

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/288813933>

Clinical and radiologic correlation of adjacent disc degeneration in patients after lumbar fusion in one and two levels

Article in Coluna/ Columna · October 2008

CITATIONS

0

READS

14

5 authors, including:



[Pedro Antoneli](#)

Hospital Mãe De Deus

4 PUBLICATIONS 5 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Marcelo De Abreu](#)

Hospital Mãe De Deus

38 PUBLICATIONS 472 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Miguel Oliveira e Castro](#)

Centro Hospitalar Universitário do Algarve

14 PUBLICATIONS 9 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Neurography [View project](#)



MR Neurography [View project](#)

Correlação clínica e radiológica da discopatia adjacente nos pacientes submetidos a artrodese lombar em um e dois níveis

Clinical and radiologic correlation of adjacent disc degeneration in patients after lumbar fusion in one and two levels

Correlación clínica y radiológica de la discopatía adyacente en los pacientes sometidos a la artrodesis lumbar en uno y dos niveles

Pedro Henrique Lacombe Antoneli¹

Sérgio Afonso Hennemann²

Marcelo Rodrigues de Abreu³

Miguel Oliveira e Castro⁴

Rogério Kipper Picada⁵

RESUMO

Objetivo: analisar clínica e radiologicamente pacientes submetidos à artrodese lombar circunferencial (360°) em um ou dois níveis para determinar o comportamento dos discos adjacentes às fusões realizadas num seguimento médio de nove anos. **Métodos:** em nosso estudo, 25 pacientes foram submetidos à artrodese lombar circunferencial em um ou dois níveis. A avaliação clínica foi baseada no Medical Outcome Study Short Form 36 (SF 36) e pelo teste Oswestry. O estudo por imagem foi realizado por meio de radiografias funcionais da coluna lombossacra e ressonância magnética (RM). **Resultados:** a restrição às atividades pesadas e repetitivas foi verificada em 16 (64%) pacientes antes da cirurgia e em seis

ABSTRACT

Objective: to analyze the radiographic and clinical results of surgery in the lumbar spine and evaluate the adjacent segment disease neighboring to a lumbar fusion with a mean follow-up of 9 years. **Methods:** twenty five patients underwent to a circumferential arthrodesis in 1 or 2 levels. The clinical evaluation was based on SF 36 and Oswestry Disability Test. The image study was performed by functional study of lumbar spine and MRI. **Results:** the restriction to vigorous activities was verified in 16 (64%) patients before surgery and in 6 (24%) patients nowadays. About walking distance, 10 (33,3%) patients referred to be able to walk more than 1 km before the surgery, 18 (72%) can do that now. Instability was encountered in 11 (44%) patients and the

RESUMEN

Objetivo: analizar clínica y radiológicamente pacientes sometidos a la artrodesis lumbar circunferencial (360°) en 1 o 2 niveles, determinando el comportamiento de los discos adyacentes a las fusiones realizadas en un seguimiento promedio de 9 años. **Métodos:** veinticinco pacientes fueron sometidos a la artrodesis lumbar circunferencial en 1 y 2 niveles. La evaluación clínica fue con base en el Medical Outcome Study Short Form 36" (SF 36) y por medio del test Oswestry. El estudio por imagen fue realizado por medio de radiografías funcionales de la columna lumbosacra y por Resonancia Magnética (RM). **Resultados:** la restricción de las actividades pesadas y repetitivas fue verificada en 16 pacientes (64%) antes de la cirugía y en 6 pacientes (24%)

Trabalho realizado no Serviço de Coluna do Hospital Mãe de Deus – Porto Alegre (RS), Brasil.

¹Residente em Cirurgia da Coluna Vertebral do Hospital Mãe de Deus, Porto Alegre (RS), Brasil.

²Chefe do Serviço de Traumatologia e Ortopedia do Hospital Mãe de Deus, Porto Alegre (RS), Brasil. Coordenador do Serviço de Coluna do Hospital Mãe de Deus, Porto Alegre (RS), Brasil.

³Médico Radiologista do Hospital Mãe de Deus, Porto Alegre (RS), Brasil. Preceptor do Serviço de Residência em Radiologia do Hospital Mãe de Deus, Porto Alegre (RS), Brasil.

⁴Residente em Radiologia do Centro Hospitalar do Baixo Alentejo, Beja, Portugal.

⁵Médico Ortopedista e Cirurgião de Coluna, Cruz Alta (RS), Brasil.

