

Avaliação da estabilidade de implantes curtos Neodent, tipo Cone Morse, por meio do teste do torque reverso: estudo preliminar em coelhos

Resumo / Introdução: atualmente, vários tipos de implantes estão disponíveis no mercado. Entre esses, pode-se citar os com conexão do tipo hexágono externo, hexágono interno e Cone Morse, sendo que os com Cone Morse fornecem melhor distribuição e transmissão da força ao longo do implante. O grau de osseointegração de um implante pode ser medido e avaliado por meio do valor do torque reverso. **Objetivo:** com base nisso, o objetivo do presente trabalho é testar, em implantes do tipo Cone Morse, instalados em tibias de coelhos, a viabilidade de um novo método de avaliação de torque reverso. **Métodos:** foram instalados implantes (Neodent Cone Morse WS) em tibias de coelho. Os animais foram eutanasiados em diferentes períodos de tempo. Os blocos ósseos contendo os implantes foram recortados e o montador correspondente ao implante Cone Morse foi acoplado a esse, formando um pilar único e contínuo. O torque reverso foi simulado utilizando a máquina universal de ensaios EMIC DL 1000. Uma força de compressão foi aplicada sobre o braço da alavanca (Neodent), acoplado ao dispositivo de montagem do implante. **Resultados:** os valores obtidos com o teste foram os seguintes: Coelho 1 (imediato) = 1,8Kgf, Coelho 2 (7 dias) = 7,6Kgf, Coelho 3 (15 dias) = 17Kgf, Coelho 4 (30 dias) = 27Kgf, Coelho 5 (45 dias) = 36Kgf. **Conclusão:** os resultados mostraram-se promissores, uma vez que se obteve um aumento do valor do torque reverso com o passar do tempo. **Palavras-chave:** Torque. Implantes dentários. Osseointegração.

Michelly Lima Moro ALVES

Mestranda em Fissuras Orofaciais e Anomalias Relacionadas, Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais (HRAC/USP).

Liogi IWAKI FILHO

Professor do Departamento de Cirurgia da Odontologia da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

Sérgio SÁBIO

Professor, Departamento de Prótese Dentária, UEM.

Edson Virgilio ZEN FILHO

Mestrando em Ciências Odontológicas Aplicadas, FOB/USP.

Simone SOARES

Professora, Departamento de Prótese Dentária, FOB/USP.

Como citar este artigo: Alves MLM, Iwaki Filho L, Sábio S, Zen Filho EV, Soares S. Assessing stability of Neodent Morse taper implants through reverse torque technique testing: A preliminary study in rabbits. *Dental Press Implantol.* 2014 Oct-Dec;8(4):94-101. doi: <http://dx.doi.org/10.14436/2237-650X.8.4.094-101.oar>.

Enviado em: 27/03/2014 - **Revisado e aceito:** 05/12/2014

Endereço de correspondência: Michelly Lima Moro Alves

Rua Joaquim Fidelis, 8-55, apto. 61N – CEP: 17012-180 – Bauru/SP – E-mail: michelly_lma@hotmail.com

Os autores declaram não ter interesses associativos, comerciais, de propriedade ou financeiros que representem conflito de interesse nos produtos e companhias descritos nesse artigo.

INTRODUÇÃO

O número de casos de reabilitação de regiões edêntulas por meio de implantes osseointegráveis tem aumentado, pois melhoraram a qualidade de vida dos pacientes, principalmente com relação ao conforto, função, estética e autoimagem¹⁻⁴.

O índice de sucesso de um implante depende da área em que foi instalado e do paciente. Alguns fatores, como a biocompatibilidade do material, o desenho do implante e sua superfície, a técnica cirúrgica, o paciente, a densidade óssea e o osso remanescente, podem influenciar o processo de osseointegração de um implante e, consequentemente, seu índice de sucesso^{5,6}.

Atualmente, há vários tipos de implantes disponíveis, como, por exemplo, as conexões de hexágono externo e Cone Morse. Nos implantes Cone Morse, a conexão entre a prótese e o pilar é mais forte. A solda fria que une esses elementos reduz o *microgap* entre eles e, consequentemente, minimiza o risco de contaminação bacteriana, elimina os micro-movimentos, oferece melhor distribuição de força no eixo do implante e no tecido ósseo e previne a perda de parafusos^{7,8,9}.

O nível de osseointegração pode ser mensurado por meio do teste de torque reverso, que determina a ancoragem do implante. Assim, quanto maior o valor do torque, mais forte é a influência de fatores, como o tempo de cicatrização, o protocolo de carga e o desenho de estudo^{10,11,12}.

Alguns estudos encontrados na literatura foram desenvolvidos para investigar uma série de dispositivos utilizados para realizar testes de torque reverso, incluindo dispositivos digitais e/ou manuais, como, por exemplo, os torquímetros Tohnichi (Japão), Hicksville (Nova Iorque) e Detektor AB (Suécia). No entanto, poucos artigos descrevem os métodos

empregados em detalhe, principalmente o modo como o dispositivo foi utilizado^{5,13,14}.

Diante disso, o objetivo do presente estudo é testar implantes curtos Cone Morse se Neodent, instalados na tíbia de coelhos, e avaliar sua viabilidade como método prático de avaliação de torque reverso.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi revisto e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Maringá, sob parecer número 046/2008 e protocolo 020/2008.

Cinco implantes Cone Morse WS Neodent, com diâmetro de 4,1mm e comprimento de 6mm, foram utilizados para avaliar a viabilidade de utilização do método aqui apresentado para testes de torque reverso.

Seleção dos animais e anestesia

O presente estudo utilizou cinco coelhos Nova Zelândia machos, com idades entre 6 e 8 meses, e peso entre 3,5 e 4kg. Um implante foi instalado na tíbia de cada animal.

Os animais foram mantidos em gaolas por oito dias, antes da cirurgia, para que pudessem se adaptar ao ambiente de estudo. Durante o período de estudo, os animais foram submetidos a dieta sólida e água, permanecendo em jejum durante as últimas seis horas antes da cirurgia, voltando a comer duas horas depois do procedimento.

