

# 经皮椎间孔镜椎间盘切除术治疗 2 种特殊类型脱垂型腰椎间盘突出症\*

姚 羽 季佳伟<sup>①</sup> 朱为浩<sup>①</sup> 陈文韬<sup>①</sup> 陈瑞霖<sup>①</sup> 张 烽 杨 洋\*\*<sup>②</sup>

(南通大学附属医院脊柱外科,南通 226001)

**【摘要】 目的** 探讨经皮椎间孔镜椎间盘切除术治疗 2 种特殊类型脱垂型椎间盘突出症的短期疗效。**方法** 2020 年 1 月~2021 年 12 月我科采用经皮椎间孔镜手术治疗 7 例单节段特殊类型脱垂型腰椎间盘突出症(A 型 4 例,为同侧“双根症状”,B 型 3 例,为双侧“双根症状”),术中按照髓核脱垂分型,调整穿刺及椎间孔扩大成形的方向,并利用镜下环锯或动力系统来增大工作套筒头向或尾向角度,处理不同靶点目标。**结果** 手术时间( $75 \pm 16$ )min,术后住院时间( $3.5 \pm 1.5$ )d。术后 7 例随访 6~12 个月,平均 9 个月。术前、术后、术后 6 个月及末次随访疼痛 VAS 评分分别为 9(5,10)、2(1,4)、2(0,3)、2(0,3)分,与术前比较,术后各时间点 VAS 评分有明显改善( $P < 0.05$ );术后各时间点之间 VAS 评分差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。术前、术后、术后 6 个月及末次随访 ODI 分别为( $62.1 \pm 7.6$ )%、( $19.1 \pm 6.2$ )%、( $12.9 \pm 8.1$ )%、( $10.3 \pm 4.2$ )%,除术后 6 个月与末次随访差异无显著性外( $P = 1.000$ ),其余时间点两两比较差异均有显著性( $P < 0.05$ )。末次随访 MacNab 标准优 6 例,良 1 例。**结论** 经皮椎间孔镜技术治疗特殊类型脱垂型腰椎间盘突出症可行,短期疗效满意。

**【关键词】** 经皮椎间孔镜椎间盘切除术; 腰椎间盘突出症

文献标识:B 文章编号:1009-6604(2023)08-0624-06

doi:10.3969/j.issn.1009-6604.2023.08.013

经皮椎间孔镜椎间盘切除术(percutaneous transforaminal endoscopic discectomy, PTED)是微创脊柱手术的革命性进步<sup>[1]</sup>,已成为治疗腰椎间盘突出症的手术方法之一<sup>[2,3]</sup>,从单纯包容性腰椎间盘突出症治疗,到各种类型腰椎间盘突出症的切除和椎间孔狭窄的扩大成形术<sup>[4,5]</sup>。即使对于 PETD 难题的脱垂型椎间盘突出症<sup>[6,7]</sup>,也可采用椎弓根上入路技术(Suprapedicular Approach)技术<sup>[8]</sup>,用环锯或磨钻去除部分关节突和椎弓根,以扩大视野及操作空间,完成脱垂或游离髓核的摘除<sup>[9]</sup>。PTED 治疗脱垂型椎间盘突出症经常遇到 2 种特殊类型:A 型为同侧“双根症状”,即髓核脱垂同时压迫一侧的上位神经根(出行根)和下位神经根(行走根);B 型为

双侧“双根症状”,即脱垂的髓核向上压迫一侧上位神经根(出行根)或向下压迫一侧下位神经根(行走根),同时椎间隙平面椎间盘向另一侧突出并压迫行走根。2020 年 1 月~2021 年 12 月我们对 7 例特殊类型脱垂型椎间盘突出症行 PTED,取得良好临床效果,现报道如下。

