doi:10.11659/jjssx.03E026016

·临床研究·

多裂肌入路在微创经椎间孔腰椎椎体间融合术中的应用

杨秀伦[1],李丛灿[2],周 锐[1],肖 军[3],何 磊[4],刘瑶瑶[5],宋 磊[1],代 飞[1] (1.陆军军医大学第一附属医院骨科,重庆 400038;2.中国人民解放军75560部队,海南 屯昌 571600;3.火箭军广州特勤疗养中心特勤胜利训练科,广东 广州 515515;4.中国人民解放军31637部队,云南 玉溪 653100;5.中国人民解放军陆军特色医学中心脊柱外科,重庆 400042)

[摘 要] **目的** 探讨多裂肌入路在微创经椎间孔腰椎椎体间融合术(MIS-TLIF)中的应用价值。**方法** 回顾性分析2017年6月至2024年3月于陆军军医大学第一附属医院接受单/双节段MIS-TLIF治疗的692例腰椎退行性疾病患者的临床资料,按手术入路分为多裂肌入路组(476例)、Wiltse入路组(216例)。比较2组患者围术期指标、Cage置入参数、视觉模拟量表(VAS)评分及Oswestry功能障碍指数(ODI)、融合率及并发症发生率;采用多因素Logistic回归分析术后并发症发生的危险因素。**结果** 2组患者出血量、住院时间、Cage置入参数、VAS评分、ODI、牢固融合率及术后并发症总发生率比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。多裂肌入路组患者手术时间显著短于Wiltse入路组($P<0.05$)。多因素Logistic回归分析结果显示,双节段手术、骨质疏松、合并2型糖尿病是术后并发症发生的独立危险因素。**结论** 多裂肌入路MIS-TLIF治疗腰椎退行性疾病可获得与Wiltse入路相近的临床疗效、融合效果及安全性,并可缩短手术时间;双节段手术、骨质疏松及合并2型糖尿病与术后并发症发生风险增加相关,术前应予以重视。

[关键词] 多裂肌入路;Wiltse入路;微创经椎间孔腰椎椎体间融合术;腰椎退行性疾病;并发症;危险因素

[中图分类号] R687 [文献标志码] A [收稿日期] 2026-03-04

Application of the multifidus muscle approach in minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion

YANG Xiu-lun[1], LI Cong-can[2], ZHOU Rui[1], XIAO Jun[3], HE Lei[4], LIU Yao-yao[5], SONG Lei[1], DAI Fei[1] (1. Department of Orthopedics, the First Affiliated Hospital of Army Medical University, Chongqing 400038, China; 2. The 75560th Troop of the Chinese People's Liberation Army, Tunchang Hainan 571600, China; 3. Department of Special Service Physiological Training, Guangzhou Special Service Recuperation Center of PLA Rocket Force, Guangzhou Guangdong 515515, China; 4. The 31637th Troop of the Chinese People's Liberation Army, Yuxi Yunnan 653100, China; 5. Department of Spine Surgery, Army Medical Center of PLA, Chongqing 400042, China)

Abstract: Objective To explore the application value of the multifidus muscle approach in minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion (MIS-TLIF). **Methods** The clinical data of 692 patients with lumbar degenerative disease who underwent single- or double-level MIS-TLIF at the First Affiliated Hospital of Army Medical University from June 2017 to March 2024 were retrospectively analyzed. The patients were divided into the multifidus muscle approach group (n=476) and the Wiltse approach group (n=216). The perioperative parameters, Cage placement parameters, visual analogue scale (VAS) scores, Oswestry disability index (ODI), fusion rate, and complication rate of patients in the two groups were compared. Multivariate Logistic regression analysis was performed to identify risk factors for postoperative complications. **Results** No statistically significant differences were observed between the two groups in blood loss, hospital stay, Cage placement parameters, VAS scores, ODI, solid fusion rate, or overall postoperative complication rate ($P>0.05$). The operative time of patients in the multifidus muscle approach group was significantly shorter than that in the Wiltse approach group ($P<0.05$). Multivariate Logistic regression analysis showed that double-level surgery, osteoporosis, and type 2 diabetes were the independent risk factors for postoperative complications. **Conclusion** MIS-TLIF via the multifidus muscle approach for lumbar degenerative diseases achieves clinical efficacy, fusion outcomes, and safety comparable to the Wiltse approach, while shortening operative time. Double-level surgery, osteoporosis, and type 2 diabetes are associated with an increased risk of postoperative complications, which should be emphasized preoperatively.