Recebido: 27/03/07

Aprovado: 20/04/2008

(24%) pacientes pós-cirúrgicos. Em relação à distância de caminhadas, dez (33,3%) pacientes relataram conseguir deambular por mais de 1km antes da cirurgia, ao passo que hoje 18 (72%) conseguem realizá-la. Observou-se instabilidade em 11 (44%) pacientes e os piores índices de Oswestry foram aqueles que possuíam instabilidade pela radiologia. Pela ressonância magnética, 13 (52%) pacientes foram classificados como graus IV e V de Pffirmann. Com referência à doença do disco adjacente (DDA), seis (24%) pacientes apresentaram correlação clínica e radiológica. Três pacientes (12%) necessitaram de uma nova cirurgia. **Conclusão:** as causas, incidência e os fatores de risco no desenvolvimento da doença do disco adjacente permanecem motivos de estudo. Concluímos que a DDA é uma realidade no tratamento da doença degenerativa lombar, e mesmo na presença de alterações significativas nos exames de imagem, grande parte dos pacientes pode ser manejada de forma conservadora.

*worst Oswestry index were found in those with radiologic instability. In MRI, 13 (52%) were classified Pffirmann grades IV and V. Six (24%) patients showed clinical and radiological correlation for adjacent discal disease (ADD). Three patients needed a new surgery, all in the first level above the fusion. **Conclusion:** the causes, incidence and risk factors to the development of adjacent discal disease are still unknown. We conclude that the ADD is a reality in the treatment of lumbar degenerative disease, and even in the presence of significative image alterations, most patients are able to go through conservative management.*

*postquirúrgicos. En relación a la distancia de caminatas, 10 pacientes (33.3%) relataron que consiguieron deambular por más de 1Km antes de la cirugía, siendo que al día de hoy 18 pacientes (72%) consiguieron realizarla. Inestabilidad fue encontrada en 11 pacientes (44%) y los peores índices de Oswestry fueron aquellos que poseían inestabilidad por la radiología. En la RM, 13 pacientes (52%) fueron clasificados como grados IV y V de Pffirmann. Seis pacientes (24%) presentaron correlación clínica y radiológica de la enfermedad del disco adyacente. Tres pacientes (12%) necesitaron de una nueva cirugía. **Conclusión:** Las causas, incidencia y los factores de riesgo en el desarrollo de la Enfermedad de Disco Adyacente (EDA) permanecen como motivo de estudio. Concluimos que la EDA es una realidad en el tratamiento de la enfermedad degenerativa lumbar y aunque haya presencia de alteraciones significativas en los exámenes de imagen, gran parte de los pacientes pueden ser manejados de forma conservadora.*

DESCRIPTORES: Região lombossacral/radiografia; Fusão vertebral; Artrodese; Disco intervertebral/patologia

KEYWORDS: Lumbosacral region /radiography; Spinal fusion; Arthrodesis; Intervertebral disc/pathology

DESCRIPTORES: Región lumbosacra/radiografía; Fusión vertebral; Arthrodesis; Disco intervertebral/patología

INTRODUÇÃO

A doença do disco adjacente (DDA) é definida como um processo anormal que se desenvolve no nível acima e/ou abaixo do segmento onde foi realizada artrodese¹.

Alguns autores incluem o segundo segmento acima da fusão². Com o conseqüente aumento do número de realização de artrodeses para o tratamento das instabilidades traumáticas e degenerativas da coluna lombar, a DDA tem sido diagnosticada no seguimento de pós-operatório tardio das artrodeses vertebrais. Porém, a frequência com que essa degeneração ocorre nos níveis adjacentes, suas causas e implicações clínicas decorrentes ainda são motivos de discussão. Dentre as possíveis causas destacam-se o aumento da mobilidade dos segmentos livres da fusão, as alterações metabólicas intradisciais, o aumento da pressão intradiscal, o tipo de fusão e as alterações biomecânicas ocasionadas pela mudança do eixo da coluna, como, por exemplo, a perda da lordose lombar. Este processo anormal pode-se apresentar como degeneração discal (39%), instabilidade, hipertrofia

facetária, hérnia de disco (28%) e estenose de canal (33%)³. Com menor frequência, encontramos fratura vertebral e escoliose (17%)⁴.

Com o aparecimento da DDA, foram feitas considerações cuidadosas sobre o uso de implantes de fusão e novos implantes como a estabilização dinâmica e o disco artificial⁵. Entretanto, ainda não existe uma conclusão sobre quando a DDA é um achado radiológico, ou uma conseqüência que indica maus resultados clínicos⁶. Alguns autores ainda dividem a definição desta doença em degeneração do nível adjacente, na qual temos exames de imagem alterados com pacientes assintomáticos, ou em pacientes sintomáticos com exame de imagem compatível⁷.

