

· 荟萃分析 ·

单侧双通道内镜腰椎融合术安全性的荟萃分析[△]

邹焱, 高子茏, 何跃, 陈果, 姚晓克, 顾祖超*

(成都市第一人民医院骨科, 四川成都 610041)

摘要: [目的] 系统评价单侧双通道内镜 (unilateral biportal endoscopic, UBE) 辅助腰椎融合术与传统腰椎融合术的安全性。[方法] 检索 The Cochrane Library、PubMed、Embase、Web of Science、Clinical Trials.gov、CBM、CNKI、VIP 和万方数据库, 收集所有 UBE 与传统腰椎融合术的对照研究, 检索时限均为建库至 2022 年 4 月 13 日, 采用 RevMan5.3 软件进行荟萃分析, 对数据不能合并者进行描述性定性分析。[结果] 共纳入 9 篇文献, 均为回顾性队列研究, 其中高质量文献 7 篇, 中等质量 2 篇。总共纳入患者 796 例, 其中 UBE 组 365 例, 传统组 431 例。荟萃分析结果显示: UBE 组和传统组的总并发症发生率 ($OR=0.94$, $95\%CI$ 0.57~1.53, $P=0.800$)、硬膜外血肿发生率 ($OR=1.16$, $95\%CI$ 0.38~3.52, $P=0.800$)、硬脊膜撕裂发生率 ($OR=1.80$, $95\%CI$ 0.76~4.30, $P=0.180$)、感染发生率 ($OR=0.35$, $95\%CI$ 0.09~1.30, $P=0.120$) 差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。此外, 一过性麻木发生率 ($OR=1.03$, $95\%CI$ 0.22~4.84, $P=0.970$)、减压不全发生率 ($OR=0.97$, $95\%CI$ 0.18~5.33, $P=0.970$)、翻修手术发生率 ($OR=0.78$, $95\%CI$ 0.17~3.61, $P=0.750$)、融合器沉降发生率 ($OR=0.86$, $95\%CI$ 0.30~2.47, $P=0.780$) 差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。[结论] UBE 辅助腰椎融合术与传统腰椎融合术具有同等的安全性。

关键词: 单侧双通道内镜, 腰椎融合术, 微创手术, 荟萃分析

中图分类号: R687 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2023) 11-1004-05

Safety of unilateral biportal endoscopic lumbar interbody fusion: a meta-analysis // ZOU Yan, GAO Zi-long, HE Yue, CHEN Guo, YAO Xiao-ke, GU Zu-chao. Department of Orthopedics, First People's Hospital of Chengdu City, Chengdu 610041, China

Abstract: [Objective] To systematically evaluate the safety of unilateral biportal endoscopic (UBE) lumbar interbody fusion versus conventional lumbar interbody fusion surgery. **[Methods]** The Cochrane Library, PubMed, Embase, Web of Science, Clinical Trials.gov, CBM, CNKI, VIP and Wanfang Database were searched to collect all comparative studies on UBE and conventional lumbar interbody fusion surgery from the establishment of the database to April 13, 2022, and then RevMan5.3 software was used for meta-analysis, additionally descriptive qualitative analysis was performed for data that could not be combined. **[Results]** A total of 9 articles were enrolled into this study, all of which were retrospective cohort studies, including 7 high-quality articles and 2 medium-quality articles. A total of 796 patients were involved, including 365 in the UBE group and 431 in the conventional group. As results of meta-analysis, there were no significant differences in terms of total complication rates ($OR=0.94$, $95\%CI$ 0.57~1.53, $P=0.800$), the incidence of epidural hematoma ($OR=1.16$, $95\%CI$ 0.38~3.52, $P=0.800$), incidence of dural tear ($OR=1.80$, $95\%CI$ 0.76~4.30, $P=0.180$), and incidence of infection ($OR=0.35$, $95\%CI$ 0.09~1.30, $P=0.120$) perioperatively between the UBE and traditional groups. Furthermore, there were no significant differences in terms of incidence of transient numbness ($OR=1.03$, $95\%CI$ 0.22~4.84, $P=0.970$), incidence of incomplete decompression ($OR=0.97$, $95\%CI$ 0.18~5.33, $P=0.970$) and incidence of revision surgery ($OR=0.78$, $95\%CI$ 0.17~3.61, $P=0.750$), and incidence of cage subsidence ($OR=0.86$, $95\%CI$ 0.30~2.47, $P=0.780$) between the two groups. **[Conclusion]** UBE lumbar interbody fusion is as safe as conventional lumbar interbody fusion surgery.

