

等离子髓核成形术治疗非特异性腰痛 长期随访结果分析

任大江, 李 放, 杜随勇, 张志成, 孙天胜

(北京军区总医院骨科 全军创伤骨科研究所 100700 北京市)

【摘要】目的:回顾性分析等离子髓核成形术治疗非特异性腰痛的长期随访结果。方法:2004 年 9 月~2006 年 12 月共治疗非特异性腰痛患者 172 例,其中获得长期随访者 41 例。病变部位:L3/4 节段 7 个,L4/5 节段 38 个,L5/S1 节段 13 个;单间隙病变者 28 例,多间隙病变 13 例(2 间隙病变 9 例,3 间隙病变 4 例)。所有患者均采用低温等离子髓核成形术进行治疗。分别于术前、术后 1 周、术后 1 年、术后 3 年、术后 5 年采用患者主观满意度(Macnab 标准),疼痛视觉模拟量表(visual analogue scales, VAS)及 Oswestry 功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)评分标准进行评定。结果:所有患者手术均顺利完成。1 例患者术后发生椎间盘炎,再次入院保守治疗 56d 后出院。随访 60~84 个月,平均 67 个月。术前、术后 1 周、术后 1 年、3 年及 5 年 VAS 评分分别为 7.9 ± 0.7 分、 3.4 ± 0.5 分、 2.5 ± 0.7 分、 2.9 ± 0.4 分、 2.5 ± 0.4 分。对应时间点的 ODI 评分分别为 58.9 ± 6.1 分、 42.1 ± 4.2 分、 25.8 ± 3.8 分、 25.4 ± 4.0 分、 23.0 ± 2.9 分;术后 1 周时优良率为 87.9%,术后 1 年优良率 72.4%,术后 3 年优良率 67.7%,末次随访优良率为 63.1%,其中单间隙患者优良率 81%,多间隙优良率为 42%。结论:在诊断明确的前提下,等离子髓核成形术治疗非特异性腰痛在严格把握适应证基础上可获得较为满意的短期、中期临床疗效,长期随访结果显示患者优良率下降。

【关键词】非特异性腰痛;椎间盘源性疼痛;等离子髓核成形术;外科治疗;随访

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2013.11.04

中图分类号:R681.5 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2013)-11-0979-05

Percutaneous nucleoplasty for non-specific low back pain: long-term follow up results/REN Dajiang, LI Fang, DU Suiyong, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2013, 23(11): 979-983

【Abstract】 **Objectives:** To evaluate the efficacy of percutaneous nucleoplasty for chronic low back pain through a long-term follow-up. **Methods:** From September 2004 to November 2006, a total of 172 patients suffering from chronic low back pain underwent percutaneous nucleoplasty in our department. 41 of 172 cases were followed up for an average of 67 months(range: 60-84 months). A total of 58 levels including L3/4 in 1 patient, L4/5 in 25 patients, L5/S1 in 2 patients, L3/4 and L4/5 in 2 patients, L4/5 and L5/S1 in 7 patients, L3/4, L4/5 and L5/S1 in 4 patients was involved. The outcome was clinically assessed before surgery, 1 week, 1 year, 3 years and 5 years after operation. Visual analogue scale(VAS), Oswestry disability index(ODI) questionnaire and subjective global rating of overall satisfaction by using modified MacNab criteria (only post-operative) were recorded and analyzed retrospectively. **Results:** All surgeries were successfully performed, postoperative discitis was noted in 1 case, which was resolved after conservative treatment. The VAS at different time point was 7.9 ± 0.7 (pre-operative), 3.4 ± 0.5 (1 week post-operative), 2.5 ± 0.7 (1 year post-operative), 2.9 ± 0.4 (3 years post-operative) and 2.5 ± 0.4 (5 years post-operative), while the ODI score was 58.9 ± 6.1 , 42.1 ± 4.2 , 25.8 ± 3.8 , 25.4 ± 4.0 , and 23.0 ± 2.9 respectively at corresponding time point. For both VAS and ODI score, there were significant differences compared with the preoperative, 1 week postoperative and 3 years postoperative($P<0.05$) and no significant difference was found between 3 years postoperative and 5 years postoperative. No statistic differences on age, gender, clinical symptoms were noted. Significant differences were found in preoperative disc height, MRI classification of disc degeneration and the results of provocative discography. 81% of the patients with 1 level involved showed excellent and good outcome after surgery, while only 42%

