

Hérnia de Disco Cervical no Adulto: Tratamento Cirúrgico

*Autoria: Sociedade Brasileira de Neurocirurgia
Sociedade Brasileira de Ortopedia e
Traumatologia
Sociedade Brasileira de Reumatologia*

Elaboração Final: 28 de setembro de 2011

Participantes: Botelho R, Canto FT, Defino H, Façanha Filho FAM,
Herrero CFPS, Meves R, Moraes OJS, Mudo ML,
Simões RS, Taricco MA, Zylbersztein S

O Projeto Diretrizes, iniciativa conjunta da Associação Médica Brasileira e Conselho Federal de Medicina, tem por objetivo conciliar informações da área médica a fim de padronizar condutas que auxiliem o raciocínio e a tomada de decisão do médico. As informações contidas neste projeto devem ser submetidas à avaliação e à crítica do médico, responsável pela conduta a ser seguida, frente à realidade e ao estado clínico de cada paciente.

DESCRIÇÃO DO MÉTODO DE COLETA DE EVIDÊNCIA:

Para elaboração desta diretriz foram consultadas as bases eletrônicas primárias e secundárias de dados MEDLINE (1966-2009), Cochrane, Registro de Ensaios Controlados da Colaboração Cochrane – CENTRAL, Embase (1980-2010) e Lilacs (1982-2010). A busca de evidências partiu de cenários clínicos reais, e utilizou os descritores nos termos MeSH e como termos isolados: Intervertebral Disk Displacement; Discectomy, Percutaneous; Discectomy; Percutaneous, Cervical Vertebrae; Adult; Surgical Fixation Devices; Orthopedic Fixation Devices; Arthroplasty; Surgical Procedures, Operative; Outcome Assessment; Pain Measurement. Os artigos foram selecionados após avaliação crítica da força de evidência científica por especialistas das Sociedades participantes, sendo utilizadas para as recomendações as publicações de maior força. As recomendações foram elaboradas a partir de discussão com o grupo elaborador. Toda a diretriz foi revisada por grupo especializado, independente, em diretrizes clínicas baseadas em evidências.

GRAU DE RECOMENDAÇÃO E FORÇA DE EVIDÊNCIA:

- A:** Estudos experimentais ou observacionais de melhor consistência.
- B:** Estudos experimentais ou observacionais de menor consistência.
- C:** Relatos de casos (estudos não controlados).
- D:** Opinião desprovida de avaliação crítica, baseada em consensos, estudos fisiológicos ou modelos animais.

OBJETIVOS:

Esta diretriz tem como público alvo os reumatologistas, ortopedistas, fisiatras, neurologistas e neurocirurgiões, a fim de que possam orientar a indicação do procedimento cirúrgico para o paciente adulto portador de cervicobraquialgia com radiculopatia por hérnia de disco cervical em único nível, de C3 a C7, sem sinais clínicos de mielopatia resistente às medidas clínicas de tratamento.

CONFLITO DE INTERESSE:

Nenhum conflito de interesse declarado.

INTRODUÇÃO

A radiculopatia em consequência ao prolapso do disco intervertebral cervical em geral ocorre entre a terceira e quarta década da vida durante as fases iniciais da degeneração do disco intervertebral quando se observam fissuras na circunferência do ânulo fibroso. O rompimento do ânulo fibroso leva à formação da hérnia, que pode ser contida, não contida, extrusa subligamentar ou transligamentar e sequestrada. O processo inflamatório e o fragmento do disco intervertebral centro-lateral adjacente à raiz nervosa cervical resultam em cervicobraquialgia distribuída pelo dermatomo correspondente à raiz nervosa. Alguns pacientes podem apresentar parestesia e/ou diminuição do reflexo osteotendinoso profundo do músculo correspondente ao nível comprometido. A cirurgia é opção de tratamento nos pacientes que não respondem às medidas clínicas por tempo adequado (2 a 3 meses) ou que apresentam dor intratável e/ou à disfunção neurológica progressiva¹(A)²⁻⁴(D). As opções de tratamento cirúrgico vigentes incluem a discectomia anterior, discectomia anterior com enxerto anterior com e sem instrumentação, foraminotomia posterior com ou sem microdiscectomia posterior e a artroplastia.

