桂枝芍药知母汤加减辅助治疗风寒湿痹证膝骨关节炎性滑膜炎效果

艾 柯[a]，王 雷[b*]，杨 军[c]，陈杰能[d]
（黄冈市中心医院/黄冈市大别山医疗中心 a. 骨科一病区，b. 神经内科，c. 健康管理中心，d. 超声医学科，湖北黄冈 438000）

摘要：目的 观察风寒湿痹证膝骨关节炎性滑膜炎患者应用桂枝芍药知母汤加减的辅助效果。**方法** 选择我院 2022 年 11 月至 2023 年 12 月收治的风寒湿痹证膝骨关节炎性滑膜炎患者 102 例为研究对象，随机分为对照组和观察组，每组 51 例。对照组接受常规治疗和体外冲击波，观察组在对照组治疗基础上加服桂枝芍药知母汤加减。比较两组疗效、中医症候总积分、西安大略和麦克马斯特大学骨关节炎指数（western ontario and McMaster universities osteoarthritis index，WOMAC）评分、美国特种外科医院膝关节评分（hospital for special surgery knee score，HSS）关节积液评分及滑膜厚度评分、血清炎症因子水平变化及不良反应发生情况。**结果** 治疗后，观察组治疗总有效率高于对照组（94.12% vs. 80.39%，$P < 0.05$）。观察组治疗后中医症候总积分、WOMAC 评分、HSS 评分、关节积液评分和滑膜厚度评分均优于对照组，炎症因子水平均低于对照组，差异显著（$P < 0.05$）。观察组不良反应发生率低于对照组（3.92% vs. 5.88%），但无显著差异（$P > 0.05$）。**结论** 桂枝芍药知母汤加减辅助治疗风寒湿痹证膝骨关节炎性滑膜炎患者效果良好，安全可靠。

关键词： 膝骨关节炎性滑膜炎；风寒湿痹证；桂枝芍药知母汤；体外冲击波；膝关节功能；炎症因子
中图分类号： R274.9；R686.7 **文献标志码：** A **文章编号：** 1672-9188(2025)12-1237-006
引用： 艾柯, 王雷, 杨军, 等. 桂枝芍药知母汤加减辅助治疗风寒湿痹证膝骨关节炎性滑膜炎效果[J]. 世界临床药物, 2025, 46(12): 1237-1242. DOI：10.13683/j.wph.2025.12.006

Observation on the effect of Guizhi Shaoyao Zhimu decoction in the treatment of knee osteoarthritic synovitis with wind-cold-damp arthralgia syndrome

AI Ke[a], WANG Lei[b*], YANG Jun[c], CHEN Jieneng[d]
(*a. Department of Orthopedic Ward 1, b. Department of Neurology, c. Health Management Center, d. Department of Ultrasound Medicine, Huanggang Central Hospital, Huanggang Dabieshan Medical Center, Huanggang 438000, Hubei Province, China*)

Abstract: ***Objective*** To observe the adjuvant effect of modified Guizhi Shaoyao Zhimu decoction on patients with knee osteoarthritic synovitis of wind-cold-damp arthralgia syndrome. ***Methods*** A total of 102 patients with knee osteoarthritic synovitis of wind-cold-damp arthralgia syndrome who were admitted to our hospital from November 2022 to December 2023 were selected as the research subjects and randomly divided into the control group and the observation group, with 51 cases in each group. The control group received conventional treatment and extracorporeal shock wave therapy, while the observation group was given modified Guizhi Shaoyao Zhimu decoction on the basis of the treatment of the control group. The therapeutic effects, total score of traditional Chinese medicine (TCM) symptoms, western ontario and McMaster universities osteoarthritis index (WOMAC) score, hospital for special surgery knee score (HSS), joint effusion score, synovial thickness score, changes in serum inflammatory factor levels and occurrence of adverse reactions were compared between the two groups. ***Results*** After treatment, the total effective rate of the observation group was

收稿日期： 2025-04-14
作者简介： 艾柯，主治医师，研究方向：关节炎等骨科疾病。
通信作者： 王雷，博士研究生，主任医师，研究方向：神经胶质瘤基础与临床。
基金项目： 湖北省自然科学基金(2021CFB530)

higher than that of the control group (94.12% vs. 80.39%, $P<0.05$). After treatment, the total score of TCM symptoms, WOMAC score, HSS, joint effusion score and synovial thickness score of the observation group were all better than those of the control group, and the levels of inflammatory factors were all lower than those of the control group, with significant differences ($P<0.05$). The incidence of adverse reactions in the observation group was lower than that in the control group (3.92% vs. 5.88%), but there was no significant difference ($P>0.05$). ***Conclusion*** The modified Guizhi Shaoyao Zhimu decoction has a good effect and is safe and reliable in the adjuvant treatment of patients with knee osteoarthritic synovitis of wind-cold-damp arthralgia syndrome.

