

Ensaio de corrosão galvânica de placas e parafusos de titânio usados na fixação interna rígida

Testing of galvanic corrosion of titanium plates and screws used in rigid internal fixation

Ricardo Luiz CIUCCIO¹, Nelis Evangelista LUIZ², Athos JACOMINI FILHO³, Paulo Paschoal ALVARADO⁴

RESUMO

O titânio comercialmente puro é o material mais usado atualmente para a fabricação de implantes de reconstrução, isso porque é um material altamente biocompatível com os tecidos vivos dos mamíferos. O objetivo principal deste trabalho é realizar ensaio de corrosão galvânica segundo a norma ASTM G71 (98), de dois materiais em contato elétrico em solução de 0,9% de cloreto de sódio (NaCl) com temperatura de 37 °C. Este trabalho apresenta características e resultados de ensaios realizados em placas e parafusos usados na fixação interna rígida, com o propósito de avaliar a resistência à corrosão do titânio ASTM F67 e ASTM F136.

Palavras-chave: Biomecânica. Titânio. Implantes dentários.

ABSTRACT

Commercially pure titanium is the material most widely used for the manufacture of implants for reconstruction, because it is a material highly biocompatible with living tissues of mammals. The main objective of this work is galvanic corrosion test according to ASTM G71 (98), two substances in electrical contact in a solution of 0.9% sodium chloride (NaCl) at 37 °C. This paper presents features and results of tests carried out on plates and screws used in rigid internal fixation in order to evaluate the corrosion resistance of titanium ASTM F67 and ASTM F136.

Key words: Biomechanics. Titanium. Dental implants.

Endereço para correspondência:

Ricardo Luiz Ciuccio
Rua Soldado Antônio Martins de Oliveira, 82
Ponte Grande - Guarulhos
07031-010 - São Paulo - São Paulo - Brasil
E-mail: rciuccio@hotmail.com

Recebido: 05/04/2010

Aceito: 01/07/2010

1. Graduado em Engenharia Mecânica. Engenheiro de Produto, SIN - Sistema de Implante, São Paulo, SP, Brasil.

2. Doutor em Engenharia Mecânica. Gerente de Engenharia, SIN - Sistema de Implante, São Paulo, SP, Brasil.

3. Graduado em Desenho Industrial. Técnico de Desenvolvimento, SIN - Sistema de Implante, São Paulo, SP, Brasil.

4. Supervisor de Produção, SIN - Sistema de Implante, São Paulo, SP, Brasil.

INTRODUÇÃO

O termo fixação interna é utilizado para designar a estabilização de uma fratura ou osteotomia, com dispositivo em contato direto com a estrutura óssea, podendo ser obtida por meio de fio de aço, parafuso ou associação de placa e parafuso. É designada rígida quando o dispositivo de imobilização junto à estrutura óssea permite a função do órgão durante o processo de reparação óssea. Caso não seja possível o restabelecimento da função ou necessite de outras formas de fixação, é denominada não rígida³. A fixação promovida por parafusos ou associação de placas e parafusos é a que apresenta melhores resultados⁵.

O titânio comercialmente puro é o material mais usado atualmente para a fabricação de implantes de reconstrução, isso porque é um material altamente biocompatível com os tecidos vivos dos mamíferos. Ele possui a capacidade de induzir a neoformação óssea perfeitamente integrada ao osso sem que exista, por menor que seja, qualquer camada de tecido fibroso entre eles².

A microvasculatura adjacente ao implante colocado no osso é a grande responsável pela osseointegração. Portanto, a manutenção da integridade desse tecido durante a furação é a essência do processo².

A utilização de placas e parafusos de titânio no tratamento dos traumas e deformidades buco maxilo facial vem aumentando, à medida que novas pesquisas comprovam sua eficácia e segurança em relação a outros materiais utilizados anteriormente. O titânio é hoje um dos materiais aloplásticos mais utilizado atualmente devido à osseointegração, sendo também de extrema leveza, alto grau de resistência à ruptura e à corrosão, de baixa condutividade e radiolúcido. As próteses apresentam vantagens importantes sobre as tradicionais (aço inoxidável), de retenção adesiva ou anatômica: melhor restabelecimento psicológico do paciente pela excelente fixação proporcionada; a peça é mais leve e permite maior conforto ao usuário; de fácil remoção e colocação pelo paciente; dispensa o uso de adesivos, evitando reações adversas na pele do portador e apresenta maior durabilidade do material implantado.

