

## Resultados clínicos e radiográficos do tratamento cirúrgico da hérnia de disco na coluna cervical com dispositivo intersomático isolado

*Clinical and radiological outcomes after stand-alone cages for cervical disc herniation*

*Resultados clínicos y radiográficos del tratamiento quirúrgico de la hernia de disco en la columna cervical con dispositivo intersomático aislado*

Luiz Roberto Vialle<sup>1</sup>

Emiliano Vialle<sup>1</sup>

Luis Gustavo Dal Oglio Rocha<sup>2</sup>

Túlio Albuquerque de Moura Rangel<sup>2</sup>

Graziela Cancian Gomes<sup>3</sup>

Maurício Santos Gusmão<sup>2</sup>

Rúbem Cardenas Moron<sup>2</sup>

### RESUMO

**Objetivo:** determinar a eficácia do método baseado no resultado clínico deste grupo de pacientes, assim como a taxa de subsidência e de pseudoartrose com este método, em estudo retrospectivo, envolvendo pacientes submetidos à discectomia e à artrodese cervical com dispositivo intersomático isolado e enxerto ósseo autólogo. **Métodos:** neste estudo, 52 pacientes preencheram os critérios de inclusão, com o preenchimento de formulários pré e pós-operatórios e documentação radiográfica completa. A amostra consistiu de 27 homens e 25 mulheres, com média de idade de 43,8 anos. Foram operados 40 pacientes em um nível e 12 em dois níveis, sendo o nível C5-C6 o mais comum. **Resultados:** o índice de incapacidade cervical caiu de 49% no pré-operatório,

### ABSTRACT

**Objective:** the authors have performed a retrospective study, involving patients who underwent cervical discectomy and fusion, using a stand-alone interbody device with autograft, aiming to determine its efficacy by means of clinical and radiographic evaluation with a minimum follow-up of two-years. **Methods:** fifty two patients fulfilled the inclusion criteria for the study, with complete clinical and radiographic evaluation. This group consisted of 27 men and 25 women, with a mean age of 43.8 years. Forty patients underwent one-level surgery and 12 had two-level procedure, with C5-C6 being the most common level. **Results:** the cervical disability index was reduced from 49% to 23% at two-year follow up ( $p < 0.05$ ), and the visual pain scale fell from 9 to

### RESUMEN

**Objetivo:** los autores realizaron un estudio retrospectivo, involucrando pacientes sometidos a discectomía y artrodese cervical con dispositivo intersomático aislado e injerto óseo autólogo, con el objetivo de determinar la eficacia del método basado en el resultado clínico de este grupo de pacientes, así como la tasa de su subsidencia y de pseudoartrosis con este método. **Métodos:** Cincuenta y dos pacientes llenaron los criterios de inclusión en el estudio con formularios pre y postoperatorios y documentación radiográfica completa. La muestra consistió de 27 hombres y 25 mujeres, con promedio de edad de 43.8 años. Cuarenta pacientes fueron operados en un nivel, y 12 en dos niveles siendo el nivel C5-C6 el más común. **Resultados:** el índice de

Trabalho realizado no Serviço de Ortopedia e Traumatologia, Hospital Universitário Cajuru da Pontifícia Universidade Católica do Paraná – Curitiba (PR), Brasil.

<sup>1</sup>Cirurgião de Coluna do Hospital Universitário Cajuru da Pontifícia Universidade Católica do Paraná – Curitiba (PR), Brasil.

<sup>2</sup>Estagiário em Cirurgia de Coluna, AOSpine Latin America – AOSLA - Hospital Universitário Cajuru da Pontifícia Universidade Católica do Paraná – Curitiba (PR), Brasil.

<sup>3</sup>Enfermeira da Clínica da Coluna Vertebral de Curitiba (PR), Brasil.

Recebido: 06/02/2008 Aprovado: 06/05/2008

para 23% aos dois anos de seguimento ( $p<0.05$ ). A escala visual de dor caiu de nove pontos no pré-operatório para três no pós-operatório ( $p<0.05$ ). Doze casos apresentaram alguma subsidência e, em um caso, houve pseudoartrose, sem influência no resultado clínico destes pacientes. Também não foi possível identificar fatores que indicassem a possibilidade de subsidência dos cages. **Conclusão:** o uso de cages isolados foi eficaz na obtenção de artrodese intersomática cervical. A subsidência não influenciou no resultado clínico.

