

EFEITO DO MACHEAMENTO DO ORIFÍCIO PILOTO NA RESISTÊNCIA AO ARRANCAMENTO E NO TORQUE DE INSERÇÃO DOS PARAFUSOS PEDICULARES COM ALMA CÔNICA

EFFECT OF PILOT HOLE TAPPING ON PULLOUT STRENGTH AND INSERTIONAL TORQUE OF DUAL CORE PEDICLE SCREWS

Rodrigo César Rosa¹, Patrícia Silva¹, Maurício José Falcai¹, Antônio Carlos Shimano², Helton Luiz Aparecido Defino³

RESUMO

Objetivo: Avaliar a influência do macheamento do orifício piloto na resistência ao arrancamento e no torque de inserção dos parafusos pediculares com alma cônica. **Métodos:** Ensaios mecânicos de arrancamento em máquina universal de ensaios foram realizados com parafusos pediculares com alma cônica inseridos nos pedículos da quinta vértebra lombar de vitelo. As medidas do torque de inserção foram realizadas com torquímetro com capacidade de 10Nm, sendo considerado o maior valor de torque. O preparo do orifício piloto foi realizado por meio de sonda com 3,8 mm de diâmetro externo e o macheamento do orifício com macho de rosca com as mesmas dimensões e características de rosca do parafuso. **Resultados:** Foi observada redução do torque de inserção e da resistência ao arrancamento dos implantes no grupo com o macheamento prévio do orifício piloto. **Conclusões:** O macheamento do orifício piloto reduziu o torque de inserção e a força de arrancamento dos parafusos pediculares com alma cônica inseridos no pedículo da quinta vértebra lombar de vitelos.

Descritores – Coluna Vertebral; Parafusos Ósseos; Biomecânica

ABSTRACT

Objective: To evaluate the influence of pilot hole tapping on pullout resistance and insertional torque of dual core pedicle screws. **Methods:** Mechanical assays using a universal testing machine were performed on dual core screws inserted into fifth lumbar calf vertebrae. The insertion torque was measured by torque meter with capacity of 10 Nm, which was considered the highest value of torque. The pilot holes were prepared using a 3.8 mm diameter probe and tapping of the same size and thread characteristics as the implant. **Results:** A decrease of the insertion torque and pullout strength were observed in the group of screws whose pilot holes were tapped. **Conclusions:** Tapping pilot holes reduced the insertion torque and pullout strength of dual core pedicle screws.

Keywords – Spine; Bone Screws; Biochemanics

INTRODUÇÃO

A maioria dos parafusos utilizados nas cirurgias ortopédicas foram desenvolvidos para serem implantados em orifícios previamente macheados⁽¹⁾, e esse princípio técnico foi também aplicado para alguns implantes desenvolvidos para a fixação da coluna vertebral⁽²⁾.

Enquanto a importância do macheamento prévio dos parafusos utilizados no osso cortical tem sido estabelecida e fundamentada, existe controvérsia acerca da sua influência nos parafusos dos sistemas de fixação vertebral⁽¹⁻³⁾. O macheamento do orifício piloto desses parafusos não tem sido capaz de aumentar a resistência

1 – Pós-Graduando do Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo – USP – Ribeirão Preto (SP), Brasil.

2 – Professor Associado do Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo – USP – Ribeirão Preto (SP), Brasil.

3 – Professor Titular do Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo USP – Ribeirão Preto (SP), Brasil.

Trabalho realizado no Laboratório de Bioengenharia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo – USP – Ribeirão Preto (SP), Brasil.

Correspondência: Laboratório de Bioengenharia FMRP/USP – Av. Bandeirantes, 3.900, Monte Alegre – 14049-900 – Ribeirão Preto (SP), Brasil.