## 1 临床资料与方法

### 1.1 一般资料

本组 7 例,男 3 例,女 4 例。年龄 21~79 岁,平均 37.3 岁。症状为腰痛伴一侧或双侧下肢放射痛,查体一侧或双侧直腿抬高试验  $30^\circ \sim 60^\circ(+)$ 。病程 2~12 个月,中位数 7 个月。入院后常规行腰椎

\* 基金项目:江苏省重点研发计划社会发展项目(BE2017681);南通市社会民生科技计划-面上项目(MS12021090);南通市卫生健康委员会面上项目(MA2020023)

\*\* 通讯作者,E-mail:yangyang286228@163.com

① (南通大学医学院,南通 226001)

② (南通大学附属医院创伤中心,南通 226001)

正侧位、过伸过屈位 X 线片、CT 及 MRI 检查,病变节段:A 型 4 例( $L_{3/4}$  1 例, $L_{4/5}$  1 例, $L_5/S_1$  2 例),B 型 3 例( $L_{4/5}$  2 例, $L_5/S_1$  1 例),见图 1、2。根据患者的病史、症状、定位体征和影像学检查,诊断为单节段脱垂型腰椎间盘突出症。

病例选择标准:①有神经根受压症状,如单侧或双侧下肢放射痛或麻木等;②单节段脱垂型腰椎间盘突出症,体征与影像学检查一致;③经过严格保守治疗 6 周后症状没有明显缓解或进行性加重。排除标准:①腰椎管狭窄、腰椎不稳、腰椎滑脱及畸形;②多节段腰椎间盘突出症;③合并髋关节、膝关节退变;④肌力严重减退、足下垂;⑤有严重的原发性高血压、糖尿病、冠心病及肝、肾功能不全;⑥伴有急慢性感染、全身代谢性疾病、自身免疫性疾病、肿瘤及精神类疾病等。

## 1.2 方法

腹部悬空,俯卧于 Wilson 腰桥软垫。该体位可充分扩张椎间隙后侧、扩大 Kambin 安全穿刺三角区的面积,同时增加椎间孔的直径,以确保安全操作。在 C 形臂 X 线机辅助下,用克氏针在体表标记目标椎间隙水平线 a,棘突中线 b,以及两线交点与患侧关节突上缘的连线 c(图 3),并确认通过横突的安全线。正常情况下,皮肤穿刺点综合取决于椎间盘突出部位和类型、椎间孔的大小以及患者身体胖瘦,原则为患者椎间孔越小、身体越胖,穿刺点应越稍偏外侧。通常  $L_{4/5}$  穿刺点位于棘突中线旁开 10~14 cm, $L_5/S_1$  穿刺点距离棘突中线 8~12 cm。常规消毒后铺无菌巾,2% 盐酸利多卡因注射液与 0.9% 氯化钠等比例混合后对皮肤及腰背筋膜进行局部麻醉,在 C 形臂 X 线机正侧位透视下,用直径 2.5 mm 克氏针与腰部皮肤平面呈  $25^\circ \sim 40^\circ$ ,沿连线 c 方向进行穿刺。与穿刺针相比,在关节突增生需行椎间孔扩大成形的病例中,克氏针能够更好的指向靶点目标,便于环锯逐级扩大椎间孔,但应注意避免损伤神经根及硬膜囊,尤其是腋下型患者。

按照髓核脱垂分型,调整穿刺及椎间孔扩大成形的方向和靶点目标。①特殊类型 A 型:在 C 形臂 X 线机透视引导下采用标准“泰可视”椎间孔镜技术调整穿刺,正位透视下针尖应位于椎弓根内侧缘连线内侧 2 mm 处,侧位透视下针尖应位于椎体后缘线椎间隙平面,通过工作套筒的摆动,利用镜下环

