

临床论著

经皮内窥镜下椎间盘摘除联合富血小板血浆凝胶微球置入治疗腰椎间盘突出症的疗效观察

杜 薇, 丁 宇, 崔洪鹏, 付本升, 李 雯, 钟毓贤, 卢正操, 蒋 强

(解放军总医院第六医学中心中医医学部骨伤科 100048 北京市)

【摘要】目的:分析经皮内窥镜下椎间盘摘除(percutaneous endoscopic lumbar discectomy, PELD)联合富血小板血浆(platelet-rich plasma, PRP)凝胶微球置入治疗腰椎间盘突出症的安全性及有效性。方法:2017 年 2 月~2018 年 2 月选取腰椎间盘突出症患者 40 例,随机分为观察组与对照组,每组 20 例,观察组男 11 例,女 9 例,年龄 19~68 岁(47.8 ± 13.5 岁),病程 3~48 个月(18.4 ± 12.5 个月);病变节段:L3/4 4 例,L4/5 9 例,L5/S1 7 例;行 PELD、PRP 凝胶微球置入;对照组男 10 例,女 10 例,年龄 27~62 岁(45.9 ± 10.5 岁),病程 5~54 个月(21.9 ± 13.4 个月);病变节段:L3/4 3 例,L4/5 11 例,L5/S1 6 例;行 PELD。记录并比较两组患者治疗前、治疗后 12 个月及末次随访时的 VAS 评分、腰椎 JOA 评分及 Oswestry 功能障碍指数(ODI),在术前和末次随访时的腰椎 X 线片上测量手术椎间隙高度,MRI 上评估手术椎间盘 Pfirrmann 分级情况。结果:两组患者术前一般资料比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。两组患者均获随访,随访时间 22~27 个月(24.2 ± 1.9 个月),随访期间均未出现严重不良反应及并发症。两组患者治疗前的 VAS 评分、JOA 评分、ODI 和椎间盘 Pfirrmann 分级均无显著性差异($P > 0.05$)。治疗后 12 个月和末次随访时与同组治疗前比较明显改善($P < 0.05$);治疗后 12 个月及末次随访时两组间比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。末次随访时对照组椎间隙高度降低大于观察组,且差异有统计学意义($P = 0.005$);观察组椎间盘退变 Pfirrmann 分级与对照组比较差异有统计学意义($P = 0.031$)。结论:PELD 联合 PRP 凝胶微球置入治疗腰椎间盘突出症安全有效,且可在一定程度上延缓椎间盘退变,促进椎间盘修复。

【关键词】腰椎间盘突出症;内窥镜下椎间盘切除术;富血小板血浆凝胶微球;微创手术

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2020.11.06

中图分类号:R681.5,R457 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2020)-11-1001-06

Clinical observation of percutaneous endoscopic lumbar discectomy combined with platelet-rich plasma gel microspheres implantation for the treatment of lumbar disc herniation/DU Wei, DING Yu, CUI Hongpeng, et al/Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2020, 30(11): 1001-1006

【Abstract】 Objectives: To analysis the safety and efficacy of percutaneous endoscopic lumbar discectomy (PELD) combined with platelet-rich plasma (PRP) gel microspheres implantation in patients with lumbar disc herniation (LDH). Methods: From February 2017 to February 2018, 40 patients with LDH treated in our department were randomly divided into observation group and control group, with 20 cases in each group. The observation group was treated with PELD combined with PRP gel microspheres implantation. The patients in observation group included 11 males and 9 females, with an average of 47.8 ± 13.5 years old ranging from 19 to 68 years. The average course of disease was 18.4 ± 12.5 months ranging from 3 to 48 months, with L3/4 4 cases, L4/5 9 cases, and L5/S1 7 cases. The patients in the control group were treated with PELD, including 10 males and 10 females with an average age of 45.9 ± 10.5 years ranging from 27 to 62 years. The average course of disease was 21.9 ± 13.4 months ranging from 5 to 54 months, with L3/4 3 cases, L4/5 11 cases, and L5/S1 6 cases. All the patients were evaluated before the treatment, at the 12th month and final follow-up after the treatment by VAS score, JOA score and Oswestry defunction index (ODI). The intervertebral space

