

椎间孔镜经不同入路治疗腰椎间盘突出症的临床进展

陈之光, 付勤

(中国医科大学附属盛京医院脊柱关节外科, 辽宁 沈阳 110004)

【摘要】 与传统开放性手术相比, 应用经皮椎间孔镜技术(percutaneous transforaminal endoscopic discectomy, PTED)治疗腰椎间盘突出症具有手术创伤小、对脊柱稳定性影响小、恢复较快等特点。但是由于突出物位置的不同、病变节段高低或髂嵴阻挡等原因, PTED 经椎间孔入路的适应证相对狭窄, 尚不能取代开放性手术。新入路的开发及器械的改良已成为 PTED 目前研究的热点及未来发展方向。近年来, 经椎板间隙入路和经髂骨入路的出现使得 PTED 的适应证得到了极大扩展。然而, 操作不规范、对适应证或手术入路选择失当仍然是导致 PTED 手术失败的主要原因, 因此本文就 PTED 的适应证、3 种不同入路的手术方法、临床疗效和并发症进行综述。

【关键词】 腰椎; 椎间盘移位; 综述文献

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2012.12.021

Percutaneous transforaminal endoscopic discectomy through different approaches for lumbar disc herniation CHEN Zhi-Guang, FU Qin. Department of Orthopaedic Surgery, Shengjing Hospital, China Medical University, Shenyang 110004, Liaoning, China

ABSTRACT Compared with open surgery, percutaneous transforaminal endoscopic discectomy (PTED) for lumbar disc herniation (LDH) has advantages of minimally invasive, little impact on stability of spine and rapid recovery. However, PTED by transforaminal approach has relatively limited indications and can not completely replace open surgery, due to different location of migrated herniated fragment, the level of pathological segment or presence of a high iliac crest. Development of new approach and ancillary equipment have become the focus and future direction of PTED. In recent years, interlaminar and transiliac approach extended the indications of PTED greatly. However, not-standard manipulation, improper selection of indications or surgical approach has been attributed to the main reason for failure in PTED surgery. In view of this, the paper summaries indications, different approaches and methods, clinical efficacy and complications of PTED.

KEYWORDS Lumbar vertebrae; Intervertebral disk displacement; Review literature

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2012, 25(12): 1057-1060 www.zggszz.com

应用传统开放性手术治疗腰椎间盘突出症虽然减压彻底, 但也存在着手术创伤较大、术后恢复时间较长等缺点^[1]。经皮椎间孔镜技术(percutaneous transforaminal endoscopic discectomy, PTED)采用 Yeung 等^[2]开发的第 3 代脊柱内镜系统(Yeung endoscopy spine system, YESS), 将内镜和激光射频消融技术融合通过局部麻醉在直视下治疗腰椎间盘突出症, 具有手术创伤小、对脊柱稳定性影响小、减少术后疼痛和局部瘢痕形成、恢复较快等特点, 并在国内外脊柱外科治疗中获得了广泛的应用。本文对 PTED 的适应证、在 3 种不同手术入路中的手术方法、临床疗效和并发症做一综述。

1 PTED 适应证

目前, 随着操作医师手术技术和内镜手术器械的进步, 以及不同手术入路的开发, PTED 技术已拥有较广泛的手术适应证, 主要包括: ①经严格保守治疗无效的腰椎间盘突出症, 不伴椎管狭窄或腰椎不稳; ②复发型腰椎间盘突出症(特别是经传统开放手术治疗后复发者)^[3]; ③极外侧型腰椎间盘突出

