

doi:10.3969/j.issn.1006-9852.2021.08.007

经皮脊柱内镜治疗 43 例椎间盘源性马尾综合征的疗效观察 *

荣雪芹 林芳轲 刘洪升 邹海涛 郑庆玲 肖琼润 赵利涛[△]

(海南省第三人民医院疼痛脊柱微创中心, 三亚 572000)

摘要 目的: 观察经皮脊柱内镜治疗 43 例椎间盘源性马尾综合征病人的临床疗效。**方法:** 回顾性分析 2018 年 1 月至 2020 年 1 月经皮脊柱内镜治疗椎间盘源性马尾综合征的 43 例病人资料, 其中男 33 例, 女 10 例, 平均年龄 (44.7 ± 10.0) 岁。记录病人主要症状、手术时间、术中出血量等, 分别于术前、术后 1 周、1 月、3 月、6 月、1 年、2 年进行日本骨科学会 (Japanese orthopaedic association, JOA) 腰痛评分、疼痛视觉模拟评分法 (visual analogue scale, VAS) 评分和 Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry disability index, ODI) 评分及影像学资料评估治疗效果。**结果:** 43 例病人均顺利完成手术, 手术时间 (93.6 ± 30.7) min, 术中出血量 (17.1 ± 6.4) ml。所有病人末次随访 (2 年) 时 JOA 评分 (27.4 ± 1.0) 分、VAS 评分 (0.3 ± 0.5) 分、ODI 评分 (19.3 ± 4.7) 分, 分别与术前 (10.2 ± 4.0) 分、(6.8 ± 1.0) 分、(62.9 ± 12.4) 分相比差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。**结论:** 经皮脊柱内镜技术可以作为一种治疗椎间盘源性马尾综合征较为安全、有效的策略, 值得临床上去进一步研究。

关键词 经皮脊柱内镜; 马尾综合征; 椎间盘源性

Observation of the effect of spinal endoscopy on 43 cases of discogenic cauda equina syndrome *

RONG Xueqin, LIN Fangke, LIU Hongsheng, ZOU Haitao, ZHENG Qingling, XIAO Qiongrun, ZHAO Litao[△]

(Department of Pain Treatment and Minimally Invasive Spinal Center, Hainan Third people's Hospital, Sanya 572000, China)

Abstract Objective: To determine the clinical effect of percutaneous spinal endoscopy (PSE) on the progression in patients with discogenic cauda equina syndrome (CES). **Methods:** The clinical subjects consisted of 43 patients (33 males and 10 females; with an average age of 44.7 ± 10.0 years) diagnosed as discogenic CES were followed up for 2 years. The enrollment occurred from January 2018 to January 2020 in Hainan Third people's Hospital. All patients with discogenic CES underwent spinal endoscopic surgery. Outcomes of the treatment were retrospectively analyzed. The primary outcome of the operation was assessed by the Japanese orthopedic association (JOA) low back pain score, visual analogue scale (VAS), and Oswestry disability index (ODI). Secondary outcomes included operation time, intraoperative blood loss, and imaging data were assessed preoperatively and at 1 week, 1 month, 3 months, 6 months, 1 year, 2 years postoperatively. **Results:** All the 43 patients had successful operation. The JOA, VAS and ODI scores at 2 years after the surgery were improved compared with preoperation (JOA 27.4 ± 1.0 vs. 10.2 ± 4.0 ; VAS 0.3 ± 0.5 vs. 6.8 ± 1.0 ; ODI 19.3 ± 4.7 vs. 62.9 ± 12.4). The differences were statistically significant ($P < 0.05$). The operation time was (93.6 ± 30.7) min, and the intraoperative blood loss was (17.1 ± 6.4) ml. **Conclusion:** Percutaneous spinal endoscopy could be regarded as a relatively safe and effective strategy for the treatment of discogenic CES, which is worthy of further clinical study.

