

脊柱转移性肿瘤患者脊柱手术后早期相邻节段性疾病发生的分级评估

姚福东, 罗鹏明, 刘夏君

(宝鸡市中心医院, 陕西 宝鸡 721008)

摘要: [目的] 评估脊柱转移性肿瘤患者接受脊柱固定术后早期发生相邻节段疾病(adjacent segmental disease, ASD) 的情况。[方法] 回顾性分析收治的 241 例脊柱肿瘤患者, 208 例(86.3%)患者接受手术治疗, 167 例患者完成术后 12 个月的 MRI 和临床检查随访。根据手术方式的不同, 将患者分为 7 组, 并通过基于 MRI 结果的 Oner 分型标准和 Pfirrmann 分级标准诊断手术患者术后 12 个月内 ASD 发生率, 并比较 2 种诊断标准对脊柱转移瘤术后 ASD 的诊断差异。[结果] 根据 Oner 分型标准诊断 ASD 的发生率为 11.4%, Pfirrmann 分级标准诊断 ASD 的发生率为 24.0%, 两者对 ASD 的诊断差异有统计学意义($P < 0.001$), 但不同手术方式患者间两种诊断标准对 ASD 的诊断无明显差异($P > 0.05$)。基于临床症状诊断 ASD 的发生率为 3.6%, 显著低于 Oner 和 Pfirrmann 诊断标准($P = 0.007, 0.002$)。脊柱稳定性 7~9 级的患者术后 ASD 发生率高于脊柱稳定性 4~6 级的患者(29.9% vs 15.7%, $P = 0.034$)。[结论] 基于影像学检查结果对脊柱转移性肿瘤患者术后早期发生 ASD 的诊断价值优于临床症状诊断标准, 其中 Pfirrmann 分级标准的诊断敏感性高于 Oner 分型标准。

主题词: 脊柱转移性肿瘤; 邻近节段疾病; Oner 分型诊断标准; Pfirrmann 分级

中图分类号: R738.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-170X(2019)02-0140-05

doi: 10.11735/j.issn.1671-170X.2019.02.B012

Assessment of Early Adjacent Segmental Disease in Patients after Spinal Surgery with Tumor Metastases

YAO Fu-dong, LUO Peng-ming, LIU Xia-jun

(Baoji Central Hospital, Baoji 721008, China)

Abstract: [Objective] To assess the adjacent segmental disease(ASD) after spinal surgery in patients with spinal metastatic tumor. [Methods] The data of 241 patients with spinal metastatic tumor admitted between January 2006 and December 2012 were analyzed retrospectively. Two hundred and eight patients(86.3%) underwent surgical treatment, of whom 167 cases(80.3%) were followed up with MRI and clinical examination for 12 months after surgery. The incidence of ASD was assessed with Oner criteria and Pfirrmann criteria based on MRI images after 12 months of follow up. The incidence of ASD according to the two different diagnostic systems was compared. [Results] The incidence of ASD based on Pfirrmann criteria was higher than that based on Oner criteria(24.0% vs 11.4%, $P < 0.001$). There was no significant difference in diagnosis of ASD with two criteria among different surgical modalities($P > 0.05$). The incidence of ASD based on clinical examination was 3.6%, significantly lower than that under the Oner and Pfirrmann criteria($P = 0.007, 0.002$). Patients with spinal stability level 7~9 were more likely to develop ASD at early stage after surgery than patients with spinal stability level 4~6(29.9% vs 15.7%, $P = 0.034$). [Conclusion] The diagnosis of ASD based on imaging is superior to that based on clinical examination, and the diagnostic sensitivity of the Pfirrmann criteria is higher than that of the Oner criteria.

Subject words: spinal metastatic tumor; adjacent segmental disease; Oner criteria; Pfirrmann criteria

脊柱相邻节段病变(adjacent segmental disease, ASD)是脊柱术后一种严重的并发症, ASD 主要与椎

间盘的退行性改变有关。年龄、病变位置、自然退化过程、椎间盘融合边缘的移动性增加、椎间盘内压力的改变等均可导致椎间盘退行性改变或加速疾病的进展。此外, 术前是否存在椎间盘退行性改变或终板变性、脊柱稳定性、手术方式等均与 ASD 的发生

