

ESTUDO MECÂNICO DA ESTABILIDADE DORSAL DA OSTEOSSÍNTESE INTRAMEDULAR ASSOCIADA À FIXAÇÃO EXTERNA (MÉTODO DE ULSON)

MECHANICAL STUDY ON DORSAL STABILITY OF INTRAMEDULLARY OSTEOSYNTHESIS ASSOCIATED WITH EXTERNAL FIXATION (ULSON'S METHOD)

Trajano Sardenberg¹, Sérgio Swain Muller¹, Daniel Ricardo Medeiros², Pablo Luiz Baptista²

RESUMO

Objetivo: Avaliar o método de Ulson de fixação intramedular associado à fixação externa variando a altura do travamento externo dos fios de Kirschner e sem fixação externa. **Método:** Foram utilizadas 18 tíbias de porcos, sendo realizada osteotomia transversal na região da tuberosidade e introduzidos dois fios de Kirschner intramedulares em cada peça, em três diferentes padrões de montagem: grupo I – travamento com minifixador externo com 3,0cm de altura; grupo II – travamento com 4,5cm de altura; grupo III: sem travamento externo. Realizaram-se ensaios mecânicos de cisalhamento, obtendo-se: carga máxima, limite de proporcionalidade e coeficiente de rigidez. **Resultados:** Não foram encontradas diferenças significativas de carga máxima e limite de proporcionalidade entre os grupos; o grupo II apresentou maior coeficiente de rigidez. **Conclusão:** A altura do travamento dos fios de Kirschner no método de Ulson, dentro dos limites avaliados, não prejudicou a estabilidade do sistema de fixação da fratura.

Descritores – Fraturas do Rádio; Fixadores Externos; Biomecânica

ABSTRACT

Objective: To evaluate the Ulson intramedullary fixation method, with external fixation in which the level of the external locking of the Kirschner wires is varied, and without it. **Methods:** Eighteen pig tibias were used. Transverse osteotomy was performed in the region of the tuberosity, and two intramedullary Kirschner wires were inserted into each specimen using three different assembly patterns: Group I: locking with external minifixator at height of 3.0 cm; Group II: locking at height of 4.5 cm; Group III: without external locking. Mechanical shear tests were then conducted, to determine the maximum load, proportionality limit and coefficient of rigidity. **Results:** There were no significant differences in maximum load or proportionality limit between the groups. The coefficient of rigidity was higher in Group II. **Conclusion:** The locking height for the Kirschner wires in Ulson's method, within the limits evaluated, did not harm the stability of the fracture fixation system.

Keywords - Radius Fractures; External Fixators; Biomechanics

INTRODUÇÃO

As fraturas extra-articulares instáveis e redutíveis do rádio distal podem ser tratadas com pinagem percutânea e uso de gesso antebraquio-palmar^(1,2). O método proposto por Ulson combina a pinagem percutânea intramedular com dois fios de Kirschner e o travamento externo desses fios com minifixador externo⁽³⁾. Severo *et al*⁽⁴⁾ propuseram modificações nas dobras dos fios

de Kirschner, caracterizadas por maior altura do travamento com o minifixador externo, com o propósito de facilitar os movimentos de flexão e extensão do punho a partir da terceira semana do pós-operatório, e dobramento duplo do fio medial, com a intenção de facilitar a retirada. No entanto, ao aumentar a distância entre a conexão com o osso e a fixação externa, poderia ocorrer menor estabilidade da montagem⁽⁵⁾.

1 – Professor Doutor da Faculdade de Medicina de Botucatu – UNESP – Botucatu, SP, Brasil.

2 – Médico; Ex-Residente de Ortopedia e Traumatologia da Faculdade de Medicina de Botucatu – UNESP – Botucatu, SP, Brasil.

Trabalho realizado no Departamento de Cirurgia e Ortopedia da Faculdade de Medicina de Botucatu – UNESP.

Correspondência: Departamento de Cirurgia e Ortopedia da Faculdade de Medicina de Botucatu – UNESP, Distrito de Rubião Junior s/n – 18603-970 – Botucatu, SP.

