

综述

腰椎术后融合器沉降危险因素的研究进展

Research progress of the risk factors on cage subsidence after lumbar interbody fusion

田建平, 张 凯, 孙晓江, 赵长清, 赵 杰

(上海交通大学医学院附属第九人民医院骨科 200011 上海市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2015.12.09

中图分类号: R681.5, R619 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2015)-12-1100-04

融合器沉降是指融合术后融合器嵌入终板或松质骨导致椎间高度丢失的现象。沉降可导致进行性脊柱畸形、神经功能恶化及不融合等不良后果^[1]。引发融合器沉降的危险因素众多,如骨密度、融合器的大小及终板的处理等,总体可归结三大类:患者自身因素、融合器自身因素及手术因素^[2]。笔者检索了国内外相关文献,就腰椎术后融合器沉降的危险因素综述如下。

1 患者自身因素

关于融合器沉降的危险因素,患者的自身因素在文献报道中主要集中在骨密度、体重、年龄和性别四个方面。

1.1 骨密度

目前多数研究结果提示骨密度为腰椎术后融合器沉降的危险因素^[3-8],Hou 等^[5]通过生物力学研究发现骨密度小的椎体其终板的承载能力差。此外,骨质疏松会导致椎弓根螺钉的把持力下降^[9],故理论上骨质疏松患者易发生融合器沉降。但 Kim 等及 Tokuhashi 等^[3,7]的临床随访结果提示,融合器是否沉降及沉降的程度与骨密度无明显相关性;而 Tempel 等^[10]对 335 例患者进行随访,发现 DEXA 检查 T 值小于 -1.0 的患者发生融合器沉降的风险明显增高。最近,Oh 等^[11]研究发现骨质疏松与腰椎术后融合器沉降呈正相关。生物力学研究及临床随访资料均有支持骨量减少导致沉降风险增加的报告,故不能忽视骨密度对沉降的影响,在行腰椎融合术前,应认真评估骨密度,必要时行抗骨质疏松治疗,以减少融合器沉降的风险。

1.2 体重/BMI

目前多数的研究结果支持体重/BMI 不是沉降的危险因素^[1,3,7,12-14]。Beutler 等^[13]对 104 例应用 BAK 融合器行前路腰椎椎间融合术 (anterior lumbar interbody fusion, ALIF) 患者的随访结果提示,沉降组患者的平均体重较纳入研究的 104 例患者的平均体重大,但两者之间无明显统

计学差异。Marchi 等^[12]对 74 例行极外侧椎间融合术 (extreme lateral interbody fusion, XLIF) 的患者进行随访,将融合器沉降分为 0~Ⅲ度 4 种等级,发现各等级间患者的 BMI (body mass index) 无显著性差异。虽然目前证据不支持体重是沉降的危险因素,但超重或肥胖可增加术后感染风险、影响术后康复^[13],对行腰椎手术的肥胖患者应建议减轻体重。

1.3 性别/年龄

性别与年龄是否为融合器沉降危险因素的相关报道不多,结论尚不明确^[12,13,15]。Beutler 等^[13]对 104 例患者的随访结果提示,患者的性别、年龄均与椎间融合器的沉降无相关性。而 Marchi 等^[12]对 74 例患者的随访提示患者的年龄与沉降的程度呈正相关,且女性的比例与沉降的程度呈正相关,但并未指出性别和年龄与沉降的发生显著相关。

2 融合器因素

2.1 融合器的大小

大量研究表明融合器与终板的接触面越小,终板所受的应力越高,发生沉降的风险越大^[3,16-19]。研究表明当置入物与椎体的接触面积超过终板总面积的 30% 时,置入物可提供牢靠的支撑^[20,21],融合器越大,沉降的发生率越低,Le 等^[6]研究发现长度相同的情况下,宽度 18mm 的融合器沉降率为 14.1%,宽度 22mm 的融合器沉降率仅为 1.9%。中空的融合器可将颗粒骨植入其中,促进椎间融合,同时,融合器的周边植骨,可增大置入物与终板的接触面积、减少沉降的发生^[1,22]。故在不损伤神经组织的情况下,应尽量选择宽大的融合器,并行融合器周边植骨。

