



Artigo Original

Artrodese lombar intersomática anterior por via única – Complicações e resultados perioperatórios[☆]



Rodrigo Amaral^a, Ronaldo Ferreira^a, Luis Marchi^{a,*}, Rubens Jensen^a,
João Nogueira-Neto^a e Luiz Pimenta^{a,b}

^a Instituto de Patologia da Coluna (IPC), São Paulo, SP, Brasil

^b University of California San Diego (UCSD), San Diego, Estados Unidos

INFORMAÇÕES SOBRE O ARTIGO

Histórico do artigo:

Recebido em 18 de agosto de 2016

Aceito em 6 de setembro de 2016

On-line em 20 de janeiro de 2017

Palavras-chave:

Coluna vertebral

Fusão espinal

Artrodese

Vértebras lombares

R E S U M O

Objetivos: Historicamente, a fusão intersomática lombar anterior (ALIF) esteve relacionada a altas taxas de complicações intraoperatórias e eventos adversos relacionados aos dispositivos intercorporais. Nas últimas décadas, ocorreram ajustes técnicos que propiciaram o surgimento de *cages* mais adequadas. Este estudo teve como objetivo avaliar as complicações e eficácia do uso de via única por mini-ALIF com uso de *cage* autobloqueante.

Métodos: Estudo retrospectivo de centro único. Critérios de inclusão: mini-ALIF retroperitoneal para a fusão de nível único (L5S1); *cage* autobloqueante; DDD/estenose e espondilolistese de baixo grau (grau I). Critérios de exclusão: suplementação posterior; fusão/artroplastia prévia. Foram analisados dados de cirurgia, complicações intra e perioperatórias relacionadas ao acesso cirúrgico e ao dispositivo intersomático.

Resultados: Foram incluídos 87 casos, todos no nível lombar distal. Mediana de tempo cirúrgico: 90 min; mediana de perda sanguínea: 100 mL. A mediana do tempo de internação na UTI foi zero dia; a mediana de internação hospitalar foi de um dia. Dez casos (11,5%) apresentaram eventos adversos, quatro maiores (4,6%; sangramento de 3 L; TVP; hematoma retroperitoneal; hérnia incisional) e sete menores (8%; lesão de peritônio; lesão vascular menor; ocorrências relacionadas ao implante). Nenhum caso de ejaculação retrógrada foi observado. Houve melhoria em dor, restrição física e qualidade de vida ($p < 0,001$).

Conclusões: O procedimento mini-ALIF feito em um único nível distal lombar apresentou baixas taxas de eventos adversos intra e perioperatórios, tanto quanto à abordagem e ao dispositivo, reduzida estada hospitalar e bons resultados clínicos perioperatórios.

© 2017 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

[☆] Trabalho desenvolvido no Instituto de Patologia da Coluna (IPC), São Paulo, SP, Brasil.

* Autor para correspondência.

E-mail: marchi@patologiadacoluna.com.br (L. Marchi).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rbo.2016.09.006>

0102-3616/© 2017 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Stand-alone anterior lumbar interbody fusion – Complications and perioperative results

A B S T R A C T

Keywords:

Spine
Spinal fusion
Arthrodesis
Lumbar vertebrae

Objectives: Historically, anterior lumbar interbody fusion (ALIF) was related to high rates of intraoperative complications and adverse events related to interbody devices. In recent decades, there have been technical adjustments, and cages that are more suitable have emerged. The aim of this study is to evaluate the efficacy and complication rate of the use of stand-alone mini-ALIF using a self-locking cage.

Methods: Retrospective single center study. Inclusion criteria: retroperitoneal mini-ALIF for single-level fusion (L5S1); self-locking cage; DDD/stenosis and grade I spondylolisthesis. Exclusion criteria: posterior supplementation, previous fusion/arthroplasty. Endpoints: surgery data, intraoperative and perioperative adverse events related both to surgical access and to the intersomatic device.