E-mail: tsarden@uol.com.br

Trabalho recebido para publicação: 31/05/2010, aceito para publicação: 16/06/2011.

Os autores declaram inexistência de conflito de interesses na realização deste trabalho / The authors declare that there was no conflict of interest in conducting this work

O objetivo do presente estudo foi avaliar, mecanicamente, o método de Ulson de fixação intramedular associado à fixação externa⁽³⁾, variando a altura do travamento externo dos fios de Kirschner.

MÉTODOS

Foram utilizadas 18 tíbias de porcos com idade média de seis meses, obtidas em matadouro e conservadas em congelador doméstico a -20°C pelo período de quatro a sete dias. No dia do ensaio mecânico, as peças anatômicas foram descongeladas à temperatura ambiente, removidas as partes moles e realizada osteotomia transversal na região da tuberosidade anterior com serra manual.

A passagem dos fios de Kirschner (2mm de diâmetro) foi iniciada com perfurador elétrico e completada manualmente. O travamento dos fios de Kirschner foi realizado com o minifixador externo sob tensão aplicada manualmente.

O controle do posicionamento intramedular dos fios foi realizado por meio de imagem radiográfica.

Os corpos de prova foram divididos em três grupos de acordo com o tipo de montagem:

Grupo I – fixação intramedular com dois fios de Kirschner de 2mm de diâmetro e travamento com minifixador externo com 3,0cm de altura (Figura 1A);

Grupo II – fixação intramedular com dois fios de Kirschner de 2mm de diâmetro e travamento com minifixador externo com 4,5cm de altura; nesse grupo, o fio medial foi dobrado de acordo com o proposto por Severo *et al*⁽⁴⁾ (Figura 1B); e

Grupo III – fixação intramedular com dois fios de Kirschner de 2mm de diâmetro, que foram dobrados e cortados, mantidos sem travamento externo (Figura 1C).

A Figura 1 demonstra as montagens dos grupos I, II e III.

Os corpos de prova foram submetidos a ensaio mecânico de cisalhamento em máquina universal de ensaio mecânico com célula de carga de 1.000 N e velocidade de

aplicação de carga de 30mm/min. A Figura 2 demonstra o sistema de fixação do corpo de prova e a aplicação da carga. Após o ensaio, o programa da máquina acoplado ao computador forneceu os valores das propriedades mecânicas carga máxima (N), limite de proporcionalidade (N) e coeficiente de rigidez (N/mm).

Os valores obtidos foram submetidos a análise estatística por meio de técnica de análise de variância para o modelo com um fator, complementada com teste de Tukey⁽⁶⁾ (comparações entre pares de médias de grupos). Todas as conclusões foram descritas no nível de 5% de significância ($p < 0,05$).

RESULTADOS

As Tabelas 1 e 2 e as Figuras 3, 4 e 5 apresentam os resultados obtidos.

A análise estatística indicou que, em relação à carga máxima e ao limite de proporcionalidade, o comportamento dos grupos experimentais I, II e III foi semelhante. Por outro lado, em relação ao coeficiente de rigidez, a análise estatística indicou que grupo II apresentou valores maiores que o grupo I, o qual, por sua vez, apresentou valores maiores que o grupo III.

DISCUSSÃO

O estudo realizado apresenta limitações em relação ao método de ensaio mecânico e ao material utilizado. O ensaio de cisalhamento testou somente a estabilidade dorsal do fragmento distal da fratura, não sendo avaliados os desvios de lateralidade, rotacionais e de encurtamento. Testes de avaliação da estabilidade em relação ao encurtamento certamente enriqueceriam o estudo, uma vez que no tratamento das fraturas do rádio distal esse parâmetro é importante na análise dos resultados obtidos. Contudo, o encurtamento do rádio está associado principalmente à