E-mail: hldefin@fmrp.usp.br

Trabalho recebido para publicação: 14/01/10, aceito para publicação: 09/03/10.

dos implantes ao arrancamento, e tem, inclusive, reduzido essa propriedade mecânica^(2,4). A realização dessa manobra adicional para a colocação dos implantes na coluna vertebral tem sido questionada pelo potencial aumento do tempo cirúrgico sem proporcionar vantagens mecânicas ao implante.

Os parafusos de alma cônica foram desenvolvidos com a finalidade de melhorar as propriedades mecânicas dos parafusos do sistema de fixação, e o objetivo do estudo foi avaliar a influência do macheamento do orifício piloto na resistência ao arrancamento dos parafusos pediculares com alma cônica.

MATERIAL E MÉTODO

Foram utilizadas 10 vértebras lombares (L5) pertencentes a vitelos do sexo masculino, da raça holandesa, com idade de seis a oito semanas e massa corpórea média de $50,9 \pm 5,0$ kg. As vértebras foram armazenadas à temperatura de -20°C . Precedendo a realização dos ensaios, as vértebras foram retiradas do freezer e mantidas por 12 horas à temperatura de 5°C , e subsequente por duas horas à temperatura ambiente para se atingir o equilíbrio térmico e não alterar as propriedades físicas do osso. A densidade mineral óssea das vértebras foi avaliada por meio de *dual X-ray absorptiometry*, tendo sido observada a média de $0,24 \pm 0,01\text{g}/\text{cm}^2$.

Foram utilizados parafusos de alma cônica do sistema USS (Universal Spine System-Synthes[®]) de fixação vertebral com 30mm de comprimento e diâmetro externo de 5,2mm (Figura 1). Os parafusos foram implantados de ambos os lados dos pedículos vertebrais utilizando sonda com 3,8mm de diâmetro externo e macho de rosca com as mesmas dimensões e características da rosca do implante, de acordo com a recomendação do fabricante (Figura 1). No pedículo esquerdo foi realizado o

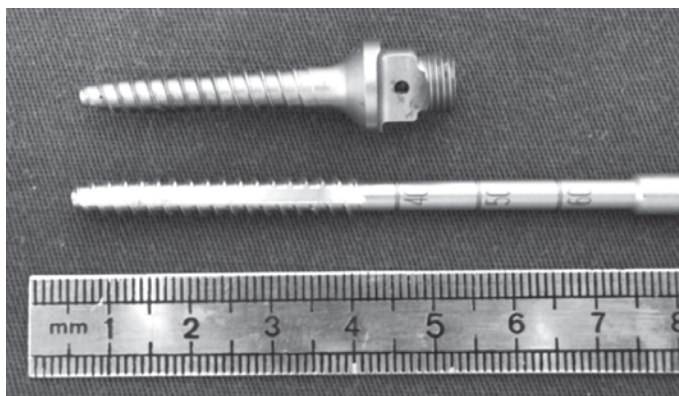


Figura 1 – Parafusos pediculares de alma cônica (acima) e seu respectivo macho de rosca (abaixo).

macheamento prévio à colocação dos implantes, e no lado direito o implante foi diretamente colocado após a realização do orifício piloto.

O torque de inserção dos parafusos foi avaliado por meio de torquímetro com capacidade de 10Nm e *software* MK versão 1.0.0.6/2004. Foi considerado o maior valor do torque obtido durante a inserção do implante.

Os ensaios mecânicos de arrancamento foram realizados utilizando máquina universal de ensaio Emic, *software* Tesc 3.13 para análise dos resultados, célula de carga com capacidade de 2.000N e velocidade de aplicação de força de 2mm/min. Em todos os ensaios mecânicos foi utilizada a pré-carga de 50N e tempo de acomodação de 10 segundos (Figura 2). A propriedade avaliada nos ensaios mecânicos foi à força máxima de arrancamento.