Results: Eighty-seven cases were enrolled. Median surgical time was 90 min; median blood loss was 100 mL. The median length of stay in the ICU was zero days; median hospital stay was one day. Ten cases had an adverse event (11.5%): four major adverse events (4.6%; 3 L bleeding; DVT; retroperitoneal hematoma; incisional hernia), and seven minor events (8%; peritoneum injury; minor vascular injury; events related to the cage). No cases of retrograde ejaculation were observed. There was improvement in pain, physical restriction, and quality of life ($p < 0.001$).

Conclusions: The mini-ALIF procedure performed for single-level fusion at the distal lumbar level demonstrated low adverse event rates related to both the surgical approach and to the intersomatic device, with reduced hospital stay and satisfactory perioperative clinical results.

© 2017 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introdução

A artrodese intersomática lombar pode ser feita por diferentes acessos (anterior, anterolateral, lateral, transforaminal e posterior). As vantagens da abordagem anterior (*anterior lumbar interbody fusion*, ALIF) incluem a possibilidade de reexpansão do espaço discal, recuperação da lordose lombar, descompressão indireta, prevenção de dano às estruturas posteriores (muscular paravertebral e osseoligamentar) e redução de morbidade e dor perioperatória imediata.¹⁻⁵

A técnica de fusão lombar intersomática por via anterior foi usada inicialmente por Burns⁶ e Capner,⁷ desenvolvida como uma das técnicas predominantes para o tratamento da dor lombar discogênica. Historicamente, o ALIF foi relacionado a altas taxas de complicações intraoperatórias, devido à via transperitoneal e eventos adversos relacionados com os dispositivos de fusão, por falta de cages adequados.⁸⁻¹⁰

Recentemente, com adequações de técnicas de acesso cirúrgico e dispositivos intersomáticos mais adequados, tem sido possível obter taxas de complicações satisfatórias e altas taxas de fusão.¹¹ Assim, pode ser vantajoso fazer a artrodese com cages adequados somente por via anterior menos traumática.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar as complicações e os resultados perioperatórios de cirurgia de fusão

intersomática por via única anterior por mini-ALIF com o uso de cage autobloqueante em nível L5S1.

Material e métodos

Estudo retrospectivo com dados coletados prospectivamente em um único centro. Foi submetido ao e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (52909516.3.0000.5551). Foram selecionados pacientes submetidos à técnica de ALIF de 2009-2016 por uma mesma equipe de cirurgia de coluna. Inclusão: mini-ALIF retroperitoneal para a fusão de nível único; cage ALIF autobloqueante; doença discal degenerativa (DDD; com ou sem estenose) ou espondilolistese de baixo grau (grau I). Exclusão: suplementação adicional posterior ou anterior; fusão/artroplastia prévia; cages com angulação maior do que 15 graus de lordose.

As cirurgias foram feitas com acesso via retroperitoneal por cirurgiões de coluna sêniores com formação em cirurgia geral, sem a participação obrigatória de um cirurgião de acesso. Foram analisados dados relacionados à cirurgia e taxa de revisão. Foram avaliadas também as complicações gerais e relacionadas ao dispositivo com até 3 meses do procedimento: fratura de placa terminal, migração ou deslocamento do dispositivo. Os desfechos secundários foram os resultados clínicos avaliados por meio de questionários: EVA (escala visual analógica) para dor nas costas e nas pernas e ODI

(Oswestry Disability Index) analisados em período perioperatório até três meses de seguimento.

Técnica cirúrgica

A técnica cirúrgica moderna de acesso anterior com o uso de passagem romba pela musculatura abdominal, rota cirúrgica retroperitoneal e visão direta para acesso ao espaço discal L5S1 tem sido chamada de mini-ALIF. O paciente é colocado na posição supina sobre uma mesa cirúrgica padrão radiotransparente. Deve-se observar o grau de lordose lombar após o posicionamento e colocar um coxim abaixo do paciente no nível da coluna lombar média para elevá-la, que não somente abra o espaço anterior para facilitar a discectomia como também permita maior facilidade na colocação do implante com algum grau de angulação (lordose). Todos os pacientes foram submetidos à abordagem anterior para a coluna lombossacra. A incisão feita foi uma mini-Pfannenstiel usada para acessar o nível L5-S1.

