an initial dose (2 g) was administered 2 h before surgery. All surgical procedures were performed under local anesthesia with 2% Articaine (DFL Ltda, Rio de Janeiro, Brazil) in an outpatient setting by the same surgeon who was familiar with the dental implant system. Next, a full thickness mucoperiosteal flap was elevated at the sites in Group 1, and Group 2, following tooth extraction, the

osteotomy was realized. The osteotomies were produced using the conventional drilling method (according to the manufacturer's instructions). A total of 120 conical implants were applied and included internal hexagon ($n = 69$) and Morse taper ($n = 51$) connections in diameters of 3.5 mm ($n = 36$) or 4 mm ($n = 84$) and lengths that ranged from 8 to 13 mm. The implants were selected based on the prior evaluation of each case. The selections of the connection types were based on differences in the characteristics of the cervical areas of these two models as shown in Figure 1.

For drilling, a Kavo Concept motor (KaVo Dental GmbH, Biberach, Germany) and a counter angle with a 27:1 reduction were used under external irrigation with 0.9% saline solution. All implants were installed using surgical guides, and the wounds were sutured. Cetoprofeno (200 mg/day) and Paracetamol (750 mg, three times per day) were administered for pain relief for three days after the surgeries. All implants were submerged for 90 days with a healing abutment until the initiation of rehabilitation after 150 days. Between 90 and 150 days, restorative procedures were performed.

After dental implant insertion, evaluation of the resonance frequency evaluation was performed using the Ostell™ Mentor (Integration Diagnostics AB, Göteborg, Sweden) with magnetic RFA measurements. A Smartpeg™ (Integration Diagnostics AB, Göteborg, Sweden) was placed into each implant and tightened to approximately 5 Ncm. The transducer probe was aimed at the small magnet at the top of the Smartpeg at a distance of 2 or 3 mm and held stable during the pulsing until the instrument beeped and displayed the ISQ value. The ISQ values were measured during the surgical procedure (T1-baseline), at 90 days (T2), and at 150 days (T3) after surgeries (**Figure 2**). The measurements were taken twice in the bucco-lingual direction and the mesio-distal direction (Sim & Lang 2010). The mean of the two measurements in each direction was regarded as the representative ISQ for that direction and considered for statistical analysis. The higher bucco-lingual and mesio-distal ISQ values were used to generate a mean value, and all values were recorded.

Additionally, each implant was evaluated at all visits for mobility, pain, and signs of infection.

Statistical Analysis

The statistical analysis was performed using a multivariate linear regression model (McCulloch & Searle, 2000) considering: implant diameter, length, connection, surgical site condition, anatomic location, and time periods. The ISQ value was the dependent variable. The level of significance was set at $\alpha = 0.05$.

Results

Seventy-seven patients (53 women and 24 men; ages from 26 to 65 years) received dental implants. Detailed distributions for the groups regarding implant diameter, length, connection, and ISQ values over investigated time periods by arch type are depicted in . All implants survived and were osseointegrated. Dropouts were not observed during the evaluation period.

Overall, the mean and standard deviation of ISQ values were 62.7 ± 7.14 (95% CI: [39 to 88]) at T1, 70.0 ± 6.22 (95% CI, [46 to 88]) at T2, and 73.4 ± 5.84 (95% CI: [58 to 88]) at T3. In the maxillary arch, the overall ISQ values for G1 and G2 were 70.23 and 67.07, respectively. In the mandibular arch, the ISQ values for G1 and G2 were 70.57 and 66.74, respectively.

In Group 1, the mean and standard deviation ISQ values at T1, T2, and T3 were 64.3 ± 6.20 , 72.1 ± 5.58 , and 75.0 ± 5.69 , respectively. In Group 2, the corresponding values were 61.2 ± 8.09 , 67.9 ± 6.86 , and 71.9 ± 5.99 .

The multivariate regression analysis identified that only two factors (anatomic location, time period) had an influence on ISQ values ($R^2=0.3249$; R^2 adjusted = 0.3211; multiple correlation coefficient = 0.57; both factors with $p<.0001$). Site location (extraction x healed) did not demonstrate influence on ISQ values as can be seen on Table 1.

Discussion

This clinical study describes a comparison of the resonance frequency analysis of implants placed into fresh sockets and healed sites at three different time periods. No implants were lost throughout the study short-time period, and the survival rate of dental implants in the present study was 100%. Initial implant stability plays a pivotal role in achieving osseointegration. A significant relationship was found between the bone type and ISQ values (Ballery et al. 2002; Oates et al. 2007; Barewal et al. 2003; Bischof et al. 2004; Nedir et al. 2004; Dottore et al. 2014). The quantity and location of cortical and trabecular bone surrounding the implants are important factors for stability because these factors contribute to bone-implant contact (Meredith 1998).

Dental implants placed in fresh sockets presented several advantages, such as reductions in surgical trauma and the treatment time. It has also been reported that the immediate placement of implants can prevent bone resorption and might result in better remodeling of the socket. For these favorable outcomes, the placement of the implant at the palatal aspect of the socket seems to be important for the prevention of gingival recession (Kahnberg 2009). Also, it has been suggested that immediate and immediate-delayed implants might be associated with greater risks of implant failure and complications compared to delayed implants; however, the esthetic outcomes of implants placed immediately after tooth extraction might be superior (Mangano et al. 2013). There is not enough reliable evidence to support or refute the need for augmentation procedures for immediate implants placed in fresh extraction sockets or to determine whether any of the augmentation techniques are superior to the others (Esposito et al. 2010).