Key words: unilateral biportal endoscopy, lumbar interbody fusion, minimally invasive surgery, meta-analysis

当腰椎退行性疾病保守治疗的失败, 手术治疗可以治疗严重的腰椎滑脱症及腰椎管狭窄症等。传统的经后路腰椎椎间融合术 (posterior lumbar interbody fu-

sion, PLIF), 虽然可以缓解神经症状, 但是对腰椎后方案解剖结构破坏过多, 需要更长时间进行术后康复^[1]。经脊柱外科的发展, 经椎间孔入路进行腰椎椎

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2023.11.08

[△]基金项目:四川省卫生健康委员会医学科技项目(编号:21PJ138)

作者简介:邹焱, 执业医师, 硕士研究生, 研究方向:脊柱外科, (电话)18141303040, (电子信箱)852624242@qq.com

* 通信作者:顾祖超, (电话)13679061000, (电子信箱)264143449@qq.com

间融合术 (transforaminal lumbar interbody fusion, TLIF), 逐渐成为用于治疗腰椎退行性疾病的一种经典手术方式。Foley 等^[2]首次报道了微创经椎间孔入路腰椎椎间融合术 (minimally invasive surgery-transforaminal lumbar interbody fusion, MIS-TLIF), 通过将自体骨或异体骨置入椎体融合器, 并以经皮椎弓根螺钉固定。此后国内外有多篇关于 MIS-TLIF 的研究^[3-5], 普遍认为 MIS-TLIF 具有减少软组织的损伤等优势, 发现在保证安全性的同时, 可达到相似的临床治疗效果。然而, 在使用撑开器在腰部较深手术区域发挥的作用有限, 导致操作空间较小, 视野受限。与单通道内镜技术相比, 单侧双通道内镜技术 (unilateral biportal endoscopy spinal surgery, UBE) 是通过建立两个通道, 一个为观察通道, 另一个为工作通道, 可以置入常规手术器械。从理论上讲, 它具有操作空间较大、视野开阔、学习曲线较低等优势^[6]。UBE 技术早期通常是用于腰椎间盘摘除的单纯减压^[7]。Heo 等^[8]在 2017 年首次报道改良的 UBE 技术应用于腰椎融合术, 近年来 UBE 技术在我国蓬勃发展。然而关于单侧双通道内镜技术辅助腰椎融合术的安全性的证据还不充分, 本研究采用循证医学的方法评价其安全性, 以期为临床治疗提供循证医学依据。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准: (1) 研究类型: 随机对照试验 (randomized controlled trial, RCT) 或队列研究 (cohort study); (2) 研究对象: 疾病为腰椎滑脱症或腰椎管狭窄症, 并接受腰椎融合术的患者, 其种族、性别不限; (3) 干预措施: 采用单侧双通道内镜技术辅助进行腰椎融合术, 即 UBE 组; 采用 PLIF 或 TLIF 或 MIS-TLIF 等, 即传统手术组; (4) 结局指标: 硬膜外血肿、硬脊膜撕裂、感染、一过性麻木、减压不全、二次手术翻修、融合器沉降、螺钉松动、神经根损伤、深静脉血栓形成。

排除标准: (1) 患有脊柱肿瘤、脊柱畸形、强直性脊柱炎、精神疾病等; (2) 既往有腰椎手术史者; (3) 无法提取有效结局的数据; (4) 重复文献; (5) 非中、英文文献; (6) 无法获取全文及综述、荟萃分析等。

1.2 检索策略

计算机检索 The Cochrane Library, PubMed, Embase, Web of Science, Clinical Trials.gov, CBM, CNKI,

