

## 内窥镜下腰椎间盘突出髓核摘除术后复发危险因素的研究进展

## Research progress on risk factors of recurrence after percutaneous endoscopic lumbar discectomy

邵睿, 祝斌, 刘晓光

(北京大学第三医院骨科 100191 北京市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2020.05.11

中图分类号: R681.5, R616.2 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2020)-05-0459-04

腰椎间盘突出症的发病率呈现上升趋势,为 3.7%~5.1%<sup>[1]</sup>,有 0.5%~1% 的患者需手术治疗<sup>[2]</sup>,其不仅耗费了巨大的医疗资源,而且会导致较高的致残率与误工率<sup>[3]</sup>。自 Yeung 提出 YESS (Yeung endoscopic spine system)<sup>[4]</sup>和 Hoogland 提出 TESSYS(transforaminal endoscopic surgical system)<sup>[5]</sup>以来,内窥镜下腰椎间盘突出髓核摘除术(percutaneous endoscopic lumbar discectomy, PELD) 逐渐兴起,其不仅能取得和传统手术相同的效果,而且具有术中出血少、并发症发生率低、术后患者疼痛轻、恢复快、住院时间短、早期治疗效果优于传统术式等优点<sup>[6-8]</sup>。但是, PELD 术后复发是医患双方不得不面对的问题,其复发率约为 3.6%<sup>[9]</sup>。目前多数学者认可的复发定义为:术后经历 6 个月的“无痛期”,同一手术节段的残留椎间盘组织于首次手术侧或对侧再次突出压迫神经,从而引起相应临床症状<sup>[10]</sup>。值得注意的是应将术后复发与术中压迫物摘除不彻底区分开,前者指在除外麻醉、术中用药等影响后,术后症状消失,经历无痛期后,症状再次出现;而后者指术后症状持续不缓解或持续缓解不充分,经激素、脱水等治疗后,症状仍不缓解, MRI 检查提示椎间盘等压迫神经根的组织残留。虽然与传统开放手术相比, PELD 术后复发的翻修更易进行,但首次治疗过程所致的瘢痕组织使得翻修手术仍具有挑战性。因此,了解其术后复发的危险因素,医生可以从术前宣教、术中探查、术后管理等方面采取有效的措施预防术后复发。笔者就 PELD 术后复发的危险因素及有潜在研究价值的危险因素进行综述。

## 1 术者相关因素

PELD 手术的学习曲线较陡<sup>[11,12]</sup>,术者早期手术例数

较少会导致更高的复发率。有研究表明,术者累计 PELD 手术例数小于 200 例与复发相关<sup>[13]</sup>。内窥镜下手术要求术者熟悉侧后路椎间孔区域的解剖知识并具备熟练的经皮穿刺技术和丰富的立体空间想象、方位判断能力。当初学者对局部解剖了解不够深入时,容易犯两种错误:其一,工作管道旁开角度过大,在此种情况下,工作管道被放置在关节突关节的侧面,镜下视野的解剖结构如关节囊、肌肉、韧带等不易与黄韧带区分;其二,工作管道的旁开距离过小,在此种情况下,棘间韧带及棘上韧带不易与黄韧带区分,可能会导致医源性损伤。不论以上两种情形中的哪一种都不是最佳的工作通道,在一定程度上会影响术者的操作。Wang 等<sup>[13]</sup>通过研究椎板间入路内窥镜下手术的学习曲线发现,随着手术例数的积累,术者单台手术时长会显著性缩短,这与术者对局部解剖的逐渐熟悉及对椎管内的手术操作逐渐熟练有关。同时术中出血会影响手术视野,从而影响手术进行,甚至导致损伤正常组织结构,如纤维环。术者在早期实施手术过程中,因对镜下的解剖结构辨认不清或因出血导致的视野不清,可能会使破损的纤维环产生更大的破口,致使日后椎间盘再次突出导致复发<sup>[14]</sup>。另外手术过程中充分的减压,不仅需要摘除压迫神经根的髓核组织,而且需要去除增生肥厚的椎管内组织,如此才能使神经根及脊髓获得相对宽裕的周围空间。但是经验不足的术者可能会忽视后者,致使当椎间盘再次轻微突出时,患者即出现复发病状。Ahn 等<sup>[14]</sup>在术者经验与硬膜囊横截面积手术前后变化程度的相关性研究中发现,随着术者手术例数的积累,硬膜囊手术前后面积的变化存在显著性变化,即术者经验越丰富,椎管内减压效果越好,当椎间盘再次突出时,症状越不易出现。因此,为了降低术后复发率,应当对术者进行系统的培训,并为初学者安排典型且简单的腰椎间盘突出症患者,以逐步积累经验。