Keywords percutaneous spinal endoscopy; cauda equina syndrome; discogenic

* 基金项目: 海南省医药卫生科研项目 (20A200176)

[△] 通信作者 赵利涛 13526981483@126.com

椎间盘源性马尾综合征指因腰椎间盘突出症导致的马尾神经受压，从而引发病人出现以腰背痛，鞍区感觉麻木，下肢运动、感觉障碍，以及膀胱、直肠、性功能减弱甚至丧失为主的一组症候^[1]，疾病严重者甚至可发生下肢残疾、括约肌功能障碍及性功能损害等，是一类临床较为少见但危害性极大的疾病。

该病的治疗遵循“一旦确诊，应尽早手术，以解除压迫、抢救神经功能、减少后遗症”的原则^[2]。常规开放手术以全椎板或半椎板切除减压术、髓核摘除术为主，此类手术可达到神经减压、松解周围粘连组织的目的，但易造成脊柱稳定性的破坏，且术中出血多，硬膜瘢痕、神经及椎旁肌肉损伤较广泛^[3]。近年来，经皮脊柱内镜技术开始被应用于马尾综合征的治疗，其不仅具有术后并发症少、创伤小，恢复快的优势，还可降低脊柱稳定性的损害程度^[3-5]等优势。正在逐渐成为马尾综合征的一种可选择性治疗策略，但尚处于技术方法积累和总结阶段。基于此，本研究总结了我科应用经皮脊柱内镜治疗椎间盘源性马尾综合征的应用体会，并回顾分析2018年1月至2020年1月在我科采用经皮脊柱内镜治疗的43例椎间盘源性马尾综合征病人临床资料，观察其临床疗效及安全性。

方 法

1. 一般资料

本研究经海南省第三人民医院医学伦理委员会批准(LLKY210109)，治疗前所有病人均签署知情同意书。回顾性分析2018年1月至2020年1月我科诊断为椎间盘源性马尾综合征并符合纳入标准的43例病人临床资料，其中男33例，女10例，L₃₋₄ 7例(16.3%)、L₄₋₅ 22例(51.2%)、L₅/S₁ 14例(32.6%)，年龄29~73岁，平均(44.7±10.0)岁，所有病人均具有马尾综合征的典型症状或体征，其中腰痛者36

例(83.7%)、部分鞍区麻木19例(44.2%)、小便无力16例(37.2%)、会阴部刺胀痛13例(30.2%)、单侧肌无力12例(27.9%)、尿潴留10例(23.3%)，见表1。病人出现典型症状平均时间(4.4±2.8)天，其中<3天共15人；3~7天共20人；>7天共8人。术前CT或MRI影像学检查证实为椎间盘源性马尾综合征。

纳入标准：①符合椎间盘源性马尾综合征典型临床表现（如腰背痛、鞍区感觉麻木、下肢运动、感觉障碍，以及膀胱、直肠、性功能紊乱），术前CT或MRI影像学检查提示腰椎间盘突出合并病变椎间隙变窄、硬膜囊受压，且症状、体征与影像学表现一致；②随访资料完整。

排除标准：①非椎间盘源性马尾综合征者（如肿瘤、感染、椎体骨折等引起马尾神经受压）；②存在手术禁忌证（如心肺功能不全、凝血功能障碍等）；③存在精神障碍疾病者。

2. 治疗方法

以病变位于L₄₋₅为例（典型病例见图1），病人取右侧卧位，消毒铺巾。C形臂X光机透视下确定病变间隙体表投影，取L₄₋₅椎间盘水平线上、脊柱后正中旁开10 cm为进针点，1%利多卡因逐层浸润麻醉，穿刺针与躯干矢状面呈35°水平面10°，经侧后方肌群缓慢刺入L₅上关节突根部，于椎间孔内注射1%利多卡因约3 ml，病人症状明显缓解，明确责任节段。用尖刀切开皮肤小口约7 mm，沿穿刺针由细到粗逐级插入套管，遇到骨性组织用环钻扩孔打开椎间管和椎管，工作套管置于椎管内、纤维环外。镜下黄韧带增生肥厚，清理黄韧带及椎间孔韧带，见纤维环突出明显，压迫神经根和硬膜囊。遂将工作套管调整对准突出物近侧，钳取突出髓核组织并行椎管充分减压，减压范围自侧隐窝上段至下段、硬膜囊前方和侧方。同时应用射频系统(SW-D380)止血、髓核消融和纤维环成形，松解硬