症(包括椎间孔内型和/或椎间孔外型)^[4]; ④全身条件差不能耐受传统开放性手术或全身麻醉的腰椎间盘突出症。

2 PTED 经椎间孔入路治疗腰椎间盘突出症

2.1 PTED 经椎间孔入路手术方法 患者取俯卧位于可透视“U”形垫上, 保持腹部悬空。1%利多卡因逐层局部浸润麻醉后, 在 C 形臂 X 线透视辅助下定位欲手术节段并确定皮肤进针点。在正位和侧位 X 线透视下分别标记出平行于目标椎间隙的横线和关节突后缘。依据患者髂嵴的高低和体形的胖瘦选择合适的旁开距离, 通常 L_{2,3} 节段的进针点需旁开 7~9 cm, L_{3,4} 节段需旁开 8~10 cm, L_{4,5} 节段需旁开 11~14 cm, L₅S₁ 节段需旁开 12~16 cm^[5]。透视下与水平面成 15°~20°夹角使用 18-G 穿刺针经患侧椎间孔穿刺进入椎间盘, 需要强调的是椎间孔越狭窄, 髓核脱出移位越远, 穿刺针与水平面的夹角应越小。用碘海醇(Iohexol)与亚甲蓝(3:1)混合液行椎间盘造影并置入直径 0.8 mm 钝头导针, 以导针为中心切开约 0.7 cm 皮肤, 使用直径 1~5 mm 扩张器沿导针逐级扩张软组织并对狭窄的椎间孔进行扩大成形。最后在规格为 (5.8 × 5.1) mm 内镜系统(YESS)直视观察下通过直径为 2.7 mm 工作套管用髓核

钳彻底抓取蓝染变性的髓核组织。

2.2 PTED 经椎间孔入路治疗腰椎间盘突出症的临床疗效 Ruetten 等^[6]报道 463 例行 PTED 腰椎间盘突出症患者, 术后随访 1 年, 平均视觉模拟评分法 (visual analog scale, VAS) 腿部疼痛评分由术前的 71 分降至 8 分, Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry disability index, ODI) 由术前的 78 分降至 20 分, 两者差异均具有统计学意义 ($P < 0.000 1$), 总体优良率为 88% (409/463), 术后复发率为 7% (32/463), 其中 28 例采用相同的 PTED 技术再次手术治疗, 并且术后均达到优良标准。Tzaan^[7]报道了 134 例, 平均随访 8 个月 (3~36 个月), 根据 Macnab^[8]标准术后总体优良率达 89% (120/134), 1 例患者术后 4 个月时复发, 复发率仅为 0.7%, 6 例因 PTED 效果不佳或复发而再次手术治疗, 再手术率为 4%。Lee 等^[9]对 116 例行 PTED 患者随访 9~20 个月 (平均 14.5 个月), 根据 Macnab 标准优良率达 91.4%, 术前平均 VAS 腿部疼痛评分为 7.5 ± 1.7 , 术后末次随访时为 2.6 ± 1.8 ($P < 0.000 1$), 返回工作岗位平均时间为 14 d, 无复发病例报道。Choi 等^[10]采用 YESS 技术治疗 41 例极外侧型腰椎间盘突出症, 术前平均 VAS 和 ODI 得分分别为 8.6 分和 66.3 分, 术后 VAS 和 ODI 得分分别为 1.9 分和 11.5 分, 术后 2 例出现症状复发, 复发率为 4.8%。Ahn 等^[11]对 45 例行 PTED 治疗的上位腰椎间盘突出症 ($L_{1,2}$, $L_{2,3}$ 节段) 患者随访 25~52 个月 (平均 38.8 个月), 平均 VAS 得分由术前的 8.38 分降至末次随访时的 2.36 分 ($P < 0.000 1$)。根据 Prolo 等^[12]量表标准总体优良率为 77.8%, 术后症状复发 1 例, 复发率为 2%, 4 例 PTED 疗效较差患者进行二次开放手术治疗, 再手术率为 8.8%。何升华等^[13]采用该入路治疗 43 例, 平均随访 6 个月, 术前 VAS 评分为 7.91 ± 1.2 , 术后为 2.09 ± 1.31 ; ODI 指数术前为 (74.22 ± 16.61)%, 末次随访为 (17.88 ± 8.20)%, 术后 VAS 评分、末次随访 ODI 指数与术前比较差异均有统计学意义 ($P < 0.01$)。根据改良 Macnab 标准: 优良率达 93%。

