

# 颈前路减压融合联合通督舒脊方治疗脊髓型颈椎病的临床研究

燕文海<sup>1</sup> 马楠山<sup>1</sup> 张坤<sup>1</sup> 移平<sup>2</sup> 唐向盛<sup>2</sup> 谭明生<sup>2△</sup>

**[摘要]** **目的:**比较颈前路减压融合配合自拟通督舒脊方与颈前路减压融合治疗脊髓型颈椎病(CSM)的临床疗效。**方法:**2020年10月至2021年10月,收治CSM患者79例,试验组术后联合中药,对照组单纯手术治疗。记录术前、术后2周、术后1个月和术后3个月的两组患者的早期并发症发病率、督脉瘀阻症候积分、JOA评分、VAS评分、NDI并比较两组差异。**结果:**两组均完成术后3个月随访,结果显示手术加中药组(试验组)督脉瘀阻症候积分于术后1个月、术后3个月随访时高于手术组(对照组),VAS评分较对照组低,JOA评分术后1个月随访试验组组高于对照组、NDI术后3个月随访低于对照组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),上述指标两组在术后1周较术前均有改善,但差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),JOA评分在术后3个月、NDI术后1个月随访两组差异虽无统计学意义( $P > 0.05$ ),但JOA评分试验组高于对照组、NDI明显低于对照组,提示手术联合中药疗效好于单纯手术治疗。**结论:**CSM可通过颈前路减压解除脊髓受压状态,术后采用自拟通督舒脊方益气、活血、通络,进一步改善微循环,消除炎性介质,有益于神经功能恢复,提高疗效。

**[关键词]** 脊髓型颈椎病;督脉;通督舒脊方;手术

**[中图分类号]** R681.5 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1005-0205(2022)08-0012-05

## Clinical Study on Anterior Cervical Decompression and Fusion Combined with Tongdu Shuji Formula on the Treatment of Cervical Spondylotic Myelopathy

YAN Wenhai<sup>1</sup> MA Nanshan<sup>1</sup> ZHANG Kun<sup>1</sup> YI Ping<sup>2</sup> TANG Xiangsheng<sup>2</sup> TAN Mingsheng<sup>2△</sup>

<sup>1</sup> Department of Clinical Medicine, China-Japan Friendship Hospital, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100029, China;

<sup>2</sup> Department of Orthopedics, China-Japan Friendship Hospital Department of Spinal Surgery, Beijing 100029, China.

**Abstract Objective:** To compare the clinical efficacy of anterior cervical decompression and fusion combined with self-made Tongdu Shuji formula and spinal canal decompression and fusion on the treatment of cervical spondylotic myelopathy (CSM). **Methods:** 79 patients with CSM were treated from October 2020 to October 2021. The experimental group was on the treatment of traditional Chinese medicine after operation, and the control group was on the treatment of operation alone. The incidence rate of early complications, the scores of Du Meridian stasis syndrome, JOA scores, VAS scores and NDI of the two groups before and 2 weeks, 1 month, 3 months after operation were recorded and compared. The differences between the two groups were compared. **Results:** Both groups completed the follow-up of 3 months after operation. The results showed that the scores of Du Meridian stasis syndrome in the experimental group was higher than that in the control group at 1 month and 3 months after operation. The VAS scores were lower than that in the control group, and the difference was statistically significant ( $P < 0.05$ ). The JOA scores in the experimental group were higher than that in the control group at 1 month after operation, and the NDI was lower than that in the control group at 3 months after operation, and the difference was statistically significant ( $P < 0.05$ ). The above indexes of the two groups were improved one

week after operation compared with those before operation, and the difference was not statistically significant ( $P > 0.05$ ). Although there was no statistically significant difference between the two groups in JOA scores at 3 months after operation and NDI at 1 month after operation ( $P > 0.05$ ), the

基金项目:国家自然科学基金(82074218)

<sup>1</sup> 北京中医药大学中日友好医院临床医学院(北京,100029)

<sup>2</sup> 中日友好医院骨科(脊柱外科)

△通信作者 E-mail: zrtanms@sina.com

JOA scores of the experimental group were higher than that of the control group, and the NDI was significantly lower than that of the control group, suggesting that the curative effect of operation combined with traditional Chinese medicine was better than that of simple operation. **Conclusion:** CSM can relieve spinal cord compression by anterior cervical decompression. Postoperative self-made Tongdu Shuji formula can replenish Qi, activate blood circulation and dredge collaterals, further improve microcirculation and eliminate inflammatory mediators, which is beneficial to nerve function recovery and improve curative efficacy.

