

临床论著

应用可视骨凿精准成形在全可视脊柱内镜下
手术治疗腰椎间盘突出症的疗效分析

周逸驰, 刘伟军, 黎清波, 周传坤, 王正坤, 寇博文

(武汉市第四医院脊柱外科 430000)

【摘要】目的:探讨应用可视骨凿精准成形技术在全可视脊柱内镜(full-visualized spinal endoscopy, FVSE)下手术治疗腰椎间盘突出症的临床疗效。**方法:**回顾性分析 2020 年 7 月~2022 年 12 月在我院行 FVSE 下手术治疗的 143 例单节段腰椎间盘突出症患者的临床资料。其中 63 例应用可视骨凿精准成形技术(骨凿组), 男 37 例, 女 26 例, 年龄 19~68 岁(45.3 ± 15.1 岁), 体重指数(body mass index, BMI) $19.2 \sim 25.6 \text{ kg/m}^2$ ($22.3 \pm 1.8 \text{ kg/m}^2$); L2/3 8 例, L3/4 15 例, L4/5 25 例, L5/S1 15 例; 膨隆型 20 例, 突出型 22 例, 脱出型 12 例, 游离型 9 例; 中央型 10 例, 旁中央型 21 例, 椎间孔型 24 例, 极外侧型 8 例。80 例应用环锯切除部分上关节突成形技术(环锯组), 男 46 例, 女 34 例, 年龄 19~68 岁(43.8 ± 14.1 岁), BMI $19.2 \sim 24.1 \text{ kg/m}^2$ ($21.5 \pm 1.6 \text{ kg/m}^2$); L2/3 9 例, L3/4 17 例, L4/5 30 例, L5/S1 24 例; 膨隆型 23 例, 突出型 31 例, 脱出型 19 例, 游离型 7 例; 中央型 13 例, 旁中央型 27 例, 椎间孔型 29 例, 极外侧型 11 例。记录并比较两组患者手术时间、术中总出血量、透视次数、住院时间、测量术前、术后 3d 及末次随访时手术节段椎间孔面积, 术前、术后 3d、术后 1 个月、术后 6 个月及末次随访时行腰痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)、Oswestry 功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)评定及日本骨科协会(Japanese Orthopedic Association, JOA)评分, 末次随访时采用 MacNab 标准评估疗效。**结果:**骨凿组手术时间、术中总出血量与透视次数分别为 $84.6 \pm 14.3 \text{ min}$ 、 $23.1 \pm 8.3 \text{ mL}$ 与 2.9 ± 1.6 次, 环锯组分别为 $86.6 \pm 15.1 \text{ min}$ 、 $32.2 \pm 6.4 \text{ mL}$ 与 5.6 ± 1.0 次, 骨凿组总出血量及透视次数均较环锯组少($P < 0.05$), 两组手术时间无显著性差异($P > 0.05$)。143 例患者均获得随访, 随访时间 9~20 个月, 两组术后 3d 及末次随访时的椎间孔面积均较术前变大($P < 0.05$), 环锯组术后 3d 及末次随访时的椎间孔面积变化率均大于骨凿组($P < 0.05$)。两组术后 3d、1 个月、6 个月与末次随访时的 VAS 评分、JOA 评分和 ODI 与术前比较均有显著性改善($P < 0.05$), 两组同时点比较均无统计学差异($P > 0.05$)。末次随访时 MacNab 标准疗效评定, 骨凿组优 43 例, 良 18 例, 中 2 例, 差 0 例, 优良率 96.8%; 环锯组优 57 例, 良 20 例, 中 3 例, 差 0 例, 优良率 96.3%, 两组优良率无显著性差异($P > 0.05$)。**结论:**FVSE 下应用骨凿精准成形技术治疗单节段腰椎间盘突出症与应用环锯成形技术的临床效果相近, 但应用可视骨凿精准成形术中透视次数少、出血少。

【关键词】腰椎间盘突出症; 精准成形技术; 全可视脊柱内镜技术; 脊柱微创

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2023.12.04

中图分类号: R681.5, R615 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2023)-12-1084-07

The efficacy of accurate foraminoplasty technique with visualized chisel under full-visualized spinal endoscopy in treating lumbar disc herniation/ZHOU Yichi, LIU Weijun, LI Qingbo, et al/Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2023, 33(12): 1084-1090

【Abstract】Objectives: To explore the clinical efficacy of applying the accurate foraminoplasty technique with visualized chisel under full-visualized spinal endoscopy (FVSE) in the treatment of lumbar disc herniation (LDH). **Methods:** The clinical data of 143 patients with single-segment LDH undergone operative treatment under FVSE in our hospital between July 2020 and December 2022 were retrospectively analyzed. 63 cases were treated with the accurate foraminoplasty technique with visualized chisel (Chisel group), consisting of 37 males and 26 females, aged 45.3 ± 15.1 years (range, 19-68 years), and body mass index (BMI) was $22.3 \pm 1.8 \text{ kg/m}^2$ (range, $19.2 \sim 25.6 \text{ kg/m}^2$); Operative segment: L2/3 in 8 cases, L3/4 in 15 cases, L4/5 in 25 cases, L5/S1 in 15 cases; LDH anatomical classification: 20 cases of bulging type, 22 cases of protruding type, 12