Antes do procedimento de instalação do implante, todos os animais foram submetidos a tricotomia da parte interna da perna. Além disso, os coelhos foram pesados e a dose de anestésico necessária para cada animal foi cuidadosamente calculada, utilizando a proporção de 0,1ml para cada 200g de peso. A mistura do anestésico quetamina foi associada a uma solução líquida contendo água e xilazina a 2%, em partes iguais, e administrada por meio de

aplicação intramuscular profunda. Dez minutos antes da aplicação da anestesia, os animais receberam uma dose de 0,08mg/kg de atropina, via aplicação subcutânea, com o objetivo de prevenir uma possível bradicardia, desencadeada pela maioria dos anestésicos.

Cirurgia experimental

Os procedimentos cirúrgicos experimentais foram realizados em uma sala cirúrgica. A técnica cirúrgica foi baseada em um protocolo semelhante ao descrito por Johansson e Albrektsson¹⁵, cuidadosamente realizada seguindo a sequência descrita a seguir.

Para a antisepsia local, uma solução de polivinilpirrolidona a 10% foi utilizada. Incisões cutâneas e subcutâneas foram realizadas com um bisturi de lâmina nº 15, com 2cm de extensão, posicionado no terço médio da parte interna da perna de cada animal.

Após a divulsão das partes anatômicas, o periôsteo também foi submetido à incisão e o osso foi isolado com a ajuda de retratores. Em seguida, o osso foi perfurado com brocas cirúrgicas, ajustadas a 1000rpm e com torque de 36N/cm², de acordo com as recomendações do fabricante (Fig. 1, 2).

O sítio cirúrgico foi irrigado para remover partes de osso remanescente e, em seguida, os implantes foram instalados. O retalho foi fechado com um fio não-reabsorvível. Os animais permaneceram em observação durante o período de recuperação da anestesia e foram mantidos em suas gaiolas até que fossem sacrificados. O antibiótico enrofloxacina 5mg/kg e o analgésico dipirona 1ml/kg foram administrados imediatamente após a cirurgia para prevenir o risco de infecção e sintomatologia dolorosa, respectivamente.



Figura 1. Perfurações ósseas.

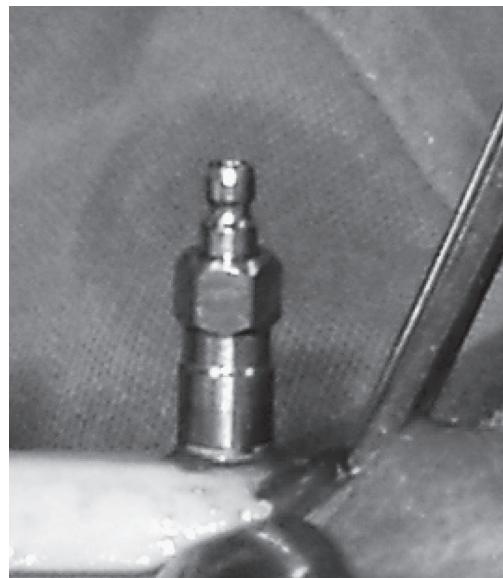


Figura 2. Implantes e encaixes instalados, demonstrando o paralelismo.

Desenho experimental

Cinco implantes foram instalados nas tíbias dos coelhos, e os animais foram eutanasiados em intervalos de tempo diferentes. O coelho número um foi sacrificado imediatamente após a cirurgia; o número dois, 7 dias após o procedimento cirúrgico; o número três, 15 dias depois; o número quatro, 30 dias depois; e o número cinco, 45 dias após a cirurgia.

Esse método foi escolhido para que se pudesse observar se o valor do torque reverso aumentava conforme o tempo de cicatrização também aumentava.

Método de sacrifício dos animais

Os coelhos foram eutanasiados por meio da aplicação de uma dose tripla de uma mistura anestésica de quetamina e Rompun®. Após a eutanásia dos animais, o bloco de osso em que o implante havia sido instalado foi removido e armazenado em uma solução de formaldeído a 10%, até o momento do teste.

Teste de torque reverso e resultados

Para a realização do teste de torque reverso, foram confeccionados cinco corpos de prova com o bloco de osso retirado de cada animal.

Os blocos onde os implantes foram instalados foram cortados em partes de 5 x 5mm. Em seguida, o dispositivo Cone Morse foi preso ao implante, formando um único pilar contínuo (Fig. 3).

As amostras foram envoltas em resina acrílica e mantidas em água durante o processo de polimerização, para evitar o superaquecimento do osso. Dez minutos depois, os corpos de prova foram mantidos em solução salina convencional.

O torque reverso foi simulado utilizando uma máquina universal de ensaios EMIC DL 1000 (TESC VIRMAQ, versão 3.05), para que se pudesse avaliar a resistência de um

implante osseointegrável à rotação dentro do tecido ósseo. Uma força de compressão foi aplicada ao braço da alavanca (Neodent), preso ao encaixe do implante por um connector. A base situada sob a alavanca previneu o movimento vertical do implante. O único movimento permitido foi o do braço da alavanca em direção reversa, o que determinou o torque necessário para remover o implante da tibia dos animais (Fig. 4).

A força de compressão máxima foi registrada e o teste foi finalizado quando o movimento livre do implante dentro do osso foi possível. De acordo com as leis de escala, o torque varia com a distância. Assim, foi estabelecida uma distância de 3cm a partir do centro de fixação do dispositivo (Fig. 5, 6)¹⁶.



Figura 3. Exemplo de bloco de osso em que os implantes e o dispositivo Cone Morse foram instalados.

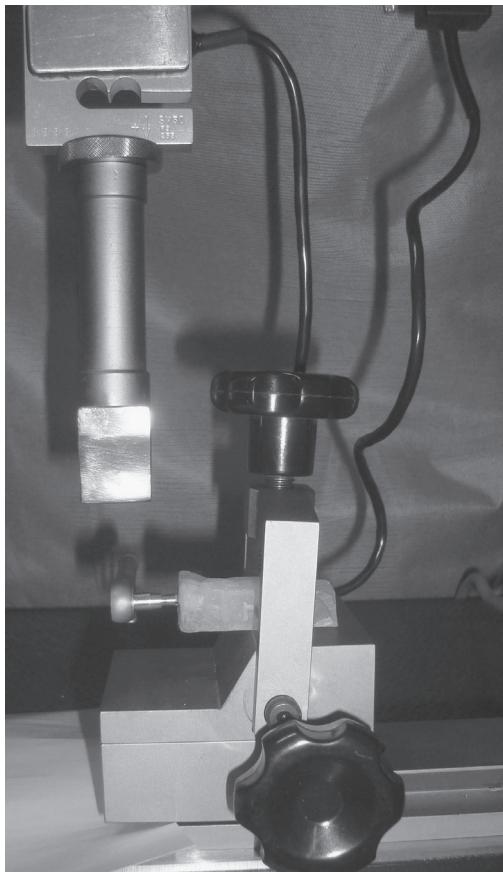


Figura 4. Vista da máquina universal de ensaios EMIC DL 1000, com as amostras dispostas em posição de teste.