第一作者简介:男(1974-),医学博士,研究方向:脊柱外科

电话:(010)66721629 E-mail:militarymedical@126.com

of the patients with more than 2 levels involved showed the same results. According to the Macnab standard, 87.9% of the patients achieved excellent and good outcomes 1 week after surgery, and the rate of excellent and good outcomes were 72.4% at 1 year postoperatively, 67.7% at 3 years postoperatively and 63.1% at final follow-up. **Conclusions:** Percutaneous nucleoplasty generally is safe, effective and simple for the treatment of discogenic low back pain, especially in well selected cases. The results of medium-term and short-term seem to be satisfactory, but there is a significant decline of patients' satisfaction after long-term follow-up.

[Key words] Non-specific low back pain; Discogenic low back pain; Nucleoplasty; Surgical treatment; Follow-up

[Author's address] Department of Othopaedics, Beijing Army General Hospital, 100700, China

腰痛(low back pain, LBP)是指后背部腰骶部的疼痛或不适感,可伴有或不伴有下肢不适症状。慢性腰痛已成为导致 45 岁以下成年人日常生活、工作能力降低的主要因素。众所周知,腰椎间盘突出是引发腰痛的重要原因之一。即便如此,仍有多达 79% 的男性患者和 89% 的女性患者均无法找到腰痛的确切病因^[1]。由于这些患者的影像学表现与临床症状间往往无明确关联性,因此此类患者被划分为非特异性腰痛。椎间盘源性疼痛属于非特异性腰痛中的一种,有统计称 39% 的慢性腰疼源于椎间盘源性腰痛^[2]。

以往对椎间盘源性腰痛的治疗以保守方法为主。近些年来,微创技术被越来越多地应用于脊柱疾病的手术治疗中。髓核成形术最早在 2000 年被用于脊柱疾患的治疗。该技术于 2002 年^[3]引进国内,已被广泛应用于椎间盘源性腰痛的治疗中。我院自 2004 年 9 月至 2006 年 12 月使用等离子髓核成形术治疗非特异性腰痛患者共计 172 例。其中获得长期随访者 41 例,总结并报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

自 2004 年 9 月~2006 年 12 月使用等离子髓核成形术治疗非特异性腰痛患者共计 172 例,其中符合研究纳入标准并获得长期随访者 41 例。随访时间 60~84 个月,平均 67 个月;男性 23 例,女性 18 例;年龄 18~55 岁,平均 38.7 岁;病程 6~68 个月,平均 21.3 个月;以腰痛为主要症状 21 例,腰腿痛 20 例。术前所有患者均行 X 线腰椎正侧位片、腰椎 MRI 及椎间盘造影检查。单间隙病变者 28 例,多间隙病变 13 例(2 间隙病变 9 例,3 间隙病变 4 例),其中 L3/4 椎间盘 7 个, L4/5 椎间盘 38 个, L5/S1 椎间盘 13 个,共计 58 个椎间盘。

1.2 纳入及排除标准

纳入标准^[4,5]:(1)无明确外伤史中青年患者,反复发作性腰痛,持续时间超过 6 个月;(2)疼痛特点:无法久坐及长时间站立,坐位可加重疼痛。疼痛主要位于下腰部,偶向下肢放散,不超过膝关节;(3)腰椎 MRI T2 加权像显示椎间盘低信号(黑间盘),无椎间盘突出或脱出;(4)椎间盘造影提示椎间盘内部结构紊乱并疼痛诱发试验阳性;(5)符合上述椎间盘源性腰痛的诊断标准;(6)年龄 18~55 岁;(7)既往无腰部明确外伤史及手术史;(8)对具有典型的临床症状,腰椎 MRI 有椎间盘退变征象[黑间盘或 Modic change 改变(I 期或 II 期)],但椎间盘造影诱发试验阴性并诊断为非特异性腰痛的患者(本组 9 例)亦纳入治疗组。

