

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2024.03.018

脊柱双通道内镜治疗青少年腰椎间盘突出症的临床研究*

沙浩¹ 潘健¹ 芦斌¹ 韩超¹ 郭时空¹ 韩康^{2Δ}

(1 空军军医大学唐都医院骨科 陕西 西安 710038; 2 解放军第九六〇医院骨科 山东 济南 250000)

摘要 目的:探讨使用单侧双通道脊柱内镜技术(unilateral biportal endoscopy, UBE)在青少年腰椎间盘突出症患者中的优势及安全性。**方法:**采用回顾性分析的方法,对符合纳入及排除标准的共计 96 例患者进行分析和比较,根据手术方式的不同,分为 UBE 组(52 例)和单通道孔镜患者组(44 例)。评价围手术期,手术前后疼痛、功能变化及影像学资料。**结果:**两组患者均无严重并发症。两组患者术后 VAS 评分及 ODI 评分较术前有显著改善($P<0.05$),但从远期来看,UBE 组优于 PELD 组。在术中透视次数、复发等指标中,UBE 组显著优于 PELD 组。影像学指标中,UBE 组在椎管面积,术后残留等指标中有显著优势($P<0.05$)。**结论:**单侧双通道脊柱内镜技术在青年椎间盘突出症的治疗中是一种理想且安全的治疗方式。

关键词:单侧双通道脊柱内镜技术;腰椎间盘突出症;微创;临床结果

中图分类号:R681.53 文献标识码:A 文章编号:1673-6273(2024)03-497-05

Clinical Analysis of Unilateral Biportal Endoscopy in the Treatment of Lumbar Spinal Stenosis in Young People*

SHA Hao¹, PAN Jian¹, LU Bin¹, HAN Chao¹, GUO Shi-kong¹, HAN Kang^{2Δ}

(1 Department of orthopedic, Tangdu Hospital, Air Force Military Medical university, Xi'an, Shaanxi, 710038, China;

2 Department of orthopedic, The 960th Hospital of the PLA Joint Logistics Support Force, Ji'nan, Shandong, 250000, China)

ABSTRACT Objective: To observe the treatment effect of unilateral biportal endoscopy and annulus fibrosus stapler in the treatment of lumbar spinal stenosis in young people. **Methods:** A retrospective analysis of 96 cases of lumbar spinal stenosis in young people using unilateral biportal endoscopy and annulus fibrosus stapler (52, UBE) and percutaneous endoscopic lumbar discectomy, 44, PELD). The perioperative period, follow-up and imaging data were evaluated. **Results:** All patients in both groups had operations performed successfully without serious complications. There is a significantly improvement after operation in VAS and ODI in all groups ($P<0.05$), while there is a significantly superior in long-term in UBE group. In addition, the UBE group proved significantly superior to the PELD group in terms of the X-ray times and recurrence ($P<0.05$). Radiographically, the UBE group also proved significantly superior to the PELD group in terms of the spinal canal area and the the postoperative residual ($P<0.05$). **Conclusion:** The unilateral biportal endoscopy could be a kind of ideal and safe treatment in clinic in the treatment of lumbar spinal stenosis in young people.

Key words: Unilateral biportal endoscopy; Lumbar disc herniation; Minimally invasive; Clinical outcome

Chinese Library Classification(CLC): R681.53 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2024)03-497-05

前言

随着社会的发展及生活方式的改变,腰椎间盘突出症的发病率越来越有年轻化的趋势。青少年腰椎间盘突出症(Adolescent lumbar disc herniation, ALDH)是其中的一种特殊类型^[1]。由于青少年的自身特点及对运动、功能的高要求,经典的开放融合内固定术往往是最后的选择^[2]。而保守治疗在例如巨大脱垂、下肢神经压迫症状严重的诸多患者中效果较差。

单通道脊柱内镜(Percutaneous endoscopic lumbar discectomy, PELD)^[3]因其微创,出血少、创伤小的特点为 ALDH 患者提供了良好的手术选择。但 ALDH 患者往往突出较大甚至脱垂,与

