

专家论坛

如何看待成人脊柱畸形术后的近端交界区后凸问题

How to perspective proximal junctional kyphosis of adult spine deformity

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2014.08.03

中图分类号: R682.3, R619 文献标识码: C 文章编号: 1004-406X(2014)-08-0680-05

【编者按】与青少年特发性脊柱侧凸手术以矫形为主要目的不同,成人脊柱侧凸(adult scoliosis, AS)的手术治疗方案以减轻或消除临床症状为主,不强调完美矫形,而着重于神经减压和重建躯干平衡,尤其是恢复矢状面平衡对于 AS 具有重要意义。随着后路矫形技术与器械的发展,矫形术后融合节段近端交界性后凸畸形(proximal junctional kyphosis, PJK)的发生已引起众多学者的关注。目前,对 AS 术后 PJK 的认识仍有不足,如何选择融合上端固定椎?术后腰椎前凸角与 PJK 的关系?骨盆相关参数与 PJK 之间的关系?这些问题均是目前广大脊柱外科医生关注的焦点。本期特邀国内本领域专家针对 AS 术后 PJK 的发生机制及相关危险因素展开讨论,供同道参考。

陈其昕(浙江大学医学院附属第二医院骨科 310009 杭州市)

随着人口老龄化的进程和人口年龄谱的改变,退变性脊柱侧凸的发生率不断提高。部分伴有冠状面或矢状面失平衡的患者除行相关节段减压外,尚需行长节段固定,以恢复患者的躯干平衡。随着后路长节段手术在退变性腰椎侧凸中应用的不断增多,近端交界区后凸(proximal junctional kyphosis, PJK)作为长节段固定后常见的并发症已引起广泛的关注。

1 PJK 和近端交界区失败(proximal junctional failure, PJF)的定义

PJK 是指发生于脊柱侧凸和后凸矫正术后,出现在放射学上的上端固定椎与近端邻近 2 个椎体之间 $>10^\circ$ 的后凸畸形。是融合近端邻椎病(proximal adjacent segment pathology, ASP)的一种类型^[1],严重的 PJK 可能会导致一些临床后果而需行翻修手术。目前关于 PJK 的诊断标准有:①近端交界区矢状面 Cobb 角 $\geq 10^\circ$;②与术前测量相比较近端交界区矢状面 Cobb 角至少 $>10^\circ$ ^[2]。Bridwell 等认为交界区矢状面 Cobb 角 $>20^\circ$ 更能反映 PJK 的一些特征,提出应以此作为诊断的标准^[3]。一般认为 PJK 的病理基础包括椎间盘严重退变、交界区椎体压缩性骨折和交界区邻近椎体的滑脱。Yagi 等根据发生原因和严重程度对 PJK 进行了相应的分型,分为 3 种失败类型和 3 个后凸程度,其中涉及椎间盘和后部韧带复合结构失败的为 1 型,骨性结构失败为 2 型,骨与韧带结构均失败为 3 型;后凸角 $10^\circ\sim 14^\circ$ 为级别 A, $15^\circ\sim 19^\circ$ 为级别 B, $\geq 20^\circ$ 为级别 C。进一步的研究显示椎体滑移对临床症状的出现更为重要,需在分型中增加该修正因素^[4]。文献报道 PJK 的发生率约为 17%~39%,一般主要发生在术后 2 年内,也有在术后半年内急性 PJK 发生的报道;而在 2~7 年的随访期,PJK 的发生率似乎并无明显的增多,且在随访期内畸形并无明显进展^[1]。

目前对 PJK 的定义主要是局限于影像学的描述,即所谓的影像学 PJK。研究显示这种影像学 PJK 对患者的 SRS 评分只是在疼痛分值和自我形象分值部分有一些影响,而对 SRS-24, ODI 等总体临床功能评估并未发现显著性影响^[5]。尽管有些学者认为上述的 2 种评估方法对 PJK 对患者临床症状可能的不敏感,然而许多学者认为多数 PJK 患者具有较好耐受性,只有少数出现需要外科干预的临床症状。