基金项目: 湖北省卫生健康委医学一般面上项目(2021CFB522); 职业病危害识别与控制湖北省重点实验室开放基金项目(OHIC2020Z12)

第一作者简介: 男(1990-), 主治医师, 医学硕士, 研究方向: 脊柱微创、骨肿瘤、骨组织工程

电话: 18571553675 E-mail: Yichizhou@hotmail.com

通讯作者: 刘伟军 E-mail: iamliu2003@163.com

cases of prolapsing type, and 9 cases of free type; LDH location classification: 10 cases of central type, 21 cases of paracentral type, 24 cases of foraminal type, and 8 cases of extreme lateral type. The other 80 cases were treated with trepan technique(Trephine group), consisting of 46 males and 34 females, aged 43.8 ± 14.1 years(range, 19–68 years), BMI was $21.5 \pm 1.6 \text{ kg/m}^2$ (range, 19.2–24.1 kg/m^2); Operative segment: L2/3 in 9 cases, L3/4 in 17 cases, L4/5 in 30 cases, and L5/S1 in 24 cases; LDH anatomical classification: 23 cases of bulging type, 31 cases of protruding type, 19 cases of prolapsing type, 7 cases of free type; LDH location classification: 13 cases of central type, 27 cases of paracentral type, 29 cases of foraminal type, and 11 cases of extreme lateral type. The operative time, total intraoperative bleeding, number of fluoroscopies, and hospitalization time were recorded and compared between the two groups. The intervertebral foraminal area before operation, at 3d after operation and final follow-up, visual analogue scale (VAS) score, Oswestry disability index(ODI), and Japanese Orthopedic Association(JOA) score before operation, at postoperative 3d, 1 month, 6 months, and final follow-up were recorded and compared between the two groups. The clinical efficacy was assessed by MacNab criteria at the final follow-up. **Results:** The operative time, total intraoperative bleeding and number of fluoroscopies were $84.6 \pm 14.3 \text{ min}$, $23.1 \pm 8.3 \text{ mL}$ and 2.9 ± 1.6 times in the chisel group and $86.6 \pm 15.1 \text{ min}$, $32.2 \pm 6.4 \text{ mL}$ and 5.6 ± 1.0 times in the trephine group, and the intraoperative bleeding and number of fluoroscopies in the chisel group were less than those in the trephine group ($P < 0.05$), while no significant difference was there in the operative time between the two groups ($P > 0.05$). 143 patients were followed up for 9–20 months. The VAS scores, JOA scores and ODI at 3d, 1 month, 6 months and the final follow-up of both groups showed significant improvements compared with the preoperative data, respectively ($P < 0.05$), and there was no statistical difference between the two groups at the same time points ($P > 0.05$). The intervertebral foramina area at 3d postoperatively and at the final follow-up in both groups increased than that before surgery ($P < 0.05$), and the rate of change in the intervertebral foramina area at 3d postoperatively and at the final follow-up in the trephine group was greater than that in the chisel group ($P < 0.05$). At the final follow-up, according to the MacNab standard, chisel group was excellent in 43 cases, good in 18 cases, moderate in 2 cases, and poor in 0 case, with an excellence and good rate of 96.8%, while the trephine group was excellent in 57 cases, good in 20 cases, moderate in 3 cases, and poor in 0 case, with an excellence and good rate of 96.3%. There was no statistical difference between the two groups in terms of excellent and good rate according to MacNab criteria($P > 0.05$). **Conclusions:** The clinical efficacy of accurate foraminoplasty technique with visualized chisel is similar to foraminalplasty with trephine under FVSE, but foraminoplasty technique with visualized chisel reduces the number of fluoroscopies and bleeding volume.

[Key words] Lumbar disc herniation; Accurate foraminoplasty technique; Full visualized spinal endoscopy; Spinal minimally invasive surgery

[Author's address] Department of Spinal Surgery, Wuhan Fourth Hospital, Wuhan, 430000, China

自从引入可视化器械与全可视操作的理念后,全可视脊柱内镜(full-visualized spinal endoscopy,FVSE)技术已逐渐代替传统的椎间孔镜技术广泛应用于脊柱微创领域^[1-2],其适应证也从治疗单纯的腰椎间盘突出症延伸至复杂的椎管狭窄症等疾病,其优势已得到国内外学者的充分肯定;椎间孔成形技术是其关键步骤,对手术疗效至关重要。恰当的成形技术不仅能扩大手术视野及操作空间,还能使椎间孔、侧隐窝等区域得到充分减压。传统的成形工具如环锯、骨钻等对关节突骨质破坏较大,会因去除过多骨质而导致关节失稳。在FVSE下利用可视骨凿进行精准椎间孔成形可在满足手术操作要求的前提下尽量减少对椎间孔