2.2 融合器的材质

目前临床上使用的融合器多为聚醚醚酮 (polyetheretherketone, PEEK) 或钛合金材料,由于应力遮挡,此类材质的融合器会阻碍植骨融合^[23],钽金属的高孔性及骨小梁式的结构使其具备良好的骨诱导性、促使骨的形成,使用实心的钽金属融合器可避免取自体骨而造成的结构破坏,Matejka 等^[24]报道钽金属椎间融合器的沉降率仅为 1.8%。随着腰椎手术微创理念的不断发展和,钽金属等具

第一作者简介:男(1989-),博士生,研究方向:脊柱外科
电话:(021)23271699-5140 E-mail:tian.jp@163.com
通讯作者:赵杰 E-mail:prozhaojie@163.com

有良好骨诱导性融合器的使用可能将成为一大趋势。

2.3 融合器的形态

多数研究表明融合器形态也是融合器沉降的危险因素之一。Tokuhashi 等^[7]对 66 例使用带有不同前凸角度(0°、4°、8°)的融合器的患者进行随访,结果显示角度越大,沉降率越高。Tan 等^[19]应用三种不同形态(十字交叉形、卵圆形、肾形)的压头(indentors)对终板加压,发现在与终板接触面积相近的情况下,十字交叉形压头可使终板表现出更好的承载能力。也有学者认为融合器的形态对终板的压缩强度无影响^[8,25],但其结论均源自生物力学试验,而无相关临床资料。故融合器的形态是不可忽视的危险因素,设计融合器时应考虑终板的形态及终板的强度分布,使应力传导均衡化。

3 手术因素

手术过程中对终板的处理、椎间隙的撑开、融合器的摆放、融合节段长短及术式的选择等,均有可能对融合器的沉降产生影响。

3.1 终板的处理

腰椎椎间融合术最终的目的是恢复椎间高度并达到骨性融合,终板的完整保留可提供最大的支撑强度,降低沉降的发生率,但无法为植骨区域提供充足的血供,将对骨性融合产生不利影响;终板下的松质骨血供丰富,具有良好的骨诱导性^[12,25],可促进椎间融合,但去除较多的骨性终板有增加沉降发生的风险。Hollowell 等^[26]对 63 个胸椎椎体进行切除与不切除骨性终板对置入物沉降影响的生物力学试验,发现切除终板可获得与终板完整时相当的承载能力,切除终板对沉降无明显影响,故建议行椎间融合时处理骨性终板,以促进融合并防止置入物移位。但该试验置入物为肋骨及肋骨,无椎间融合器的相关试验数据;且试验对象为胸椎,其终板较薄,仅约 0.12mm,故该试验结论能否适用于腰椎有待商榷。Santoni 等^[27]将 5 例终板破坏的与 31 例终板完整的腰椎椎间融合相比较,发现终板破坏后的融合器沉降会削弱融合节段的稳定性,同时造成神经减压不充分。Tokuhashi 等^[7]对 66 例后路椎间融合的患者进行随访,得到的结论是终板的去除与融合器沉降呈正相关。而 Steffen 等^[28]对 44 个椎体进行生物力学测试,分为终板中心区域破坏与终板完整两组,结果表明两组终板的承载能力无明显差异,提示终板中心区域对融合器的支撑作用有限。目前,多数文献支持保留骨性终板,以减少沉降风险^[1,7,25]。结合终板强度的分布情况,也有学者^[12]认为,在处理终板时可适当刮除中央区域的骨性终板,致终板少量渗血,在不破坏终板支撑强度的情况下增加植骨区域的血供,促进椎间融合。

3.2 椎间隙的撑开

椎间高度的恢复不仅对神经减压异常重要,而且有利于脊柱矢状位序列的恢复及稳定^[12,28]。Bagby 认为轻度过度撑开椎间隙可通过“撑开-压缩稳定机制”促进椎间融

合^[29],但椎间过度撑开会增加融合节段的应力,加速沉降的发生^[30],同时加速邻近节段的退变,不少学者认为椎间融合器的高度应尽量与术前的椎间高度相匹配,而非估计的生理高度^[31-33]。目前对于如何决定椎间撑开高度尚无较好的方法^[12,33],且对于过度撑开尚无公认、明确的定义,如何确定椎间撑开高度有待于进一步研究。