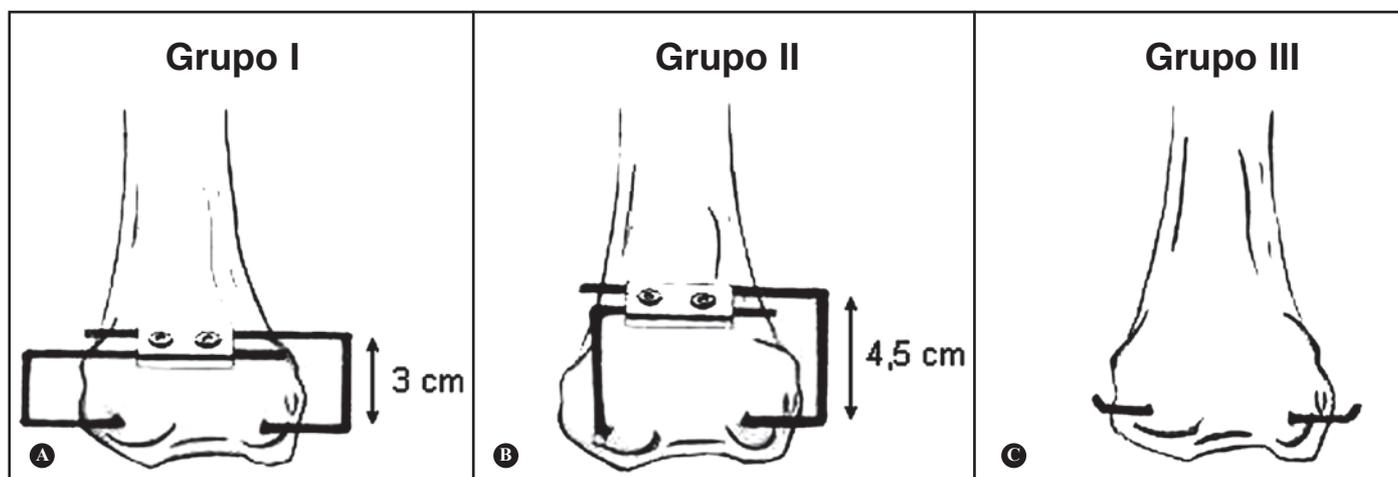


Figura 1 – Montagens de fixação intramedular associada à fixação externa nos corpos de prova utilizadas nos grupos I, II e III.

