



经皮脊柱内镜椎间孔扩大成形术治疗 腰椎间盘突出症的对比性研究 *

张绍波^{1,2} 楼娅妮^{1,3} 杨蕴华^{1,3} 金家琰^{1,3} 张钰扬^{1,3} 吴辛娜^{1,3} 占恭豪^{1 Δ}

(¹温州医科大学附属第二医院疼痛科, 温州 325027; ²台州市中西医结合医院疼痛科, 台州 317500; ³温州医科大学第二临床医学院麻醉学系, 温州 325000)

摘要 目的: 对比经皮脊柱内镜术中是否进行椎间孔扩大成形术对腰椎间盘突出症手术疗效和临床预后的影响。**方法:** 本研究纳入 140 例在我科因腰椎间盘突出症接受经皮脊柱内镜手术治疗的病人, 其中 62 例进行椎间孔扩大成形术 (transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy with foraminoplasty group, PELF 组)、78 例未进行椎间孔成形 (transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy without foraminoplasty, PELD 组, 即“漂移组”)。记录病人年龄、性别、手术时间、并发症、住院天数等。所有病人术后随访 2 年, 采用视觉模拟评分法 (visual analogue scale, VAS) 和 Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry disability index, ODI) 分别评估病人术前、术后 1 天、术后 7 天、术后 1 月、术后 3 月、术后 6 月、术后 1 年和术后 2 年腰痛、下肢痛和生活质量, 采用改良 Macnab 标准评估病人术后 2 年手术疗效。**结果:** 两组病人年龄、性别构成、疼痛持续时间、手术时间、住院天数等均无显著差异 ($P > 0.05$)。PELF 和 PELD 组病人术后腰痛、下肢痛 VAS 评分和 ODI 指数较术前均显著降低 ($P < 0.01$), 但各时间点两组间无统计学差异 ($P > 0.05$)。PELF 组中 2 例病人发生硬膜囊撕裂, PELD 组中 1 例病人发生神经根损伤, 两组手术并发症发生率无显著性差异 ($P > 0.05$)。PELF 组中 6 例、PELD 组中 3 例病人失访, 共有 131 例病人完成 Macnab 评估, 两组病人手术满意率分别为 87.5% 和 90.7% ($P > 0.05$)。**结论:** 经皮脊柱内镜术中采用椎体扩大成形术和“漂移”穿刺法均为治疗腰椎间盘突出症安全、有效的方法。

关键词 经皮脊柱内镜; 腰椎间盘突出症; 椎间孔成形; 微创

Comparisons of a 2-year follow-up of transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy with or without foraminoplasty for lumbar disc herniation *

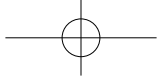
ZHANG Shao-Bo^{1,2}, LOU Ya-Ni^{1,3}, YANG Yun-Hua^{1,3}, JIN Jia-Yan^{1,3}, ZHANG Yu-Yang^{1,3}, WU Xin-Na^{1,3}, ZHAN Gong-Hao^{1 Δ}

(¹Department of Pain Medicine, the Second Affiliated Hospital of Wenzhou Medical University, Wenzhou 325027, China; ²Department of Pain Medicine, the Hospital of Integrated Traditional and Western Medicine, Taizhou 317500, China; ³Department of Anesthesiology, the Second Medical School of Wenzhou Medical University, Wenzhou 325000, China)

Abstract Objective: This study was to compare the safety and effectiveness between transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy with (PELF) or without foraminoplasty (PELD) for lumbar disc herniation (LDH) patients. **Methods:** Totally 140 LDH patients were recruited, and 62 patients accepted PELF (PELF group) and 78 patients accepted PELD (PELD group) for LDH treatment during. We recorded the basic information of age, gender, operation time, the duration of hospital stay, and complications of all recruited patients, and followed them up for 2 years. The low back and leg visual analogue scale (VAS) pain ratings and Oswestry disability index (ODI) were compared between the 2 groups before and after surgery. Modified Macnab criterion was used to estimate for all patients at the final visit (postoperative 2-year). **Results:** There was no

* 基金项目: 浙江省医学会课题 (2015ZYC-A28)

Δ 通讯作者 wzwaik@163.com



significance in age, gender, operation time, hospital stay or incidence of complications between the two groups ($P > 0.05$). Low back and leg VAS, and ODI scores were decreased in both groups after operation ($P < 0.01$), but there was not significant difference between the two groups over time ($P > 0.05$). Two cases in the PELF group suffered dural tear, and 1 case in the PELD group suffered neural nerve injury. Six patients in the PELF group and 3 patients in the PELD group did not continue the follow-up. Thus, totally 131 patients completed Macnab evaluation. The satisfactory rate was reported as 87.5% in the PELF group and 90.7% in the PELD group ($P > 0.05$). **Conclusion:** This study suggests that both PELF and PELD are safe and effective for LDH patients.