锯或动力系统,以增大工作套筒头向角度,行走根松解完毕后,将套管稍稍拉出后增大套管尾部方向的角度,松解同侧出行根,见图 4、5。②特殊类型 B 型:在 C 形臂 X 线机透视引导下调整穿刺,正位透视下针尖应位于髓核脱垂侧(症状重侧)椎弓根内侧缘连线内侧 2 mm 处,侧位透视下针尖应位于椎体后缘线椎间隙平面,通过摆动工作套筒,利用镜下环锯或动力系统,以增大工作套筒头向或尾向角度,松解髓核脱垂侧神经根后,工作套管回到椎间隙平面,同时压低工作套管,沿后纵韧带逐渐向对侧推进,穿过中线,松解对侧神经根,见图 6。

术中观察同侧受压神经根或双侧受压神经根松解减压彻底后,拔出工作套管,去除残留冲洗液,缝合皮肤切口,并用小型无菌敷贴覆盖包扎。术后进行直腿抬高试验以确定手术效果。术前、手术当日各用静脉滴注抗生素 1 次。常规给予对症治疗,如消肿、营养神经等。如果没有特殊情况,术后 6 h 患者在腰部护具保护下进行简单活动,术后 1 个月内避免弯腰,同时指导患者适当进行功能锻炼,定期随访。

## 1.3 观察指标

手术时间、住院时间、疼痛视觉模拟评分(Visual Analogue Scale, VAS)、Oswestry 功能障碍指数(Oswestry Disability Index, ODI);术后 3、6、12 个月随访,末次随访评定疗效。

## 1.4 疗效评定

①采用 VAS 评价患者术前 1 d、术后即刻、术后 6 个月及末次随访疼痛程度,记分为 0~10 分,0 分表示无痛,1~3 分表示轻度疼痛,4~6 分表示中度疼痛,7~10 分表示重度疼痛。得分越高,疼痛越严重。②采用 ODI 评价患者腰椎功能的改善情况及手术疗效,评定时间点为术前 1 d、术后即刻、术后 6 个月至末次随访。问卷包括 10 个问题,每题 0~5 分,记分方法:实际得分/50(最高可能得分)×100%,得分越高表示功能障碍越严重。③采用改良 MacNab 标准<sup>[10]</sup>评估临床疗效,评定时间点为末次随访,分为 4 个等级:优、良、可、差。优:症状完全消失,并恢复原来的工作和生活;良:症状轻微,活动受到轻度限制,未对生活造成影响;可:症状减轻,活动受到限制,并影响正常的生活;差:治疗前后没有差别,症状对生活的影响甚至加重。