一部分 PJK 患者可表现脊柱后凸进行性加重、背痛,少数甚至出现神经压迫等临床症状,称之为症状性 PJK,发生率约为 1.6%。Yagi 等^[4]认为 PJK 伴有椎体滑移时除了有进行性的后凸畸形,更伴有固定椎或固定近端椎的骨和韧带的结构性失败,由此可导致背痛进展,脊柱不稳定,脊髓损害的风险增加,需要翻修手术干预。近来 Kim 等^[6]提出 PJF 的概念,特指具有临床症状并需行翻修手术干预的 PJK。Hart 等^[7]认为 PJF 应定义为固定椎和相邻 2 个椎(UIV+2)间大于 10° 的后凸,并伴有固定椎和邻椎(UIV+1)的压缩性骨折,后部骨韧带复合结构撕裂,或内固定的拔出,需行手术干预。鉴于 PJF 被定义为伴有临床症状并需要外科手术干预的邻近椎后凸,因此较 PJK 更具有临床的实际意义。尽管在生物力学发生机制上 PJK 和 PJF 存在着一些共性,但一些学者认为两者对临床症状等的影响上具有明显的不同,需将 PJF 与 PJK 区别对待并加以研究。一项大宗病例回顾性研究结果显示 PJF 一般主要发生在

手术后早期,发生率约为 1.4%^[4]。近年来的研究结果提示 PJF 的发生率似乎有增加的趋势,可能与老龄患者的增加,新的更有效的矫正技术的应用有一定相关性。随着病例累积量的增加,PJF 将会受到愈来愈多的重视和研究。

2 PJK 和 PJF 病因和进展危险因素

PJK 是退变性脊柱侧凸的自然病程进展还是与医源性因素相关尚存在较大的争议。研究显示年龄与患者的脊柱生理曲度改变有密切的相关性;正常老年人群的胸椎后凸和腰椎前凸较年轻者有明显的增加;高龄、骨质疏松症、术前较为严重的胸椎后凸、整体脊柱力线异常和矢状面垂直轴线改变已被认为是术后 PJK 的主要危险因素;另外,与正常对照组比较,伴有矢状面和冠状面失平衡患者的 PI 具有明显的异质性^[8];这些结果均提示 PJK 可能涉及退变性腰椎侧凸疾患的自然进展。

手术因素导致 PJK 已有许多的报道。近端固定椎的选择不当,远端固定椎选择在骶椎,长节段固定,前后路联合手术,术后残留较大的胸椎后凸,腰椎前凸矫正不足(与 PI 比较,腰椎前凸应大于 PI+10)和近端椎固定选择椎弓根螺钉等是 PJK 的危险因素^[9]。

尽管 PJF 在许多方面与 PJK 较为相似,但研究显示其危险因素仍有些许不同。Hart 等的研究显示与 PJK 相比,PJF 患者可表现出更为明显的术前矢状面失平衡,表现为矢状面垂直力线(sagittal vertical alignment,SVA)的增加,骨盆入射角(pelvic incidence,PI)与腰椎前凸角(lumbar lordosis,LL)的不匹配^[7]。因此,这些患者常常需要更多地实施经椎弓根截骨(PSO)等矫正手术,以获得更大的矢状面力线的恢复,矫正 SVA,修复 LL,改善 LL-PI 的匹配性。施行 PSO 手术与 PJF 的发生有显著的关系。Kim 等对 206 例成人侧凸术后回顾性分析研究显示,高龄、术后腰椎前凸和矢状面力线较大的矫正度是术后发生 PJF 的主要危险因素^[9]。究竟是术前因素还是手术干预导致 PKF 的发生目前仍不清楚。近年来一些学者提出对僵硬的腰椎和腰骶侧凸可通过广范围的腰椎关节突的切除,前路松解、结构性前方支撑技术或后路短缩截骨技术或上述 2 者来达到矢状面畸形的节段或区域矫正。此时只要较短节段的固定融合同样可达到防止 PJK 的效果。前柱支撑能够提供并维持更好的矢状面力线提示,术前因素对 PJF 的发生更为重要。