Key words Transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy; Lumbar disc herniation; Foraminoplasty; Minimally invasive

数据显示, 全球慢性疼痛发病率高达 80%, 是导致劳动力丧失的主要原因之一, 增加医疗负担和经济损失^[1,2]。腰椎间盘突出症与腰痛和下肢痛密切相关, 好发于 30~50 岁人群。在中国, 约 20% 患有腰痛和/或下肢痛的病人被诊断为“腰椎间盘突出症”^[3]。传统观点认为开放性椎间盘切除术为治疗腰椎间盘突出症的“金标准”, 但其存在创伤大、术后恢复时间长、费用高等缺点。随着微创手术的迅速发展, 过去十年间经皮脊柱内镜技术在临床上被广泛使用, 具有创伤小、脊柱结构破坏小、并发症少、术后恢复快、经济安全等优点^[4]。随着微创手术的成熟和改进, 目前经皮脊柱内镜有椎间孔扩大成形术 (transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy with foraminoplasty group, PELF) 和不进行椎间孔扩大成形术 (transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy without foraminoplasty, PELD) 即“漂移”两种手术方式。既往临床上多采用椎间孔扩大成形术, 即术中常规去除下位椎体部分上关节突关节、扩大椎间孔并建立手术通道; “漂移”穿刺法是术中不切除骨组织、将导棒绕过下位椎体的上关节突关节到达手术区域的穿刺方式。已有多项研究支持经皮脊柱内镜手术为治疗腰椎间盘突出症有效方式, 优良率可达 85% 以上^[5,6], 但是有研究报道约 6.1% 进行椎间孔扩大成形病人术后出现肢体麻木等并发症^[7]。目前临床上采用“漂移”穿刺法进行经皮脊柱内镜手术正逐步推广, 但还未见有研究报道这种手术方式治疗腰椎间盘突出症的安全性和疗效。因此, 为了明确经皮脊柱内镜术中“漂移”穿刺法治疗腰椎间盘突出症的长期预后, 并且对比与椎间孔扩大成形术的临床疗效, 本研究纳入我科 140 例接受经皮脊柱内镜手术病人, 其中 62 例术中采用椎间孔扩大成形 (PELF 组)、78 例采用“漂移”穿刺法 (PELD 组), 对比两组手术安全性和术后 2 年临床疗效, 以期为临床提供参考依据。

方 法

1. 一般资料

本研究经温州医科大学附属第二医院伦理委员会审核通过, 选取于 2014 年 7 月至 2016 年 8 月在疼痛科接受经皮脊柱内镜手术的 140 例腰椎间盘突出症病人, 采用随机数字表法分为接受椎间孔扩大成形术 (PELF 组) 62 例和“漂移”穿刺法 (PELD 组) 78 例, 术后随访 24 个月。所有病人均符合纳入标准, 并且签署随访知情同意书。

纳入标准: ①临床症状表现为腰痛、下肢痛、下肢肢体肌力下降和/或感觉减退; ②术前腰椎 CT 和 MRI 等影像资料证实腰椎单节段或多节段突出, 伴或不伴有侧隐窝狭窄; ③保守治疗至少 12 周, 疗效不理想并同意选择经皮脊柱内镜微创手术治疗。

排除标准: ①存在脊柱畸形, 或因椎体滑移需要开放手术治疗; ②无法耐受手术或不同意接受随访; ③存在全身感染或凝血功能异常等疾病; ④由于精神疾病因素无法配合。

2. 方法

病人健侧卧位, 采用 C 形臂机定位手术椎间盘和椎弓根位置, 画一条从下位椎体上关节突边缘至皮肤表面的延长线。皮肤进针点至脊柱中线距离为 10~12 cm。采用 2 ml 0.5% 利多卡因穿刺部位局部麻醉后, 插入穿刺针, 在 C 形臂机引导下插入至下位椎体上关节突上缘位置, 退出针芯, 注入 8~10 ml 0.5% 利多卡因麻醉。插入导引钢丝、退出穿刺针, 沿导引钢丝制造一个直径 0.6~0.8 cm 的切口, 逐级插入扩张管和工作导管, 退出导引钢丝和扩张管后插入导棒。