The clinical methods that are commonly used to assess implant stability and osseointegration include percussion, mobility tests and clinical radiographs. All of these methods are limited by their lack of standardization, poor sensitivity and susceptibility to operator variables (Fischer et al. 2009; Meredith et al. 1997). In the last decade, a modern and noninvasive diagnostic technique called resonance frequency analysis (RFA) was used for the evaluation and

measurement of the stability of implants within bone at different clinical stages (da Silva Neto et al. 2013; Meredith et al. 1997). The reasons for the use of this technique are that it is rapid, straightforward, easy to accomplish as part of a routine clinical procedure, and there is no risk of patient discomfort.

During the bone-healing period, the implants' ISQ value varied with time. At the surgical phase, the average ISQ for all implants was 62.7 ± 7.14 , which indicates good primary stability and is similar to results obtained in different studies using different type of implants that have reported averages ranging from 60.3 to 62.6 (Friberg et al. 1999; Zix et al. 2008). When the stability of the implants was evaluated after tooth extraction, the mean value of the stability measures taken immediately after implant placement was 62.0 ± 9.8 , and the secondary stability after 1 year was 64.0 ± 9.8 (Becker et al. 2005). In our study, the overall mean ISQ values of the implants that were placed in fresh sockets were 61.2 ± 8.09 at time 1 and increased to 67.9 ± 6.86 at 90 days and to 71.9 ± 5.99 at 150 days post-insertion.

The majority of the implants in the maxilla had ISQs < 60 , and those in the mandible had ISQs > 60 (Nedir et al. 2004). Other studies have demonstrated that, following surgery, the average ISQ values are higher in the mandible (59.8 ± 6.7) than in the maxilla (55.0 ± 6.8) when cylindrical implants are used (Bischof et al. 2004). In the present study, the average values were 64.3 for Group 1 and 61.2 for Group 2. In all cases, the values of the present study (which used conical implants) were higher than those reported in the aforementioned study (which used cylindrical implants); this difference might be related to the different types of implant used. However, we observed that the average values significantly increased after 90 and 150 days.

Bone density also influences initial implant stability during insertion (Turkyilmaz et al. 2009; Molly 2006). The reported average bone densities of the implant sites in a previous study (Turkyilmaz et al. 2007) were 856.8 Hounsfield units (HU) for the mandible and 594.2 HU for the maxilla. However, earlier study (Devlin et al. 1998) had reported a mean bone mineral density of the mandible of 1.11 grams per square centimeter pressure units (g/cm^2), which is much larger

than that in the anterior maxilla (mean = 0.55 g/cm²) or the posterior maxilla (mean = 0.31 g.cm²). This result is consistent with the results of the present study in which the mandible exhibited significantly higher ISQ values at all time points compared to the maxilla. Despite this difference, when we examined the Figure 6 of the evolution of the ISQ values across the different time points, the behaviors of the two areas (i.e., the maxilla and mandible) were very similar, which suggests that the differences in stability values were due to the differences in bone density and not differences in the process and/or time for osseointegration.

Bone quality and implant stability are lower in the posterior area; thus, the posterior implant success rate is lower than the anterior rate. In the anterior area, the thick cortical bone and dense trabecular bone increase the primary stability (Lazzara et al. 1996). According to Seong et al. (2009), there is no consensus in the literature regarding how the physical properties of bone vary between the maxillary and mandibular regions or which physical properties affect the initial implant stability. A clinical study suggested that the use of thinner drills for implant placement in the maxillary posterior region where the bone quality is poor might improve the primary implant stability and help clinicians to obtain higher implant survival rates (Turkyilmaz et al. 2008). However, in our study, based on the data from the immediate implants (in both the maxilla and mandible), the majority of the implants were installed in the maxilla (71.6%), similar stabilities were observed in the anterior and posterior maxilla, and there were no differences independent of time.

Some authors have suggested that the use of longer and wider implants increases primary stability due to the increased bone-implant contact surface area (Turkyilmaz et al. 2007; Calandriello et al. 2003; Balleri et al. 2002). In the present study, only the diameter (3.5 mm vs. 4.0 mm) and the implant design and not the length of the implant were used as evaluation factors, and the results revealed significantly larger ISQ values with greater implant diameter ($p < 0.05$). These results are not consistent with those that have been found in other studies that have reported no statistically significant differences in ISQ due to length or

diameter ISQ (Balleri et al. 2002; Ostman et al. 2006). Regarding the design of the implant, IH implants with cervical micro-threads exhibited significantly higher stabilities at each of the three time points ($p < 0.05$). These results are consistent with the mean ISQ value of 62.4 for all of the measurements taken on the day of surgery that was reported in another study that used cylindrical implants with cervical micro-threads.

Conclusions

The stabilities of the implants placed into fresh extraction sockets or at healed alveolar sites exhibited similar ISQ value evolutions across the three investigated time points.

Conflicts of Interest

The authors have no conflicts of interest to declare.

References

- Balleri, P., Cozzolino, A., Ghelli, L., Momichioli, G. & Varriale, A. (2002) Stability measurements of osseointegrated implants using Osstell in partially edentulous jaws after one year of loading: a pilot study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research* 4:128-132.
- Barewal, R.M., Oates, T.W., Meredith, N. & Cochran, D.L. (2003) Resonance frequency measurement of implant stability in vivo on implants with a sandblasted and acid-etched surface. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 18: 641-651.
- Barone, A., Rispoli, L., Vozza, I., Quaranta, A. & Covani, U. (2006) Immediate restoration of single implants placed immediately after tooth extraction. *Journal of Periodontology* 77: 1914-1920.
- Becker, W. & Becker, B.E. (1996) Flap designs for minimization of recession adjacent to maxillary anterior implant sites. A clinical study. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 11: 46-54.
- Becker, W., Sennerby, L., Bedrossian, E., Becker, B.E. & Lucchini, J.P. (2005) Implant stability measurements for implants placed at the time of extraction: a cohort, prospective clinical trial. *Journal of Periodontology* 76: 391-397.
- Bischof, M., Nedir, R., Szmukler-Moncler, S., Bernard, J.P. & Samson, J. (2004) Implant stability measurement of delayed and immediately loaded implants during healing. *Clinical Oral Implants Research* 15: 529-539.