## 2 患者相关因素

### 2.1 年龄和病程

年龄是复发的影响因素之一<sup>[15]</sup>,年龄 <40 岁的患者预后更佳<sup>[10,16]</sup>,而年龄 >50 岁的患者更容易出现 PELD 术后复

基金项目:北京大学第三医院临床重点项目(项目编号: BYSYZD2019017);北大医学交叉研究种子基金(项目编号: BMU2020MX024)

第一作者简介:男(1993-),住院医师,博士研究生,研究方向:脊柱外科

电话:(010)82265690 E-mail:649705419@qq.com

通讯作者:刘晓光 E-mail:xglius@vip.sina.com

发<sup>[12]</sup>。可能的原因如下:①椎间盘退变随着年龄增加不断进展且不可逆,年龄越大,髓核含水量越少、椎间盘的生物力学性能亦明显降低,即使首次手术充分减压后,退变严重的椎间盘日后再次突出导致复发的风险也较大;②当年龄达到 50 岁以后,不仅椎间盘退变明显,亦多伴有椎间关节增生、椎管狭窄、神经根粘连等改变,PELD 通过工作管道进行髓核摘除及神经根减压,当以上病变严重时,不论是工作管道的放置还是通过工作管道的减压操作,难度都会增加,在此种情况下,工作管道角度及位置的偏移会导致减压不充分,而操作难度的增加有可能使破损的纤维环产生更大的破口,致使术后椎间盘再次突出,导致复发<sup>[11]</sup>;③年老患者术后恢复慢,纤维环修复不完全,更容易导致再次突出;④年老患者在术前或术中往往不能很好地表达自己的感受,在一定程度上会影响手术的效果<sup>[12]</sup>。

腰椎间盘突出症的病程也和预后相关,病程较长者术后往往需要更久的时间来恢复原有功能。患者病程超过 12 个月,术后的恢复效果倾向于不理想<sup>[17]</sup>。有研究证实,腰椎间盘突出症病程越长,术后恢复时间越长、恢复效果越差<sup>[18]</sup>,因此对症状严重需要通过手术治疗的腰椎间盘突出症患者,推荐在 6 个月内进行手术。现有证据表明早期手术介入(6 个月~1 年)患者术后康复更快,长期神经功能预后更好<sup>[19]</sup>。高龄和病程较长者,其身体机能均有一定程度的退变现象,病灶周围血管吻合网减少,术后组织修复能力较差,恢复能力明显减弱,因而术后在轻微应力作用下即可再次突出导致复发<sup>[20]</sup>。

## 2.2 吸烟史

Yao 等<sup>[21]</sup>发现无吸烟史与 PELD 术后的复发显著相关,即吸烟是保护性因素。但是 Yaman 等<sup>[21]</sup>在研究多种类型手术的术后复发危险因素时却发现吸烟是复发的显著危险因素。认为吸烟史是 PELD 术后复发的危险因素可能与如下因素相关:①许多实验研究证实,香烟的主要成分尼古丁会引起血管收缩,减少椎间盘周围血流量从而加速椎间盘退化<sup>[22]</sup>,退变严重的椎间盘髓核含水量少,同时椎间盘的生物力学性能明显降低,日后再次突出导致复发的风险相对较高;②吸烟会导致纤维环氧化并影响其营养供应,进而影响纤维环的愈合,PELD 技术的关键是摘除突出的髓核,而摘除后是否复发的关键则在于有无髓核再次突出,若 PELD 术后纤维环正常愈合,则可有效预防髓核再次突出;③长期吸烟所致的慢性咳嗽,会使椎间盘内压增高,也可能是导致复发的一个原因。吸烟对于 PELD 术后复发的影响仍然需要更加深入严谨的研究。