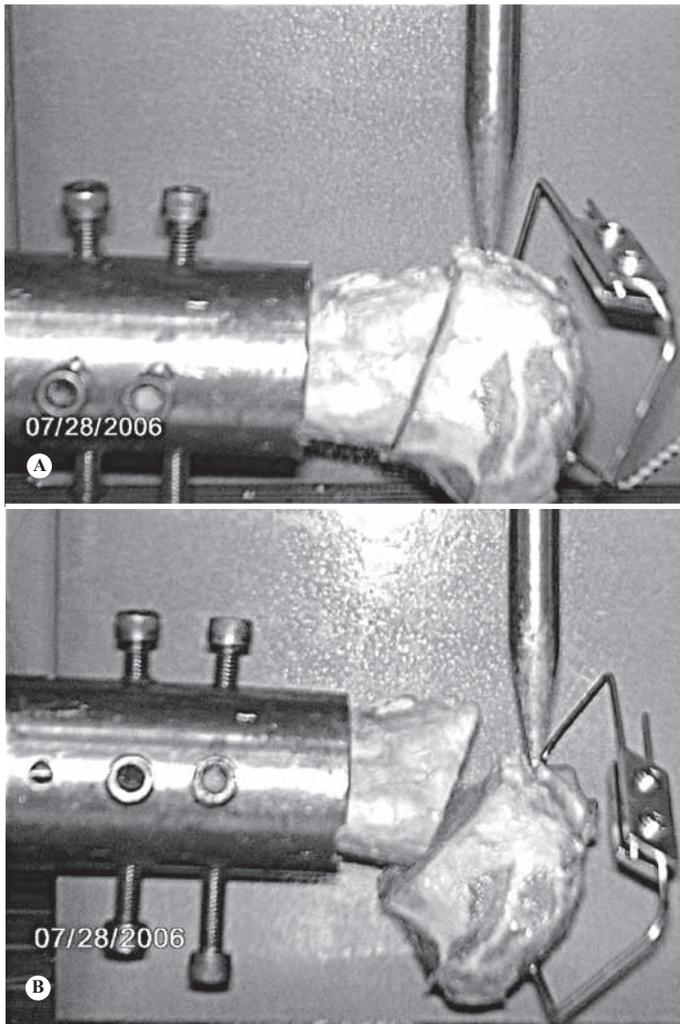


Figura 2 – A) Corpo de prova fixado na máquina universal de ensaio mecânico para a realização de cisalhamento; B) Corpo de prova ao término do ensaio mecânico.

Tabela 1 – Média e desvio padrão das variáveis segundo grupo.

Variável	Grupo			Resultado estatístico (p – valor)
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	
Carga máxima (N)	337 ± 117a	396 ± 142a	245 ± 45a	p > 0,05 (p = 0,085)
Limite de proporcionalidade (N)	285 ± 64a	269 ± 72a	207 ± 27a	p > 0,05 (p = 0,105)
Coefficiente de rigidez (N/mm)	38 ± 16ab	47 ± 17a	26 ± 6 b	p < 0,05 (p = 0,031)

Tabela 2 – Análise estatística dos resultados.

Variável	Análise dos resultados
Carga máxima (N)	Grupo I ≅ grupo II ≅ grupo III
Limite de proporcionalidade (N)	Grupo I ≅ grupo II ≅ grupo III
Coefficiente de rigidez (N/mm)	Grupo II > grupo I > grupo III

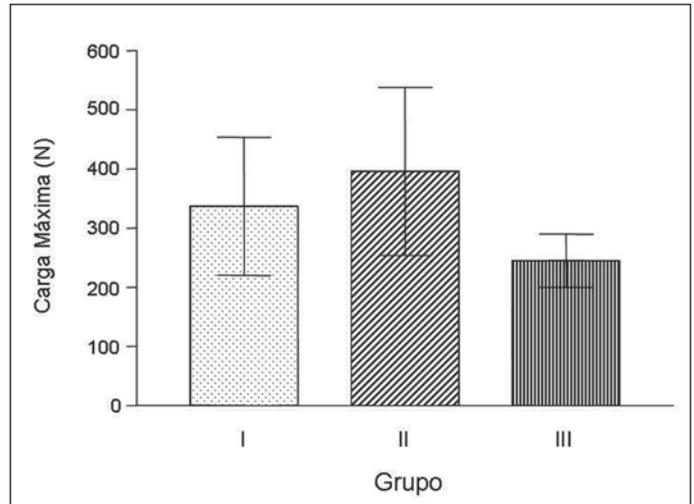


Figura 3 – Média e desvio padrão dos valores obtidos para carga máxima (N) em cada grupo experimental.

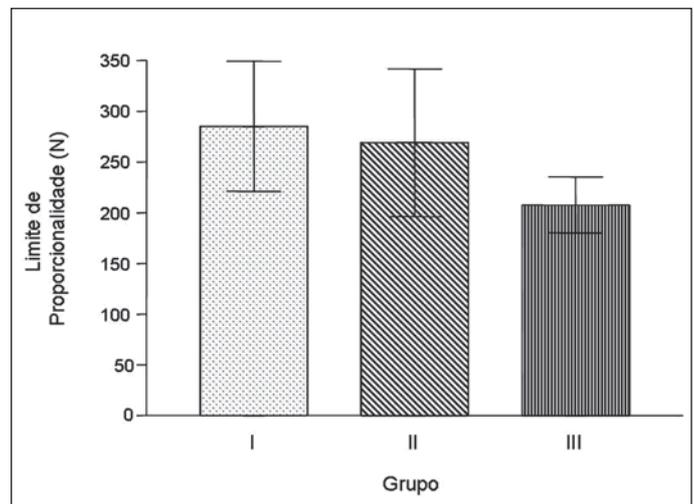


Figura 4 – Média e desvio padrão dos valores obtidos para limite de proporcionalidade (N) em cada grupo experimental.