排除标准:(1)既往或随访期内有明确腰部外伤或腰椎手术史;(2)腰椎原发或继发形态异常;(3)腰椎间盘脱出、髓核游离或腰椎管和/或神经根管狭窄,有下肢神经损害体征;(4)脊柱肿瘤及结核;(5)年龄大于 55 岁;(6)3 个以上腰椎间隙病变;(7)腰椎侧位 X 线片示椎间隙高度丢失大于正常椎间隙高度 30%;(8)糖尿病及精神疾患无法配合手术;(9)酗酒者及长期药物使用者。

1.3 手术方法及术后处理

采用美国 Arthrocare 公司等等离子消融设备(Coblation, Arthrocare Spine, USA)。患者俯卧位,1%利多卡因局部浸润麻醉,C 型臂 X 线机透视下定位病变间隙并做标记,透视引导下使用 17 号套管针行椎间盘穿刺。分别通过正侧位透视确定针尖位于椎间盘内,取出针芯,建立工作通道。抽取 300mg/ml 碘海醇 2ml 行椎间盘造影,辨别纤维环、髓核形态并询问患者是否能诱发出与术前相同的腰部疼痛症状。调整主机治疗强度为“3”,射频刀头经穿刺通道进入髓核,刀头起始点为进入侧纤维环内层,终点为对侧纤维环内层。脚踏“Coblation”踏板,持续时间为 3~5s,此时可见液泡

自穿刺点溢出, 将治疗刀头按进入速度缓慢撤出至起点, 此过程中脚踏“Coagulation”踏板, 分别于穿刺点 2 点、4 点、6 点、8 点、10 点、12 点位置进行多点消融, 每点持续时间约 8~10s。治疗结束后, 拔出射频刀头, 常规注入 2ml 广谱抗生素。术后静点广谱抗生素 3d。术后当日卧床休息, 次日离床室内活动。术后第 3 天行腰背肌锻炼。术后当日多数患者存在腰部轻微不适感, 无需特殊处理。对疼痛不能耐受者可适当给予非甾体类药物对症处理。术后 3 个月内避免负重及进行剧烈活动。

1.4 观察指标

采用疼痛视觉模拟量表 (visual analog pain scale, VAS) 作为腰痛及腿痛评价指标并计算疼痛缓解率 $=[(术前VAS分值-术后VAS分值)/术前VAS分值] \times 100\%$; 采用 Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry disability index, ODI) 对患者临床疗效进行评定; 采用 Macnab 疗效评价标准对患者的主观满意度进行评估: 优, 疼痛消失, 无运动功能受限, 恢复正常工作和活动; 良, 偶有疼痛, 能做较轻的工作; 可, 有改善, 仍有疼痛, 不能工作; 差, 出现神经根受压表现, 需进一步手术治疗及评定术后疗效。计算不同随访时间点患者随访结果优良率。Macnab 结果为优良者划分为治疗有效, 可差者划分为治疗无效, 在末次随访时计算治疗有效率与患者年龄、性别、临床表现、受累间隙、椎间盘退变 MRI 分级及椎间盘疼痛诱发试验结果的相关性。

1.5 统计学分析

所有随访对象数据搜集完整, 数据分析采用 SPSS 17.0 统计软件。VAS 及 ODI 评分均采用均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示; 计量资料: 术前、术后 1 周、术后 1 年、术后 3 年、术后 5 年各组数据不符合正态分布, 采用 Wilcoxon 秩和检验; 计数资料采用 χ^2 检验进行数据分析。 $P < 0.05$ 认为差异存在统计学意义。