## 2.3 体重

体重是 PELD 术后复发的影响因素<sup>[10,15]</sup>,肥胖[体重指数(BMI)>28kg/m<sup>2</sup>]会更倾向于导致 PELD 术后复发<sup>[10]</sup>。同时有研究表明,BMI>25kg/m<sup>2</sup>会显著升高复发率<sup>[12]</sup>。Yaman 等<sup>[21]</sup>研究了腰椎间盘突出症术后复发的危险因素,同样证实 BMI 对复发有显著性影响。椎间盘总厚度约为脊柱全长的 20%~25%,具有连接、稳定、增加活动度和缓冲震荡

的弹性垫作用,而肥胖或者超重可能会使其缓冲震荡时受到损伤。Mundt 等<sup>[23]</sup>的研究表明,对于接受过手术的椎间盘而言,不论是单次高能量创伤,还是多次重复低能量负荷所致的累积效应,都会导致椎间盘再次突出。在相同体位姿势下,椎间盘受力与体重成正比,随着体重增加,椎间盘受力也相应增加,当承重超出自身缓冲作用的承受范围时,椎间盘即再次突出压迫神经,进而导致复发。因此围手术期应积极管理患者体重。

## 2.4 发病节段

PELD 术后复发还与首次发病节段有关。Kim 等<sup>[15]</sup>在研究 PELD 术后复发危险因素时纳入 42 例复发患者,其中 L4/5 节段 31 例,L5/S1 节段 9 例,其余节段 2 例,虽然其无法说明不同节段的术后复发具有统计学差异,但是就不同发病节段对复发的影响而言具有提示意义。与腰椎其他节段相比,L4/5 有最大的椎间盘体积,且存在统计学差异<sup>[24]</sup>,即使首次手术减压效果满意,位于正常位置的体积仍较大的椎间盘在日后的活动过程中也有可能再次突出压迫神经导致复发;而且与 L5/S1 节段相比 L4/5 具有相对高的活动度<sup>[25]</sup>,术后患者在进行早期负重训练时局部较大的活动度可能会导致局部的不稳定性,椎间盘受力也相应增加,当承重超出自身承受范围时,椎间盘即再次突出压迫神经,这可能会导致 L4/5 更容易出现复发。

与 Kim 等的研究不同,一项研究内窥镜下髓核摘除术后复发的 Meta 分析中,L4/5 复发率为 2.7%,L5/S1 的复发率为 3.1%,L5/S1 具有更高的复发率,这可能与 L5/S1 节段的髂嵴高、椎间孔小、病理改变复杂或横突肥大等解剖学因素导致 L5/S1 节段经椎间孔入路手术的难度较大有关<sup>[26]</sup>。另外,Wu 等<sup>[26]</sup>研究 L4/5 和 L5/S1 两个节段经椎间孔入路内窥镜下手术的学习曲线时,发现与 L4/5 节段相比,具有以上解剖学特征的 L5/S1 节段的学习曲线更陡,对术者而言更难掌握。因此,有关发病节段对于复发的影响仍需更深入的研究。

## 2.5 术前影像学参数

术前影像学参数比如椎间盘高度指数(disc height index,DHI)、矢状面活动度(sagittal range of motion,sROM)、终板 Modic 改变也与术后复发有关。

分别由上位椎体和下位椎体的两条对角线确定两者的中点,通过两个中点画一条直线,直线在椎间盘形成的高度是 a,在上位椎体形成的高度是 A,则  $DHI=a/A$ 。矢状面活动度(sROM)是指当脊柱极度前屈和向后极度拉伸时,脊柱所运动的最大角度。有研究表明,DHI 与 sROM 是髓核摘除术后复发的显著预测因素<sup>[27,28]</sup>。PELD 在摘除破裂髓核的过程中可能会影响脊柱的稳定性,因此脊柱稳定性良好是行 PELD 的首要条件<sup>[29]</sup>。相比于塌陷的椎间盘,高度较高的椎间盘更具有潜在的不稳定性<sup>[21]</sup>,而当椎间盘高度减少 50%时,较前相比其稳定性增加<sup>[30]</sup>。DHI 相对大的椎间盘,术后其稳定性可能进一步降低,因此其术后进行体力活动时更容易突出,导致复发。因此,通过术前计算