**DESCRIPTORIOS:** Deslocamento do disco intervertebral/cirurgia; Vértebras cervicais/cirurgia; Fusão vertebral/métodos; Dispositivos de fixação ortopédica; Transplante ósseo; Resultado de tratamento

*3 points ( $p<0.05$ ). Twelve patients presented some subsidence, and there was one case of nonunion, without interference in the patient's clinical outcome. The authors were not able to determine any predisposing factors for subsidence in this group of patients. **Conclusion:** stand alone cages are an adequate option for cervical disc herniation, allowing good clinical and radiological outcomes.*

**KEYWORDS:** Intervertebral disk displacement/surgery; Cervical vertebrae/surgery; Spinal fusion/methods; Orthopedic fixation devices; Bone transplantation; Treatment outcome

*incapacidad cervical cayó de 49% en el preoperatorio, para 23% a los dos años de seguimiento ( $p<0.05$ ). La escala visual de dolor cayó de 9 puntos en el preoperatorio para 3 en el postoperatorio ( $p<0.05$ ). Doce casos presentaron alguna subsidencia y en un caso hubo pseudoartrosis, sin influir en el resultado clínico de estos pacientes. También no fue posible identificar factores que indicasen la posibilidad de subsidencia de los cages. **Conclusión:** el uso de los cages aislados fue eficaz en la obtención de la artrodosis intersomática cervical. La subsidencia no influyó en el resultado clínico.*

**DESCRIPTORIOS:** Desplazamiento del disco intervertebral/cirurgia; Vértebras cervicales/cirurgia; Fusión vertebral/métodos; Dispositivos de fijación ortopédica; Trasplante óseo; Resultado del tratamiento

## INTRODUÇÃO

O tratamento cirúrgico da hérnia de disco cervical e da doença degenerativa associada está em constante evolução. Porém, o padrão-ouro, do tratamento continua sendo a artrodese por via anterior. A colocação de enxerto autólogo em mais de um nível cervical guarda uma proporção direta com o desenvolvimento de pseudoartrose, ainda que assintomática na maioria das vezes. Mesmo considerando um único nível de artrodese com enxerto autólogo, a literatura relata uma taxa de pseudoartrose entre 10 e 12%<sup>1</sup>. O uso de placas cervicais surgiu da necessidade de aumentar as taxas de fusão em discectomias múltiplas e da necessidade de manutenção da lordose cervical. Por outro lado, as placas cervicais também apresentam complicações associadas ao implante como a soltura e quebra de material, ou complicações associadas à abordagem mais extensa como lesão do nervo laríngeo recorrente, lesão do esôfago e lesão da artéria vertebral<sup>1,2</sup>.

Na década de 80, ocorreu o desenvolvimento de espaçadores intersomáticos (EIS) cervicais tornando-se esta uma opção cirúrgica no tratamento da doença degenerativa discal (DDD) cervical. As formas e componentes dos EIS cervicais têm apresentado alterações tecnológicas. Podem ser compostos de PEEK (poli-eter-eter-ketano), carbono ou titânio e podem possuir os formatos rosqueado (cilíndrico) e retangular. De modo geral, eles apresentam as vantagens teóricas de impedir o colapso do enxerto, além de reduzir a morbidade da retirada deste, já que não há necessidade de enxerto tricortical, permitir descompressão foraminal indireta e restaurar a lordose cervical. Ainda, a incidência de complicações é inferior ao das placas cervicais<sup>3,4</sup>. No início,

os EIS cervicais foram usados em associação com placas cervicais, e na ausência de instabilidade seu uso isolado (stand-alone) passou a ser mais comum. Poucos estudos na literatura visam à avaliação funcional dos pacientes submetidos a tratamento cirúrgico da DDD cervical com EIS isolados em um único nível ou em múltiplos níveis. A incidência e o papel das complicações associadas ao uso do EIS nas atividades da vida diária também são pouco compreendidas.

O objetivo deste estudo é avaliar os resultados clínicos do tratamento da doença degenerativa cervical com EIS cervical isolado, determinar a significância clínica das alterações radiográficas (subsidência do EIS e pseudoartrose) e identificar os fatores de risco para subsidência e pseudoartrose.