基金项目:首都临床诊疗技术研究及示范应用项目(Z191100006619028);解放军总医院第六医学中心创新培育基金资助项目(CXPY201920)

第一作者简介:女(1987-),主治医师,硕士,研究方向:脊柱微创

电话:(010)66957626 E-mail:xiaodu2012@163.com

通讯作者:丁宇 E-mail:cosmos_dingyu@163.com

height was measured on lumbar X-ray, and Pfirmann classification on MRI was evaluated before treatment and at final follow-up. **Results:** There was no significant difference in general data between the two groups ($P>0.05$). All 40 patients were followed up for 22 to 27 months(averaged 24.2 ± 1.9 months), with no serious adverse reaction or complication. For VAS, JOA, ODI scores and Pfirmann classification, there was no significant difference between the two groups before the treatment ($P>0.05$). In each group they were significantly improved at the 12th month postoperatively and the final follow-up comparing with that before operation ($P<0.05$). There was no significant difference between the two groups at the 12th month and the final follow-up ($P>0.05$). However, the changes of intervertebral space height and Pfirmann classification of observation group were significantly better than that in control group at final follow-up($P=0.005$, $P=0.031$). **Conclusions:** PELD combined with PRP is safe and effective in the treatment of LDH. To some extent, it can slow down disc degeneration and promote disc repair.

【Key words】 Lumbar disc herniation; Percutaneous endoscopic lumbar discectomy; Platelet-rich plasma; Minimally invasive surgery

【Author's address】 Orthopedics of TCM Clinical Unit, The Sixth Medical Center of PLA General Hospital, Beijing, 100048, China

近年来,腰椎间盘突出症(lumbar disc herniation, LDH)呈低龄化、高发病率的发展趋势,已成为严重影响人们日常生活的常见病、多发病^[1]。治疗方法主要包括保守治疗和手术治疗,其中保守治疗存在易复发的缺点,而传统开放手术存在创伤大、术后恢复慢等不足。微创手术日渐成为治疗腰椎间盘突出症的主要手段之一,其中,经皮内窥镜下腰椎间盘突出摘除术(percutaneous endoscopic lumbar discectomy, PELD)具有疗效确切、创伤小、恢复快等优点,被广大患者所接受^[2]。但随着微创手术的广泛应用,临床上发现这种治疗手段也存在一些新的问题,在摘除突出椎间盘的同时也破坏了椎间盘正常生理结构、椎间隙高度丢失、纤维环及软骨板破坏、硬膜周围纤维化与瘢痕组织形成,导致椎间盘退变加速,影响脊柱稳定性,从而影响手术疗效^[3]。富血小板血浆(platelet-rich plasma, PRP)能够释放大量高浓度生长因子,刺激细胞增殖分化,促进组织修复,既往基础研究及临床实践证实^[4,5], PRP 注入椎间盘内可促进椎间盘组织再生,延缓椎间盘退变,从而进一步维持脊柱稳定性,对于椎间盘退行性疾病具有明显的治疗效果。我们采用 PLED 联合 PRP 凝胶微置入治疗 LDH,取得了满意疗效,报告如下。

1 资料与方法

1.1 病例纳入与排除标准

纳入标准:①患者有神经根受压产生的症状、体征,影像学检查提示腰椎间盘突出,且症状体征与影像学检查结果相符,明确诊断为 LDH;②单

节段腰椎间盘突出;③患者生命体征平稳,无严重内科疾病,无凝血功能障碍等血液系统疾病;④非手术治疗至少 3 个月症状不缓解或进行性加重;⑤依从性强,自愿签署相关知情同意书。排除标准:①合并严重基础疾病,如心力衰竭、慢性阻塞性肺疾病急性加重期等;②有精神疾病史;③存在骨性椎管狭窄或较严重后纵韧带钙化;④合并腰椎滑脱或腰椎不稳者;⑤单纯表现为椎间盘源性腰痛或以椎管狭窄为主要症状者;⑥有感染或占位病变者;⑦依从性差而不能积极功能锻炼者。