神经根毗邻关系紧密,并且对术中透视的副作用敏感^[4]。单侧双通道内镜技术(Unilateral Biportal Endoscopic Spine Surgery, UBE)是目前微创脊柱外科的热点和焦点^[5]。凭借着良好的视野和操作空间,能够实现靶点位置的彻底精准减压,对于 ALDH 有着独特的优势。

1 资料和方法

1.1 研究对象

此次研究将回顾性分析自 2020 年 1 月至 2022 年 1 月共计 96 例患者。UBE 组为 52 例,其中男性为 28 例,女性为 24 例;年龄为 27.31 ± 6.72 岁;L4/5 间隙突出为 30 例,L5/S1 患者

* 基金项目:国家自然科学基金项目(81702935);山东省医药卫生科技发展计划项目(202204071065)

作者简介:沙浩(1986-),本科,主治医师,主要从事骨外科技术的诊治,E-mail: 104328119@qq.com

Δ 通讯作者:韩康(1983-),博士,副主任医师,主要从事微创脊柱外科技术的诊治,E-mail: gan_7758525@163.com

(收稿日期:2023-05-21 接受日期:2023-06-23)

为 22 例。中央型突出为 17 例,旁中央型为 35 例。PELD 组为 44 例,其中男性为 23 例,女性为 21 例;年龄为 27.18±7.01 岁;L4/5 间隙突出为 26 例,L5/S1 患者为 18 例。中央型突出为 12 例,旁中央型为 32 例。两组患者在上述的一般性资料的比较中无显著性差异(P 均>0.05)。所有患者均签署相关同意书。本次研究经空军军医大学唐都医院伦理委员会批准同意。

本次研究的纳入及排除标准如下^[6,7]:

纳入标准:①按照我国共青团关于青少年的定义,患者年龄在 14-30 岁。②患者明确诊断为腰椎间盘突出症;③患者在我院行 UBE 或 PELD 手术。排除标准:④患者合并感染、肿瘤等全身疾病或其他严重代谢性、免疫性疾病;⑤患者合并有脊柱骨折等疾病;⑥患者有既往脊柱手术史。

1.2 方法

1.2.1 手术方法 UBE 组:患者全身麻醉,效果满意后,采用俯卧位并保证手术间隙垂直于地面。术前通过移动 C 臂对手术间隙进行定位画线。以上下椎弓根内缘与棘突横线交点为目标点,上下切口约间隔 2.5-3 cm。消毒铺单后,置入 UBE 镜头及扩张通道,再次透视见交汇位置位于上位椎板下缘(图 1-A3)。使用射频刀头在镜下对上位椎板进行处理,直至完全暴露。磨钻去除适当的上下位椎板和部分下位关节突内缘,完全显露黄韧带(图 1-A4)。蓝钳去除靶点位置的黄韧带后,显露神经根、突出髓核及相应的责任间隙(图 1-B1)。摘除突出髓核并对相应纤维环使用射频进行处理(图 1-B2-3)。再次探查,见神经根及硬膜囊减压充分,搏动良好,无明显压迫(图 1-B4)。留置引流管,逐层缝合切口,无菌敷料包扎。

PELD 组:患者采用局部麻醉。根据不同节段及突出位置、

肥胖情况进行术前定位划线。穿刺针穿刺位置满意后,关节突成型,置入椎间孔镜及镜下影像系统。使用射频及抓钳等进行镜下处理,谨慎的暴露及摘除突出髓核并对破口纤维环进行处理,直至减压充分。缝合切口,无菌敷料包扎。

1.2.2 术后护理 两组患者均不使用抗生素,术后当天即可床上功能锻炼。术后第 2 天视情况在腰围保护下下地行功能锻炼。术后病情无特殊变化,可于术后 3-5 天出院。