区域骨质的破坏,以更加精准、微创化的方式完成脊柱内镜下手术,减少脊柱失稳、椎间隙塌陷等并发症的发生。本研究回顾性分析2020年7月~2022年12月在我科行FVSE下手术治疗的143例单节段腰椎间盘突出症患者的临床资料,比较术中应用可视骨凿精准椎间孔成形与环锯椎间孔成形的临床效果。

1 临床资料

1.1 纳入标准与排除标准

纳入标准:(1)临床表现为腰痛及单侧下肢放射痛,伴或不伴下肢肌力降低或麻木;(2)影像学资料(X线、CT、MRI)证实为单节段髓核组织突出

至椎管内,伴或不伴后纵韧带、黄韧带、小关节增生肥厚,压迫硬脊膜与神经根;(3)影像学检查结果与临床症状一致。排除标准:(1)多节段腰椎间盘突出/椎管狭窄或有双侧神经根受压症状;(2)L5/S1 节段髂嵴高于 L5 上终板者;(3)腰椎动力位 X 线片显示腰椎不稳;(4)腰椎结核或其他感染;(5)有精神类疾病、肿瘤;(6)心、肺功能不全;(7)凝血功能障碍。

1.2 一般资料

根据上述标准共纳入 2020 年 7 月~2022 年 12 月在我院行 FVSE 下手术治疗的单节段腰椎间盘突出症患者 143 例。依据椎间孔成形技术不同分为两组:63 例应用可视骨凿精准成形技术(骨凿组),80 例应用传统镜下环锯成形技术(环锯组)。手术过程均已告知患者并签署知情同意书,该研究已获武汉市第四医院伦理委员会批准[伦审字(KY2023-031-01)号]。两组患者的一般资料见表 1,两组患者的年龄、性别、体重指数(body mass index,BMI)、手术节段、突出部位与突出解剖分型均无统计学差异($P>0.05$),具有可比性。

1.3 手术方法

1.3.1 骨凿组 所有患者均采用经椎间孔入路。麻醉成功后患者取俯卧位并将腹部悬空,调整手术床使椎间孔完全打开,C 型臂 X 线机透视定位并标记靶点与穿刺路径,穿刺点旁开棘突连线 10~14cm。以 18 号穿刺针沿穿刺路径穿刺,穿刺角度与身体背侧平面成角 $20^{\circ}\sim 40^{\circ}$,调整穿刺方向及角度,透视确认穿刺针抵达靶点(上关节突外侧),置入导丝并拔出穿刺针,穿刺点周围切开皮肤 8mm,锥形导杆抵至上关节突,连接椎间孔镜系统(SHREK,中国上海)。清理周围软组织后用可视骨凿(图 1,UninTech,德国)切除部分关节突腹侧骨质,以能将鞘管置入椎间孔及椎管内为准,暴露盘黄间隙,摘除突出的髓核组织并对纤维环

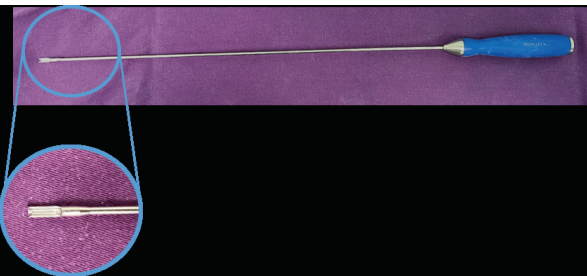


图 1 可视骨凿。

Figure 1 General view of the visualized chisel.

射频消融,尽量保留后纵韧带,检查椎管内减压充分,硬脊膜与神经根松弛并恢复自主搏动,拔出鞘管,3-0 丝线缝合伤口,无菌敷料包扎。

1.3.2 环锯组 入路、麻醉方式、体位及穿刺方法均与骨凿组相同。穿刺成功后,穿刺点周围切开皮肤 8mm,锥形导杆抵至上关节突,使用逐级环锯切除部分上关节突,环锯切除的靶点位置位于腰椎前后位上下椎弓根投影内侧缘连线,连接椎间孔镜系统(SHREK,中国上海),镜下暴露盘黄间隙,摘除突出的髓核组织并对纤维环射频消融,尽量保留后纵韧带,检查椎管内减压充分,硬脊膜与神经根松弛并恢复自主搏动,拔出鞘管,3-0 丝线缝合伤口,无菌敷料包扎。