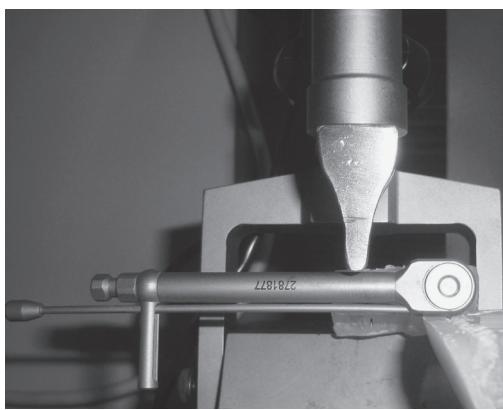


Figura 5. Alavanca em posição inicial, para receber a força de compressão.

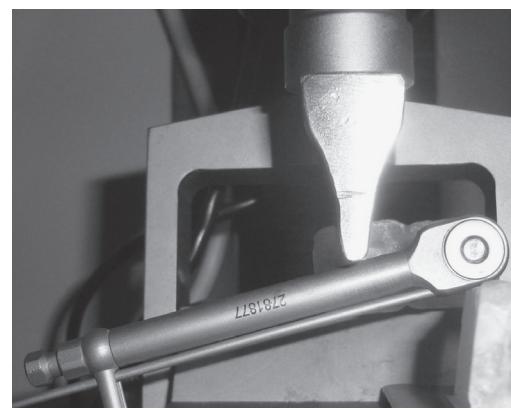


Figura 6. Movimento da alavanca em direção reversa. Observe a base de conexão.

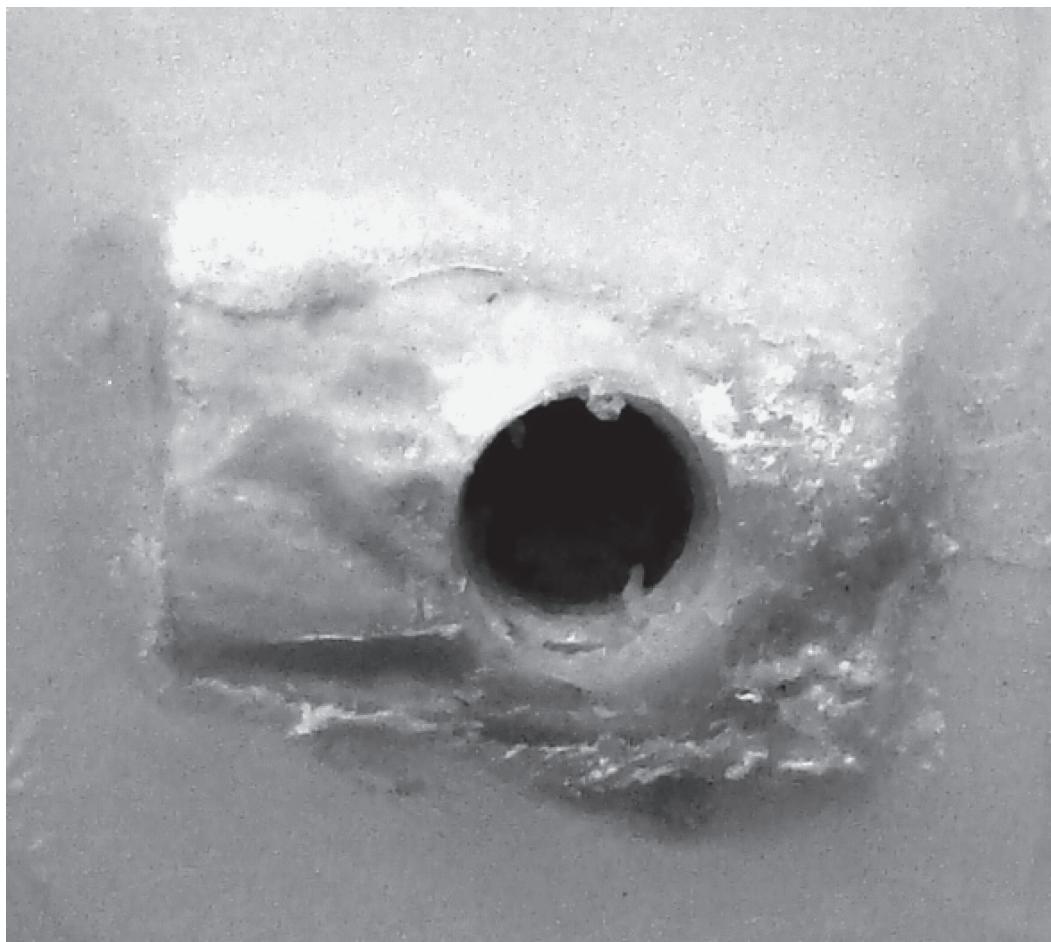


Figura 7. Estado final do bloco de osso, sem fraturas.

Após a finalização do teste, cada bloco de osso foi analisado. O teste foi considerado bem-sucedido na ausência de fratura (Fig. 7).

Os resultados do teste foram:

- » coelho 1 (imediata) = 0,18kgf, ou 1,76N;
- » coelho 2 (7 dias) = 0,76kgf, ou 7,45N;
- » coelho 3 (15 dias) = 1,7kgf, ou 16,67N;
- » coelho 4 (30 dias) = 2,7kgf, ou 26,48N;
- » coelho 5 (45 dias) = 3,6kgf, ou 35,30N.

Pode-se notar que o valor de torque reverso aumentou conforme o aumento do tempo de cicatrização.