表 1 各症状分布及占比
Table 1 Distribution and proportion of the symptoms

症状 Symptom	例数 (n, %)	症状 Symptom	例数 (n, %)
腰痛 Low back pain	36 (83.7%)	完全性鞍区麻木 Complete saddle numbness	10 (23.3%)
部分鞍区麻木 Partial saddle numbness	19 (44.2%)	双侧肌无力 Bilateral muscle weakness	8 (18.6%)
小便无力 Urine cannot	16 (37.2%)	肛门坠胀感 Anal swelling feeling	8 (18.6%)
会阴部刺胀痛 Tingling and pain in perineum	13 (30.2%)	尿失禁 Urinary incontinence	5 (11.6%)
单侧肌无力 Unilateral muscle weakness	12 (27.9%)	粪便失禁 Fecal incontinence	3 (7.0%)
尿潴留 Urinary retention	10 (23.7%)	性功能障碍 Sexual dysfunction	2 (4.7%)

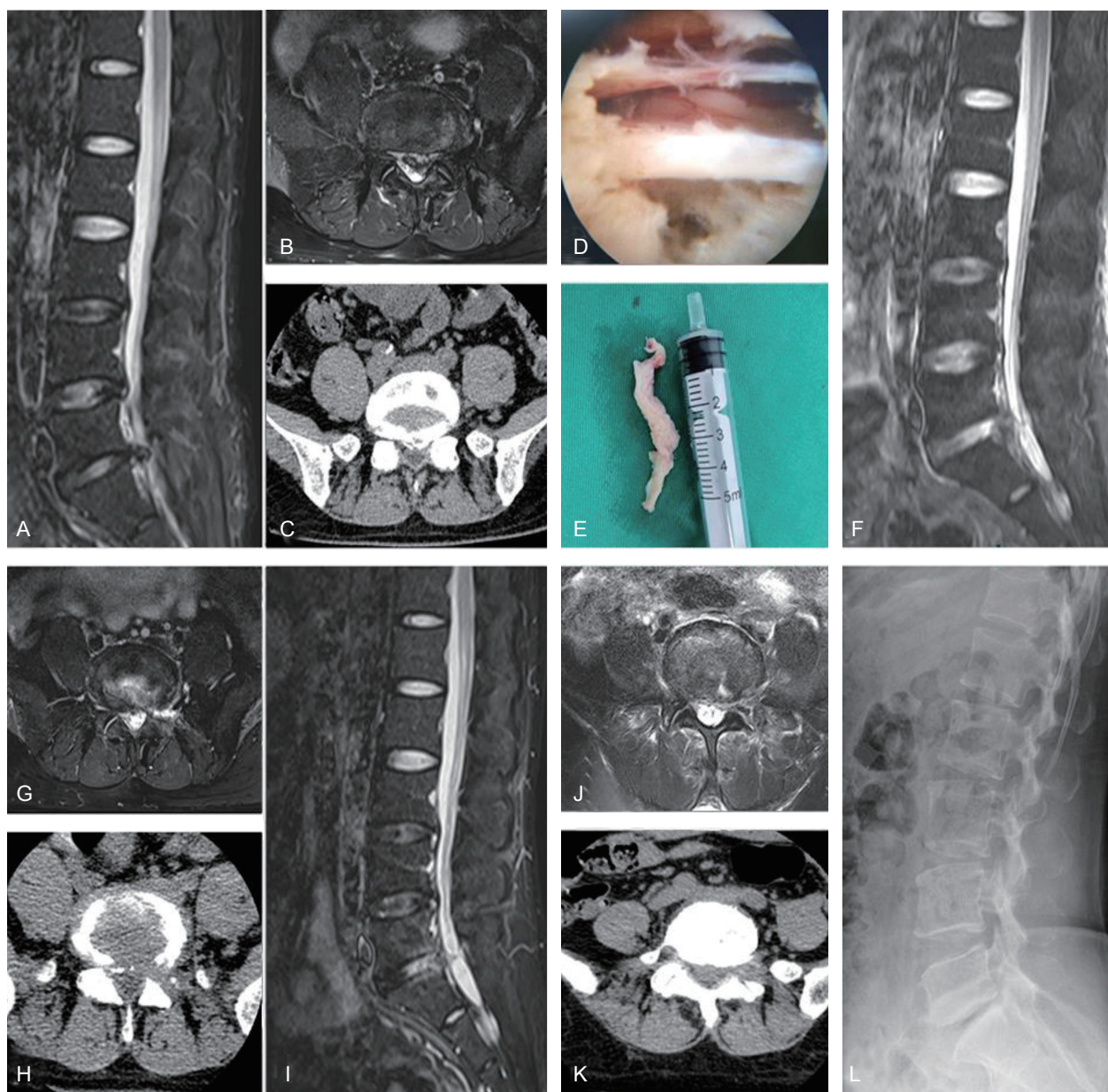


图 1 男性, 33 岁, 腰痛伴双下肢疼痛麻木活动受限二便失禁 3 月入院
(A-C) 术前影像学检查提示 L₅/S₁ 椎间盘后缘中间偏左见一巨大软组织影向后突出, 硬膜囊前缘、双侧神经根受压, 椎管及侧隐窝狭窄; (D, E) 术中脊柱内镜下对神经根周围瘢痕组织进行松解并取出髓核组织; (F-H) 术后 3 天复查影像学资料, 提示 L₅/S₁ 椎间盘改变, 提示硬膜囊及神经根受压解除, 手术效果良好; (I-L) 术后 2 年复查影像学资料, 显示椎间盘无明显突出, 脊髓及神经根无受压, 腰椎整体稳定性可, 提示脊柱内镜治疗马尾综合征长期疗效可。

Fig. 1 A 33-year-old male with symptoms of low back pain, numbness in both lower extremities, urine and feces incontinence, lasting 3 months before admission