Keywords: multifidus muscle approach; Wiltse approach; minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion; lumbar degenerative disease; complications; risk factors

腰椎退行性疾病是引发慢性腰腿痛的首要病因,对于经规范保守治疗效果不佳的患者,手术干预是缓解症状、恢复功能的重要治疗手段[1-2]。微创经椎间孔腰椎椎体间融合术(minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion,MIS-TLIF)兼具传统TLIF的确切减压效果与微创手术的软组织保护优势,目前已成为腰椎退行性疾病微创治疗的主流术式[3-5]。经典的

[基金项目] 国家重点研发计划(2018YFB1105704)

[通信作者] 代 飞,E-mail:daifei@tmmu.edu.cn;宋 磊,E-mail:cobisonglei@tmmu.edu.cn

MIS-TLIF多采用Wiltse入路,该入路虽可保护多裂肌,但存在肌间隙解剖变异大、体表定位困难、通道偏外导致中央椎管减压受限及手术时间长等局限性,手术效率偏低[6-9]。针对此,有学者提出经多裂肌肌纤维劈开的改良入路,其以椎弓根外缘为恒定标志,理论上定位更简便、通道更居中[10-11]。然而,现有研究多为小样本单臂报道或仅与传统开放手术对比,多裂肌入路与经典Wiltse入路之间尚缺乏大样本的直接对照研究。鉴于此,本研究通过大样本病例对照设计,比较多裂肌入路与Wiltse入路MIS-TLIF的手术效率、临床疗效及安全性,明确其优势与适用场景,以期为临床术式的选择提供参考依据。