术中根据病人脊柱解剖和病情决定是否进行椎间孔扩大成形术。PELF 组病人术中导棒抵达下位椎体上关节突后, 沿工作导棒方向分别先后插入工作套管、内镜和环锯, 切除上关节突腹侧 (> 1/3) 扩大手术通道并减压, 最后将工作通道抵达硬膜囊腹侧手术区域。如不切除上关节突, PELD 组病人



在标准侧位透视下调整导棒位置抵住上关节突尖部,术者左手固定导杆、右手敲打导杆尾端,将导棒尖端漂移至关节突腹侧;左手继续将导棒尖端压向背侧,将尖端漂移至椎体后上缘;最后通过正位透视确定导棒位置,沿导棒向插入工作套管至椎管 I-II 区之间椎体后上缘水平。

抵达手术区域后,镜下摘除突出髓核解除对硬膜囊和神经根的压迫,并根据病人情况决定是否进行椎间盘成形。如术中出现硬膜囊撕裂,手术医师采用明胶海绵封闭撕裂口,防止脑脊液渗漏和术后低颅压。术毕进行灌洗和充分止血,最后退出内镜、缝合切口。

3. 指标记录和术后复查

所有病人术后接受腰椎 MRI 复查。在术前和术后 1 天、7 天、1 月、3 月、6 月、1 年、2 年等时间点,采用视觉模拟评分法 (visual analogue scale, VAS) 对腰痛、下肢痛进行疼痛评分 (0 分为无痛、10 分为剧烈疼痛);采用 Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry disability index, ODI) 评估术后恢复情况 (得分越高表明功能障碍越严重)。采用改良 Macnab 量表评估病人术后疗效,“优”为症状完全消失,恢复原来工作和生活;“良”为有轻微症状,活动轻度受限,对工作生活无影响;“一般”为症状减轻,活动受限,影响正常工作和生活;“差”为治疗前后无差别,甚至加重。

4. 统计学分析

计量资料采用均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm SD$) 表示,计数资料采用百分数 (%) 表示。对所有计量资料进行正态分布分析,非正态分布数据采用 Mann-Whitney U 法进行组间比较,采用 Wilcoxon 法进行组内比较和各时间点间的两两比较。Macnab 评估结果采用 χ^2 检验分析。所有数据采用 SPSS 19.0 软件统计分析, $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

结 果

1. 两组病人一般资料比较

本研究共纳入接受经皮脊柱内镜手术病人 140 例,其中 PELF 组 62 例、PELD 组 78 例,两组间病人平均年龄、疼痛持续时间、手术时间、住院天数和随访时间无统计学差异 ($P > 0.05$)。PELF 组失访 6 例 (术后 1 月 2 例、术后 3 月 2 例、术后 6 月 1 例、术后 2 年 1 例),PELD 组失访 3 例 (术后 1 月 2 例、术后 3 月 1 例)。PELF 组和 PELD 组分别共有 56 例和 75 例病人完成随访 (见表 1)。

2. 两组病人手术前后 VAS 和 ODI 评分比较

与术前相比,PELF 和 PELD 组腰部和下肢 VAS 评分均较术前显著降低 ($P < 0.01$),且两组术前、术后各时间点间无显著性差异 ($P > 0.05$, 见表 2)。PELF 和 PELD 组术后各时间点 ODI 评分较术前均显著降低 ($P < 0.01$),且两组各时间点间无统计学差异 ($P > 0.05$, 见表 2)。

3. 两组病人手术节段和并发症统计

PELF 组中手术节段 L₂₋₃ 病人 1 例、L₃₋₄ 节段 5 例、L₄₋₅ 节段 29 例、L_{5-S}₁ 节段 25 例, L₃₋₄ 和 L₄₋₅ 节段 1 例、L₄₋₅ 和 L_{5-S}₁ 节段 1 例。PELD 组中手术节段 L₂₋₃ 病人 1 例、L₃₋₄ 节段 1 例、L₄₋₅ 节段 47 例、L_{5-S}₁ 节段 18 例、L₃₋₄ 和 L₄₋₅ 节段 2 例、L₃₋₄ 和 L_{5-S}₁ 节段 2 例、L₄₋₅ 和 L_{5-S}₁ 节段 7 例。PELF 组中 2 例病人术中发生硬膜囊撕裂,手术节段均为 L₄₋₅。PELD 组中有 1 例发生神经根损伤,手术节段为 L_{5-S}₁。两组间手术并发症发生率无统计学差异 ($P > 0.05$, 见表 3)。