DHI和 sROM 可以推测患者术后复发的可能性。

终板 Modic 改变是椎体终板骨软骨炎,以腰椎最为多见,是一种发生于软骨的无菌性炎症,也是腰椎退变的一种特征表现<sup>[31]</sup>。Karchevsky 等<sup>[32]</sup>的研究发现 Modic 炎症的发生率为 58%(58/100),且其与年龄有显著相关性,这可能与随年龄进展的椎间结构退变相关。终板 Modic 改变是 PELD 术后复发的危险因素<sup>[15,21,33]</sup>,这可能与 Modic 终板改变提示腰椎局部结构不稳定有关<sup>[15]</sup>,腰椎局部结构的不稳定,日后再次突出的风险增加,复发的可能性也增加。其原因可能与如下几点有关:①终板 Modic 改变提示椎间盘存在的慢性炎症及自身免疫反应,以上两者会导致局部纤维及肉芽组织形成<sup>[34]</sup>,这种慢性炎症进展,可能会在首次手术后再次导致腰背痛。②局部炎症的变化也会影响术后纤维环的修复,纤维环修复受限,髓核组织则更容易突出,进而出现症状复发。

Modic 等<sup>[31]</sup>将终板 Modic 改变分为 3 型: I 型为 T1W1 低信号、T2W1 高信号,反映软骨椎板裂隙形成和软骨下纤维组织生成,提示病变处于活动期; II 型为 T1W1 高信号、T2W1 略高信号,是邻近椎体内的脂肪浸润的过程,病变处于稳定期; III 型为 T1W1、T2W1 均为低信号,是临近椎体的纤维化和钙化,提示病变进入痊愈期。目前关于终板 Modic 改变不同分型与 PELD 术后复发的关系鲜有报道,仍需要进一步的研究。

### 3 其他潜在危险因素

#### 3.1 关节松弛症(generalized joint laxity,GJL)

GJL 被证明与 LDH 发病有显著相关性<sup>[35]</sup>,关节松弛增加了关节的活动度,可导致颈肩痛及腰背痛,而且会加速脊柱关节及椎间盘的退变,从而导致 LDH 的发病。PELD 术后的患者,持续的关节松弛所致关节活动度增大,可能会导致 LDH 再次复发。关节松弛程度可以通过 Beighton 评分<sup>[35]</sup>评估进行量化。

#### 3.2 椎旁肌容积

椎旁肌包括促使腰椎前凸的腰大肌和由多裂肌和竖脊肌组成的腰背伸肌,其中竖脊肌又由髂肋肌、最长肌和棘肌组成<sup>[36]</sup>。Panjabi<sup>[37]</sup>提出支配脊柱运动的“三亚系模型”:主动亚系、被动亚系和神经支配亚系,其中主动亚系是指稳定脊柱的肌肉群,当脊柱处于各种运动状态时,作为主动亚系主要组成部分的椎旁肌对于维持腰椎的稳定性起到了重要作用。Kang 等<sup>[38]</sup>研究发现,小面积的腰大肌和竖脊肌更容易导致腰背痛。因此当椎旁肌因为各种原因退化萎缩时,会使腰椎的稳定性降低,进而更容易发生腰椎间盘突出。虽然 PELD 术后椎旁肌的萎缩及脂肪浸润现象明显较开放手术减轻,但对椎旁肌仍有影响,多裂肌萎缩率仍达 19%<sup>[39]</sup>。而椎旁肌的脂肪浸润程度与腰椎间盘突出症具有显著相关性<sup>[40]</sup>。因此,患者的椎旁肌容积可能也是影响术后复发的关键因素。

### 4 小结

如上所述,术者的经验和患者的病程、吸烟史、体重、发病节段、术前影像学参数等是 PELD 术后复发的影响因素。关节松弛症、椎旁肌容积和终板 Modic 改变不同分型是仍有潜在研究价值的影响因素。对目前已经明确的 PELD 术后复发的危险因素如患者年龄、病程、终板 Modic 改变等医生和患者无法改变的既定因素,可以利用其评估患者预后并制定个性化治疗方案;对于可控因素,如术者经验、患者的体重和吸烟史等,可以通过对术者进行充足的训练、术前开展健康宣教、术后指导患者进行安全可靠的康复训练来降低 PELD 术后的复发率;对于潜在的与尚无统一结论的危险因素则需要更深一步研究。