1.4 术后护理与康复

所有患者术后第二天佩戴腰背部支具起床适度活动以预防血栓,在床上练习直腿抬高动作以减少神经根粘连,地塞米松 5mg+生理盐水 100mL 1 次/d,静滴 2d;甲钴胺肌注 3d。术后 2~5d 出院。

表 1 两组患者的一般资料

Table 1 Demographic data of the two groups of patients

	骨凿组 (n=63) Chisel group	环锯组 (n=80) Trephine group	P 值 P value
性别(男/女) Gender(Male/Female)	26/37	34/46	0.06
年龄/岁 Age(yrs)	45.3±15.1	43.8±14.1	0.50
BMI(kg/m ²) Body mass index	22.3±1.8	21.5±1.6	0.23
随访时间(月) Follow-up duration(month)	15.2±3.2	14.0±2.8	0.05
手术节段(n) Surgical segment			0.21
L2/3	8	9	
L3/4	15	17	
L4/5	25	30	
L5/S1	15	24	
椎间盘突出解剖分型(n) Anatomical classification of lumbar disc herniation			0.10
膨隆型 Bulging	20	23	
突出型 Protruding	22	31	
脱出型 Prolapsing	12	19	
游离型 Free	9	7	
突出部位分型(n) Location classification of lumbar disc herniation			0.30
中央型 Central	10	13	
旁中央型 Paracentral	21	27	
椎间孔型 Foraminal	24	29	
极外侧型 Extreme lateral	8	11	

1.5 观察指标

记录手术时间、术中总失血量、透视次数、并发症、住院时间、随访时间。所有患者术前、术后 3d 及末次随访时均行腰椎间盘 CT 薄层扫描,通过联影影像系统(United Imaging, 中国上海)不规则面积测量工具测量椎间孔面积,由同一人测量同一层面三次,取平均值,计算术后椎间孔变化率。术前和术后 3d、1 个月、6 个月及末次随访时行腰腿痛视觉模拟 (visual analogue scale, VAS) 评分、日本骨科协会 (Japanese Orthopedics Association, JOA) 评分、Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry disability index, ODI) 评定,末次随访时采用 MacNab 标准评定疗效。术中总失血量通过 Gross 公式^[9]计算:预计总失血量=术前血容量×[术前红细胞比容 (hematocrit, HCT)-术后 HCT]/[0.5 (术前 HCT+术后 HCT)];术前血容量通过 Nadler 公式^[10]计算:术前血容量= $k_1 \times \text{身高(m)} + k_2 \times \text{体重(kg)} + k_3$,其中男性 $k_1=0.3669$, $k_2=0.03219$, $k_3=0.6041$, 女性 $k_1=0.3561$, $k_2=0.03308$, $k_3=0.1833$ 。椎间孔面积变化率=(随访时椎间孔面积-前次椎间孔面积)/前次椎间孔面积×100%。

1.6 统计学方法

采用 SPSS 25.0 软件(IBM, 美国)进行统计学分析,计量资料均符合正态分布,以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间计量数据比较采用 t 检验。计数资料(性别、手术节段、突出解剖分型及突出部位分型)组间比较采用卡方检验。同组内数据比较采用重复测量资料的方差分析, $P < 0.05$ 为有统计学差异。

2 结果

所有患者手术均顺利完成,两组患者围手术期指标见表 2。骨凿组手术时间及住院时间与环锯组比较均无统计学差异 ($P > 0.05$),总出血量及透视次数显著性小于环锯组 ($P < 0.05$)。所有患者术中均无神经根损伤、硬脊膜破裂,术后无脑脊液漏、感染等并发症。环锯组 1 例患者术后出现腰部及大腿疼痛,予以塞来昔布、盐酸乙哌立松口服治疗后好转。

所有患者均获得随访,随访时间 9~20 个月。两组患者术前和术后各时间点的 VAS 评分、JOA 评分和 ODI 见表 3。两组术后 3d、1 个月、6 个月和末次随访时与术前比较均有显著性改善 ($P < 0.05$);两组同时时间点比较均无统计学差异。末次随访时采用 MacNab 标准评定疗效,骨凿组优 43

例,良 18 例,中 2 例,差 0 例,优良率 96.8%;环锯组优 57 例,良 20 例,中 3 例,差 0 例,优良率 96.3%,两组优良率比较无统计学差异 ($P=0.14$)。两组患者术前、术后 3d 和末次随访时的椎间孔面积见表 4 和图 2,两组术后 3d 和末次随访时的椎间孔面积与术前对比均有显著性增大 ($P < 0.05$);两组同时时间点椎间孔面积比较均无统计学差异 ($P > 0.05$),两组术后 3d 和末次随访时的椎间孔面积变化率比较有统计学差异 ($P < 0.05$)。

