

综述

椎弓根螺钉固定对头端关节突关节影响的研究进展

The research progress in the impact of pedicle screw fixation
on cranial facet joints

张 军, 谢幼专

(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.2016.04.13

中图分类号: R687.3, R619 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2016)-04-0362-04

双侧的关节突关节和椎间盘组成的三关节复合体是维持脊柱运动节段稳定的重要结构。脊柱固定时椎弓根螺钉置入导致的头端关节突关节损伤可增加相邻节段椎间盘的压力和关节突关节负荷^[1], 同时降低脊柱的稳定性^[2], 加快相邻节段的退变, 被认为是脊柱融合固定术后相邻节段退变性疾病 (adjacent segment disease, ASD) 发生的危险因素之一^[3-6]。椎弓根螺钉的置入方式可分为开放置钉和经皮置钉, 不同的置钉方式对头端关节突关节的影响亦不相同。笔者就开放和经皮椎弓根螺钉固定对头端关节突关节的影响综述如下。

1 椎弓根螺钉对头端关节突关节损伤的分级

椎间关节突关节由上关节面、下关节面以及包绕它们的关节囊组成。椎弓根螺钉固定可导致关节囊和关节面损伤, 目前的文献报道大多采用术后 CT 评估内置物对骨性关节面的侵扰来定义关节突关节的损伤程度, 尚无文献报道内置物对关节囊的损伤情况。椎弓根螺钉内固定系统由螺钉、连接头和连接棒等组成。多数学者认为螺钉、连接头和连接棒均可损伤关节突关节, 三者之一侵入关节突关节或者距离关节面 1mm 以内者即为关节突关节损伤^[7-11]。但是有些学者认为仅螺钉和连接头损伤关节突关节。Park 等^[12]将关节突关节损伤分为 3 型: I 型, 螺钉明显在关节突关节内; II 型, 螺钉连接头明显在关节突关节内; III 型, 螺钉或连接头距离关节面 1mm 以内或者接触关节面, 但是没有明显的侵犯。Yson 等^[13]将关节突关节损伤分为 3 级: 0 级, 椎弓根螺钉对关节突关节无影响; I 级, 螺钉连接头接触关节面; II 级, 螺钉明显侵入关节突关节内。然而, 有少数学者仅将螺钉侵犯关节面或者贯穿整个关节定为关节突关节损伤^[14, 15]。Ranjith 等^[14]将关节突关节损伤分为 4 级: 0 级, 无损伤; I 级, 螺钉在关节突关节外侧但不

侵犯关节面; II 级, 螺钉侵犯关节面但小于 1mm; III 级, 螺钉贯穿整个关节突关节。Chung 等^[16]和 Patel 等^[17]在新鲜尸体标本上分别行开放和经皮椎弓根螺钉固定术, 术后进行尸体解剖并观察关节突关节损伤情况, 然而他们均未关注关节囊损伤, 仅根据螺钉对关节面的影响来定义关节突关节损伤。Patel 等^[17]将损伤分为 4 型: 0 型, 无损伤; I 型, 螺钉损伤上关节面但仍位于关节外; II 型, 螺钉穿入关节内; III 型, 螺钉损伤下关节面但仍位于关节外。总之, 对关节突关节损伤的标准尚未统一。

2 开放椎弓根螺钉固定对头端关节突关节的影响

2.1 不同手术入路置钉对头端关节突关节的损伤

开放置钉的手术入路主要有肌间隙入路和正中入路。Shah 等^[7]首次运用 CT 观察椎弓根螺钉导致的关节突关节损伤, 其将螺钉和连接棒接触或穿入关节定义为关节突关节损伤, 结果显示经肌间隙入路置钉时头端关节突关节损伤率为 20%。随后 Ali 等^[8]同样利用 CT 观察发现经正中入路椎旁肌拨开后置钉头端关节突关节损伤率为 15%。

2.2 不同进钉点置钉对头端关节突关节的损伤

开放置钉时进钉点的选择不同, 头端关节突关节的损伤率也不同。Magerl 法进钉点为关节突外侧缘的垂线与横突中轴线的交点, Roy-Camill 法进钉点为上关节突中轴线与横突中轴线的交点, 而 Weinstein^[18]法强调应避免椎弓根螺钉损伤头端的关节突关节, 建议在上关节突的外下方进钉。Chung 等^[16]的一项尸体标本实验研究对比了两种不同进钉点置钉对头端关节突关节的影响, 结果发现以乳突 (腰椎上关节突外上方的骨性隆起) 为进钉点置钉较 Magerl 法置钉头端关节突关节损伤率高 8%。Chen 等^[9]的一项临床回顾性分析发现以 Roy-Camille 法置钉头端关节突关节损伤率高达 100%, 而以 Weinstein 法置钉头端关节突关节损伤率仅为 23.8%。