DISCUSSÃO

A literatura descreve o teste de torque reverso como uma alternativa viável para se avaliar o grau de osseointegração de implantes dentários. Muitos estudos utilizam coelhos Nova Zelândia; normalmente a tíbia desses animais é escolhida para o procedimento cirúrgico por ser de acesso simples e direto, por ter dois ossos corticais e um medular, semelhantes à mandíbula inferior, além de tecido suficiente para cobrir os implantes^{5,13,17}.

No entanto, revisões de literatura demonstram que poucos estudos descrevem os métodos de teste de torque reverso de maneira precisa. Alguns estudos descrevem a técnica e os dispositivos utilizados em detalhes, mas não descrevem qual o tipo de implante instalado (Cone Morse, hexágono externo ou interno), como o dispositivo foi preso ao implante, como o teste foi realizado, se o dispositivo é eletrônico ou manual e se está disponível^{5,13,15,17}.

Outro fator que favorece os métodos do presente estudo é a seleção de um dispositivo que tenha sido utilizado em inúmeras pesquisas anteriores e em diferentes áreas, oferecendo, assim, uma grande quantidade de informações de alta precisão¹⁸⁻²².

Informações mais precisas sobre a técnica e o dispositivo utilizados contribuiriam para que mais pesquisas fossem conduzidas, enriquecendo a literatura dessa área. Nesse sentido, o presente estudo foi realizado para que o teste de torque reverso fosse aplicado a implantes Cone Morse de maneira segura e eficaz.

Já que o montador é fornecido juntamente com o implante, a alavanca está incluída no *kit cirúrgico*, e a maioria das faculdades dispõe de uma máquina universal de ensaios, a realização do teste não envolve despesas adicionais. Dessa forma, os métodos do presente estudo são viáveis, em termos práticos e financeiros.

Apesar das limitações da amostra, os resultados são promissores, já que os valores de torque reverso aumentaram com o tempo, corroborando a literatura⁸.

Até o momento, essa técnica é considerada prática. No futuro, poderá ser associada a estudos histológicos e histomorfométricos que confirmem sua confiabilidade na determinação de um paralelo entre o valor de torque reverso e o grau de osseointegração.

CONCLUSÃO

O método e o dispositivo desenvolvido no presente estudo podem ser facilmente utilizados por alunos e profissionais, sendo ferramentas úteis para medir o valor de torque reverso.

Os resultados são positivos e estimulam a realização de pesquisas semelhantes, conduzidas para se obter informações mais precisas sobre essa técnica.

ABSTRACT

Assessing stability of Neodent Morse Taper implants through reverse torque technique testing: a preliminary study in rabbits / Introduction

Nowadays, several types of implants are available for use, such as internal or external hexagonal connections and the Morse Taper connection. The Morse Taper connection provides better distribution and transmission of force throughout the implant. The level of osseointegration of an implant can be measured and evaluated by the value of the reverse torque. The purpose of this study is to test Morse Taper implants, installed in the tibia of rabbits, as a feasible method of assessment of reverse torque. **/ Methods** / Neodent® Morse Taper WS implants were installed in rabbit tibia, and the animals were sacrificed at different periods of time. The bone blocks containing the implants were cut, and the corresponding device was attached to the implant, forming a single pillar. Reverse torque was simulated using the Universal Testing Machine EMIC DL 1000. **/ Results** / A compressive force was applied on the ratchet arm, and the values obtained with the test were: Rabbit 1 (immediate) = 0.18 Kgf, Rabbit 2 (7 days) = 0.76 Kgf, Rabbit 3 (15 days) = 1.7 Kgf, Rabbit 4 (30 days) = 2.7 Kgf, and Rabbit 5 (45 days) = 3.6 Kgf. **/ Conclusion** / Results were promising because they indicated an increase in the value of the reverse torque over time. **/ Keywords** / Torque. Dental implants. Osseointegration.

REFERÊNCIAS:

1. Nedir R, Bischof M, Briaux JM, Beyer S, Szmułkier- Moncler S, Bernard JP. A 7-year life table analysis from a prospective study on ITI implants with special emphasis on the use of short implants. Results from a private practice. *Clin Oral Implants Res.* 2004;15(2):150-7.
2. Boven GC, Raghebar GM, Vissink A, Meijer HJ. Improving masticatory performance, bite force, nutritional state and patient's satisfaction with implant overdentures: a systematic review of the literature. *J Oral Rehabil.* 2014 Oct; 13. In press.
3. Derkx J, Häkansson J, Wennström JL, Klinge B, Berglundh T. Patient-reported outcomes of dental implant therapy in a large randomly selected sample. *Clin Oral Implants Res.* 2014 Aug; 14. In press.
4. Vieira RA, Melo AC, Budel LA, Gama JC, de Mattias Sartori IA, Thomé G. Benefits of rehabilitation with implants in masticatory function: is patient perception of change in accordance with the real improvement? *J Oral Implantol.* 2014;40(8):263-9.
5. Steigenga J, Al-Shammari K, Misch C, Nociti FH, Wang H. Effects of implant thread geometry on percentage of osseointegration and resistance to reverse torque in the tibia of rabbits. *J Periodontol.* 2004;75(9):1233-41.
6. Busenlechner D, Fürhäuser R, Haas R, Watzek G, Mailath G, Pommer B. Long-term implant success at the Academy for Oral Implantology: 8-year follow-up and risk factor analysis. *J Periodontal Implant Sci.* 2014;44(3):102-8.
7. Araújo CRP, Araújo MAR, Conti PC, Assis NM, Maior BSS. Estudo clínico e radiográfico randomizado (RCT) prospectivo com implantes Cone - Morse. *ImplantNews.* 2008;5(2):191-5.
8. Koutouzis T, Mesia R, Calderon N, Wong F, Wallet S. The effect of dynamic loading on bacterial colonization of the dental implant fixture-abutment interface: an in vitro study. *J Oral Implantol.* 2014;40(4):432-7.
9. Bressan E, Lops D, Tomasi C, Ricci S, Stocchero M, Carniel EL. Experimental and computational investigation of Morse taper conometric system reliability for the definition of fixed connections between dental implants and prostheses. *Proc Inst Mech Eng H.* 2014;228(7):674-81.
10. Misch CM. Implantes dentais contemporâneos. 3a ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2008.
11. Gehrk SA, Marin GW. Biomechanical evaluation of dental implants with three different designs: Removal torque and resonance frequency analysis in rabbits. *Ann Anat.* 2014 Aug; 19. In press.
12. Rodrigues Neto DJ, Cerutti-Koppelin D, do Valle AL, Pereira JR. A method of assessing the effectiveness of the friction fit interface by measuring reverse torque. *J Prosthet Dent.* 2014;112(4):839-42.
13. Cordioli G, Majzoub Z, Piatelli A, Scarano A. Removal torque and histomorphometric investigation of 4 different titanium surfaces: an experimental study in the rabbit tibia. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2000;15(5):668-74.
14. Gumus HO, Zortuk M, Albayrak H, Dincel M, Kocaagaoglu HH, Kilinc HI. Effect of fluid contamination on reverse torque values in bone-level implants. *Implant Dent.* 2014;23(5):582-7.
15. Johansson C, Albrektsson T. Integration of screw implants in the rabbit: a 1-yr follow-up of removal torque of titanium implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1987;2(2):69-75.
16. Zemansky e Sears. Física I: Mecânica. 12a ed. São Paulo: Pearson; 2008.
17. Atsumi M, Park S, Wang H. Methods used to assess implant stability: current status. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2007;22(5):743-54.
18. Faot F, Panza RCM, Bel AA. Impact and flexural strength, and fracture morphology of acrylic resins with impact modifiers. *Open Dent J.* 2009;3:137-43.
19. Valente ML, Shimano AC, Mazzo CR, Lepri CP, dos Reis AC. Analysis of the surface deformation of dental implants submitted to pullout and insertion test. *Indian J Dent Res.* 2014;25(1):32-5.
20. Pithon MM, Ferraz CS, Oliveira GD, dos Santos AM. Effect of different concentrations of papain gel on orthodontic bracket bonding. *Prog Orthod.* 2013;19:14-22.
21. Rocha PV, Freitas MA, Morais TAC. Influence of screw access on the retention of cement-retained implant prostheses. *J Prosthet Dent.* 2013;109(4):264-8.
22. Oliscovich NF, Shimano AC, Marcantonio Junior E, Lepri CP, Reis AC. Analysis of primary stability of dental implants inserted in different substrates using the pullout test and insertion torque. *Int J Dent.* 2013;2013:194987. Epub 2013 Jan 22.