Neste artigo é feita uma análise retrospectiva de 25 pacientes submetidos à artrodese lombar circumferencial (360°) em um ou dois níveis, avaliados clínica e radiologicamente para determinar o comportamento dos discos adjacentes às fusões realizadas em um seguimento médio de nove anos.

MÉTODOS

Análise retrospectiva de resultados clínicos cirúrgicos de 25 pacientes operados no Hospital Mãe de Deus, no período de janeiro de 1996 a dezembro 2001. Estes pacientes foram submetidos à artrodese lombar circunferencial (360°), por dupla via ou via posterior com a inserção dos cilindros de Harms por via transforaminal (TLIF), em um ou dois níveis pelo mesmo cirurgião. Em todos os pacientes foi utilizado enxerto autólogo do ilíaco. A avaliação clínica foi baseada no *Medical Outcome Study Short Form 36* (SF 36), que avalia basicamente a melhora da função, a qualidade de vida, uso de medicamentos e a satisfação com o resultado cirúrgico, e por meio do teste Oswestry, que fornece o grau de incapacidade dos pacientes.

O estudo por imagem foi realizado com radiografias convencionais, estudo funcional da coluna lombossacra e ressonância magnética (RM), todos realizados por um pesquisador não envolvido no tratamento cirúrgico. Foram considerados como discos adjacentes o 1° nível acima e abaixo da fusão. Todos os pacientes responderam ao questionário e foram avaliados por meio de exame radiográfico para detectar sinais de instabilidade, sendo mensurada nas radiografias a translação sagital maior que 3mm e/ou variação angular em flexo-extensão maior que 12° entre os corpos vertebrais adjacentes (Figura 1). Os exames de RM foram avaliados de acordo com a classificação de Pfirrmann et al., que é um sistema de graduação (I a V) e algoritmo baseado na intensidade de sinal na RM, estrutura do disco, distinção entre núcleo pulposo e o anêlo e altura do disco, avaliados no plano sagital em imagens ponderadas em T2.8 (Figura 2 A-E). Como convenção foram considerados degenerados os discos pertencentes às classes IV e V de Pfirrmann no 1° nível acima e abaixo da artrodese. Todos os dados foram submetidos à análise estatística com planilha de cálculos e gráficos no Excel.

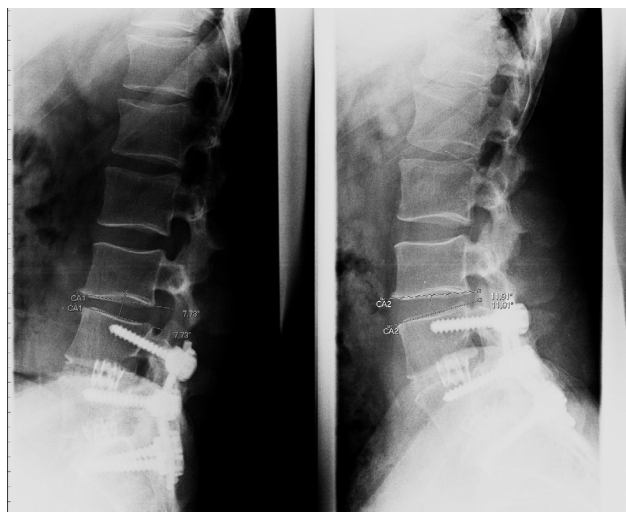


Figura 1
Estudo funcional da coluna lombossacra demonstrando sinais de instabilidade (variação angular >12°) no 1° nível adjacente à artrodese