Shah 等^[7]认为开放置钉关节突关节损伤率与患者性别、术前诊断、螺钉置入节段、首次手术或翻修手术无关。

3 经皮椎弓根螺钉固定对头端关节突关节的影响

基金项目: 上海市科委生物医药支撑项目 (编号: 14441901700)

第一作者简介: 男 (1989-), 硕士研究生, 研究方向: 脊柱外科

电话: (021) 23271699 E-mail: gxjxzj518@163.com

通讯作者: 谢幼专 E-mail: phoque711@163.com

1977 年 Magenl^[9]首次报道了经皮椎弓根螺钉固定技术,主要用于脊柱骨折和滑脱的外固定;由于感染等并发症发生率高,经皮椎弓根外固定技术逐渐被经皮椎弓根螺钉内固定所替代。近年来随着微创脊柱外科的迅猛发展,经皮椎弓根螺钉固定技术逐渐成为其中的基本技术之一。与传统的开放置钉相比,经皮椎弓根螺钉固定避免了腰背肌的剥离,减少了出血量,术后腰背部疼痛轻、康复快^[20,21]。但经皮置钉需在影像学辅助下完成,不能够肉眼直视解剖标志选择最佳进钉点,其对头端关节突关节的损伤也不易控制。

3.1 进钉点选择与头端关节突关节损伤的关系

经皮置钉最初采用椎弓根共轴透视下,以椭圆形椎弓根投影的中心为进钉点置钉,由于 X 射线投射调至椎弓根共轴较为困难,该置钉技术操作繁琐。随着人们对椎弓根影像解剖学认识的深入,逐渐采用椎体标准正侧位透视定位置钉^[22]。椎弓根在椎体标准正位透视下的投影为一椭圆形,椎弓根解剖轴心位于该椭圆形投影中心的外侧^[23];Wang 等^[24]发现在椎体标准正位透视下,腰椎椎弓根解剖轴心对应于椭圆形投影 1~3 点或 9~11 点方向外侧缘上,而下胸椎椎弓根解剖轴心对应于椭圆形投影 1~3 点或 9~11 点方向外侧缘偏内 1~2mm。因此在腰椎将椎弓根的椭圆形投影按时钟分区法分成 12 个区间,左侧椎弓根以 2 点方向外侧缘为进钉点,右侧椎弓根以 10 点方向外侧缘为进钉点。

3.2 螺钉固定对头端关节突关节的损伤

由于经皮置钉不能够肉眼直视下选择最佳进钉点,因此这种置钉方法有较高的头端关节突关节损伤率。Patel 等^[17]挑选 4 位有经验的骨科医师在 4 具新鲜人体尸体标本上,通过 C 型臂 X 线机透视定位依次由 L1~S1 经皮置入椎弓根螺钉;置钉完成后对尸体进行解剖并暴露关节突关节,拔出螺钉后观察头端关节突关节损伤情况,统计后发现损伤率高达 58%(28/48)。Park 等^[12]通过术后 CT 观察经皮椎弓根螺钉对头端关节突关节的损伤情况,结果显示损伤率为 31.5%(58/184);而 Knox 等^[10]报道经皮椎弓根螺钉固定时,头端关节突关节损伤率仅为 6.6%(8/122)。

3.3 对头端关节突关节损伤的危险因素和高发节段

在关节突关节损伤的危险因素方面,Ranjith 等^[14]和 Lau 等^[15]认为肥胖可增加经皮椎弓根螺钉对头端关节突关节损伤的风险。他们认为在肥胖患者中,经皮置钉时选择最佳进钉点和钉道较为困难。Ranjith 等^[14]指出年龄小于 65 岁同样是关节突关节损伤的危险因素,他认为年轻患者较好的皮肤弹性和肌肉力量限制了进钉时的外翻角度,从而使进钉点移向内侧。然而 Park 等^[12]认为经皮置钉头端关节突关节损伤率与患者年龄、术前诊断、性别、体重指数、融合节段的数量无关。

Park 等^[12]的研究发现经皮置钉中 L5/S1 节段关节突关节损伤率是其余节段的 3.3 倍。Yson 等^[13]的研究发现经皮置钉由 L1~L5 关节突关节损伤率逐渐增高。Ali 等^[8]发现