**Keywords:** cervical spondylotic myelopathy; Du meridian; Tongdu Shuji formula; surgery

脊髓型颈椎病 (Cervical Spondylotic Myelopathy, CSM) 是脊髓长期受压引起其功能受损的退行性疾患, 以颈部不适、四肢无力、精细动作困难甚至括约肌功能障碍等为主要表现<sup>[1]</sup>。脊髓型颈椎病是导致非创伤脊髓损伤最常见的病因, 也是老年人致残的主要因素<sup>[2]</sup>。颈前路椎间盘切除减压融合术 (Anterior Cervical Discectomy and Fusion, ACDF) 是治疗脊髓型颈椎病的常用术式。该技术于 1958 年首次被提出, 因其良好的临床效果得到学术界广泛认可<sup>[3]</sup>。脊髓型颈椎病术后辅助中医药治疗, 在促进神经功能恢复, 改善术后麻木疼痛等方面有一定疗效, 组方思路多以益气益气活血为主<sup>[4]</sup>。有研究者指出本病的病机为督脉瘀阻, 当“从督论治”<sup>[5-6]</sup>。谭明生教授根据肾督理论<sup>[7]</sup>, 自拟通督舒脊方, 该方补益肝肾、除痹通督, 已广泛应用与脊柱脊髓疾病的保守治疗和术后辅助治疗, 疗效显著, 但缺乏高级别临床证据。本研究分析对比单纯手术和手术联合通督舒脊方治疗多节段脊髓型颈椎病的临床疗效及并发症发病率情况, 以期临床提供新思路, 现报告如下。

## 1 研究对象和方法

### 1.1 研究对象

纳入 2020 年 10 月至 2021 年 10 月于本院接受手术治疗的脊髓型颈椎病患者, 共 79 例, 按个人意愿分为对照组 35 例, 予 ACDF 术式治疗; 试验组 44 例, 手术基础上联合中药治疗。该研究获患者知情同意并经医院伦理委员会论证通过。

### 1.2 诊断标准

参照《实用颈椎外科学》诊断标准<sup>[8]</sup>: 患者临床表现具有明显髓性症状且符合脊髓受压的影像学表现。

### 1.3 纳入标准

1) 符合诊断标准; 2) 纳入的脊髓型颈椎病患者责任节段为 1 或 2 个节段, 并符合 ACDF 手术指征<sup>[9]</sup>; 3) 同意参与研究, 签署知情同意书并完成随访。

### 1.4 排除标准

1) 翻修手术; 2) 患者咽喉部疾患、感染、恶性肿瘤、肝肾功能不全或患有其他内科疾病致无法耐受手术的患者。

## 1.5 方法

**1.5.1 治疗方法** 常规手术组: 患者排除手术禁忌证后行 ACDF 手术, 术后颈部制动, 常规抗感染、营养神经治疗, 2~3 d 后颈托保护下下地活动, 指导患者功能锻炼。3 个月后根据复查 X 线情况摘除颈托。手术联合中药组: 在手术组基础上加通督舒脊方加减口服。基础方药组成: 生黄芪 30 g, 当归 15 g, 川芎 12 g, 赤芍 10 g, 水蛭 3 g, 狗脊 30 g, 鹿角片 12 g, 牛膝 15 g, 白术 15 g, 甘草 6 g, 每日 1 剂, 早晚 2 次饭后服用, 每次约 200 mL, 1 周为 1 个疗程, 连续服用 4 个疗程。结合患者病情随证加减: 舌红口感者加乌梅 15 g, 生地 12 g; 便秘者加火麻仁, 柏子仁各 12 g; 抑郁者加郁金 12 g, 玫瑰花 9 g; 失眠者加酸枣仁 20 g, 茯苓 12 g。

**1.5.2 观察指标** 比较术前、术后 2 周、1 个月、3 个月的两组患者的日本骨科协会 (Japan Orthopedic Association, JOA) 评分、疼痛视觉模拟 (VAS) 评分、颈椎功能障碍指数 (Neck Disability Index, NDI) 和督脉瘀阻症候积分<sup>[10]</sup>。