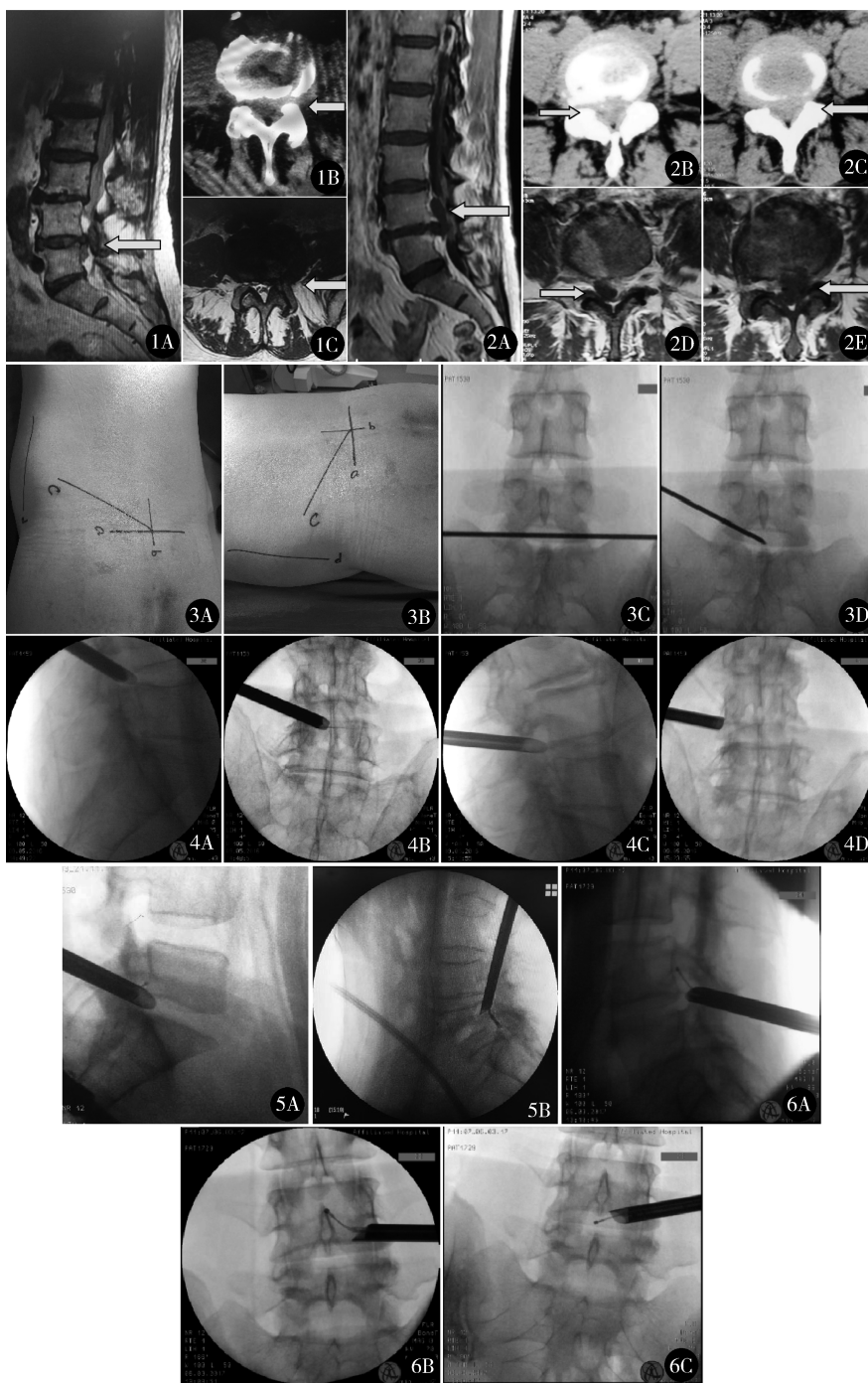


图 1 A. 术前 MRI 矢状位示  $L_{4/5}$  椎间盘向下脱垂;B,C. 术前 CT、MRI 横截面示  $L_{4/5}$  椎间盘极外侧突出 III 型,同时压迫上位根以及下位根 图 2 A. 术前 MRI 矢状位示  $L_{4/5}$  椎间盘向上脱垂;B,D. 术前 CT、MRI 横截面示  $L_{4/5}$  椎间盘向上脱垂,在  $L_4$  椎体后缘层面压迫右侧上位根;C,E. 术前 CT、MRI 横截面示  $L_{4/5}$  椎间盘向上脱垂,在  $L_{4/5}$  椎间隙层面压迫左侧下位根 图 3 A,B. 术前体表标记 (a. 目标椎间隙水平线;b. 体表标记棘突中线;c. ab 交点与患侧关节突上缘的连线;d. 安全线);C,D. 术前透视下定位 图 4 A,B. 特殊类型 A 型术中正侧位,工作套筒置于椎间隙平面,处理椎间隙平面突出的髓核组织;C,D. 特殊类型 A 型术中正侧位,将套筒稍稍拉出后增大套筒尾部方向的角度,松解同侧出行根 图 5 A. 术中透视影像,切除向上脱垂的髓核组织时套筒的位置;B. 术中透视影像,切除向下脱垂的髓核组织时套筒的位置 图 6 A,B. 特殊类型 B 型术中正侧位,利用镜下环锯或动力系统,增大工作套筒尾向角度,切除向上脱垂的髓核,松解同侧上位神经根;C. 工作套筒回到椎间隙平面,压低工作套管,沿后纵韧带逐渐向对侧推进,穿过中线,松解对侧神经根



