

# Comparação biomecânica de duas formas de fixação interfragmentar nas fraturas oblíquas do maléolo lateral

Biomechanical comparison between two forms of interfragmentary fixation in oblique fractures of the distal fibula

José Antônio Veiga Sanhudo<sup>1</sup>

## Resumo

**Objetivo:** Comparar a resistência à carga axial da fixação interfragmentar realizada com dois parafusos de minifragmentos de 2,0 mm com a resistência à carga axial da fixação interfragmentar tradicional com um parafuso de pequenos fragmentos de 3,5 mm, nas fraturas oblíquas da fíbula distal (tipo 44-B). **Métodos:** Catorze modelos de osso plástico com fraturas idênticas da fíbula distal foram divididos em dois grupos: no Grupo A, sete modelos foram submetidos à fixação da fratura com dois parafusos de minifragmentos de 2,0 mm; no Grupo B, sete modelos foram submetidos à fixação da fratura com um parafuso de pequenos fragmentos de 3,5 mm. Cada modelo foi submetido a um ensaio de resistência à compressão axial estática, por meio de um equipamento próprio para esse teste (EMIC DL modelo 10000) numa velocidade de 5 mm por minuto; carga (em Newtons) *versus* deslocamento (em mm) foi monitorada até que a resistência fosse perdida. **Resultados:** A comparação entre os dois grupos em relação à carga máxima não demonstrou diferença estatisticamente significativa ( $t=1,03$ ;  $gl=12$ ;  $p=0,326$ ), embora o Grupo A tenha apresentado resistência mais alta à carga máxima do que o Grupo B. **Conclusão:** Os resultados deste estudo em modelos de osso plástico demonstraram que o uso de dois parafusos de minifragmentos para estabilização interfragmentar das fraturas oblíquas do maléolo lateral não apresentam desvantagem biomecânica em relação à resistência à compressão axial quando comparada com a fixação tradicional com um parafuso 3,5 mm recomendada pela AO/ASIF

**Descritores:** Traumatismos do tornozelo; Fixação de fratura; Fixação interna de fraturas

## Abstract

**Objective:** To compare the axial loading strength of interfragmentary fixation by two 2-mm mini-fragment screws with the traditional 3.5-mm small-fragment interfragmentary screw in oblique fractures of the distal fibula (44-B type). **Methods:** Fourteen ankle models made of plastic bone were divided into two groups: in Group A, seven models were submitted to fracture fixation by two 2-mm mini-fragment screws; in Group B, seven models were submitted to fracture fixation by one 3.5-mm small-fragment screw. Each sample was submitted to a resistance essay of static compression loading with a proper equipment (EMIC DL 10000 model) at the rate of 5 mm per minute; loading (in Newtons) *versus* displacement (in mm) was monitored until strength was lost. **Results:** The comparison between fixation

### Correspondência

José Antônio Veiga Sanhudo  
Rua Borges do Canto, 22  
CEP: 90630-020 – Porto Alegre (RS), Brasil  
Email: jsanhudo@ceotrs.com.br

### Data de recebimento

24/01/2012

### Data de aceite

09/05/2012

Trabalho realizado no Departamento de Ortopedia e Traumatologia do Hospital Mãe de Deus – Porto Alegre (RS), Brasil.

<sup>1</sup> Departamento de Ortopedia e Traumatologia do Hospital Mãe de Deus – Porto Alegre (RS), Brasil; Programa de Pós-graduação (Doutorado) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS – Porto Alegre (RS), Brasil.

Fonte de financiamento: não há.

Conflito de interesse: não há.

types regarding maximal loading revealed no statistically significant difference between types ( $t=1.03$ ;  $gl=12$ ;  $p=0.326$ ), even though the Group A presented higher resistance to maximum loading than the Group B. **Conclusion:** The results of this study in sawbones have demonstrated that the use of two mini-fragment screws for interfragmentary stabilization do not pose any biomechanical disadvantage on axial loading as compared to the recommended by AO/ASIF fixation technique that comprises a single, small fragment screw.