Assessing stability of Neodent Morse taper implants through reverse torque technique testing: a preliminary study in rabbits

Abstract / Introduction: Several types of implants are available on the market, including internal or external hexagonal connections and the Morse Taper connection. The latter provides better distribution and transmission of forces throughout the implant. Implant osseointegration can be measured and assessed by reverse torque. **Objective:** The objective of this study is to test, in Morse Taper implants installed in rabbits' tibia, the feasibility of a new reverse torque assessment method. **Methods:** Neodent Morse Taper WS implants were installed in rabbits' tibia. The animals were sacrificed at different periods of time. The bone blocks containing the implants were cut, and a corresponding mounting device was attached to the implant, forming a single pillar. Reverse torque was simulated using a universal testing machine EMIC DL 1000. Compressive force was applied to the arm of the ratchet. **Results:** The values obtained with the test were: Rabbit 1 (immediate) = 1.8 Kgf, Rabbit 2 (7 days) = 7.6 Kgf, Rabbit 3 (15 days) = 17 Kgf, Rabbit 4 (30 days)=27Kgf, and Rabbit 5 (45 days) = 36 Kgf. **Conclusion:** Results were promising as they indicated an increase in the value of reverse torque over time. **Keywords:** Torque. Dental implants. Osseointegration.

Michelly Lima Moro ALVES

Masters student in Orofacial Cleft and Associate Anomalies, Hospital for Rehabilitation of Craniofacial Anomalies/USP (HRAC/USP).

Liogi IWAKI FILHO

Professor, Department of Dental Surgery, State University of Maringá (UEM).

Sérgio SÁBIO

Professor, Department of Dental Prosthesis, State University of Maringá (UEM).

Edson Virgilio ZEN FILHO

Masters student of Applied Dental Sciences, School of Dentistry — University of São Paulo/Bauru.

Simone SOARES

Professor, Department of Prosthesis, School of Dentistry — University of São Paulo/Bauru.

How to cite this article: Alves MLM, Iwaki Filho L, Sábio S, Zen Filho EV, Soares S. Assessing stability of Neodent Morse taper implants through reverse torque technique testing: a preliminary study in rabbits. *Dental Press Implantol.* 2014 Oct-Dec;8(4):94-101. doi: <http://dx.doi.org/10.14436/2237-650X.8.4.094-101.oar>.

Submitted: March 27, 2014 - **Revised and accepted:** December 05, 2014

Contact address: Michelly Lima Moro Alves

Rua Joaquim Fidelis, 8-55, apto. 61N – CEP: 17.012-180 – Bauru/SP – Brazil
E-mail: michelly.lma@hotmail.com

» The authors report no commercial, proprietary or financial interest in the products or companies described in this article.

INTRODUCTION

Rehabilitation of edentulous areas with osseointegrated implants has increased because it improves patients' quality of life, particularly in terms of comfort, function, esthetics, and self-image.¹⁻⁴

Implant success rate not only depends on the placement site, but also on the patient. Factors such as material biocompatibility, implant design and surface, surgical technique, patient, bone density, and remaining bone may influence implant osseointegration and success rate.^{5,6}

Several types of implants are available on the market, including internal or external hexagonal connections and the Morse Taper connection. The latter provides a stronger implant-abutment connection. The cold weld joining these elements together reduces the microgap between them and consequently offers decreased risk of bacterial invasion, absence of micro movement, better distribution of force on the implant axis and bone tissue, and absence of loose screws.^{7,8,9}

Osseointegration can be measured by reverse torque, which also determines implant anchorage. Thus, the greater the torque value, the stronger the influence of factors such as healing time, loading protocol, and study design.^{10,11,12}

The literature reports a number of devices developed to perform reverse torque test, including digital and/or manual devices, such as Tohnichi (Japan), Hicksville (New York), and Detektor AB (Sweden) torque gauges. Nevertheless, few articles describe the methods used in detail, especially how the device was used.^{5,13,14}

Thus, the objective of this study is to test, in Morse Taper implants installed in rabbits' tibia, the feasibility of a new reverse torque assessment method.

