

# ESTUDO EXPERIMENTAL DA APLICAÇÃO DAS FORÇAS DE COMPRESSÃO OU DISTRAÇÃO SOBRE O SISTEMA DE FIXAÇÃO PEDICULAR

## COMPRESSION OR DISTRACTION FORCES APPLIED ON A PEDICULAR FIXATION SYSTEM: AN EXPERIMENTAL STUDY

HELTON LUIZ APARECIDO DEFINO<sup>1</sup>, MARCOS ANTONIO DE PÁDUA<sup>2</sup>, ANTONIO CARLOS SHIMANO<sup>3</sup>

### RESUMO

Foi realizado estudo experimental com o objetivo de avaliar os efeitos da aplicação da força de compressão e distração (aproximação e afastamento) sobre os implantes colocados nos pedículos vertebrais. Foram utilizados no estudo os segmentos vertebrais T8-T9, T10-T11, T12-L1, L2-L3 e L4-L5 de suínos da raça Landsark. Cada segmento vertebral foi fixado com implantes pediculares, tendo sido aplicada força de compressão ou distração com deslocamento que variou de 5,1 mm a 9,35 mm. O deslocamento provocado pela aplicação das forças foi mensurado em quatro pontos do segmento vertebral: A (porção anterior do corpo vertebral), B (porção média do corpo vertebral), C (porção posterior do corpo vertebral) e D (processo articular superior). A força de compressão produziu o afastamento dos pontos localizados nas regiões A e B, e aproximação dos pontos da região D. A força de distração produziu a aproximação dos pontos da região A e B e o afastamento dos pontos da região D.

**Descritores:** Artrodese vertebral; Fixação vertebral

### SUMMARY

An experimental study was conducted with the objective of evaluating the effects of compression and distraction (approach and deviation) forces applied on implants placed at vertebral pedicles. The vertebral segments T8-T9, T10-T11, T12-L1, L2-L3 and L4-L5 of Landsark pigs were used in the study. Each vertebral segment was fixed with pedicular implants, with compression or distraction forces being applied with a displacement that ranged from 5.1 mm to 9.35 mm. Displacement caused by forces application was measured in four points of the vertebral segment: A (anterior portion of the vertebral segment), B (medial portion of the vertebral segment), C (posterior portion of the vertebral segment) and D (superior joint process). Compression forces caused the deviation of points located at regions A and B, and the approach of points at region D. Distraction forces caused the approach of points at regions A and B and deviation of the points at region D.

**Keywords:** Spine fusion; Spine fixation.

### INTRODUÇÃO

Os sistemas de fixação pedicular tem sido amplamente utilizados no âmbito da cirurgia da coluna vertebral, e a sua aplicação geralmente está relacionada com a estabilização ou a correção das deformidades do segmento vertebral. Durante a aplicação dessa modalidade de fixação vertebral são aplicadas forças de compressão ou distração sobre as barras e os parafusos do sistema de fixação. No entanto, devido à morfologia do segmento vertebral, a aplicação

dessas forças não é homoganeamente distribuída nas diferentes partes do segmento vertebral (anterior, média e posterior), tendo essa sido a principal motivação para a realização desse estudo.

O objetivo do trabalho realizado foi o estudo dos efeitos da aplicação das forças de compressão ou distração (aproximação ou afastamento) sobre o sistema de fixação vertebral que utiliza o pedículo como ponto de ancoragem, e os efeitos causados pela aplicação dessas forças em diferentes partes do segmento vertebral.

Trabalho realizado no Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo.

Endereço para correspondência: Av. Bandeirantes, 3900 - Campus Universitário, Monte Alegre, CEP 14048-900, Ribeirão Preto, São Paulo. E-mail: hldefin@fmrp.usp.br

1 – Professor Associado, Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor da FMRP-USP

2 – Residente, Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor da FMRP-USP

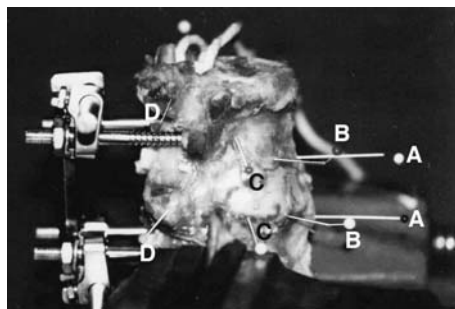
3 – Professor Doutor, Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor da FMRP-USP