Os resultados da força máxima de arrancamento foram submetidos à análise estatística de normalidade para a determinação do comportamento dos dados (ANOVA). Para a comparação dos resultados entre os grupos foi utilizado o método *post hoc* de Bonferroni, tendo sido adotado o nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

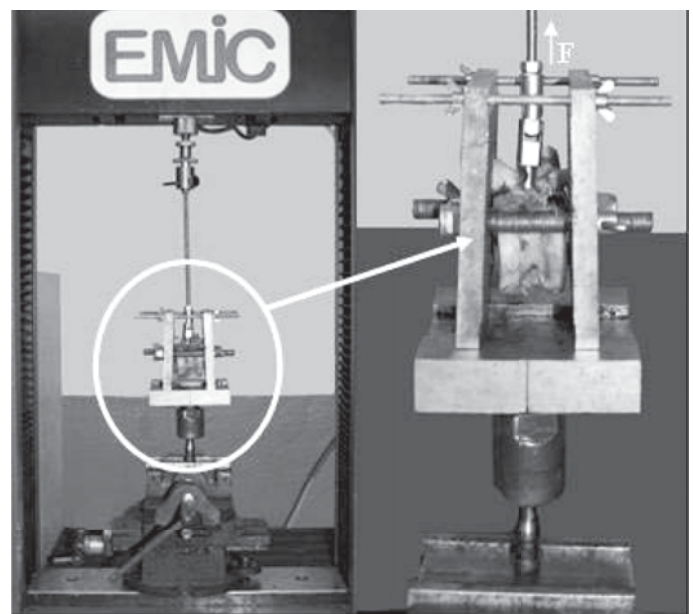


Figura 2 – Fotografia ilustrando o dispositivo utilizado para a realização do ensaio de arrancamento dos parafusos.

RESULTADOS

Foram observados redução do torque de inserção e da força máxima de arrancamento no grupo de parafusos com o macheamento prévio do orifício piloto. Os resultados do torque de inserção e da força de arrancamento dos parafusos inseridos em orifícios piloto macheados (M) e não macheamento (NM) estão representados na Tabela 1 e na Figura 3.

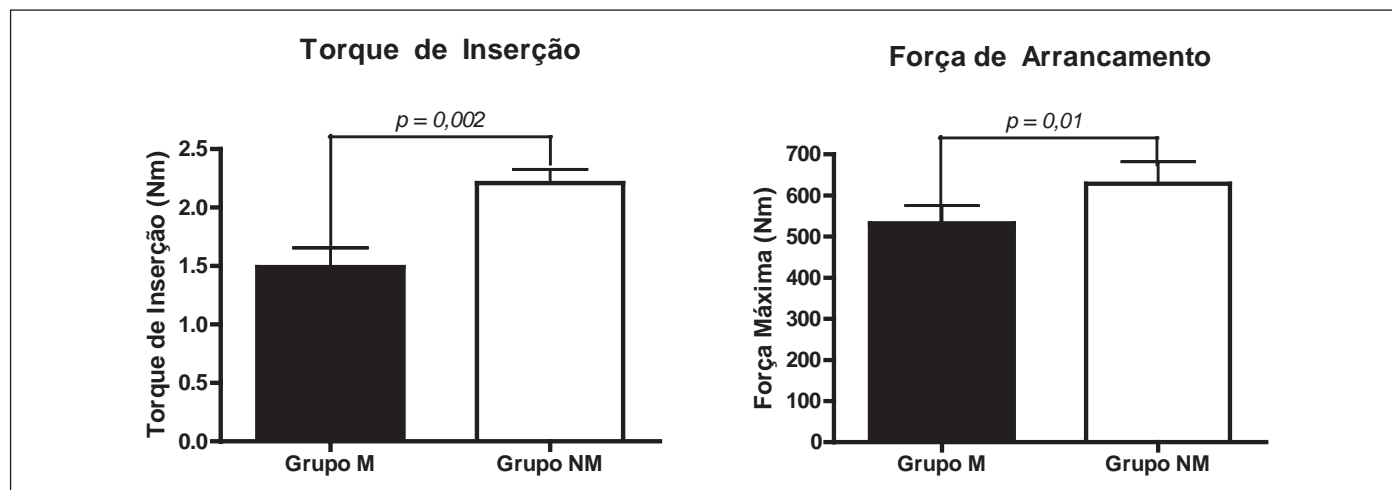


Figura 3 – Valores da média do torque de inserção e média da força de arrancamento dos parafusos de acordo com o macheamento (grupo M) e não macheamento (grupo NM) do orifício piloto.