**Keywords:** Ankle injuries; Fracture fixation; Fracture fixation, internal

## INTRODUÇÃO

O tornozelo é a mais fraturada dentre as articulações de carga. As fraturas habitualmente envolvem o maléolo lateral e, na maioria das vezes, iniciam-se ao nível da interlinha articular, propagando-se obliquamente em direção proximal. A fíbula suporta 17% da carga axial transmitida por meio do tornozelo e a redução adequada das fraturas do maléolo fibular restabelece o desvio rotacional e o comprimento do pilar lateral, reposicionando o tálus sob a tíbia distal e restabelecendo a congruência articular, o que é imprescindível para obtenção de um resultado satisfatório<sup>(1-4)</sup>. Idealmente a fixação das fraturas oblíquas do maléolo fibular é realizada de forma biplanar, por meio da fixação interfragmentar e da colocação de uma placa de neutralização<sup>(5)</sup>. A fixação interfragmentar atualmente recomendada pela técnica AO/ASIF é realizada pela utilização de um parafuso único de pequenos fragmentos<sup>(1,5,6)</sup>. O diâmetro da fíbula na região distal tem em torno de 10 a 14 mm e a colocação de um parafuso de 3,5 mm de espessura aumenta o risco de fratura transoperatória de um dos fragmentos. Além disso, a cabeça do parafuso tem 6 mm de diâmetro e, muitas vezes, isso dificulta o subsequente posicionamento da placa de neutralização. A literatura é escassa de estudos sobre alternativas para fixação interfragmentar nesse tipo de fratura e a utilização de dois parafusos de minifragmentos de 2 mm de espessura ainda não foi avaliada. O objetivo deste estudo foi comparar a resistência à carga axial da fixação interfragmentar com dois parafusos de minifragmentos de 2 mm de espessura com a fixação interfragmentar tradicional com um parafuso de pequenos fragmentos de 3,5 mm de espessura nas fraturas oblíquas da fíbula distal (tipo 44-B)<sup>(7)</sup>.

## MÉTODOS

A amostra foi constituída por 14 modelos de tornozelo de osso plástico (Synbone AG, Malans, Suíça). Cada modelo era de espuma rígida e consistia em uma tíbia e uma fíbula – essa última apresentava uma fratura distal oblíqua do tipo 44-B, modelo de referência 3018 (Figura 1). Para realização do teste, a tíbia do modelo foi cuidadosamente removida e utilizada somente a fíbula fixada durante o teste.

Os modelos foram divididos em dois grupos. No Grupo A, sete modelos foram submetidos à fixação da fratura com dois

parafusos de minifragmentos de 2 mm de espessura. No grupo B, sete modelos foram submetidos à fixação com um parafuso de pequenos fragmentos de 3,5 mm de espessura (Figuras 2A e B). O cálculo do tamanho da amostra foi determinado pela observação de estudos semelhantes<sup>(8-14)</sup>.

Nos dois grupos, as fraturas foram fixadas utilizando os princípios AO/ASIF de osteossíntese, com compressão entre os dois fragmentos obtida pela técnica de túnel liso proximal.

Os testes de compressão axial foram realizados no Centro de Caracterização e Desenvolvimento de Materiais da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), em São Carlos (SP), Brasil. Os 14 modelos operados foram fixados a uma base com cimento ósseo (Figura 1). Cada amostra foi submetida a um ensaio de resistência à carga estática em compressão num equipamento próprio para esse teste (modelo EMIC DL 10000) numa velocidade de 5 mm por minuto com monitoramento de carga em Newtons (N) e em quilograma força (Kgf) *versus* deslocamento em mm até que houvesse perda da resistência. O ensaio foi realizado com temperatura ambiente de 24,7°C.

Os dados coletados foram tabulados numa planilha usando Microsoft Excel (Microsoft, Bellevue, WA) e, posteriormente, analisados no programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 17.0. A comparação entre os grupos A e B foi realizada pelo teste de Mann-Whitney ou teste t de *Student*, e valores de  $p \leq 0,05$  foram considerados estatisticamente significantes.

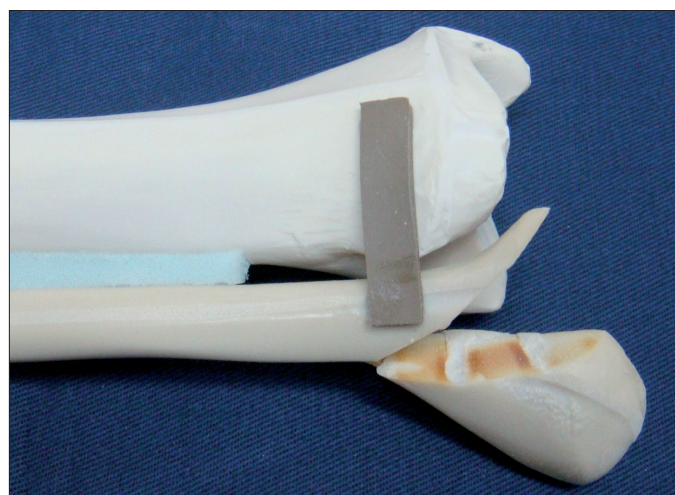


Figura 1 - Modelo de sawbone do tornozelo com fratura oblíqua distal da fíbula tipo 44-B2 AO/ASIF.