1.2 一般资料

本研究经伦理委员会审核通过。2017 年 2 月~2018 年 2 月将 40 例符合纳入与排除标准的 LDH 患者随机分为观察组和对照组,每组 20 例。两组患者的一般资料见表 1。两组患者术前年龄、性别、责任节段、病程、体重指数(body mass index, BMI)、突出侧别等均无统计学差异($P>0.05$),基线一致,具有可比性。

1.3 治疗方法

1.3.1 对照组 患者侧卧位,在 G 型臂 X 线机透视下确定病变责任节段体表投影穿刺点,进针点穿刺,然后插入导丝,切开约 1cm 大小切口, G 型臂 X 线机透视下调整方向,分别置入导杆、不同型号的软组织扩张导管扩张手术通道,达到理想位置,放入工作套管,连接脊柱内镜到光源和成像系统,经套管置入脊柱内镜,镜下使用双极射频刀头及不同型号的髓核钳清理术野,彻底暴露术区,调整工作套管,找到椎间隙,摘除突出的椎间盘组织,并取出部分纤维环组织及髓核。探查、松解神

经根,清理神经根腹侧、椎间隙与椎间孔区致压物。镜下观察神经根松解、回落,硬膜囊和神经根出现自主搏动、神经根表面血管充血为神经根彻底松解。应用双极射频手术刀头,持续消融剩余髓核组织,使之回纳萎缩,成形后,应用双极射频刀头封闭纤维环裂口,观察手术区域无活动性出血后,取出脊柱内镜工作套管,关闭工作通道,缝合皮肤。

1.3.2 观察组 放置 PRP 凝胶微球前手术操作(PLED)与对照组相同,PLED 后椎间盘内置入 PRP 凝胶微球。具体操作:待 PLED 接近完成时,

表 1 两组 LDH 患者治疗前一般资料比较

Table 1 Comparison of general data of patients with LDH between the two groups

	观察组 (n=20) Observation group	对照组 (n=20) Control group	t 值/ χ^2 值 t/ χ^2 value	P 值 P value
年龄(岁) Age(year)	47.80±13.46	45.85±10.45	0.512	0.612
性别(男/女) Gender(M/F)	11/9	10/10	0.100	0.752
责任节段 Responsibility section				
L3/4	4(20.0%)	3(15.0%)	0.420	0.811
L4/5	9(45.0%)	11(55.0%)		
L5/S1	7(35.0%)	6(30.0%)		
病程(月) Disease course (month)	18.40±12.51	21.85±13.36	0.843	0.405
体重指数 BMI(kg/m ²)	22.43±2.03	23.22±2.19	1.182	0.244
侧别(左/右) Side(L/R)	12/8	11/9	0.102	0.749

抽取患者静脉血 30ml,注入 TriCeLL PRP 设备,第一次离心后锁定红细胞舱室,分离出红细胞;第二次分离后得到 3 层分离现象,最上层为 PRP 约 3ml,抽至存储设备。待手术切除突出椎间盘、松解神经根后,在内镜直视下用髓核钳将凝胶微球(广州市诚熙贸易有限公司生产,规格型号:CC-540)置入减压后的间盘内,并将 PRP 缓慢注入凝胶微球内,再使用双极射频刀头持续热凝以封闭纤维环裂口,防止 PRP 渗漏及凝胶微球移位(图 1)。

所有手术操作均由同一主刀医生完成。术后两组患者均卧床 1d 后可佩戴腰围下地适当活动,术后第 2 天开始配合康复训练,3 个月内尽量避免弯腰负重,6 个月内尽量避免体力劳动。