Calandriello, R., Tomatis, M., Vallone, R., Rangert, B. & Gottlow, J. (2003) Immediate occlusal loading of single lower molars using Branemark System Wide-Platform TiUnite implants: an interim report of a prospective open-ended clinical multicenter study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research* 5 Suppl 1: 74-80.

da Silva Neto, U.T., Joly, J.C. & Gehrke, S.A. (2013) Clinical analysis of the stability of dental implants after preparation of the site by conventional drilling or piezosurgery. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 19 pii: S0266-4356(13)00471-3. doi: 10.1016/j.bjoms.2013.10.008.

Devlin, H., Horner, K. & Ledgerton, D. (1998) A comparison of maxillary and mandibular bone mineral densities. *Journal of Prosthetic Dentistry* 79: 323-327.

Dottore, A.M., Kawakami, P.Y., Bechara, K., Rodrigues, J.A., Cassoni, A., Figueiredo, L.C., Piattelli, A. & Shibli, J.A. (2014) Stability of implants placed in augmented posterior mandible after alveolar osteotomy using resorbable nonceramic hydroxyapatite or intraoral autogenous bone: 12-month follow-up. *Clinical Implant Dentistry and Related Research* 16:330-336.

Esposito, M., Grusovin, M.G., Polyzos, I.P., Felice, P. & Worthinton, H.V. (2010) Timing of implant placement after tooth extraction: immediate, immediate-delayed or delayed implants? A Cochrane systematic review. *European Journal of Oral Implantology* 3: 189-205.

Fischer, K., Bäckström, M. & Sennerby, L. (2009) Immediate and early loading of oxidized tapered implants in the partially edentulous maxilla: a 1-year prospective clinical, radiographic, and resonance frequency analysis study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research* 11: 69-80.

Friberg, B., Sennerby, L., Linden, B., Gröndahl, K. & Lekholm, U. (1999) Stability measurements of one-stage Branemark implants during healing in mandibles. A clinical resonance frequency analysis study. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 28: 266-272.

Grunder, U., Polizzi, G., Goené, R., Hatano, N., Henry, P., Jackson, W.J., Kawamura, K., Köhler, S., Renouard, F., Rosenberg, R., Triplett, G., Werbitt, M.

& Lithner, B. (1999) A 3 year prospective multicenter follow-up report on the immediate and delayed immediate placement of implants. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 14: 210-216.

Kahnberg, K.E. (2009) Immediate implant placement in fresh extraction sockets: a cilinical report. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 24: 282-288.

Lazzara, R., Siddiqui, A.A., Binon, P., Feldman, S.A., Weiner, R., Phillips, R. & Gonshor, A. (1996) Retrospective multicenter analysis of 3i endosseous dental implants placed over a five-year period. *Clinical Oral Implants Research* 7: 73-83.

Mangano, F., Mangano, C., Ricci, M., Sammons, R.L., Shibli, J.A. & Piattelli, A. (2012). Single-tooth Morse taper connection implants placed in fresh extraction sockets of the anterior maxilla: an aesthetic evaluation. *Clinical Oral Implants Research* 23:1302-1307.

Mangano, F.G., Mangano, C., Ricci, M., Sammons, R.L., Shibli, J.A. & Piattelli A. (2013) Esthetic evaluation of single-tooth Morse taper connection implants placed in fresh extraction sockets or healed sites. *Journal of Oral Implantology* 39:172-181

McCulloch, C.E., & Searle, S.R. (2000). *Generalized, Linear, and Mixed Models*. John Wiley and Sons.

Meredith, N. (1998) Assessment of implant stability as a prognostic determinant. *International Journal of Prosthodontics* 11: 491-501.

Meredith, N., Book, K., Friberg, B., Jemt, T. & Sennerby, L. (1997) Resonance frequency measurements of implant stability in vivo. A cross-sectional and longitudinal study of resonance frequency measurements on implants in the edentulous and partially dentate maxilla. *Clinical Oral Implants Research* 8: 226-233.

Meredith, N., Shagaldi, F., Alleyne, D., Sennerby, L. & Cawley, P. (1997) The application of resonance frequency measurements to study the stability of titanium implants during healing in the rabbit tibia. *Clinical Oral Implants Research* 8: 234-243.

Molly, L. (2006) Bone density and primary stability in implant therapy. *Clinical Oral Implants Research* 17 Suppl 2: 124-135.

Nedir, R., Bischof, M., Szmulzkler-Moncler, S., Bernard, J.P. & Samson, J. (2004) Predicting osseointegration by means of implant primary stability: A resonance frequency analysis with delayed and immediately loaded ITI SLA implants. *Clinical Oral Implants Research* 15: 520-528.

Oates, T.W., Valderrama, P., Bischof, M., Nedir, R., Jones, A., Simpson, J., Toutenburg, H. & Cochran, D.L. (2007) Enhanced implant stability with a chemically modified SLA surface: a randomized pilot study. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 22: 755-760.