记录两组术后早期 (2 周内<sup>[11]</sup>) 患者出现并发症情况, 如吞咽困难、切口感染、内固定失效等情况。并于术后 3 个月拍摄颈椎正侧位和过伸过屈位 X 线片评价患者术后融合情况。融合标准如下<sup>[12]</sup>: 1) 动力位 X 线片融合节段无活动; 2) 融合节段终板间骨桥形成; 3) 内固定周围无透光带。

### 1.6 统计学方法

使用 SPSS 22.0 统计软件进行数据的管理与分析。若计量资料符合正态分布, 以  $\bar{x} \pm s$  形式表示; 组间资料比较采用  $t$  检验或非参数 Mann-Whitney U 检验。非正态分布计量资料表示方式采用以中位数和四分位间距。计数资料以百分比描述, 采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 确切概率法比较。检验均为双侧检验,  $P < 0.05$  差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 一般资料

纳入研究的 79 例患者中男 45 例, 女 34 例; 年龄为 42~78 岁, 平均为 57.3 岁; 病程约为 2~18 个月, 平均为 10.2 个月。79 例患者均按时随访并记录 JOA 评分、VAS 评分、NDI 和督脉瘀阻症候积分。试验组中有 3

例患者服用 3 d 中药后,因为腹泻停止服用中药,1 周后  
继续服用;2 例患者服用 2 周中药后,自行停止服用,统

计学分析中未将上述 5 例患者剔除。两组患者基线资  
料比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ ),见表 1。

表 1 两组患者一般资料比较

组别	例数/例	性别		年龄/岁 ( $\bar{x}\pm s$ )	病程/月 ( $\bar{x}\pm s$ )	累及节段数/例	
		男/例	女/例			1	2
手术组	35(44.3%)	20	15	56.5±10.0	10.5±4.2	15	20
手术联合中药组	44(55.7%)	25	19	58.0±10.2	9.9±3.8	18	26
统计检验量		$\chi^2=0.977$		$t=0.652$	$t=0.607$	$\chi^2=0.862$	
$P$		1.000		0.516	0.546	1.000	

2.2 术中指标及术后短期并发症结果

两组患者手术过程顺利,两组患者手术时间、术中  
出血量、总住院时间、术后至下地活动时间间隔比较,

差异无统计学意义( $P>0.05$ ),术后两组均有患者出  
现短期(2 周内<sup>[11]</sup>)并发症,但差异无统计学意义( $P>$   
0.05),见表 2。

表 2 两组患者术中相关指标及术后短期并发症比较( $\bar{x}\pm s$ )

项目	手术组(35 例)	手术联合中药组(44 例)	统计检验量	$P$
手术时间/min	124.6±12.6	120.8±11.8	$t=1.426$	0.158
术中出血量/mL	109.9±20.2	110.1±18.7	$t=0.291$	0.771
总住院时间/d	6.0±1.4	6.4±1.6	$t=1.065$	0.290
术后至下地时间/d	2.4±1.4	2.3±0.9	$t=0.163$	0.871
并发症 /例	吞咽困难	5(11.1%)	$\chi^2=0.993$	1.000
	切口内血肿	1(2.2%)	$\chi^2=0.427$	0.581
	喉返神经麻痹	4(8.8%)	$\chi^2=0.574$	0.688

2.3 两组术后随访比较

两组所有患者均完成术后 3 个月内随访,随访期  
内临床症状均明显改善。术后 2 周随访,两组患者督  
脉瘀阻症候积分、JOA 评分较术前提提高,VAS 评分和  
NDI 较术前降低,但差异均无统计学意义( $P>0.05$ );  
术后 1 个月随访,试验组患者督脉瘀阻症候积分、JOA

评分高于对照组,VAS 评分较对照组低,差异有统计  
学意义( $P<0.05$ ),NDI 虽较对照组低,但差异均无统  
计学意义( $P=0.05$ );术后 3 个月,试验组患者督脉瘀  
阻症候积分较对照组高,VAS 评分、NDI 低于对照组,  
差异有统计学意义( $P<0.05$ ),JOA 评分较对照组高,  
差异均无统计学意义( $P>0.05$ ),见表 3—表 6。

表 3 两组患者督脉瘀阻症候积分比较( $\bar{x}\pm s$ )

组别	术前	术后 2 周	术后 1 个月	术后 3 个月
手术组	5.90±0.81	6.30±0.58	8.10±0.99	9.90±0.43
手术联合中药组	5.90±0.50	6.50±0.60	9.20±0.81	10.90±0.63
$t$	0.34	1.79	5.30	7.72
$P$	0.730	0.078	<0.01	<0.01