## MÉTODOS

Estudo retrospectivo, colhendo-se dados do pré-operatório e aos dois anos de seguimento. Todos os casos foram operados pelos dois autores principais do estudo (LRV e ENV). Entre 2001 e 2005, 80 pacientes portadores de cervicobraquialgia com diagnóstico clínico e radiográfico de hérnia de disco cervical e falha do tratamento conservador, foram submetidos à discectomia e descompressão por via anterior, e artrodese utilizando cage cervical retangular. Do total de pacientes, 52 deles (62,5%) completaram todos os protocolos e foram incluídos no estudo. O não preenchimento ou o preenchimento incorreto dos questionários funcionais, a mudança de endereço e/ou de telefone de modo que impossibilitasse o contato durante o seguimento e o tempo de acompanhamento inferior a

dois anos levou à exclusão dos demais pacientes. Todos os pacientes receberam tratamento conservador por, no mínimo, três meses, consistindo de técnicas fisioterapêuticas. Os critérios de exclusão foram o abandono do tratamento conservador antes dos três meses, seja por dor ou por déficit neurológico progressivo, assim como a piora dos sinais clínicos de mielopatia cervical, cirurgia cervical prévia, ou história de trauma cervical prévio. Outro critério de exclusão do estudo foi o afastamento do trabalho ou questões trabalhistas prévias ao início dos sintomas.

Os pacientes foram submetidos ao exame físico e estudo de imagens com radiografias cervicais de frente e perfil (na consulta inicial e ao final do seguimento) assim como, ressonância magnética da coluna cervical no início e no fim do tratamento. A avaliação radiográfica foi direcionada para a identificação de pseudoartrose e/ou afundamento do EIS cervical. Para a mensuração desta última, foi utilizada a relação do EIS com o corpo cervical de maneira a excluir os efeitos da magnificação radiográfica e estabelecida uma graduação que envolve até 1/3, de 1/3 a 2/3 e mais de 2/3 de afundamento da altura do EIS em direção ao corpo vertebral. A artrodese foi considerada como consolidada na presença de ponte óssea anterior e através do EIS, e pela ausência de mobilidade do segmento nas radiografias dinâmicas da coluna cervical em perfil.

O procedimento cirúrgico constou de uma abordagem cervical anterior, discectomia e remoção de osteófitos sob magnificação de imagem e teste do tamanho adequado do EIS, com auxílio de um distrator de Caspar. O enxerto foi obtido de modo percutâneo na crista ilíaca direita, utilizando trefina com marcação que permite a retirada do enxerto em quantidade suficiente para preencher o EIS. Os pacientes foram orientados a utilizar um colar cervical de espuma por seis semanas após a cirurgia.

Os instrumentos de avaliação funcional utilizados foram o Neck Pain Disability Index\* (NPDI) e o Visual Analog Scale\*\* (VAS) preenchidos pelo paciente antes do tratamento cirúrgico, aos seis meses, e ao final do seguimento. Foram utilizados os testes t de student e do qui-quadrado para avaliação estatística, considerando como estatisticamente significativas as diferenças onde  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

Em relação ao grupo de pacientes incluídos no estudo, 27 deles eram do sexo masculino, e 25 do sexo feminino, com média de idade de 43,8 anos (34-64 anos). A diferença de idade entre homens (43,7 anos) e mulheres (44,04 anos) não foi significativa. Em relação a número de níveis operados, 40 pacientes foram operados em um nível e 12 em dois níveis. A Tabela 1 apresenta a distribuição por níveis operados.

A média do NPDI pré-operatório e pós-operatório para todo o grupo foi de 49% e 23%, respectivamente, com diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,005$ ). Quanto

ao VAS, os valores médios pré e pós-operatório foram de nove e três, respectivamente, também demonstrando uma diferença estatisticamente significativa. Comparando os resultados funcionais e a satisfação entre os pacientes submetidos ao tratamento em um nível ou em dois níveis, a única diferença estatisticamente significativa foi quanto ao NPDI pré-operatório que se demonstrou superior nos pacientes tratados com um único EIS cervical e quanto à variação do VAS ( $\Delta \text{VAS} = \text{VAS pré-op} - \text{VAS pós-op}$ ) que também foi maior neste último grupo (Tabela 2).