1. QUANDO SE INDICA A ABORDAGEM ANTERIOR OU POSTERIOR?

Em 1955 e 1959, Robinson, Smith e Cloward, introduziram uma abordagem direta, realizada de maneira anterior (com uma incisão longitudinal ao longo da borda anterior do músculo esternocleidomastoideo), o que possibilitou redução significativa na incidência de lesões da medula espinhal e raiz, infligidas durante a laminectomia^{5,6}(C)^{7,8}(D). As vantagens da abordagem anterior tornaram-se evidentes, na medida em que era fácil de ser realizada, propiciava uma ampla exposição e a descompressão associada a estabilização poderiam ser obtidas em uma única operação.

Nas últimas quatro décadas, muitas variações e modificações da técnica foram descritas. No momento atual temos várias opções de tratamento cirúrgico para abordagem anterior. Elas incluem a discectomia simples, discectomia e artrodese com enxerto autólogo ou homólogo, discectomia e espaçador intersomático (metálicos, biológicos e polímeros) com e sem artrodese, discectomia e indutores ósseos, discectomia e artrodese com ou sem placa e artroplastia^{9,10}(C)¹¹(D).

A discectomia anterior e a microdiscectomia posterior podem ser indicadas com resultados funcionais similares nas hérnias laterais. Naquelas com componente central a discectomia anterior é a mais indicada e estudada em ensaios clínicos para a retirada do prolapso de disco intervertebral cervical¹²(B).

Recomendação

O tratamento da hérnia discal cervical na ausência de compressão medular é clínico, sendo indicada a intervenção cirúrgica para pacientes que falharam ao tratamento clínico adequado por 2 a 3 meses ou que apresentam dor refratária e/ou disfunção neurológica progressiva. Indica-se discectomia anterior em hérnias centrais e ambas as opções (abordagem anterior e posterior) são válidas nas hérnias laterais.

2. A UTILIZAÇÃO DE TÉCNICA PERCUTÂNEA (NUCLEOPLASTIA CERVICAL PERCUTÂNEA) É INDICADA NOS CASOS DE HÉRNIA DE DISCO CERVICAL DO ADULTO?

A nucleoplastia é uma técnica minimamente invasiva na qual o disco intervertebral não é removido. Utilizando energia de faixa específica de radiofrequência, foi desenvolvida para ser uma alternativa ao tratamento cirúrgico convencional na falha do tratamento clínico para hérnias discais cervicais e lombares contidas e em casos selecionados de degeneração discal lombar (discopatia dolorosa). Por ser tratamento minimamente invasivo, tem por objetivo, por meio da inserção de dispositivo percutâneo no disco intervertebral, a ablação do núcleo pulposo de modo controlado, reduzindo, por conseguinte a pressão intradiscal¹³(C).

Os dados disponíveis sobre esta modalidade terapêutica ainda são insuficientes, entretanto estudos

indicam que a técnica além de apresentar relativa segurança está associada a desfechos funcionais favoráveis¹⁴⁻¹⁶(B). Em estudo de coorte observacional, incluindo indivíduos com média etária de 51 anos (DP \pm 10 anos) portadores de hérnia de disco cervical contida identificadas por meio de tomografia computadorizada e/ou Ressonância magnética (RM) (31% dos pacientes apresentavam hérnia de disco cervical entre C5-6), submetidos à nucleoplastia cervical percutânea e acompanhados pelo período médio de 12 meses, observou-se melhora significativa no escore da escala visual analógica da dor (EVA) no 1º, 2º, 3º e 12º mês de segmento em comparação aos valores obtidos no pré-operatório. Observou-se ainda ausência de casos de instabilidade cervical (considerado como deslocamento angular \geq 11º ou deslocamento horizontal \geq 3 mm) após cirurgia percutânea. Assim, houve desfechos funcionais favoráveis (analisado por meio da escala visual da dor) nos pacientes submetidos à nucleoplastia cervical percutânea, entretanto faltou grupo controle de comparação para maior consistência das conclusões¹⁷(B).

Recomendação

As evidências disponíveis quanto à efetividade da nucleoplastia são limitadas, não existindo ensaios clínicos randomizados controlados comparando-a a outras modalidades cirúrgicas. Não se recomenda a nucleoplastia no tratamento de rotina nestes pacientes.

3. COM RELAÇÃO AOS DESFECHOS FUNCIONAIS, EXISTE DIFERENÇA AO SE COMPARAR A DISCECTOMIA SIMPLES (DS) E A DISCECTOMIA SEGUIDA DE ARTRODESE (DF) COM ENXERTO ÓSSEO?