Trabalho recebido em: 10/08/05 aprovado em 10/11/05

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados segmentos da coluna vertebral de suínos da raça Landsark com peso de 98 kg. Os segmentos vertebrais T8-T9, T10-T11, T12-L1, L2-L3 e L4-L5 foram selecionados para o estudo, de modo que 5 segmentos vertebrais foram utilizados. Os segmentos vertebrais selecionados para o estudo foram adequadamente preparados, removendo-se todas as inserções musculares, e os ligamentos supra e interespinhosos, tendo sido preservado somente as cápsulas articulares e os discos intervertebrais. Cada segmento vertebral foi estabilizado, utilizando-se como ponto de ancoragem os quatros pedículos do segmento vertebral. Sobre as barras que uniam os implantes inseridos nos pedículos vertebrais foi aplicada força de compressão ou distração. A compressão ou a distração foi realizada por meio do deslocamento da porca utilizada na conexão das barras do implante. Cada meia volta da porca correspondia a um deslocamento de 0,85 mm, e o deslocamento efetuado variou de 5,1 mm a 9,35 mm, tendo sido realizada a mensuração a cada 0,85 cm de deslocamento, que correspondia à meia volta da porca. A força de compressão era produzida pela aproximação das barras do sistema de fixação, e as forças de distração por meio do afastamento das barras.

Foram selecionados 4 pontos nas vértebras, denominados de A, B, C e D. O ponto A correspondia à região mais anterior do corpo vertebral; o ponto B à região média do corpo



**Figura 1** - Fotografia do segmento vertebral estabilizado com o sistema de fixação pedicular e com os pontos de referência. A (parte anterior do corpo vertebral), B (porção média do corpo vertebral), C (porção posterior do corpo vertebral) e D (processo articular superior).

vertebral, localizado entre o ponto A e C. O ponto C correspondia à região posterior do corpo vertebral e estava localizado a 5 mm anterior ao processo transversal. O ponto D estava localizado no processo articular superior. Esses pontos foram marcados, e a cada deslocamento à distância entre os pontos semelhantes das 2 vértebras do segmento vertebral (A-A, B-B, C-C e D-D) eram mensurados com paquímetro eletrônico (Figura 1).

Os valores obtidos pela aproximação (compressão) ou afastamento (distração) das barras do sistema foram analisados individualmente e também por meio da observação gráfica do conjunto dos valores obtidos nos diferentes segmentos vertebrais, considerando o deslocamento nos 4 pontos selecionados.

## RESULTADOS

Os valores do deslocamento final, obtidos após a aplicação da força de compressão ou distração nos diferentes segmentos vertebrais utilizados no estudo, estão ilustradas nas Tabelas 1 e 2. Os valores positivos indicam que ocorreu o afastamento dos pontos de referência, enquanto que os valores negativos indicam a redução ou a aproximação dos pontos de referência.

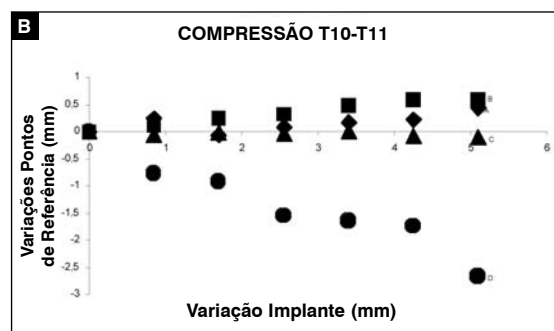
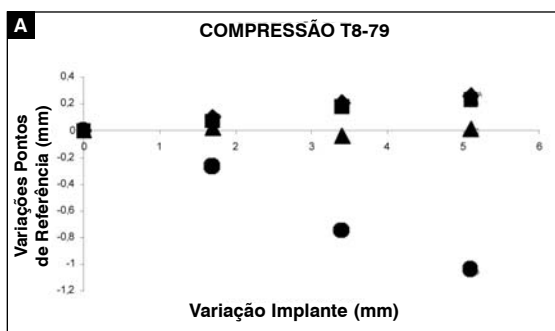
A aplicação da força de compressão, que correspondia à aproximação dos implantes colocados no interior dos pedículos vertebrais resultou em aumento dos pontos de referência localizados na parte anterior e média do corpo vertebral (pontos de referência A e B), e aproximação dos pontos de referência localizados na parte posterior (ponto D). Na porção posterior do corpo