2 结果

所有患者手术均顺利完成。术后不同时间点 VAS 及 ODI 评分情况见表 1, 其中术后 5 年时单间隙患者优良率 81%, 多间隙优良率为 42%。术前、术后 1 周、术后 1 年 VAS 及 ODI 评分比较有统计学意义 ($P < 0.05$); 术后 1 年、3 年与 5 年 (及以上) VAS 及 ODI 评分比较无统计学差异 ($P >$

0.05, 表 1)。不同年龄、性别及临床表现与治疗有效性无显著相关 ($P > 0.05$); 而术前病变节段数、椎间盘退变 MRI 分级及椎间盘造影诱发试验阳性与否则与治疗有效性显著相关 ($P < 0.05$) (表 2)。1 例 48 岁 L4/5、L5/S1 病变患者于出院 22d 后因主诉腰、右侧臀部疼痛, 站立及活动后加重 3d 再次

表 1 术前术后 VAS 评分、疼痛缓解率及 ODI 评分

Table 1 Preoperative and postoperative VAS score pain relief rate and ODI score ($\bar{x} \pm s$)

| | VAS评分 VAS score | VAS疼痛缓解率 Pain relief rate | ODI评分 ODI score |
|---------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| 术前 Pre-operation | 7.9 \pm 0.7 | | 58.9 \pm 6.1 |
| 术后 1 周 1 week post-op | 3.4 \pm 0.5 ^① | 56.9% | 42.1 \pm 4.2 ^① |
| 术后 1 年 1 year post-op | 2.5 \pm 0.7 ^{①②} | 68.4% | 25.8 \pm 3.8 ^{①②} |
| 术后 3 年 3 years post-op | 2.9 \pm 0.4 ^{①②③} | 63.3% | 25.4 \pm 4.0 ^{①②③} |
| 术后 5 年 5 years post-op | 2.5 \pm 0.4 ^{①②③④} | 68.4% | 23.0 \pm 2.9 ^{①②③④} |

注: ①与术前比较 $P < 0.05$; ②与术后 1 周比较 $P < 0.05$; ③与术后 1 年比较 $P > 0.05$; ④与术后 3 年比较 $P > 0.05$

Note: ①Compared with pre-op, $P < 0.05$; ②Compared with 1 week post-op, $P < 0.05$; ③Compared with 1 year post-op, $P > 0.05$; ④Compared with 3 year post-op, $P > 0.05$

表 2 患者 Macnab 疗效评价标准

Table 2 Macnab outcome scale

| | 有效 ^a | 无效 ^b | 合计 | χ^2 | P值 |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|----|----------|------|
| 年龄 (岁) (Age) | | | | | |
| >50 | 8 | 6 | 14 | 0.36 | 0.55 |
| <50 | 18 | 9 | 27 | | |
| 性别 (Sex) | | | | | |
| 男 (Male) | 15 | 8 | 23 | 0.07 | 0.79 |
| 女 (Female) | 11 | 7 | 18 | | |
| 临床表现 (Presentation) | | | | | |
| 腰痛 (Low back pain) | 14 | 6 | 20 | 0.30 | 0.59 |
| 腿腿痛 (Sciatica pain) | 13 | 8 | 21 | | |
| 受累间隙 (Levels) | | | | | |
| 单间隙 (Single level) | 20 | 8 | 28 | 4.06 | 0.04 |
| 多间隙 (Multi levels) ^c | 5 | 8 | 13 | | |
| MRI 分级 (MRI grading) ^d | | | | | |
| < III | 17 | 4 | 21 | 4.78 | 0.03 |
| \geq III | 13 | 7 | 20 | | |
| 疼痛诱发 (Pain provocation) | | | | | |
| 阳性 (Positive) | 4 | 4 | 32 | 4.56 | 0.03 |
| 阴性 (Negative) | 4 | 4 | 9 | | |