1.4 疗效评价

1.4.1 临床疗效评价 分别于治疗前、治疗后 12 个月及末次随访时进行临床疗效量表评估,由医患共同完成相关评估量表,包括疼痛视觉模拟评分(VAS)、腰椎 JOA 评分及 Oswestry 功能障碍指数(ODI)评定。

1.4.2 影像学评价 末次随访时复查腰椎 X 线片及 MRI,在术前和末次随访时的侧位 X 线片上测量椎间隙高度:分别测量手术椎间隙前缘、中点及后缘距离,计算其平均值即椎间隙高度;在腰椎 MRI 上观察椎间盘影像学变化,记录椎间盘退变 Pfirrmann 分级^[6]。治疗前后阅片的医生均为临床工作经验丰富的同一组医生。

1.5 统计学处理

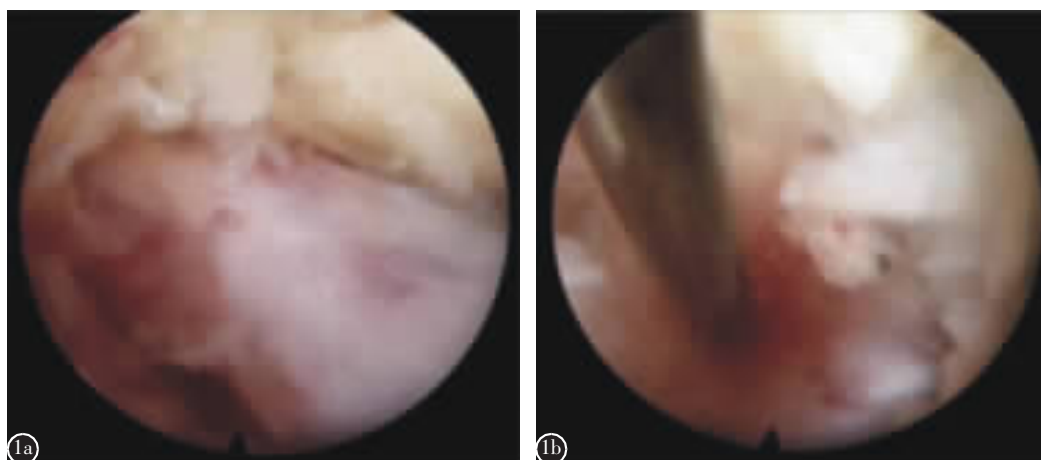


图 1 经皮内窥镜下腰椎间盘突出术(PLED)治疗腰椎间盘突出症(LDH) a 镜下充分减压显露神经根 b 将 PRP 注入椎间盘凝胶微球内

Figure 1 PELD for the treatment of LDH a Full decompression under endoscopy to reveal nerve root b Injection of PRP into the gel microspheres

所有数据均采用 SPSS 16.0 统计软件进行统计分析。计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用独立样本 t 检验,组内比较采用配对 t 检验;计数资料比较采用 χ^2 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 临床评价

两组患者均获随访,随访时间 22~27 个月(24.2 ± 1.9 个月)。治疗前两组 VAS 评分、JOA 评分和 ODI 比较差异无统计学意义($P>0.05$)。治疗后 12 个月和末次随访时的 VAS、JOA 评分及 ODI 与同组治疗前比较均有显著性改善,差异有统计学意义($P<0.05$)。治疗后 12 个月及末次随访时,两组间比较差异均无统计学意义(表 2, $P>0.05$)。

2.2 影像学评价

两组治疗前和末次随访时的椎间隙高度见表 3,术前两组差异无统计学意义($P>0.05$),末次随访时两组椎间隙高度均有降低,对照组椎间隙高度降低较观察组明显,两组比较差异有统计学意义($P=0.005$)。两组术前和末次随访时的椎间盘 Pfirrmann 分级情况见表 4,观察组较对照组改善明显,且差异有统计学意义(图 2, $P=0.031$)。