Ostman, P.O., Hellman, M., Wendelhag, I. & Sennerby, L. (2006) Resonance frequency analysis measurements of implants at placement surgery. *International Journal of Prosthodontics* 19: 77-83.

Peñarrocha, M., Uribe, R. & Balaguer, J. (2004) Immediate implants after extraction. A review of the current situation. *Medicina Oral* 9: 234-242.

Pita, P.P., Rodrigues, J.A., Ota-Tsuzuki, C., Miato T., Giro, G., Zenobio, E.G., Gonçalves, C., Figueiredo, L.C., Cassoni, A., Gehrke, S.A. & Shibli J.A. (2014) Oral streptococci biofilm formation on different implant surface topographies. *BioMed Research International*, 2014. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/159625>

Seong, W.J., Kim, U.K., Swift, J.Q., Hodges, J.S. & Ko, C.C. (2009) Correlations between physical properties of jawbone and dental implant initial stability. *Journal of Prosthetic Dentistry* 101: 306-318.

Sim, C.P. & Lang, N.P. (2010) Factors influencing resonance frequency analysis assessed by Osstell Mentor during implant tissue integration: I. Instrument positioning, bone structure, implant length. *Clinical Oral Implants Research* 21: 598-604.

Turkyilmaz, I., Aksoy, U. & McGlumphy, E.A. (2008) Two alternative surgical techniques for enhancing primary implant stability in the posterior maxilla: a clinical study including bone density, insertion torque, and resonance frequency analysis data. *Clinical Implant Dentistry and Related Research* 10: 231-237.

Turkyilmaz, I., Sennerby, L., McGlumphy, E.A. & Tözüm TF. (2009) Biomechanical aspects of primary implant stability: a human cadaver study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research* 11: 113-119.

Turkyilmaz, I., Tözüm, T.F. & Tumer, C. (2007) Bone density assessments of oral implant sites using computerized tomography. *Journal of Oral Rehabilitation* 34: 267-272.

Uribe, R., Penarrocha, M., Balaguer, J. & Fulgueiras, N. (2005) Immediate loading in oral implants. Present situation. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology* 1;10 Suppl 2: E143-153.

Zix, J., Hug, S., Kessler-Liechti, G. & Mericske-Stern, R. (2008) Measurement of dental implant stability by resonance frequency analysis and damping capacity assessment: comparison of both techniques in a clinical trial. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 23: 525-530.

Table 1 . Demographic data

	Surgical site condition					
	Extraction sockets (G2)			Healed sockets (G1)		
Number of patients (total)	43			34		
Number of implants (total)	60			60		
Maxilla (per implant)						
Diameter						
3.5 mm	13			18		
4.0 mm	23			17		
Length						
8 mm	0			0		
10 mm	3			7		
11 mm	14			15		
13 mm	19			13		
Connection type						
IH	15			16		
CM	21			19		
Mandible (per implant)						
Diameter						
3.5 mm	1			4		
4.0 mm	23			21		
Length						
8 mm	1			6		
10 mm	17			16		
11 mm	5			3		
13 mm	1			0		
Connection type						
IH	17			21		
CM	7			4		
Mandible (ISQ values)						
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
<i>Mean</i>	64.41	73.11	75.52	67.51	74.68	76.22
<i>SD</i>	5.15	5.95	5.04	5.15	6.54	5.80
<i>no. of implants ISQ ≥ 65</i>	17	34	36	23	35	35
<i>no. of implants ISQ < 65</i>	19	2	0	12	0	0
Maxilla (ISQ values)						
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
<i>Mean</i>	63.83	70.58	74.04	63.68	69.96	73.72
<i>SD</i>	7.59	7.76	6.40	7.23	8.35	5.51
<i>no. of implants ISQ ≥ 65</i>	10	20	22	13	22	23
<i>no. of implants ISQ < 65</i>	14	4	2	12	3	2

IH: internal hex; CM: cone Morse; ISQ: Implant stability quotient; T1: baseline; T2: at 90 days; T3: at 150 days.

Figure 1: Designs of the implants used in the study. Notably, the differences between the implant models were restricted to the cervical portion and the connection type (i.e., internal hexagon or Morse taper).



Figure 2: The measurement of ISQ using the Osstell Mentor™.