即使开放置钉,头端关节突关节损伤中 48% 由 L5 椎弓根螺钉导致。学者们^[8,12,13]分析指出,关节突关节损伤多发生于下腰椎可能是由于髂棘的阻挡导致进钉时外翻角度过小;其次腰椎退变性疾病多发于 L4/5 和 L5/S1 节段,关节突关节增生较为普遍,钉尾及连接棒容易压迫增生的关节囊,以及 L1~L5 关节突关节的方向由相对矢状位逐渐转变为相对冠状位。

4 经皮与开放椎弓根螺钉固定对头端关节突关节影响的比较

4.1 二维 C 型臂 X 线机透视定位经皮置钉与开放置钉的比较

在理论上,与开放置钉相比经皮置钉不受外侧软组织的限制,进钉点可以更偏向外侧,从而避免损伤头端的关节突关节;然而经皮置钉是在影像学辅助下完成,不能够肉眼直视关节突关节同样可导致误伤。2015 年的一项荟萃分析^[25]显示,经皮和开放置钉头端关节突关节的损伤率相当,但作者同时指出由于缺乏前瞻性随机对照实验,该结论理由并不充分。由于 CT 评判头端关节突关节损伤的标准不同,以及不同训练水平的医师经皮置钉的准确度不同^[26],经皮置钉关节突关节的损伤率是否高于开放置钉仍然存在争议。Ranjith 等^[14]报道经皮置钉组头端关节突关节损伤率(62%)高于开放组(45%, $P=0.02$),并且Ⅲ级关节突关节损伤发生率亦明显高于开放组(8.5%对比 2%, $P=0.006$);Jones-Quaidoo 等^[11]报道经皮置钉组头端关节突关节损伤率(13.6%)高于开放正中入路组(6%)。而 Lau 等^[15]报道经皮置钉组头端关节突关节损伤率(3.2%)与开放组(4.3%)比较无统计学差异($P=0.484$)。

4.2 三维 CT 导航辅助下经皮置钉与开放置钉的比较

近年来影像导航和计算机辅助导航技术在脊柱外科手术中的应用提高了椎弓根螺钉内固定的精确度。在经皮椎弓根螺钉内固定术中使用三维 CT 导航可实时模拟进钉点和钉道方向,与传统的二维 C 型臂 X 线机透视定位法相比,可明显提高置入椎弓根螺钉的准确性和安全性,并且降低了置钉时间和辐射量^[27~29]。术中使用三维 CT 导航亦可降低经皮椎弓根螺钉对头端关节突关节的损伤率。Yson 等^[13]报道术中使用三维 CT 导航经皮置入椎弓根螺钉与开放置钉相比,头端关节突关节损伤率明显降低(4%对比 26.5%, $P<0.0001$);Tian 等^[30]报道经皮 CT 导航置钉组头端关节突关节损伤率(3.7%)明显低于开放组(14.9%, $P=0.002$)。

5 总结与展望

大多数文献报道经皮置钉头端关节突关节损伤率高于开放手术置钉,并且关节突关节损伤多发生于下腰椎。虽然有文献报道术中使用三维 CT 导航能有效降低头端关节突关节的损伤率,但是由于导航使用时技术要求高,仪器价格高昂,国内医院尚未大范围推广,大部分医院仍使

用二维 C 型臂 X 线机透视定位放置经皮椎弓根螺钉。根据脊柱椎弓根影像解剖学研究, L1~L5 椎弓根横断面倾斜角逐渐增大、椎弓根峡部横径逐渐增宽^[31-33], 椎弓根轴心在椎体后方的投影与同侧关节突关节的距离逐渐增大^[34], Weinstein 等^[18]认为在下腰椎(L3~S1)采用 Weinstein 法置钉成功率高并且对头端关节突关节的影响小; Yson 等^[13]认为在下腰椎经皮置钉, 进钉点应较开放手术时更偏外侧, 这样能避免对头端关节突关节的损伤。但如何使用二维 C 型臂 X 线机透视定位选择合适的进钉点置钉, 从而降低头端关节突关节的损伤率, 目前国内外尚无相关文献报道, 需要进一步研究。