以上研究数据表明, 应用 PTED 经椎间孔入路治疗腰椎间盘突出症可以在获得较高成功率的同时维持较低的复发率或二次手术率。由于其具有手术创伤小、对脊柱稳定性破坏小、通过局部麻醉在直视下去除变性突出的间盘组织、恢复时间较短等优点, PTED 已经成为治疗腰椎间盘突出症的一种安全有效的手术方法。

2.3 PTED 经椎间孔入路治疗复发性腰椎间盘突出症的临床疗效 据文献报道^[3], 有 5%~19% 的腰椎间盘突出症患者经传统开放性手术治疗后复发。手术后复发性腰椎间盘突出症可定义为: 通过手术治疗, 患者疼痛明显缓解期后再次出现腰椎间盘突出症的症状, 并经影像学检查证实于相同手术节段再次出现神经根压迫^[14]。尽管应用开放性手术治疗复发性腰椎间盘突出症已经取得了良好的疗效, 但是局部瘢痕组织形成、术中对后路脊柱旁肌肉的再次分离牵拉以及对脊柱稳定结构的进一步破坏均会提高术中神经损伤及术后腰椎不稳的风险。应用 PTED 治疗开放性手术后复发的腰椎间盘突出症不仅可以避开原有的瘢痕组织而到达欲手术的节段, 而且不会再次损伤后路脊柱旁稳定结构, 因而获得了广泛的应用。

Shin 等^[15]应用 PTED 治疗 41 例开放手术后腰椎间盘突出症复发的患者, 随访 16 个月, 平均 VAS 腿部疼痛评分由术前的 8.74 ± 1.50 降至末次随访时的 2.88 ± 1.01 ($P < 0.001$), 平均

VAS 背部疼痛评分由术前的 4.96 ± 2.54 分降至末次随访时的 3.25 ± 1.48 ($P < 0.001$), 根据 Macnab 标准, 总体优良率为 90.2%, 术后 2 例再次复发, 复发率为 4.8%。Hoogland 等^[3]对 238 例术后复发性腰椎间盘突出症患者行 PTED 治疗并随访 2 年, 平均 VAS 腿部疼痛评分由术前的 8.46 分降至 2.61 分, 背部疼痛评分由术前的 8.56 分降至 2.85 分, 术后患者总体满意率达 85.7%, 术后 11 例患者因症状复发而疗效较差, 复发率为 4.62%。Ruetten 等^[16]负责的前瞻性随机对照实验中, 21 例被分配至 PTED 组行经椎间孔入路手术治疗并随访 2 年, 平均 VAS 腿部疼痛评分由术前的 79 分降至 8 分, 平均 Oswestry 功能障碍指数评分由术前的 80 分降至 20 分, 总体满意率达到 95.6%, 术后 2 例再次复发, 复发率为 9.5%。

3 PTED 经椎板间隙入路治疗腰椎间盘突出症

尽管经椎间孔入路已成为应用 PTED 治疗腰椎间盘突出症的标准入路, 但其同样存在着不足, 如骨性椎间孔的大小在一定程度上限制了手术器械的可动性, 因而在钳取脱出移位较远的髓核组织时存在一定困难; 在治疗下位腰椎间盘突出时 ($L_{4,5}$ 或 L_5/S_1), 因髂嵴的阻挡造成手术器械术中姿态和位置不正确而导致 PTED 手术失败等^[17]。为避免上述技术缺陷, Ruetten 等^[17]于 2001 年首先采用 PTED 经椎板间隙入路治疗腰椎间盘突出症。该入路采用了脊柱外科常见的椎板间入路并能避免髂嵴的阻挡; 对于椎板间隙较小的患者可酌情磨出部分关节骨面, 这样既最大限度保证了术后脊柱稳定性, 又能扩大术中操作空间; 术中黄韧带仅切开约 5 mm, 可以明显减少术后硬膜外瘢痕的形成。