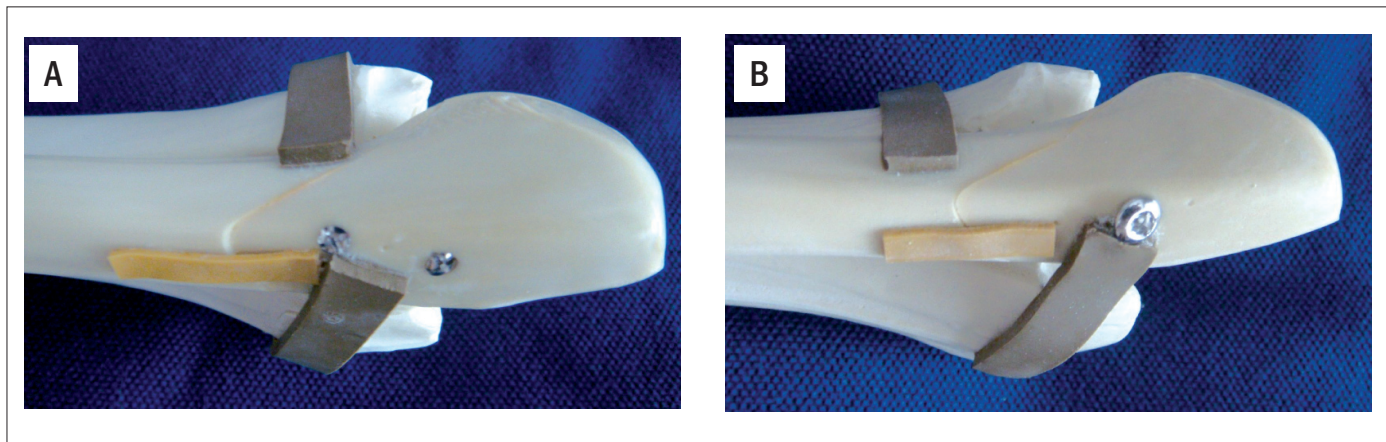


Figura 2. (A) Modelo do Grupo A submetido à fixação com dois parafusos de minifragmentos de 2 mm de espessura; (B) modelo do Grupo B submetido a fixação com um parafuso cortical de pequenos fragmentos de 3,5 mm de espessura.

## RESULTADOS

Na comparação entre as forças necessárias para deslocamento de 2 mm, não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois tipos de fixação (teste de Mann-Whitney;  $p=0,710$ ), apesar de, em mediana, o tipo A ter apresentado menor força ( $md=189$ ;  $min=115,2$ ;  $max=1.034,1$ ) do que o tipo B ( $md=207,3$ ;  $min=106,46$ ;  $max=831,13$ ).

Na comparação entre os tipos de fixação quanto à carga máxima também não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos ( $t=1,03$ ;  $gl=12$ ;  $p=0,326$ ), embora o Grupo A tenha apresentado maior resistência à carga máxima do que o Grupo B (Tabelas 1 e 2).

## DISCUSSÃO

A importância da redução anatômica da fratura da fíbula distal no restabelecimento da congruência articular já foi demonstrada por alguns autores<sup>(6,15-18)</sup>. A redução anatômica dos fragmentos é mantida pela fixação interfragmentar e a fixação com placa de neutralização garante estabilidade para a montagem. O diâmetro reduzido dos parafusos utilizados na fixação interfragmentar reduz substancialmente o risco de fratura dos fragmentos, sobretudo em fraturas cominutivas, facilita a subsequente colocação da placa de neutralização e permite a utilização de dois parafusos ao invés de um. Alguns estudos demonstraram que as imperfeições da redução anatômica das fraturas da fíbula levam à incongruência e, conseqüentemente, ao aumento da pressão articular, mas a literatura é escassa em trabalhos que avaliam a estabilidade de diferentes formas de fixação no tornozelo<sup>(19-21)</sup>.