**TABELA 1: Distribuição por níveis operados**

Cirurgias em 1 nível	Nº de casos	Cirurgias em 2 níveis	Nº de casos
C3C4	1	C3C4 E C5C6	1
C4C5	5	C4C5 E C5C6	2
C5C6	22	C4C5 E C6C7	2
C6C7	12	C5C6 E C6C7	7
Total	40	Total	12

**TABELA 2 - Comparação dos parâmetros funcionais entre os grupos tratados com EIS cervical em um ou dois níveis**

Grupos	Um nível	Dois níveis
VAS pré-op	9,2	8,75
VAS pós-op	3,2	4
$\Delta \text{VAS}^*$	6	4,75
NPDI pré-op*	52 %	40%
NPDI pós-op	23 %	21%
$\Delta \text{NPDI}$	29	19
Satisfação	7	6,75

Legenda: VAS = escala analógica visual; op=operatório;  $\Delta$ = variação entre pré e pós; NPDI= "neck pain disability index"; \* =  $p < 0,05$ .

Quanto à avaliação radiográfica, 51 pacientes apresentaram sinais de consolidação como ficou demonstrado pela presença de trabéculas ósseas cruzando a interface EIS corpo vertebral. O paciente que não apresentou consolidação óssea (havia mobilidade, identificada pelo aumento do espaço interespinhoso à radiografia dinâmica) apresentava-se satisfeito com o tratamento (NPDI 5% e VAS 0) aos dois anos de seguimento. Dos pacientes submetidos à implantação de um único EIS, 31 não apresentaram sinais de afundamento (Figuras 1 e 2), cinco pacientes deste grupo tiveram afundamento do EIS em menos de 1/3 de sua altura e quatro apresentaram afundamento em até 2/3 de sua altura. Dos doze pacientes submetidos à fusão em dois níveis, dois apresentaram afundamento nos dois níveis (Figuras 3 e 4), e um paciente apresentou afundamento em um nível.

\*Vernon H, Mior S. The Neck Disability Index: a study of reliability and validity. J Manipulative Physiol Ther. 1991;14(7):409-15. Erratum in: J Manipulative Physiol Ther 1992 Jan;15(1):followi.

\*\*Wewers ME, Lowe NK. A critical review of visual analogue scales in the measurement of clinical phenomena. Res Nurs Health. 1990;13(4):227-36. Review.



**Figura 1**  
Radiografias pós-operatórias (frente e perfil) de paciente portadora de hérnia discal C5C6, submetida a tratamento cirúrgico com EIS cervical isolado, aos 43 anos e com cinco anos de acompanhamento. Apesar da formação de osteófitos no nível inferior, a paciente segue assintomática



**Figura 2**  
Radiografias cervicais dinâmicas da paciente anterior na qual não se observa pseudoartrose ou afundamento do EIS cervical



**Figura 3**  
Radiografias (AP e Perfil) de pós-operatório cervicais de paciente portadora de DDD cervical C4-C5 e C5-C6, submetida a tratamento cirúrgico com EIS cervical isolado, aos 36 anos e com dois anos de acompanhamento



**Figura 4**  
Radiografia cervical em perfil da paciente anterior demonstrando o afundamento do EIS cervical em menos de 1/3 da altura do corpo nos dois níveis

Comparando os resultados funcionais entre estes dois grupos, não identificamos diferenças estatisticamente significativas, apesar de haver uma tendência a melhores resultados no grupo que não apresentou colapso quanto ao VAS pós-operatório ( $p=0.06$ ), não confirmado com o NPDI e taxa de satisfação com o tratamento (Tabela 3).

Não foi possível identificar fatores de risco para subsidência, já que não houve diferença significativa quanto à faixa etária, sexo, nível operado, profissão e associação com tabagismo entre os pacientes.

**TABELA 3 - Comparação dos parâmetros funcionais entre os pacientes sem afundamento e com afundamento**

Grupos	Sem afundamento (40 pacientes)	Com afundamento (12 pacientes)	p
VAS pré-op	8,9	9,25	0,29
VAS pós-op	2,2	4,25	0,06
NPDI pré-op	45 %	54%	0,1
NPDI pós-op	17 %	28%	0,1
Satisfação	7,8	6,75	0,2

Legenda: VAS= escala analógica visual; op=operatório; NPDI= neck pain disability index