1.2.3 评价方法 记录围手术期资料,包括手术时间、切口长度、术中失血、术中并发症、住院时间。采用疼痛视觉模拟评分^[8](visual analogue scale, VAS)、Oswestry 功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)^[9]评价临床结果。行影像检查,测量椎管面积、椎间隙高度,记录椎间隙 Pfirrmann 分级^[10]来进行影像学评价。

1.3 统计学分析

使用 SPSS 21.0 软件对数据进行统计分析,计量数据采用($\bar{x} \pm s$)表示,资料呈正态分布时,采用单因素方差分析;资料非正态分布时,采用秩和检验。等级资料采用秩和检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者的围手术期指标比较

所有患者手术均按照术前计划顺利完成。在围手术期指标的比较中,UBE 在术中透视次数的比较中显著优于 PELD 组。在术中出血量,总切口长度等方面与 PELD 组有显著性差异($P < 0.05$),但数值较开放性手术均显著偏小。而在手术时间及住院时间等指标中,未见显著差异($P > 0.05$)。见表 1。

表 1 患者临床结果指标的比较($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Differences of clinical outcome indicators in patients of different groups ($\bar{x} \pm s$)

Indicators	UBE(n=52)	PELD(n=44)	P
The operation time(min)	72.35± 17.21	69.56± 16.60	0.399
Intraoperative blood loss(mL)	62.62± 18.53	12.62± 6.58	<0.001
The total length of incision(cm)	3.26± 0.28	0.84± 0.09	<0.001
Intraoperative fluoroscopy(times)	2.41± 0.58	6.35± 1.05*	<0.001
Hospital time(d)	8.75± 1.41	7.45± 1.48*	0.860

2.2 两组患者的疼痛和功能评分比较

两组患者在术后 3 天、3 月及 6 月时的 VAS 评分和相应的 ODI 评分较术前均有显著改善($P < 0.05$)。在术后 3 天时,两组无显著性差异($P > 0.05$),但在术后 3 月及 6 月时,UBE 组较 PELD 组均有显著优势($P < 0.05$)。见表 2。

2.3 影像评估

两组患者术后的椎间隙高度较术前具有不同程度的下降,但两组间无显著性差异($P > 0.05$)。UBE 组在术后 Pfirrmann 分级指标中较 PELD 组有优势,但无统计学意义($P > 0.05$)。在椎管面积指标的比较中,UBE 组显著优于对照组($P < 0.05$)。见表 3。

2.4 关于并发症的比较

所有患者均接受至少 6 个月的随访。随访过程中,PELD 组由于复发(1 例)及髓核残留伴随下肢症状(2 例)各进行了 2

次手术,剩余 4 例残留无症状者未进行二次手术。UBE 组有 1 例影像残留患者未进行二次手术。UBE 组有 3 例患者术中发现纤维环破口较大,给予 2 个一次性使用纤维环缝合器进行两次缝合。有 1 例患者出现硬膜囊撕裂,尽快结束手术后,患者未出现任何不适。UBE 组 2 例患者术后出现患肢感觉异常,经保守治疗后完全缓解。PELD 组出现 8 例患肢感觉异常,经保守治疗后完全缓解。

两组患者在术后复发及影像髓核残留指标的比较中,UBE 组显著优于对照组($P < 0.05$)。见表 4。

3 讨论

腰椎间盘突出症是目前非常常见的引起下腰痛及下肢放射性疼痛腰椎退行性疾病^[11]。在很长一段时间内,腰后路开放减压植骨融合内固定术都是经典的手术方式。但其创伤大,出

表 2 患者临床结果指标的比较($\bar{x} \pm s$)
Table 2 Differences of clinical outcome indicators in patients of different groups ($\bar{x} \pm s$)

Indicators	UBE(n=52)	PELD(n=44)	P
VAS			
Before operation	8.03± 1.59	7.89± 1.62	0.845
3 days after operation	2.58± 0.65	3.12± 0.86	0.129
3 months after operation	1.86± 0.34	2.72± 0.42	0.001
6 months after operation	1.23± 0.26	2.01± 0.34	<0.001
ODI(%)			
Before operation	42.87± 10.26	41.64± 9.34	0.220
3 days after operation	14.25± 3.57	15.28± 4.13	0.351
3 months after operation	8.31± 2.03	12.28± 2.12	0.011
6 months after operation	6.25± 1.84	9.58± 2.03	0.001