3 讨论

相较于传统椎间孔镜技术, FVSE 可将除穿刺之外的操作全程可视化,无需靶向穿刺,减少了透视时间与次数,一定程度上降低了手术难度,具有安全、高效、学习曲线平滑、疗效好等特点^[5-9]。随着 FVSE 在临床上的广泛应用,既往认为椎间孔镜技术无法完成或疗效不佳的病例也取得了良好的临床疗效^[5,10,11],如巨大髓核脱垂伴钙化、髓核游离、椎管狭窄、侧隐窝狭窄^[12,13]、椎体后缘离断症^[14]等。

椎间孔成形技术对于脊柱内镜下手术的效率与疗效至关重要^[15,16]。良好的成形技术不仅能缩短手术时间、扩大手术视野、拓展手术操作空间,而且能减少对关节突骨质的破坏,尽可能地保留脊柱运动单元的稳定性。代云磊等^[17]通过三维有限元分析比较全脊柱内镜下行不同范围及部位椎间孔成形对腰椎生物力学的影响,发现在椎间孔成形时切除腰椎单侧单节段上关节突尖部或内侧 1/4 即会影响腰椎稳定性且增加腰椎活动时椎间盘应力最大值,当切除 1/2 及以上时明显破坏腰椎生物力学稳定性,提示在 FVSE 下椎间孔成形时应尽量保护上关节突,以避免手术破坏腰椎正常生物力学稳定性。Fan 等^[18]使用自主研发的多

表 2 两组患者围手术期指标比较

Table 2 Comparison of perioperative indicators between the two groups

	骨凿组 (n=63) Chisel group	环锯组 (n=80) Trephine group	P 值 P value
手术时间 (min) Operative time	84.6±14.3	86.6±15.1	0.73
术中总失血量 (mL) Total blood loss	23.1±8.3	32.2±6.4	0.009
透视次数 (次) Fluoroscopy times	2.9±1.6	5.6±1.0	0.02
住院时间 (d) Hospitalization time	3.46±1.0	3.45±1.1	0.22

孔皮肤定位器对穿刺路径及靶点进行标记,有效减少了透视次数、缩短了手术时间,降低了手术难度。Wu 等^[19]的研究对比了椎间孔镜手术中使用电磁导航技术与传统的 X 线透视穿刺技术,发现电磁导航组患者围手术期疼痛、手术时间与失血量、术后 ODI、射线暴露时间等均优于传统透视组。He 等^[20]通过引入“HELLO”系统(HE's lumbar location system,HELLO system)进行精准穿刺与成形,有效地提升了穿刺准确性,并减少了透视时间、术前定位时间及手术时间。虽然上述技术均取得了满意的临床疗效,但难免会增加手术步骤或需要引入新的手术器械,对于基层医院不

论是购买新型设备还是学习新技术都存在一定的困难,限制了这些技术的广泛应用。为了使 FVSE 进一步精准化、微创化,同时降低初学者的学习难度,我们采用可视骨凿对椎间孔进行精准成形。与传统的经椎间孔入路椎间孔镜技术(trans-foraminal endoscopic spine system,TESSYS)要求靶向穿刺^[21]——即穿刺点必须位于椎体后上缘与上关节突尖端连线(侧位 X 线片)不同,采用可视骨凿精准成形技术仅需要将穿刺针置于上关节突即可,随后调整角度,最终使工作鞘管包含住上关节突,镜下首先观察到的解剖结构便是上关节突,将其作为参照点,清理视野中的软组织后使用可视骨凿进行精准成形。利用可视骨凿逐级切除上关节突骨质,使用椎板咬骨钳切除部分黄韧带,直至暴露行走根边缘即可进行下一步减压操作,精准成形范围约位于上关节突中下 1/3 处,切除该部位少量骨质之后能充分暴露行走根,并为后续操作预留足够空间。少数情况下需要去除部分椎弓根上缘骨质,以扩大侧隐窝操作范围,并对其减压。随后依次寻找盘黄间隙、后纵韧带、纤维环、上下终板及椎间隙、神经根,整个手术过程层次清晰,不仅安全,同时也提升了手术效率。相较于环锯,可视骨凿每次成形时去除的骨量较少,因此减少了手术创伤;其次,可视骨凿有限深设计,能有效阻止因置入骨质过深而导致神经损伤;另外使用可视骨凿可按术者的要求控制骨质去除范围,

表 3 两组术前和术后不同随访时间点的临床评分 ($\bar{x}\pm s$)
Table 3 Clinical scoring results of the two groups before operation and at different time point after surgery