### 5 参考文献

1. Abrishamkar S, Kouchakzadeh M, Mirhosseini A, et al. Comparison of open surgical discectomy versus plasma-laser nucleoplasty in patients with single lumbar disc herniation[J]. J Res Med Sci, 2015, 20(12): 1133-1137.
2. 刘海平, 郝定均, 王晓东, 等. 两种微创手术方法治疗腰椎间盘突出突出症的临床疗效比较[J]. 中国疼痛医学杂志, 2017, 23(6): 438-442.
3. van den Hout WB, Peul WC, Koes BW, et al. Prolonged conservative care versus early surgery in patients with sciatica from lumbar disc herniation: cost utility analysis alongside a randomised controlled trial[J]. BMJ, 2008, 336(7657): 1351-1354.
4. Yeung AT. Minimally invasive disc surgery with the Yeung endoscopic spine system(YESS)[J]. Surg Technol Int, 1999, 8: 267-277.
5. Hoogland T, Schubert M, Miklitz B, et al. Transforaminal posterolateral endoscopic discectomy with or without the combination of a low-dose chymopapain: a prospective randomized study in 280 consecutive cases [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2006, 31(24): E890-E897.
6. Huang W, Han Z, Liu J, et al. Risk factors for recurrent lumbar disc herniation: a systematic review and Meta-analysis [J]. Medicine(Baltimore), 2016, 95(2): e2378.
7. Mahesha K. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy: results of first 100 cases[J]. Indian J Orthop, 2017, 51(1): 36-42.
8. Stromqvist F, Stromqvist B, Jonsson B, et al. The outcome of lumbar disc herniation surgery is worse in old adults than in young adults[J]. Acta Orthop, 2016, 87(5): 516-521.
9. Yin S, Du H, Yang W, et al. Prevalence of recurrent herniation following percutaneous endoscopic lumbar discectomy: a Meta-analysis[J]. Pain Physician, 2018, 21(4): 337-350.
10. Wu J, Zhang C, Lu K, et al. Percutaneous endoscopic lumbar reoperation for recurrent sciatica symptoms: a retrospective analysis of outcomes and prognostic factors in 94 patients[J]. World Neurosurg, 2018, 109: e761-e769.