(A-C) The preoperative imaging examination showed that posterior margin of L₅/S₁ intervertebral disc protruded to median and left, dural sac and bilateral nerve roots are compressed, and the spinal canal and lateral recesses became stenosis; (D, E) We underwent surrounding scar tissue adhesiolysis and extraction of herniated nucleus pulposus under the spinal endoscopy; (F-H) The imaging examination 3 days after surgery showed postoperative changes at L₅/S₁ intervertebral disc and decompression of dural sac and bilateral nerve roots, which indicated a successful operation; (I-L) The imaging examination 2 years after surgery showed no obvious intervertebral disc protrusion, no compression of spinal cord and nerve roots and acceptable overall stability of lumbar spine, which suggested spinal endoscopy has a good long-term effect in the treatment of cauda equina syndrome.

膜囊、神经根周围瘢痕组织，至硬膜囊、神经根松解彻底。见无明显出血，神经根松弛、硬膜搏动良好，拔出外套管，切口皮肤缝合 1 针，无菌包扎。

3. 术后处理

术后给予对症支持治疗，所有病人术后 24 小时内卧床，术后早期即开始失神经支配的肌肉、关节功能的主、被动康复，方法以针灸联合运动、理疗等为主，借助正常肢体的有序运动促进障碍肢体的康复，居家康复中建立以床位医师为主导的微信沟通，加强病人对运动训练的依从性。佩戴腰围 1~3 个月，术后 3 个月内避免过度劳累、负重活动。