近端固定椎的选择不当是术后 PJK 和 PJF 发生的重要因素。近端固定椎低于 L1 或 L2 被认为与 PJK 的高发率有关;Lewis 等^[10]的研究则显示与 T10、T11、T12 椎相比,选择 L1、L2 椎作为上端固定椎的 PJF 发生率更高;Suk 等建议为防止 PJK 的发生则应常规固定融合至上胸段(T2~T4)。然而,近来的研究表明进一步向近端扩展固定椎似乎并不能阻止 PJK 的发生^[11],Ha 等^[12]的研究显示不同的上端固定椎的 PJK 病变具有一定的区别,若上端固定椎选择在上胸椎,PJK 则表现为椎体压缩骨折的同时常伴有椎体的滑移。此时,临床症状除背痛外,患者极有可能出现脊髓或神经根受压表现,常需进行翻修手术,应视为 PJF。而对上端固定椎选择在下胸椎者,PJK 则主要表现为近端邻椎的压缩性骨折,主要表现为腰背疼痛,多为自限性,多数患者能够耐受,无需翻修手术,可视为 PJK。有报道显示,即使采用邻近椎的骨水泥强化技术,也无法预防该现象的发生^[13];在 PJF 翻修病例中再次发生 PJF 的可能性也大幅增加^[14]。另一方面,研究显示延长融合节段常可伴有较多潜在的风险,如手术时间延长,术中出血增加及围手术并发症增加,而这对于老年患者尤为不利^[12]。

总之,尽管 PJK 术后较为常见,但大多并不导致临床症状,其究竟是单纯的影像学上的问题还是具有重要的临床价值,仍有待进一步探讨,但多数患者在随访 2 年后并不呈现进行性进展,且无需翻修手术。是否有必要采用较为扩大的手术节段和融合范围来预防 PJK 的发生值得我们重新审视;PJF 则是成人脊柱畸形术后更应引起外科医师关注的问题,往往由于其严重的临床症状和脊髓、神经压迫的潜在风险而需进行翻修手术。如何预测和有效避免成人脊柱畸形患者术后 PJF 仍待今后的研究解决。鉴于目前的各种预防性处理手段仍缺乏足够的有效性,笔者认为对退变性脊柱侧凸的有限干预似乎更值得推崇。

3 参考文献

1. Kim HJ, Lenke LG, Shaffrey CI, et al. Proximal junctional kyphosis as a distinct form of adjacent segment pathology after spinal deformity surgery: a systematic review[J]. Spine, 2012, 37(22 Suppl): S144-S164.
2. Glattes RC, Bridwell KH, Lenke LG, et al. Proximal junctional kyphosis in adult spinal deformity following long instrumented posterior spinal fusion: incidence, outcomes, and risk factor analysis[J]. Spine, 2005, 30(14): 1643-1649.
3. Bridwell KH, Lenke LG, Cho SK, et al. Proximal junctional kyphosis in primary adult deformity surgery: evaluation of 20 degrees as a critical angle[J]. Neurosurgery, 2013, 72(6): 899-906.

4. Yagi M, Rahm M, Gaines R, et al. Characterization and surgical outcomes of proximal junctional failure in surgically treated patients with adult spinal deformity[J]. Spine, 2014, 39(10): E607-E614.
5. Kim HJ, Bridwell KH, Lenke LG, et al. Proximal junctional kyphosis results in inferior SRS pain subscores in adult deformity patients[J]. Spine, 2013, 38(11): 896-901.
6. Kim HJ, Lenke LG, Shaffrey CI, et al. Proximal junctional kyphosis as a distinct form of adjacent segment pathology after spinal deformity surgery: a systematic review[J]. Spine, 2012, 37(22 Suppl): S144-S164.
7. Hart RA, McCarthy I, Ames CP, et al. Proximal junctional kyphosis and proximal junctional failure[J]. Neurosurg Clin N Am, 2013, 24(2): 213-218.
8. Yagi M, Akilah KB, Boachie-Adjei O, et al. Incidence, risk factors and classification of proximal junctional kyphosis: surgical outcomes review of adult idiopathic scoliosis[J]. Spine, 2010, 36(1): E60-E68.
9. Kim HJ, Bridwell KH, Lenke LG, et al. Patients with proximal junctional kyphosis requiring revision surgery have higher postoperative lumbar lordosis and larger sagittal balance corrections[J]. Spine, 2014, 39(9): E576-E580.
10. Lewis SJ, Abbas H, Chua S, et al. Upper instrumented vertebral fractures in long lumbar fusions: what are the associated risk factors[J]? Spine, 2012, 37(16): 1407-1414.
11. O'Shaughnessy BA, Bridwell KH, Lenke LG, et al. Does a long-fusion "T3-sacrum" portend a worse outcome than a short-fusion "T10-sacrum" in primary surgery for adult scoliosis[J]? Spine, 2012, 37(10): 884-890.
12. Ha Y, Maruo K, Racine L, et al. Proximal junctional kyphosis and clinical outcomes in adult spinal deformity surgery with fusion from the thoracic spine to the sacrum: a comparison of proximal and distal upper instrumented vertebrae [J]. J Neurosurg Spine, 2013 19(3): 360-369.
13. Fernández-Baifllo N, Sánchez Márquez JM, Sánchez FJ, et al. Proximal junctional vertebral fracture-subluxation after adult spine deformity surgery. Does vertebral augmentation avoid this complication? A case report [J]. Scoliosis, 2012, 7: 16.
14. Kim HJ, Boachie-Adjei O, Shaffrey CI, et al. Upper thoracic versus lower thoracic upper instrumented vertebrae endpoints have similar outcomes and complications in adult scoliosis[J]. Spine, 2014, 39(13): E795-E799.