VIP 和万方数据库, 收集所有 UBE 与传统腰椎融合手术的对照研究, 检索时限均为建库至 2022 年 4 月 13 日, 采用 RevMan5.3 软件进行荟萃分析, 对数据不能合并者进行描述性定性分析。为扩大搜索范围, 同时手工检索骨科杂志以补充获取相关文献。检索采用主题词与自由词相结合的方式, 中文和英文检索词分别以 CBM 和 PubMed 提供为准。中文检索词包括: 双通道, 内镜, 融合; 英文检索词包括: UBE, BE, BESS, Biportal, Endoscopic, Fusion。

1.3 文献筛选、数据提取与评估

由两位作者按照独立阅读所检索得到的文献题目、摘要及全文, 根据纳入和排除标准筛选, 独立提取数据, 交叉核对。使用 EndNote X9 软件进行文献管理, 如意见不一致时则讨论或征求第 3 位研究者协助解决。资料提取的内容: (1) 文献基本信息; (2) 样本量、手术节段、年龄、性别、随访时间; (3) 结局指标包括硬膜外血肿、硬脊膜撕裂、感染、一过性麻木、减压不全、二次手术翻修、融合器沉降、螺钉松动、神经根损伤、深静脉血栓形成。

纳入的 RCT 采用 Cochrane Handbook 5.1.0 版本 RCT 的偏倚风险评估工具进行偏倚风险评价。纳入的队列研究采用纽卡斯尔-渥太华量表 (Newcastle-Ottawa scale, NOS) 进行质量评价。

1.4 统计学方法

采用 RevMan 5.3 软件进行荟萃分析。连续性变量采用加权均数差 (weighted mean difference, WMD)、二分类变量采用优势比 (odds ratio, OR) 作为分析统计量, 各效应量均给出 95% 置信区间 (confidence interval, CI)。纳入研究间的异质性采用 Q 检验进行分析, 各研究结果间无统计学异质性 ($P > 0.1$, $I^2 < 50%$) 采用固定效应模型合并; 如果各研究结果间存在统计学异质性 ($P < 0.1$, $I^2 \geq 50%$), 说明研究间存在异质性可能较大, 则采用敏感性分析寻找异质性来源, 并根据结果进行亚组分析。若未找到异质性来源, 采用随机效应模型合并或放弃合并, 只对结果进行描述性分析, $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。使用漏斗图进行发表偏倚检验。

2 结果

2.1 检索结果

总共检索出 229 篇, 使用 EndNote X9 软件进行剔除重复文献 33 篇, 按照纳入和排除标准, 通过阅读文献的标题、摘要、全文进行筛选, 最终纳入 9 篇

文献^[9-17]。文献筛选流程及结果见图 1。

2.2 纳入研究的基本特征

本研究纳入的 9 篇文献均为队列研究^[9-17]。英文文献 5 篇^[10-13, 17]，中文文献 4 篇^[9, 14-16]。共纳入患者 796 例，其中 UBE 组 365 例，传统手术组 431 例。纳入文献的基本特征见表 1。

2.3 荟萃分析结果

2.3.1 总并发症

9 篇研究^[9-17]报道了并发症，共纳入患者 796 例，UBE 组 365 例，传统手术组 431 例（PLIF 和 MIS-TLIF）。合并两个亚组后，各研究间无明显异质性（ $I^2=0\%<50\%$ ， $P=0.940>0.1$ ），选择固定效应合并效应量。两组间差异无统计学意义（ $OR=0.94$ ，95% $CI: 0.57\sim 1.53$ ， $P=0.800$ ）。其中 UBE 组和 PLIF 组，无明显异质性（ $I^2=6\%<50\%$ ， $P=0.350$ ），选择固定效应合并效应量，两组间差异无统计学意义（ $OR=1.17$ ，95% $CI: 0.56\sim 2.46$ ， $P=0.670$ ）。其中 UBE 组和 MIS-TLIF 组，无明显异质性（ $I^2=0\%<50\%$ ， $P=1.000$ ），选择固定效应合并效应量，两组间差异无统计学意义（ $OR=0.78$ ，95% $CI: 0.40\sim 1.52$ ， $P=$