Usa-se a dissecação romba para mobilizar a bainha anterior do músculo reto abdominal até acessar o espaço retroperitoneal. A palpação dos grandes vasos ajuda a evitar lesões vasculares. O ureter deve ser identificado para evitar sua lesão inadvertida e esse é tipicamente encontrado sobre o lado peritoneal da exposição.

São colocados afastadores autostáticos profundos e anexados a um dispositivo montado na mesa cirúrgica para manter a visão da coluna vertebral na linha média. O uso de drogas tipo curare facilita a exposição e garante o posicionamento correto dos afastadores. Para a exposição do espaço L5-S1, o disco pode ser acessado normalmente abaixo da bifurcação dos grandes vasos. As artérias segmentares transversas ao espaço discal ou os ramos arteriais da aorta necessitam ser ligados seguramente. As veias iliolumbares também podem ser a causa de problemas relacionados com sangramentos. A

artéria sacral mediana e sua veia necessitam ser ligadas para permitir o acesso abaixo da bifurcação.

O uso excessivo do eletrocautério ao longo do ligamento longitudinal anterior deve ser evitado para prevenir a lesão do plexo hipogástrico simpático, que pode resultar em ejaculação retrógrada. O ligamento longitudinal anterior é, então, aberto com bisturi, é feita a completa remoção do disco intervertebral através de curetas. O ligamento longitudinal posterior é mantido e as porções do anel lateral são abertos até o nível que permite a inserção das provas do espaçador intersomático. Após ampla discectomia e remoção da placa terminal, os implantes intervertebrais são impactados e os parafusos de fixação são passados através dos cages em direção dos corpos vertebrais adjacentes. Imagens ilustrativas do procedimento cirúrgico são mostradas nas figuras 1 e 2.

Resultados

Foram analisados 87 casos (50 do sexo feminino; média de 44 anos; média de IMC 26,6 kg/m²). Todos os casos no nível móvel lombar mais distal (L5S1 ou entre L5/L4 e vértebra de transição). Os dados do grupo estudado estão dispostos na tabela 1. O acompanhamento médio dos casos foi de 46 meses após a cirurgia (mínimo de 3 e máximo de 84).

As informações em relação ao procedimento cirúrgico e internação estão mostradas na tabela 2. Tempo cirúrgico médio 98 min (DP 24; 40-150); mediana de perda sanguínea 100 mL (DP 455; 50-3000); tempo médio de internação na UTI foi de zero dia (DP 0,3; 0-1); mediana de internação hospitalar de um dia (SD 0,6; 1-3).

As ocorrências de eventos adversos estão na tabela 3. Foram 10 (11,5%) eventos, quatro (4,6%) maiores e sete (7%) menores. Oito casos (9,2%) foram eventos adversos relacionadas à cirurgia, quatro deles (4,6%) intraoperatórios.