6 参考文献

1. Ho-Joong K, Heoung-Jae C, Kyoung-Tak K, et al. The biomechanical effect of pedicle screws'insertion angle and position on the superior adjacent segment in 1 segment lumbar fusion[J]. *Spine*, 2012, 37(19): 1637-1644.
2. Cardoso MJ, Dmitriev AE, Melvin H, et al. Does superior-segment facet violation or laminectomy destabilize the adjacent level in lumbar transpedicular fixation? an in vitro human cadaveric assessment[J]. *Spine*, 2008, 33(26): 2868-2873.
3. Aota Y, Kumano K, Hirabayashi S. Postfusion instability at the adjacent segments after rigid pedicle screw fixation for degenerative lumbar spinal disorders[J]. *J Spinal Disord*, 1995, 8(6): 464-473.
4. Wiltse LL, Radecki SE, Biel HM, 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]. *J Spinal Disord*, 1999, 12(1): 27-33.
5. Paul P, Garton HJ, Gala VC, et al. Adjacent segment disease after lumbar or lumbosacral fusion: review of the literature[J]. *Spine*, 2004, 29(17): 1938-1944.
6. Hikata T, Kamata M, Furukawa M. Risk factors for adjacent segment disease after posterior lumbar interbody fusion and efficacy of simultaneous decompression surgery for symptomatic adjacent segment disease[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2014, 27(2): 70-75.
7. Shah RR, Mohammed S, Saifuddin A, et al. Radiologic evaluation of adjacent superior segment facet joint violation following transpedicular instrumentation of the lumbar spine [J]. *Spine*, 2003, 28(3): 272-275.
8. Ali M, Jenis LG, Spector LR, et al. Computed tomography evaluation of superior-segment facet-joint violation after pedicle instrumentation of the lumbar spine with a midline surgical approach[J]. *Spine*, 2006, 31(22): 2624-2629.
9. Chen Z, Zhao J, Liu A, et al. Technical factors related to the incidence of adjacent superior segment facet joint violation after transpedicular instrumentation in the lumbar spine [J]. *Eur Spine J*, 2008, 17(11): 1476-1480.
10. Knox JB, Iii JM D, Orchowski JR. Superior segment facet joint violation and cortical violation after minimally invasive pedicle screw placement[J]. *Spine J*, 2011, 11(3): 213-217.
11. Jones-Quaidoo SM, Djurasovic M, Carreon LY. Superior articulating facet violation: percutaneous versus open techniques[J]. *J Neurosurg Spine*, 2013, 18(6): 593-597.
12. Park Y, Ha JW, Yun TL, et al. Cranial facet joint violations by percutaneously placed pedicle screws adjacent to a minimally invasive lumbar spinal fusion[J]. *Spine J*, 2011, 11(4): 295-302.
13. Yson SC, Sembrano JN, Sanders PC, et al. Comparison of cranial facet joint violation rates between open and percutaneous pedicle screw placement using intraoperative 3-D CT (O-arm) computer navigation[J]. *Spine*, 2012, 38(4): E251-258.
14. Ranjith B, Park JG, Mehta AI, et al. Comparison of superior-level facet joint violations during open and percutaneous pedicle screw placement[J]. *Neurosurgery*, 2012, 71(5): 962-970.
15. Lau D, Terman SW, Patel R, et al. Incidence of and risk factors for superior facet violation in minimally invasive versus open pedicle screw placement during transforaminal lumbar interbody fusion: a comparative analysis[J]. *J Neurosurg Spine*, 2013, 18(4): 356-361.
16. Chung KJ, Suh SW, Swapnil K, et al. Facet joint violation during pedicle screw insertion: a cadaveric study of the adult lumbosacral spine comparing the two pedicle screw insertion techniques[J]. *Int Orthop*, 2007, 31(5): 653-656.
17. Patel RD, Graziano GP, Vanderhave KL, et al. Facet violation with the placement of percutaneous pedicle screws [J]. *Spine*, 2011, 36(26): E1749-1752.
18. Weinstein JN, Spratt KF, Spengler D, et al. Spinal pedicle fixation: reliability and validity of roentgenogram-based assessment and surgical factors on successful screw placement [J]. *Spine*, 1988, 13(9): 1012-1018.
19. Magerl FP. Stabilization of the lower thoracic and lumbar spine with external skeletal fixation [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1984, 189: 125-141.
20. Yung P, Joong Won H. Comparison of one-level posterior lumbar interbody fusion performed with a minimally invasive approach or a traditional open approach[J]. *Spine*, 2007, 32(5): 537-543.
21. Fessler RG. Minimally invasive percutaneous posterior lumbar interbody fusion[J]. *Neurosurgery*, 2002, 51(5 Suppl): 1512-1512.
22. Wiesner L, Kothe RW. Anatomic evaluation of two different techniques for the percutaneous insertion of pedicle screws in the lumbar spine[J]. *Spine*, 1999, 24(15): 1599-1603.
23. Gunzburg R, Gunzburg J, Wagner J, et al. Radiologic interpretation of lumbar vertebral rotation[J]. *Spine*, 1991, 16(6): 660-664.
24. Wang G, Yang H, Chen X, et al. Standard fluoroscopic