4. 两组病人术后 Macnab 疗效评估比较

两组共有 9 位病人失访,因此术后 2 年时共对 131 位病人进行改良 Macnab 评估。PELF 组中有 24 例病人为“优”(42.9%)、25 例“良”(44.6%)、5 例“可”(8.9%)、2 例“差”(3.6%);PELD 组中 38 例“优”(50.7%)、30 例“良”(40.0%)、5 例“可”(6.7%)、2 例“差”(2.6%)。两组手术优良率分别达 87.5% 和 90.7% ($P > 0.05$, 见表 4)。

讨 论

经皮脊柱内镜手术已成为临床上治疗腰椎间盘突出症的主要手术方式之一。椎间孔扩大成形术是经皮脊柱内镜手术中采用环锯、高速磨钻等扩大椎间孔、建立工作通道到达手术区域的过程,此过程可导致出血、神经损伤和影响脊柱稳定性。有研究报道,椎间孔镜术中上关节突磨削程度超过 33% 可影响腰椎稳定性^[8],因此,本研究中椎间孔扩大成形术对上关节突的磨削程度小于 1/3 以减少对脊柱稳定性的影响。结合研究结果,PELF 和 PELD 组病人术后腰部和下肢 VAS 以及 ODI 指数较术前均显著降低,两组各时间点和术后 2 年 Macnab 疗效评估结果无显著差异,优良率分别达 87.5% 和 90.7%。提示椎间孔扩大成形术不增加术后疼痛和影响临床疗效,但本研究中术后未复查腰椎过伸过屈位平片,无法从影像学判断 PELF 组中椎间孔扩大成形术对术后脊柱稳定性的影响,此为研究的局限性之一。此外,PELF 组有 2 例硬膜囊撕裂并

表 1 两组病人一般资料比较 ($\bar{x} \pm SD$)

Table 1 Comparison of basic information between PELF and PELD groups ($\bar{x} \pm SD$)

组别 Group	性别 (男/女) Gender (M/F)	年龄 (岁) Age (y)	疼痛持续时间 (月) Pain duration (m)	手术时间 (分钟) Operation time (min)	住院天数 (天) Hospital stay (d)	失访人数 (人) Lost to follow-up (n)	随访时间 (月) Follow-up time (m)
PELF	34/28	54.5 ± 15.3	52.1 ± 89.3	121.7 ± 46.4	11.06 ± 9.2	6	22.0 ± 6.4
PELD	52/26	54.6 ± 13.6	22.9 ± 39.7	108.9 ± 37.7	9.08 ± 3.8	3	23.1 ± 4.6

表 2 两组病人术前、术后各时间点 VAS 和 ODI 评分比较 ($\bar{x} \pm SD$)

Table 2 Comparison of VAS and ODI scores at pre-operation and post-operation ($\bar{x} \pm SD$)

时间点 Time points	PELF			PELD		
	腰部 VAS Back pain VAS	下肢 VAS Lower extremity VAS	ODI	腰部 VAS Back pain VAS	下肢 VAS Lower extremity VAS	ODI
术前 Pre-operation	6.1 ± 2.1	5.1 ± 1.9	49.6 ± 23.4	5.7 ± 1.8	5.5 ± 1.9	48.0 ± 23.2
术后 1 天 1 day post-operation	0.9 ± 1.1*	1.4 ± 1.0*	9.2 ± 11.3*	0.6 ± 1.0*	0.8 ± 0.8*	9.7 ± 10.6*
术后 7 天 7 days post-operation	0.8 ± 1.0*	0.7 ± 0.7*#	9.1 ± 12.7*	0.8 ± 1.0*#	0.8 ± 0.7*	9.7 ± 10.6*#
术后 1 月 1 month post-operation	1.1 ± 1.5*	0.7 ± 1.0*#	15.3 ± 12.7*#	1.2 ± 1.6*#	0.6 ± 0.9*	11.9 ± 14.4*#
术后 3 月 3 months post-operation	0.9 ± 0.9*	1.2 ± 1.5*	12.5 ± 13.0*	1.2 ± 1.6*#	0.8 ± 0.8*	9.5 ± 12.9*
术后 6 月 6 months post-operation	1.1 ± 1.1*	0.3 ± 0.6*#	9.4 ± 12.7*	1.1 ± 1.7*#	0.5 ± 0.7*△	8.7 ± 11.8*
术后 1 年 1 year post-operation	1.1 ± 1.7*	0.4 ± 0.7*#	8.7 ± 12.8*	0.7 ± 1.1*	0.4 ± 0.7*#	6.7 ± 9.1*
术后 2 年 2 years post-operation	1.3 ± 1.9*	0.6 ± 1.4*#	12.1 ± 17.3*	0.7 ± 1.2*	0.8 ± 1.6*	9.1 ± 10.2*