4. 疗效观察

记录 43 例病人手术时间、术中出血量、住院天数及手术并发症，分别于术后 1 周、1 个月、3 个月、6 个月、1 年、2 年门诊常规随访并记录病人症状、体征及日本骨科学会 (Japanese orthopaedic association, JOA) 腰痛评分、视觉疼痛模拟评分法 (visual analogue scale, VAS) 评分、Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry disability index, ODI) 评分，JOA 评分判定标准：JOA 评分最高为 29 分，最低为 0 分，分数越低表明功能障碍越严重；VAS 评分判定标准：0 分为完全无痛，1~3 分为轻度疼痛，4~6 分为中度疼痛，7~9 分为重度疼痛，10 分为剧痛；ODI 指数判定标准：实际分值/50 分 $\times 100\%$ (指数越高提示功能障碍程度越严重)。同时进行 X 线片、CT、MRI 影像学检查，评估疗效。

5. 统计学分析

采用 R 软件 (4.0) 对所有数据进行 t 检验重复测量的方差分析，计量数据符合正态分布采用均数 $\pm$ 标准差 ($\bar{x} \pm SD$) 表示， $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

43 例病人均手术顺利，无神经根损伤、硬膜囊撕裂、椎间隙感染等并发症，手术时间 (93.6 ± 30.7) min，术中出血量 (17.1 ± 6.4) ml，住院天数 3~20 天，平均 (8.9 ± 3.7) 天。所有病人均获得术后 2 年随访。术前 JOA 评分为 (10.2 ± 4.0) 分，末次随访 (2 年) 时为 (27.4 ± 1.0) 分，末次随访时 JOA 评分与术前比较有显著性差异 ($P < 0.05$)；VAS 评分由术前的 (6.8 ± 1.0) 分降至末次随访时 (0.3 ± 0.5) 分，有显著性差异 ($P < 0.05$)；ODI 由术前的 (62.9 ± 12.4) 分降至术后末次随访时 (19.3 ± 4.7) 分，有显著性差异 ($P < 0.05$ ，见表 2)。

43 例病人症状改善情况：28 例病人腰痛症状在术后 3 个月内缓解，7 例于术后 12 个月内缓解，1 例于术后 14 个月改善；部分鞍区麻木 15 例病人于术后 6 个月内恢复正常，其余 4 例于术后 12 个月内恢复正常；12 例小便无力及 10 例尿潴留情况于术后 6 个月得到改善，其余 4 例小便无力于术后 1 年内改善；12 例单侧肌无力和 7 例双侧肌无力病人症状于术后 6 个月恢复正常，1 例双侧肌无力病人于术后 14 个月内恢复正常；4 例尿失禁及 3 例大便失禁均于术后 3 个月恢复正常，其中 1 例尿失禁症状于术后 14 个月恢复正常；1 例性功能障碍病人于术后 12 个月内恢复正常，另 1 例于术后 14 个月恢复正常。

讨 论

马尾综合征 (cauda equina syndrome, CES) 是一类临床较少见但危害性极大的疾病，临床可分为两个类型，即不完全性马尾神经综合征 (incomplete-

表 2 43 例病人术前、术后 JOA, VAS 和 ODI 评分比较 ($\bar{x} \pm SD$)

Table 2 Comparisons of preoperative and postoperative JOA, VAS, and ODI score in 43 patients ($\bar{x} \pm SD$)

	JOA	VAS	ODI
术前 Preoperative	10.2 ± 4.0	6.8 ± 1.0	62.9 ± 12.4
术后 1 周 1 week after operation	$18.6 \pm 2.4^*$	$2.7 \pm 0.8^*$	$42.1 \pm 5.5^*$
术后 1 月 1 month after operation	$22.0 \pm 1.6^*$	$1.7 \pm 0.9^*$	$34.5 \pm 5.2^*$
术后 3 月 3 months after operation	$24.4 \pm 1.3^*$	$1.2 \pm 1.0^*$	$29.6 \pm 4.4^*$
术后 6 月 6 months after operation	$26.1 \pm 1.1^*$	$0.7 \pm 0.8^*$	$25.1 \pm 4.4^*$
术后 1 年 1 year after operation	$26.9 \pm 1.1^*$	$0.4 \pm 0.6^*$	$22.1 \pm 4.3^*$
末次随访 (2 年) The last follow-up (2 years)	$27.4 \pm 1.0^*$	$0.3 \pm 0.5^*$	$19.3 \pm 4.7^*$