表 3 两组患者影像指标的比较($\bar{x} \pm s$)
Table 3 Differences of imaging indicators in patients of different groups ($\bar{x} \pm s$)

Indicators	UBE(n=52)	PELD(n=44)	P
Intervertebral disc height(mm)			
Before operation	9.72± 0.86	9.64± 0.79	0.788
3 months after operation	9.68± 0.91	9.61± 0.82	0.378
6 months after operation	9.54± 0.52	9.59± 0.54	0.960
Spinal canal area(cm ²)			
Before operation	1.39± 0.41	1.38± 0.37	0.215
3 months after operation	2.04± 0.28	1.78± 0.26	0.037
6 months after operation	2.03± 0.11	1.77± 0.14	0.001
Pfirmann			
Before operation(II/III/IV/V)	6/18/20/8	5/14/17/8	0.982
3 months after operation(II/III/IV/V)	10/21/18/3	8/14/16/6	0.554
6 months after operation(II/III/IV/V)	12/30/8/2	9/17/14/4	0.127

表 4 两组患者在术后复发和残留影像指标的比较($\bar{x} \pm s$)
Table 4 Differences of recurrent and residual imaging in patients of different groups ($\bar{x} \pm s$)

Indicators	UBE(n=52)	PELD(n=44)	P
Recurrent and residual	3	9	0.030
No recurrent and residual	49	35	

血多,恢复慢,尤其是融合后局部活动性丧失及邻近节段退变更是会给患者带来极大的术后痛苦^[12]。

ALDH 的发病率被认为并不高,但随着生活方式的改变以及对于青年的标准的不断更新,现在其发病率逐渐提高,并成为青少年腰腿痛的重要病因^[13]。与老年人不同,ALDH 有其自身的特点^[4,15]:1)退变往往并不十分明显;2)症状一般较为严重;3)患者突出髓核往往较大,且容易脱垂;4)往往伴有高强度体力劳动或运动。由于青少年往往对恢复的速度及质量要求较高,且恢复后往往需要进行高强度的体力活动,因此,常规的后路开放融合手术并不适合青少年^[16]。人们迫切需求微创脊柱手

术能够解决相关问题。

与其他外科手术一样,在最近十几年,微创理念在脊柱外科也有了跨越式的发展。PELD 技术就是其中的代表^[17]。通过一长约 7-8 mm 的切口,在镜下,PELD 目前可以完成颈椎间盘突出髓核摘除、椎管狭窄减压,融合等多项脊柱手术^[18,19]。在极大的减小创伤,降低手术风险,缩短恢复时间的同时,保证了手术疗效和安全性,开创了脊柱外科的 " 微创时代 " ^[20]。但随着 PELD 的不断开展,其缺点和局限性也不断地在展现在人们面前。最为典型^[21]的就是操作空间、手术视野的局限性;学习曲线的陡峭性和复发的难控性。