1 资料与方法

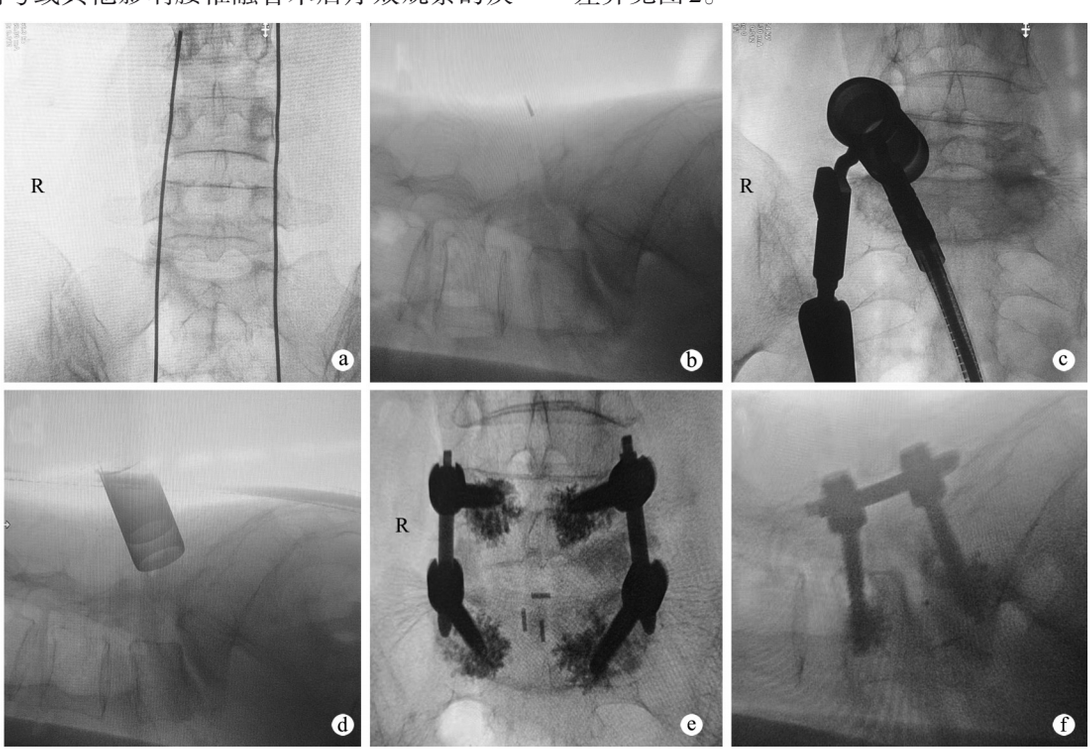
1.1 临床资料

回顾性纳入2017年6月至2024年3月陆军军医大学第一附属医院收治的行MIS-TLIF的692例腰椎退行性疾病患者,根据手术入路将其分为多裂肌入路组(476例)和Wiltse入路组(216例)。纳入标准:①年龄≥18岁;②诊断为腰椎退行性疾病;③保守治疗≥6个月无效;④行单/双节段MIS-TLIF。排除标准:①随访时间<12个月或临床资料不完整;②合并脊柱感染、肿瘤、脊柱侧弯或其他影响腰椎融合术后疗效观察的疾病;③既往有腰椎开放手术史。本研究方案经陆军军医大学第一附属医院伦理委员会批准[批准号:(B)KY2025260],因本研究为回顾性研究,且所用资料均经匿名化处理,伦理委员会批准免除患者知情同意。所有手术均由同一高年资医生完成。2组患者基线资料均衡可比($P>0.05$)。

1.2 手术方法

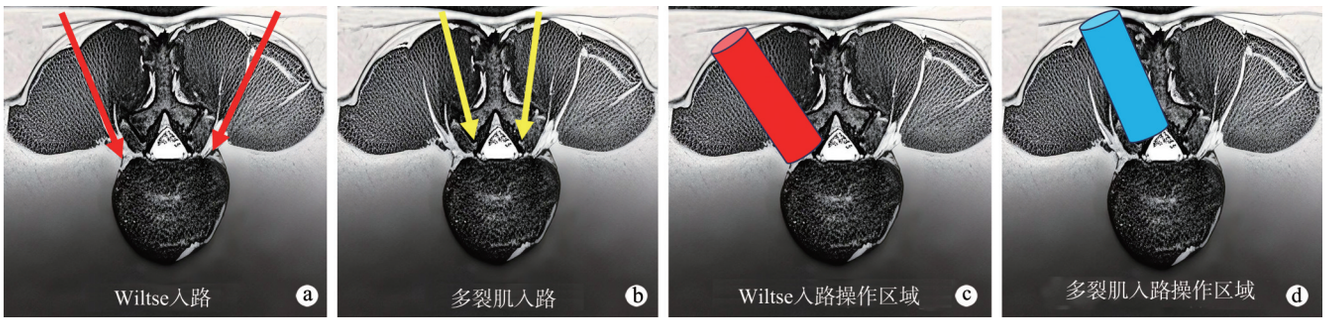
多裂肌入路组:C型臂透视定位手术节段椎弓根外缘,标记皮肤切口(单节段2.5~3.0 cm,双节段4.0~5.0 cm)。切开皮肤及腰背筋膜,用初级导棒顺肌纤维纵向劈开多裂肌,潜行触及椎板、关节突、盘黄间隙并适当分离,定位于关节突中央、切口中心点处,逐级扩张建立21 mm手术通道。显露椎板与关节突,切除部分关节突与椎板,完成椎间孔及椎管减压,处理椎间隙后置入自体骨与Cage。减压侧经切口置入椎弓根螺钉,对侧在C型臂透视引导下经皮置入椎弓根螺钉,随后安装连接棒并加压固定。骨质疏松患者采用骨水泥强化螺钉,逐层缝合,见图1。

Wiltse入路组:采用标准Wiltse入路,定位多裂肌-最长肌间隙,切口距中线4.0~5.0 cm,钝性分离肌间隙,建立外侧工作通道;减压、Cage植入与内固定操作同多裂肌入路组。两种入路通道位置及工作区域差异见图2。



a、b:术前C型臂正、侧位透视定位;c、d:工作通道置入后透视确认;e、f:术后内固定及骨水泥螺钉位置

图1 多裂肌入路MIS-TLIF手术前后C型臂X射线片



红色箭头:Wiltse入路通道走行,通道位置偏外侧;黄色箭头:多裂肌入路通道走行,通道更靠近中线,多裂肌入路通道可调范围更大,可获得更宽阔的工作区域,能够满足单侧入路双侧减压操作;圆柱体:手术工作通道