A discectomia cervical anterior (ACD) é muitas vezes utilizada para tratar a cervicobraquialgia com

sintomas radiculares, variando entre discectomia simples (DS) e discectomia com artrodese (DF) com ou sem uso de dispositivos intersomáticos, associada com ou sem placa para a manutenção da altura do disco intervertebral e alinhamento vertebral.

Ensaio clínico randomizado analisando pacientes com hérnia de disco cervical com indicação cirúrgica e submetidos à discectomia simples ou discectomia seguida de artrodese, obteve no período de seguimento de três e 12 meses melhores resultados cirúrgicos (quantificados como excelentes e bons resultados (Odom I e II) naqueles submetidos à discectomia simples em detrimento aos submetidos à discectomia seguida de artrodese (87% *versus* 61% e 87% *versus* 68% respectivamente para três e 12 meses)¹²(B).

3A. AO SE ANALISAR AS TAXAS DE SUCESSO CIRÚRGICO EXISTEM DIFERENÇAS NA COMPARAÇÃO ENTRE A DISCECTOMIA SIMPLES (DS), DISCECTOMIA SEGUIDA DE FUSÃO INTERVERTEBRAL (DF) E DISCECTOMIA COM FUSÃO INTERVERTEBRAL E INSTRUMENTAÇÃO (DFI)?

Instrumentação vertebral é um termo genérico utilizado para procedimentos cirúrgicos que implantam parafusos, dispositivos intersomáticos (espaçadores), placas e hastes, para a estabilização da coluna. A instrumentação e fusão são utilizadas para permitir uma estabilidade à coluna ou corrigir uma deformidade, como no caso de uma doença discal degenerativa que causa instabilidade ou uma escoliose progressiva que é causa de deformidade.

Existem poucos estudos prospectivos e aleatórios sobre esta modalidade terapêutica dificultando o esclarecimento se o uso do espaçador de

titânio após a discectomia apresenta resultados superiores, relativos à taxa de sucesso cirúrgico, em detrimento à discectomia simples no tratamento da compressão da raiz cervical¹⁸(B).

Ensaio clínico incluindo indivíduos (média etária de 45 anos) sintomáticos há pelo menos seis semanas para compressão de raiz cervical e em planejamento cirúrgico por meio de abordagem anterior em somente um nível, foram randomizados para a discectomia simples ou discectomia seguida do uso de espaçador de titânio. Após tratamento cirúrgico, observou-se no seguimento de três e 12 meses ausência de diferença significativa na avaliação, por meio da escala de Odom e das taxas de sucesso. Esta diferença permaneceu não significativa mesmo após 24 meses de seguimento, em que 86% dos pacientes submetidos à discectomia seguida do uso de espaçador de titânio demonstraram persistência de bons resultados cirúrgicos em detrimento a 76% daqueles submetidos à discectomia simples¹⁹(A).

No presente momento, intervenções cirúrgicas anteriores com vistas ao tratamento da cervicobraquialgia associada a sintomas radiculares podem variar entre discectomia simples e discectomia com artrodese com ou sem o uso de dispositivos intersomáticos. Todavia, a necessidade de fusão intervertebral após realização de discectomia cervical anterior permanece assunto controverso²⁰⁻²³(C).

Estudo randomizado incluindo indivíduos (média etária de 43 anos) portadores de radiculopatia cervical com sintomas referentes a um único nível cervical comprometido sem melhora clínica após tratamento medicamentoso e diagnóstico clínico confirmado mediante exames de imagem (Raios-X e RM) submetidos à discectomia simples (DS), discectomia seguida de fusão intervertebral com ou sem instrumentação (DFI ou DF), ob-

servou que após 12 e 24 meses de seguimento, à análise do questionário de dor McGill (MPQ), a abordagem cirúrgica (independente da técnica utilizada) resultou em melhora no quadro algico quando comparada ao pré-operatório sem diferença significativa entre os grupos (92% dos pacientes submetidos a (DS), 93% a (DF) e 100% a (DFI) estavam sem dor radicular (no membro superior) ($p=0,36$). Com relação à dor cervical, esta se apresentava ausente em 83%, 80% e 73%, respectivamente ($p=0,33$), não demonstrando diferença significativa entre os grupos²⁴(A).