注: a 有效代表 Macnab 疗效的优或良; b 无效代表 Macnab 疗效的可或差; c 多间隙代表两个椎间盘以上受累间隙; d. MRI 分级为 Pfirrmann 分级

Note: a yes means excellent or good outcome; b no means fair or bad outcome; c multi levels means at least 2 discs involved; d MRI grading use Pfirrmann criteria

入院。查体:L3/4~L5/S1 棘突间隙深压痛,以 L4/5 节段最为显著,不向下肢放散。腰痛 VAS 评分 8.7 分。患者入院体温 37.3℃,实验室检查血沉 49mm/1h,白细胞 $12 \times 10^9/L$,C 反应蛋白 48mg/L,但腰椎核磁检查与术前比较未见明确异常,诊断为术后椎间盘炎,经积极抗感染、对症治疗,15d 后血沉降至 10mm/1h,治疗 52d 后痊愈出院。

3 讨论

3.1 非特异性腰痛

非特异性腰痛 (non-specific low back pain, NLBP) 主要指那些位于下腰部而在大多数情况下却无法予以明确诊断的酸痛、酸胀或僵硬的感觉体验。症状的产生可能来源于关节突关节、椎间盘和/或韧带的退变与损伤。但确切的致病机制尚不明。以往认为非特异性腰痛的发病与机械性因素关系密切,如长期负重或搬运重物、超过 5% 的工作时间躯干处于屈曲角度 $>60^\circ$ 以及超过 10% 的工作时间躯干处于旋转角度 $>30^\circ$ 等^[6],但近期发表在柳叶刀上的一篇文章指出基因遗传也许在非特异性腰痛的发病中扮演了更加重要的角色^[7]。椎间盘源性疼痛是临床上常见的非特异性腰痛。椎间盘造影术目前被认为是诊断椎间盘源性疼痛的“金标准”,但目前仍没有一种无创的方法来区分“椎间盘源性”与“非椎间盘源性”疼痛。研究者们也试图通过椎间盘造影结果与 MRI 影像学比对并在两者间之间建立联系来寻找一种直观无创的诊断方法,因此出现了一些所谓的“椎间盘源性征”,如: HIZ (high intensity zone) 及 Modic change。有研究表明 HIZ 作为椎间盘源性疼痛的诊断依据还尚缺乏说服力^[8]。而 Modic change 相对于 HIZ 在诊断慢性腰痛中则更加有说服力^[9]。本项研究中 9 例患者具有典型的非特异性腰痛临床症状,腰椎 MRI 单纯表现为椎间盘 T2 加权信号降低和 Modic change (6 例为 Modic change I 期改变,3 例为 II 期)。这些患者椎间盘造影过程中造影剂注入无阻力并向椎间盘外渗漏,提示纤维环破裂,且疼痛诱发试验阴性,针对该 9 例患者也进行了髓核成形术治疗。