图2 Wiltse入路与多裂肌入路操作区域对比($L_{4/5}$水平横断面示意图)

1.3 观察指标

比较2组患者手术时间、出血量、住院时间等围术期指标;比较2组患者Cage参数,包括置入尺寸及置入外倾角度(CT轴位测量);比较2组患者术前、术后6个月、术后1年、末次随访时的腰背/下肢视觉模拟量表(visual analogue scale,VAS)及Oswestry功能障碍指数(Oswestry disability index,ODI);末次随访时行CT检查,按Bridwell-Lenke分级[12]评估融合率,Ⅰ、Ⅱ级为牢固融合;比较2组患者术后并发症发生率。

1.4 统计学分析

采用SPSS 26.0统计学软件与PASS 15.0软件进行数据分析。经样本量检验,以手术时间为主要结局指标,本研究检验效能充足。计量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用t检验或重复测量方差分析;计数资料以率(%)表示,采用χ^2检验;对于理论频数较小的四格表资料,采用Yates连续性校正χ^2检验。等级资料采用Wilcoxon秩和检验。对并发症发生情况进行单因素及多因素Logistic回归分析。所有检验均为双侧检验,P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 围术期指标对比

2组患者出血量、住院时间比较,差异均无统计学意义(P>0.05);多裂肌入路组患者手术时间显著短于Wiltse入路组,差异有统计学意义(P<0.05),见表1。

表1 2组患者围术期指标比较($\bar{x}\pm s$)

围术期指标		多裂肌入路组(n=476)	Wiltse入路组(n=216)	P
手术时间(min)	单节段	106.5±15.6	113.5±22.8	<0.001
	双节段	165.4±19.8	178.3±17.4	0.002
出血量(mL)	单节段	89.8±33.7	95.0±33.2	0.082
	双节段	142.3±70.9	149.1±59.1	0.641
住院时间(d)	单节段	6.7±2.0	6.9±1.9	0.166
	双节段	9.3±3.1	8.4±1.7	0.147

2.2 Cage置入参数对比

2组患者Cage置入外倾角度及Cage置入尺寸比较,差异均无统计学意义(P>0.05),见表2。

表2 2组患者Cage置入参数比较($\bar{x}\pm s$)

Cage参数	多裂肌入路组(n=476)	Wiltse入路组(n=216)	P
外倾角度(°)	26.6±4.0	26.7±2.8	0.547
高度(mm)	10.6±1.1	10.5±0.8	0.198
长度(mm)	22.7±0.7	22.6±0.7	0.321
宽度(mm)	9.5±0.5	9.5±0.5	0.728

2.3 临床结局评分对比

2组患者术后各时间点VAS评分、ODI均较术前显著改善(P<0.05),组间比较差异无统计学意义(P>0.05),见表3。

2.4 影像学融合率对比

末次随访时,多裂肌入路组患者牢固融合率97.07%,Wiltse入路组94.78%,组间比较差异无统计学意义(P>0.05),见表4。

2.5 术后并发症

2组患者术后并发症总发生率比较,差异无统计学意义(P>0.05),见表5。

2.6 术后并发症发生的危险因素分析

本单因素分析以全部692例患者为研究对象,将是否发生术后并发症作为结局,比较不同基线特征亚组的术后并发症发生率。结果显示,年龄、手术节段、骨质疏松、合并2型糖尿病、长期吸烟史均与术后并发症发生有关,见表6。将单因素分析中差异有统计学意义的变量纳入多因素Logistic回归模型,赋值情况:手术节段,单节段=0、双节段=1;骨质疏松,否=0、是=1;合并2型糖尿病,否=0、是=1;长期吸烟史,否=0、是=1;年龄,<65岁=0、≥65岁=1。多因素Logistic回归分析结果显示:双节段手术、骨质疏松、合并2型糖尿病为MIS-TLIF术后并发症发生的独立危险因素(P<0.05),见表7。