Outro estudo clínico randomizado analisando a intensidade da cervicalgia no pós-operatório de pacientes submetidos à discectomia simples (DS) ou discectomia seguida de fusão com instrumentação (DFI), observou, após seguimento de 12 meses, melhora significativa do quadro algico (membro superior) em ambas as abordagens cirúrgicas, entretanto com melhora significativa para o quadro de dor cervical apenas naqueles submetidos à DFI²⁵(B).

3B. ANALISANDO-SE AS TAXAS DE FUSÃO E CIFOSE NO PÓS-OPERATÓRIO, EXISTEM DIFERENÇAS NA COMPARAÇÃO ENTRE A DISCECTOMIA SIMPLES (DS), DISCECTOMIA SEGUIDA DE FUSÃO INTERVERTEBRAL (DF) E DISCECTOMIA COM FUSÃO INTERVERTEBRAL E INSTRUMENTAÇÃO (DFI)?

A abordagem cirúrgica mais utilizada no tratamento da doença degenerativa discal cervical é a discectomia com ou sem fusão dos dois corpos vertebrais adjacentes. Os objetivos do tratamento cirúrgico podem ser resumidos em: obtenção da descompressão (envolve a remoção do disco intervertebral ou estruturas osteolíticas dos elementos neurais comprimidos), restauração do

alinhamento (reparo da altura do espaço discal e a altura do forâmen neural), e estabilidade da coluna cervical (eliminação de movimento).

Avaliando-se os desfechos radiográficos de pacientes submetidos à discectomia simples (DS), discectomia seguida de fusão intervertebral com ou sem instrumentação (DFI ou DF), obtidos por intermédio de radiografias de coluna cervical em incidência ântero-posterior, perfil, oblíquas e perfil em flexão e extensão, observa-se que, as taxas mais altas de não fusão estavam presentes nos indivíduos submetidos à discectomia simples (três meses após a cirurgia, as taxas de fusão observadas para a DF e DFI foram 60% e 73%, respectivamente, em detrimento a nenhum para a DS). Já, com 24 meses de seguimento as taxas de fusão observadas foram de 93%, 100% e 67% para DF, DFI e DS, respectivamente²⁴(A).

Com relação à perda da lordose e aumento da cifose (caracterizada como ângulo $\geq 5^{\circ}$ entre os seguimentos fundidos), se observou que a deformidade foi frequente nos pacientes submetidos a discectomia simples em comparação às outras abordagens cirúrgicas (75% dos pacientes submetidos a DS demonstraram cifose no 3^o mês de pós-operatório, mantendo-se persistente no período de seguimento de 24 meses $p=0,007$). Por outro lado não houve diferença significativa no alinhamento segmentar nos pacientes submetidos a DF e DFI²⁴(A).

Em outro estudo randomizado, com período de seguimento de 48 meses, observa-se, por meio de avaliação radiográfica, que a fusão óssea é atingida em quase todos os casos (90% para DS e 100% para DF e DFI). Observou ainda que uma leve cifose (caracterizada como ângulo de 0° a 4° entre os seguimentos) foi identificada

em todos os grupos, sendo reportado maior frequência nos pacientes submetidos à discectomia simples, entretanto sem demonstrar diferença estatística (62,5% para DS, 40% para a discectomia com fusão (DF), e 44% para a discectomia com fusão e instrumentação (DFI)²⁶(B).

Os pacientes submetidos a artrodese com uso de espaçador apresentaram estatisticamente melhor resultado a curto e médio prazo do que a discectomia simples de acordo com o retorno ao trabalho, dor radicular e critério de Odom. A média de cifose foi de 24,2° após DS, 3,3° na DF e 2,7° após o uso da placa. O uso da placa não mudava o desfecho funcional²⁷(B).

Recomendação

Nesta situação clínica, a modalidade cirúrgica de escolha para a descompressão anterior é a discectomia associada com artrodese intersomática e espaçador intersomático. A instrumentação com placa não produz benefícios.

4. QUANDO SE INDICA A ARTROPLASTIA?

A artroplastia, nova tecnologia de tratamento neste cenário, propõe preservar o movimento no local da discectomia e descompressão anterior. Movimento este que na teoria diminui a doença articular degenerativa aos níveis adjacentes operados.