3.1 PTED 经椎板间隙入路手术方法 患者取俯卧屈髋屈膝位。正位透视下, 皮肤切口位于近患侧椎板窗中央。1%利多卡因局部浸润麻醉后钝性置入直径为 6.9 mm 扩张器, 再通过扩张器置入直径 7.9 mm 的外工作鞘, 并开口朝向黄韧带且侧位透视下不超过关节表面。穿刺方向应朝向椎板窗的外上象限, 穿刺进入黄韧带时应特别注意患者有无出现根性疼痛症状, 避免穿刺时损伤神经根。透视下穿刺进入病变椎间盘后行椎间盘造影, 移除扩张器并置入规格为 4.2 mm Wolf 内窥镜操作孔道, 直视下切开黄韧带约 5 mm, 探查神经根位置并向内推开神经根, 不断调整内窥镜视角利用髓核钳完整取出变性的髓核组织。值得注意的是, PTED 经椎板间隙入路的手术方法与显微内窥镜下椎间盘髓核摘除术 (microendoscopic discectomy, MED) 类似, 但是与后者相比, PTED 的皮肤切口更小 (通常小于 1 cm); 术中保留黄韧带且仅切开约 5 mm 便能完成手术, 对预防术后硬脊膜与周围组织粘连有重要意义^[18], 而传统 MED 技术需切除黄韧带, 即使努力保留黄韧带其成功率仍较低, PTED 手术器械的直径更小, 相比 MED 进一步降低了术中神经根损伤的风险。

3.2 PTED 经椎板间隙入路的临床疗效 Ruetten 等^[17]采用经椎板间隙入路治疗 331 例患者, 随访 2 年后 VAS 疼痛评分及 Oswestry 功能障碍指数评分由术前的 74、79 分将至末次随访时的 7、21 分, 且差异均有统计学意义。总体满意率近 91%, 而复发率仅有 2.4%, 且复发患者 (8 例) 全部采用相同技术行翻修手术并达到优良。吕国华等^[19]采用该入路治疗腰椎间盘突出症 30 例, VAS 腿部疼痛评分术前 76.8 ± 5.0 , 末次随访时为 7.3 ± 1.6 , 两项评分术前与末次随访时比较均有显著性差异 ($P < 0.01$), 随访期间无复发病例。黄曹等^[20]治疗腰椎间盘突出

突出症 27 例,术前平均 ODI 指数为(75.4±7.8)%,末次随访为(13.0±20.5)%,差异有统计学意义($t=12.7, P=0.00$)。按改良 Macnab 标准,优良率达 80%。

以上临床研究结果表明,PTED 经椎板间隙入路治疗腰椎间盘突出症能够有效减压,缓解患者症状,并能保留黄韧带,减小对脊柱稳定结构的损伤及硬膜外瘢痕形成,在经该入路手术时,手术器械姿态近垂直于患者躯干,因而能够有效避免经椎间孔入路时髂嵴的阻挡,对髂嵴较高的下位腰椎间盘突出症的患者具有特殊意义。

4 PTED 经髂骨入路治疗腰椎间盘突出症

下位腰椎间盘突出症(L_{4,5}或L₅S₁)的治疗一直是 PTED 的难点:首先,较高的髂嵴、肥厚的横突、肥大增生的关节突等会阻碍 PTED 经椎间孔入路的手术操作;其次,若手术医师选择经椎板间隙入路则会增加术中神经根损伤的风险,而且由于下位椎间盘存在一定的倾斜角度,术中皮肤进入点需偏向头侧,而操作区域位于进入点的尾侧,在钳取头侧移位脱出较远的髓核组织时存在较大难度^[2,21]。为避免上述不足,Choi 等^[21]于 2009 年首先采用 PTED 经髂骨入路治疗髂嵴较高的下位腰椎间盘突出症的患者。该方法通过在髂后上嵴上由后外侧至前内侧钻孔形成的骨性操作孔道直达处理间盘,特别适用于髂嵴较高的向上移位型下位腰椎间盘突出症患者。