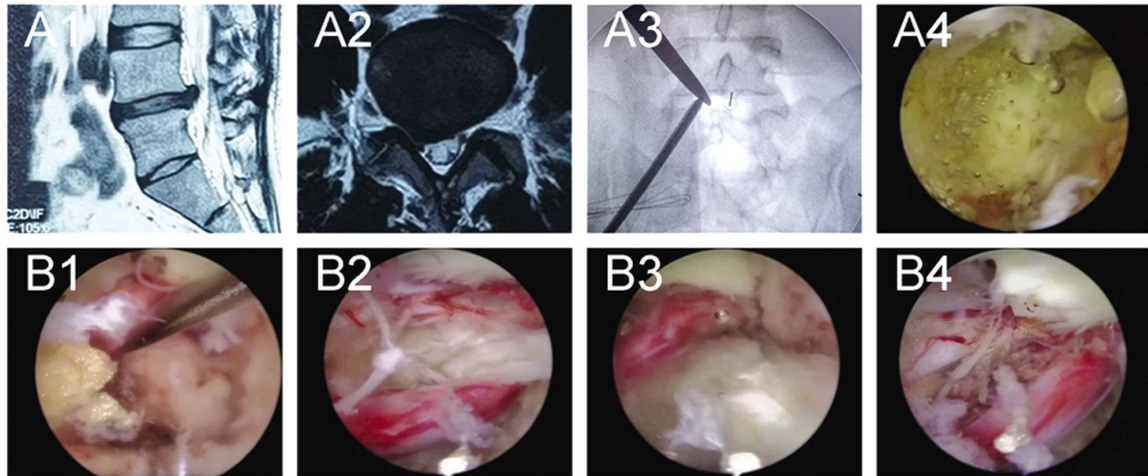


图1 典型病例 患者女,28岁,腰4/腰5 腰椎间盘突出症

A1-A2: 核磁共振示巨大髓核脱出 A3: 术中定位,位于上位椎板上缘 A4: 显露椎板间黄韧带 B1: 显露神经根及突出髓核 B2-3: 从腋下及肩部分别摘除突出髓核 B4: 探查见硬膜囊及神经根松弛。

Fig. 1 Typical cases of female patients, 28, L4/L5 lumbar disc disease

A1-A2: MRI: Huge emergence of nucleus pulposus; A3: Intraoperative localization: in the upper edge of the vertebral plate; A4: Yellow ligament between vertebral plate; B1: Nerve root and nucleus pulposus; B2-3: Removing the nucleus pulposus from armpits and shoulder; B4: Dural sac and nerve root relaxation.

青少年腰椎间盘突出由 Wahren 于 1945 年首次描述,是一类特殊人群的特殊性质的椎间盘突出症,并且一直是 LDH 研究的热点^[22]。与常见的中老年退变性椎间盘突出不同,青少年腰椎间盘突出病因往往是由于外伤暴力或者长期错误的身体姿态所导致^[23]。在突出类型上,患者疾病被诊断时往往已经呈现巨大突出或者脱出状态,与神经根毗邻密切。而青少年由于生活和学习、工作的原因,往往对于术后的功能恢复要求明显增高,特别是在复发问题中更是如此^[24]。因此,在手术中,就要求对于髓核突出处理的彻底性和合理性,且对于手术安全性要求更高^[25]。

双通道脊柱内镜技术是目前微创脊柱外科的热点和焦点^[26]。与 PELD 相比,其不仅具备微创、水介质下操作、视野清晰、感染率低,恢复快等脊柱内镜的共同优点,更因具备与关节镜相似的观察通道与操作通道两个通道,从而能够提供非常广泛的手术视野和操作空间^[27,28]。在此基础上,我们就能够安全、清晰且全面的对突出位置和范围进行观察,对神经根和硬膜囊进行充分的减压,从而达到更好的手术效果。且该手术中的透视次数显著低于 PELD,从而对于年轻人有着更好的保护作用。该技术学习曲线显著平缓和缩短,利于学习和推广^[29]。在我们的实验中,UBE 组在远期 VAS 等多项临床指标中都显著优于 PELD 组,也再次证实了上述结论。

在影像学评估中,我们也再次发现 UBE 组在髓核残留及复发等方面显著优于 PELD 组,这充分显示了 UBE 对于减压的充分性。由于探查视野更为广泛和清晰,髓核摘除更为彻底,其复发率也会显著降低^[30]。而在椎管面积等方面 UBE 组亦显示出了巨大的优势。这同样与 UBE 视野和操作空间更为广泛和自由相关。

总之,对于青少年腰椎间盘突出症这一特殊的脊柱疾病来讲,使用双通道 UBE 脊柱内镜技术能够取得非常良好的疗效,且具备很好的安全性和推广性。但同样的,此项技术有其自身