Na comparação com a discectomia seguida de fusão (DF), a artroplastia realizada em pacientes portadores de radiculopatia ou mielopatia secundária a hérnia de disco cervical em único nível, resistente às medidas clínicas de tratamento, mostra desfecho funcional melhor após 24 meses de acompanhamento, quando analisado por meio do índice de disfunção relacionado ao pescoço (Neck Disability Index - NDI), que demonstra

redução superior ou igual a 15 pontos no escore NDI, em comparação ao período pré-operatório (86% *versus* 78% para a artroplastia e discectomia seguida de fusão, respectivamente com $p=0,025$). Entretanto, o comprometimento do processo de randomização, não permite conclusões definitivas. Não há comentários em relação à degeneração adjacente ao nível operado após a utilização das duas técnicas²⁸(B).

A melhora funcional é mantida de forma similar nos dois grupos após 48 meses de acompanhamento com algumas medidas favoráveis para a artroplastia, como redução \geq a 15 pontos no escore NDI, em comparação ao período pré-operatório, de 93,3% *versus* 82,4% para a artroplastia e discectomia seguida de fusão, respectivamente)²⁹(B). Com até 24 meses de acompanhamento, não há diferença entre as principais medidas de desfecho centradas nos pacientes - VAS, cervicobraquialgia (NDI) e qualidade de vida (SF-36) - entre a fusão e a prótese. A avaliação não cega do pesquisador mostra que há maior necessidade de reoperações nos submetidos à fusão (8,5% *versus* 1,8%; $p=0,03$) e ainda que 89,9% dos submetidos à artroplastia não necessitam de narcóticos ou relaxantes musculares ao final de 24 meses de acompanhamento, contra 81,5% submetidos à fusão ($p<0,05$)³⁰(B). Não verificamos confirmação de menor possibilidade de degeneração adjacente sintomática nos submetidos à prótese neste período de acompanhamento. Em outras palavras, ainda falta evidência da real existência da menor degeneração sintomática adjacente após a prótese cervical na comparação com a fusão após dois anos de cirurgia^{31,32}(A).

Recomendação

Não recomendamos de rotina a artroplastia nesta situação clínica.

REFERÊNCIAS

1. Gross AR, Goldsmith C, Hoving JL, Haines T, Peloso P, Aker P, Santaguida P, Myers C; Cervical Overview Group. Conservative management of mechanical neck disorders: a systematic review. *J Rheumatol* 2007;34:1083-102.
2. Guzman J, Haldeman S, Carroll LJ, Carragee EJ, Hurwitz EL, Peloso P, et al. Clinical practice implications of the Bone and Joint Decade 2000-2010 Task Force on Neck Pain and Its Associated Disorders: from concepts and findings to recommendations. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2008;33(4 Suppl):S199-213.
3. Wieser ES, Wang JC. Surgery for neck pain. *Neurosurg*. 2007;60(1 Suppl11):S51-6.
4. Casey E. Natural history of radiculopathy. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2011;22:1-5.
5. Robertson JT. Chapter 22. Anterior removal of cervical disc without fusion. *Clin Neurosurg* 1973;20:259-61.
6. Scoville WB, Dohrmann GJ, Corkill G. Late results of cervical disc surgery. *J Neurosurg* 1976;45:203-10.
7. Cloward RB: The anterior approach for removal of ruptured cervical disks. *J Neurosurg* 1958;15:602-17.
8. Robinson RA, Smith GW. Anterolateral cervical disc removal and interbody fusion for cervical disc syndrome. *Bull John Hopkins Hosp* 1955;96:223-4.
9. Benini A, Kraysenbühl H, Brüderl R. Anterior cervical discectomy without fusion. Microsurgical technique. *Acta Neurochir (Wien)* 1982;61:105-10.
10. Trahan J, Abramova MV, Richter EO, Steck JC. Feasibility of anterior cervical discectomy and fusion as an outpatient procedure. *World Neurosurg*. 2011;75:145-8.
11. Smith PN, Knaub MA, Kang JD. Anterior cervical approaches for cervical radiculopathy and myelopathy. *Instr Course Lect* 2003;52:455-63.
12. Rosenørn J, Hansen EB, Rosenørn MA. Anterior cervical discectomy with and without fusion. A prospective study. *J Neurosurg* 1983;59:252-5.
13. Nardi PV, Cabezas D, Cesaroni A. Percutaneous cervical nucleoplasty using coblation technology. Clinical results in fifty consecutive cases. *Acta Neurochir Suppl* 2005;92:73-8.
14. Birnbaum K. Percutaneous cervical disc decompression. *Surg Radiol Anat* 2009;31:379-87.
15. Yan D, Li J, Zhu H, Zhang Z, Duan L. Percutaneous cervical nucleoplasty and percutaneous cervical discectomy treatments of the contained cervical disc herniation. *Arch Orthop Trauma Surg* 2010;130:1371-6.
16. Gerszten PC, Welch WC, King JT Jr. Quality of life assessment in patients undergoing nucleoplasty-based percutaneous discectomy. *J Neurosurg Spine* 2006;4:36-42.