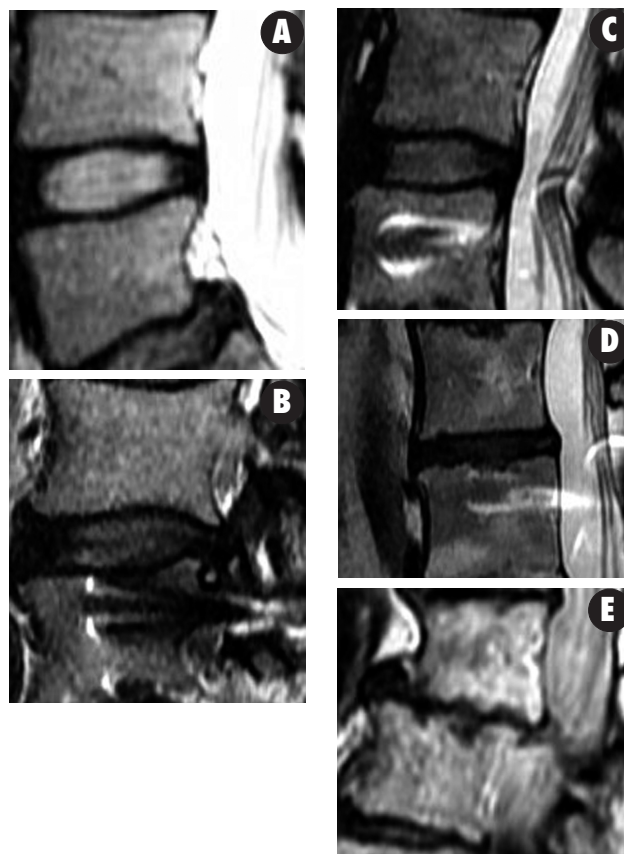


Figura 2
Ressonância magnética que ilustra os diferentes graus (I a V) (A-E) da degeneração do disco intervertebral de acordo com a classificação de Pfirrmann

RESULTADOS

Dos 25 pacientes avaliados, 10 (40%) eram do sexo masculino e 15 (60%) do sexo feminino. A idade variou de 43 a 81 anos com uma média de 59 anos e quatro meses (DP +10,41). O período de seguimento até junho de 2008 foi de sete anos e um mês a 12 anos e três meses, com média de nove anos e dois meses (DP±1,5). Todos os pacientes foram submetidos à artrodese circunferencial (360°), sendo que 20 (80%) foram realizadas por via posterior exclusiva com a inserção dos cilindros por via transforaminal (TLIF) e cinco (20%) foram realizadas por via anterior seguida por via posterior. Em relação aos níveis de artrodese, sete (28%) pacientes realizaram artrodese em um nível e 18 (72%) em dois níveis, sendo o segmento de L4-S1 o mais operado (68%).

A restrição a atividades pesadas como praticar esportes, erguer pesos, limpeza da casa e jardinagem, foi verificada em 16 (64%) pacientes antes da cirurgia e em seis (24%) pacientes atualmente (Gráfico 1). Para a realização de atividades leves como cozinhar, subir escadas, 13 (52%) pacientes referiam dificuldade muito freqüente antes da cirurgia, com agora cinco (20%) pacientes apresentando o mesmo quadro (Gráfico 2).

Já em relação à distância de caminhadas, dez (33,3%) pacientes relataram conseguir deambular por mais de um quilômetro antes da cirurgia, ao passo que hoje 18 (72%) conseguem realizá-la (Gráfico 3)

Quando avaliados sobre o resultado do tratamento cirúrgico e se o realizariam de novo, 22 (88%) pacientes responderam que sim, com 18 (72%) referindo estar muito satisfeito com o resultado do tratamento cirúrgico.

Quanto ao uso de medicamentos, 12 (48%) pacientes afirmaram ainda fazer uso do mesmo, sendo que destes, seis (24% do total) o fazem diariamente.

De acordo com o teste de Oswestry de verificação de incapacidade, 15 (60%) pacientes se enquadraram na classificação de mínima incapacidade (0-20%), na qual em geral não se indica tratamento cirúrgico, sendo que nenhum paciente apresentou um percentual de incapacidade acima de 80%.

Comparando os resultados do teste de Oswestry com os níveis de artrodese, 71,4% e 55,5% dos pacientes submetidos à artrodese em um e dois níveis, respectivamente, foram classificados no percentual mínimo de incapacidade.

Com relação à instabilidade, 11 (44%) pacientes a demonstraram nos estudos radiológicos funcionais, e como podemos analisar pela tabela, os piores índices de Oswestry e em geral os pacientes que apresentaram mais sintomas foram aqueles que possuíam instabilidade pela radiologia (Tabela 1). Levando-se em consideração a dor que é o critério principal do teste de incapacidade, dez (33,3%) foram classificados na faixa de 20-80% na qual algum tipo de tratamento é indicado. Considerando-se os achados de RM para a caracterização de discopatia, 13 (52%) pacientes foram classificados como graus IV e V de Pffirmann, sendo que seis (24%) pacientes apresentaram correlação clínica e radiológica de doença do disco adjacente (Tabela 2).

Dos pacientes que participaram do estudo, três (12%) necessitaram de uma nova cirurgia, todos no primeiro nível adjacente acima da fusão, sendo que em dois casos foi realizada fixação circunferencial (360°) e em um caso optou-se pela estabilização dinâmica pelo fato de o mesmo apresentar instabilidade porém sem ainda degeneração discal importante ao exame de RM (Pffirmann III) (Figura 3).