沈建雄(中国医学科学院 中国协和医科大学 北京协和医院骨科 100730 北京市)

成人脊柱侧凸术后近端交界性后凸(proximal junctional kyphosis, PJK)是指在脊柱融合术后在融合近端新发的后凸畸形。当近端融合椎(upper instrumented vertebra, UIV)的下终板与 UIV 近端的第二个椎体的上终板在矢状面上的成角大于 10° 时,即可诊断 PJK。PJK 的影像学改变通常在成人脊柱侧凸术后 1~2 个月即可表现出来。文献报道成人脊柱侧凸术后 PJK 的发生率达 20%~39%^[1],因此 PJK 是成人脊柱侧凸术后常见问题。成人脊柱侧凸术后 PJK 包括:(1)融合近端椎间盘退变导致后凸畸形;(2)融合近端椎体出现自发骨折导致后凸畸形^[2]。后者又可分为两型,1 型:近端融合椎发生的骨折;2 型:近端融合椎邻近椎体发生的压缩骨折^[3]。PJK 的发生与棘突、棘间韧带及棘上韧带的完整性有关,与棘旁肌等后张力带的强度有关。

文献报道成人脊柱侧凸术后 PJK 发生的危险因素主要有:(1)高龄患者,由于脊柱及椎间盘退变更为严重以及合并骨质疏松,术后容易出现交界性后凸。(2)融合节段选择不当,若近端融合椎止于矢状位的顶椎或顶椎的上一椎体,发生 PJK 的几率增加。融合节段过短也容易引起 PJK 的发生。Bridwell 等^[2]报道了 90 例手术治疗的成人脊柱侧凸患者,PJK 组平均融合节段为 8 个,低于非 PJK 组的平均 10 个融合节段,而近端融合椎选择在 T8 及以下时 PJK 的发生率高于选择 T8 以上的椎体,然而当选择长节段融合时,发生并发症几率会相应增加。(3)近端融合椎及远端融合椎的选择不当, Lee 等^[4]报道,针对腰弯融合的患者,若近端融合椎位于 L2 及以下时容易出现 PJK,由于胸腰段交界位于胸后凸及腰前凸的交界区域,胸椎同时还受胸廓的保护,导致胸椎活动度小,同时关节突关节走行由胸椎的冠状位向腰椎的矢状位改变,形成了胸腰段局部应力集中,容易出现交界性后凸。Yang 等^[5]报道,若近端融合椎局部后凸大于 10° ,近端融合椎选择后凸顶点时,术后容易发生交界性后凸。Yagi 等^[6]报道若近端融合椎在 T9 以下,术后容易出现交界性后凸,同时出现矢状位失平衡(SVA)。Kim 等^[1]及 Yagi 等^[7]均报道,远端融合到骶骨,术后容易发生 PJK。通过骶骨或骨盆的固定,可以改善患者腰前凸,随着腰前凸的改善导致融合近端胸后凸的应力集中,从而加速 PJK 的发生。但需要辩证看待融合到骶骨与 PJK 的关系,虽然融合到骶骨可能增加 PJK 的发生率,但是对于维持矢状面平衡却有着更为重要的意义。(4)骨盆相关参数的变异,骨盆指数(PI)与患者腰前凸(LL)、骨盆倾斜(PT)及矢状位平衡(SVA)相关,但是与 PJK 的发生无明显相关。腰前凸相对骶骨的位置(LL-SS)与 PJK 发生相关,LL 与 PI 的比值与 PJK 发生相关,LL/PI 越小,使融合近端相对的力臂越长,发生 PJK 的几率越高^[4]。UIV 近端骨