Key words: knee osteoarthritic synovitis; wind-cold-damp arthralgia syndrome; Guizhi Shaoyao Zhimu decoction; extracorporeal shock wave; knee joint function; inflammatory factor

膝骨关节炎性滑膜炎是一种临床常见疾病，主要表现为膝关节疼痛及肿胀、关节活动受限等，严重影响患者健康和日常生活[1—2]。近年来，我国膝骨关节炎性滑膜炎发病率呈显著上升趋势，增加医疗负担，亟需采取规范化治疗策略[3—4]。

膝骨关节炎性滑膜炎的临床治疗目前仍以药物干预为主，常用药物包括双氯芬酸钠缓释片、滑膜炎片等，疗效已得到充分验证[5—6]。近年来，关于中医药在该疾病治疗领域的研究日益深入，相关报道持续增多，均显示出良好治疗潜力。在常规药物治疗基础上联合桂枝芍药知母汤加减，可显著提升整体疗效，该联合治疗模式具有重要临床研究价值[7—8]。既往研究多注重其疗效及安全性，笔者拟为全面分析桂枝芍药知母汤加减方对膝骨关节炎性滑膜炎膝关节功能及炎症因子的影响，帮助优化加减方内容，报道如下。

1 资料与方法

1.1 病例选择

以2022年11月至2023年12月我院膝骨关节炎性滑膜炎（风寒湿痹证）患者为研究对象。本研究经我院医学伦理委员会审核通过（HGYY-KY-2021-009），患者自愿签署知情同意书。

样本量计算：以“治疗总有效率”为观察结局指标，根据临床前小样本研究，预计对照组总有效率0.73(p_1)，观察组为0.94(p_2)，两组样本量比例为1，设定统计效能power($1-\beta$)为0.8，检验类型为双侧检验，α为0.05，根据两独立样本率比较的公式[9]进行样本量估算，得对照组样本量为46例，试验组样本量为46例，总样本量92例，假定10%左右脱落率，对照组需51例，试验组需51例，总样本量需102例。

纳入标准：①符合膝骨关节炎性滑膜炎确诊标准，膝关节肿胀、疼痛、晨僵，反复疼痛近1个月，经X线片、B超确诊[10]。②中医辨证为膝骨关节炎性滑膜炎风寒湿痹证，参考《中医病证诊断疗效标准》[11]，主证：膝关节疼痛、肿胀、活动方面受限；次证：肢体酸软无力、痛有定处，得热缓解，遇寒加重；舌脉：苔白腻、舌质淡、脉沉。排除标准：①风湿性、创伤性膝关节滑膜炎。②精神疾病、心理疾病。③依从性差，无法配合治疗。④妊娠期、哺乳期。⑤感染性疾病。⑥对本研究用药存在使用禁忌。

1.2 分组与方法

采用随机对照试验设计。由不参与患者招募与评估的独立统计学家，使用SPSS26.0软件生成一份随机分配序列。将符合纳入标准的102例患者按入院先后顺序编号为001至102。根据计算机生成随机序列，将患者等比例分配至对照组或观察组，每组51例。随机分配方案密封于不透光的信封中，由专人保管。当患者确定入组并签署知情同意书后，研究者按顺序开启信封或查询系统，以确定其分组。受试者与疗效评估者（对分组不知情）实施盲法。