0.470）。并且两个亚组间无明显异质性（ $I^2=0\%<50\%$ ， $P=0.420$ ）。荟萃分析结果显示，UBE、PLIF、MIS-TLIF 三者的总并发症发生率差异无统计学意义。

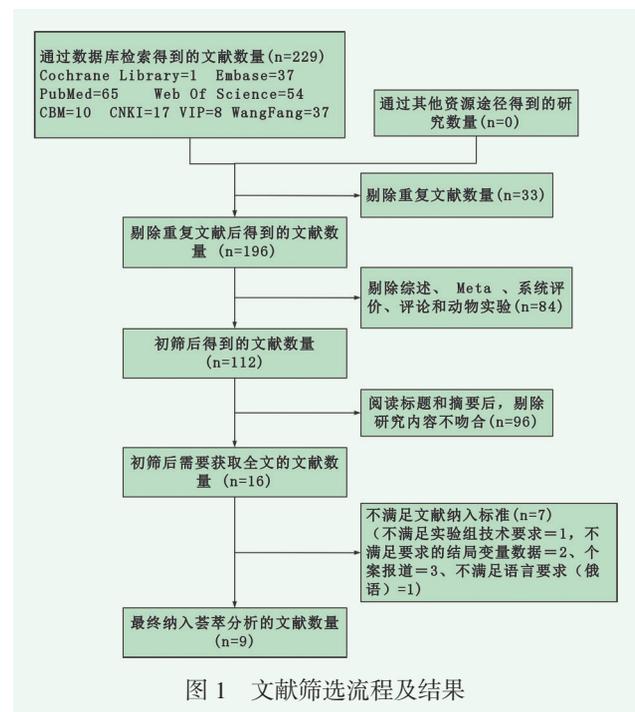


图 1 文献筛选流程及结果

表 1 纳入文献的基本特征

纳入研究	国家	研究类型	例数	年龄 (岁)	性别 (男/女)	随访时间 (月)	结局指标
张跃 2021 ^[9]	中国	Retro-CS	ULIF (29)	51.1±6.9	17/12	12	②
			PLIF (39)	53.9±7.2	26/13	12	
Heo 2019 ^[10]	韩国	Retro-CS	ULIF (23)	61.4±9.4	7/16	13.4±2.5	①②③④⑨
			MIS-TLIS (46)	63.5±10.5	19/27		
Park 2019 ^[11]	韩国	Retro-CS	ULIF (71)	68±8	26/45	17.1±4.9	①②③④⑤⑧
			PLIF (70)	66±9	20/50	20.4±7.2	
Kim 2021 ^[12]	韩国	Retro-CS	ULIF (32)	70.5±8.3	17/15	27.2±5.4	①⑥⑩
			MIS-TLIF (55)	67.3±10.7	25/30	31.5±7.3	
Kang 2021 ^[13]	韩国	Retro-CS	ULIF (47)	66.9±10.4	17/30	14.5±2.3	①②③⑦⑩
			MIS-TLIF (32)	66.4±9.5	17/15	15.8±3.2	
孔凡国 2022 ^[14]	中国	Retro-CS	ULIF (35)	55.1	13/22	14.7±2.5	①②③
			MIS-TLIF (40)	56	18/22	15±3.4	
朱剑 2021 ^[15]	中国	Retro-CS	ULIF (35)	50.9±12.1	16/19	15.3±2.0	①⑥
			MIS-TLIF (41)	53.4±14.4	19/22	16.1±2.6	
张夏琦 2021 ^[16]	中国	Retro-CS	ULIF (21)	58.9±9.2	17/4	6	②⑦
			PLIF (35)	62.8±10.4	18/17	6	
Gatam 2021 ^[17]	印尼	Retro-CS	ULIF (72)	55.1	26/46	12	②③④⑩
			MIS-TLIF (73)	52.3	28/45	12	

注，UBE：单侧双通道内镜技术；PLIF：经后入路腰椎融合术；MIS-TLIS：微创经椎间孔入路腰椎融合术；Retro-CS：回顾性队列研究；结局指标：①硬膜外血肿；②硬脊膜撕裂；③感染；④融合器沉降；⑤螺钉松动；⑥一过性麻木；⑦减压不全；⑧神经根损伤；⑨深静脉血栓形成；⑩二次手术。