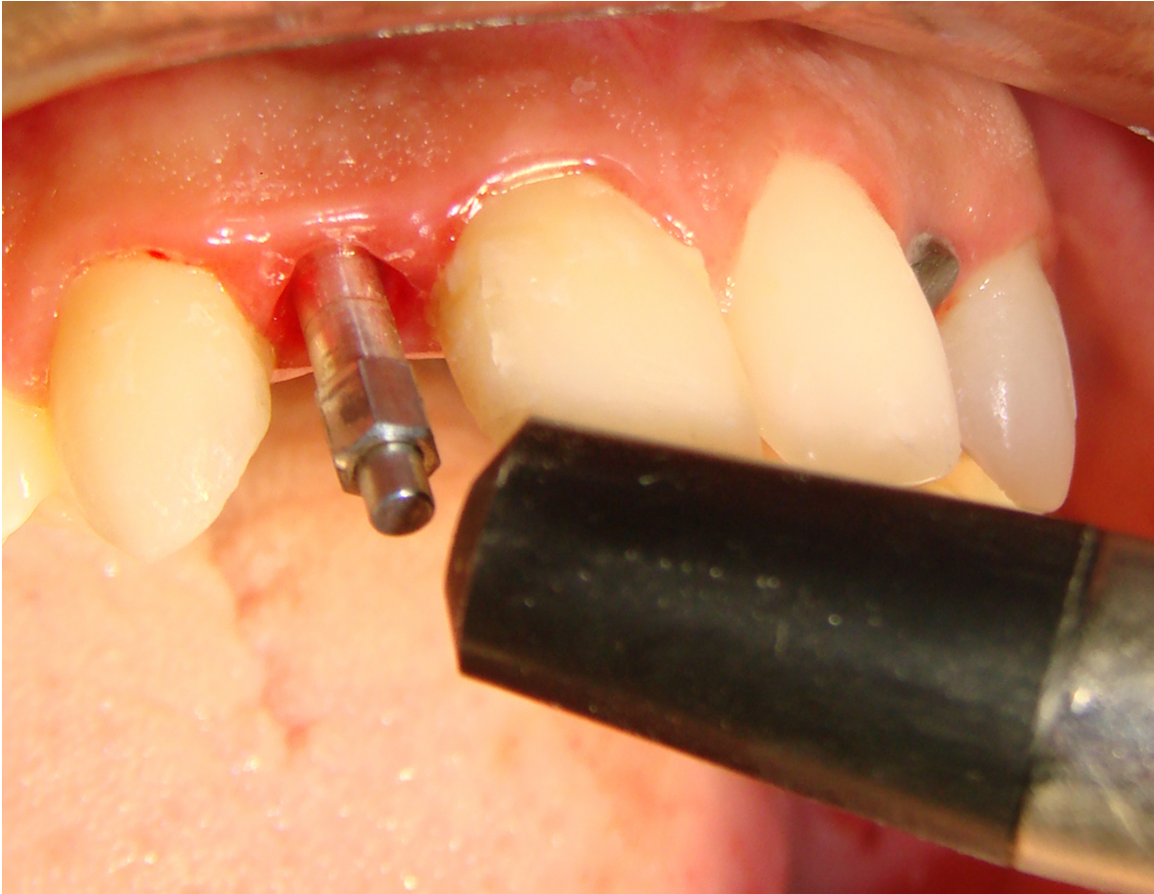


Figure 3: Bar graph showing the detail distributions of the implants in Group 1 (Healed sites).

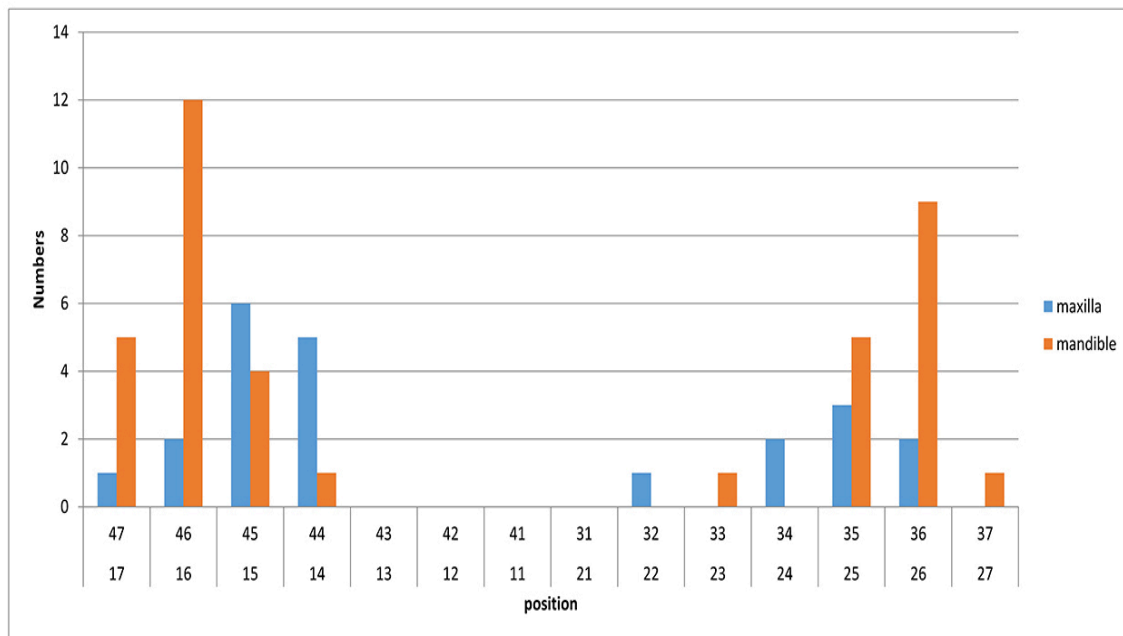
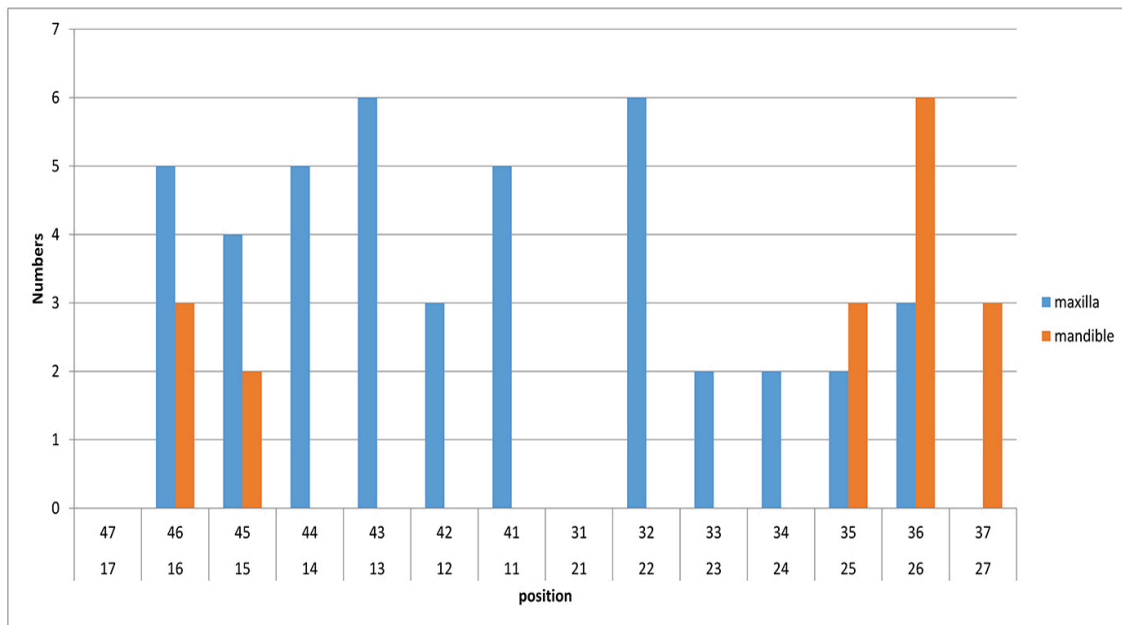