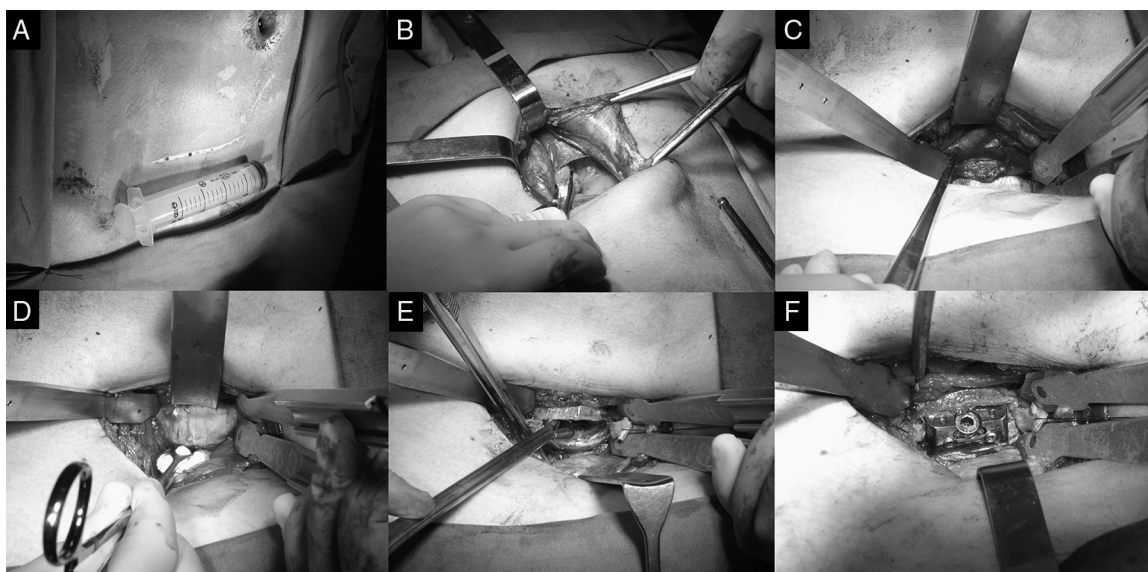


Figura 1 – Imagens representativas do acesso anterior retroperitoneal para acesso ao espaço discal L5-S1. A, incisão abdominal; B, passagem pela musculatura abdominal; C, identificação da bifurcação dos grandes vasos à frente do espaço discal de L5S1; D, exposição da face anterior do disco intervertebral; E, discectomia e preparação do espaço discal para artrose; F, implante intersomático fixado com parafusos de travamento dentro do espaço discal.

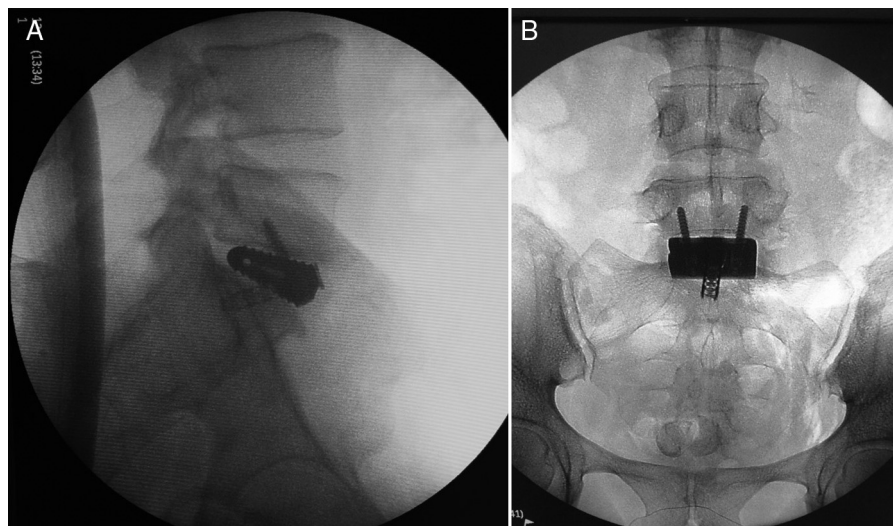


Figura 2 – Imagens de fluoroscopia intraoperatória que mostram posicionamento final do espaçador intersomático. A, visão lateral; B, visão anteroposterior que evidencia o espaçador em titânio e os parafusos de bloqueio direcionados aos corpos vertebrais adjacentes.

Tabela 1 – Dados demográficos e pré-operatórios

Total (n)	87
Idade (anos)	44 ± 11
Sexo (feminino)	50 (64%)
IMC (kg/m ²)	26,6 ± 4,1
Níveis tratados	87
Doença degenerativa do disco	45 (51%)
DDD + estenose	19 (22%)
Espondilolistese	16 (18%)
Pós-discectomia	8 (9%)
L5S1	81 (93%)
L4VT	2 (2%)
L5VT	4 (4%)

IMC= índice de massa corpórea; DDD = doença degenerativa do disco.
Valores mostrados em mediana ± desvio padrão ou em número absoluto (e porcentagem).