表 4 两组患者 JOA 评分比较( $\bar{x}\pm s$ )

组别	术前	术后 2 周	术后 1 个月	术后 3 个月
手术组	9.05±0.79	9.47±0.85	10.07±0.66	13.63±0.87
手术联合中药组	9.18±0.66	9.37±0.76	11.05±1.09	14.19±0.90
$t$	0.80	0.54	4.70	2.80
$P$	0.42	0.59	<0.01	0.06

表 5 两组患者 NDI 比较( $\bar{x}\pm s$ )

组别	术前	术后 2 周	术后 1 个月	术后 3 个月
手术组	28.48±3.62	19.22±4.38	23.23±5.11	12.77±3.15
手术联合中药组	30.60±5.29	19.61±3.87	25.73±2.42	10.81±1.93
$t$	2.01	0.41	2.87	3.39
$P$	0.48	0.68	0.05	0.01

3 讨论

随着社会的发展,人们的生活和工作模式也发生  
了改变,颈椎疾患成为骨科门诊中较为常见的疾病,也

是引起人们颈肩部和上肢疼痛的常见原因<sup>[13]</sup>。脊髓  
型颈椎病是颈椎病中最严重的一种类型<sup>[5]</sup>,其症状多  
为渐进性加重,出现症状后应积极干预治疗<sup>[14]</sup>,保守

表 6 两组患者 VAS 评分比较(±s)

组别	术前	术后 2 周	术后 1 个月	术后 3 个月
手术组	6.03±1.74	6.03±1.40	3.60±1.33	2.54±1.01
手术联合中药组	6.05±1.76	5.95±1.35	2.89±1.22	1.86±0.80
<i>t</i>	0.42	0.24	2.48	3.34
<i>P</i>	0.966	0.810	0.016	0.010

治疗无效情况下行手术解压,后续以营养神经,脱水等方式辅助神经功能的恢复。中医学没有“脊髓型颈椎病”表述,根据其临床表现,本虚标实多见<sup>[15]</sup>。基于督脉和脊髓在解剖、生理和病例上的相关性<sup>[16-17]</sup>，“从督论治”脊柱脊髓疾病相关研究近几年取得很大的进展。该治法以督脉为中心,重视“补”“通”“调”的辨证结合,是手术解压、中药辅助的综合应用<sup>[18]</sup>,也是中医学治病求本的思想的体现。

本研究试验组术后采用通督舒脊方为主方,它是谭明生教授从事骨科临床研究近 40 年的成果。该方主要用于治疗脊柱脊髓相关退行性疾病和辅助术后神经功能的恢复。方中黄芪、当归、赤芍、川芎、水蛭具有补气、活血、祛瘀通络的作用。生黄芪、当归补气血,气旺血行,配以川芎、赤芍、水蛭助当归活血祛瘀。《素问·阴阳应象大论》中指出“肾主骨生髓”,牛膝、狗脊、鹿角片归肾经,具有祛风湿、补肝肾、强筋骨之效。《临证指南医案》又云“有胃气则生,无胃气则死”,患者久卧久坐耗气伤神,白术、甘草健脾益气,使胃气得复,气血生化有源。全方活血祛瘀以治标;补气通络、补肝肾、健脾以治本,在此基础上,应随证加减,兼治术后常见的兼证,如便秘、抑郁、虚热内扰所致失眠等。该方组方是谭教授脊柱疾病“从督论治”学术思想的体现。近年来,多个药理学研究<sup>[19-22]</sup>证实组成该方的药物及配伍合用在减轻脊髓损伤和神经再生修复等方面有其独特的效果。本研究结果显示脊髓型颈椎病采用颈前路减压融合手术配合通督舒脊方患者的督脉瘀阻症候积分于术后 1 个月、术后 3 个月随访时高于手术组,VAS 评分较手术组低,JOA 评分术后 1 个月随访手术配合中药组高于手术组、NDI 术后 3 个月随访低于手术组,差异有统计学意义;上述指标两组在术后 1 周较术前均有改善,差异无统计学意义,这与周峻等<sup>[23]</sup>研究结论相似,原因可能与术后时间内较短,神经功能恢复欠佳,加之残余血肿刺激有关;JOA 评分在术后 3 个月、NDI 术后 1 个月随访两组差异虽无统计学意义,但 JOA 评分手术配合中药组高于手术组、NDI 明显低于手术组,原因考虑是样本量较少、数据搜集和处理存在偏倚等,提示脊髓型颈椎病通过颈前路减压恢复改善脊髓受压状态,起到疏通督脉作用,而中药通过益气、活血、通络,改善微循环,消除炎性介质,促进神经功能恢复。