Para caracterizar a agressividade de um determinado meio corrosivo e fornecer fundamentos básicos para o controle da corrosão, realizam-se os chamados ensaios de corrosão. A corrosão dos materiais metálicos é influenciada por vários fatores que modificam o ataque químico ou eletroquímico, não havendo, portanto, um único método de ensaio de corrosão, na prática os fenômenos de corrosão se multiplicam, obrigando à variedade dos ensaios⁴.

O objetivo deste trabalho é realizar ensaio de corrosão galvânica segundo a norma ASTM G711, de dois matérias em contato elétrico em solução de 0,9% de cloreto de sódio (NaCl) com temperatura de 37 °C.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia empregada nesta pesquisa científica de carácter exploratório foi desenvolvida, a partir de pesquisas bibliográficas e testes experimentais.

Foram analisados o conjunto de placa reta com 6 furos e parafuso com diâmetro de 1.6 mm e comprimento de 10 mm, conforme Figura 1.

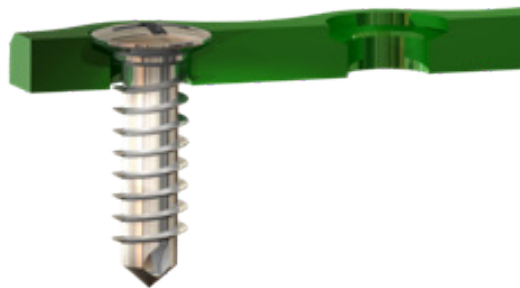


Figura 1 - Amostra de placa e parafuso de titânio.

POTENCIAL DE CIRCUITO ABERTO

Utilizou-se uma célula eletroquímica constituída por um eletrodo de referência do tipo calomelano saturado (ECS), um contra eletrodo de platina e o eletrodo de trabalho constituído por um dos dispositivos como recebidos (placa ou parafuso de titânio). O ensaio foi realizado em solução aquosa de 0,9% de NaCl a temperatura de 37 °C. O potencial de circuito aberto dos dispositivos foi monitorado separadamente por um período de 12 horas em uma interface eletroquímica Solartron 1287.

POTENCIAL DO PAR GALVÂNICO E DENSIDADE DE CORRENTE GALVÂNICA

Utilizou-se uma célula eletroquímica constituída por um eletrodo de referência do tipo calomelano saturado (ECS), e um dispositivo de dois eletrodos (um eletrodo constituído pela placa e outro pelo parafuso de titânio) conectados por um fio. O ensaio foi realizado em solução aquosa de 0,9% de NaCl a temperatura de 37 °C. O potencial do par galvânico e a densidade de corrente galvânica que circulou pelo fio foram monitorados por um período de 12 horas em uma interface eletroquímica Solartron 1287.

ENSAIO DE PERDA DE MASSA

Foi realizado ensaio de perda de massa da placa e do parafuso de titânio separados e acoplados em solução aquosa de 0,9% de NaCl a temperatura de 37 °C por um período de aproximadamente 7 dias. Nos três primeiros dias as pesagens foram a cada 24 horas e a última pesagem foi realizada no encerramento do experimento. A limpeza das amostras foi realizada em água corrente e escova de cerdas macias. As amostras foram limpas com álcool e secas com ar quente antes de cada pesagem.

RESULTADOS

POTENCIAL DE CIRCUITO ABERTO

A Figura 2 mostra o potencial de circuito aberto da placa e do parafuso de titânio em solução aquosa de 0,9% de NaCl a temperatura de 37°C monitorado por um período de 12 horas.