* $P < 0.05$, 与术前相比; * $P < 0.05$, compared with preoperative.



cauda equina syndrome, CESI) 和完全性马尾神经综合征 (complete cauda equina syndrome with retention, CESR), 其最大差别在于后者存在膀胱麻痹所致尿潴留, 甚至充盈性尿失禁。引起马尾综合征常见原因包括腰椎间盘突出、肿瘤、椎管狭窄、感染等, 主要以腰骶部间盘突出最为常见, 由此将因腰椎间盘突出症导致的马尾综合征称之为椎间盘源性马尾综合征^[6]。但据报道, 仅有 2% 的腰椎间盘突出症会导致 CES, 且以 L₄₋₅、L₅/S₁ 节段为绝大多数占比约 87%^[7]。

针对椎间盘源性马尾综合征的手术治疗, 常规以后路椎板切除及髓核摘除术为主^[8], 该类手术虽可明显缓解腰痛、恢复括约肌功能, 但手术创伤大、常需剥脱较为广泛的软组织及椎板及棘突根部骨板等脊柱后方结构, 加速脊柱的退化; 且神经根损伤、硬膜外出血、硬膜外纤维瘢痕、椎间隙感染等并发症常见, 不利于病人预后恢复及日常生活。

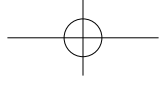
近年来, 随着脊柱内镜技术的发展与成熟, 部分学者已将经皮脊柱内镜技术在治疗椎间盘源性马尾综合征方面进行初步应用与探索, 但既往此类研究纳入样本量均相对较小, 可供临床选择技术操作缺乏规范化, 尚处于经验积累与总结的阶段。如 Chen 等^[3]报道 11 例腰椎间盘突出症致 CES 的病人采用微创椎间盘切除术治疗, 随访发现所有病人治疗效果明显。徐淮等^[9]运用经皮脊柱内镜技术治疗 5 例椎间盘源性马尾综合征发现 5 例病人鞍区及会阴部感觉均于术后 15 个月内恢复, 但 1 例尿潴留病人术后 1 年仍需间断导尿且伴有粪便不尽感。也有学者发现在传统开放式手术与微创内镜下治疗马尾综合征的对比研究中, 接受不同治疗方式的病人在腰痛缓解、下肢功能恢复、括约肌功能改善及性功能方面疗效类似, 但括约肌功能与性功能的恢复往往较难完全恢复^[10,11]。本研究中 1 例尿失禁病人症状于术后 14 个月恢复正常, 1 例性功能障碍病人于术后 12 个月内恢复正常, 另 1 例于术后 14 个月方恢复正常。因此, 需要注意的是, 尽管脊柱内镜在治疗马尾综合征方面具有创伤小、手术时间短、术后并发症较少的显著性优势, 但也存在术后早期病人症状改善不明显、术中解压不充分甚至术后复发等情况。当然, 开放性手术亦有此类情况发生, 如陶蔚等^[12]采用脊髓背根入髓区切开术治疗脊髓和马尾神经损伤后慢性疼痛 10 例, 随访 4 月至 2 年发现 1 例病人术后疼痛无明显改善。

本研究发现, 经皮脊柱内镜治疗椎间盘源性马尾综合征主要通过椎板间隙或椎间孔建立工作通

道, 摘除突出间盘及病变组织, 并对邻近椎间管及椎板进行适度打磨, 再次扩大入路通道, 以实现神经根、椎管的充分减压作用, 此操作可有效减小常规手术对脊柱后方结构的破坏度, 同时降低传统开放手术易造成的神经根损伤、出血、椎间隙感染、硬膜外纤维瘢痕、周围组织粘连等并发症的发生率^[3,10]。操作中需要注意的是, 内镜治疗椎间盘源性马尾综合征的实操场景也存在一定局限性^[13,14], 如对于椎管骨性狭窄较严重病人, 该技术可能会增加神经损伤的风险; 对于严重椎间盘退变者, 内镜治疗无法将椎间盘完全切除时, 可能存在复发风险; 且该技术的顺利实施, 需以术者对手术区域解剖结构的深度认知和精准化的内镜操作技术为前提。