的特点和操作要求,需要进一步的进行学习、整理与总结。

参考文献(References)

- [1] Chu PL, Wang T, Zheng JL, et al. Global and Current Research Trends of Unilateral Biportal Endoscopy/Biportal Endoscopic Spinal Surgery in the Treatment of Lumbar Degenerative Diseases: A Bibliometric and Visualization Study[J]. *Orthop Surg*, 2022, 14(4): 635-643.
- [2] Shimony N, Louie C, Barrow D, et al. Adolescent Disc Disease: Risk Factors and Treatment Success-Related Factors[J]. *World Neurosurg*, 2021, 148e314-e320.
- [3] Yu H, Zhu B, Liu X. Comparison of Percutaneous Endoscopic Lumbar Discectomy and Open Lumbar Discectomy in the Treatment of Adolescent Lumbar Disc Herniation: A Retrospective Analysis [J]. *World Neurosurg*, 2021, 151: e911-e917.
- [4] Xu Z, Liu Y, Chen J. Percutaneous Endoscopic Interlaminar Discectomy for L5-S1 Adolescent Lumbar Disc Herniation [J]. *Turk Neurosurg*, 2018, 28(6): 923-928.
- [5] Gatam AR, Gatam L, Mahadhipta H, et al. Unilateral Biportal Endoscopic Lumbar Interbody Fusion: A Technical Note and an Outcome Comparison with the Conventional Minimally Invasive Fusion[J]. *Orthop Res Rev*, 2021, 13: 229-239.
- [6] Chen Y, Song R, Huang W, et al. Percutaneous endoscopic discectomy in adolescent lumbar disc herniation: a 3- to 5-year study [J]. *J Neurosurg Pediatr*, 2018, 23(2): 251-258.
- [7] Wu H, Li T, Cao J, et al. Does Percutaneous Endoscopic Lumbar Discectomy for Adolescent Posterior Ring Apophysis Fracture Accompanied with Lumbar Disc Herniation Have Better Outcome Than Lumbar Disc Herniation Alone? [J]. *J Pain Res*, 2023, 16: 911-919.
- [8] Patgaonkar P, Marathe NA, Goyal V, et al. Adolescent Lumbar Disc Herniation with a Peculiar Gait Pattern Managed by Transforaminal Endoscopic Spine Surgery[J]. *J Orthop Case Rep*, 2020, 10(8): 93-96.
- [9] Kelekis A, Bonaldi G, Cianfoni A, et al. Intradiscal oxygen-ozone