Tabela 1 – Valores do torque de inserção dos parafusos pediculares com orifício piloto macheado (grupo M) e não macheado (grupo NM).

Vértebra	Torque de inserção (Nm)		Força de arrancamento	
	Grupo M	Grupo NM	Grupo M	Grupo NM
1	1,36	2,06	469,13	501,57
2	1,35	1,82	723,47	793,22
3	1,73	1,94	456,49	424,08
4	1,32	2,39	481,11	800,26
5	1,69	2,53	446,62	558,83
6	1,95	2,65	456,49	546,66
7	1,17	1,49	478,93	512,14
8	1,6	2,34	634,81	898,18
9	0,39	2,4	376,88	448,96
10	2,36	2,45	796,74	774,19
Média	1,49	2,21	532,07	628,79
DP	0,52	0,37	137,21	168,64

DISCUSSÃO

Dentre os passos técnicos realizados para a fixação da coluna vertebral destaca-se a colocação dos parafusos no seu interior, que pode ou não ser precedida do macheamento do orifício piloto. O macheamento do orifício piloto representa um passo técnico adicional durante a realização do procedimento cirúrgico, com conseqüente aumento do tempo requerido para a sua realização, que somente estaria justificado pelos benefícios proporcionados. Caso contrário, esse procedimento representaria uma etapa desnecessária durante a realização da cirurgia. Na osteossíntese dos ossos longos a importância do macheamento do osso cortical está bem estabelecida e a técnica tem sido classicamente utilizada⁽⁵⁾. No entan-

to, no âmbito da cirurgia da coluna vertebral tem sido demonstrado que o macheamento do orifício piloto não aumenta a resistência ao arrancamento dos parafusos⁽²⁾ e que poderia reduzir essa resistência nos ossos esponjosos e na coluna lombar^(6,7), sem alterar essa propriedade nos parafusos inseridos na coluna torácica⁽⁴⁾.

Dentre as diferentes modalidades de parafusos pediculares disponíveis para ser utilizada na cirurgia ortopédica, a grande maioria foi desenvolvida com o método de macheamento prévio do orifício piloto⁽⁸⁾. Em estudo utilizando parafusos com diferentes desenhos do passo de rosca e produzidos por diferentes fabricantes, foi observada redução da resistência ao arrancamento após o macheamento na grande maioria deles⁽⁸⁾.

A fixação dos parafusos nas vértebras humanas, para realização dos testes mecânicos, reproduziria as condições cirúrgicas naturais. No entanto, a aquisição de vértebras para realização desse estudo apresenta inúmeras dificuldades médico-legais relacionadas à sua obtenção. Desta forma, utilizamos no estudo colunas vertebrais de vitelo, por ser um modelo bem aceito na literatura, sendo considerado adequado para avaliação da instrumentação da coluna vertebral^(1,9,10).

Os parafusos de alma cônica foram desenvolvidos para aumentar a resistência ao arrancamento. O parafuso de alma cônica utilizado nesse estudo possui dois diferentes diâmetros, que são unidos por uma zona de transição cônica. O menor diâmetro do parafuso fica próximo à sua ponta, e o maior próximo à cabeça do parafuso. O menor diâmetro facilita a inserção do parafuso e o maior diâmetro proximal proporciona maior estabilidade do implante localizado no interior do pedículo vertebral⁽¹¹⁾. Teoricamente, a alma cônica do parafuso compacta o

osso esponjoso adjacente aumentando o torque de inserção do implante e a sua resistência ao arrancamento⁽¹²⁾.