表3 2组患者临床结局评分比较($\bar{x}\pm s$)

功能评分		单节段			双节段		
		多裂肌入路组(n=406)	Wiltse入路组(n=183)	P	多裂肌入路组(n=70)	Wiltse入路组(n=33)	P
ODI	术前	54.6±6.9	54.0±6.5	0.367	56.3±5.4	55.9±7.6	0.478
	术后6个月	18.4±4.8*	18.1±5.1*	0.413	19.9±5.5*	20.6±5.4*	0.553
	术后1年	8.5±3.9*	8.1±3.5*	0.260	8.6±3.7*	8.6±3.3*	0.988
	末次随访	5.0±3.3*	5.1±3.2*	0.727	5.8±3.5*	4.7±2.9*	0.096
腰背VAS评分(分)	术前	5.8±1.3	5.8±1.0	0.694	6.1±1.4	6.6±1.0	0.063
	术后6个月	1.9±0.7*	1.9±0.6*	0.357	2.3±0.7*	2.1±0.7*	0.311
	术后1年	0.9±0.5*	0.9±0.5*	0.656	1.4±0.6*	1.2±0.6*	0.170
	末次随访	0.6±0.5*	0.6±0.5*	0.618	0.6±0.5*	0.6±0.6*	0.663
下肢VAS评分(分)	术前	6.1±3.2	6.1±1.1	0.829	6.3±0.9	6.0±1.0	0.215
	术后6个月	0.8±0.7*	0.7±0.7*	0.484	0.9±0.8*	0.8±0.7*	0.779
	术后1年	0.5±0.5*	0.5±0.5*	0.932	0.6±0.7*	0.6±0.5*	0.854
	末次随访	0.4±0.5*	0.4±0.5*	0.925	0.4±0.5*	0.3±0.5*	0.235

*:与术前比较,P<0.05

表4 2组患者末次随访时椎间融合分级比较[节段数(%)]

组别	n	Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅲ级	Ⅳ级	牢固融合
多裂肌入路组	546	382(69.96)	148(27.11)	12(2.20)	4(0.73)	530(97.07)
Wiltse入路组	249	173(69.48)	63(25.30)	11(4.42)	2(0.80)	236(94.78)
P						0.100

表5 2组患者并发症发生情况比较[节段数(%)]

并发症	多裂肌入路组(n=476)	Wiltse入路组(n=216)	P
肺炎	5(1.05)	2(0.93)	
硬脊膜撕裂	2(0.42)	1(0.46)	
下肢深静脉血栓	4(0.84)	3(1.39)	
谵妄	2(0.42)	1(0.46)	
尿潴留	1(0.21)	0(0.00)	
邻近节段病	13(2.73)	8(3.70)	
Cage移位/下沉	7(1.47)	4(1.85)	
螺钉松动	7(1.47)	3(1.39)	
融合失败	4(0.84)	2(0.93)	
术后慢性疼痛	3(0.63)	2(0.93)	
合计	48(10.08)	26(12.04)	0.441

表6 术后并发症发生的单因素分析

变量		n	并发症[例(%)]	χ^2	P
性别	女	420	41(9.76)	0.971	0.324
	男	272	33(12.13)		
年龄	<65岁	508	25(4.92)	66.658	<0.001
	≥65岁	184	49(26.63)		
体质量指数	<28 kg/m^2	599	65(10.85)	0.116	0.733
	≥28 kg/m^2	93	9(9.68)		
手术节段	单节段	590	40(6.78)	62.208	<0.001
	双节段	102	34(33.33)		
骨质疏松	否	511	18(3.52)	105.200	<0.001
	是	181	56(30.94)		
合并2型糖尿病	否	636	45(7.08)	107.732	<0.001
	是	56	29(51.79)		
长期吸烟史	否	514	50(9.73)	10.673	<0.001
	是	178	24(13.48)		