## DISCUSSÃO

Os espaçadores intersomáticos cervicais são pequenos implantes que, preenchidos por osso esponjoso ou substituto ósseo, atuam na estabilização e promoção da artrodese cervical. DeBowes et al.<sup>5</sup> foram os primeiros a relatar o uso de implantes metálicos intersomáticos na artrodese cervical em equinos. Bagby levou esta idéia adiante iniciando o uso de EIS metálicos na coluna cervical de humanos<sup>6</sup>. Apesar das variações da cirurgia cervical anterior terem mostrado resultados satisfatórios na descompressão do canal e das raízes nervosas em pacientes com mielopatia e radiculopatia, nenhuma delas tem se mostrado superior a outra. Muito da controvérsia atual sobre fusão cervical inclui o uso de auto-enxerto contra aloenxerto ou o uso de substitutos ósseos, o papel da fixação interna e se o enxerto é realmente necessário<sup>7,8</sup>.

Em um estudo randomizado para cirurgia cervical anterior num único nível<sup>9</sup>, foram relatados resultados clínicos semelhantes para discectomia simples comparada à discectomia mais enxerto da crista ilíaca associada ou não à placa cervical. Ainda assim, estes autores relataram uma taxa de fusão inferior e uma discreta cifose cervical no grupo submetido à discectomia simples.



Geer et al.<sup>10</sup> encontraram uma taxa significativamente maior de afundamento, deformidade cifótica e pseudoartrose em procedimentos em um nível quando a placa cervical não era associada o uso de enxerto da crista ilíaca. Eles também relataram um retorno ao trabalho inferior dos pacientes tratados sem fixação. Outros autores<sup>11</sup> relataram uma taxa de 10,9% de pseudoartrose com fusão intersomática sem instrumentação e o aumento desta taxa com a fusão em mais de um nível. Profeta et al.<sup>12</sup> concluíram, a partir dos resultados clínicos, que o dispositivo intersomático foi melhor do que o auto-enxerto sem instrumentação quanto à função, alívio da dor e complicações.

A retirada do enxerto a partir da crista ilíaca pode estar associada à perda de sangue significativa e também à dor pós-operatória no sítio doador. Sawin et al.<sup>13</sup> encontraram uma morbidade de 25,3% que incluía dor, hematoma, fratura e meralgia parestésica. A dor residual pode permanecer por até 12 a 24 meses após a cirurgia<sup>14</sup>. Apesar de não constar dos objetivos deste estudo, nenhum dos pacientes apresentou dor na região doadora do enxerto no pós-operatório.

O uso de enxerto a partir de banco de ossos permite a colocação de um espaçador intersomático, evitando a morbidade causada pela retirada de enxerto da crista ilíaca. Apesar da facilidade desta técnica, a biologia da fusão do aloenxerto resulta numa velocidade inferior de incorporação assim como numa taxa de inferior de fusão<sup>15,16</sup>. Atualmente, a maioria dos procedimentos inclui algum tipo de instrumentação que pode variar de placas a EIS cervicais.

Sobre o aspecto biomecânico, Shimamoto et al.<sup>17</sup> compararam a fixação com placa cervical mais enxerto, EIS isolado e fusão cervical anterior com enxerto tricortical e sem instrumentação *in vitro*. Eles concluíram que a placa cervical produzia uma diminuição estatisticamente significativa da flexo-extensão e rotação axial comparado com o EIS e a fusão com enxerto tricortical e sugerem a complementação da fixação com a placa cervical.

A placa é indicada por vários autores por aumentar as taxas de fusão, permitir o retorno precoce ao trabalho e limitar a subsidência e a deformidade cifótica. Por outro lado, este procedimento requer maior exposição para inserção da placa do que a fusão isolada. Complicações relacionadas ao instrumental não são incomuns. Lowery et al.<sup>12</sup> relataram uma incidência de falha no implante de 35% numa série de 133 pacientes, assim como pseudoartrose em 31% dos casos. Lesão do esôfago é também mais comum quando se utiliza placa cervical anterior<sup>10</sup>.

Ao avaliarmos estudos envolvendo EIS cervicais, é importante notar que os modelos variam quanto ao seu formato, e isso pode influenciar não só na resistência do implante, mas também na estabilidade da montagem. Alguns dispositivos intersomáticos de formato cilíndrico apresentam altas taxas de pseudoartrose e de subsidência e estudos biomecânicos mostram vantagem dos dispositivos retangulares sobre os cilíndricos<sup>18</sup>.