### 1.5 统计学处理

应用 SPSS22.0 统计软件包进行统计分析。正态分布的计量资料用  $\bar{x} \pm s$  表示,不同时间点比较采用重复测量的方差分析;偏态分布的计量资料用  $M(P_{25}, P_{75})$  表示,采用  $k$  个相关样本非参数检验,有差异两两比较采用符号秩检验。 $P < 0.05$  差异有统计学意义。

## 2 结果

手术时间  $(75 \pm 16)$  min,术后住院时间  $(3.5 \pm 1.5)$  d。术后 7 例随访 6~12 个月,平均 9 个月。与术前比较,术后各时间点 VAS 评分、ODI 均明显改善( $P < 0.05$ );VAS 评分术后各时间点比较差异均无统计学意义( $P > 0.05$ );术后 6 个月 ODI 明显低于术后即刻( $P = 0.008$ ),末次随访 ODI 与术后 6 个月差异无统计学意义( $P = 1.000$ ),见表 1。末次随访 MacNab 标准优 6 例,良 1 例,未发生感染、脑脊液漏、神经损伤等并发症。

表 1 手术前后 VAS 评分、ODI 比较( $\bar{x} \pm s$ )

时间	VAS 评分(分)*	ODI(%)
术前 1 d①	9(5,10)	62.1 ± 7.6
术后即刻②	2(1,4)	19.1 ± 6.2
术后 6 个月③	2(0,3)	12.9 ± 8.1
末次随访④	2(0,3)	10.3 ± 4.2
$F(\chi^2)$ 值	$\chi^2 = 14.855$	$F = 390.741$
$P$ 值	0.002	0.000
两两比较	$Z_{1-2} = -2.375, P_{1-2} = 0.018$ $Z_{1-3} = -2.375, P_{1-3} = 0.018$ $Z_{1-4} = -2.384, P_{1-4} = 0.017$ $Z_{2-3} = -0.333, P_{2-3} = 0.739$ $Z_{2-4} = -1.732, P_{2-4} = 0.083$ $Z_{3-4} = -0.707, P_{3-4} = 0.480$	$P_{1-2} = 0.000$ $P_{1-3} = 0.000$ $P_{1-4} = 0.000$ $P_{2-3} = 0.008$ $P_{2-4} = 0.001$ $P_{3-4} = 1.000$

\* 偏态分布,用  $M(P_{25}, P_{75})$  表示

VAS:视觉模拟评分;ODI:Oswestry 功能障碍指数

## 3 讨论

### 3.1 2 种特殊类型脱垂型腰椎间盘突出症的临床特征

脱垂型腰椎间盘突出症的特征是纤维环破裂,突出的椎间盘组织或髓核落入椎管内或完全游离。Lee 等<sup>[11]</sup>根据腰椎间盘突出位置与相邻上下椎弓根之间的关系,将脱垂型腰椎间盘突出症分为 4 型:

I 型,髓核脱出位于上位椎体椎弓根下缘的上方;II 型,髓核脱出位于上位椎体椎弓根下缘至椎间隙平面;III 型,脱垂髓核位于椎间隙平面至下位椎体椎弓根中点的位置;IV 型,脱垂髓核超过下位椎体椎弓根中点。目前,这一分型得到学术界广泛认同<sup>[12]</sup>。

PTED 治疗脱垂型椎间盘突出症,我们遇到 2 种特殊类型的脱垂型椎间盘突出症:A 型为同侧“双根症状”,即脱垂的髓核同时压迫一侧的上位神经根(出行根)和下位神经根(行走根);B 型为双侧“双根症状”,即脱垂的髓核向上压迫一侧上位神经根(出行根)或向下压迫一侧下位神经根(行走根),同时椎间隙平面椎间盘向另一侧突出并压迫行走根。