表7 术后并发症发生的多因素Logistic回归分析

影响因素	β	Wald χ^2	P	OR	95%CI
长期吸烟史	0.259	0.595	0.440	1.295	0.671~2.500
合并2型糖尿病	2.669	38.105	<0.001	4.820	2.170~10.620
骨质疏松	1.440	9.960	0.002	4.227	1.724~10.309
手术节段	1.250	58.075	<0.001	3.490	1.860~6.510
年龄	0.586	2.037	0.153	1.804	0.806~4.016

3 讨论

本研究采用大样本回顾性对照设计,直接比较多裂肌入路与传统Wiltse入路MIS-TLIF治疗腰椎退行性疾病的临床与影像学结果,结果显示,两种入路在术后功能改善、椎间融合及并发症防控方面效果相近,且多裂肌入路可显著缩短手术时间,操作更简便高效。手术时间的缩短主要归因于多裂肌入路的解剖定位优势。Wiltse入路依赖变异较大的多裂肌-最长肌间隙,尤其在肥胖或解剖变异患者中定位困难,需反复透视探查,且通道偏外需大角度调整,从而增加了操作时间[13-14]。而多裂肌入路以椎弓根外缘这一恒定骨性标志为定位基础,体表投影明确,切口定位快速准确;通道置入后更居中,可直达椎板-关节突区域,减压与Cage置入操作路径直接,无需频繁调整通道方向。这一优势缩短了手术时间,理论上可减少患者麻醉暴露时长,具有降低麻醉相关不良事件及术后感染的潜在优势。但本研究中2组谵妄等麻醉相关并发症发生率未见统计学差异,该优势尚需更大样本研究进一步验证。已有研究证实,手术时间延长可增加麻醉相关不良事件、术中出血量及术后感染的发生风险,还直接影响医疗资源利用效率和患者康复进程,这也进一步强调了简化手术操作、降低MIS-TLIF学习曲线的重要性[15-17]。

尽管入路不同,但2组在Cage置入参数、术后VAS评分、ODI及融合率上均无统计学差异,表明两种入路均能有效实现神经减压和椎间融合的核心目标。多裂肌入路虽切开肌肉,但沿肌纤维天然裂隙钝性分离,避免了电刀热损伤和广泛剥离,与Wiltse入路一样能最大程度保护椎旁肌功能[18-20]。本研究中2组患者牢固融合率均较高,得益于规范的终板处理和骨质疏松患者中骨水泥螺钉的合理使用,这也提示技术细节比入路选择对融合结局的影响更大。

在本研究中,多裂肌入路组术后并发症总发生率为10.08%,Wiltse入路组为12.04%,2组间差异无统计学意义。术后并发症的发生可能受手术入路、手术节段数量、骨质量及基础疾病等多种因素共同影响,单纯比较两种入路的术后并发症发生率尚不足以明确主要风险来源。因此,本研究进一步进行危险因素分析,以识别MIS-TLIF术后并发症的相关危险因素,为术前风险评估和围术期管理提供参考。多因素Logistic回归分析显示,在本组接受两种不同入路MIS-TLIF的腰椎退行性疾病患者中,双节段手术、骨质疏松、合并2型糖尿病是MIS-TLIF术后并发症发生的独立危险因素。这一结果与Narain等[21]的大样本临床研究结论相符。值得注意的是,上述均为患者个体及手术节段相关危险因素,并非由手术入路选择造成。因此,无论选择多裂肌入路还是Wiltse入路,针对合并上述高危因素的患者均应做好围术期干预:术前优化血糖控制,骨质疏松患者术中合理使用骨水泥强化螺钉,术后加强抗感染与血栓预防,以期降低术后并发症发生风险。此外,循证医学研究证实,邻近节段病是腰椎融合术后最常见的并发症,也是影响长期结果的重要因素之一,其发生率随时间延长而增加[22]。本研究中,多裂肌入路组邻近节段病的发生率为2.73%,与Wiltse入路组(3.70%)相近,有必要进行更长期的随访以明确两种微创入路对邻近节段发展的长期影响。