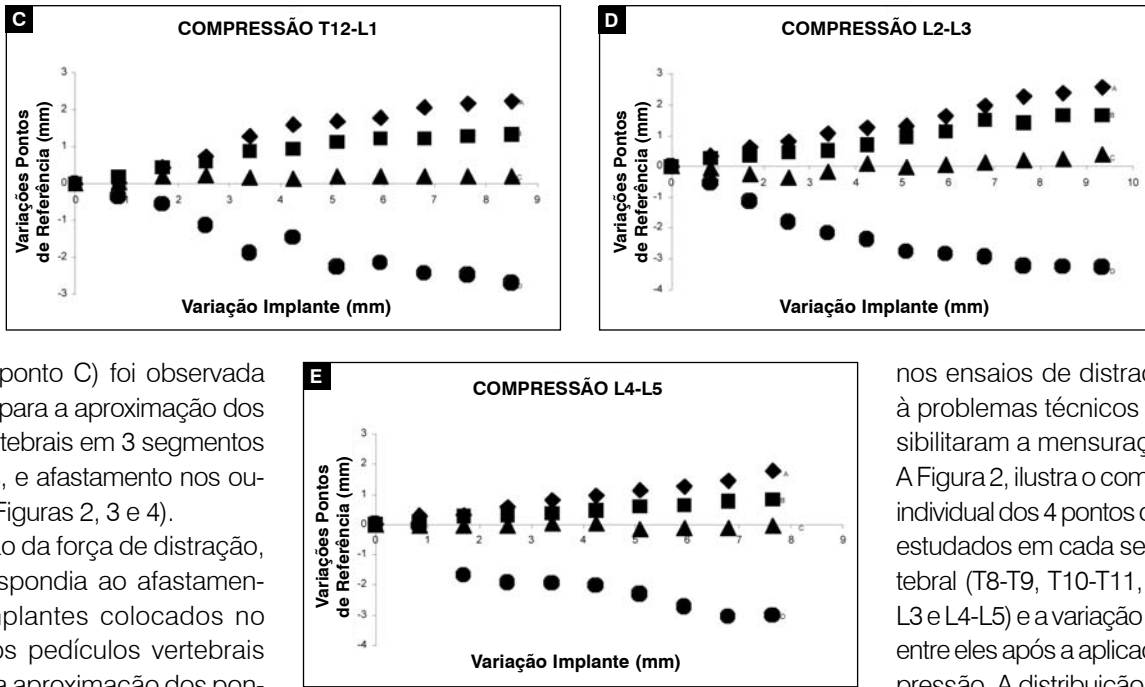
Segmento vertebral	Deslocamento (mm)			
	A	B	C	D
T8-T9	0,26	0,23	0,01	-1,04
T10-T11	0,44	0,59	-0,11	-2,67
T12-L1	1,08	1,13	0,19	-2,26
L2-L3	1,32	0,96	-0,04	-2,78
L4-L5	1,13	0,59	-0,17	-2,32

**Tabela 1** - Valores observados após o deslocamento final dos pontos de referência após a aplicação da força de compressão (aproximação) sobre os implantes pediculares. Os valores positivos indicam o afastamento dos pontos de referência e os valores negativos indicam a aproximação.

Segmento vertebral	Deslocamento (mm)			
	A	B	C	D
T8-T9	-1,31	-0,59	0,02	1,81
T10-T11	-1,09	-0,89	-0,03	1,02
T12-L1	-1,31	-0,91	0,15	2,94
L4-L5	-1,41	-0,82	0,04	1,36

**Tabela 2** - Valores observados após o deslocamento final dos pontos de referência após a aplicação da força de distração (afastamento) sobre os implantes pediculares. Os valores positivos indicam o afastamento dos pontos de referência e os valores negativos indicam a aproximação.