Os eventos intraoperatórios foram: duas (2,3%) violações menores de peritônio (reparação intraoperatória); uma (1,1%) lesão vascular menor (reparação intraoperatória); uma (1,1%) lesão vascular maior (3L, lesão controlada no intraoperatório). Eventos pós-operatórios: uma (1,1%) trombose venosa profunda, um (1,1%) hematoma retroperitoneal (cirurgia adicional necessária para drenagem), uma (1,1%) hérnia incisional (necessitou de reparo cirúrgico) e uma (1,1%)

Tabela 2 – Dados cirúrgicos e perioperatórios

Duração	90 (98) ± 24 min
Perda sanguínea	100 (171) ± 455 mL
Internação em UTI	0 (0,2) ± 0,2 dia
Internação hospitalar	1,5 (1,6) ± 0,6 dia

Valores mostrados em mediana (média) ± desvio padrão.

infecção superficial de ferida operatória. Não houve caso de ejaculação retrógrada nessa série. Com referência aos dois casos (2,3%) de eventos pós-operatórios relacionados ao implante, relatamos um afundamento e um mau posicionamento. Nenhum caso de expulsão nem migração do implante foi observado. Nenhum caso de óbito ocorreu.

Os resultados clínicos de curto prazo mostraram melhora clínica estatisticamente significativa dos casos tratados. Os quadros algícos mostraram diminuição logo no acompanhamento de uma semana após a cirurgia ($p < 0,001$). A restrição física e a qualidade de vida se mostraram melhores a partir do acompanhamento de seis semanas ($p < 0,006$). Os resultados são mostrados na [tabela 4](#). Em três meses, a escala de

Tabela 3 – Eventos adversos

INTRAOP		
Vasculares		
Dano venoso (1 ^a)	2 (1 ^a)	2%
Dano arterial	0	0%
Abertura acidental de peritônio	2	2%
Lesão visceral	0	0%
PERIOP		
Infecção		
Superficial	1	1%
Profunda	0	0%
TVP ^a	1 ^a	1%
Hematoma retroperitoneal ^a	1 ^a	1%
Hérnia incisional ^a	1 ^a	1%
Ejaculação retrógrada	0	0%
Implante	2	2%
TOTAL	10	11%
Eventos adversos maiores	4	5%
Eventos adversos menores	7	8%

Valores mostrados em número absoluto e porcentagem.

^a Eventos adversos maiores.

Tabela 4 – Resultados clínicos de curto prazo

	Preop	1 semana	6 semanas	3 meses
EVA costas	7,4	4,0 ^a	3,7 ^a	4,2 ^a
EVA MMII	5,1	3 ^a	2,9 ^a	2,8 ^a
ODI	44	39	34 ^a	31 ^a
EQ-5D	0,59	0,65	0,70 ^a	0,76 ^a

Valores mostrados em média.
^a Estatisticamente menor do que o valor pré-operatório

dor mostrou 43% de melhoria nos sintomas axiais lombares e melhoria de 45% nos sintomas irradiados aos membros inferiores. A escala ODI mostrou melhoria de 30% na restrição física e de 29% em qualidade de vida.

Discussão

Este trabalho avaliou emprego da abordagem mini-ALIF *stand alone* quanto a suas complicações e seus resultados intra e perioperatórios. Foi encontrada taxa de 11% de eventos adversos (menores e maiores) com somente 4% de eventos adversos maiores, o que resultou em reduzida internação hospitalar (média de 1,6 dia) e melhoria do quadro algíco logo após uma semana após a cirurgia. Vale ressaltar que o presente trabalho analisou somente casos sem artrodese ou cirurgia intersomática prévias e somente no último nível móvel da coluna (L5S1), é o nível tecnicamente menos desafiador, de acesso mais rápido (cerca de 20 minutos) e que potencialmente gera menos complicações.¹²

A sobrecarga de segmentos adjacentes a uma fusão é dada por mau alinhamento do plano sagital,¹³ procedimentos que causem desestabilização posterior (dano à musculatura paravertebral e estruturas osseoligamentares)¹⁴ e violação das facetas articulares superiores pela haste e parafusos (*kicking spine*).¹⁵ A opção *stand alone* (sem suplementação adicional) com *cages* somente impactados ou rosqueados no espaço discal mostrou muitas falhas na história da cirurgia de coluna.^{8,16} As opções tradicionais de instrumentação em fusões curtas por ALIF hoje em dia são *cage* e parafusos transpediculares ou *cage* e placa anterior.