通信作者: 刘夏君, 副主任医师, 硕士; 宝鸡市中心医院骨科, 陕西省宝鸡市渭滨区姜谭路 8 号(721008); E-mail: lixiajun181@163.com
收稿日期: 2017-08-11; **修回日期:** 2017-12-28

相关^[1,2]。其中,矢状位不平横是导致椎间盘退行性病变的重要原因。然而目前针对脊柱术后 ASD 的诊断相对困难,仅有 25% 的影像学诊断与该疾病的临床表现相符^[3,4]。Oner 等^[5]和 Pfirrmann 等^[6]分别提出 ASD 的影像学诊断标准是目前应用最广的 ASD 诊断标准,但忽视了对临床症状的诊断价值。因此对 ASD 的发生及疾病进展的相关危险因素分析对优化脊柱疾病的手术方式和改善预后至关重要^[7]。本研究总结了脊柱转移性肿瘤患者术后早期 ASD 的发生率,并探讨脊柱转移性肿瘤术后基于临床症状诊断的 ASD 发生率和基于影像学检查的 Oner 和 Pfirrmann 分级诊断标准的 ASD 发生率的相关性。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2006 年 1 月至 2012 年 12 月期间我院收治的 241 例脊柱肿瘤患者,其中 208 例(86.3%)患者接受手术治疗。本研究收集了腰椎或胸椎术后患者的临床资料,并排除接受颈椎手术或仅进行腰椎或胸椎椎体活检的患者,最终有 183 例(75.9%)患者纳入研究。

纳入研究的 183 例因腰椎或胸椎转移性肿瘤接受脊柱手术治疗的患者中,女性 117 例,平均年龄 59 岁,男性 66 例,平均年龄 61 岁;脊柱转移性肿瘤的原发病灶包括乳腺癌 53 例(29.0%)、前列腺癌 13 例(7.1%)、多发性骨髓瘤 22 例(12.0%)、肺癌 16 例(8.7%)、肾癌 11 例(6.0%)、淋巴瘤 5 例(2.7%)、甲状腺癌 5 例(2.7%)、不明原发部位的肿瘤 26 例(14.2%)和其他肿瘤 32 例(17.5%)。

共有 56 例(30.6%)患者出现神经功能缺陷,其中 7 例(3.8%)诊断为完全性肢体瘫痪(Frankel A 级),11 例(6.0%)诊断为 Frankel B 级的急性麻痹,19 例(10.4%)诊断为 Frankel C 级的急性麻痹,19 例(10.4%)诊断为轻度麻痹(Frankel D 级)。所有患者均未出现完全性的四肢瘫痪。

82 例(44.8%)患者的脊柱转移灶位于胸椎,55 例(30.1%)患者肿瘤累及腰椎间盘,46 例(25.1%)患者的肿瘤累及超过一节的脊椎。115 例(62.8%)患者表现为脊柱后侧受影响,59 例(32.2%)患者脊柱前后侧均累及,仅有 9 例(4.9%)的患者肿瘤仅累及脊

柱前侧。146 例(79.8%)患者诊断为病理性骨折,37 例(20.2%)未出现骨折。根据 Kostiuk 量表评分,117 例(63.9%)患者诊断为脊柱不稳定。

1.2 研究分组

根据脊柱转移性肿瘤的手术类型,将患者分为 A~G 组:A 组——脊柱后入路稳定术,B 组——后入路稳定术联合椎板切除术,C 组——椎板切除术,D 组——后入路椎体切除术联合椎体假体植入和后入路稳定术,E 组——前入路椎体切除术联合椎体假体植入,F 组——椎体假体植入联合后入路稳定术,G 组——前入路椎体假体植入联合后入路稳定术。所有患者仅进行钛合金的植入以便进行术后的 MRI 影像学随访。对所有患者进行术后 12 个月内的 MRI 和临床资料随访,其中有 16 例患者在术后 12 个月内失访,失访率为 8.7%,共计 167 例患者完成本研究,其中 A 组 27 例(16.2%)、B 组 75 例(44.9%)、C 组 5 例(3.0%)、D 组 10 例(6.0%)、E 组 8 例(16.2%)、F 组 27 例(16.2%)和 G 组 15 例(9.0%)。