2.3.2 硬膜外血肿

6 篇研究^[10-15]报道了硬膜外血肿，共纳入患者 1006

527 例，UBE 组 243 例，传统手术组 284 例。各研究间无明显异质性（ $I^2=0\%<50\%$ ， $P=0.980>0.1$ ），选择

固定效应合并效应量。荟萃分析结果显示,UBE组和传统手术组的硬膜外血肿发生率差异无统计学意义($OR=1.16$, $95\%CI: 0.38\sim 3.52$, $P=0.800$)。

2.3.3 硬脊膜撕裂

7篇研究^[9-11, 13, 14, 16, 17]报道了硬脊膜撕裂,共纳入患者633例,UBE组298例,传统手术组335例。各研究间无明显异质性($I^2=0\%<50\%$, $P=0.890>0.1$),选择固定效应合并效应量。荟萃分析结果显示,UBE组和传统手术组的硬脊膜撕裂发生率差异无统计学意义($OR=1.80$, $95\%CI: 0.76\sim 4.30$, $P=0.180$)。

2.3.4 感染

5篇研究^[10, 11, 13, 14, 17]报道了感染,共纳入患者509例,UBE组248例,传统手术组261例。各研究间无明显异质性($I^2=0\%<50\%$, $P=0.980>0.1$),选择固定效应合并效应量。荟萃分析结果显示,UBE组和传统手术组的感染发生率差异无统计学意义($OR=0.35$, $95\%CI: 0.09\sim 1.30$, $P=0.120$)。

2.3.5 一过性麻木

2篇研究^[12, 15]报道了一过性麻木,共纳入患者163例,UBE组67例,传统手术组96例。各研究间无明显异质性($I^2=0\%<50\%$, $P=0.840>0.1$),即选择固定效应合并效应量。荟萃分析结果显示,UBE组和传统手术组的一过性麻木发生率差异无统计学意义($OR=1.03$, $95\%CI: 0.22\sim 4.84$, $P=0.970$)。

2.3.6 减压不全

2篇研究^[13, 16]报道了减压不全,共纳入患者135例,UBE组68例,传统手术组67例。各研究间无明显异质性($I^2=44\%<50\%$, $P=0.180>0.1$),选择固定效应合并效应量。荟萃分析结果显示,UBE组和传统手术组的减压不全发生率差异无统计学意义($OR=0.97$, $95\%CI: 0.18\sim 5.33$, $P=0.970$)。

2.3.7 翻修手术

3篇研究^[12, 13, 17]报道了翻修手术,共纳入患者311例,UBE组151例,传统手术组160例。各研究间无明显异质性($I^2=0\%<50\%$, $P=0.480>0.1$),选择固定效应合并效应量。荟萃分析结果显示,UBE组和传统手术组的翻修手术率差异无统计学意义($OR=0.78$, $95\%CI: 0.17\sim 3.61$, $P=0.750$)。

2.3.8 融合器沉降

3篇研究^[10, 11, 17]报道了融合器沉降,共纳入患者355例,UBE组166例,传统手术组189例。各研究间无明显异质性($I^2=0\%<50\%$, $P=0.550>0.1$),选择固定效应合并效应量。荟萃分析结果显示,UBE

组和传统手术组的融合器沉降发生率差异无统计学意义($OR=0.86$, $95\%CI: 0.30\sim 2.47$, $P=0.780$)。

2.3.9 其他结局指标

Heo等^[10]报道传统手术组有1例发生深静脉血栓形成。Park等^[11]报道传统手术组有3例发生螺钉松动,1例发生神经根损伤。由于深静脉血栓形成、螺钉松动及神经根损伤等结局指标报道较少,故不能进行荟萃分析。