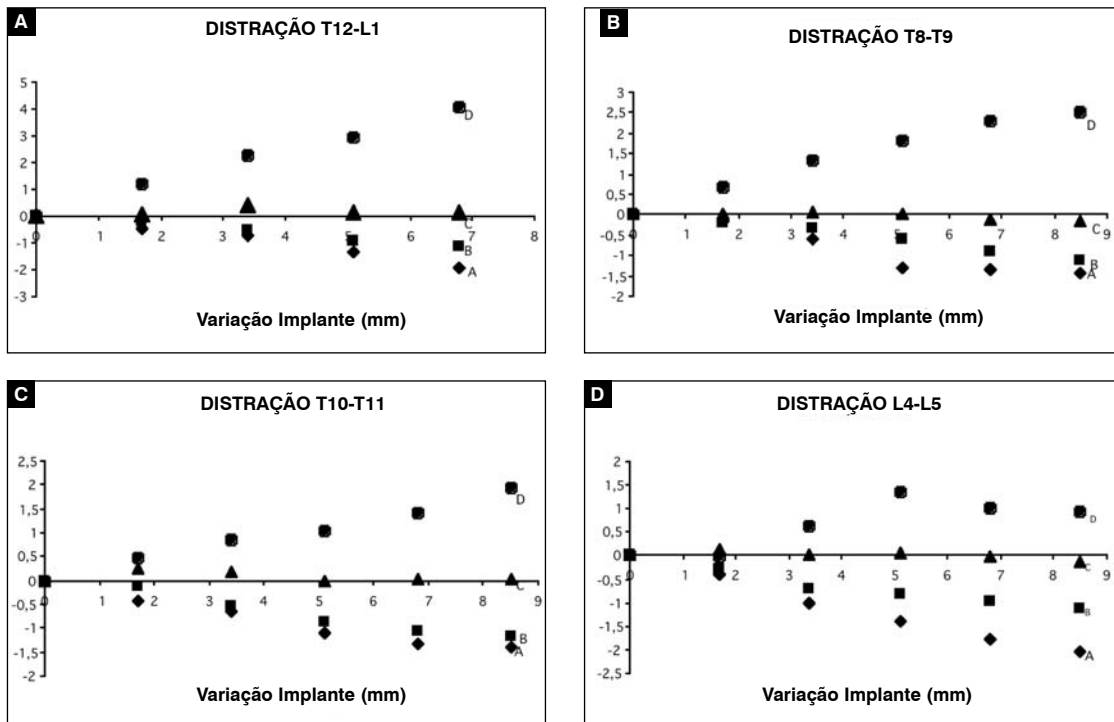


**Figura 2** - Comportamento da distância entre os quatro pontos de referência utilizados no estudo (A, B, C e D) após a aplicação da compressão (aproximação) nos componentes dos sistema.

nos ensaios de distração, devido à problemas técnicos que impossibilitaram a mensuração. A Figura 2, ilustra o comportamento individual dos 4 pontos de referência estudados em cada segmento vertebral (T8-T9, T10-T11, T12-L1, L2-L3 e L4-L5) e a variação da distância entre eles após a aplicação da compressão. A distribuição dos valores mostrou aumento progressivo dos pontos de referência localizados na parte média e anterior do corpo vertebral, e a redução da distância

vertebral (ponto C) foi observada tendência para a aproximação dos corpos vertebrais em 3 segmentos estudados, e afastamento nos outros dois (Figuras 2, 3 e 4). A aplicação da força de distração, que correspondia ao afastamento dos implantes colocados no interior dos pedículos vertebrais resultou na aproximação dos pontos de referência localizados na parte anterior e média dos corpos vertebrais (pontos de referência A e B), e afastamento dos pontos de referência localizados na parte posterior (ponto D). Na porção posterior dos corpos vertebrais (ponto C) foi observado o afastamento dos pontos de referência na maioria dos segmentos vertebrais estudados e aproximação desses pontos em um animal. Os valores do segmento L2-L3 foram desprezados

do ponto de referência posterior (ponto D) com a aplicação da compressão (aproximação dos implantes inseridos nos pedículos vertebrais). O comportamento individual dos 4 pontos de referência estudados em cada segmento vertebral (T8-T9, T10-T11, T12-L1 e L4-L5) e as variações da distância entre



**Figura 3** - Comportamento da distância entre os quatro pontos de referência utilizados no estudo (A, B, C, e D) após a aplicação de distração (afastamento) nos componentes dos sistema.

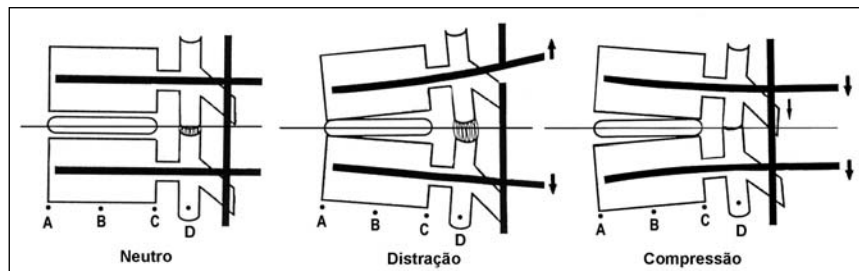
eles após a aplicação da distração, estão representados na Figura 3. A distribuição dos valores mostrou redução progressiva da distância entre os pontos de referência anterior e médio no corpo vertebral (pontos A e B), e aumento da distância do ponto de referência posterior (ponto D) com a aplicação da distração (afastamento dos implantes inseridos nos pedículos vertebrais).

## DISCUSSÃO

Nas últimas décadas a utilização dos implantes nas cirurgias da coluna vertebral tem sido muito freqüente, e o conhecimento das características biomecânicas da coluna lombar, e também dos implantes que são utilizados é de fundamental importância para que os objetivos do tratamento sejam alcançados.