Figure 4: Bar graph showing the detailed distribution of the implants in Group 2 (Fresh extraction sockets).



4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inserção de implantes em alvéolos de extrações frescos apresentam diversas vantagens, tais como redução do trauma cirúrgico e o tempo do tratamento reabilitador. Também tem sido relatado que a inserção imediata de implantes previnem a reabsorção do osso alveolar.

Apesar de apresentarem melhores resultados estéticos os implantes imediatos, inseridos em alvéolos de extração, tem sido associado a maiores riscos de insucesso do implante e complicações, em comparação com os implantes inseridos em sítios já cicatrizados (Mangano et al. 2013). Além disso, para utilização desta técnica, faz necessária a obtenção de uma boa estabilidade primária, para que não ocorra problemas com relação à osseointegração deste implante.

Os métodos clínicos que comumente usados para avaliar a estabilidade do implante e osseointegração incluem métodos de percussão, testes de mobilidade e radiografias clínicas. Todos estes métodos estão limitados pela sua falta de padronização, baixa sensibilidade e susceptibilidade às variáveis de operação (Fischer et al 2009;. Meredith et al., 1997). Na última década, uma técnica de diagnóstico moderna chamada de análise frequência de ressonância (AFR) não invasiva foi utilizado para a avaliação e medição da estabilidade de implantes dentro do osso em diferentes estágios clínicos (da Silva Neto et al 2013; Meredith et al 1997). As razões para o uso desta técnica é que é rápido, simples, fácil de realizar, como parte de um procedimento clínico de rotina, e não existe o risco de desconforto do paciente.

Durante o período de cicatrização óssea, valor ISQ dos implantes variaram com o tempo. Na fase cirúrgica, o ISQ média para todos os implantes foi de $62,7 \pm 7,14$, o que indica boa estabilidade primária e é semelhante aos resultados obtidos nos diferentes estudos utilizando diferentes tipos de implantes que foram relatados médias variando 60,3-62,6 (Friberg et al., 1999 ; Zix et ai 2008). Quando a estabilidade dos implantes é avaliada logo após a extração dentária, o valor médio das medidas tomadas de estabilidade imediatamente

após a colocação do implante foi de $62,0 \pm 9,8$, e a estabilidade secundária depois de 1 ano foi de $64,0 \pm 9,8$ (Becker et al., 2005). Neste estudo, os valores do ISQ médio dos implantes que foram colocados em alvéolos frescos foram $61,2 \pm 8,09$ imediatamente após sua instalação, aumentando para $67,9 \pm 6,86$ aos 90 dias e para $71,9 \pm 5,99$ aos 150 dias de pós-inserção.

A maioria dos implantes na maxila tinha ISQs <60 , e aqueles na mandíbula tinha ISQs > 60 (Nedir et al., 2004). Outros estudos demonstraram que, após a cirurgia, os valores médios são mais elevados do ISQ na mandíbula ($59,8 \pm 6,7$) do que na maxila ($55,0 \pm 6,8$), quando são utilizados implantes cilíndricos (Bischof et al., 2004). No presente estudo, os valores médios foram de 64,3 para o Grupo 1 e 61,2 para o Grupo 2. Em todos os casos, os valores do presente estudo (que usou implantes cônicos) foram maiores do que os relatados no referido estudo (que usava implantes cilíndricos); esta diferença pode estar relacionada com os diferentes tipos de implantes utilizados. No entanto, observou-se que os valores médios aumentaram significativamente após 90 e 150 dias.

A densidade óssea também influencia a estabilidade inicial do implante durante a inserção (Türkyilmaz et al 2009;. Molly 2006). As densidades ósseas relatadas média dos locais de implante em um estudo anterior (Türkyilmaz et al., 2007) foram 856, 8 unidades Hounsfield (HU) para a mandíbula e 594,2 HU para a maxila. Contudo, um estudo anterior (Devlin et al., 1998) relataram uma densidade mineral óssea média da mandíbula de 1,11 gramas por centímetro quadrado unidades de pressão (g / cm^2), que é muito maior do que no maxilar anterior (média = $0,55 \text{ g} / \text{cm}^2$) ou da maxila posterior (média = $0,31 \text{ g.cm}^2$). Este resultado é consistente com os resultados do presente estudo, no qual a mandíbula exibiram valores ISQ significativamente mais elevados em todos os pontos de tempo em relação à maxila. Apesar desta diferença, quando se analisou a Figura 6 da evolução dos valores ISQ nos diferentes pontos de tempo, os comportamentos das duas áreas (por exemplo, a maxila e da mandíbula) foram muito semelhantes, o que sugere que as diferenças em

valores de estabilidade eram devido às diferenças na densidade óssea e não diferenças no processo e / ou o tempo para a integração óssea.