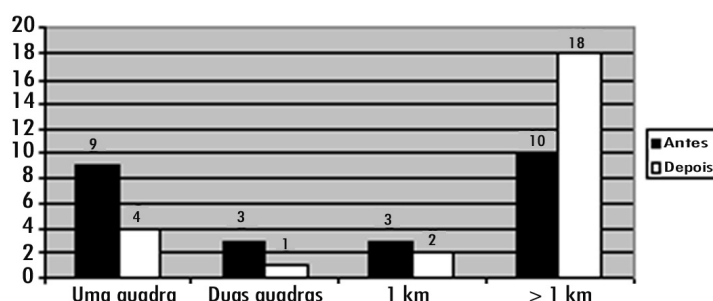


Gráfico 1
Distância caminhada pré e pós-operatório

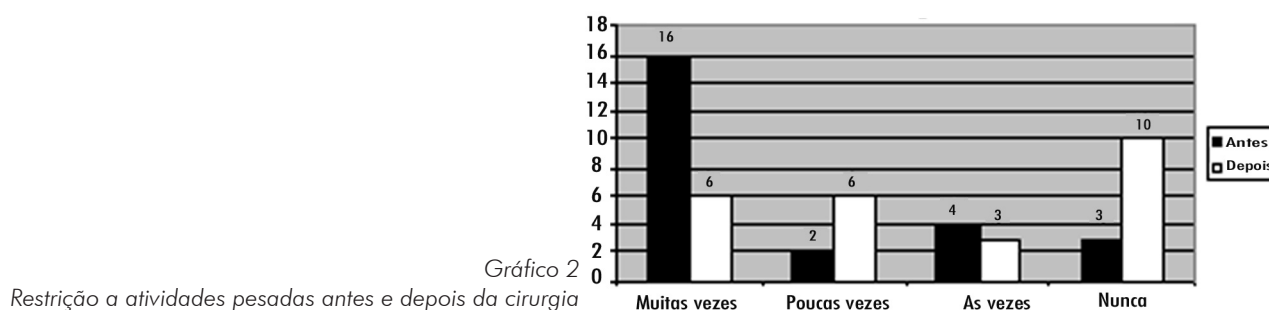


Gráfico 2
Restrição a atividades pesadas antes e depois da cirurgia

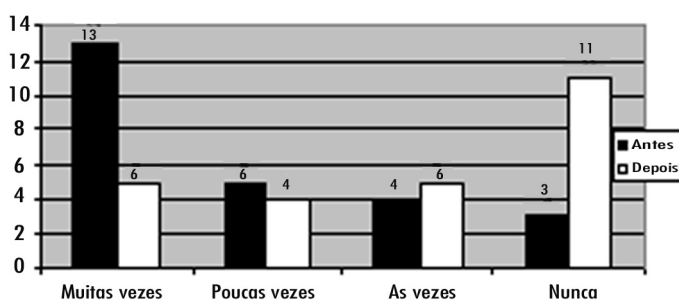


Gráfico 3
Restrição a atividades leves antes e depois da cirurgia

TABELA 1: Índice de Oswestry x instabilidade radiológica

Oswestry	Instabilidade		
	Sim	Não	Total
0 – 20%	5 (33,3%)	10 (66,7%)	15 (100%)
21 – 40%	2 (40%)	3 (60%)	5 (100%)
41 – 60%	1 (50%)	1 (50%)	2 (100%)
61 – 80%	3 (100 %)	0 (0%)	3 (100%)
81 – 100%	0	0	0
Total	11 (44%)	14 (56%)	(100%)

TABELA 2: Índice de Oswestry x classificação de Pffirmann (RM)

Oswestry	I – II - III	IV - V	Total
0 – 20%	8 (53,4%)	7 (46,6%)	15 (100%)
21 – 40%	3 (60%)	2 (40%)	5 (100%)
41 – 60%	1 (50%)	1 (50%)	2 (100%)
61 – 80%	0 (0%)	3 (100%)	3 (100%)
81 – 100%	0 (0%)	0 (0%)	0 (100%)
Total	12 (48%)	13 (52%)	25 (100%)

**Figura 3**

(A,B) - Radiografias em perfil de paciente submetido à artrodeose lombar há sete anos, novamente sintomático, apresentando instabilidade ao estudo funcional;

(C) - Ressonância magnética que demonstra alteração degenerativa grau III de Pffirmann;

(D,E) - Radiografias em AP e perfil que ilustram a estabilização dinâmica no nível adjacente

DISCUSSÃO

A degeneração continuada de segmentos adjacentes (DDA) após fusões lombares é preocupação potencial para pacientes e cirurgiões e corresponde a uma porcentagem substancial de cirurgias de revisão. Embora o desenvolvimento de degeneração no segmento adjacente possa ser considerado como parte do envelhecimento normal e do processo degenerativo, este fenômeno parece ser influenciado, ao menos em parte, pelo estresse originado por uma fusão lombar⁹. Aproximadamente, 24 a 45% dos pacientes submetidos à fusão lombar apresentam evidência de degeneração do nível adjacente¹⁰⁻¹¹.