Neste trabalho, objetivo era o de comparar a resistência biomecânica de duas formas de fixação interfragmentar das fraturas oblíquas da fíbula distal (tipo 44-B). A utilização de

Tabela 1 - Resistência até carga máxima em Newtons (N) e em quilograma força (Kgf) dos modelos do grupo A

Modelo	Carga máxima (N)	Carga máxima (Kgf)
A1	1.343,58	137,01
A2	997,84	101,75
A3	842,26	85,89
A4	1.082,39	110,37
A5	1.269,47	129,45
A6	837,81	85,43
A7	1.206,14	122,49
Média	1.082,78	110,41
Desvio padrão	201,31	20,53

Tabela 2 - Resistência em Newtons (N) e em quilograma força (Kgf) dos modelos do Grupo B

Modelo	Carga máxima (N)	Carga máxima (Kgf)
B1	1.186,63	121,00
B2	888,99	90,65
B3	990,65	101,02
B4	1.056,89	107,77
B5	948,72	96,74
B6	1.142,64	116,52
B7	611,20	62,33
Média	975,10	99,43
Desvio padrão	191,61	19,54

modelos de osso plástico no estudo tem a vantagem de testar unicamente a técnica cirúrgica, pois a utilização de tornozelos de cadáver apresenta diferença de resistência pelos diferentes graus de osteopenia da cada espécime, decorrentes das diferenças de idade e pela presença de comorbidades. Além disso, as fraturas produzidas em modelos de cadáver não seriam exatamente iguais entre si, como as apresentadas em osso plástico, e, dessa forma, levariam a comparações imperfeitas.

Os resultados obtidos neste estudo demonstram que a utilização de dois parafusos de minifragmentos para compressão interfragmentar não apresenta, em modelos

de osso plástico, desvantagem biomecânica em carga axial comparada à fixação recomendada pela técnica AO/ASIF com um parafuso único de pequenos fragmentos. Por apresentar as vantagens de ser tecnicamente mais fácil e de facilitar a subsequente colocação da placa de neutralização, a fixação com dois miniparafusos torna-se uma alternativa atraente para o tratamento das fraturas oblíquas da fíbula distal (do tipo 44-B).

## CONCLUSÃO

Em modelos de osso plástico, o uso de dois parafusos de minifragmentos para estabilização interfragmentar das fraturas oblíquas do maléolo lateral não apresentam desvantagem biomecânica em relação a resistência à compressão axial quando comparada à fixação tradicional com um parafuso 3,5 mm recomendada pela AO/ASIF.

## REFERÊNCIAS

- Mak KH, Chan KM, Leung PC. Ankle fracture treated with the AO principle-an experience with 116 cases. *Injury*. 1985;16(4):265-72.
- Zenker H, Nerlich M. Prognostic aspects in operated ankle fractures. *Arch Orthop Trauma Surg*. 1982;100(4):237-41.
- Yablon IG, Heller FG, Shouse L. The key role of the lateral malleolus in displaced fractures of the ankle. *J Bone Joint Surg Am*. 1977;59(2):169-73.
- Wang Q, Whittle M, Cunningham J, Kenwright J. Fibula and its ligaments in load transmission and ankle joint stability. *Clin Orthop Relat Res*. 1996;(330):261-70.
- Hahn DM, Colton CL. Malleoli fixation. In: Rued TP, Murphy WM. *AO principles of fractures management*. New York: Thieme; 2000. Vol. 2, p. 871-97.
- Belcher GL, Radomisli TE, Abate JA, Stabile LA, Trafton PG. Functional outcome analysis of operatively treated malleolar fractures. *J Orthop Trauma*. 1997;11(2):106-9.
- Sanhudo JA. Technique tip: interfragmentary compression with mini screws for comminuted distal fibular fractures. *Foot Ankle Int*. 2007;28(3):392.
- Bennett GL, Cameron B, Njus G, Saunders M, Kay DB. Tibiotalocalcaneal arthrodesis: a biomechanical assessment of stability. *Foot Ankle Int*. 2005;26(7):530-6.
- Molloy s, Burkhart BG, Jasper LE, Solan MC, Campbell JT, Belkoff SM. Biomechanical comparison of two fixation methods for first metatarsophalangeal joint arthrodesis. *Foot Ankle Int*. 2003;24(2):169-7.
- Nasson S, Shuff C, Palmer D, Owen J, Wayne J, Carr J, et al. Biomechanical comparison of ankle arthrodesis techniques: crossed screws vs. blade plate. *Foot Ankle Int*. 2001;22(7):575-80.
- Neufeld SK, Parks BG, Naseef GS, Melamed EA, Schon LC. Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint: a biomechanical study comparing memory compression staples, cannulated screws, and a dorsal plate. *Foot Ankle Int*. 2002;23(2):97-101.
- Politi J, Hayes J, Njus G, Bennett GL, Kay DB. First metatarsophalangeal joint arthrodesis: a biomechanical assessment of stability. *Foot Ankle Int*. 2003;24(4):332-7.
- Stamatis ED, Navid DO, Parks BG, Myerson MS. Strength of fixation of Ludloff metatarsal osteotomy utilizing three different types of Kirschner Wires: A biomechanical study. *Foot Ankle Int*. 2003;24(10):805-11.
- Thompson MC, Gesink DS. Biomechanical comparison of syndesmosis fixation with 3.5- and 4.5-millimeter stainless steel screws. *Foot Ankle Int*. 2000;21(9):736-41.
- Ramsey PL, Hamilton W. Changes in tibiotalar area of contact caused by lateral talar shift. *J Bone Joint Surg Am*. 1976;58(3):356-7.
- Sachs W, Kanat IO, McLaughlin E, Burns DE. A surgical approach to a displaced ankle fracture. *J Foot Surg*. 1984;23(4):302-7.
- Broos PL, Bisschop AP. Operative treatment of ankle fractures in adults: correlation between types of fracture and final results. *Injury*. 1991;22(5):403-6.
- Davila S, Crkvenac A, Mikulic D, Popovic L, Antabak A. [Analysis of results of surgical treatment of malleolar fractures]. *Lijec Vjesn*. 2001;123(3-4):59-63. Croatian.
- Koval KJ, Petraco DM, Kummer FJ, Bharam S. A new technique for complex fibula fracture fixation in the elderly: a clinical and biomechanical evaluation. *J Orthop Trauma*. 1997;11(1):28-33.
- Kumar A, Charlebois SJ, Cain EL, Smith RA, Daniels AU, Crates JM. Effect of fibular plate fixation on rotational stability of simulated distal fractures treated with intramedullary nailing. *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85-A(4):604-8.
- Polland JD, Deyhim A, Rigby RB, Dau N, King C, Fallat LM, et al. Comparison of pullout strength between 3.5-mm fully threaded, bicortical screws and 4.0-mm partially threaded, cancellous screws in the fixation of medial malleolar fractures. *J Foot Ankle Surg*. 2010;49(3):248-52.