- views in cadavers for determining the entry point and depth of a guide needle for use in transpedicular procedures of the thoracolumbar spine[J]. J Clin Neurosci, 2010, 17(5): 588-591.
25. Wang L, Wang Y, Yu B, et al. Comparison of cranial facet joint violation rate between percutaneous and open pedicle screw placement[J]. Medicine, 2015, 94(5): e504.
26. Baird EO, Meanany SJ, Overley S, et al. Accuracy of percutaneous pedicle screw placement: does training level matter? [J]. J Spinal Disord Tech, 2015, Epub ahead of print.
27. Houten JK, Nasser R, Baxi N. Clinical assessment of percutaneous lumbar pedicle screw placement using the O-arm multidimensional surgical imaging system [J]. Neurosurgery, 2012, 70(4): 990-995.
28. Nakashima H, Sato K, Ando T, et al. Comparison of the percutaneous screw placement precision of isocentric C-arm 3-dimensional fluoroscopy-navigated pedicle screw implantation and conventional fluoroscopy method with minimally invasive Surgery[J]. J Spinal Disord Tech, 2009, 22(7): 468-472.
29. Yang BP, Wahl MM, Idler CS. Percutaneous lumbar pedicle screw placement aided by computer-assisted fluoroscopy-based navigation: perioperative results of a prospective, comparative, multicenter study[J]. Spine, 2012, 37(24): 2055-2060.
30. Tian W, Xu Y, Liu B, et al. Lumbar spine superior-level facet joint violations: percutaneous versus open pedicle screw insertion using intraoperative 3-dimensional computer-assisted navigation[J]. Chin Med J, 2014, 127(22): 3852-3856.
31. Zindrick MR, Wiltse LL, Doornik A, et al. Analysis of the morphometric characteristics of the thoracic and lumbar pedicles[J]. Spine, 1987, 12(2): 160-166.
32. Cheung KM, Ruan D, Chan FL, et al. Computed tomographic osteometry of Asian lumbar pedicles[J]. Spine, 1994, 19(13): 1495-1498.
33. Ebraheim NA, Rollins JR, Xu R, et al. Projection of the lumbar pedicle and its morphometric analysis [J]. Spine, 1996, 21(11): 1296-1300.
34. Hou S, Hu R, Shi Y. Pedicle morphology of the lower thoracic and lumbar spine in a Chinese population [J]. Spine, 1993, 18(13): 1850-1855.
- (收稿日期:2015-12-07 修回日期:2016-02-20)
(本文编辑 卢庆霞)

消息

第四届全国颈椎外科学术会议通知

由中国康复医学会脊柱脊髓损伤专业委员会颈椎外科研究学会主办,漯河市中心医院、郑州大学第一附属医院、河南省人民医院等承办,《中国脊柱脊髓杂志》、《中华外科杂志》、《中华骨科杂志》、《脊柱外科杂志》、骨科在线等协办的“第四届全国颈椎外科学术大会(颈椎畸形及感染专题)”将于2016年6月24~26日在河南省漯河市开元名都酒店(漯河市迎宾馆)召开,期待您的光临。参会者授予国家级Ⅰ类继续教育学分10分(省内参会代表请携带继续教育IC卡刷卡记分,省外代表凭签到表会后办理)。

届时国内外脊柱外科领域百余名知名专家将聚首中国食品名城漯河,通过专题演讲、中心发言、焦点论坛(设正方、反方)、主题发言、疑难病例讨论、专家点评、优秀论文评选等形式与大家一起进行全面、深入的剖析。会议还邀请著名国际颈椎外科专家,将带来国际颈椎外科领域的最新进展。会议同时增设微信转播与互动环节,每一位代表均有机会与国内外知名专家进行交流。诚挚欢迎全国各地同道参加会议并莅临指导!

会议时间:2016年6月23~24日报到,24日为学习班,2016年6月25~26日大会;会议及报到地点:河南省漯河市开元名都大酒店(又称为漯河迎宾馆);漯河市郾城区黄河路西段826号,(0395)3588333;邮编:462000;住宿地点:开元名都大酒店;喜来登大酒店;长城酒店;黄河假日酒店。会议负责参会期间用餐;交通和住宿费自理。

注册费:2016年5月30日前提前注册者600元/人(以汇款时间为准);现场注册者800元/人。付款方式:①邮局汇款,漯河市中心医院脊柱科崔巍收(河南省漯河市人民东路54号漯河市中心医院脊柱外科462000);②银行汇款,开户单位:漯河市第一人民医院;开户银行:漯河市建行召陵支行;账号:41001555321050000365。

会议咨询:温艳(136039543557)、崔巍(13938035185)、李程(13849496056);办公室电话及传真:(0395)3356027;会议邮箱:qgjzhy@126.com。