1.3 损伤评估

每例患者均在术后 12 个月随访期内进行脊柱 MRI 影像学检查,并根据脊柱或椎间盘的影像学图像评估以下特征:病变的类型、位置和程度、脊柱轴异常、病理性骨折形状和类型、脊柱节段脱位和稳定性。临床症状和 MRI 用于评估与脊柱手术部位相邻的椎间盘的损伤情况,观察并记录患者的疼痛强度的改变、疼痛部位、触痛和脊柱移动范围等,评估脊柱外形、脊椎矢状轴的异常改变和脊柱自然弯曲的畸形与否。并在 MRI 下相邻椎体终板的形状和形态特征进行 Oner 和 Pfirrmann 分级评估。其中 Oner 分级标准:1 型为正常椎间盘,2 型为椎间盘在 T2 相呈低信号,3 型为 Schmorl 型,4 型为前塌陷型,5 型为椎间盘中央突出,6 型为椎间盘退化。Pfirrmann 分级标准:1 级为正常椎间盘、椎间盘的结构呈均匀的白色高信号,2 级为椎间盘呈不均匀的白色高信号、纤维环和髓核的区别明显,3 级为椎间盘白色高信号不均匀、纤维环和髓核的区别不明显,4 级为椎间盘呈黑色低信号、髓核和纤维环之间的区别消失,5 级为椎间盘呈黑色低信号、并伴椎间隙的塌陷,“其他”为除以上类型的 MRI 分型。

1.4 统计学处理

采用 SPSS 23.0 软件进行统计学分析,计量资

料以百分比表示,采用 χ^2 检验比较组间差异, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基于临床症状诊断 ASD 的发生率

共有 167 例患者进行了术后 12 个月的随访观察,仅有 6 例(3.6%)患者出现 ASD 相关的临床症状,主要表现为慢性脊柱疼痛,提示脊柱手术部位相邻的棘突触痛;其中 2 例患者出现腰椎的神经根刺激症状。

2.2 基于 MRI 特征诊断 ASD 的发生率

以 MRI 影像学检查结果为基础,分别应用 Oner 和 Pfirrmann 分级诊断标准对 167 例患者进行影像学 ASD 诊断。根据 Oner 分型标准,有 19 例(11.4%)患者为 2~6 型,诊断为 ASD,不同手术方式各组患者的 Oner 分型如 Table 1 所示。根据 Pfirrmann 分级标准的各手术组患者的椎间盘退行性病变的分级诊断见 Table 2,但 Pfirrmann 分级标准对椎间盘的某些病理性改变难以进行精确分类。由于 Oner 2 型和 3 型的诊断均不在 Pfirrmann 分级标准之内,而 Oner 1 型包括完全正常或接近于完全正常的椎间盘特征,但其中部分患者根据 Pfirrmann 分级标准被定义为 2 级或 3 级,这导致了 Pfirrmann 分级标准对 ASD 的诊断率提高到 40 例(24.0%)。两种标准对 ASD 发生率的诊断差异有统计学意义($\chi^2=11.513, P<0.001$)。

2.3 各手术组患者基于 MRI 和临床症状与 ASD 发生率的差异性分析

通过比较各手术组患者间基于 MRI 影像学结果的不同诊断标准(Oner 和 Pfirrmann)诊断 ASD 发生率的差异性,ASD 的两组独立分级诊断标准对各不同术式术后 ASD 发生率差异均无统计学意义($P>0.05$)(Table 3)。通过分别比较不同分级标准下的 MRI 诊断 ASD 的发生率与临床症状诊断 ASD 发生率(6 例,3.6%)后发现,Oner 分型标准($\chi^2=7.301, P=0.007$)和 Pfirrmann 分级标准($\chi^2=9.078, P=0.002$)与临床症状的诊断率差异均

有统计学意义。

2.4 脊柱稳定性与 ASD 发生率的相关性分析

比较脊柱稳定性与不同分型标准诊断 ASD 发生率的相关性发现,基于 Pfirrmann 分级标准诊断 ASD 的发生与脊柱的不稳定性相关($\chi^2=4.490, P=0.034$),而基于 Oner 分型标准诊断 ASD 的发生与脊柱的稳定性无明显相关性($\chi^2=0.564, P=0.453$)(Table 4)。

Table 1 Diagnosis of patients in different groups based on Oner criteria

Groups	n(%)	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5	Type 6
A	27(16.2)	24	1	1	0	0	1
B	75(44.9)	66	3	3	1	0	2
C	5(3.0)	5	0	0	0	0	0
D	10(6.0)	8	1	0	0	1	0
E	8(16.2)	7	0	0	0	0	1
F	27(16.2)	24	1	0	0	1	1
G	15(9.0)	14	1	0	0	0	0