2.3 不良反应及并发症

观察组有 1 例患者术后出现根性症状加重,考虑置入 PRP 凝胶微球后椎间盘压力增高或 PRP 中少量白细胞等炎性因子刺激神经根所致,应用激素冲击及甘露醇脱水治疗 2d 后患者症状缓解。两组患者治疗后均未出现神经根损伤、硬膜囊撕裂、椎间隙感染、局部血肿形成等严重并发症。

3 讨论

PRP 是自体外周血经离心后获得的血小板浓缩物,血小板被激活后能够大量释放多种生长因子和活性成分,是促进组织修复和重建的有效成分^[7],可刺激椎间盘内细胞增殖分化为正常功能细胞,有效抑制退变椎间盘的细胞凋亡,在损伤组织中模仿愈合的初始阶段^[8]。国内外临床研究及实验结果表明,PRP 有促进退变椎间盘修复再生的作用,使椎间盘内髓核细胞及软骨样基质增多,是治疗椎间盘退变行之有效的生物学疗法^[9,10]。

本研究结果显示,两组患者治疗后 VAS、JOA

评分及 ODI 均较治疗前明显改善,且差异有统计学意义($P<0.05$),两组间比较无统计学意义($P>0.05$),表明 PLED 联合 PRP 治疗对于减轻腰腿部疼痛、改善神经功能等方面,与 PLED 治疗无显著性差异。但末次随访时,两组椎间隙高度改变及椎间盘退变程度有统计学差异,观察组优于对照组,

表 2 两组患者治疗前和治疗后不同时间点 VAS、JOA 评分及 ODI ($\bar{x}\pm s$)

Table 2 Comparison of VAS, JOA score, and ODI index before and after treatment between the two groups

	观察组 (n=20) Observation group	对照组 (n=20) Control group	t 值/ χ^2 值 t/χ^2 value	P 值 P value
VAS评分(分) VAS(score)				
治疗前 Before treatment	7.35 $\pm$ 1.04	7.55 $\pm$ 1.05	0.605	0.549
治疗后 12 个月 12 months after treatment	3.20 $\pm$ 0.89 ^①	3.60 $\pm$ 0.94 ^①	1.378	0.176
末次随访 Final follow-up	2.35 $\pm$ 0.93 ^①	2.60 $\pm$ 0.94 ^①	0.844	0.404
JOA评分(分) JOA(score)				
治疗前 Before treatment	11.25 $\pm$ 2.02	11.90 $\pm$ 1.86	1.058	0.297
治疗后 12 个月 12 months after treatment	19.10 $\pm$ 2.10 ^①	18.25 $\pm$ 2.07 ^①	1.288	0.206
末次随访 Final follow-up	23.65 $\pm$ 2.54 ^①	22.45 $\pm$ 2.06 ^①	1.640	0.109
ODI(%)				
治疗前 Before treatment	67.15 $\pm$ 9.38	66.55 $\pm$ 9.40	0.202	0.841
治疗后 12 个月 12 months after treatment	32.90 $\pm$ 6.41 ^①	34.70 $\pm$ 7.15 ^①	0.839	0.407
末次随访 Final follow-up	23.30 $\pm$ 5.96 ^①	24.10 $\pm$ 5.29 ^①	0.449	0.656

注:①与同组治疗前相比较 $P<0.05$

Note: ①Compared with before treatment in each group, $P<0.05$

表 3 两组患者治疗前末次随访时的椎间隙高度 ($\bar{x}\pm s$, mm)

Table 3 Comparison of intervertebral space height before and after treatment between the two groups

	观察组 (n=20) Observation group	对照组 (n=20) Control group	t 值/ χ^2 值 t/χ^2 value	P 值 P value
治疗前 Before treatment	10.53 $\pm$ 0.82	10.30 $\pm$ 0.74	0.930	0.358
末次随访 Final follow-up	10.12 $\pm$ 0.81	9.35 $\pm$ 0.83	2.962	0.005
t 值 t value	7.252	8.156		
P 值 P value	0.000	0.000		