11. Sencer A, Yorukoglu AG, Akcakaya MO, et al. Fully endoscopic interlaminar and transforaminal lumbar discectomy: short-term clinical results of 163 surgically treated patients [J]. *World Neurosurg*, 2014, 82(5): 884–890.
12. Yao Y, Liu H, Zhang H, et al. Risk factors for recurrent herniation after percutaneous endoscopic lumbar discectomy [J]. *World Neurosurg*, 2017, 100: 1–6.
13. Wang B, Lu GH, Patel AA, et al. An evaluation of the learning curve for a complex surgical technique: the full endoscopic interlaminar approach for lumbar disc herniations[J]. *Spine J*, 2011, 11(2): 122–130.
14. Ahn SS, Kim SH, Kim DW. Learning curve of percutaneous endoscopic lumbar discectomy based on the period (early vs. late) and technique(in-and-out vs. in-and-out-and-in): a retrospective comparative study [J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2015, 58(6): 539–546.
15. Kim JM, Lee SH, Ahn Y, et al. Recurrence after successful percutaneous endoscopic lumbar discectomy[J]. *Minim Invasive Neurosurg*, 2007, 50(2): 82–85.
16. Ahn Y, Lee SH, Park WM, et al. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for recurrent disc herniation: surgical technique, outcome, and prognostic factors of 43 consecutive cases[J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2004, 29(16): E326–E332.
17. 赵江, 赵宇, 张健, 等. 影响经皮椎间孔镜对腰椎间盘突出症疗效的危险因素回归分析[J]. *颈腰痛杂志*, 2016, 37(6): 487–490.
18. Manchikanti L, Singh V, Falco FJ, et al. An updated review of automated percutaneous mechanical lumbar discectomy for the contained herniated lumbar disc[J]. *Pain Physician*, 2013, 16(2 Suppl): SE151–SE184.
19. Kreiner DS, Hwang SW, Easa JE, et al. An evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of lumbar disc herniation with radiculopathy[J]. *Spine J*, 2014, 14(1): 180–191.
20. 齐文斌, 朱彦海. 经皮椎间孔镜手术治疗腰椎间盘突出症的疗效观察及术后复发的相关因素分析[J]. *颈腰痛杂志*, 2019, 40(6): 776–780.
21. Yaman ME, Kazanci A, Yaman ND, et al. Factors that influence recurrent lumbar disc herniation[J]. *Hong Kong Med J*, 2017, 23(3): 258–263.
22. 潘福敏, 王善金, 麻彬, 等. 吸烟与腰椎间盘突出退变的相关性[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2015, 25(8): 746–749.
23. Mundt DJ, Kelsey JL, Golden AL, et al. An epidemiologic-study of non-occupational lifting as a risk factor for herniated lumbar intervertebral disc[J]. *Spine*, 1993, 18(5): 595–602.
24. 文兵, 杜瑛, 胡良波, 等. 磁共振对 BMI 正常人群髓核体积的测量与临床应用研究[J]. *中国医学计算机成像杂志*, 2016, 22(4): 346–350.
25. 孟壮志, 朱青安, 范真, 等. 腰骶部椎间盘髓核摘除对脊柱稳定性影响的生物力学研究 [J]. *中国临床解剖学杂志*, 1999, 17(1): 77–78.
26. Wu XB, Fan GX, Gu X, et al. Learning curves of percutaneous endoscopic lumbar discectomy in transforaminal approach at the L4/5 and L5/S1 levels: a comparative study[J]. *J Zhejiang Univ Sci B*, 2016, 17(7): 553–560.
27. Kim KT, Park SW, Kim YB. Disc height and segmental motion as risk factors for recurrent lumbar disc herniation [J]. *Spine*, 2009, 34(24): 2674–2678.
28. 陈国勇, 谢恩, 张振兴, 等. 单纯髓核摘除术治疗腰椎间盘突出症术后复发的多元影响因素分析 [J]. *中国骨与关节杂志*, 2018, 7(6): 437–441.
29. Yuan C, Wang J, Zhou Y, et al. Endoscopic lumbar discectomy and minimally invasive lumbar interbody fusion: a contrastive review[J]. *Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne*, 2018, 13(4): 429–434.
30. Axelsson P, Karlsson BS. Intervertebral mobility in the progressive degenerative process: a radiostereometric analysis[J]. *Eur Spine J*, 2004, 13(6): 567–572.
31. Modic MT, Steinberg PM, Ross JS, et al. Degenerative disk disease: assessment of changes in vertebral body marrow with MR imaging[J]. *Radiology*, 1988, 166(1 Pt 1): 193–199.
32. Karchevsky M, Schweitzer ME, Carrino JA, et al. Reactive endplate marrow changes: a systematic morphologic and epidemiologic evaluation[J]. *Skeletal Radiol*, 2005, 34(3): 125–129.
33. Shen Z, Zhong ZM, Wu Q, et al. Predictors for poor outcomes after percutaneous endoscopic lumbar discectomy: a retrospective study of 241 patients [J]. *World Neurosurg*, 2019, 126: e422–e431.
34. Dudli S, Fields AJ, Samartzis D, et al. Pathobiology of Modic changes[J]. *Eur Spine J*, 2016, 25(11): 3723–3734.
35. Lee GW, Lee SM, Suh BG. The impact of generalized joint laxity on the occurrence and disease course of primary lumbar disc herniation[J]. *Spine J*, 2015, 15(1): 65–70.
36. 闫广辉, 李志赏, 赵磊, 等. 退行性腰椎滑脱症患者椎旁肌变化的影像学分析[J]. *中国临床研究*, 2017, 30(4): 509–511.
37. Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and instability hypothesis [J]. *J Spinal Disord*, 1992, 5(4): 390–397.
38. Kang CH, Shin MJ, Kim SM, et al. MRI of paraspinal muscles in lumbar degenerative kyphosis patients and control patients with chronic low back pain[J]. *Clin Radiol*, 2007, 62(5): 479–486.
39. 俞海明, 姚学东, 林金矿, 等. 单节段腰椎融合术后椎旁肌形态改变与腰痛关系: 微创入路与开放入路的随机对照研究 [J]. *中外医学研究*, 2016, 14(33): 1–3.
40. Battie MC, Niemelainen R, Gibbons LE, et al. Is level- and side-specific multifidus asymmetry a marker for lumbar disc pathology[J]. *Spine J*, 2012, 12(10): 932–939.

(收稿日期:2019-11-17 末次修回日期:2020-03-12)

(本文编辑 卢庆霞)