Vários autores têm sugerido que a realização da artrodeose lombar aumenta a carga sobre os discos adjacentes e têm suscitado a questão se quando isto pode acelerar a degeneração nos níveis adjacentes¹²⁻¹⁴. Outros, porém, acreditam que as alterações degenerativas que aparecem nos segmentos não operados podem ser pré-determinados por outros fatores além da presença de fusão¹⁵. A DDA poderia ser parte do processo degenerativo, determinada principalmente por características individuais, do que consequência do estresse biomecânico causado pela fusão¹⁶.

Penta et al. sugerem que a fusão por si só é menos responsável pela DDA pós-operatória do que a própria predisposição genética do paciente em desenvolver a doença¹⁵. Booth definiu como DDA, ou síndrome transicional, os pacientes que evoluíram com perda da lordose (neutra ou cifose) e/ ou 50% de redução na altura discal¹⁷. Por causa de diferentes metodologias, a caracterização da discopatia não é sempre uniforme na literatura. A definição de instabilidade, em particular, varia de uma forma considerável. Na maioria dos estudos, entretanto, a translação sagital maior que 3 a 4mm e/ ou a variação angular maior que 10 a 15° entre os corpos vertebrais adjacentes são utilizadas para denotar instabilidade¹. Fatores de risco para a degeneração têm sido descritos, incluindo a sagitalização das facetas, tropismo facetário e inclinação das lâminas^{8,18}.

Dentre as causas que mais favorecem o desenvolvimento da DDA destacam-se: a lesão da faceta articular no nível adjacente superior a artrodeose, o alinhamento sagital, o tamanho da fusão, pós-menopausa, osteoporose, sexo feminino, idade acima de 55 anos, degeneração pré-existente nos níveis adjacentes¹. Segundo Wiltse et al., o fator princi-

pal da não ocorrência de DDA seria a preservação da faceta proximal¹⁹. incidência de DDA varia muito entre diversos estudos realizados em consequência da natureza retrospectiva bem como da metodologia, critérios de definição e tipo ou biótipo de pacientes. Para muitos estudos, os critérios utilizados para determinar a DDA são basicamente achados radiográficos do que sintomas clínicos^{15,20}. Usando apenas critérios radiográficos, a incidência de DDA varia entre 8 a 100% nos estudos. Em contraste, em estudos envolvendo DDA sintomática, a incidência varia de 5,2 a 18,5%^{17,21,22}.

Segundo Ghiselli et al., o desenvolvimento de DDA foi de 3,9% ao ano (intervalo de confiança de 95%, 2,8% a 5,1%, média de 0 a 6,1%). A taxa livre de DDA foi de 83,5% (intervalo de confiança de 95%, 77,5% a 89,5%) após cinco anos da cirurgia inicial e 63,9% (intervalo de confiança 95%, 54% a 73,8%) em dez anos após cirurgia inicial. Estes achados segundo este autor, permitem concluir que 16,5% de todos os pacientes submetidos à fusão terão nova doença, garantindo novo procedimento no nível adjacente em cinco anos após o procedimento inicial e que 36,1% terão nova doença dentro de dez anos⁹.

Louw descreve que a taxa de degeneração no nível adjacente acima é maior que no de baixo, 25,5 contra 2,6%, respectivamente²³.

A prevalência da DDA em diversos estudos clínicos variou de cinco a 43%^{15,24,25}. Entretanto a prevalência de nova cirurgia é de dois a 15%. O prejuízo no equilíbrio sagital no aumento da DDA verificado tem sido muito valorizado atualmente². O alinhamento sagital deve ser respeitado na fusão, baseando-se nos parâmetros de normalidade com cifose torácica de 20 a 45 graus e lordose lombar de 40 a 60 graus. Estes dados são importantes para o equilíbrio de carga na fusão^{22,26}.

Comparando-se as diferentes formas de fusão, a circumferencial é mais rígida que a anterior e posterior. Existe também uma maior influência na cinemática dos níveis adjacentes na fusão anterior quando comparada à fusão posterior e circumferencial. Estes fatos são importantes na escolha da técnica, pois temos a circumferencial com maior rigidez e sem diferença estatística nos riscos de lesão em níveis adjacentes²⁷.