3 讨论

PLIF通过正中入路,需要剥离棘突旁肌肉,会损伤腰部多裂肌等软组织,并且术中硬膜囊进行较大牵拉,增加了神经损伤的风险^[1]。MIS-TLIF采用旁正中切口入路,通过管状撑开器将肌肉分离,去除上位椎体的下关节突和下位椎体的部分上关节突。具有减少椎旁肌肉的损伤、降低感染发生率等优势。但是管状撑开器长时间地撑开肌肉,可能造成局部肌肉缺血,术后肌肉萎缩^[12]。UBE技术通过腰椎旁建立两个切口,一个为观察通道,一个为工作通道。观察通道可以置入 0° 或 30° 内镜,工作通道可以置入脊柱常规手术器械。该技术具有结合显微内镜技术及传统开放技术的优势,具有单侧入路、双侧减压等多种优势^[18],并且对重度脱垂型腰椎间盘突出症也是有效手术方式^[19]。

本文分析结果显示,两组的总并发症发生率差异无统计学意义。虽然UBE组理论上手术视野清晰,全程可视化,但是总并发症发生率仍较高,可能与UBE技术还不够成熟有关。Park等^[20]报道,对于没有UBE技术经验的手术医师,UBE进行腰椎融合术学习曲线需要58例后达到平台期;而Kim等^[21]报道指出,对于具有内镜技术经验的学者,UBE进行腰椎融合术的学习曲线在34例后才能达到平台期。硬膜外血肿的发生可能是因为在水持续的冲洗下,掩盖了出血,导致硬膜外腔压力增高。而且水压过高,患者可能会出现术后头痛^[22]。在保证手术视野清晰的同时,又要控制骨组织表面和静脉丛的出血。因此控制冲洗液的高度在50~60cm,水压维持在30~50mmHg^[14, 23],术中控制收缩压在90~100mmHg很重要^[24]。骨表面可以采用骨蜡止血,椎管内静脉丛可以通过射频电极止血,硬膜囊及神经表面,可以采用泡沫凝胶和可溶性止血纱进行止血^[11]。硬脊膜撕裂是腰椎融合术常见的并发症之一,UBE组主要是在使用kerrison咬骨钳时不慎发生,而传统手术组可能

是因为视野受限导致。UBE组只有1例发生感染，原因可能是手术是在水介质下进行，没有手术烟雾，减少了感染的发生率。3篇研究^[10, 11, 17]报道了融合器沉降，传统手术组8例发生融合器沉降，相比之下，UBE组只有6例发生融合器沉降。原因是通过内镜可以伸入椎间隙，可以在直视下进行软骨终板的处理，避免骨性终板受到医源性破坏，降低融合器沉降的发生率。

本研究的局限性：(1) 本文纳入的所有研究均为回顾性队列研究，没有随机对照研究；(2) 由于各个医院技术等条件的不同，可能存在一定发表偏倚风险；(3) 所纳入的研究样本量较小。