图 2 观察组患者, 28 岁, 男性, 主诉腰痛 1 年、加重伴右下肢疼痛 3 个月余 **a** 治疗前腰椎 MRI 示 L5/S1 椎间盘突出, 硬膜囊受压, 椎间盘信号低、色黑, Pfirrmann 分级 IV 级 **b** 治疗后 26 个月腰椎 MRI 示突出椎间盘摘除, 且椎间盘信号较前均匀、亮白, Pfirrmann 分级 III 级 **图 3** 对照组患者, 42 岁, 男性, 主诉腰痛 3 年余、左下肢疼痛麻木 2 年 **a** 治疗前腰椎 MRI 示 L5/S1 椎间盘突出, 硬膜囊受压, 椎间盘信号不均匀, Pfirrmann 分级 III 级 **b** 治疗后 23 个月腰椎 MRI 示突出椎间盘摘除, 椎间盘信号较前变低、色灰黑, Pfirrmann 分级 IV 级

Figure 2 Male patient in the observation group, 28 years old, complained of low back pain for 1 year, and aggravated with right lower limb pain for more than 3 months **a** Lumbar MRI before treatment showed herniated disc, compression of dural sac, and low and dark, Pfirrmann IV **b** Lumbar MRI at final follow-up showed herniated disc was removed, and the disc signal was more uniform and brighter than before, Pfirrmann III **Figure 3** Male patient in the control group, 42 years old, complained of low back pain for more than 3 years and left lower limb pain and numbness for 2 years **a** Lumbar MRI showed herniated disc, compression of dural sac, and that the disc signal was not uniform. Pfirrmann III **b** Lumbar MRI at final follow-up showed herniated disc was removed, the disc signal became lower and gray, Pfirrmann IV

表 4 两组患者治疗前后椎间盘退变 Pfirrmann 分级比较 (例)

Table 4 Comparison of Pfirrmann classification before and after treatment between the two groups

	观察组 (n=20) Observation group	对照组 (n=20) Control group	χ^2 值 χ^2 value	P 值 P value
治疗前 Before treatment			0.476	0.490
I	0	0		
II	0	4		
III	13	14		
IV	7	2		
V	0	0		
末次随访 Final follow-up			6.921	0.031
I	0	0		
II	0	1		
III	15	10		
IV	5	9		
V	0	0		
χ^2 值 χ^2 value	6.815	3.143		
P 值 P value	0.033	0.208		

可能是在椎间盘内环境中 PRP 提供的生长因子能够促进椎间盘组织内细胞增殖、生长、分化, 抑制退变细胞凋亡, 从而发挥其延缓椎间盘退变及促进修复再生作用^[11]。因此, PLED 在一定程度上恢复椎间盘力学性能, PRP 可恢复椎间盘生物学功能, 两种技术的结合, 起到“责任病灶去除”和“组织修复再生”两方面的作用。

同时, PRP 的安全性也是我们关注的重点。由于 PRP 是从自体血液中获得, 无免疫排斥反应, 具有较低的感染风险和过敏反应风险。另外, 据报道, PRP 具有抗微生物特性, 有助于降低手术后的感染风险^[12]。本研究观察组有 1 例患者治疗后次日出现根性症状加重, 考虑置入 PRP 凝胶微球后椎间盘压力增高或 PRP 中少量白细胞等炎性因子刺激神经根所致, 经过对症处理后症状缓解, 无下肢感觉肌力减弱等神经损伤表现。两组患者随访期间均未出现严重不良反应及并发症。