折的危险因素包括高龄患者、骨质疏松、严重矢状面失衡^[7]。(5)手术操作不当,如内固定棒的预弯后凸角过小,近端加压力过大,也是引起 PJK 的一个因素。

成人脊柱侧凸术后 PJK 的典型临床表现除了外形的改变外,还有局部腰背痛症状,患者可能因腰背痛症状就诊。PJK 的发生可能导致或加重患者矢状位失衡,出现内固定的松动、断裂。虽然 PJK 发生对术后外观产生影响,但对比 PJK 患者及非 PJK 患者的 SRS-22 评分及 ODI,有文献报道二者无统计学差异^[2]。少部分 PJK 患者因局部症状以及出现明显的后凸畸形或因后凸出现压迫导致神经症状,需要进行翻修手术。翻修手术的方式包括向近端延长固定节段,同时可配合截骨的方法矫正交界性后凸。初次手术时如何预防 PJK 的发生,一些常见的原则包括^[8]:(1)避免融合到后凸顶点及交界性后凸处;(2)如融合近端存在后凸时,应包括在融合节段内;(3)融合近端应选择 T12 及以上水平的椎体;(4)当近端融合椎位于胸椎时,预弯出胸后凸,避免医源性交界性后凸;(5)近端融合椎应选择高于腰段侧凸的上端椎的椎体;(6)术中在处理融合近端时,尽量避免过度加压。放置近端椎弓根螺钉时,尽量解剖位置钉。近端融合椎的螺钉尽量选择单平面螺钉或多轴螺钉,以保证矢状面的合理角度。

总之,PJK 是成人脊柱侧凸术后常见的并发症,了解 PJK 的发生原因,对减少 PJK 的发生有一定的临床意义。

参考文献

1. Kim YJ, Bridwell KH, Lenke LG, et al. Proximal junctional kyphosis in adult spinal deformity after segmental posterior spinal instrumentation and fusion: minimum five-year follow-up[J]. Spine, 2008, 33(20): 2179-2184.
2. Bridwell KH, Lenke LG, Cho SK, et al. Proximal junctional kyphosis in primary adult deformity surgery: evaluation of 20 degrees as a critical angle[J]. Neurosurgery, 2013, 72(6): 899-906.
3. Watanabe K, Lenke LG, Bridwell KH, et al. Proximal junctional vertebral fracture in adults after spinal deformity surgery using pedicle screw constructs: analysis of morphological features[J]. Spine, 2010, 35(2): 138-145.
4. Lee JH, Kim JU, Jang JS, et al. Analysis of the incidence and risk factors for the progression of proximal junctional kyphosis following surgical treatment for lumbar degenerative kyphosis: minimum 2-year follow-up[J]. Br J Neurosurg, 2014, 28(2): 252-258.
5. Yang SH, Chen PQ. Proximal kyphosis after short posterior fusion for thoracolumbar scoliosis[J]. Clin Orthop Relat Res, 2003, 411: 152-158.
6. Yagi M, Hosogane N, Okada E, et al. Factors affecting the postoperative progression of thoracic kyphosis in surgically treated adult patients with lumbar degenerative scoliosis[J]. Spine, 2014, 39(8): E521-E528.
7. Yagi M, Akilah KB, Boachie-Adjei O. Incidence, risk factors and classification of proximal junctional kyphosis: surgical outcomes review of adult idiopathic scoliosis[J]. Spine, 2011, 36(1): E60-E68.
8. Cho KJ, Suk SI, Park SR, et al. Selection of proximal fusion level for adult degenerative lumbar scoliosis[J]. Eur Spine J, 2013, 22(2): 394-401.