Ainda se observarmos os dispositivos retangulares, há diferenças importantes entre os de PEEK ou carbono e os de titânio. Enquanto os primeiros são maciços, com um espaço central para o enxerto, os de titânio possuem uma

trama metálica que aumenta a resistência da montagem e permite amplo contato do enxerto com a placa vertebral<sup>19</sup>.

Ainda, a distração obtida pelo sistema no momento do implante do EIS parece ter relação direta com a estabilidade da montagem e, de acordo com Wilke et al., em seu estudo biomecânico, o distrator de Caspar permite distração ideal quando comparado a outros sistemas<sup>20</sup>. Neste mesmo estudo, os autores correlacionam a neoformação óssea através do EIS com a estabilidade da montagem, sendo inibida por movimento na região.

Os pacientes do presente estudo utilizaram colar cervical de espuma por seis semanas, com especial orientação de evitar extensão cervical, movimento menos limitado pelo EIS cervical, de acordo com o estudo biomecânico de Kettler et al.<sup>21</sup>, no qual vários EIS cervicais foram submetidos a movimentos cíclicos e todos apresentaram subsidência.

Hacker et al.<sup>22</sup> atingiram uma elevada taxa de fusão e resultados bons ou excelentes com utilização de EIS cervicais isolados. Os EIS cervicais proporcionam fixação interna enquanto a fusão ocorre com a produção de osso no interior e em torno do implante. Isto permite que osso esponjoso, incorporado mais rapidamente do que o osso cortical sirva como substrato para fusão<sup>15-16</sup>.

Vavruch<sup>3</sup>, comparando o EIS cervical de fibra de carbono com o procedimento de Cloward, relata resultados funcionais semelhantes, mas com melhor alinhamento em lordose e manutenção da altura discal com o dispositivo intersomático. Como desvantagens com o uso deste último, cita o índice superior de pseudoartrose (38%).

Gercek<sup>23</sup> relata uma série consecutiva de oito casos tratados com EIS cervical de titânio e o desenvolvimento de afundamento em cinco dos nove níveis abordados com a quebra subsequente em um destes níveis. O autor alerta sobre a avaliação criteriosa do paciente e a necessidade de complementação do EIS com placa cervical anterior.

Ao contrário do exposto pelos dois últimos autores, no presente estudo não foi observado nenhum caso de quebra do implante. A subsidência do EIS observada em 12 pacientes não alterou a avaliação funcional dos pacientes. Interessante também notar que nenhum destes casos apresentou cifose regional, com a subsidência ocorrendo de modo simétrico, o que permite manutenção do alinhamento cervical.

## CONCLUSÃO

A utilização dos cages cervicais isolados para tratamento da degeneração discal se apresentou como uma boa opção cirúrgica, e mesmo nos pacientes em que se observou a subsidência do implante, não foi constatada diferença funcional em comparação ao restante dos pacientes:

1. Houve melhora clínica significativa dos pacientes, quanto ao NPDI e ao VAS, aos dois anos de seguimento;
2. A taxa de subsidência foi de 20% (n=12) e a de pseudoartrose de 2%(n=1), porém sem influenciar negativamente no resultado clínico dos pacientes;
3. Os autores não puderam determinar, neste grupo de pacientes, fatores predisponentes a subsidência e pseudoartrose.