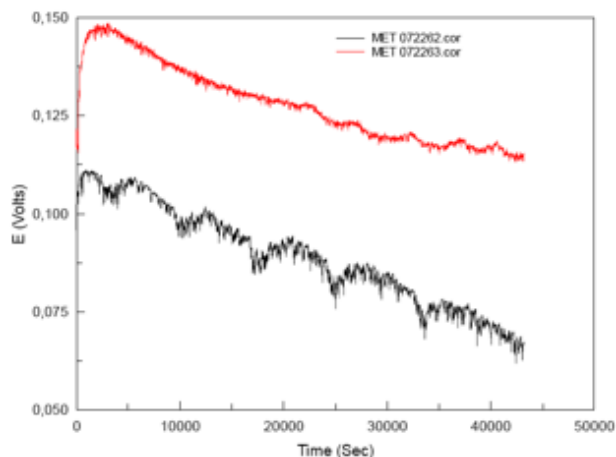


Figura 2 - Potencial de circuito aberto da placa e do parafuso de titânio em solução aquosa de 0,9% de NaCl a temperatura de 37 °C monitorado por um período de 12 horas.

POTENCIAL DO PAR GALVÂNICO

A Figura 3 mostra o potencial do par galvânico constituído pela placa e pelo parafuso de titânio em solução aquosa de 0,9% de NaCl a temperatura de 37 °C monitorado por um período de 12 horas.

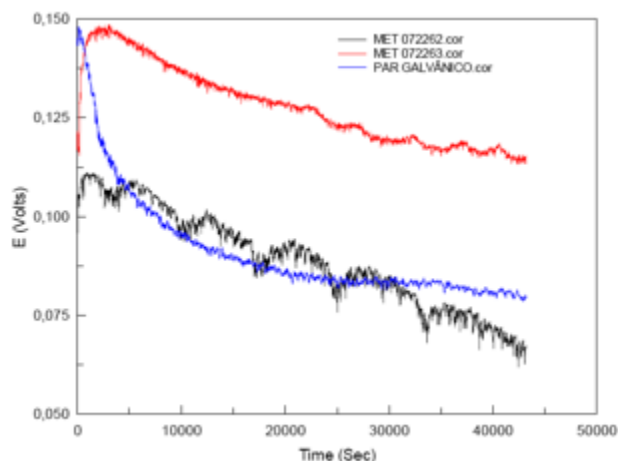


Figura 3 - Potencial do par galvânico constituído pela placa e pelo parafuso de titânio em solução aquosa de 0,9% de NaCl a temperatura de 37 °C monitorado por um período de 12 horas.

A Figura 4 mostra a densidade de corrente que circula pelo par galvânico constituído pela placa e pelo parafuso em solução aquosa de 0,9% de NaCl a temperatura de 37 °C por um período de 12 horas.

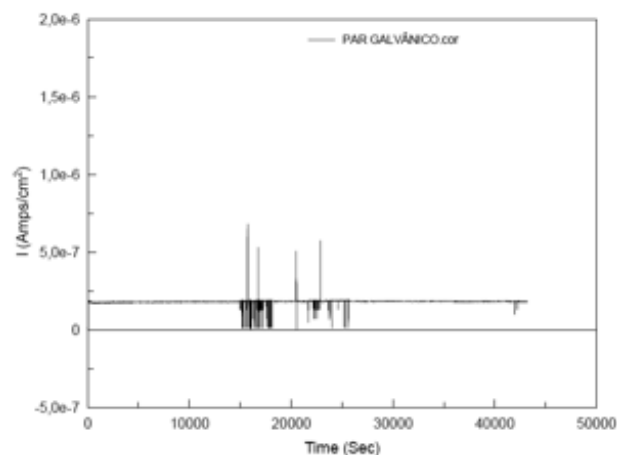


Figura 4 - Densidade de corrente que circula pelo par galvânico constituído pela placa e pelo parafuso em solução aquosa de 0,9% de NaCl a temperatura de 37 °C por um período de 12 horas.

ENSAIO DE PERDA DE MASSA

A Tabela 1 mostra os valores da perda de massa e as massas iniciais da placa e do parafuso de titânio separados.