3.3 融合器的摆放位置

融合器的位置是沉降的重要危险因素,若终板强度在同一椎体上分布不一,则融合器放置在强度弱的终板上,在应力相同的情况下,理论上其沉降的风险将增大。Grant 等^[17]对 62 个椎体的 27 个位置进行压痕试验,试验结果表明腰椎椎中心区域的强度是最弱的,椎体后方强度大于前方,椎体后外侧的强度最高;这可能与椎体周边骨骺环的钙质沉积相关;同时,腰椎下终板的强度比上终板高约 40%,骶骨上终板的强度与腰椎下终板的强度相当。Lowe 等^[18]也对腰椎的终板强度进行了生物力学测试,试验结果同样表明腰椎椎体的后外侧强度最高。同时建议融合器放置在椎体后外侧的同时,对前方终板进行部分刮除、植骨,以促进椎间融合。然而,Abbushi 等^[11]对 40 例腰椎椎间融合术后的患者进行随访,结果显示沉降率最高的部位是中间内侧(84.6%),其次为后外侧(42.9%),最低的是后内侧(16%)。对于临床结果与大多数生物力学试验结果不一致,作者给出的解释是在行后外侧融合器放置时须完全切除关节突关节,会加剧融合节段的不稳,从而促进沉降的发生;若放置在后内侧则不需要完全切除关节突关节。因为体外生物力学试验无法完全模拟体内的生物力学环境,临床结果与体外试验结果不一致完全可能,建议在行椎间融合前认真评估椎体的横断面的大小,选择长度可覆盖终板后外侧的融合器,以增加支撑强度。

3.4 融合节段长短

研究发现融合节段越长,沉降率越高^[6,13],Le 等^[9]的统计结果显示单节段、双节段、三节段及四节段融合的沉降率分别为 10.3%、9.4%、25%、50%,不过此项研究中纳入的多节段融合样本量小(四节段融合患者仅为 6 例)。对于沉降率最高的融合节段,目前的研究结果不一致,Kim 等^[3]研究发现使用 PEEK 融合器的微创 TLIF 术后,L5/S1 的沉降率最高,而 Beutler 等^[13]研究结果为使用 BAK 融合器的 ALIF 术后,L4/5 的沉降率最高,结果不一致的原因可能与术式和融合器的选择相关。

3.5 术式的选择

虽然大多数融合术式的沉降率均有报道^[3,6,7,12,13,23,34],但由于对沉降定义的不同及使用的融合器的差异等原因,各报道之间的沉降结果缺乏可比性。后路手术虽然需要切除部分腰椎附件结构,但可通过椎弓根钉棒的固定及融合器的适当放置降低沉降的发生率^[23]。生物力学试验提示单侧椎弓根钉棒固定较双侧椎弓根钉棒固定的稳定性及抗旋转性弱^[35],Corniola 等^[36]认为单侧椎弓根钉棒内固定为沉降的危险因素,但并未进行生物力学试验或临床结果的随

访, 故该论点并不可靠。ALIF、腰椎斜向椎间融合术 (oblique lumbar interbody fusion, OLIF) 等前路手术, 虽然可以保证脊柱后方结构的完整, 但由于融合器摆放的位置偏前, 故沉降的风险依然存在。因此, 关于各种融合术式的沉降率比较有待进一步的研究。

综上所述, 腰椎术后融合器沉降的发生是多因素造成的。虽然目前大多数的临床随访资料^[1, 6, 12, 13]提示融合器的沉降与临床疗效无显著相关性, 但多数随访时间在 2 年左右, 缺乏中长期随访结果, 故目前不能忽视沉降的潜在不良后果。术前应仔细评估骨密度, 必要时抗骨质疏松治疗, 术中妥善处理终板, 选择合适的融合器并正确摆放、充分植骨, 以减少沉降的发生。此外, 应对年龄、性别及固定方式等因素作进一步研究, 明确其是否为沉降的危险因素。