## COMENTÁRIO

### Marcos Hideyo Sakaki

No tratamento das fraturas oblíquas do maléolo lateral, a busca por maior estabilidade tem se concentrado em duas formas de fixação. Na primeira, uma placa do tipo terço de tubo não bloqueada é colocada na região posterolateral da fíbula com a função de suporte, podendo ser adicionado um parafuso interfragmentário pela placa. Na segunda, inicia-se com a colocação do parafuso de tração interfragmentário diretamente na fíbula, seguida de uma placa de neutralização habitualmente do tipo terço de tubo não bloqueada, que é o tipo de fixação estudada pelos autores do presente trabalho.

A ideia de se utilizarem parafusos de 2 mm com função de tração em substituição ao de 3,5 mm é interessante, conforme discutido no trabalho, nas situações em que há cominuição e o espaço disponível para a colocação do parafuso interfragmentário é exíguo. Dois parafusos, em vez de um, poderiam oferecer maior estabilidade rotacional no foco de fratura, mas convém lembrar que a fixação do

maléolo lateral sem a utilização de uma placa de neutralização é situação de exceção e raramente empregada na prática médica. A compressão interfragmentária gerada pelos parafusos necessita da proteção proporcionada pela placa, caso contrário a perda da estabilidade ocorre precocemente ao longo do processo de consolidação. Os defensores da fixação do maléolo lateral somente com parafusos indicam o procedimento nos casos de traços de fratura sem cominuição, longos o suficiente para aceitarem dois parafusos de 3,5 mm, separados entre si em pelo menos 1cm e em ossos não osteoporóticos<sup>(1,2)</sup>. Considerando, então, a utilização de dois parafusos de 2,0 mm nos casos de cominuição, o uso de uma placa de neutralização é obrigatório e, dessa forma, os achados quanto à resistência biomecânica dos dois tipos de fixação mostrados no presente trabalho não serão reproduzidos na prática clínica. Seria interessante sabermos se a compressão interfragmentária conseguida com dois parafusos de 2 mm é equiparada à obtida com um parafuso de 3,5 mm. Fica a sugestão para um novo trabalho nessa linha de pesquisa iniciada pelos autores.

Doutor em Ciências pela Universidade de São Paulo. Médico Assistente do Grupo de Pé IOTHC FM USP

## REFERÊNCIAS

1. Tornetta P 3rd, Creevy W. Lag screw only fixation of the lateral malleolus. *J Orthop Trauma*. 2001;15(2):119-21.
2. McKenna PB, O'shea K, Burke T. Less is more: lag screw only fixation of lateral malleolar fractures. *Int Orthop*. 2007;31(4):497-502.