海 涌(首都医科大学附属北京朝阳医院骨科 100020 北京市)

青少年脊柱畸形矫形手术的目的是矫正畸形,而对于成人脊柱侧凸患者来讲,由于多合并有躯干的失衡,重建脊柱平衡显得尤为重要。尤其是矢状面平衡重建的意义更为重要^[1]。近年来,随着后路矫形器械的发展和保留脊柱运动节段的需要,医师们越来越多地采取选择性后路节段性融合的手术策略,但术后融合节段近端交界性后凸畸形(proximal junctional kyphosis, PJK)的发生以及近端交界性的失败(proximal junctional failure, PJF),已经引起越来越多的学者关注^[2]。

PJK 最早由 Bentz 等^[3]于 1999 年在特发性脊柱侧凸后路选择性腰椎融合矫正手术后发现而报道,并定义为融合节段最上端椎体(UIV)的下终板和此椎体头端第二个椎体(UIV+2)的上终板测得的 Cobb 角 $>10^\circ$ 或者与术前相比增大 10° 以上,即为 PJK。2005 年,Glattes 等^[4]首次报道了成人脊柱侧凸术后 PJK 的发生率为 26%,但是发现 PJK 的发生和临床疗效无关,而且并未发现患者因素和内固定对 PJK 的产生有显著相关性。但随着成人脊柱侧凸研究的深入,学者们尽管对 PJK 的发生原因还无法达成共识,但发现 PJK 的发生有其相关危险因素。近几年的一些研究^[1,5,6]指出了 PJK 发生的相关因素:(1)60 岁以上患者,较差的代偿能力;(2)骨质疏松;(3)坚强内固定,尤其是固定到骶椎以下的长节段固定;(4)过度矫正(手术前后腰椎前凸增加 30° 以上);(5)上端固定椎使用的内固定方式。

PJK 仅仅是影像学上的变化,而真正出现了融合固定近端的失败(PJF),包括椎体压缩骨折、节段性失稳、椎管狭窄、内固定松动等,将对患者的功能产生显著的影响^[7,13],文献报道^[8]退变侧凸术后 2 年以上随访由于 PJF 所导致的疼痛、失衡以及神经损害者,其再手术率高,达 50%左右。PJF 已经成为影响退变侧凸手术疗效的主要近、远期

并发症。

PJK 或 PJF 能否预防? 现有研究^[9-11]提示, 以下措施可能对预防 PJK 的发生有一定的作用: (1) 近端固定采取非坚强固定(钩或动态固定); (2) 避免过度矫正; (3) 近端相邻椎体强化(PVP 或 PKP)。同时近年来也有一些学者^[12]提出, 退变性脊柱侧凸患者进行矫正时, 应尤为关注矢状面平衡的恢复, 并重视脊柱-骨盆参数的适当匹配, 具体为腰椎前凸(LL)的恢复应该接近患者的骨盆入射角(PI), 以此来指导手术中脊柱矢状面序列的恢复。尽管如此, PJK 或 PJF 的发生仍然很常见, 最近的研究表明 5 年以上随访病例或 PJF 翻修手术后 PJF 再发生现象依然存在^[13]。

笔者认为, PJK 或 PJF 目前仍然是退变性脊柱侧凸矫正术后无法避免的并发症。对这种现象发生的机理目前还不清楚, 所提出的预防措施仅仅是局限于手术技术层面的措施。我们还不能理解 PJK/PJF 的发生原因和自然病史; 可能忽视了人体随着年龄的增长, 脊柱本身就是一个向后凸不断发展的过程; 可能忽视了维持脊柱矢状面平衡中神经和肌肉方面的作用。这些都需要进一步深入研究, 才可能找到这一临床棘手问题的答案。