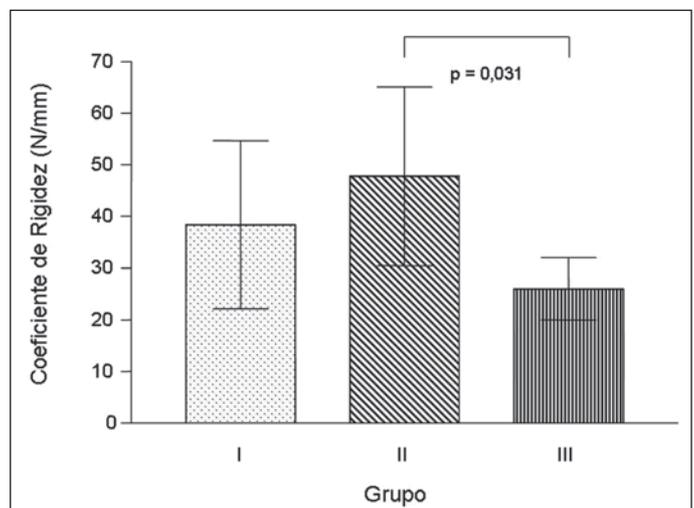


Figura 5 – Média e desvio padrão dos valores obtidos para coeficiente de rigidez (N/mm) em cada grupo experimental.

osteoporose, ausente na presente investigação, que utilizou ossos de porcos jovens sem osteoporose.

A tíbia do porco, material utilizado para o modelo de fratura, demonstrou-se adequada, principalmente em relação às medidas das corticais do osso metafisário, diafisário e do canal intramedular. Portanto, as conclusões da presente investigação somente podem ser consideradas em relação à estabilização de fratura extra-articular metafisária em osso sem osteoporose e em relação ao desvio dorsal. Oliveira Filho *et al*⁽⁷⁾, Saeki *et al*⁽⁸⁾ e Pehlivan *et al*⁽⁹⁾ realizaram estudos experimentais com diferenças metodológicas, em relação aos ensaios mecânicos e materiais utilizados, semelhantes à presente investigação, que são reveladoras das dificuldades de realização e de comparação de resultados de estudos biomecânicos.

A ideia central da presente investigação foi avaliar se as modificações no dobramento dos fios de Kirschner no método de Ulson, utilizado no tratamento das fraturas do rádio distal, propostas por Severo *et al*⁽⁴⁾, com o objetivo de facilitar a movimentação do punho e a retirada do fio colocado no lado medial do rádio, seriam prejudiciais à estabilidade do sistema de fixação.

Os resultados obtidos indicaram que não houve diferenças estatísticas nos parâmetros mecânicos de carga máxima e limite de proporcionalidade avaliados nos grupos I, II e III. Contudo, em relação à propriedade mecânica coeficiente de rigidez, os resultados indicam que o grupo II, com travamento mais alto dos fios de Kirschner e dobradura mais simples do fio medial, apresentou valores maiores que o grupo I, o qual, por sua vez, apresentou valores maiores que o grupo III, sem travamento dos fios de Kirschner. Esses resultados demonstraram que o aumento da altura no travamento e a modificação da dobra do fio medial não alteraram totalmente a estabilidade do sistema. Os resultados obtidos contrariam o conceito de que quanto maior a distância entre a conexão com o osso e a fixação menor a estabilidade da montagem dos fixadores externos, explicitado por Dell'Oca⁽⁵⁾. Esses resultados indicam que, dentro de determinados limites, é possível aumentar a altura da fixação da montagem sem prejuízo da estabilidade do sistema. A determinação desses limites exigiria a realização de testes mecânicos com maiores variações das alturas das fixações ou estudos de modelos teóricos de engenharia, não

realizados na presente investigação.