综上所述，UBE组与传统手术组在总并发症、硬膜外血肿、硬脊膜撕裂、感染、一过性麻木、减压不全、二次手术、融合器沉降等方面的发生率差异无统计学意义。

参考文献

- [1] 田伟, 李加宁, 韩骁, 等. TLIF与PLIF治疗老年退变性腰椎滑脱并椎管狭窄症的比较[J]. 中国矫形外科杂志, 2017, 25(17): 1537-1540.
- [2] Foley KT, Holly LT, Schwender JD. Minimally invasive lumbar fusion[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2003, 28(15 Suppl): S26-S35.
- [3] 薛传娟, 苏晓静, 付君, 等. MIS-TLIF与PLIF治疗单节段退变性腰椎疾病的护理比较[J]. 中国矫形外科杂志, 2016, 24(21): 2010-2013.
- [4] 刘超, 王建, 张正丰, 等. 微创经椎间孔腰椎椎间融合治疗腰椎退变性疾病的中远期疗效分析[J]. 中华骨科杂志, 2018, 38(20): 1266-1272.
- [5] AlShazli A, Amer AY, Sultan AM, et al. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion for the surgical management of post-discectomy syndrome[J]. Asian Spine J, 2020, 14(2): 148-156.
- [6] Heo DH, Hong YH, Lee DC, et al. Technique of biportal endoscopic transforaminal lumbar interbody fusion[J]. Neurospine, 2020, 17(Suppl 1): S129-S137.
- [7] Hwa EJ, Hwa HD, Son SK, et al. Percutaneous biportal endoscopic decompression for lumbar spinal stenosis: a technical note and preliminary clinical results[J]. J Neurosurg Spine, 2016, 24(4): 602-607.
- [8] Heo DH, Son SK, Eum JH, et al. Fully endoscopic lumbar interbody fusion using a percutaneous unilateral biportal endoscopic technique: technical note and preliminary clinical results[J]. Neurosurg Focus, 2017, 43(2): E8.
- [9] 张跃, 朱宇, 李毅, 等. 单侧双通道脊柱内镜技术治疗腰椎间盘突出症68例临床研究[J]. 中华实验外科杂志, 2021, 38(11): 2262-2265.
- [10] Heo DH, Park CK. Clinical results of percutaneous biportal endoscopic lumbar interbody fusion with application of enhanced recovery after surgery[J]. Neurosurg Focus, 2019, 46(4): E18.
- [11] Park MK, Park SA, Son SK, et al. Clinical and radiological outcomes of unilateral biportal endoscopic lumbar interbody fusion (ULIF) compared with conventional posterior lumbar interbody fusion (PLIF): 1-year follow-up[J]. Neurosurg Rev, 2019, 42(3): 753-761.
- [12] Kim JE, Yoo HS, Choi DJ, et al. Comparison of minimal invasive versus biportal endoscopic transforaminal lumbar interbody fusion for single-level lumbar disease[J]. Clin Spine Surg, 2021, 34(2): E64-E71.
- [13] Kang MS, You KH, Choi JY, et al. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion using the biportal endoscopic techniques versus microscopic tubular technique[J]. Spine J, 2021, 21(12): 2066-2077.
- [14] 孔凡国, 周全, 乔杨, 等. 单侧双通道内镜下与微创通道下经椎间孔腰椎间融合术治疗腰椎退行性疾病的疗效比较[J]. 中国修复重建外科杂志, 2022, 36(5): 592-599.
- [15] 朱剑, 稿英杰, 任志楠, 等. 单侧双通道内镜下腰椎融合术治疗腰椎退行性疾病的初步研究[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2021, 31(11): 1026-1033.
- [16] 张夏琦, 凡进, 田大胜, 等. 单边双通道内镜技术与开放手术行腰椎后路减压融合的短期疗效比较[J]. 南京医科大学学报·自然科学版, 2021, 41(10): 1503-1508.
- [17] 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.
- [18] 谷艳超, 李莹, 谢维, 等. 两种内镜腰椎间盘切除术近期结果比较[J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29(23): 2190-2193.
- [19] 曹臣, 陈书连, 高延征, 等. 单侧双通道内镜治疗重度脱垂型腰椎间盘突出症[J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30(3): 273-276.
- [20] Park SM, Kim HJ, Kim GU, et al. Learning curve for lumbar decompressive laminectomy in biportal endoscopic spinal surgery using the cumulative summation test for learning curve[J]. World Neurosurg, 2019, 122: e1007-e1013.
- [21] Kim JE, Yoo HS, Choi DJ, et al. Learning curve and clinical outcome of biportal endoscopic-assisted lumbar interbody fusion[J]. Biomed Res Int, 2020, 2020: 8815432.
- [22] Kim JE, Choi DJ, Kim MC, et al. Risk Factors of postoperative spinal epidural hematoma after biportal endoscopic spinal surgery[J]. World Neurosurg, 2019, 129: e324-e329.
- [23] Kang T, Park SY, Lee SH, et al. Assessing changes in cervical epidural pressure during biportal endoscopic lumbar discectomy[J]. J Neurosurg Spine, 2020, 30: 1-7.
- [24] 田大胜, 刘建军, 朱斌, 等. 单边双通道内镜技术治疗腰椎间盘突出症和腰椎椎管狭窄症[J]. 中华骨科杂志, 2020, 40(17): 1155-1164.

(收稿:2022-08-12 修回:2023-01-15)
(同行评议专家:孔清泉 李越)
(本文编辑:宁桦)