3.2 等离子髓核成形术治疗机制

腰痛的首选治疗方法是保守治疗,因为大多数的腰痛具有自限性,多在发病后几个月症状消失。保守治疗包括药物治疗、腰背肌锻炼、牵引、局

部注射甚至是心理治疗及行为引导。对经过正规保守治疗无效的严重、持续性腰痛在微创脊柱外科手术技术广泛应用之前多采用椎间融合术,不但治疗花费昂贵且并发症发生率较高。2002 年 9 月美国实施了第 1 例椎间盘突出症等离子髓核成形术^[10]。随后,该技术被广泛应用于椎间盘源性腰痛的治疗中。等离子髓核成形术是将射频能量作用于导电介质上,在刀头电极周围形成由高度电离的粒子组成的低温等离子薄层,通常温度为 $40^\circ \sim 70^\circ$ 。该粒子具有足够的动能打断组织中的大分子,并使其分解最终形成低分子量的惰性气体(如 O_2 和 N_2) 排出体外,等离子髓核成形术高效、精确地对髓核组织进行消融,而对周围组织无任何不良影响,最终达到降低椎间盘内压改善临床症状的效果。基于等离子髓核成形术的治疗机理,椎间盘源性疼痛是其最佳适应证之一。但在临床实际应用中,我们发现在对上述 9 例椎间盘造影疼痛诱发试验阴性、造影剂泄漏的患者实施了等离子髓核消融后,仍有 5 例患者在末次随访中显示满意的临床效果。单纯的椎间盘减压理论无法解释这一现象。基于此,我们的另一项随机对照动物实验研究了等离子髓核成形术与椎间盘退变动物模型椎间盘内磷脂酶 A2 的关系,研究发现在兔退变椎间盘内磷脂酶 A2 活性明显升高,等离子髓核成形术可有效地降低兔退变椎间盘内磷脂酶 A2 的活性。由于磷脂酶 A2 被认为是一系列炎症级联瀑布效应的限速酶,因此对于此类患者等离子消融的作用机制可能并非单纯椎间盘内减压,等离子能量可能通过影响整个椎间盘内环境而最终发挥治疗作用^[11]。

3.3 适应证的选择及疗效

等离子髓核成形术的临床疗效受到多种因素影响。其中最为重要的是适应证的选择^[12]。等离子髓核成形术的适应证包括:(1) 椎间盘源性腰痛;椎间盘造影阳性、椎间盘高度 $\geq 75\%$;(2) 包容性椎间盘突出症:腰椎核磁证实为包容性椎间盘突出且患者临床以腰痛症状为主要表现;严重的腰椎退行性疾病如:椎间盘脱出、侧隐窝狭窄、椎管狭窄、后纵韧带骨化和/或既往有腰椎手术史以及骨质疏松症患者都是该技术的禁忌证。李放等^[13]认为等离子髓核成形术治疗椎间盘源性腰痛时应注意以下几点:(1) 青壮年患者,不能久坐或长时间站立;(2) 仰卧位极度屈髋、屈膝腰痛加重,病变

节段棘突间深压痛;(3)椎间盘造影疼痛诱发试验阴性患者并非禁忌证。

Azzazi 等^[14]对 50 例椎间盘源性疼痛患者进行髓核成形术后 1 年的随访研究后发现,VAS 评分从术前的 8.2 降至 1.3,而 ODI 评分从术前 62.2 降至 9.6,90%的患者在术后 1 年随访时显示术前疼痛症状均明显缓解甚至消失;Yakovlev 等^[15]通过对 22 例椎间盘源性疼痛患者随访后发现 VAS 缓解率分别为 54.5%(术后 1 个月)及 72.7%(术后 3、6、12 个月),81.8%的患者在术后获得了满意的功能恢复。李放等^[11]对接受等离子髓核成形术的患者进行了最长为术后 4 年的随访,结果显示总体满意率为 68%,其中单间隙组满意率高达 81%。中短期随访结果说明等离子髓核成形术应用于椎间盘源性疼痛的治疗具有良好的临床疗效及很低的并发症发生率。但从本组术后近 5 年随访结果来看,患者 VAS 评分及 ODI 评分具有统计学差异主要集中在术后 1 周及术后 1 年,而术后 1 年、3 年与术后 5 年随访 VAS 评分与 ODI 评分差异无显著性。优良率在术后 1 周时最高,为 87.9%,术后 1 年时为 72.4%,术后 3 年时为 67.7%,末次随访时为 63.1%。这也说明等离子髓核成形术毕竟是一种微创手术技术,操作本身对椎间盘干扰较小,术后 1 年患者病情基本趋于平稳。而随后的病变发展与否更大程度上取决于患者椎间盘退变速度、日常生活习惯、工作性质及患者对健康的意识。