A propriedade mecânica rigidez, avaliada na presente investigação por meio do coeficiente de rigidez, indica a capacidade do corpo de prova testado de deformar-se frente à carga aplicada, sendo que quanto maior for a rigidez do material menor será a deformação resultante para uma determinada carga⁽¹⁰⁾. Os resultados obtidos indicam que o sistema mais rígido, isto é, aquele que menos se deforma frente à carga aplicada, foi o grupo II, com travamento dos fios de Kirschner mais alto e modificação da dobradura do fio medial. Deve-se lembrar, contudo, que, em relação ao grupo I, os valores do grupo II foram discretamente maiores. De qualquer modo, esses resultados contrariam os conceitos mecânicos explicitados por Dell'Oca⁽⁵⁾ em relação à distância entre a conexão com o osso e a fixação nos fixadores externos. O modelo utilizado na presente investigação, o qual é uma combinação de fixação intramedular e fixação externa, além da dobradura mais simples e direta do fio medial no grupo II, poderia, em tese, explicar esse aparente paradoxo, isto é, travamento do sistema mais distante do osso e, contudo, maior rigidez.

Estudos experimentais de fixação intramedular com fios de Kirschner em ossos tubulares de animais ou modelos artificiais apresentaram resultados controversos, dependentes de variáveis como diâmetro, número e angulação dos fios, além do diâmetro do canal medular do corpo de prova utilizado nos testes⁽⁷⁻⁹⁾, o que torna inadequada a comparação com os resultados obtidos na presente investigação.

Quando se compara a fixação convencional do método de Ulson *versus* a fixação proposta por Severo *et al*⁽⁴⁾ nota-se que não houve diferença significativa em qualquer dos parâmetros estudados. Por obter melhor mobilidade na flexoextensão do punho e facilitar a retirada do fio colocado no lado medial do rádio, pode-se concluir que é clinicamente preferível a montagem como realizada no grupo II (travamento com 4,5cm de altura).

CONCLUSÃO

Nas condições da presente investigação, a altura do travamento dos fios de Kirschner no método de Ulson, dentro dos limites avaliados, não prejudicou a estabilidade do sistema.

REFERÊNCIAS

1. Albertoni WA, Faloppa F, Belotti JC. Tratamento das fraturas da extremidade distal do rádio. *Rev Bras Ortop.* 2002; 37(1/2):1-4.
2. Fernandez DL. Rádio distal / punho. In: Rüedi TP, Murphy WM. Princípios AO do tratamento de fraturas. São Paulo: Art Méd; 2002. p. 357-77.
3. Ulson HJR. Fraturas da extremidade distal do rádio e ulna. In: Pardini Jr AG. Traumatismo da mão. Rio de Janeiro: Medsi; 1985. p. 199-246.
4. Severo AL, Mentz L, Busetto MA, Lech O, Pinto S. Fraturas da extremidade distal do rádio tratadas pela técnica de Ulson. *Rev Bras Ortop.* 2003; 38(8):437-45.
5. Dell'Oca AF. Fixação externa. In: Rüedi TP, Murphy WM. Princípios AO do tratamento de fraturas. São Paulo: Art Méd; 2002. p. 233-47.
6. Zar JH. Biostatistical analysis. New Jersey: Prentice Hall; 1999.
7. Oliveira Filho OM, Mazer N, Barbieri CH, Moro CA. Avaliação mecânica de diferentes métodos de osteossíntese de ossos longos pequenos. Estudo "in vitro" em metacarpais de porcos. *Rev Bras Ortop.* 1995; 30(1/2):69-74.
8. Saeki Y, Hashizume H, Nagoshi M, Tanaka H, Inoue H. Mechanical strength of intramedullary pinning and transfragmental Kirschner wire fixation for Colles' fractures. *J Hand Surg Br.* 2001;26(6):550-5.
9. Pehlivan O, Kiral A, Mahirogullari M, Koksali O, Kaplan H. Four-point bending strength of transverse osteotomies stabilized with various Kirschner wire and tension band configurations. *J Hand Surg Br.* 2005;30(4):428-31.
10. Cozaciuc I, Silva LR, Togni MA. Telecurso 2000 profissionalizante, mecânica, ensaio de materiais. São Paulo: Globo; 2000.