### 3.2 特殊类型脱垂型腰椎间盘突出症的内镜手术选择

近年来,脱垂型腰椎间盘突出症的治疗取得良好的手术效果,如经患侧椎间孔扩大成形、经对侧椎间孔入路、经椎板间入路等<sup>[13-16]</sup>。对于特殊类型的脱垂型腰椎间盘突出症,无论是经对侧椎间孔入路,还是经椎板间入路,均不能很好兼顾“双根症状”。此外,这 2 种手术入路均需切开黄韧带,利用工作导管牵开神经根和硬膜囊,导致不同程度的椎管内粘连,甚至造成神经根牵拉损伤,更严重者出现马尾综合征症状<sup>[17,18]</sup>。此外,部分患者在经椎板间入路术后出现头痛、颈部不适,这些不良反应可能与术中持续的灌洗液冲洗,硬膜囊长时间受压有关<sup>[19,20]</sup>。

本组 7 例经患侧椎间孔入路治疗,2 种类型的“双根症状”均有明显缓解,随访平均 9 个月,未见复发。此外,这一路径无须切开黄韧带,工作导管不用进入椎管,减少对椎管内的侵扰以及对神经根牵拉造成损伤的可能性。由于椎弓根阻挡、椎间孔狭窄、椎间盘脱垂位置的多样性,通过患侧椎间孔入路治疗脱垂型腰椎间盘突出症时,需要一定的穿刺及扩孔技巧。此外,对于髂嵴较高、骶椎腰化、横突肥大等情况的  $L_5/S_1$  椎间盘脱垂患者,由于髂嵴、横突的阻挡,常会导致穿刺失败<sup>[21-23]</sup>,本组 3 例  $L_5/S_1$  椎间盘脱出均顺利穿刺并成功置入工作套管。

### 3.3 PTED 治疗 A、B 型脱垂型腰椎间盘突出症的手术技巧

A 型通常为椎间盘突出极外侧型 III 型,脱垂的髓核起始于椎管的极外侧,压迫一侧的下位神经根

(行走根),同时,髓核经椎间孔脱垂至孔外,压迫同一侧的上位神经根(出行根),其特点是出现同侧“双根症状”。这一型脱垂的髓核组织多在椎管外,穿刺点可以选择适当靠近中线,并与腰部皮肤平面呈 $35^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 穿刺,大于一般的 $25^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 穿刺角度,这样有利于处理椎间孔外侧的脱垂髓核。第一步先处理椎间隙平面,可通过摆动工作套筒,利用镜下环锯或动力系统,以增大工作套筒头向或尾向角度,待行走根松解完毕后。第二步稍许拔出套管,增加与腰部皮肤平面的角度并增大套管尾向角度,清理椎间孔外侧的脱垂髓核,松解减压同侧出行根。

B 型为双侧“双根症状”,即脱垂的髓核向上压迫一侧上位神经根(出行根)或向下压迫一侧下位神经根(行走根),同时椎间隙平面椎间盘向另一侧突出并压迫行走根。这一型的脱垂髓核组织多位于椎管内,穿刺点可以选择适当远离中线甚至平行穿刺到目标靶点,以便尽可能摘除脱垂髓核或使用环锯行椎间孔扩大成形。第一步先处理髓核脱垂侧(症状重侧),利用镜下环锯或动力系统,通过摆动工作套筒,以增大工作套筒头向或尾向角度,并用可探棒或弯钳沿脱垂方向分离,探查和取出脱出或游离的椎间盘组织。髓核脱垂侧神经根松解完毕后,第二步摆动工作套管回到椎间隙平面,同时压低工作套管,沿后纵韧带逐渐向对侧推进,穿过中线,松解充分减压对侧神经根。