17. Li J, Yan DL, Zhang ZH. Percutaneous cervical nucleoplasty in the treatment of cervical disc herniation. *Eur Spine J* 2008;17:1664-9.
18. van den Bent MJ, Oosting J, Wouda EJ, van Acker RE, Ansink BJ, Braakman R. Anterior cervical discectomy with or without fusion with acrylate. A randomized trial. *Spine (Phila Pa 1976)* 1996;21:834-9.
19. Hauerberg J, Kosteljanetz M, Bøge-Rasmussen T, Dons K, Gideon P, Springborg JB, et al. Anterior cervical discectomy with or without fusion with ray titanium cage: a prospective randomized clinical study. *Spine (Phila Pa 1976)* 2008;33:458-64.
20. Murphy MG, Gado M. Anterior cervical discectomy without interbody bone graft. *J Neurosurg* 1972;37:71-4.
21. Wilson DH, Campbell DD. Anterior cervical discectomy without bone graft. Report of 71 cases. *J Neurosurg* 1977;47:551-5.
22. Donaldson JW, Nelson PB. Anterior cervical discectomy without interbody fusion. *Surg Neurol* 2002;57:219-24.
23. Yamamoto I, Ikeda A, Shibuya N, Tsugane R, Sato O. Clinical long-term results of anterior discectomy without interbody fusion for cervical disc disease. *Spine (Phila Pa 1976)* 1991;16:272-9.
24. Xie JC, Hurlbert RJ. Discectomy versus discectomy with fusion versus discectomy with fusion and instrumentation: a prospective randomized study. *Neurosurgery* 2007;61:107-16; discussion 116-7.
25. Oktenoglu T, Cosar M, Ozer AF, Iplikcioglu C, Sasani M, Canbulat N, et al. Anterior cervical microdiscectomy with or without fusion. *J Spinal Disord Tech* 2007;20:361-8.
26. Savolainen S, Rinne J, Hernesniemi J. A prospective randomized study of anterior single-level cervical disc operations with long-term follow-up: surgical fusion is unnecessary. *Neurosurgery* 1998;43:51-5.
27. Bärlocher CB, Barth A, Krauss JK, Binggeli R, Seiler RW. Comparative evaluation of microdiscectomy only, autograft fusion, polymethylmethacrylate interposition, and threaded titanium cage fusion for treatment of single-level cervical disc disease: a prospective randomized study in 125 patients. *Neurosurg Focus* 2002;12:E4.
28. Heller JG, Sasso RC, Papadopoulos SM, Anderson PA, Fessler RG, Hacker RJ, et al. Comparison of BRYAN cervical disc arthroplasty with anterior cervical decompression and fusion: clinical and radiographic results of a randomized, controlled, clinical trial. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009;34:101-7.
29. Garrido BJ, Taha TA, Sasso RC. Clinical outcomes of Bryan cervical disc arthroplasty a prospective, randomized,

- controlled, single site trial with 48-month follow-up. *J Spinal Disord Tech* 2010;23:367-71.
30. Murrey D, Janssen M, Delamarter R, Goldstein J, Zigler J, Tay B, et al. Results of the prospective, randomized, controlled multicenter Food and Drug Administration investigational device exemption study of the ProDisc-C total disc replacement versus anterior discectomy and fusion for the treatment of 1-level symptomatic cervical disc disease. *Spine J* 2009;9:275-86.
 31. Bartels RH, Donk R, Verbeek AL. No justification for cervical disk prostheses in clinical practice: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Neurosurgery* 2010;66:1153-60.
 32. Jawahar A, Cavanaugh DA, Kerr EJ 3rd, Birdsong EM, Nunley PD. Total disc arthroplasty does not affect the incidence of adjacent segment degeneration in cervical spine: results of 93 patients in three prospective randomized clinical trials. *Spine J*. 2010;10:1043-8.