A qualidade óssea e estabilidade do implante são mais baixos na região posterior; Assim, a taxa de sucesso do implante posterior é inferior à taxa anterior. Na área anterior, a espessura do osso cortical e trabecular do osso denso aumentar a estabilidade primária (Lazzara et al., 1996). De acordo com Seong et al. (2009), não há consenso na literatura a respeito de como as propriedades físicas do osso variam entre o maxilar e mandibular ou propriedades físicas que afetam a estabilidade inicial do implante. Um estudo clínico sugeriu que a utilização de brocas mais finas para a colocação do implante na região posterior do maxilar onde a qualidade óssea é pobre pode melhorar a estabilidade do implante primário e ajudar os clínicos a obter taxas de sobrevivência mais elevadas de implantes (Türkyilmaz et al., 2008). No entanto, no nosso estudo, com base nos dados dos implantes imediatos (tanto na maxila e da mandíbula), a maioria dos implantes foram instalado na maxila (71,6%), estabilidades semelhantes foram observados no anterior e posterior da maxila, e não havia nenhuma diferença de tempo independentes.

Alguns autores sugeriram que o uso de implantes mais largos aumenta a estabilidade primária, devido ao aumento da área de contato osso-implante (Türkyilmaz et al 2007;. Calandriello et al 2003;. Balleri et al., 2002). No presente estudo, apenas o diâmetro (3,5 mm x 4,0 milímetros) e o desenho do implante e não o comprimento do implante foram usadas como fatores de avaliação, e os resultados revelaram valores ISQ significativamente maiores com maior diâmetro do implante ($p < 0,05$) . Estes resultados não são consistentes com os encontrados em outros estudos, que não relataram diferença estatisticamente significativa em ISQ ligados ao comprimento ou o diâmetro do implante (Balleri et al 2002;. Ostman et al., 2006).

5 CONCLUSÃO

A estabilidade dos implantes instalados em alvéolos de extração frescos ou em rebordos edêntulos cicatrizados apresentaram evolução e valor de ISQ semelhantes nos três momentos avaliados.

REFERÊNCIAS

Albrektsson T., Bräemark PI., Hansson A., Lindstrom J.. Requirements for Ensuring a Long-Lasting, Direct Bone-to-Implant Anchorage in Man. *Acta Orthop. Scand.* 1981; 52: 155-70.

Balleri P., Cozzolino A., Ghelli L., Momicchioli G., Varriale A.. Stability measurements of osseointegrated implants using Osstell in partially edentulous jaws after 1 year of loading: a pilot study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2002;4(3):128-32.

Becker, W., Sennerby, L., Bedrossian, E., Becker, B.E. & Lucchini, J.P. Implant stability measurements for implants placed at the time of extraction: a cohort, prospective clinical trial. *Journal of Periodontology* 2005; 76: 391-397.

Bischof, M., Nedir, R., Szmukler-Moncler, S., Bernard, J.P. & Samson, J. Implant stability measurement of delayed and immediately loaded implants during healing. *Clinical Oral Implants Research* 2004; 15: 529-539.

Branemark PI., Adell R., Breine U., Hansson BO., Lindstrom J., Ohlsson A.. Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. *Scandinavian Journal of Plastics and Reconstructive Surgery.* 1969 3: 81–100.

Branemark PI., Hansson BO., Adell R., Breine U., Lindstrom J., Hallen O., Ohman A.. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scandinavian Journal of Plastics and Reconstructive Surgery Supplement.* 1977 16 (Suppl.): 1–132.

Calandriello, R., Tomatis, M., Vallone, R., Rangert, B. & Gottlow, J. Immediate occlusal loading of single lower molars using Branemark System Wide-Platform TiUnite implants: an interim report of a prospective open-ended clinical multicenter study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research* 2003; 5 Suppl 1: 74-80.

Chuang SK., Tian L., Wei LJ., Dodson TB.. Kaplan-meier analysis of dental implant survival: a strategy for estimating survival with clustered observations. *J Dent Res.* 2001 80: 2016–20.

da Silva Neto, U.T., Joly, J.C. & Gehrke, S.A. Clinical analysis of the stability of dental implants after preparation of the site by conventional drilling or piezosurgery. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 2013; 19 pii: S0266-4356(13)00471-3. doi: 10.1016/j.bjoms.2013.10.008.

Devlin, H., Horner, K. & Ledgerton, D. A comparison of maxillary and mandibular bone mineral densities. *Journal of Prosthetic Dentistry* 1998; 79: 323-327.

Fischer, K., Bäckström, M. & Sennerby, L. Immediate and early loading of oxidized tapered implants in the partially edentulous maxilla: a 1-year prospective clinical, radiographic, and resonance frequency analysis study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research* 2009; 11: 69-80.

Friberg, B., Sennerby, L., Linden, B., Gröndahl, K. & Lekholm, U. Stability measurements of one-stage Branemark implants during healing in mandibles. A clinical resonance frequency analysis study. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 1999; 28: 266-272.

Lazzara, R., Siddiqui, A.A., Binon, P., Feldman, S.A., Weiner, R., Phillips, R. & Gonshor, A. Retrospective multicenter analysis of 3i endosseous dental implants placed over a five-year period. *Clinical Oral Implants Research* 1996; 7: 73-83.