MATERIAL AND METHODS

The present study was reviewed and approved by State University of Maringá Institutional Review Board, process #46/2008, protocol #020/2008.

Five Neodent Morse Taper WS implants 4.1 mm in diameter and 6 mm in length were used to assess the feasibility of a device used to test reverse torque.

Animal selection and anesthesia

This study used five female New Zealand rabbits, aged between 6 to 8 months, and ranging in weight between 3.5 and 4.0 kg. An implant was installed in the tibia of each animal.

The animals were kept in cages for eight days prior to surgery, so that they could adapt to the study environment. During the experimental period, the animals were on a solid diet and water, remained without food during six hours before the surgery, and were allowed to eat two hours after the procedure.

Before surgery, all animals underwent trichotomy of the internal surface of the leg. They were weighed, and had the necessary dose of anesthetics carefully calculated on the proportion of 0.1 ml for every 200 g of live weight. The mixture of the general anesthetic ketamine was combined with a liquid solution of water and 2% xylazine in equal parts, and ministered by means of deep inter-muscular application. Ten minutes before anesthetic application, the animals received a 0.08 mg/kg dose of atropine via subcutaneous application, with the aim of preventing potential bradycardia triggered by most anesthetics.

Experimental surgery

Experimental surgical procedures took place in an operating room. The surgical technique was based on a protocol similar to that

described by Johansson and Albrektsson,¹⁵ and carefully carried out as follows:

A 10% polyvinylpyrrolidone solution was used for local antisepsis. Skin and subcutaneous incisions were made with blade #15, 2 cm long, placed on the middle third of the internal surface of the animal leg.

After divulsion of the anatomical parts, the periosteum was also incised, and bone was kept away with retractors. Bone perforations were done with surgical burs, and the drill was set at 1000-rpm rotations and 36-Ncm² torque, according to the manufacturer's recommendations (Figs 1 and 2).

The surgical site was irrigated to remove remaining pieces of bone. Subsequently, the

implants were installed. The flap was closed with a nonresorbable wire. The animals remained under observation during recovery from anesthesia and were then kept in their cages until the time of sacrifice. Antibiotic drugs were administrated immediately (enrofloxacin - 5 mg/kg) in order to prevent infection. Painkillers (dipyrone - 1ml/kg) were also administered after surgery in order to prevent pain.

Experimental design

Five implants were installed in the rabbits' tibia, and the animals were sacrificed at different periods of time. Rabbit number one was sacrificed immediately after surgery;



Figure 1. Bone perforations.

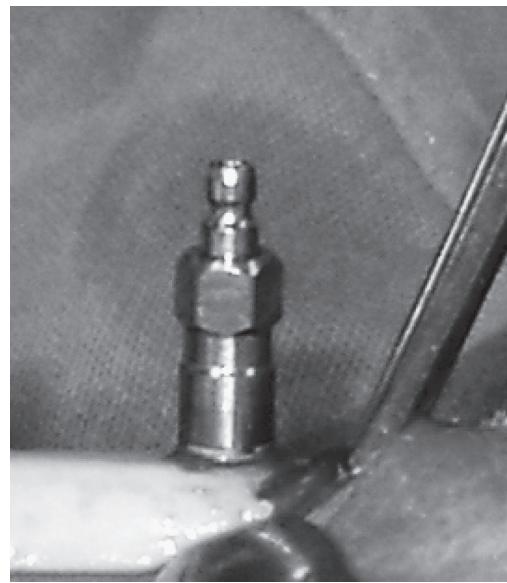


Figure 2. Implant and mount installed, showing parallelism.

whereas number two was sacrificed 7 days after surgery; number three, 15 days after surgery; number four, 30 days after surgery; and number five, 45 days after surgery.

This method was chosen to observe whether reverse torque value would increase as healing time increased.

Animal sacrifice

The rabbits were sacrificed via a triple dosage of the anesthetic mixture of ketamine and rompun. After sacrifice, the bone block containing the implant was removed and kept in a 10% formaldehyde solution for preservation until testing time.

Reverse torque test and results

To perform this test, five specimens were manufactured with the bone block of each animal.

The blocks containing the implants were cut into 5 mm x 5 mm pieces and the corresponding Morse Taper device was attached to the implant, forming a single and continuous pillar (Fig 3).

Samples were enclosed in acrylic resin and kept in water during polymerization so as to avoid bone overheating. After 10 minutes, specimens were kept in normal saline solution.

Reverse torque was simulated using a universal testing machine EMIC DL 1000 - TESC VIRMAQ Version 3.05 (2007) to assess the capacity of an osseointegrated implant to resist rotation inside bone tissue. Compressive force was applied on the arm of the ratchet (Neodent) joined with the ratchet connector and the implant mount. A base situated under the ratchet prevented vertical implant movement. The only movement allowed was of the arm of the ratchet in a reverse way, which determined the torque

necessary to remove the implant from the rabbits' tibia (Fig 4).

Maximum compressive strength was registered, and the test finished when bone allowed free movement of the implant. The scaling laws state that torque varies with distance; thus, a distance of 3 cm from the fixation center of the device was established (Figs 5 and 6).¹⁶

After test completion, bone blocks were analyzed. Should there be no fracture in any wall, the test was considered successful (Fig 7).



Figure 3. Bone blocks containing implants and the corresponding Morse Taper device.

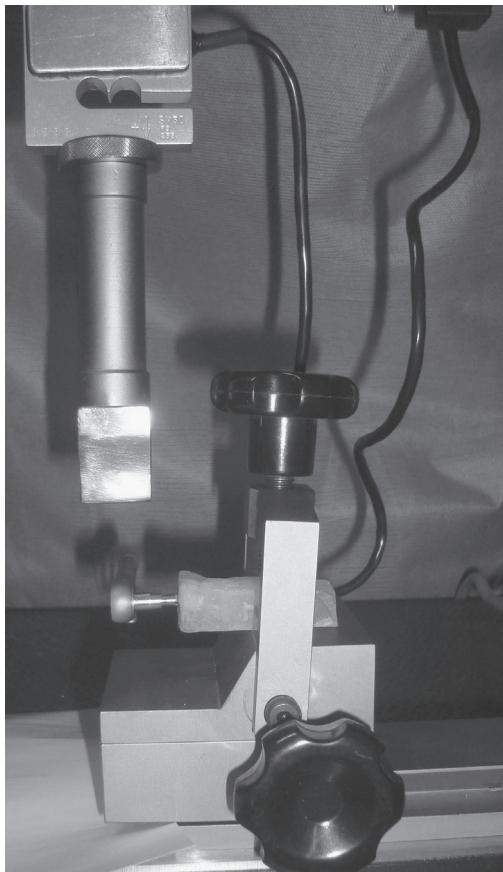


Figure 4. View of the universal testing machine EMIC DL 1000 with samples in position to be tested.