Com relação ao estresse no nível adjacente, na artrodese posterior existe um grande aumento de carga nas facetas, na artrodese anterior esse aumento é intermediário, enquanto na artrodese circumferencial ocorre pouco efeito adverso e possibilita reconstrução do eixo sagital¹⁴. A DDA tem sido maior em fusões posteriores quando comparada à artrodese circumferencial e à fusão anterior^{15,28,29}.

Estudos em cadáver analisando o efeito de fusões em múltiplos níveis revelaram que tanto o movimento quanto a pressão intradiscal foi aumentada em fusões em um nível e ainda mais em fusões em dois níveis^{12,30}. Quando este aumento de pressão e mobilidade resultam em DDA, isto é mais freqüente de ser observado em fusões múltiplas do que em fusões em um único nível. Ademais, os autores diferem dramaticamente no manejo da DDA³¹. Na maioria dos casos, os pacientes não apresentam sintomas, apenas alterações radiológicas.

A maioria dos estudos clínicos mostra que os resultados funcionais não são afetados em pacientes assintomáticos com DDA, que devem ser acompanhados de forma conservadora, reservando o tratamento cirúrgico por meio de descompressão e estabilização quando necessário para os casos sintomáticos que não respondem às medidas conservadoras (Figura 3).

Kumar et al., em um estudo com 83 pacientes com seguimento de cinco anos, descreveram DDA em 36,1%, dos quais 16,8% dos casos necessitaram de abordagem cirúrgica³².

CONCLUSÃO

As causas, a incidência e os fatores de risco no desenvolvimento da DDA permanecem motivos de estudo. Somado a isso, não está claro ainda a correlação entre a DDA e os resultados clínicos.

Estudos também não definem até que grau a discopatia adjacente é uma evolução da doença degenerativa ou uma consequência da artrodese realizada. Também tem sido dada importância na literatura à necessidade da manutenção do equilíbrio sagital.

Concluimos que a DDA é uma realidade no tratamento da doença degenerativa lombar e que, mesmo na presença de alterações significativas nos exames de imagem, grande parte dos pacientes pode ser manejada de forma conservadora.

REFERÊNCIAS

1. Park P, Garton HJ, Gala VC, Hoff JT, McGillicuddy JE. Adjacent segment disease after lumbar or lumbosacral fusion: review of the literature. *Spine*. 2004; 29(17):1938-44.
2. Schlegel JD, Smith JA, Schleusener RL. Lumbar motion segment pathology adjacent to thoracolumbar, lumbar, and lumbosacral fusions. *Spine*. 1996; 21(8):970-81.
3. Duggal N, Mediondo I, Pares HR, Jhavar BS, Das K, Kenny KJ, Dickman CA. Anterior lumbar interbody fusion for treatment of failed back surgery syndrome: an outcome analysis. *Neurosurgery*. 2004; 54(3):636-43; discussion 643-4.
4. Aota Y, Kumano K, Hirabayashi S. Postfusion instability at the adjacent segments after rigid pedicle screw fixation for degenerative lumbar spinal disorders. *J Spinal Disord*. 1995; 8(6):464-73.