当前, 针对马尾综合征的治疗, 多数学者普遍认为紧急、适度的手术干预是非常有必要的^[15], 通常建议在出现症状后 48 小时内施行手术治疗, 尽管如此, 仍有报道指出近五分之一的病人在接受急诊手术后, 膀胱、肠道及性功能障碍仍很难快速恢复正常^[16,17]。此外, 也有学者提出手术时机的选择与膀胱功能恢复情况无明显统计学相关性^[13]。另一部分学者指出, 在急性发病中延迟手术可降低病人恢复的优良率, 但在慢性病人中, 手术时机的选择往往与治疗效果无显著影响^[18]。

本研究对所有病人的治疗依旧均遵循早诊断、早治疗的原则, 依据症状分布情况, 43 例病人的腰痛症状缓解时间窗最短 (28 例术后 3 个月内缓解, 7 例于术后 12 个月内缓解), 但膀胱、肠道及性功能障碍症状恢复期限相对较长, 其中有 1 例病人膀胱、肠道及性功能障碍症状得到改善时间为术后第 14 个月。因此, 基于本研究中所有病人症状缓解时间窗分布情况, 建议在对马尾综合征病人临床诊疗过程中, 需要一线临床医师警惕的是, 术前告知病人家属尤其伴有膀胱、肠道、性功能障碍症状时, 病情改善可能存在恢复周期长或结局不理想的事实, 以减少或避免潜在性医患矛盾。但本研究通过对比所有病人术前与术后 JOA 评分、VAS 评分、ODI 指数及影像学检查结果, 发现所有病人整体恢复状况良好且病人满意度高, 进一步证实经皮脊柱内镜技术对治疗椎间盘源性马尾综合征的可行性, 同时聚焦该技术创伤小、术后恢复快、术后并发症低的显著性优势, 认为该技术值得进一步推广。因此对无手术禁忌证的马尾综合征病人均建议行急诊手术治疗, 及时解除髓核对马尾神经压迫、损害, 特别是针对较年轻、对性生活期望较高的病人。但需要注意的是, 术前要采用影像学资料评估整个脊



柱状况,并运用 Pfirrmann 对病变区域椎间盘进行分级,从而多维评估致病间盘的位置、范围及整个脊柱的稳定和运动能力;在手术操作上最大限度保持脊柱稳定性,充分扩大椎管恢复硬膜囊和神经根的生理位置和形态,以期获取最大治疗效果;术后早期(麻醉清醒后)即开始失神经支配的肌肉、关节功能的主、被动康复,方法以针灸联合运动、理疗等为主,原则上借助正常肢体的有序运动促进障碍肢体的康复,居家康复中建立以床位医师为主导的微信沟通,加强病人对运动训练的依从性;对于术后恢复期出现的疼痛等不适,及时给予门诊适宜疼痛技术辅助治疗以缓解术后残余痛,同时给予鼓励等心理支持,从而平顺度过术后康复期。

综上所述,经皮脊柱内镜技术是一种治疗椎间盘源性马尾综合征较为安全、有效的方法,值得临床上去进一步研究。术前全面评估与术中规范化技术操作是该技术应用与推广的重要前提,且慢性病程的病人不建议行内镜下治疗。本研究不足之处在于缺少病人的病程指标,无法对比经皮脊柱内镜下急慢性的治疗效果。且本研究病例数相对较少,仍需获取更多的病例及随访数据,并增添相应客观数据,以明确经皮脊柱内镜治疗马尾综合征的远期疗效。