	骨凿组(n=63) Chisel group	环锯组(n=80) Trephine group	P 值 P value
VAS 评分 VAS scores			
术前 Pre-op	6.87±1.25	6.88±1.41	0.28
术后 3d 3d post-op	1.14±1.00 ^{①②}	1.43±1.13 ^{①②}	0.18
术后 1 个月 1 month post-op	0.89±0.79 ^{①②}	1.16±0.95 ^{①②}	0.11
术后 6 个月 6 months post-op	0.65±0.68 ^①	0.86±0.72 ^{①②}	0.96
末次随访 Final follow-up	0.35±0.51 ^①	0.39±0.49 ^①	0.74
JOA 评分 JOA scores			
术前 Pre-op	11.16±1.69	10.51±1.48	0.25
术后 3d 3d post-op	17.73±2.14 ^{①②}	18.60±1.87 ^{①②}	0.42
术后 1 个月 1 month post-op	20.16±1.41 ^{①②}	20.03±2.98 ^{①②}	0.07
术后 6 个月 6 months post-op	21.33±1.74 ^{①②}	21.56±1.99 ^{①②}	0.15
末次随访 Final follow-up	23.60±1.58 ^①	23.65±1.78 ^①	0.19
ODI (%)			
术前 Pre-op	58.44±5.08	58.41±4.25	0.06
术后 3d 3d post-op	14.98±3.72 ^{①②}	17.16±4.05 ^{①②}	0.80
术后 1 个月 1 month post-op	13.11±3.70 ^①	14.40±4.08 ^{①②}	0.85
术后 6 个月 6 months post-op	11.84±3.67 ^①	12.29±4.09 ^{①②}	0.66
末次随访 Final follow-up	12.56±3.33 ^①	10.40±3.87 ^①	0.96

注: ①与同组术前比较 $P<0.05$; ②与同组末次随访时比较 $P<0.05$ 。
Note: ①Compared with the same group before surgery, $P<0.05$; ②Compared with the last follow-up in the same group, $P<0.05$.

表 4 两组术前、术后及末次随访时的椎间孔面积 ($\bar{x}\pm s$)
Table 4 Intervertebral foramen area of the two groups before operation, after operation and at final follow-up

	骨凿组(n=63) Chisel group	环锯组(n=80) Trephine group	P 值 P value
椎间孔面积(cm^2) Intervertebral foramen area			
术前 Pre-op	1.97±0.37	2.11±0.38	0.52
术后 3d 3d post-op	2.39±0.44 ^①	2.99±0.53 ^①	0.50
末次随访 Final follow-up	2.40±0.44 ^{①②}	2.98±0.53 ^①	0.51
椎间孔面积变化率(%) Change rate of intervertebral foramen area			
术后 3d 3d post-op	21.02±2.03	25.90±8.16	<0.01
末次随访 Final follow-up	21.87±2.03	41.12±4.07	<0.01

注: ①与同组术前比较 $P<0.05$; ②与同组术后 3d 比较 $P<0.05$ 。
Note: ①Compared with the same group before surgery, $P<0.05$; ②Compared with 3d post-op in the same group, $P<0.05$.