A forma mais moderna de instrumentação no ALIF é a opção *stand alone* com *cages* autobloqueantes. A grande vantagem dessa opção seria a possibilidade de fazer o procedimento somente por via anterior, em procedimento de via única, sem lesão ou iatrogenia de elementos posteriores da coluna. Com isso, o procedimento se torna pouco invasivo e possibilita ao paciente a oportunidade de baixa morbidade perioperatória e rápida mobilização pós-cirúrgica.^{1,17}

Diferentemente da opção *stand alone* antiga, hoje em dia os espaçadores autobloqueantes proporcionam estabilidade biomecânica muito satisfatória, com características semelhantes a construções com parafusos transpediculares^{15,18,19} e diferentes dos *cages* somente impactados.²⁰ É claro que o uso da opção *stand alone* deve ser preconizado para níveis lombares menos instáveis, pode até incluir espondilolisteses,²¹⁻²⁴ mas em caso com falhas ósseas (como a lise de *pars*) podem gerar movimento anormal e resultar em falha da artrodese.²⁵

As desvantagens do ALIF estão relacionadas aos possíveis eventos adversos ligados às estruturas peritoneais e

retroperitoneais. De maneira usual, no Brasil e em outros países, o acesso ao disco intervertebral em um ALIF é feito em conjunto com um cirurgião de acesso (cirurgião geral ou vascular)²⁶ com o intuito de diminuir a possibilidade de complicações intra e perioperatórias. Entretanto, essa prática não é obrigatória e depende se o cirurgião tem treinamento e habilidade para tal. Historicamente, a escola europeia de cirurgia de coluna tem treinamento de base em cirurgias por via anterior,²⁷ mas a escola americana começa a enveredar por essa prática. Esse fato é evidenciado por Jarret *et al.*²⁸ em artigo que avalia a incidência de complicações na presença ou ausência de cirurgiões de acesso em cirurgias de coluna. Eles não observaram diferença nesse quesito. Isso mostra que depende muito da experiência e do treinamento do cirurgião de coluna.

Entre as complicações intraoperatórias potencialmente mais graves estão as lesões vasculares. Elas são consideradas as complicações potencialmente mais devastadoras com taxa de lesão relatada na literatura de 1% a 40%,^{12,26,27,29} a depender da experiência do grupo e do tipo de caso tratado, as ocorrências ao nível de L4L5 são mais frequentes.³⁰ No presente trabalho, com acesso somente à L5S1, observamos 2,3% de lesões vasculares notadas durante a cirurgia e provavelmente mais um evento não observado durante o procedimento (total 3,4%), mas que levou a um hematoma retroperitoneal notado dias após a cirurgia. Lesões arteriais ocorrem com menos frequência do que as lesões venosas e os tipos de lesão vascular mais comuns são a laceração da veia ilíaca, veia cava inferior e veia ileolombar. Nem todas as lesões vasculares são graves e algumas delas podem ser resolvidas de maneira corriqueira durante o procedimento, como vimos com lesões menores em nosso estudo no trabalho de Quraishi *et al.*,²⁷ no qual ocorreram 24/304 (7,8%) problemas vasculares de qualquer magnitude, em 9/304 (3% do total, ou em 38% das lesões) foi necessária presença de cirurgião vascular.