4.1 PTED 经髂骨入路的手术方法 患者取俯卧位,采用局部麻醉并加用芬太尼镇静镇痛。于皮肤表面标出后正中中线及髂嵴,在 C 形臂 X 线正位透视下确定皮肤进入点及目标区域,皮肤进入点需低于欲手术节段,而目标区域需高于欲手术节段,这种向上的角度有利于接近向上脱出移位较远的髓核组织,在侧位 X 线透视下针尖应位于 Kambin 安全三角范围中相邻椎体后缘连线上。用适中的力量于髂骨的后外侧向前内侧旋入规格为 18G 穿刺针,穿过髂嵴下方的薄皮质骨后直达椎间盘并用约 2 ml 造影剂行椎间盘造影。置入直径 0.8 mm 导丝并逐级放入扩张器,利用配套的扩孔钻扩大骨性通道。拔出导丝后置入规格为 6.9 mm×5.6 mm 内镜系统并向上及背侧调整可视角度,变性髓核应位于视野中黄韧带的对侧,最后在直视下通过直径为 4.1 mm 操作通道完整取出突出变性的髓核组织。需要注意的是,必须用旋转力而非锤击力并利用直径逐级扩大的扩孔钻扩大髂骨骨性通道,以免发生髂骨骨折;骨性通道的穿刺点应选在紧靠髂后上嵴的薄皮质骨部分,远离髂上皮神经和髂上动静脉以避免医源性神经血管损伤。

4.2 PTED 经髂骨入路的临床疗效 目前,国内外关于 PTED 经髂骨入路治疗腰椎间盘突出症的文献报道较少,这主要与 PTED 经该入路对手术适应症的选择性较高有关。Choi 等^[21]治疗 2 例向上脱出型下位腰椎间盘突出症的患者,术后患者腿部疼痛症状解除并于术后第 1 天出院。以上研究结果表明,若下位腰椎间盘突出症患者为向上脱出游离型或因髂嵴较高而阻碍了经传统椎间孔入路治疗时,经髂骨入路可作为其有效替代方式用于微创治疗。

5 PTED 的并发症

PTED 经椎间孔入路或椎板间隙入路的并发症包括:术中腰骶神经根损伤、硬膜撕裂、术后同侧肢体暂时性麻木和感染等。Tzaan 等^[7]统计 PTED 134 例,8 例出现术后同侧下肢暂时性麻木(6%),无硬膜撕裂或感染病例。Shin 等^[15]行 PTED

治疗 41 例,2 例出现手术同侧肢体暂时性麻木(4.8%),2 例出现硬膜撕裂并及时修复(4.8%)。张树芳等^[22]统计 162 例行 PTED 患者术中术后并发症,其中术中硬脊膜损伤 1 例(0.6%)并立即转为开放手术修补,一过性感觉异常 2 例(1.2%),椎间隙感染 1 例(0.6%),术中出血不止 1 例并果断转为开放手术。PTED 经髂骨入路的并发症还包括髂骨骨折和髂上皮神经及髂上动静脉损伤所致的麻木和失血风险。另外,不同手术体位对 PTED 也有一定影响:首先,俯卧位对患者的呼吸功能影响较大,老年人尤为突出;其次,L_{3,4}椎间盘突出患者因 L₃或 L₄神经根受压而出现患侧股神经牵拉试验阳性,患侧髋关节处于强迫屈曲位,此时若采用俯卧位手术,患者可能无法忍受。而侧卧位手术不能同时在一个体位下进行两侧的操作,因而对于需行双侧手术处理的患者不宜采用侧卧位的方式。总体来说,因 PTED 手术过程通过局部麻醉在直视下完成,术中操作医师和患者之间可以获得充分沟通,因而 PTED 围手术期并发症的发生率较传统开放性手术明显降低,特别是腰骶神经根损伤的病例少见。PTED 具有手术创伤小的优点,术中操作须相对轻柔,因此硬膜撕裂病例也较少见,且多数术中及时发现处理或保守治疗而完全恢复。因术中出血不止影响视野而被迫转为开放手术者也有报道^[22],这主要与术中损伤纤维环血管和椎管内静脉丛有关,术中操作轻柔、止血确切应可避免。手术侧肢体暂时性麻木为 PTED 相对多见的并发症,文献报道的发生率约 2%~6%^[2,7],其主要原因为手术刺激和局部血肿形成,多数患者经保守治疗于术后 3 个月内恢复。髂骨骨折和髂上皮神经及髂上动静脉损伤为 PTED 经髂骨入路的特异并发症,但只要确保穿刺点位于紧靠髂后上嵴的薄皮质骨,穿刺过程中适量旋转而非敲击,并逐级扩张骨性孔道,可有效避免上述并发症的发生。