参考文献

1. Hostin R, McCarthy I, O'Brien M, et al. Incidence, mode, and location of acute proximal junctional failures after surgical treatment of adult spinal deformity[J]. Spine, 2013, 38(12): 1008-1015.
2. Yagi M, King AB, Boachie-Adjei O. Incidence, risk factors, and natural course of proximal junctional kyphosis: surgical outcomes review of adult idiopathic scoliosis. Minimum 5 years of follow-up[J]. Spine, 2012, 37(17): 1479-1489.
3. Lee GA, Betz RR, Clements DH 3rd, et al. Proximal kyphosis after posterior spinal fusion in patients with idiopathic scoliosis[J]. Spine, 1999, 24(8): 795-799.
4. Glattes RC, Bridwell KH, Lenke LG, et al. Proximal junctional kyphosis in adult spinal deformity following long instrumented posterior spinal fusion: incidence, outcomes, and risk factor analysis[J]. Spine, 2005, 30(14): 1643-1649.
5. Keishi Maruo, Yoon Ha, Shinichi Inoue, et al. Predictive factors for proximal junctional kyphosis in long fusions to the sacrum in adult spinal deformity[J]. Spine, 2013, 28(23): E1469-E1476.
6. Kim HJ, Yagi M, Nyugen J, et al. Combined anterior-posterior surgery is the most important risk factor for developing proximal junctional kyphosis in idiopathic scoliosis[J]. Clin Orthop Relat Res, 2012, 470: 1633-1639.
7. Yagi M, Rahm M, Gaines R, et al. Characterization and surgical outcomes of proximal junctional failure in surgically treated patients with adult spinal deformity[J]. Spine, 2014, 39(10): E607-614.
8. Lee JH, Kim JU, Jang JS, et al. Analysis of the incidence and risk factors for the progression of proximal junctional kyphosis following surgical treatment for lumbar degenerative kyphosis: minimum 2-year follow-up[J]. Br J Neurosurg, 2014, 28(2): 252-258.
9. Thawrani DP, Glos DL, Coombs MT, et al. Transverse process hooks at upper instrumented vertebra provide more gradual motion transition than pedicle screws [J]. Spine, 2014, 39(14): E826-E832.
10. Liu T, Hai Y. Sagittal plane analysis of selective posterior thoracic spinal fusion in adolescent idiopathic scoliosis: a comparison study of all pedicle screw and hybrid instrumentation [J]. Spinal Disord Tech, 2014, 27(5): 277-282.
11. Kebaish KM, Martin CT, O'Brien JR, et al. Use of vertebroplasty to prevent proximal junctional fractures in adult deformity surgery: a biomechanical cadaveric study[J]. Spine J, 2013, 13(12): 1897-1903.
12. Kim HJ, Bridwell KH, Lenke LG, et al. Patients with proximal junctional kyphosis requiring revision surgery have higher postoperative lumbar lordosis and larger sagittal balance corrections[J]. Spine, 2014, 39(9): E576-580.
13. Kim HJ, Bridwell KH, Lenke LG, et al. Proximal junctional kyphosis results in inferior SRS pain subscores in adult deformity patients [J]. Spine, 2013, 38(11): 896-901.

李明(长海医院脊柱外科 200433 上海市)

近端交界性后凸畸形(proximal junctional kyphosis, PJK)是成人脊柱侧凸(adult scoliosis, AS)术后常见的并发症之一。一般认为, 正常脊柱的矢状面上单个节段的后凸角度不应 $>5^{\circ}$, 否则视为后凸畸形。根据 Glattes 等^[1]的研究, 如果术后影像学同时满足以下两项则认为发生近端交界性后凸畸形: (1) 术后近端交界区后凸角度 $>10^{\circ}$; (2) 同术前相比近端交界区角度增大 10° 以上。

认识 AS 患者术后 PJK 的风险因素对于成人脊柱侧凸手术治疗尤为重要。Kim 等^[2]对 99 例患者至少 2 年随访的回顾性研究发现, 有 5 个主要的风险因素影响 PJK 的发生: 术后 8 周, 出现矢状面失衡($\geq 5\text{cm}$); 术后 8 周, 出现较小的 LL 和 TK $<10^{\circ}$; 术前矢状面失衡($\geq 5\text{cm}$); 年龄 55 岁以上; 术前有相关的合并症。Glattes 等^[1]通过长节段脊柱后路融合术后 PJK 发生的回顾性研究发现, 混合内固定系统、胸廓成形术和术前较大的矢状面失衡都是导致 PJK 发生的危险因素。DeWald 等^[3]对 13 例年龄超过 65 岁的 AS 患者进行了 5 年的随访研究, 认为骨质减少和肥胖是