L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub> 椎间盘向上脱垂游离者,使用椎间孔镜处理起来极为困难。本组 L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub> 椎间隙 3 例,2 例 A 型均为 Lee 分型 II 型,1 例 B 型为 Lee 分型 III 型,上述方法均能很好处理。这 2 种特殊类型的脱垂髓核往往较大,髓核组织退变严重,甚至伴有破碎的纤维环和退变的终板,如何更干净彻底地切除压迫组织,我们经验总结如下:首先,应熟悉经皮椎间孔镜的内镜下解剖,树立立体解剖概念,掌握重要镜下解剖标志。其次,在术前仔细参考影像学内容,预判脱垂的髓核情况,更好地设计手术方案。更重要的是,术中我们通过摆动通道头尾侧方向,以及调整通道的深浅位置,可以有利于让各种操作工具到达髓核脱垂的地方。同时,应该熟练掌握神经剥离器的使用,充分触探并剥离出在镜下尚不能直视的游离髓核。最后,有经验的医生通过镜下观察神经根和硬膜囊,可以判断有无完全摘除脱垂髓核。如果患者脱垂的髓

核组织未断裂游离,抓住尾部后,条索状的游离髓核组织会被一并取出;若髓核组织断裂为多部分,需要继续探查硬膜外间隙,直至所有断裂的髓核组织被取出。另外,这 2 种特殊类型的脱垂髓核周围炎性组织浸润,椎体后缘静脉丛丰富。用直钳或弯钳抓住脱垂髓核的蒂部慢慢拉出椎管时,往往伴有椎体后方的出血,从而影响工作视野。此时需要术者有丰富的镜下操作经验,动作轻柔,耐心止血。同时要注意脱垂远端有无遗漏的髓核组织,直到神经根充分减压。

综上所述,在局部麻醉清醒状态下,经皮椎间孔镜治疗特殊类型脱垂型腰椎间盘突出症是一种可供选择的微创、有效的手术方法,但此 2 类特殊类型脱垂型腰椎间盘突出症临床病例并不多见,长期疗效有待进一步观察。

## 参考文献

- 1 Stücker R, Krug C, Reichelt A. Endoscopic treatment of intervertebral disk displacement. Percutaneous transforaminal access to the epidural space. Indications, technique and initial results. *Orthopade*, 1997, 26(3): 280 - 287.
- 2 Chen J, Jing X, Li C, et al. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for L5/S1 lumbar disc herniation using a transforaminal approach versus an interlaminar approach: A systematic review and meta-analysis. *World Neurosurg*, 2018, 116: 412 - 420. e2.
- 3 Kim HS, Paudel B, Jang JS, et al. percutaneous endoscopic lumbar discectomy for all types of lumbar disc herniations (LDH) including severely difficult and extremely difficult LDH cases. *Pain Physician*, 2018, 21(4): E401 - E408.
- 4 Kim JS, Choi G, Lee SH. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy via contralateral approach: a technical case report. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2011, 36(17): E1173 - E1178.
- 5 Kapetanakis S, Gkantsinikoudis N, Charitoudis G. Implementation of percutaneous transforaminal endoscopic discectomy in competitive elite athletes with lumbar disc herniation: Original study and review of the literature. *Am J Sports Med*, 2021, 49(12): 3234 - 3241.
- 6 Choi G, Lee SH, Lokhande P, et al. Percutaneous endoscopic approach for highly migrated intracanal disc herniations by foraminoplasty technique using rigid working channel endoscope. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2008, 33(15): E508 - E515.
- 7 Wang SJ, Chen BH, Wang P, et al. The effect of percutaneous endoscopic lumbar discectomy under different anesthesia on pain and immunity of patients with prolapse of lumbar intervertebral disc. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2017, 21(12): 2793 - 2799.
- 8 Kim HS, JU CI, Kim SW, et al. Endoscopic transforaminal