6 展望

PTED 技术是脊柱微创手术技术进步和革新的产物,具有术中损伤小、对脊椎稳定系统影响小、术中术后并发症相对较少、术后恢复快等优点^[23]。目前,随着手术技术和器械的进步,以及不同手术入路的开发,PTED 技术已拥有较广泛的手术适应证。然而,在内窥镜下操作改变了术者习惯的操作方式,要求术者具有扎实的解剖学知识,因而 PTED 技术有着陡峭的学习曲线。在应用初期,由于手术视野的局限、技术和经验的不足、对手术适应证选择不理想、对腰骶神经结构显露不佳等,均会造成手术时间延长、神经根损伤或变性突出物残留,甚至部分病例被迫转为开放手术的情况^[24],特别是治疗下位腰椎间盘突出症,尤其是髂嵴较高的 L₅S₁ 间盘突出时,因欲处理节段位于骨盆深处,如何能够精准定位并选择有效的手术入路是 PTED 能否成功实施的关键。总之,PTED 治疗腰椎间盘突出症拥有良好的中短期疗效,对手术适应证的合理选择、对局部应用解剖和手术技术的掌握和不断完善是 PTED 广泛开展的基础,但其远期疗效仍需进一步随访观察。

参考文献

- [1] 姚共和. 腰椎间盘突出症治疗方法的选择[J]. 中国骨伤, 2009, 22(4): 247-249.
Yao GH. Therapeutic choice of lumbar intervertebral disc herniation[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2009, 22(4): 247-249. Chinese.
- [2] Yeung AT, Tsou PM. Posterolateral endoscopic excision for lumbar