本研究存在以下局限性:1)患来源为单中心,样本量较少、随访时间短、数据资料有限;2)为降低干扰因素影响,病例的选择未包含手术节段为 3 节段及以上患者。故得出结论普适性差,有待今后多中心、大样本、长期随访进一步研究。

综上所述,脊髓型颈椎病患者在颈前路解压解除督脉瘀阻基础上,术后配合通督舒脊方气活血化瘀、补益肝肾,改善局部微环境,进一步疏通督脉,有助于术后神经功能恢复和临床症状的改善,其相关药理学机理有待动物实验的进一步探究。

参考文献

[1] IYER A, AZAD T D, THARIN S. Cervical spondylotic myelopathy[J]. Clin Spine Surg, 2016, 29(10): 408-414.

[2] BAKHSHESHIAN J, MEHTA V A, LIU J C. Current diagnosis and management of cervical spondylotic myelopathy[J]. Global Spine J, 2017, 7(6): 572-586.

[3] CLOWARD R B. The anterior approach for removal of ruptured cervical disks[J]. J Neurosurg, 1958, 15(6): 602-617.

[4] 钟远鸣,陈震,张翼升,等. 益气活血类中药改善脊髓型颈椎病术后残留症状 Meta 分析[J]. 辽宁中医药大学学报, 2018, 20(10): 14-18.

[5] 杨峰,谭明生,移平,等. 椎管减压联合中药治疗脊髓型颈椎病的临床研究[J]. 中国骨伤, 2018, 31(1): 30-36.

[6] 季文达,吴新风,陈旭,等. 运用通督填髓法治疗痿证[J]. 中医杂志, 2022, 63(1): 82-84.

[7] 王殿华,陈金亮. 关于构建肾督、络脉理论假说论治脊髓病的思考[J]. 中医杂志, 2011, 52(16): 1366-1369.

[8] 郝定均. 实用颈椎外科学[M]. 北京:人民卫生出版社, 2007: 206.

[9] CUELLAR J, PASSIAS P. Cervical spondylotic myelopathy a review of clinical diagnosis and treatment[J]. Bull Hosp Jt Dis, 2017, 75(1): 21-29.

[10] 移平,谭明生,吕国华,等. 督脉瘀阻型寰枢椎脱位手术联合中药治疗的临床研究[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2017, 25(1): 14-18.

[11] 郎昭,田伟,何达,等. 颈前路术后早期并发症的危险因素分析[J]. 中华骨科杂志, 2017, 37(3): 162-168.

[12] CHANG S W, KAKARLA U K, MAUGHAN P H, et al. Four-level anterior cervical discectomy and fusion with plate fixation: radiographic and clinical results[J]. Neurosurgery, 2010, 66(4): 639-646.

[13] THEODORE N. Degenerative cervical spondylosis[J]. N

Engl J Med, 2020, 383(2):159-168.

- [14] MCCORMICK J R, SAMA A J, SCHILLER N C, et al. Cervical spondylotic myelopathy: a guide to diagnosis and management[J]. J Am Board Fam Med, 2020, 33(2):303-313.
- [15] 陈印磊, 夏建龙, 蔡平. 中医对脊髓型颈椎病的认识及治疗进展[J]. 中医药临床杂志, 2018, 30(10):1957-1961.
- [16] 贺丰, 穆晓红, 付玲玲, 等. 脊髓损伤的中医研究现状[J]. 世界中西医结合杂志, 2017, 12(3):440-444.
- [17] 孙岩, 占达, 谭明生. 从疏通督脉论治脊髓损伤[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2018, 26(2):64-66.
- [18] 嵇汉杰, 周英杰, 王少纯, 等. 从“督”论治脊髓型颈椎病[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2018, 26(2):57-60.
- [19] 沈忱, 陈卫平. 基于贝叶斯网络对《本草纲目》中活血化瘀类中药功效与药理间关系的研究[J]. 南京中医药大学学

报, 2015, 31(3):231-233.