Table 2 Diagnosis of patients in different groups based on Pfirrmann criteria

Groups	n(%)	Grade 1	Grade 2	Grade 3	Grade 4	Grade 5	Others
A	27(16.2)	22	2	1	1	0	1
B	75(44.9)	58	5	3	2	3	4
C	5(3.0)	4	0	1	0	0	0
D	10(6.0)	5	1	1	1	0	2
E	8(16.2)	6	1	0	0	1	0
F	27(16.2)	21	2	1	1	1	1
G	15(9.0)	12	2	1	0	0	0

Table 3 Statistical analysis of the incidence of ASD diagnosed by MRI in different groups

Groups	n(%)	Oner criteria (%)	Pfirrmann criteria (%)	χ^2	P
A	27(16.2)	3(11.1)	5(18.5)	—	0.443
B	75(44.9)	9(12.0)	17(22.7)	2.978	0.084
C	5(3.0)	0(0)	1(20.0)	—	0.292
D	10(6.0)	2(20.0)	5(50.0)	—	0.160
E	8(16.2)	1(12.5)	2(25.0)	—	0.522
F	27(16.2)	3(11.1)	6(22.2)	—	0.273
G	15(9.0)	1(6.7)	3(20.0)	—	0.283

Table 4 Statistical analysis of MRI diagnosis with stability levels

Spinal stability	Level 4~6(%)	Level 7~9(%)	χ^2	P
Oner criteria			0.564	0.453
Type 1	68(90.7)	80(87.0)		
Type 2~6	7(9.3)	12(13.0)		
Pfirrmann criteria			4.490	0.034
Grade 1	59(84.3)	68(70.1)		
Grade 2~5	11(15.7)	29(29.9)		

2.5 术后不良事件发生情况

在术后 12 个月的随访中,40 例 MRI 经 Pfirrmann 分级标准诊断为 ASD 的患者中,9 例(22.5%)患者在非手术部位出现新的脊柱转移性肿瘤。所有患者在手术切除部位均未出现脊柱不稳定改变、已切除转移瘤的复发、或相邻椎骨内的病理性骨折的发生。有 7 例(17.5%)患者诊断为脊柱矢状轴变形,呈腰椎前凸平坦化或胸椎后突加剧。

3 讨论

目前尚无针对脊柱转移性肿瘤患者术后早期阶段 ASD 发生率的相关报道,而针对脊柱转移性肿瘤术后早期 ASD 发生的研究可为 ASD 的病因诊断和脊柱转移性肿瘤术后不良事件的发生提供指导。脊柱转移瘤的手术治疗目的主要在于通过稳定脊椎的主干而维持脊柱的稳定性、改善患者的生活质量。脊柱肿瘤的手术治疗由于脊柱损伤程度、脊柱病理性改变等较轻,多数情况下不需要进行移植骨治疗,但对于骨质丢失的患者可进行椎体假体或骨水泥的植入^[8-10]。

近年来由于脊柱相关疾病发生率提高和手术量的增加,对脊柱术后 ASD 发生的病因、诊断和治疗等研究深入对 ASD 的预防和治疗具有重要的临床意义。目前认为,ASD 的发生与椎间盘疾病的手术治疗、脊柱缺陷、脊柱损伤等相关。Cheh 等^[11]认为脊柱术后 ASD 的发生与脊椎节段移动性的下降、压力负荷的改变和椎间盘压缩性改变等相关。Ecker 等^[12]提出脊柱手术部位邻近的椎间盘和椎板间的应力增加是导致 ASD 发生的主要原因。于琦等^[13]认为脊柱融合术后相邻节段小关节的应力改变从而导致小关节及整个邻近节段、尤其是椎间盘发生退行性改变而出现 ASD 相关的临床症状。Sear 等^[14]指出无固定物的置入能够降低 ASD 的发生风险,一级固定后患者 ASD 的发生率为 1.7%,但三级固定后 ASD 的发生率为 5%,并且椎板切除术增加了 ASD 的发生风险。Lee 等^[15]发现 60 岁以上的患者发生 ASD 的风险是 60 岁以下患者的 2.5 倍。Saavedrapozo 等^[16]的研究证实了 ASD 的发生与脊柱稳定性程度相关。而根据 Park 等^[17]的研究,ASD 的发生率随术后时间的增加而增加,在因脊椎前移行后入路固定术的患