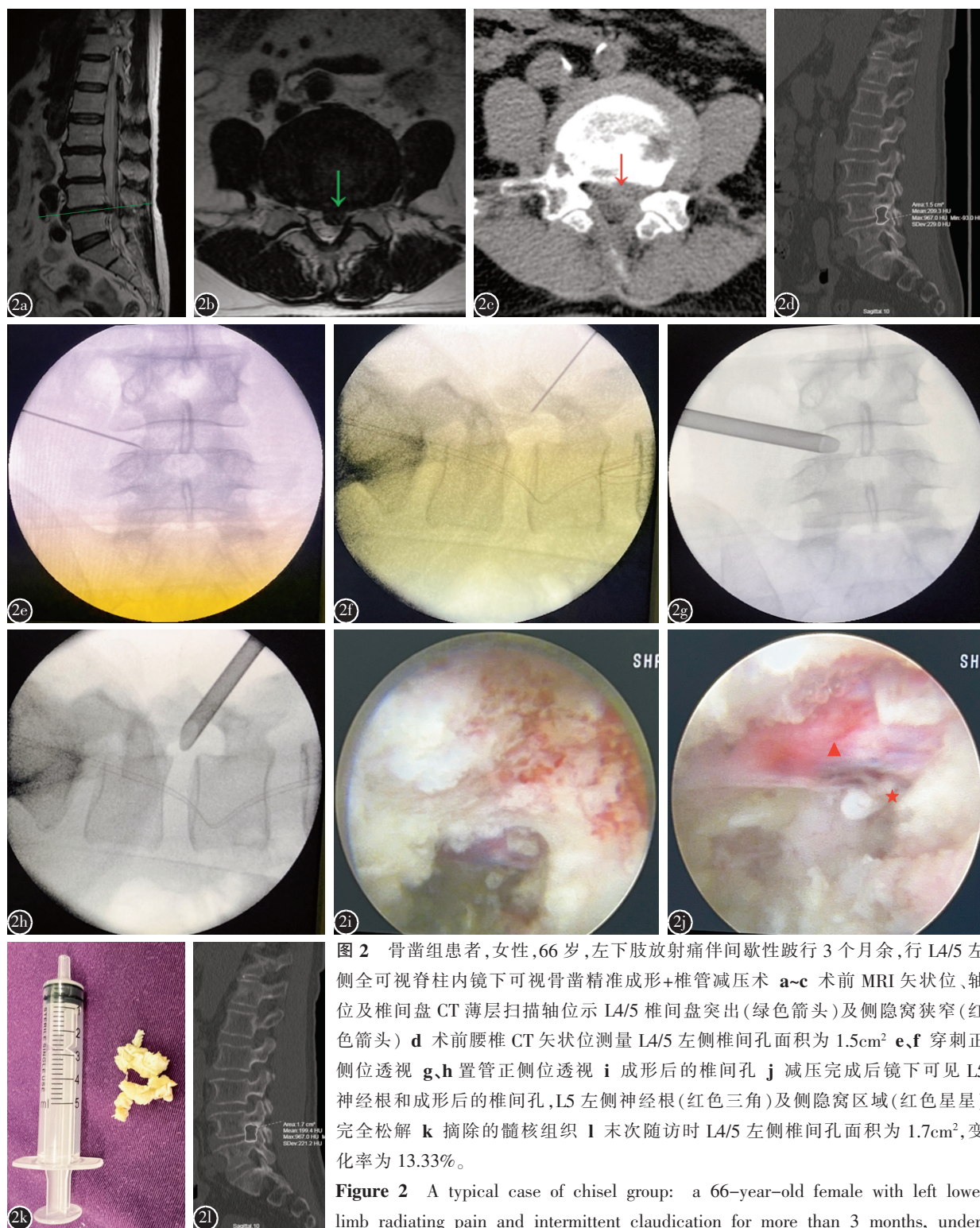


图2 骨凿组患者,女性,66岁,左下肢放射痛伴间歇性跛行3个月余,行L4/5左侧全可视脊柱内镜下可视骨凿精准成形+椎管减压术 a~c 术前MRI矢状位、轴位及椎间盘CT薄层扫描轴位示L4/5椎间盘突出(绿色箭头)及侧隐窝狭窄(红色箭头) d 术前腰椎CT矢状位测量L4/5左侧椎间孔面积为 1.5cm^2 e、f 穿刺正侧位透视 g、h 置管正侧位透视 i 成形后的椎间孔 j 减压完成后镜下可见L5神经根和成形后的椎间孔,L5左侧神经根(红色三角)及侧隐窝区域(红色星星)完全松解 k 摘除的髓核组织 l 末次随访时L4/5左侧椎间孔面积为 1.7cm^2 ,变化率为13.33%。

Figure 2 A typical case of chisel group: a 66-year-old female with left lower limb radiating pain and intermittent claudication for more than 3 months, underwent left L4/5 accurate foraminoplasty with chisel under FVSE and spinal canal decompression a~c Preoperative sagittal and axial MRI and thin-layer CT scan of the disc showed L4/5 herniated (green arrow) and lateral recess stenosis (red arrow) d The area of left foramen of L4/5 was 1.5cm^2 before operation measured on preoperative lumbar sagittal CT image e, f The anterior and posterior X-ray fluoroscopy showed the position of puncture g, h The anterior and posterior X-ray fluoroscopy showed the position of working sleeve i The foramen after accurate foraminoplasty j The endoscopic view of the decompressed L5 nerve root and the foramen after accurate foraminoplasty. The L5 nerve root (red triangle) and the lateral recess (red star) of left L4/5 were completely decompressed k The excised nucleus pulposus l The area of left foramen of L4/5 was 1.7cm^2 at final follow-up, and the change rate of the foramen area was 13.33%.

成形程度为使椎间孔能容纳工作鞘管进入椎管内为止,减少了对关节突的破坏,不仅能保留脊柱运动单元的稳定性,同时还能清晰地显示解剖结构。

本研究结果显示,两组患者手术时间与住院时间无统计学差异,术后各时间点 VAS 评分、JOA 评分与 ODI 均较术前有明显改善,且椎间孔面积均较术前变大,但环锯组术中出血与透视次数较骨凿组多。表明两种成形技术均能获得满意的临床疗效,但环锯成形技术可能导致更多的术中出血与术者的射线暴露。值得注意的是,虽然术后各时间点两组患者椎间孔面积无统计学差异,但环锯组椎间孔面积变化率显著大于可视骨凿组($P<0.01$),表明环锯技术可能对关节突骨质破坏更大。这可能是因为虽然环锯也是逐级成形,但是每一级环锯的面积均为恒定值,即每次成形去除的骨质量相对固定,可能造成关节突切除过多的现象,而可视骨凿能随内镜的视野调整切除部位,且切除范围总体可控。本研究 143 例患者硬脊膜、神经根均得到充分减压,随访 9~20 个月,两组患者 MacNab 优良率均大于 96%。