* $P < 0.01$, 与术前相比, compared with pre-operation; # $P < 0.01$, 与术后 1 天相比, compared with post-operation 1 day; △ $P < 0.05$, 与术后 1 天相比, compared with post-operation 1 day.

表 3 两组病人手术节段和并发症统计

Table 3 The distribution of surgical levels and complications

组别 Group	手术节段 (例) Operative segment (n)							并发症 (例) Complication (n)	
	L ₂₋₃	L ₃₋₄	L ₄₋₅	L _{5-S} ₁	L ₃₋₄ 、L ₄₋₅	L ₃₋₄ 、L _{5-S} ₁	L ₄₋₅ 、L _{5-S} ₁	硬膜囊撕裂 Dural sac tear	神经根损伤 Nerve root injury
PELF	1	5	29	25	1	0	1	2	0
PELD	1	1	47	18	2	2	7	0	1

表 4 两组病人术后 Macnab 临床疗效比较

Table 4 Macnab outcome evaluated at the final visit (postoperative 2-year) of the follow-up

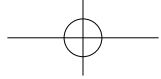
组别 Group	优 Excellent	良 Good	一般 Fair	差 Poor	总计 Total
PELF	24 (42.9%)	25 (44.6%)	5 (8.9%)	2 (3.6%)	56 (100%)
PELD	38 (50.7%)	30 (40.0%)	5 (6.7%)	2 (2.6%)	75 (100%)

发症, 这可能与椎间孔扩大成形术中使用镜下环锯和高速磨钻对组织影响有关。

近年来“漂移”穿刺法已成为椎间孔镜手术方式选择之一, 术中根据病人脊柱解剖和具体病情决定进行椎间孔扩大成形或“漂移”穿刺法。“漂移”穿刺过程中导棒位置的调整可能导致神经根损伤, 或者由于椎间孔径限制导致突出物不能完全摘除, 增加手术并发症和影响手术疗效。本研究中 PELD 组发生 1 例神经根损伤, 无病人因突出物残留需要二次手术或发生出血、硬膜囊损伤等并发症。经统计, 两组手术时间、住院天数以及并发症发生率无

统计学差异。因此, 认为“漂移”法与椎间孔扩大成形术相比无显著延长手术和术后恢复时间或增加并发症发生率。

前期研究报道有 75.9% (左侧) 和 80.8% (右侧) L_{5-S}₁ 节段椎间盘突出病人术中需要进行椎间孔扩大成形^[9]。本研究中有 35.6% L₄₋₅ 节段腰椎间盘突出病人术中需要进行椎间孔扩大成形, 由于 L_{5-S}₁ 节段存在椎间孔较小、髂嵴较高等解剖特点, 仅有 46.8% L_{5-S}₁ 椎间盘突出病人进行椎间孔扩大成形术, 高于 L₄₋₅ 节段, 这主要是由两个节段解剖差异所致。但本研究中 L_{5-S}₁ 椎间孔成形术实施率低于前期研究



报道,提示可对部分 L₅-S₁ 节段腰椎间盘突出病人安全实施“漂移”穿刺法,但是需要结合病人脊柱解剖并严格把握穿刺指征,且“漂移”穿刺成功率与手术医师熟练程度密切相关。

本研究首次探索经皮脊柱内镜“漂移”穿刺法对腰椎间盘突出症的安全性和临床疗效,并对经皮脊柱内镜术中是否进行椎间孔扩大成形的长期术后疗效。除以上提及术后未复查腰椎动力位评估病人术后脊柱稳定性外,还存在没有纳入接受开放手术病人作为对照组;病人没有进行术后 CT 复查,无法测量术后椎间孔直径和对比术前、术后椎间孔直径等局限性。

综上所述,采用椎间孔扩大成形术或“漂移”穿刺法的经皮脊柱内镜手术均可有效、安全地治疗腰椎间盘突出症,术后 2 年随访显示两种手术方式临床疗效无显著性差异,因此认为两种手术方式均为治疗腰椎间盘突出症安全、有效的手术方式。由于本研究的局限性,未来还需临床随机对照的大样本研究进一步探索。