- suprapedicular approach in high grade inferior migrated lumbar disc herniation. J Korean Neurosurg Soc, 2009, 45 ( 2 ) : 67 – 73.
- 9 Chen CM, Lin GX, Sharma S, et al. Suprapedicular retrocorporeal technique of transforaminal full-endoscopic lumbar discectomy for highly downward-migrated disc herniation. World Neurosurg, 2020, 143 : e631 – e639.
- 10 张建伟,刁文博,高建,等.腰椎退行性疾病的改良脊柱内镜下融合术.中国矫形外科杂志, 2021, 29 ( 15 ) : 1401 – 1405.
- 11 Lee S, Kim SK, Lee SH, et al. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for migrated disc herniation: classification of disc migration and surgical approaches. Eur Spine J, 2007, 16 ( 3 ) : 431 – 437.
- 12 蒋毅,左如俊,吴磊,等.微创内窥镜下经不同入路治疗重度脱出移位腰椎间盘突出症.中国骨伤, 2017, 30 ( 2 ) : 100 – 104.
- 13 Chen W, Zheng Y, Liang G, et al. Clinical effects of transforaminal approach vs interlaminar approach in treating lumbar disc herniation: A clinical study protocol. Medicine ( Baltimore ), 2020, 99 ( 44 ) : e22701.
- 14 Kim CS, Moon YJ, Kim JW, et al. Transforaminal epidural balloon adhesiolysis via a contralateral interlaminar retrograde foraminal approach: A retrospective analysis and technical considerations. J Clin Med, 2020, 9 ( 4 ) : 981.
- 15 Makkar JK, Gourav KKP, Jain K, et al. Transforaminal versus lateral parasagittal versus midline interlaminar lumbar epidural steroid injection for management of unilateral radicular lumbar pain: A randomized double-blind trial. Pain Physician, 2019, 22 ( 6 ) : 561 – 573.
- 16 Zhao Y, Fan Y, Yang L, et al. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy ( PELD ) via a transforaminal and interlaminar combined approach for very highly migrated lumbar disc herniation ( LDH ) between L4/5 and L5/S1 level. Med Sci Monit, 2020, 26 : e922777.
- 17 周跃.正确认识经皮椎间孔镜技术.中国骨与关节杂志, 2013, 2 ( 4 ) : 181 – 184.
- 18 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. Biomed Res Int, 2018, 2018 : 7692794.
- 19 Li ZZ, Ma SY, Cao Z, et al. Percutaneous isthmus foraminoplasty and full-endoscopic lumbar discectomy for very highly upmigrated lumbar disc herniation: Technique notes and 2 years follow-up. World Neurosurg, 2020, 141 : e9 – e17.
- 20 Lin W, Ma WT, Xue Y. Low back pain induced by posterior longitudinal ligament incision in percutaneous transforaminal endoscopic lumbar discectomy. Orthop Surg, 2020, 12 ( 4 ) : 1230 – 1237.
- 21 Chen KT, Wei ST, Tseng C, et al. Transforaminal endoscopic lumbar discectomy for L5-S1 disc herniation with high iliac crest: technical note and preliminary series. Neurospine, 2020, 17 ( Suppl 1 ) : S81 – S87.
- 22 Yang JS, Liu KX, Kadimcherla P, et al. Can the novel lumbolliac triangle technique based on biplane oblique fluoroscopy facilitate transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy for patients with L5-S1 disc herniation combined with high iliac crest? Case-control study of 100 patients. Pain Physician, 2020, 23 ( 3 ) : 305 – 314.
- 23 Tezuka F, Sakai T, Abe M, et al. Anatomical considerations of the iliac crest on percutaneous endoscopic discectomy using a transforaminal approach. Spine J, 2017, 17 ( 12 ) : 1875 – 1880.

( 收稿日期 : 2022 – 09 – 06 )

( 修回日期 : 2023 – 03 – 20 )

( 责任编辑 : 李贺琼 )