5. Whitecloud TS 3rd, Davis JM, Olive PM. Operative treatment of the degenerated segment adjacent to a lumbar fusion. *Spine*. 1994; 19(5):531-6. Comment in: *Spine*. 1994; 19(19):2244-5.
6. Yang JY, Lee JK, Song HS. The impact of adjacent degeneration on the clinical outcome after lumbar spinal fusion. *Spine*. 2008; 33(5):503-7.
7. Hilibrand AS, Robbins M. Adjacent segment degeneration and adjacent segment disease: the consequences of spinal fusion? *Spine J*. 2004; 4(6 Suppl):190S-194S.
8. Pfirrmann CW, Metzendorf A, Zanetti M, Hodler J, Boos N. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration. *Spine*. 2001; 26(17):1873-8.
9. Ghiselli G, Wang JC, Bhatia NN, Hsu WK, Dawson EG. Adjacent segment degeneration in the lumbar spine. *J Bone Joint Surg Am*. 2004; 86-A(7):1497-503.
10. Uncht C, Liu Q, Hart R. Segmental motion adjacent to an instrumented lumbar fusion: the effect of extension of fusion to the sacrum. *Spine*. 2004; 29(21):2376-81.
11. Nakai S, Yoshizawa H, Kobayashi S. Long-term follow-up study of posterior lumbar interbody fusion. *J Spinal Disord*. 1999; 12(4):293-9.
12. Chow DH, Luk KD, Evans JH, Leong JC. Effects of short anterior lumbar interbody fusion on biomechanics of neighboring unfused segments. *Spine*. 1996; 21(5):549-55.
13. Dekutoski MB, Schendel MJ, Olgivie JW, Olsewski JM, Wallace LJ, Lewis JL. Comparison of in vivo and in vitro adjacent motion after lumbar fusion. *Spine*. 1994; 19(15):1745-51.
14. Weinhoffer SL, Guyer RD, Herbert M, Griffith SL. Intradiscal pressure measurements above an instrumented fusion. A cadaveric study. *Spine*. 1995; 20(5):526-31.
15. Penta M, Sandhu A, Fraser RD. Magnetic resonance imaging assessment of disc degeneration 10 years after anterior lumbar interbody fusion. *Spine*. 1995; 20(6):743-7.
16. Battié MC, Videman T, Parent E. Lumbar disc degeneration: epidemiology and genetic influences. *Spine*. 2004; 29(23):2679-90.
17. Booth KC, Bridwell KH, Eisenberg BA, Baldus CR, Lenke LG. Minimum 5-year results of degenerative spondylolisthesis treated with decompression and instrumented posterior fusion. *Spine*. 1999; 24(16):1721-7.
18. Boden SD, Riew KD, Yamaguchi K, Branch TP, Schellinger D, Wiesel SW. Orientation of the lumbar facet joints: association with degenerative disc disease. *J Bone Joint Surg Am*. 1996; 78(3):403-11.
19. Wiltse LL, Radecki SE, Biel HM, DiMartino PP, Oas RA, Farjalla G, et al. Comparative study of the incidence and severity of degenerative change in the transition zones after instrumented versus noninstrumented fusions of the lumbar spine. *J Spinal Disord*. 1999; 12(1):27-33.
20. Ishihara H, Osada R, Kanamori M, Kawaguchi Y, Ohmori K, Kimura T, et al. Minimum 10-year follow-up study of anterior lumbar interbody fusion for isthmic spondylolisthesis. *J Spinal Disord*. 2001; 14(2):91-9.
21. Frymoyer JW, Hanley EN Jr, Howe J, Kuhlmann D, Mattern RE. A comparison of radiographic findings in fusion and nonfusion patients ten or more years following lumbar disc surgery. *Spine*. 1979; 4(5):435-40.
22. Kumar MN, Baklanov A, Chopin D. Correlation between sagittal plane changes and adjacent segment degeneration following lumbar spine fusion. *Eur Spine J*. 2001; 10(4):314-9.
23. Louw JA, Dommissie GF, Roos MF. Spinal stenosis following anterior spinal fusion. A case report. *Spine*. 1988; 13(8):952-3.
24. Frymoyer JW, Hanley E, Howe J, Kuhlmann D, Mattern R. Disc excision and spine fusion in the management of lumbar disc disease. A minimum ten-year followup. *Spine*. 1978; 3(1):1-6.
25. Lehmann TR, Spratt KF, Tozzi JE, Weinstein JN, Reinartz SJ, el-Khoury GY, Colby H. Long-term follow-up of lower lumbar fusion patients. *Spine*. 1987; 12(2):97-104.
26. Felipe FMR, Chueire AG. Doença do nível adjacente após artrodese da coluna lombar: revisão da literatura. *Arq Ciênc Saúde*. 2006; 13(2):97-102.
27. Esses SI, Doherty BJ, Crawford MJ, Dreyzin V. Kinematic evaluation of lumbar fusion techniques. *Spine*. 1996; 21(6):676-84.
28. Guigui P, Lambert P, Lassale B, Deburge A. [Long-term outcome at adjacent levels of lumbar arthrodesis]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 1997; 83(8):685-96. French.
29. Eck JC, Humphreys SC, Hodges SD. Adjacent-segment degeneration after lumbar fusion: a review of clinical, biomechanical, and radiologic studies. *Am J Orthop*. 1999; 28(6):336-40.
30. Rao RD, David KS, Wang M. Biomechanical changes at adjacent segments following anterior lumbar interbody fusion using tapered cages. *Spine*. 2005; 30(24):2772-6.
31. Throckmorton TW, Hilibrand AS, Mencia GA, Hodge A, Spengler DM. The impact of adjacent disc degeneration on health status outcomes following lumbar fusion. *Spine*. 2003; 28(22):2546-50. Comment in: *Spine*. 2004; 29(20):2340; author reply 2340-1.
32. Kumar MN, Jacquot F, Hall H. Long-term follow-up of functional outcomes and radiographic changes at adjacent levels following lumbar spine fusion for degenerative disc disease. *Eur Spine J*. 2001; 10(4):309-13.

Correspondência

Clínica da Coluna

Rua Costa, 30 – sala 806

Bairro Menino Deus

Porto Alegre – RS

Tel.: + 51 3230-2661

E-mail: clcoluna@terra.com.br