受试者接受体外冲击波治疗，标记患膝痛点

后，将冲击波治疗仪（ZAMT-620，深圳市东迪欣科技有限公司）治疗头按压至标记痛点，冲击强度 2.5 bar，频率为 10 Hz，单侧膝关节冲击 2 000 次，一周 1 次，连续治疗 2 周。对照组双氯芬酸钠缓释片（北京诺华制药有限公司，75 mg，20220114）口服，一日 1 次，每次 75 mg，连续治疗 2 周。观察组在对照组治疗基础上加用桂枝芍药知母汤加减（组方：薏苡仁 30 g，松节 20 g，防风、鸡血藤、白术各 15 g，桂枝、白芍、盐知母、甘草各 12 g，黑附子、炒苍术、麻黄各 10 g，黄柏 5 g）。中药均由我院药方提供，由专业同一医护人员煎煮药物。针对后期不同表现，调整方剂剂量与组方。水煎煮，一日 1 剂，取汁 400 mL，分早晚服药，连续治疗 2 周。

1.3 观察指标

1.3.1 主要指标

主要指标为治疗总有效率[12]。显效：浮髌实验结果阴性，疼痛及肿胀症状消失，关节活动恢复正常；有效：关节活动明显改善，疼痛及肿胀症状明显缓解；无效：症状未改善。$R=(n_x+n_y)/n_{tot}\times100\%$，式中：$R$ 为总有效率，n_x 为显效例数，n_y 为有效例数，n_{tot} 为总例数。

1.3.2 次要指标

次要指标：①治疗前、后，进行中医症候总积分、西安大略和麦克马斯特大学骨关节炎指数（western ontario and McMaster universities osteoarthritis index，WOMAC）评分及美国特种外科医院膝关节评分（hospital for special surgery knee score，HSS）评估[13-15]。中医症候总积分的各项中医症候积分为 0 ～ 3 分，总分越高表示症候越严重。WOMAC 量表内容包括膝关节肿胀和疼痛、僵硬及日常活动等，分值越高表示关节功能受限程度越严重。HSS 满分为 100 分，分值与膝关节功能恢复情况成正比。②滑膜厚度及关节积液情况：治疗前、后，观察两组滑膜厚度评分和关节积液评分情况。两个评分分值范围均为 0 ～ 3 分，评分越低表示疗效越佳[16]。③炎症因子水平：治疗前、后，采取酶标仪（LD-96Al，山东莱恩德）以酶联免疫吸附法检测两组血清白介素（interleukin，IL）-6、IL-1 及 IL-8 水平。④不良反应：观察各组治疗不良反应，可能包括恶心、口干或头晕等。

1.4 统计学方法

以 SPSS26.0 软件处理本研究数据，数据符合正态分布。计量数据以 $(\bar{x}\pm s)$ 表示，组间比较采用 t 检验。计数数据以 n(%) 表示，实施 χ^2 检验。以 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 基线资料

研究结束，未见脱落，共 102 例患者资料纳入分析。对照组年龄 45 ～ 69 岁，病程 2 ～ 9 年；观察组年龄 44 ～ 70 岁，病程 2 ～ 10 年。两组性别、年龄及病程资料差异无统计学意义（$P>0.05$），具有可比性。详见表 1。

表 1 两组基线资料比较 $(\bar{x}\pm s)$

Table 1 Comparison of baseline characteristics between the two groups $(\bar{x}\pm s)$

组别	性别（男/女）/n(%)	年龄/岁	病程/年
对照组（n=51）	27（52.94）/24（47.06）	58.37±3.74	4.27±1.13
观察组（n=51）	28（54.90）/23（45.10）	58.31±3.24	4.12±1.21
χ^2/t值	0.040	0.085	0.676
P值	0.843	0.933	0.501

2.2 两组患者疗效比较

观察组显效 38 例，有效 10 例，无效 3 例，总有效 48 例（94.12%）；对照组显效 26 例，有效 15 例，无效 10 例，总有效 41 例（80.39%）。观察组总有效率高于对照组，差异显著（$\chi^2=4.320$，$P<0.05$）。

2.3 各项评分比较

治疗前，两组各项评分比较异无统计学意义（$P>0.05$）。治疗后，两组中医症候总积分、WOMAC 评分较治疗前均下降（$P<0.05$），膝关节 HSS 评分均上升，且观察组较对照组改善更显著，差异有统计学意义（$P<0.05$）。详见表 2。

表 2 两组治疗前后各项评分比较（$\bar{x}\pm s$，单位：分）

Table 2 Comparison of various scores before and after treatment between the two groups ($\bar{x}\pm s$, unit: point)

组别	中医症候总积分		WOMAC		HSS	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
对照组（n=51）	12.43±1.12	3.07±0.44*	51.37±3.43	25.71±4.78*	35.96±3.86	70.18±4.46*
观察组（n=51）	12.53±1.10	1.69±0.47*	50.80±2.93	21.51±±1.90*	36.31±3.76	79.65±5.28*
t值	0.446	15.464	0.901	5.825	0.468	9.784
P值	0.657	0.000	0.370	0.000	0.641	0.000

注：较治疗前，*P < 0.05。

Note: vs. before treatment, *P<0.05.