通过对随访结果的分析,我们也发现术前单间隙病变($P<0.04$)、椎间盘造影疼痛诱发试验阳性($P<0.03$)及腰椎 MRI 椎间盘信号分级<Ⅲ级($P<0.03$)的患者临床疗效优于其他患者,提示该治疗方法对处在椎间盘退变早期的腰痛患者疗效更佳。其原因可能为单间隙病变患者致病因素单一,可控性好而疗效优于多间隙病变患者。而不同年龄、性别及临床表现对临床有效性均无显著影响,说明这些因素与疗效间无明确相关。

基于上述随访结果,我们认为在诊断明确的前提下,等离子髓核成形术治疗椎间盘源性腰痛在严格把握适应证基础上可获得较为满意的中短期临床疗效,长期随访结果显示满意度下降。对于部分椎间盘造影疼痛诱发试验阴性,但 MRI 影像学存在明确椎间盘退变征象且排除了其他致病原因诊断为非特异性腰痛的患者可尝试将等离子髓

核成形术作为阶梯性治疗的一个组成部分。

4 参考文献

1. Dillane JB, Fry J, Kalton G. Acute back syndrome—a study from general practice[J]. Br Med J, 1966, 2(5505): 82–84.
2. Schwarzer AC, Aprill CN, Derby R, et al. The prevalence and clinical features of internal disc disruption in patients with chronic low back pain[J]. Spine, 1995, 20(17): 1878–1883.
3. 李展振, 龙亨国, 祝海炳, 等. 经皮穿刺髓核成形术治疗腰椎间盘突出症初步临床报道[J]. 骨与关节损伤杂志, 2002, 17(1): 20–21.
4. Romanitan MOR, Bajenaru OA, Roceanu A, et al. Nucleoplasty: one-year follow-up[J]. Maedica, 2008, 3(3):157–161.
5. Masala S, Massari F, Fabiano S, et al. Nucleoplasty in the treatment of lumbar discogenic back pain: one year follow-up [J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2007, 30(3): 426–432.
6. Hoogendoorn WE, Bongers PM, de Vet HC, et al. Flexion and rotation of the trunk and lifting at work are risk factors for low back pain[J]. Spine, 2000, 25(23): 3087–3092.
7. Balagué F, Mannion AF, Pellisé F, et al. Non-specific low back pain[J]. Lancet, 2012, 379(9814): 482–491.
8. Carragee EJ, Paragioudakis SJ, Khurana S. 2000 Volvo Award winner in clinical studies: lumbar high-intensity zone and discography in subjects without low back problems[J]. Spine, 2000, 25(23): 2987–2992.
9. Braithwaite I, White J, Saifuddin A, et al. Vertebral endplate (Modic) changes on lumbar spine MRI: correlation with pain reproduction at lumbar discography[J]. Eur Spine J, 1998, 7(5): 363–368.
10. Erdine S, Ozyalcin NS, Cimen A. Percutaneous lumbar nucleoplasty[J]. Agri, 2005, 17(2): 17–22.
11. 任大江, 李放, 张志成, 等. 等离子髓核成形术对退变腰椎间盘内磷脂酶 A2 活性的影响 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2008, (5): 377–380.
12. Yung C, Chen MD, Sang-heon Lee, et al. Intradiscal pressure study of percutaneous disc decompression with nucleoplasty in human cadavers[J]. Spine, 2003, 28(7): 661–665.
13. 李放, 关凯, 赵广民, 等. 等离子消融技术治疗椎间盘源性腰痛的中期疗效[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2008, 18(5): 333–335.
14. Azzazi A, AIMekawi S, Zein M. Lumbar disc nucleoplasty using coblation technology: clinical outcome[J]. J Neurointerv Surg, 2011, 3(3): 288–292.
15. Yakovlev A, Tamimi MA, Liang H, et al. Outcomes of percutaneous disc decompression utilizing nucleoplasty for the treatment of chronic discogenic pain [J]. Pain Physician, 2007, 10(2): 319–328.

(收稿日期:2012-12-12 末次修回日期:2013-09-22)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 彭向峰)