Tabela 1 - Densidade de corrente que circula pelo par galvânico constituído pela placa e pelo parafuso em solução aquosa de 0,9% de NaCl a temperatura de 37 °C por um período de 12 horas.

Amostra	Massa inicial (g)	1ª pesagem 29 horas	2ª pesagem 51 horas	3ª pesagem 73 horas	4ª pesagem 162 horas
Placa	0,0574	0,0574	0,0574	0,0574	0,0574
Parafuso	0,0652	0,0652	0,0652	0,0652	0,0652

A Tabela 2 mostra os valores da perda de massa e as massas iniciais da placa e do parafuso de titânio acoplados.

Tabela 2 - Perda de massa da placa e do parafuso de titânio separados em solução de solução de 0,9% de NaCl a 37 °C.

Amostra	Massa inicial (g)	1ª pesagem 29 horas	2ª pesagem 51 horas	3ª pesagem 73 horas	4ª pesagem 162 horas
Placa	0,0655	0,0655	0,0655	0,0655	0,0655
Parafuso	0,0577	0,0577	0,0577	0,0577	0,0577

DISCUSSÃO

Observa-se que na Figura 2 o potencial de circuito aberto da placa de titânio variou entre 0,11 e 0,14 V_{ECS} durante o período de 12 horas. Já o potencial de circuito aberto do parafuso de titânio variou entre 0,06 V e 0,11 V_{ECS}.

Na Figura 3, observa-se que o potencial do par galvânico variou

entre 0,15 e 0,07 V_{ECS} durante o período de 12 horas. Esse resultado indica que o potencial do par galvânico é mais próximo do potencial do parafuso de titânio devido a uma polarização mais intensa da placa de titânio.

Pode-se observar na Figura 4, que a densidade de corrente que circula pelo par galvânico é muito baixa, da ordem de 10⁻⁷ A/cm², que é uma consequência da baixa diferença de potencial galvânico (da ordem de 0,05 V) entre o parafuso e a placa de titânio.

Nas Tabelas 1 e 2, pode-se observar que as amostras na forma de placa e de parafuso de titânio, não apresentaram perda de massa quando medida de forma separada ou acoplada. Esse resultado indica que, durante o período analisado, o efeito galvânico entre placa e o parafuso não é significativo.

Para se verificar a resistência à corrosão do material, bem como a eficiência de uma medida protetora em condições naturais de utilização, é decisivo o comportamento no campo⁴.

CONCLUSÃO

O ensaio de corrosão galvânica ASTM G71(98) indicou que a densidade de corrente que circula pelo par galvânico constituído pela placa e pelo parafuso em solução aquosa de 0,9% de NaCl a temperatura de 37 °C é muito baixa, da ordem de 10⁻⁷ A/cm².

As amostras na forma de placa e parafuso de titânio, não apresentaram perda de massa quando medida de forma separada ou acoplada de titânio, em solução aquosa de 0,9% de NaCl a temperatura de 37 °C.

Durante o período de testes não se observou corrosão de nenhuma amostra de titânio proveniente do contato galvânico.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CCDM - Centro de Caracterizações e Desenvolvimento de Materiais pelos ensaios realizados, ao INEPO - Instituto Nacional de Experimentos e Pesquisas Odontológicas e à SIN - Sistema de Implante por terem fornecido as amostras, as instalações e equipamentos necessários à realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

1. American Society for Testing and Materials. G71: standard guide for conducting and evaluating galvanic corrosion tests in electrolytes. West Conshohocken: The Society, 1998.
2. Brånemark P-I, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindström J, Hallén O, et al. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. Scand J Plast Reconstr Surg. 1977;16(Suppl):1-132
3. Ellis E 3rd. Rigid skeletal fixation of fractures. J Oral Maxillofac Surg. 1993;51(2):163-73.
4. Gentil V. Corrosão. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC; 2007.
5. Jones JK, Van Sickels JE. Rigid fixation: a review of concepts and treatment of fractures. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1988;65(1):13-8.