Algumas práticas podem ajudar a evitar as lesões, tais como o uso de uma pinça hemostática curva com pequena gaze ou algodão na ponta. Essa pinça é usada no momento da dissecação do ligamento longitudinal anterior e disco, para melhor visualização do espaço discal. A artéria e veia sacral mediana são divididas com cliques vasculares ou ligadas com fios.¹² Um dos possíveis eventos adversos é o da ejaculação retrógrada se houver lesão do plexo hipogástrico superior. Embora seja muito temido, a incidência relatada é baixa, como observado neste estudo e na literatura, 0,1-8% dos casos, a depender da técnica usada.¹² Com técnica de exposição mais refinada e com menor uso de cauterização hoje em dia, a taxa de ejaculação retrógrada é menor do que já foi na história da cirurgia da coluna. Apesar de possíveis, as hérnias incisionais são complicações raras se o fechamento metucioso em planos for feito após o mini-ALIF.¹²

Conclusão

O procedimento de artrodese intersomática lombar em um único nível distal lombar por via anterior *mini-open* demonstrou baixas taxas de eventos adversos, tanto quanto à abordagem cirúrgica quanto ao dispositivo intersomático. Os dados perioperatórios mostraram internação hospitalar curta,

raro uso de UTI e boa melhoria de parâmetros clínicos e de qualidade de vida. Grupo cirúrgico com profissionais com experiência no acesso é necessário para manter a reprodutibilidade do procedimento cirúrgico.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