Mangano, F.G., Mangano, C., Ricci, M., Sammons, R.L., Shibli, J.A. & Piattelli A. Esthetic evaluation of single-tooth Morse taper connection implants placed in fresh extraction sockets or healed sites. *Journal of Oral Implantology* 2013; 39:172-181

Meredith N., Alleyne D., Cawley P.. Quantitative determination of the stability of the implant-tissue interface using resonance frequency analysis. *Clin Oral Implants Res.* 1996 Sep;7(3):261-7.

Meredith N., Book K., Friberg B., Jemt T., Sennerby L.. Resonance frequency measurements of implant stability in vivo. A cross-sectional and longitudinal study of resonance frequency measurements on implants in the edentulous and partially dentate maxilla. *Clin Oral Implants Res.* 1997 Jun;8(3):226-33.

Molly, L. Bone density and primary stability in implant therapy. *Clinical Oral Implants Research* 2006; 17 Suppl 2: 124-135.

Nedir R., Bischof M., Szmukler-Moncler S., Bernard JP., Samson J.. Predicting osseointegration by means of implant primary stability. *Clin Oral Implants Res.* 2004 Oct;15(5):520-8.

Ostman, P.O., Hellman, M., Wendelhag, I. & Sennerby, L. Resonance frequency analysis measurements of implants at placement surgery. *International Journal of Prosthodontics* 2006; 19: 77-83.

Quesada-García MP., Prados-Sánchez E., Olmedo-Gaya MV., Muñoz-Soto E., González-Rodríguez MP., Vallecillo-Capilla M.. Measurement of dental implant stability by resonance frequency analysis: A review of the literature. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2009 Oct 1;14 (10):e538-46.

Rabel A., Köhler SG., Schmidt-Westhausen AM.. Clinical study on the primary

stability of two dental implant systems with resonance frequency analysis. *Clin Oral Invest* 2007 11:257–65.

Scarano A., Carinci F., Quaranta A., Iezzi G., Piattelli M., Piattelli A.. Correlation between implant stability quotient (ISQ) with clinical and histological aspects of dental implants removed for mobility. *Int J Immunopathol Pharmacol.* 2007 Jan-Mar;20(1 Suppl 1):33-6.

Schroeder A., Pohler O., Sutter F.. Gewebereaktion auf ein Titan-Hohlzylinderimplantat mit Titan-Spritzschichtoberfläche. *Schweizer Monatsschrift für Zahnheilkunde* 1976 86: 713–27.

Sennerby I., Meredith N. Implant stability measurements using resonance frequency analysis: biological and biomechanical aspects and clinical implications. *Periodontology* 2000, vol. 47, 2008, 51-66.

Seong, W.J., Kim, U.K., Swift, J.Q., Hodges, J.S. & Ko, C.C. Correlations between physical properties of jawbone and dental implant initial stability. *Journal of Prosthetic Dentistry* 2009; 101: 306-318.

Trisi P., De Benedittis S., Perfetti G., Berardi D.. Primary stability, insertion torque and bone density of cylindrical implant ad modum Branemark: is there a relationship? An in vitro study. *Clin. Oral Impl. Res.* 22, 2011; 567–70.

Turkyilmaz I, Aksoy, U. & McGlumphy, E.A. Two alternative surgical techniques for enhancing primary implant stability in the posterior maxilla: a clinical study including bone density, insertion torque, and resonance frequency analysis data. *Clinical Implant Dentistry and Related Research* 2008; 10: 231-237.

Turkyilmaz, I., Sennerby, L., McGlumphy, E.A. & Tözüm TF. Biomechanical aspects of primary implant stability: a human cadaver study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research* 2009; 11: 113-119.

Turkyilmaz, I., Tözüm, T.F. & Tumer, C. Bone density assessments of oral implant sites using computerized tomography. *Journal of Oral Rehabilitation* 2007; 34: 267-272.

Zix, J., Hug, S., Kessler-Liechti, G. & Mericske-Stern, R. Measurement of dental implant stability by resonance frequency analysis and damping capacity assessment: comparison of both techniques in a clinical trial. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 2008; 23: 525-530.

ANEXO



São Leopoldo Mandic
Faculdade de Odontologia
Centro de Pesquisas Odontológicas
Certificado de Cumprimento de Princípios Éticos

CERTIFICO que, após analisar o projeto de pesquisa

Título *Avaliação por Análise de Frequência de Ressonância da Estabilidade de Implantes*

Pesquisador principal: Ulisses Tavares da Silva Neto

Orientador: Júlio Cesar Joly

Data Avaliação: 1/3/2010 **Nº Protocolo:** 2010/0015

o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Faculdade de Odontologia e Centro de Pesquisas Odontológicas São Leopoldo Mandic considerou que o projeto está de acordo com as diretrizes para a proteção do sujeito de pesquisa, estabelecidas pela Resolução nº 196/96, do Conselho Nacional de Saúde, do Ministério da Saúde.

Campinas, SP, Brazil, terça-feira, 2 de março de 2010

CERTIFICATION OF COMPLIANCE WITH ETHICAL PRINCIPLES

I hereby, certify that upon analysis of the Research Project,

Title: Evaluation by Resonance Frequency Analysis of Implant Stability of Implants

Main Researcher(Author): Ulisses Tavares da Silva Neto

Advisor: Júlio Cesar Joly

the Committee of Ethics for Research of São Leopoldo Mandic School of Dentistry and Research Center, has considered the mentioned project to be in accordance to the guidelines of protection to the subject of the research, established by the Regulation number 196/96, from the National Health Council of the Brazilian Health Ministry.

Profa. Dra. Sônia Vieira

Presidente do Comitê de Ética e Pesquisa