- [20] 代引海, 肖刚, 邱春丽, 等. 黄芪注射液在胃癌化疗中的应用[J]. 陕西医学杂志, 2014, 43(2):246-247.
- [21] 马艳春, 吴文轩, 胡建辉, 等. 当归的化学成分及药理作用研究进展[J]. 中医药学报, 2022, 50(1):111-114.
- [22] LIU B Y, SONG X L, YI J, et al. Buyang Huanwu Decoction reduces infarct volume and enhances estradiol and estradiol receptor concentration in ovariectomized rats after middle cerebral artery occlusion[J]. Chin J Integr Med, 2014, 20(10):782-786.
- [23] 周峻, 熊振成, 董春科, 等. 椎管减压联合补阳还五汤治疗脊髓型颈椎病的临床研究[J]. 中华中医药学刊, 2020, 38(2):135-139.

(收稿日期:2022-03-06)

(上接第 11 页)

- [5] ZHANG Q B, LAI S X, HOU X Y, et al. Protective effects of PI3K/Akt signal pathway induced cell autophagy in rat knee joint cartilage injury[J]. American Journal of Translational Research, 2018, 10(3):762-770.
- [6] 汤俊, 吴文虎, 倪卫祖. 阳和汤治疗轻中度疼痛膝关节炎临床疗效探讨[J]. 中国现代药物应用, 2014, 8(11):149-150.
- [7] 张艳君. 加味阳和汤治疗膝骨性关节炎的临床疗效观察[J]. 中国医药指南, 2016, 14(18):206-207.
- [8] 洪振强, 高弘建, 何俊君, 等. 阳和汤对兔膝关节炎木瓜蛋白酶模型 IL-1、TNF- $\alpha$  的影响[J]. 康复学报, 2020, 30(4):293-298.
- [9] 高伟华, 李玉杰, 杨鸿冉, 等. 加味阳和汤对膝骨性关节炎软骨细胞凋亡的影响研究[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2021, 29(1):1-5.
- [10] 何俊君, 黄泽灵, 洪振强. 阳和汤对早期膝骨关节炎模型兔滑膜炎的影响[J]. 中国组织工程研究, 2022, 26(5):694-699.
- [11] 彭力平, 马笃军, 林栋栋, 等. 牛膝醇提物体内诱导兔骨关节炎模型软骨修复的病理学观察[J]. 湖南中医杂志, 2013, 29(2):126-129.
- [12] 谢求恩, 张雄, 徐永贵. 阳和汤对膝关节骨性关节炎患者血清及滑液中 HIF-1 $\alpha$  和 VEGF 表达的影响研究[J]. 环球中医药, 2018, 11(3):458-461.
- [13] 黄高堂, 吴典捷, 刘燕芝, 阳和汤联合脐针治疗阳虚寒凝型膝关节炎疗效观察[J]. 中医临床研究, 2021, 13(16):44-46.
- [14] 彭丹, 孙材江, 周江南. 实验性骨关节病中软骨细胞的凋

亡[J]. 湖南医科大学学报, 1999(5):415-417.

- [15] 王会含, 王永堂, 苗建华, 等. 川芎嗪对人骨关节炎软骨细胞的影响及作用机制研究[J]. 中医正骨, 2021, 33(7):4-10.
- [16] ZHANG H, TANG W W, WANG S, et al. Tetramethylpyrazine inhibits platelet adhesion and inflammatory response in vascular endothelial cells by inhibiting P38 MAPK and NF- $\kappa$ B signaling pathways[J]. Inflammation, 2020, 43(1):286-297.
- [17] HUANG X S, GENG K, LUO S Y, et al. Mechanism of action of acupotomy in inhibiting chondrocyte apoptosis in rabbits with KOA through the PI3K/Akt signaling pathway[J]. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2020:4241917.
- [18] LIN C X, SHAO Y, ZENG C, et al. Blocking PI3K/AKT signaling inhibits bone sclerosis in subchondral bone and attenuates post-traumatic osteoarthritis[J]. Journal of Cellular Physiology, 2018, 233(8):6135-6147.
- [19] HIRANORI M, TANAKA R, TATEISHI T, et al. Corrigendum to the human Bcl-2 family member Bcl-2 and voltage-dependent anion channels manifest a genetic interaction in drosophila and cooperatively promote the activation of effector caspases in human cultured cells [J]. Experimental Cell Research, 2021, 405(2):112711.
- [20] 李钢, 宋芸. 基于 PI3K/Akt 信号通路探讨参麦注射液干预退行性膝骨关节炎的机理研究[J]. 中华中医药学刊, 2021, 12(10):1-12.

(收稿日期:2022-04-01)