4 参考文献

- Abbushi A, Cabraja M, Thomale UW, et al. The influence of cage positioning and cage type on cage migration and fusion rates in patients with monosegmental posterior lumbar interbody fusion and posterior fixation[J]. *Eur Spine J*, 2009, 18 (11): 1621-1628.
- Marino JF. Subsidence of metal interbody cage after posterior lumbar interbody fusion with pedicle screw fixation[J]. *Orthopedics*, 2010, 33(4): 226-227.
- Kim MC, Chung HT, Cho JL, et al. Subsidence of polyetheretherketone cage after minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2013, 26(2): 87-92.
- Belkoff SM, Maroney M, Fenton DC, et al. An in vitro biomechanical evaluation of bone cements used in percutaneous vertebroplasty[J]. *Bone*, 1999, 25(2 Suppl): 23-26.
- Hou Y, Luo Z. A study on the structural properties of the lumbar endplate: histological structure, the effect of bone density, and spinal level[J]. *Spine*, 2009, 34(12): E427-33.
- Le TV, Baaj AA, Dakwar E, et al. Subsidence of polyetheretherketone intervertebral cages in minimally invasive lateral retroperitoneal transpsoas lumbar interbody fusion [J]. *Spine*, 2012, 37(14): 1268-1273.
- Tokuhashi Y, Ajiro Y, Umezawa N. Subsidence of metal interbody cage after posterior lumbar interbody fusion with pedicle screw fixation[J]. *Orthopedics*, 2009, 32(4): 1-7.
- Jost B, Crompton PA, Lund T, et al. Compressive strength of interbody cages in the lumbar spine: the effect of cage shape, posterior instrumentation and bone density [J]. *Eur Spine J*, 1998, 7(2): 132-141.
- Elder BD, Lo SF, Holmes C, et al. The biomechanics of pedicle screw augmentation with cement[J]. *Spine J*, 2015, 15 (6): 1432-1445.
- Tempel ZJ, Gandhoke GS, Okonkwo DO, et al. Impaired bone mineral density as a predictor of graft subsidence following minimally invasive transpsoas lateral lumbar interbody fusion[J]. *Eur Spine J*, 2015, 24(Suppl 3): 414-419.
- Oh KW, Lee JH, Lee JH, et al. The correlation between cage subsidence, bone mineral density, and clinical results in posterior lumbar interbody fusion[J]. *Spine*, 2015. Aug 18. [Epub ahead of print]
- Marchi L, Abdala N, Oliveira L, et al. Radiographic and clinical evaluation of cage subsidence after stand-alone lateral interbody fusion[J]. *J Neurosurg Spine*, 2013, 19(1): 110-118.
- Beutler WJ, Peppelman WC Jr. Anterior lumbar fusion with paired BAK standard and paired BAK Proximity cages: subsidence incidence, subsidence factors, and clinical outcome[J]. *Spine J*, 2003, 3(4): 289-293.
- Rihn JA, Radcliff K, Hilibrand AS, et al. Does obesity affect outcomes of treatment for lumbar stenosis and degenerative spondylolisthesis: analysis of the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT)[J]. *Spine*, 2012, 37(23): 1933-1946.
- Kao TH, Wu CH, Chou YC, et al. Risk factors for subsidence in anterior cervical fusion with stand-alone polyetheretherketone (PEEK) cages: a review of 82 cases and 182 levels[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2014, 134(10): 1343-1351.
- Goh JC, Wong HK, Thambyah A, et al. Influence of PLIF cage size on lumbar spine stability[J]. *Spine*, 2000, 25(1): 35-40.
- Grant JP, Oxland TR, Dvorak MF. Mapping the structural properties of the lumbosacral vertebral endplates [J]. *Spine*, 2001, 26(8): 889-896.
- Lowe TG, Hashim S, Wilson LA, et al. A biomechanical study of regional endplate strength and cage morphology as it relates to structural interbody support[J]. *Spine*, 2004, 29 (21): 2389-2394.
- Tan JS, Bailey CS, Dvorak MF, et al. Interbody device shape and size are important to strengthen the vertebra-implant interface[J]. *Spine*, 2005, 30(6): 638-644.
- Pearcy MJ, Evans JH, O'Brien JP. The load bearing capacity of vertebral cancellous bone in interbody fusion of the lumbar spine[J]. *Eng Med*, 1983, 12(4): 183-184.
- Closkey RF, Parsons JR, Lee CK, et al. Mechanics of interbody spinal fusion: analysis of critical bone graft area [J]. *Spine*, 1993, 18(8): 1011-1015.
- Kumar N, Judith MR, Kumar A, et al. Analysis of stress distribution in lumbar interbody fusion[J]. *Spine*, 2005, 30 (15): 1731-1735.
- Lee JH, Jeon DW, Lee SJ, et al. Fusion rates and subsidence of morselized local bone grafted in titanium cages in posterior lumbar interbody fusion using quantitative 3-D CT [J]. *Spine*, 2010, 35(15): 1460-1465.