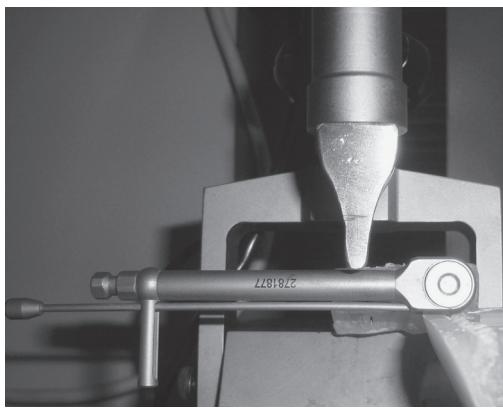


Figure 5. Ratchet on initial position to receive compressive force.

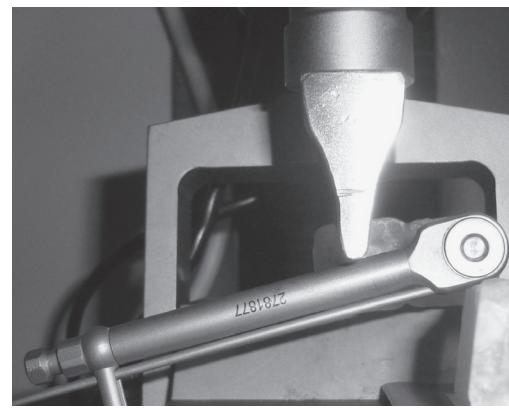


Figure 6. Ratchet movement on reverse. Note the base for connection.

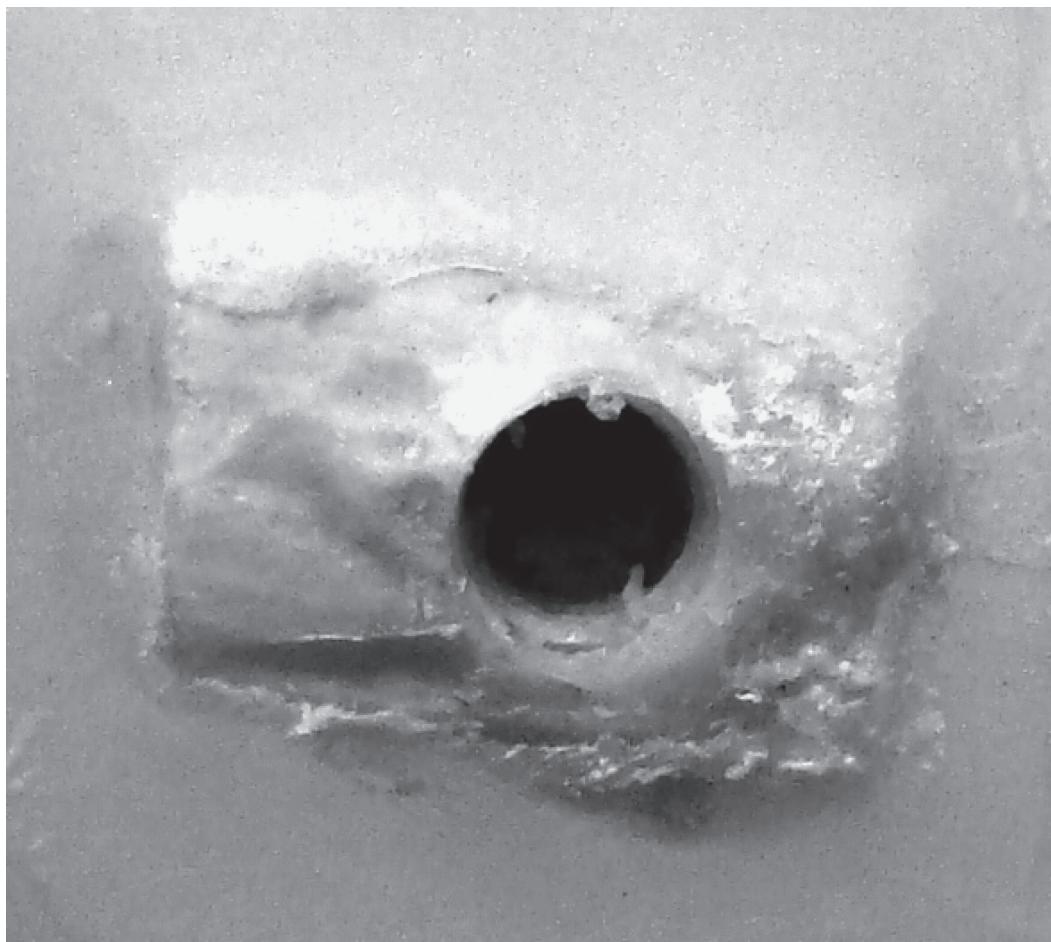


Figure 7. Final bone block. No fractures on the wall.

Test results were as follows:

- » Rabbit 1 (immediate) = 0.18 Kgf or 1.76 N
- » Rabbit 2 (7 days) = 0.76 Kgf or 7.45 N
- » Rabbit 3 (15 days) = 1.7 Kgf or 16.67 N
- » Rabbit 4 (30 days) = 2.7 Kgf or 26.48 N
- » Rabbit 5 (45 days) = 3.6 Kgf or 35.30 N

It can be noted that reverse torque value increased with additional healing time.