## REFERÊNCIAS

- Lowery GL, McDonough RF. The significance of hardware failure in anterior cervical plate fixation. Patients with 2- to 7- year follow-up. *Spine*. 1998; 23(2): 181-6; discussion 186-7.
- Lowery GL, Swank ML, McDonough RF. Surgical revision for failed anterior cervical fusions. Articular pillar plating or anterior revision? *Spine*. 1995; 20(22): 2436-41.
- Vavruch L, Hedlund R, Javid D, Leszniewski W, Shalabi A. A prospective randomized comparison between the cloward procedure and a carbon fiber cage in the cervical spine: a clinical and radiologic study. *Spine*. 2002; 27(16):1694-701.
- Kao FC, Niu CC, Chen LH, Lai PL, Chen WJ. Maintenance of interbody space in one- and two-level anterior cervical interbody fusion: comparison of the effectiveness of autograft, allograft, and cage. *Clin Orthop Relat Res*. 2005; (430):108-16.
- DeBowes RM, Grant BD, Bagby GW, Gallina AM, Sande RD, Ratzlaff MH. Cervical vertebral interbody fusion in the horse: a comparative study of bovine xenografts and autografts supported by stainless steel baskets. *Am J Vet Res*. 1984; 45(1):191-9.
- Bagby GW. Arthrodesis by the distraction-compression method using a stainless steel implant. *Orthopedics*. 1988; 11(6):931-4.
- Martin GJ Jr, Haid RW Jr, MacMillan M, Rodts GE Jr, Berkman R. Anterior cervical discectomy with freeze-dried fibula allograft. Overview of 317 cases and literature review. *Spine*. 1999; 24(9): 852-8; discussion 858-9.
- Whitehill R, Berry JC. The evolution of stability in cervical spine constructs using either autogenous bone graft or methylmethacrylate cement. A follow-up report on a canine in vivo model. *Spine*. 1985; 10(1): 32-41.
- 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(1): 51-5.
- Geer C, Selden NWR, Papadopoulos SM. Anterior cervical plate fixation in the treatment of single level cervical disc disease. Presented at the American Association of Neurological Surgeons annual meeting. New Orleans: April, 1999.
- De Palma AF, Cooke AJ. Results of anterior interbody fusion of the cervical spine. *Clin Orthop Relat Res*. 1968; 60:169-85.
- Profeta G, de Falco R, Ianniciello G, Profeta L, Cigliano A, Raja AI. Preliminary experience with anterior cervical microdiscectomy and interbody titanium fusion cage (Novus CT-Ti) in patients with cervical disc disease. *Surg Neurol*. 2000; 53(5): 417-26.
- Sawin PD, Traynelis VC, Menezes AH. A comparative analysis of fusion rates and donor-site morbidity for autogeneic rib and iliac crest bone grafts in posterior cervical fusions. *J Neurosurg*. 1998; 88(2): 255-65.
- Banwart JC, Asher MA, Hassanein RS. Iliac crest bone graft harvest donor site morbidity. A statistical evaluation. *Spine*. 1995; 20(9): 1055-60.
- Muschler GF, Lane JM. Orthopedic surgery. In: Habal MB, Reddi AH, editors. *Bone grafts & bone substitutes*. Philadelphia: Saunders; c1992. p. 375-407.
- Muschler GF, Lane JM, Dawson EG. The biology of spinal fusion. In: Cotler JM, Cotler HB, editors. *Spinal fusion science and technique*. Berlin: Springer-Verlag; 1990. p. 9-21.
- Shimamoto N, Cunningham BW, Dmitriev AE, Minami A, McAfee PC. Biomechanical evaluation of stand-alone interbody fusion cages in the cervical spine. *Spine*. 2001; 26(19):E432-6.
- Bartels RH, Donk RD, Feuth T. Subsidence of stand-alone cervical carbon fiber cages. *Neurosurgery*. 2006; 58(3):502-8; discussion 502-8.
- Steffen T, Tsantrizos A, Fruth I, Aebi M. Cages: designs and concepts. *Eur Spine J*. 2000; 9 Suppl 1:S89-94.
- Wilke HJ, Kettler A, Claes L. Primary stabilizing effect of interbody fusion devices for the cervical spine: an in vitro comparison between three different cage types and bone cement. *Eur Spine J*. 2000; 9(5):410-6.
- Kettler A, Wilke HJ, Claes L. Effects of neck movements on stability and subsidence in cervical interbody fusion: an in vitro study. *J Neurosurg*. 2001; 94(1 Suppl):97-107. Comment in: *J Neurosurg*. 2001; 94(1 Suppl):180.
- Hacker RJ, Cauthen JC, Gilbert TJ, Griffith SL. A prospective randomized multicenter clinical evaluation of an anterior cervical fusion cage. *Spine*. 2000; 25(20): 2646-54; discussion 2655.
- Gercek E, Arlet V, Delisle J, Marchesi D. Subsidence of stand-alone cervical cages in anterior interbody fusion: warning. *Eur Spine J*. 2003; 12(5): 513-6. Comment in: *Eur Spine J*. 2004;13(5):474-5; author reply 476-7.

---

### Correspondência

Emiliano Vialle  
 Rua Brig° Franco, nº 979  
 Curitiba (PR), Brasil  
 CEP: 80430-210  
 TEL: + 55 41 3223-7860  
 E-mail: emiliano@vialle.com.br

---