PJK 发生的风险因素,在骨质疏松的患者中,多节段椎体内固定会不可避免地造成进行性脊柱后凸的加重。

PJK 与上端融合椎体(upper instrumented vertebra,UIV)存在一定关系。Watanabe 等^[4]对 10 例 AS 患者并发 PJK 进行了回顾性研究,将 PJK 分为两个类型,第一类发生于 UIV 相邻椎体半脱位,这种类型的 PJK 发生在术后早期(平均 3 个月),导致严重的脊柱后凸和神经功能受损;另一类发生邻近椎体压缩性骨折,往往发生在术后较晚时期(平均 33 个月),并不出现任何神经功能损害,作者认为,明显的矢状面失衡、高龄、骨质疏松和术前合并症是 PJK 发生的危险因素。

目前对 PJK 发生的机制和风险尚无统一论,因此如何预防 PJK 的发生仍存在较多争议。Hart 等^[5]研究了 28 例年龄超过 60 岁 AS 患者,预防性使用椎体加强术,研究结果显示,15 例采取了预防措施的患者,术后无近端交界畸形发生,而没有采取预防措施的 13 例患者中,术后有 2 例患者需要行翻修术。Lattig 等^[6]也报道了类似的结果,上端固定椎以及其上面的第一个椎体进行骨水泥加强,能够有效和安全地预防邻近节段手术失败。基于青少年特发性脊柱侧凸的研究经验,“软着陆”的概念也被提出用于 AS 患者中。Helgeson 等^[7]等对 283 例患者进行了回顾性评估,椎弓根螺钉内固定显著增加了邻近节段后凸的发生率,确切的原因仍不清楚,但是可能与椎弓根螺钉坚强固定有关,因此,上端融合可使用钩子代替椎弓根螺钉,创建一个“软着陆”结构,可以应用于 AS 患者。我们对于预防 AS 患者术后出现 PJK 的一些经验是:(1)骨质疏松患者为避免上位螺钉拔出应用直径较粗螺钉或用骨水泥加强;(2)腰弯融合节段延长到 T10 有肋骨保护;(3)顶椎避免终止到矢状面后凸顶点 T7、T8、T9;(4)术中尽量避免损伤上位终末融合椎体的上关节囊和棘上棘间韧带;(5)上端椎应用椎板钩和横突钩避免损伤邻近关节囊;(6)固定棒上端过弯增加后凸角度避免皮下过长突出。矢状面平衡在 AS 远期手术疗效评估中的重要意义,脊柱外科医师在术前制定手术方案时,应尽可能地考虑到 PJK 相关的危险因素,对于融合节段的选择应结合冠状面和矢状面的特点进行综合考虑,最大程度地避免术后 PJK 的发生。

参考文献

1. Glattes RC, Bridwell KH, Lenke LG, et al. Proximal junctional kyphosis in adult spinal deformity following long instrumented posterior spinal fusion: incidence, outcomes and risk factors analysis[J]. Spine, 2005, 30(14): 1643-1649.
2. Kim YJ, Bridwell KH, Lenke LG, et al. Sagittal thoracic decompensation following long adult lumbar spinal instrumentation and fusion to L5 or S1: causes, prevalence, and risk factor analysis[J]. Spine, 2006, 31(20): 2359-2366.
3. DeWald CJ, Stanley T. Instrumentation-related complications of multilevel fusions for adult spinal deformity patients over age 65: surgical considerations and treatment options in patients with poor bone quality[J]. Spine, 2006, 31(19 Suppl): S144-151.
4. Watanabe K, Lenke LG, Bridwell KH, et al. Proximal junctional vertebral fracture in adults after spinal deformity surgery using pedicle screw constructs: analysis of morphological features[J]. Spine, 2010, 35(2): 138-145.
5. Hart RA, Prendergast MA, Roberts WG, et al. Proximal junctional acute collapse cranial to multi-level lumbar fusion: a cost analysis of prophylactic vertebral augmentation[J]. Spine J, 2008, 8(6): 875-881.
6. Lattig F. Bone cement augmentation in the prevention of adjacent segment failure after multilevel adult deformity fusion[J]. J Spinal Disord Tech, 2009, 22(6): 439-443.
7. Helgeson MD, Shah SA, Newton PO, et al. Evaluation of proximal junctional kyphosis in adolescent idiopathic scoliosis following pedicle screw, hook, or hybrid instrumentation[J]. Spine, 2010, 35(2): 177-181.

(收稿日期:2014-07-16 修回日期:2014-07-29)

(本文编辑 彭向峰)