Os resultados obtidos no presente estudo mostraram que o macheamento do orifício piloto reduziu significativamente o torque de inserção e a força de arrancamento dos parafusos com alma cônica. Esta redução da força de arrancamento dos parafusos tem sido bem demonstrada especialmente em materiais macios ou no osso esponjoso e está relacionada com o enfraquecimento do osso esponjoso da interface entre o implante e o tecido ósseo.

A estabilidade do sistema de fixação é dependente da força de ancoragem dos implantes na vértebra e o macheamento do orifício piloto pode comprometer a estabilidade do sistema de fixação por meio da redução da resistência ao arrancamento do implante.

O macheamento do orifício piloto para implantação dos parafusos com alma cônica na coluna vertebral é desvantajoso, pois aumenta o tempo cirúrgico e reduz a resistência do implante ao arrancamento.

CONCLUSÃO

O macheamento do orifício piloto reduziu o torque de inserção e a força de arrancamento dos parafusos pediculares com alma cônica implantados no pedículo da quinta vértebra lombar de vitelos.

AGRADECIMENTOS

Nossos agradecimentos a Fapesp pelo apoio dado para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- Öktenoglu BT, Ferrara LA, Andalkar N, Özer AF, Sarioglu AC, Benzel EC. Effects of hole preparation on screw pullout resistance and insertional torque: a biomechanical study. *J Neurosurg*. 2001;94(Suppl 1):91-6.
- Pfeiffer FM, Abernathie DL, Smith DE. A comparison of pullout strength for pedicle screws of different designs: a study using tapped and untapped pilot holes. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006;31(23):E867-70.
- Zdeblick TA, Kunz DN, Cooke ME, McCabe R. Pedicle screw pullout strength. Correlation with insertional torque. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1993;18(12):1673-6.
- Kuklo TR, Lehman RA Jr. Effect of various tapping diameters on insertion of thoracic pedicle screws: a biomechanical analysis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2003;28(18):2066-71.
- Schatzker J, Sanderson R, Murnaghan JP. The holding power of orthopedic screws in vivo. *Clin Orthop Relat Res*. 1975(108):115-26.
- Chapman JR, Harrington RM, Lee KM, Anderson PA, Tencer AF, Kowalski D. Factors affecting the pullout strength of cancellous bone screws. *J Biomech Eng*. 1996;118(3):391-8.
- Carmouche JJ, Molinari RW, Gerlinger T, Devine J, Patience T. Effects of pilot hole preparation technique on pedicle screw fixation in different regions of the osteoporotic thoracic and lumbar spine. *J Neurosurg Spine*. 2005;3(5):364-70.
- Pfeiffer M, Gilbertson LG, Goel VK, Griss P, Keller JC, RykennTC, Hoffman HE. Effect of specimen fixation method on pullout tests of pedicle screws. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1996;21(9):1037-44.
- Hearn TC, Szalai JP, Surowiak JF, Schatzker J. Sample size estimates for the use of human bone in the experimental study of cancellous screw extraction mechanics. *J Biomech*. 1996;29(4):569-72.
- Ronderos JF, Jacobowitz R, Sonntag VK, Crawford NR, Dickman CA. Comparative pull-out strength of tapped and untapped pilot holes for bicortical anterior cervical screws. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1997;22(2):167-70.
- Lill CA, Schneider E, Goldhahn J, Haslemann A, Zeifang F. Mechanical performance of cylindrical and dual core pedicle screws in calf and human vertebrae. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2006;126(10):686-94.
- Hsu CC, Chao CK, Wang JL, Hou SM, Tsai YT, Lin J. Increase of pullout strength of spinal pedicle screws with conical core: biomechanical tests and finite element analyses. *J Orthop Res*. 2005;23(4):788-94.