- disc herniation; surgical technique, outcome, and complications in 307 consecutive cases [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2002, 27(7): 722-731.
- [3] Hoogland T, vanden Brekel-Dijkstra K, Schubert M, et al. Endoscopic transforaminal discectomy for recurrent lumbar disc herniation; a prospective, cohort evaluation of 262 consecutive cases [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2008, 33(9): 973-978.
- [4] Jang JS, An SH, Lee SH. Transforaminal percutaneous endoscopic discectomy in the treatment of foraminal and extraforaminal lumbar disc herniations [J]. *J Spinal Disord Tech*, 2006, 19(5): 338-343.
- [5] Hoogland T, Schubert M, Miklitz B, et al. Transforaminal posterolateral endoscopic discectomy with or without the combination of a low-dose chymopapain; a prospective randomized study in 280 consecutive cases [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2006, 31(24): E890-897.
- [6] Ruetten S, Komp M, Godolias G. An extreme lateral access for the surgery of lumbar disc herniations inside the spinal canal using the full-endoscopic uniportal transforaminal approach - technique and prospective results of 463 patients [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2005, 30(22): 2570-2578.
- [7] Tzaan WC. Transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy [J]. *Chang Gung Med J*, 2007, 30(3): 226-234.
- [8] Macnab I. Negative disc exploration. An analysis of the causes of nerve-root involvement in sixty-eight patients [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1971, 53(5): 891-903.
- [9] Lee S, Kim SK, Lee SH, et al. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for migrated disc herniation; classification of disc migration and surgical approaches [J]. *Eur Spine J*, 2007, 16(3): 431-437.
- [10] Choi G, Lee SH, Bhanot A, et al. Percutaneous endoscopic discectomy for extraforaminal lumbar disc herniations; extraforaminal targeted fragmentectomy technique using working channel endoscope [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2007, 32(2): E93-E99.
- [11] Ahn Y, Lee SH, Lee JH, et al. Transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy for upper lumbar disc herniation; clinical outcome, prognostic factors, and technical consideration [J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2009, 151(3): 199-206.
- [12] Prolo DJ, Oklund SA, Butcher M. Toward uniformity in evaluating results of lumbar spine operations. A paradigm applied to posterior lumbar interbody fusions [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1986, 11(6): 601-606.
- [13] 何升华, 彭俊宇, 赵祥. 经皮椎间孔镜椎间盘切除术治疗腰椎间盘突出症近期疗效观察 [J]. *中国骨伤*, 2011, 24(1): 72-74.
He SH, Peng JY, Zhao X. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for the treatment of lumbar disc herniation [J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2011, 24(1): 72-74. Chinese with abstract in English.
- [14] Nellensteijn J, Ostelo R, Bartels R, et al. Transforaminal endoscopic surgery for symptomatic lumbar disc herniations; a systematic review of the literature [J]. *Eur Spine J*, 2010, 19(2): 181-204.
- [15] Shin KH, Chang HG, Rhee NK, et al. Revisional percutaneous full endoscopic disc surgery for recurrent herniation of previous open lumbar discectomy [J]. *Asian Spine J*, 2011, 5(1): 1-9.
- [16] Ruetten S, Komp M, Merk H, et al. Recurrent lumbar disc herniation after conventional discectomy; a prospective, randomized study comparing full-endoscopic interlaminar and transforaminal versus microsurgical revision [J]. *J Spinal Disord Tech*, 2009, 22(2): 122-129.
- [17] Ruetten S, Komp M, Godolias G. A New full-endoscopic technique for the interlaminar operation of lumbar disc herniations using 6-mm endoscopes; prospective 2-year results of 331 patients [J]. *Minim Invasive Neurosurg*, 2006, 49(2): 80-87.
- [18] Aydin Y, Ziyal IM, Duman H, et al. Clinical and radiological results of lumbar microdiscectomy technique with preserving of ligamentum flavum comparing to the standard microdiscectomy technique [J]. *Surg Neurol*, 2002, 57(1): 5-13.
- [19] 吕国华, 王冰, 刘伟东, 等. 完全内窥镜下经椎板间入路手术治疗腰椎间盘突出症 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2010, 20(6): 448-452.
Lü GH, Wang B, Liu WD, et al. Primary study of full-endoscopic interlaminar approach for lumbar disc herniation [J]. *Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi*, 2010, 20(6): 448-452. Chinese.
- [20] 黄曹, 王尔天, 王敏, 等. 椎间孔镜经椎板间隙入路手术治疗腰椎间盘突出症 [J]. *中国骨伤*, 2011, 24(10): 806-810.
Huang C, Wang ET, Wang M, et al. Follow-up of discectomy with transforaminal endoscope through interlaminar approach for lumbar disc herniation [J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2011, 24(10): 806-810. Chinese with abstract in English.
- [21] Choi G, Kim JS, Lokhande P, et al. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy by transiliac approach; a case report [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2009, 34(12): E443-E446.
- [22] 张树芳, 鲁凯伍, 江建明. 经皮内窥镜下腰椎间盘切除术治疗腰椎间盘突出症的并发症 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2012, 22(4): 297-301.
Zhang SF, Lu KW, Jiang JM. The clinical analysis of the complications of percutaneous endoscopic lumbar discectomy for lumbar disc herniation [J]. *Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi*, 2012, 22(4): 297-301. Chinese.
- [23] 李盛华, 周明旺, 李亚军, 等. 微创术治疗腰椎间盘突出症研究现状 [J]. *中国骨伤*, 2012, 25(4): 348-352.
Li SH, Zhou MW, Li YJ, et al. Update of research on minimally invasive treatment of lumbar disc herniation [J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2012, 25(4): 348-352. Chinese with abstract in English.
- [24] 王冰, 吕国华, 刘伟东, 等. 完全内窥镜下经椎板间入路手术治疗腰椎间盘突出症术中转为开放手术的原因分析 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2011, 21(3): 185-188.
Wang B, Lü GH, Liu WD, et al. Analysis of the causes of intraoperative conversion to open surgery for full endoscopic interlaminar discectomy [J]. *Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi*, 2011, 21(3): 185-188. Chinese.

(收稿日期: 2012-08-21 本文编辑: 李宜)