REFERÊNCIAS

- Pradhan BB, Nassar JA, Delamarter RB, Wang JC. Single-level lumbar spine fusion: a comparison of anterior and posterior approaches. *J Spinal Disord Tech.* 2002;15(5):355-61.
- Rao PJ, Maharaj MM, Phan K, Lakshan Abeygunasekara M, Mobbs RJ. Indirect foraminal decompression after anterior lumbar interbody fusion: a prospective radiographic study using a new pedicle-to-pedicle technique. *Spine J.* 2015;15(5):817-24.
- Kim JS, Kang BU, Lee SH, Jung B, Choi YG, Jeon SH, et al. Mini-transforaminal lumbar interbody fusion versus anterior lumbar interbody fusion augmented by percutaneous pedicle screw fixation: a comparison of surgical outcomes in adult low-grade isthmic spondylolisthesis. *J Spinal Disord Tech.* 2009;22(2):114-21.
- Strube P, Hoff E, Hartwig T, Perka CF, Gross C, Putzier M. Stand-alone anterior versus anteroposterior lumbar interbody single-level fusion after a mean follow-up of 41 months. *J Spinal Disord Tech.* 2012;25(7):362-9.
- Uribe EV, Amaral R, Marchi L, Jensen R, Oliveira L, Forti F, et al. Immediate reciprocal changes at adjacent level following single-level ALIF. *Coluna/Columna.* 2015;14(4):286-9.
- Burns B. An operation for spondylolisthesis. *Lancet.* 1933;1:1233.
- Capener N. Spondylolisthesis. *Br J Surg.* 1932;19(75):374-86.
- Dennis S, Watkins R, Landaker S, Dillin W, Springer D. Comparison of disc space heights after anterior lumbar interbody fusion. *Spine (Phila Pa 1976).* 1989;14(8):876-8.
- Samudrala S, Khoo LT, Rhim SC, Fessler RG. Complications during anterior surgery of the lumbar spine: an anatomically based study and review. *Neurosurg Focus.* 1999;7(6):e9.
- Choi JY, Sung KH. Subsidence after anterior lumbar interbody fusion using paired stand-alone rectangular cages. *Eur Spine J.* 2005;15(1):16-22.
- Zhang J, Poffyn B, Sys G, Uyttendaele D. Are stand-alone cages sufficient for anterior lumbar interbody fusion? *Orthop Surg.* 2012;4(1):11-4.
- Brau SA. Mini-open approach to the spine for anterior lumbar interbody fusion: description of the procedure, results and complications. *Spine J.* 2002;2(3):216-23.
- Akamaru T, Kawahara N, Tim Yoon S, Minamide A, Su Kim K, Tomita K, et al. Adjacent segment motion after a simulated lumbar fusion in different sagittal alignments: a biomechanical analysis. *Spine (Phila Pa 1976).* 2003;28(14):1560-6.
- Bisschop A, Holewijn RM, Kingma I, Stadhouders A, Vergroesen P-PA, van der Veen AJ, et al. The effects of single-level instrumented lumbar laminectomy on adjacent spinal biomechanics. *Glob Spine J.* 2015;5(1):39-48.
- Patel RD, Graziano GP, Vanderhave KL, Patel AA, Gerling MC. Facet violation with the placement of percutaneous pedicle screws. *Spine (Phila Pa 1976).* 2011;36(26):E1749-52.
- Beutler WJ, Peppelman WC. Anterior lumbar fusion with paired BAK standard and paired BAK Proximity cages: subsidence incidence, subsidence factors, and clinical outcome. *Spine J.* 2003;3(4):289-93.
- Udby PM, Bech-Azeddine R. Clinical outcome of stand-alone ALIF compared to posterior instrumentation for degenerative disc disease: a pilot study and a literature review. *Clin Neurol Neurosurg.* 2015;133:64-9.
- Choi KC, Ryu KS, Lee SH, Kim YH, Lee SJ, Park CK. Biomechanical comparison of anterior lumbar interbody fusion: stand-alone interbody cage versus interbody cage with pedicle screw fixation - A finite element analysis. *BMC Musculoskelet Disord.* 2013;14:220.
- Cain CMJ, Schleicher P, Gerlach R, Pflugmacher R, Scholz M, Kandziora F. A new stand-alone anterior lumbar interbody fusion device: biomechanical comparison with established fixation techniques. *Spine (Phila Pa 1976).* 2005;30(23):2631-6.
- Cho CB, Ryu KS, Park CK. Anterior lumbar interbody fusion with stand-alone interbody cage in treatment of lumbar intervertebral foraminal stenosis: comparative study of two different types of cages. *J Korean Neurosurg Soc.* 2010;47(5):352-7.
- 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.
- Rao PJ, Ghent F, Phan K, Lee K, Reddy R, Mobbs RJ. Stand-alone anterior lumbar interbody fusion for treatment of degenerative spondylolisthesis. *J Clin Neurosci.* 2015;22(10):1619-24.
- Oliveira L, Marchi L, Coutinho E, Pimenta L. Standalone anterior interbody fusion procedure for the treatment of low-grade spondylolisthesis: a case series. *WScJ* 3(1):194-200.
- Rao PJ, Loganathan A, Yeung V, Mobbs RJ. Outcomes of anterior lumbar interbody fusion surgery based on indication: a prospective study. *Neurosurgery.* 2015;76(1), 7-23-24.
- Lastfogel JF, Altstadt TJ, Rodgers RB, Horn EM. Sacral fractures following stand-alone L5-S1 anterior lumbar interbody fusion for isthmic spondylolisthesis. *J Neurosurg Spine.* 2010;13(2):288-93.
- Mobbs RJ, Phan K, Daly D, Rao PJ, Lennox A. Approach-related complications of anterior lumbar interbody fusion: results of a combined spine and vascular surgical team. *Glob Spine J.* 2016;6(2):147-54.
- Quraishi NA, König M, Booker SJ, Shafafy M, Boszczyk BM, Grevitt MP, et al. Access related complications in anterior lumbar surgery performed by spinal surgeons. *Eur Spine J.* 2013;22 Suppl 1:S16-20.
- Jarrett CD, Heller JG, Tsai L. Anterior exposure of the lumbar spine with and without an "access surgeon": morbidity analysis of 265 consecutive cases. *J Spinal Disord Tech.* 2009;22(8):559-64.
- Ikard RW. Methods and complications of anterior exposure of the thoracic and lumbar spine. *Arch Surg.* 2006;141(10):1025-34.
- Chiriano J, Abou-Zamzam AM, Urayeneza O, Zhang WW, Cheng W. The role of the vascular surgeon in anterior retroperitoneal spine exposure: preservation of open surgical training. *J Vasc Surg.* 2009;50(1):148-51.