者,36 个月随访时的 ASD 发生率为 5.2%,而术后 369 个月的 ASD 发生率达 100%。

因压力负荷增加或应力改变介导的椎间盘形态学改变是诊断 ASD 影像学诊断的主要依据。Pfirrmann 等^[6]基于 MRI 检查下的椎间盘退行性改变特征,总结了 5 级 ASD 分级诊断标准,而 Oner 等^[7]则根据 MRI 矢状位图像中的椎间盘退行性改变特征总结了另一种 ASD 的分型诊断标准。Levin 等^[18]的研究指出 70% 的腰椎 ASD 患者可经 MRI 影像学诊断,而仅有 36% 的患者在脊柱固定术后出现 ASD 相应的临床症状。ASD 的主要临床症状包括有腰背部疼痛、放射痛、间歇性跛行、邻近节段椎体失稳等改变^[2],但根据临床症状诊断 ASD 的检出率显著低于基于影像学检查诊断的 ASD 诊断率^[19,20]。Harrop 等^[20]报道了腰椎人工椎间盘置换术后影像学诊断 ASD 的发生率为 10%,而基于临床症状的 ASD 诊断率仅为 1%。

在 Lawrence 等^[21]的系统综述中总结回顾了多项循证医学证据 2 级、3 级的文献后指出,非肿瘤性脊柱疾病术后 ASD 的发生率为 0.6%~3.9%,而在我们的研究中,经 Pfirrmann 分级标准诊断 ASD 的发生率为 24.0%,脊柱转移瘤术后 1 年内 ASD 发生率较脊柱其他疾病术后的 ASD 发生率高。而出现较多的临床分型为 Oner 2 型、3 型和 4 型,以及 Pfirrmann 2 级和 3 级。但由于 Oner 分型标准和 Pfirrmann 分级标准并不完全重叠,因此两种标准对本研究纳入人群的 ASD 诊断存在差异,并且基于 Pfirrmann 分级标准对诊断脊柱转移瘤术后 ASD 发生率(24.0%)高于 Oner 分型标准诊断脊柱转移瘤术后 ASD 发生率(11.4%),并具有统计学差异($\chi^2=11.513$, $P<0.001$),并且两种诊断标准下的 ASD 发生率均显著高于基于临床症状诊断下的 ASD 发生率(3.6%),而两种诊断标准对不同手术方式的患者的 ASD 诊断率并无统计学差异(P 均 >0.05)。此外,在本研究中我们发现脊柱稳定性为 7~9 级患者术后早期基于 Pfirrmann 分级标准诊断的 ASD 发生率(29.9%)明显高于 4~6 级的患者(15.7%, $P=0.034$),提示脊柱稳定性较差的患者出现术后 ASD 发生的可能性高于脊柱稳定性较好的患者。

因此,结合已有文献报道,我们证实了脊柱转移性肿瘤术后早期 ASD 发生率高于脊柱其他疾病术

后 ASD 的发生率, 并且基于影像学的 ASD 诊断优于基于临床症状诊断, 又以 Pfirrmann 分级标准的诊断敏感率高于 Oner 分型标准。

参考文献:

- [1] Hilibrand AS, Robbins M. Adjacent segment degeneration and adjacent segment disease: the consequences of spinal fusion? [J]. Spine J, 2004, 4(6): S190-S194.
- [2] Chu Y, Liang B, Zeng JX, et al. Progress on adjacent segment degeneration after lumbar fusion for degenerative lumbar disease [J]. Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2014(2): 175-178. [楚野, 梁斌, 曾佳兴, 等. 腰椎退变性疾病融合术后邻近节段退变的研究进展 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2014(2): 175-178.]
- [3] Eleraky M, Papanastassiou I, Tran ND, et al. Comparison of polymethylmethacrylate versus expandable cage in anterior vertebral column reconstruction after posterior extracavitary corpectomy in lumbar and thoraco-lumbar metastatic spine tumors [J]. Eur Spine J, 2011, 20(8): 1363-1370.
- [4] Fisher CG, DiPaola CP, Ryken TC, et al. A novel classification system for spinal instability in neoplastic disease: an evidence-based approach and expert consensus from the Spine Oncology Study Group [J]. Spine, 2010, 35(22): 1221-1229.
- [5] Oner FC, van der Rijt RR, Ramos LM, et al. Changes in the disc space after fractures of the thoracolumbar spine [J]. J Bone Joint Surg Br, 1998, 80(5): 833-839.
- [6] Pfirrmann CW, Metzendorf A, Zanetti M, et al. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration [J]. Spine, 2001, 26(17): 1873-1878.
- [7] Frankel BM, Jones T, Wang C. Segmental polymethylmethacrylate-augmented pedicle screw fixation in patients with bone softening caused by osteoporosis and metastatic tumor involvement: a clinical evaluation [J]. Neurosurgery, 2007, 61(3): 531-537.
- [8] Helgeson MD, Bevevino AJ, Hilibrand AS. Update on the evidence for adjacent degeneration and disease [J]. Spine J, 2013, 13(3): 342-351.
- [9] Metcalfe S, Gbejuade H, Patel NR. The posterior transpedicular approach for circumferential decompression and instrumented stabilization with titanium cage vertebrectomy reconstruction for spinal tumors: consecutive case series of 50 patients [J]. Spine, 2012, 37(16): 1375-1383.
- [10] Kaloostian PE, Yurter A, Zadnik PL, et al. Current paradigms for metastatic spinal disease: an evidence-based review [J]. Ann Surg Oncol, 2014, 21(1): 248-262.
- [11] Cheh G, Bridwell KH, Lenke LG, et al. Adjacent segment disease following lumbar/thoracolumbar fusion with pedicle screw instrumentation: a minimum 5-year follow-up [J]. Spine, 2007, 32(20): 2253-2257.
- [12] Ecker RD, Endo T, Wetjen NM, et al. Diagnosis and treatment of vertebral column metastases [J]. Mayo Clin Proc, 2006, 80(9): 1177-1186.
- [13] Yu Q, Ma JX, Ma XL. The stress distribution changes at the adjacent segment joint after lumbar spinal fusion and the relation between it and the adjacent disk degeneration [J]. Chinese Journal Bone and Joint Surgery, 2011, 4(2): 151-157. [于琦, 马剑雄, 马信龙. 腰椎融合术后邻近节段小关节应力变化及椎间盘退变研究 [J]. 中华骨与关节外科杂志, 2011, 4(2): 151-157.]
- [14] Sears R, Sergides IG, Kazemi N, et al. Incidence and prevalence of surgery at segments adjacent to a previous posterior lumbar arthrodesis [J]. Spine J, 2011, 11(1): 11-20.
- [15] Lee JC, Kim Y, Soh JW, et al. Risk factors of adjacent segment disease requiring surgery after lumbar spinal fusion: comparison of posterior lumbar interbody fusion and posterolateral fusion [J]. Spine, 2014, 39(5): 339-345.
- [16] Saavedrapozo FM, Deusdara RA, Benzel EC. Adjacent segment disease perspective and review of the literature [J]. Ochsner J, 2014, 14(1): 78-83.
- [17] Park P, Garton HJ, Gala V C, et al. Adjacent segment disease after lumbar or lumbosacral fusion: review of the literature [J]. Spine, 2004, 29(17): 1938-1944.
- [18] Levin DA, Hale JJ, Bendo JA. Adjacent segment degeneration following spinal fusion for degenerative disc disease [J]. Bull NYU Hosp Jt Dis, 2007, 65(1): 29-36.
- [19] Harrop JS, Youssef JA, Maltenfort M, et al. Lumbar adjacent segment degeneration and disease after arthrodesis and total disc arthroplasty [J]. Spine, 2008, 33(15): 1701-1707.
- [20] Song YD, Li SG. Research status of adjacent segmental lesion after lumbar fusion [J]. Chinese Journal Bone and Joint Surgery, 2013(2): 191-194. [宋友东, 李书纲. 腰椎融合术后邻近节段病变研究现状 [J]. 中华骨与关节外科杂志, 2013(2): 191-194.]
- [21] Lawrence B D, Wang J, Arnold P M, et al. Predicting the risk of adjacent segment pathology after lumbar fusion: a systematic review [J]. Spine, 2012, 37(22 Suppl): 123-132.