然而,本研究为单中心回顾性研究,存在一定的选择偏倚;未采用MRI及血清学指标客观评估椎旁肌损伤程度;随访以中短期为主,远期邻近节段退变、椎旁肌功能恢复的长期效果仍需更长时间随访验证。未来需开展多中心前瞻性随机对照试验,延长随访周期,重点对比两种入路在影像退变、肌电参数及血清肌酸激酶同工酶等生物标志物动态变化方面的差异,从而为微创术式的优化提供更具说服力的高级别循证依据。

多裂肌入路应用于MIS-TLIF治疗腰椎退行性疾病,可获得与经典Wiltse入路相当的临床疗效、椎间融合效果及安全性。其以椎弓根外缘为定位标志,体表定位简便,可显著缩短手术时间,提示其可能具有较好的临床可操作性。

[参考文献]

[1] Hartvigsen J, Hancock MJ, Kongsted A, et al. What low back pain is and why we need to pay attention[J]. Lancet, 2018, 391(10137): 2356-2367. doi:10.1016/s0140-6736(18)30480-x.

[2] Katz JN, Zimmerman ZE, Mass H, et al. Diagnosis and management of lumbar spinal stenosis: a review[J]. Jama, 2022, 327(17): 1688-1699. doi:10.1001/jama.2022.5921.

[3] Phani Kiran S, Sudhir G. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion - a narrative review on the present status[J]. J Clin Orthop Trauma, 2021, 22:101592. doi:10.1016/j.jcot.2021.101592.

[4] Dada A, Saggi S, Ambati VS, et al. Evolution of the minimally invasive surgery transforaminal lumbar interbody fusion: where are we now?[J]. Neurosurgery, 2025, 96(3S): S33-S41. doi: 10.1227/neu.0000000000003336.

[5] Wu X, Liu W, Xiao X, et al. Comparison of the clinical outcomes of VBE-TLIF versus MIS-TLIF for single-level degenerative lumbar diseases[J]. Eur Spine J, 2024, 33(3): 1120-1128. doi: 10.1007/s00586-023-08096-3.

[6] Palmer DK, Allen JL, Williams PA, et al. Multilevel magnetic resonance imaging analysis of multifidus-longissimus cleavage planes in the lumbar spine and potential clinical applications to Wiltse's paraspinal approach[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2011, 36(16): 1263-1267. doi:10.1097/BRS.0b013e3181f520e8.

[7] Shen X, Li FT, Cheng YQ, et al. Comparison of a novel hand-held retractor-assisted transforaminal lumbar interbody fusion by the wiltse approach and posterior TLIF: a one-year prospective controlled study[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2024, 25(1): 142. doi: 10.1186/s12891-024-07248-w.

[8] Buckland AJ, Proctor DJ. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion with expandable cages[J]. JBJS Essent Surg Tech, 2023, 13(2): e21.00062. doi:10.2106/jbjs.St.21.00062.

[9] Hu W, Yang G, Wang H, et al. Which is better in clinical and radiological outcomes for lumbar degenerative disease of two segments: MIS-TLIF or OPEN-TLIF?[J]. J Pers Med, 2022, 12(12): 1977. doi: 10.3390/jpm12121977.

[10] Pakzaban P. Modified mini-open transforaminal lumbar interbody fusion: description of surgical technique and assessment of free-hand pedicle screw insertion[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2016, 41(18): E1124-E1130. doi:10.1097/brs.0000000000001510.

[11] Zhang W, Li X, Shang X, et al. Modified minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion using a trans-multifidus approach: a safe and effective alternative to open-TLIF[J]. J Orthop Surg Res, 2015, 10:93. doi:10.1186/s13018-015-0234-4.

[12] Bridwell KH, Lenke LG, Mcenery KW, et al. Anterior fresh frozen structural allografts in the thoracic and lumbar spine. Do they work if combined with posterior fusion and instrumentation in adult patients with kyphosis or anterior column defects?[J]. Spine (Phila Pa 1976), 1995, 20(12):1410-1418.

[13] Liu H, Li J, Sun Y, et al. A comparative study of a new retractor-assisted WILTSE TLIF, MIS-TLIF, and traditional pLIF for treatment of single-level lumbar degenerative diseases[J]. Orthop Surg, 2022, 14(7):1317-1330. doi:10.1111/os.13289.