综上所述,FVSE 下应用可视骨凿与应用环锯成形均能达到满意的手术效果,但应用可视骨凿成形术中出血少、透视次数少,易于学习,更值得被推广和使用。但本研究纳入分析病例较少,随访时间短,为回顾性队列研究,仍需更多高质量研究来进一步验证该研究结论的可靠性。

4 参考文献

- 周逸驰,金祺,常见忠,等.改良 TESSYS 技术治疗老年腰椎管狭窄症[J].中国微创外科杂志,2020,20(9):793-797.
- 周逸驰,金祺,常见忠,等.Modic II 型改变对经皮椎间孔镜术疗效的影响[J].中国内镜杂志,2021,27(12):26-31.
- Gross JB. Estimating allowable blood loss: corrected for dilution[J]. Anesthesiology, 1983, 58(3): 277-280.
- Nadler SB, Hidalgo JH, Bloch T. Prediction of blood volume in normal human adults[J]. Surgery, 1962, 51(2): 224-232.
- Hua W, Zhang Y, Wu X, et al. Full-endoscopic visualized foraminoplasty and discectomy under general anesthesia in the treatment of L4-L5 and L5-S1 disc herniation[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2019, 44(16): E984-E991.
- Chen KT, Choi KC, Shim HK, et al. Full-endoscopic versus microscopic unilateral laminotomy for bilateral decompression of lumbar spinal stenosis at L4-L5: comparative study[J]. Int Orthop, 2022, 46(12): 2887-2895.
- 蒋杰,张保亮,肖瑞法,等.全可视化脊柱内镜技术治疗极外侧型腰椎间盘突出症的疗效分析[J].骨科,2022,13(6):488-491.
- Sivakanthan S, Hasan S, Hofstetter C. Full-endoscopic lumbar discectomy[J]. Neurosurg Clin N Am, 2020, 31(1): 1-7.
- Ahn Y. Endoscopic spine discectomy: indications and outcomes[J]. Int Orthop, 2019, 43(4): 909-916.
- Simpson AK, Lightsey HMT, Xiong GX, et al. Spinal endoscopy: evidence, techniques, global trends, and future projections[J]. Spine J, 2022, 22(1): 64-74.
- Yang J, Wu H, Kong Q, et al. Full endoscopic transforaminal decompression surgery for symptomatic lumbar spinal stenosis in geriatric patients[J]. World Neurosurg, 2019, 127: e449-e459.
- 姚兴旺,李亚伟,王冰,等.全内镜下可视化经椎弓根上切迹入路手术治疗腰椎侧隐窝狭窄症的疗效分析[J].中国脊柱脊髓杂志,2020,30(7):589-595.
- 刘加元,乔梁,刘猛,等.全可视脊柱内镜治疗老年腰椎侧隐窝狭窄症[J].颈腰痛杂志,2022,43(5):693-696.
- 冯品,张斌,刘俊麟,等.经皮脊柱内镜治疗下腰椎椎体后缘离断症短期疗效[J].中国骨与关节杂志,2019,8(2):105-109.
- 李毅力,孙宜保,杨勇,等.内镜下椎间孔成形术治疗老年腰椎侧隐窝狭窄症的疗效分析[J].中国脊柱脊髓杂志,2022,32(11):1017-1026.
- Yang JS, Chu L, Chen CM, et al. Foraminoplasty at the tip or base of the superior articular process for lateral recess stenosis in percutaneous endoscopic lumbar discectomy: a multicenter, retrospective, controlled study with 2-year follow-up[J]. Biomed Res Int, 2018, 2018: 7692794.
- 代云磊,魏亚,吴昌兵,等.有限元模拟脊柱内镜下椎间孔成形对腰椎生物力学的影响[J].西安交通大学学报(医学版),2022,43(1):127-132.
- Fan G, Gu X, Liu Y, et al. Lower learning difficulty and fluoroscopy reduction of transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy with an accurate preoperative location method[J]. Pain Physician, 2016, 19(8): E1123-E1134.
- Wu J, Ao S, Liu H, et al. Novel electromagnetic-based navigation for percutaneous transforaminal endoscopic lumbar decompression in patients with lumbar spinal stenosis reduces radiation exposure and enhances surgical efficiency compared to fluoroscopy: a randomized controlled trial [J]. Ann Transl Med, 2020, 8(19): 1215.
- Fan G, Guan X, Zhang H, et al. Significant improvement of puncture accuracy and fluoroscopy reduction in percutaneous transforaminal endoscopic discectomy with novel lumbar location system: preliminary report of prospective HELLO study [J]. Medicine(Baltimore), 2015, 94(49): e2189.
- 麻凤玉,李宜照,杨涛,等.腰椎间盘脱出椎间孔镜穿刺的三维影像测量[J].中国矫形外科杂志,2022,30(23):2197-2200.

(收稿日期:2023-07-18 末次修回日期:2023-10-31)

(英文编审 谭 啸)

(本文编辑 卢庆霞)