研究过程中, 笔者总结出几个值得注意的要点: ①手术中应尽量少摘除正常椎间盘组织, 以最大程度保留椎间盘生理功能, 这样, PRP 能更好地

促进椎间盘修复再生,保持椎间盘高度并延缓退变。②将 PRP 注入到放置在椎间盘内的凝胶微球中,凝胶微球作为载体可以起到缓慢持久释放 PRP 的作用,并且防止有效成分流失,保证较高浓度的 PRP 作用于椎间盘。③尽量在椎间盘退变早期及年轻患者中应用 PRP,因为该类人群椎间盘组织活性及修复能力较强,椎间盘髓核组织水分多,粘性大,可为 PRP 在椎间盘内的修复提供良好的内环境,而椎间盘退变严重及中老年患者的椎间盘内功能细胞数量减少,从而影响 PRP 的疗效^[13]。

综上所述,PLED 联合 PRP 凝胶微球置入治疗 LDH 疗效肯定,且临床应用安全。但本研究病例数较少、随访时间短。另外,不同方法提取出的 PRP 活性成分和浓度均不相同,何种 PRP 浓度及置入剂量对促进椎间盘的修复作用最佳,哪种置入方式及治疗周期才能更充分发挥 PRP 的作用,将是未来研究的重点内容。

4 参考文献

1. Gadjradj PS, Van Tulder MW, Dirven CMF, et al. Clinical outcomes after percutaneous transforaminal endoscopic discectomy for lumbar disc herniation: a prospective case series[J]. Neurosurg Focus, 2016, 40(2): E3.
2. 李皓. 经皮椎间孔镜技术治疗腰椎间盘突出症的临床观察及其疗效相关因素分析[J]. 颈腰痛杂志, 2018, 39(3): 273-276.
3. 张坡, 王运涛, 洪鑫, 等. 经皮内窥镜下腰椎间盘切除术治疗腰椎间盘突出症术后再次手术的危险因素分析[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2019, 29(4): 319-323.
4. 栾烁, 阮玉婷, 栗晓, 等. 富血小板血浆修复重建退变腰椎间盘组织的基础与临床研究进展[J]. 解剖学研究, 2017, 39(6): 487-490.
5. Tuakli-Wosornu YA, Terry A, Boachie-Adjei K, et al. Lumbar intradiscal platelet-rich plasma (PRP) injections: a prospective, double-blind, randomized controlled study[J]. PM R, 2016, 8(1): 1-10.
6. Pfirrmann CWA, Metzdorf A, Zanetti M, et al. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration [J]. Spine, 2001, 26(17): 1873-1878.
7. Kubota G, Kamoda H, Orita S, et al. Platelet-rich plasma enhances bone union in posterolateral lumbar fusion: a prospective randomized controlled trial[J]. Spine J, 2019, 19(2): e34-e40.
8. 桂柯科, 俞永林. 椎间盘退变分子机制与富血小板血浆修复作用的研究现状[J]. 中国修复重建外科杂志, 2015, 29(1): 123-127.
9. Ma C, Wang R, Zhao DL, et al. Efficacy of platelet-rich plasma containing xenogenic adipose tissue-derived stromal cells on restoring intervertebral disc degeneration: a preclinical study in a rabbit model[J]. Pain Res Manag, 2019, 2019: 6372356.
10. 马良戎, 王善正, 郭玉冬, 等. 富血小板血浆治疗椎间盘退变: 从基础研究到临床应用[J]. 中国组织工程研究, 2017, 21(32): 5215-5219.
11. 郭瑛, 贾连顺, 黄智, 等. 自体富血小板血浆在脊柱外科治疗中的应用[J]. 中国组织工程研究, 2017, 21(27): 4403-4408.
12. 侯信合, 覃广业, 杨珍, 等. 显微内窥镜下髓核摘除纤维环缝合联合富血小板血浆注射治疗腰椎间盘突出症的疗效分析[J]. 临床医药文献杂志, 2018, 5(97): 13-16.
13. Jennifer C, Kristen AS, Joseph TN, et al. Treatment of symptomatic degenerative intervertebral discs with autologous platelet-rich plasma: follow-up at 5-9 years[J]. Regen Med, 2019, 14(9): 831-840.

(收稿日期:2020-04-02 末次修回日期:2020-07-20)

(英文编审 谭 啸)

(本文编辑 卢庆霞)