- chemonucleolysis versus microdiscectomy for lumbar disc herniation radiculopathy: a non-inferiority randomized control trial [J]. *Spine J*, 2022, 22(6): 895-909.
- [10] Yoshimizu R, Nakase J, Yoshioka K, et al. Incidence and temporal changes in lumbar degeneration and low back pain in child and adolescent weightlifters: A prospective 5-year cohort study [J]. *PLoS One*, 2022, 17(6): e0270046.
- [11] Wang YD, A RN, Xu YY, et al. Three-dimensional digital measurement of the facet joint in normal individual and lumbar intervertebral disc herniation patients aged 13 - 18 years [J]. *Asian J Surg*, 2022, 45(1): 269-276.
- [12] Wang Y, Xu Y, Tian G, et al. Pediatric lumbar disc herniation: a report of two cases and review of the literature [J]. *Eur J Med Res*, 2022, 27(1): 82.
- [13] Trager RJ, Daniels CJ, Perez JA, et al. Association between chiropractic spinal manipulation and lumbar discectomy in adults with lumbar disc herniation and radiculopathy: retrospective cohort study using United States' data[J]. *BMJ Open*, 2022, 12(12): e068262.
- [14] Martin JT, Oldweiler AB, Kosinski AS, et al. Lumbar intervertebral disc diurnal deformations and T2 and T1rho relaxation times vary by spinal level and disc region[J]. *Eur Spine J*, 2022, 31(3): 746-754.
- [15] Akazawa T, Umehara T, Iinuma M, et al. Spinal Alignments of Residual Lumbar Curve Affect Disc Degeneration after Spinal Fusion in Patients with Adolescent Idiopathic Scoliosis: Follow-up after 5 or More Years[J]. *Spine Surg Relat Res*, 2020, 4(1): 50-56.
- [16] Patgaonkar P, Marathe NA, Goyal V, et al. Adolescent Lumbar Disc Herniation with a Peculiar Gait Pattern Managed by Transforaminal Endoscopic Spine Surgery[J]. *J Orthop Case Rep*, 2020, 10(8): 93-96.
- [17] Xie Y, Wang X, Jian Q, et al. Three dimensional finite element analysis used to study the influence of the stress and strain of the operative and adjacent segments through different foraminnoplasty technique in the PELD: Study protocol clinical trial (SPIRIT Compliant)[J]. *Medicine*, 2020(No.15): e19670.
- [18] Sairyo K, Chikawa T, Nagamachi A. State-of-the-art transforaminal percutaneous endoscopic lumbar surgery under local anesthesia: Discectomy, foraminoplasty, and ventral facetectomy [J]. *J Orthop Sci*, 2018, 23(2): 229-236.
- [19] Zhang R, Zhang SJ, Wang XJ. Postoperative functional exercise for patients who underwent percutaneous transforaminal endoscopic discectomy for lumbar disc herniation [J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2018, 22(1 Suppl): 15-22.
- [20] Huang Y, Yin J, Sun Z, et al. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for LDH via a transforaminal approach versus an interlaminar approach: a meta-analysis [J]. *Orthopade*, 2020, 49(4): 338-349.
- [21] Tacconi L, Baldo S, Merci G, et al. Transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy: outcome and complications in 270 cases[J]. *J Neurosurg Sci*, 2020, 64(6): 531-536.
- [22] Mao L, Zhu B, Wu XT. One-Stage Percutaneous Endoscopic Lumbar Discectomy for Symptomatic Double-Level Contiguous Adolescent Lumbar Disc Herniation[J]. *Orthop Surg*, 2021, 13(5): 1532-1539.
- [23] Semaan H, Curnutte B, Cooper M, et al. Overreporting of the disc herniation in lumbar spine MRI scans performed for patients with spondylolisthesis[J]. *Acta Radiol*, 2021, 62(3): 388-393.
- [24] Yu H, Zhu B, Song Q, et al. Evaluation of full-endoscopic lumbar discectomy in the treatment of obese adolescents with lumbar disc herniation: a retrospective study [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2021, 22(1): 562.
- [25] Hasvik E, Haugen AJ, Grøvle L. Symptom descriptors and patterns in lumbar radicular pain caused by disc herniation: a 1-year longitudinal cohort study[J]. *BMJ Open*, 2022, 12(12): e065500.
- [26] Kim KR, Park JY. The Technical Feasibility of Unilateral Biportal Endoscopic Decompression for The Unpredicted Complication Following Minimally Invasive Transforaminal Lumbar Interbody Fusion: Case Report[J]. *Neurospine*, 2020, 17(Suppl 1): S154-S159.
- [27] Pao JL, Lin SM, Chen WC, et al. Unilateral biportal endoscopic decompression for degenerative lumbar canal stenosis [J]. *J Spine Surg*, 2020, 6(2): 438-446.
- [28] Lee HG, Kang MS, Kim SY, et al. Dural Injury in Unilateral Biportal Endoscopic Spinal Surgery[J]. *Global Spine J*, 2021, 11(6): 845-851.
- [29] Kang M-S, Chung H-J, Jung H-J, et al. How I do it? Extraforaminal lumbar interbody fusion assisted with biportal endoscopic technique [J]. *Acta Neurochirurgica*, 2021(1): 295-299.
- [30] Han Gyu L, Moo Sung K, So Yeon K, et al. Dural Injury in Unilateral Biportal Endoscopic Spinal Surgery[J]. *Global spine journal*, 2021(6): 845-851.