24. Matejka J, Zeman J, Belatka J. Mid-term results of 360-degree lumbar spondylodesis with the use of a tantalum implant for disc replacement[J]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*, 2009, 76(5): 388-393.
25. Steffen T, Tsantrizos A, Aebi M. Effect of implant design and endplate preparation on the compressive strength of interbody fusion constructs[J]. *Spine*, 2000, 25(9): 1077-1084.
26. Hollowell JP, Vollmer DG, Wilson CR, et al. Biomechanical analysis of thoracolumbar interbody constructs: how important is the endplate[J]. *Spine*, 1996, 21(9): 1032-1036.
27. Santoni BG, Nayak A, Cabezas A, et al. Effects on inadvertent endplate fracture following lateral cage placement on range of motion and indirect spine decompression in lumbar spine fusion constructs: a cadaveric study [J]. *Int J Spine Surg*, 2013, 7: e101-108.
28. Schiffman M, Brau SA, Henderson R, et al. Bilateral implantation of low-profile interbody fusion cages: subsidence, lordosis, and fusion analysis[J]. *Spine J*, 2003, 3(5): 377-387.
29. Bagby GW. Arthrodesis by the distraction-compression using a stainless steel implant[J]. *Orthopaedics*, 1998, 11: 931-934.
30. Truumees E, Demetropoulos CK, Yang KH, et al. Effects of disc height and distractive forces on graft compression in an anterior cervical discectomy model[J]. *Spine*, 2002, 27(22): 2441-2445.
31. Francke EI, Demetropoulos CK, Agabegi SS, et al. Distractive force relative to initial graft compression in an in vivo anterior cervical discectomy and fusion model [J]. *Spine*, 2010, 35(5): 526-530.
32. Pfeiffer M, Haas O, Huber-Stentrup M, et al. Disc height and anteroposterior translation in fused and adjacent segments after lumbar spine fusion[J]. *Ger Med Sci*, 2003, Sep 4;1: Doc05.
33. Strube P, Hoff EK, Schurings M, et al. Parameters influencing the outcome after total disc replacement at the lumbosacral junction. Part 2: distraction and posterior translation lead to clinical failure after a mean follow-up of 5 years[J]. *Eur Spine J*, 2013, 22(10): 2279-2287.
34. Choi JY, Sung KH. Subsidence after anterior lumbar interbody fusion using paired stand-alone rectangular cages [J]. *Eur Spine J*, 2006, 15(1): 16-22.
35. Kasai Y, Inaba T, Kato T, et al. Biomechanical study of the lumbar spine using a unilateral pedicle screw fixation system [J]. *J Clin Neurosci*, 2010, 17(3): 364-367.
36. Corniola MV, Jagersberg M, Stienen MN, et al. Complete cage migration/subsidence into the adjacent vertebral body after posterior lumbar interbody fusion [J]. *J Clin Neurosci*, 2015, 22(3): 597-598.
- (收稿日期:2015-07-09 修回日期:2015-11-06)
(本文编辑 彭向峰)

消息

国际脊柱侧凸研究学会-中国脊柱畸形学组 2016 年联合峰会通知

由国际脊柱侧凸研究学会(Scoliosis Research Society, SRS)联合中国康复医学会脊柱脊髓专业委员会脊柱畸形学组联合举办的第三届 CSRS-WWC 联合峰会将于 2016 年 4 月 8 日~11 日在南京举办,届时将邀请国际脊柱侧凸研究学会高级讲师团成员(De Kleuver M, Glassman SD, Cheung KM, Schwab F 等)以及国内著名脊柱外科专家作精彩演讲。此次联合峰会内容涵盖脊柱畸形病因学研究最新成果,早发性/先天性脊柱侧凸治疗策略的制定和选择,严重复杂脊柱侧后凸畸形的手术策略以及精彩的复杂截骨矫形手术演示。目前会议征稿已开始。本次会议还将同期举办南京鼓楼医院第十六届国家级《脊柱畸形》医学继续教育学习班。本次学习班结业合格授继续教育 I 类学分。

投稿截止日期:2016 年 1 月 31 日(继续教育学习班与联合峰会采取分开报名投稿方法)。来信请寄:南京中山路 321 号南京鼓楼医院脊柱外科 张林林 收;邮编:210008。联系电话:(025)68182022。E-mail:scoliosis2002@sina.com。