DISCUSSION

Existing literature describes the reverse torque test as a feasible method to assess

dental implants osseointegration. Most studies use New Zealand rabbits whose tibia is normally chosen for surgery because it offers simple and direct access, two cortical and a medullary bone similar to the mandible, and enough tissue to cover implants.^{5,13,17}

However, the literature reveals that few studies describe the methods of reverse torque test accurately. Some studies detail the technique and the device used, but do not describe which type of implant was used (Morse Taper, external or internal

hexagon), how the device was attached to the implant, how the test was carried out, whether it is an electronic or manual device, and whether the device is accessible.^{5,13,15,17}

Another point that favors this methodology is the selection of a device that has been used in numerous researches and different areas, thus offering a great deal of information of high precision.^{18,19,20,21,22}

More precise information about the technique and the device used in the studies would help researchers to develop further studies in the area, thereby enriching the literature. Hence, this study was conducted so that researchers could perform the reverse test on Morse Taper implants safely and effectively.

Because the mount comes with the implant, the ratchet is included in the surgical kit, and most colleges have the universal testing machine, no additional expenses are incurred. Thus, this methodology is viable both practically and financially.

Despite having a limited sample, the present results are promising, particularly because reverse torque values increased over time, which is in agreement with the literature.⁸

Presently, this technique has proved to be practical and, in the future, it can be associated with histological and histomorphometric studies of implant areas so as to confirm its reliability in establishing a parallel between reverse torque values and the degree of osseointegration.

CONCLUSION

The method and the device described herein are easily obtainable not only by students, but also by professionals. Moreover, they proved useful to measure reverse torque values.

The present results are positive and encourage the continuity of similar research to obtain more accurate information about this technique.

REFERENCES:

1. Nedir R, Bischof M, Briaux JM, Beyer S, Szmułkier- Moncler S, Bernard JP. A 7-year life table analysis from a prospective study on ITI implants with special emphasis on the use of short implants. Results from a private practice. *Clin Oral Implants Res.* 2004;15(2):150-7.
2. Boven GC, Raghebar GM, Vissink A, Meijer HJ. Improving masticatory performance, bite force, nutritional state and patient's satisfaction with implant overdentures: a systematic review of the literature. *J Oral Rehabil.* 2014 Oct; 13. In press.
3. Derkx J, Häkansson J, Wennström JL, Klinge B, Berglundh T. Patient-reported outcomes of dental implant therapy in a large randomly selected sample. *Clin Oral Implants Res.* 2014 Aug; 14. In press.
4. Vieira RA, Melo AC, Budel LA, Gama JC, de Mattias Sartori IA, Thomé G. Benefits of rehabilitation with implants in masticatory function: is patient perception of change in accordance with the real improvement? *J Oral Implantol.* 2014;40(8):263-9.
5. Steigenga J, Al-Shammari K, Misch C, Nociti FH, Wang H. Effects of implant thread geometry on percentage of osseointegration and resistance to reverse torque in the tibia of rabbits. *J Periodontol.* 2004;75(9):1233-41.
6. Busenlechner D, Fürhäuser R, Haas R, Watzek G, Mailath G, Pommer B. Long-term implant success at the Academy for Oral Implantology: 8-year follow-up and risk factor analysis. *J Periodontal Implant Sci.* 2014;44(3):102-8.
7. Araújo CRP, Araújo MAR, Conti PC, Assis NM, Maior BSS. Estudo clínico e radiográfico randomizado (RCT) prospectivo com implantes Cone + Morse. *ImplantNews.* 2008;5(2):191-5.
8. Koutouzis T, Mesia R, Calderon N, Wong F, Wallet S. The effect of dynamic loading on bacterial colonization of the dental implant fixture-abutment interface: an in vitro study. *J Oral Implantol.* 2014;40(4):432-7.
9. Bressan E, Lops D, Tomasi C, Ricci S, Stocchero M, Carniel EL. Experimental and computational investigation of Morse taper conometric system reliability for the definition of fixed connections between dental implants and prostheses. *Proc Inst Mech Eng H.* 2014;228(7):674-81.
10. Misch CM. *Implantes dentais contemporâneos.* 3a ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2008.
11. Gehrk SA, Marin GW. Biomechanical evaluation of dental implants with three different designs: Removal torque and resonance frequency analysis in rabbits. *Ann Anat.* 2014 Aug; 19. In press.
12. Rodrigues Neto DJ, Cerutti-Koppelin D, do Valle AL, Pereira JR. A method of assessing the effectiveness of the friction fit interface by measuring reverse torque. *J Prosthet Dent.* 2014;112(4):839-42.
13. Cordioli G, Majzoub Z, Piatelli A, Scarano A. Removal torque and histomorphometric investigation of 4 different titanium surfaces: an experimental study in the rabbit tibia. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2000;15(5):668-74.
14. Gumus HO, Zortuk M, Albayrak H, Dincel M, Kocaagaoglu HH, Kilinc HI. Effect of fluid contamination on reverse torque values in bone-level implants. *Implant Dent.* 2014;23(5):582-7.
15. Johansson C, Albrektsson T. Integration of screw implants in the rabbit: a 1-yr follow-up of removal torque of titanium implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1987;2(2):69-75.
16. Zemansky e Sears. *Física I: Mecânica.* 12a ed. São Paulo: Pearson; 2008.
17. Atsumi M, Park S, Wang H. Methods used to assess implant stability: current status. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2007;22(5):743-54.
18. Faot F, Panza RCM, Bel AA. Impact and flexural strength, and fracture morphology of acrylic resins with impact modifiers. *Open Dent J.* 2009;3:137-43.
19. Valente ML, Shimano AC, Mazzo CR, Lepri CP, dos Reis AC. Analysis of the surface deformation of dental implants submitted to pullout and insertion test. *Indian J Dent Res.* 2014;25(1):32-5.
20. Pithon MM, Ferraz CS, Oliveira GD, dos Santos AM. Effect of different concentrations of papain gel on orthodontic bracket bonding. *Prog Orthod.* 2013;19:14-22.
21. Rocha PV, Freitas MA, Morais TAC. Influence of screw access on the retention of cement-retained implant prostheses. *J Prosthet Dent.* 2013;109(4):264-8.
22. Oliscovich NF, Shimano AC, Marcantonio Junior E, Lepri CP, Reis AC. Analysis of primary stability of dental implants inserted in different substrates using the pullout test and insertion torque. *Int J Dent.* 2013;2013:194987. Epub 2013 Jan 22.

Copyright of Dental Press Implantology is the property of Dental Press International and its content may not be copied or emailed to multiple sites or posted to a listserv without the copyright holder's express written permission. However, users may print, download, or email articles for individual use.