参 考 文 献

- [1] Kapetanakis S, Chaniotakis C, Kazakos C, *et al.* Cauda equina syndrome due to lumbar disc herniation: A review of literature[J]. *Folia Med (Plovdiv)*, 2017, 59(4):377-386.
- [2] Gitelman A, Hishmeh S, Morelli BN, *et al.* Cauda equina syndrome: A comprehensive review[J]. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*, 2008, 37(11):556-562.
- [3] Chen C, Fan P, Huang L, *et al.* Percutaneous endoscopic lumbar discectomy as an emergent surgery for cauda equina syndrome caused by lumbar disc herniation[J]. *Pain Physician*, 2020, 23(3):E259-E264.
- [4] Kim JS, Seong JH. Endoscope-assisted oblique lumbar interbody fusion for the treatment of cauda equina syndrome: A technical note[J]. *Eur Spine J*, 2017, 26(2):397-403.
- [5] Shih P, Smith TR, Fessler RG, *et al.* Minimally invasive discectomy for the treatment of disc herniation causing cauda equina syndrome[J]. *J Clin Neurosci*, 2011, 18(9):1219-1223.
- [6] Li X, Dou Q, Hu S, *et al.* Treatment of cauda equina syndrome caused by lumbar disc herniation with percutaneous endoscopic lumbar discectomy[J]. *Acta Neurol Belg*, 2016, 116(2):185-190.
- [7] Todd N V. Guidelines for cauda equina syndrome. Red flags and white flags. Systematic review and implications for triage[J]. *Br J Neurosurg*, 2017, 31(3):336-339.
- [8] Greenhalgh S, Finucane L, Mercer C, *et al.* Assessment and management of cauda equina syndrome[J]. *Musculoskelet Sci Pract*, 2018, 37:69-74.
- [9] 徐淮, 晏怡果, 王程, 等. 经皮脊柱内镜技术治疗椎间盘源性马尾综合征 5 例疗效观察 [J]. *中国微创外科杂志*, 2018, 18(8):761-764.
- [10] Choi KC, Kim JS, Park CK. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy as an alternative to open lumbar microdiscectomy for large lumbar disc herniation[J]. *Pain Physician*, 2016, 19(2):E291-E300.
- [11] 刘彦康. 脊柱内窥镜手术与全椎板切除术治疗腰椎间盘突出所致马尾综合征的对比研究 [D]. 山西: 山西医科大学, 2018.
- [12] 陶蔚, 李勇杰, 胡永生, 等. 脊髓背根入髓区切开术治疗脊髓和马尾神经损伤后慢性疼痛 [J]. *中国疼痛医学杂志*, 2008, 4:198-201.
- [13] 刘艳红. 经椎板间脊柱内镜下腰椎间盘髓核摘除术的神经安全性研究 [D]. 山东: 山东大学, 2019.
- [14] Kaiser R, Nasto L A, Venkatesan M, *et al.* Time factor and disc herniation size: Are they really predictive for outcome of urinary dysfunction in patients with cauda equina syndrome?[J]. *Neurosurgery*, 2018, 83(6):1193-1200.
- [15] Petr O, Glodny B, Brawanski K, *et al.* Immediate versus delayed surgical treatment of lumbar disc herniation for acute motor deficits: The impact of surgical timing on functional outcome[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2019, 44(7):454-463.
- [16] Gardner A, Gardner E, Morley T. Cauda equina syndrome: A review of the current clinical and medico-legal position[J]. *Eur Spine J*, 2011, 20(5):690-697.
- [17] Reddy AP, Mahajan R, Rustagi T, *et al.* Bladder recovery patterns in patients with complete cauda equina syndrome: A single-center study[J]. *Asian Spine J*, 2018, 12(6):981-986.
- [18] Beculic H, Skomorac R, Jusic A, *et al.* Impact of timing on surgical outcome in patients with cauda equina syndrome caused by lumbar disc herniation[J]. *Med Glas (Zenica)*, 2016, 13(2):136-141.