O principal objetivo do ensaio mecânico que realizamos foi a melhor compressão dos fenômenos mecânicos que ocorrem nas diferentes partes do segmento vertebral por meio da aplicação da compressão ou distração sobre os implantes aplicados nos pedículos vertebrais. Não se considerando as cirurgias para a correção da escoliose, essas forças são as mais freqüentemente utilizadas durante os procedimentos cirúrgicos da coluna vertebral, e a sua repercussão sobre a parte anterior ou posterior do segmento vertebral possui implicações clínicas importantes. Como por exemplo podemos citar a importância da aplicação de força de compressão sobre os enxertos utilizados na artrodese intersomática dos corpos vertebrais, que contribuem para a sua integração e consolidação da artrodese.<sup>(1)</sup>

Os resultados observados em nosso ensaio mecânico evidenciam que a aplicação da força de compressão ou distração sobre os implantes pediculares produziram efeitos opostos ao da força aplicada na parte anterior do segmento vertebral, e efeito semelhante na parte posterior do segmento vertebral. Esses resultados, ainda que preliminares, confirmam os relatos de outros estudos semelhantes<sup>(2)</sup> e estão diretamente relacionados com o centro instantâneo da rotação vertebral (CIRV), que é um conceito geométrico que localiza um ponto no espaço sobre o qual a vertebral gira. O centro de rotação representaria o movimento relativo entre duas po-



**Figura 4** - Desenho ilustrando os efeitos da aplicação de compressão ou distração sobre os pontos de referência estudados.

sições de um objeto em movimento.<sup>(3)</sup> Nas vértebras lombares humanas o CIRV está localizado posteriormente ao ânulo fibroso e próximo das facetas articulares<sup>(3)</sup>, e a analogia com os resultados observa-

dos em nossos ensaios indica que provavelmente essa seria a localização do CIRV das vértebras utilizadas.

O CIRV apresenta modificações quando os componentes do segmento vertebral são lesados. A destruição do ânulo fibroso desloca o CIRV posteriormente, enquanto que a destruição dos elementos posteriores do segmento vertebral desloca o CIRV anteriormente.<sup>(3)</sup> A capacidade dos implantes para limitar os movimentos do segmento vertebral está também relacionada com o CIRV,<sup>(4,5)</sup> e a complementação de nosso estudo seria a realização dos ensaios mecânicos em segmentos vertebrais com lesão dos seus componentes, pois esse modelo estaria mais próximo das situações clínicas reais e complementaria os diferentes tipos de lesão do segmento vertebral. A localização do CIRV nas vértebras torácicas e lombares não é semelhante, devido às características anatômicas e funcionais próprias dessas vértebras, e esse fato explicaria a diferença dos valores entre essas vértebras observados nos ensaios, evidenciando que as características individuais dos segmentos vertebrais devem ser consideradas.<sup>(6)</sup>

A aplicação das forças de compressão distração não produz efeito semelhante na diferentes partes do segmento vertebral e esse efeito deve ser considerado na utilização dos sistemas de fixação vertebral, o efeito desejando (compressão e distração) sobre o segmento vertebral seja alcançado.

## CONCLUSÃO

A aplicação de forças de compressão ou distração por meio da aproximação ou do afastamento dos implantes colocados no interior dos pedículos vertebrais não produz o mesmo efeito nas diferentes partes do segmento vertebral.

A aplicação de forças de componentes aproxima os componentes da parte anterior e média dos corpos vertebrais e afasta os elementos posteriores, ocorrendo o contrário com a aplicação das forças de distração.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Krödel A, Wlindl B, Lehner W. Dil. Ventrals Kompressionsspondylodese mit Fixateur – interne – Instrumentation line biomechanische Untersuchung. Z Orthop. 1994; 132: 67-74.
2. Von Stempel A, Kuhle J, Pilz W. Stabilität von Pedikelschrauben. Z Orthop Ihre Grenzgeb. 1994; 132:82-6.
3. Hafer T, Bergman M, O'Brien M, Felmy W, Choueka J, Welin D et al. The effect of the three columns of the spine on the instantaneous axis of rotation in flexion and extension. Spine. 1991; 16(8 Suppl):312-8.
4. Smith TJ, Fernie GR. Functional biomechanics of the spine. Spine. 1991; 16:1197-203.
5. Sengupta DR. Dynamic Stabilization devices in the treatment of low back pain. Coluna/columna 2005; 4:31– 41.
6. Hafer T, O'Brien M, Orchowski J, Schlomb J, Dryer J, Nucci R, Zipnick R, Leone DJ. The role of the lumbar facet joint in spinal stability: identification of alternate paths of loading. Spine. 1994; 19:2667-70.