参 考 文 献

- [1] Balagué F, Mannion AF, Pellisé F, *et al.* Non-specific low back pain[J]. *Lancet*, 2012, 379(9814):482-491.
- [2] O'Sullivan PB. Lumbar segmental 'instability': clinical presentation and specific stabilizing exercise management[J]. *Man Ther*, 2000, 5(1):2-12.
- [3] Chen R, Xiong J, Chi Z, *et al.* Heat-sensitive moxibustion for lumbar disc herniation: a meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *J Tradit Chin Med*, 2012, 32(3):322-328.
- [4] 李圣洪,孙承红,董庆鹏,等. 锥形扩张器用于脊柱内镜治疗腰椎间盘突出症疗效分析 [J]. 中国疼痛医学杂志, 2020, 26(4):308-312.
- [5] 邓毅勇,辛自刚,许云龙,等. 椎间孔镜下髓核摘除术治疗腰椎间盘突出症疗效观察 [J]. 中国疼痛医学杂志, 2016, 22(4):315-318.
- [6] 王睿娴,田心毅,占恭豪,等. 经皮脊柱内镜下椎间盘切除术治疗腰椎间盘突出症 1 年疗效随访研究 [J]. 中国疼痛医学杂志, 2019, 25(8):603-607.
- [7] Ahn Y, Oh HK, Kim H, *et al.* Percutaneous endoscopic lumbar foraminotomy: an advanced surgical technique and clinical outcomes[J]. *Neurosurgery*, 2014, 75(2):124-133.
- [8] 李瑞,孙兆忠,房清敏,等. 椎间孔镜 TESSYS 技术上关节突磨削程度对腰椎稳定性的影响 [J]. 中国矫形外科杂志, 2018, 10:898-902.
- [9] Tezuka F, Sakai T, Abe M, *et al.* Anatomical considerations of the iliac crest on percutaneous endoscopic discectomy using a transforaminal approach[J]. *Spine J*, 2017, 17(12):1875-1880.
- [10] Chen LH, Liu DP, Zou LP, *et al.* Efficacy of high intensity laser therapy in treatment of patients with lumbar disc protrusion: A randomized controlled trial[J]. *J Backmusculoskelet*, 2018;31(1):191-196.
- [11] 李建明. 睡眠状况自评量表 (SRSS) 简介 [J]. 中国健康心理学杂志, 2012, 20(12):1851.
- [12] Arvin AM, Koropchak CM, Williams BR, *et al.* The early immune response in healthy and immunocompromised subjects with primary varicella-zoster virus infection[J]. *J Infect Dis*, 1986, 154:422-429.
- [13] 代月娥,杜宇,林涛,等. 利多卡因静脉滴注在顽固性带状疱疹后神经痛病人的疗效观察 [J]. 中国疼痛医学杂志, 2018, 24(7):512-516.
- [14] Kato S, Yamamoto T, Iwasaki Y, *et al.* Experimental retrograde adriamycin trigeminal sensory ganglionectomy[J]. *J Neurosurg*, 1988, 69(3):760-765.
- [15] Cui JZ, Zhang JW, Yan F, *et al.* Effect of single intracutaneous injection for acute thoracic herpes zoster and incidence of postherpetic neuralgia[J]. *Pain Management Nursing*, 2018, 19(2):186-194.
- [16] Peplow PV, Chung TY, Baxter GD. Laser photobiomodulation of proliferation of cells in culture: a review of human and animal studies[J]. *Photomed Laser Surg*, 2010, 28(1):S3-S40.
- [17] 刘尧,陈立平,熊苗苗,等. 高能量激光辅助治疗带状疱疹性神经痛的临床研究 [J]. 中国疼痛医学杂志, 2020, 26(6):427-432.
- [18] Hagiwara S, Iwasaka H, Hasegawa A, *et al.* Pre-Irradiation of blood by gallium aluminum arsenide (830 nm) low level laser enhances peripheral endogenous opioid analgesia in rats[J]. *Anesth Analg*, 2008, 107(3):1058-1063.
- [19] Gocavska M, Nikolikj-Dimitrova E, Gjerakaroska-Savevska C. Effects of high-intensity laser in treatment of patients with chronic low back pain[J]. *Open Access Maced J Med Sci*, 2019, 7:949-954.

(上接第 674 页)