2.4 滑膜厚度和关节积液评分比较

治疗前，两组滑膜厚度和关节积液评分比较差异无统计学意义（P > 0.05）。治疗后，两组滑膜厚度和关节积液评分较治疗前均下降（P < 0.05），且观察组低于对照组（P < 0.05）。详见表 3。

表 3 两组治疗前后关节积液和滑膜厚度评分比较（$\bar{x}\pm s$，单位：分）

Table 3 Comparison of joint effusion and synovial thickness scores before and after treatment between the two groups ($\bar{x}\pm s$, unit: point)

组别	关节积液		滑膜厚度	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
对照组（n=51）	1.96±0.19	1.27±0.49*	1.90±0.41	1.29±0.46*
观察组（n=51）	1.90±0.41	1.01±0.14*	1.80±0.45	1.00±0.20*
t值	0.919	3.551	1.150	4.186
P值	0.361	0.000	0.253	0.000

注：较治疗前，*P < 0.05。

Note: vs. before treatment, *P<0.05.

2.5 两组 IL-1、IL-6 及 IL-8 水平比较

治疗前，两组 IL-1、IL-6 及 IL-8 水平差异无统计学意义（P > 0.05）。治疗后，两组 IL-1、IL-6 及 IL-8 水平较治疗前均下降（P > 0.05），且观察组下降程度高于对照组（P < 0.05）。详见表 4。

2.6 安全性观察

研究结束，对照组发生恶心、口干及头晕各 1 例，不良反应发生率为 5.88%（3 例）；观察组发生恶心、头晕各 1 例，不良反应发生率为 5.88%（2 例）。两组不良反应发生情况差异无统计学意义（χ^2 = 0.210，P = 0.647）。

3 讨论

膝骨关节炎性滑膜炎作为骨科常见退行性病变，其发病群体呈显著年轻化趋势[17]。目前，膝骨关节炎性滑膜炎临床疗法并未统一，亟需通过多中心临床研究探索更精准的个体化治疗方案[18]。中医将膝骨关节炎性滑膜炎归属于“痹证”“膝部伤筋”“骨痹”“鹤膝风”“历节”等范畴[19]。中医认为，该病发病机制复杂，与肝肾亏虚、外感风寒湿邪密切相关。风寒湿痹证膝骨关节炎性滑膜炎是临床常见中医证型，寒湿痹阻筋脉关节，气血不通则痛，致使四肢关节肿痛，故治疗当以驱寒除湿、疏经通络、祛风除痹、止痛、滋肝补肾之法为主[20—21]。

本研究中，观察组总有效率明显高于对照组，中医症候总积分、WOMAC 评分与 HSS、关节积液与滑膜厚度评分均优于对照组，提示枝芍药知母汤加减辅助治疗可帮助提升疗效，改善症状。桂枝芍药知母汤加减方由桂枝芍药知母汤加减而来，桂枝与附子为君药，起到温暖经络、驱散寒气、畅通血脉、缓解疼痛等多重效用；麻黄与白芍则担任臣药，白芍促进气血流通以止痛、滋养阴液并收敛营气，与桂枝并用能协同调节营卫平衡，增强体质以抵御病邪，麻黄还具有促进体内水分排出、减轻肿胀作用，与桂枝联用能进一步增强驱散寒邪效果；知母、防风、白术、薏苡仁、黄柏、苍术、鸡血藤、松节为

表 4 两组治疗前后血清 IL-1、IL-6 及 IL-8 水平比较 ($\bar{x}\pm s$)

Table 4 Comparison of serum IL-1, IL-6 and IL-8 levels before and after treatment between the two group ($\bar{x}\pm s$)

组别	IL-1/μg·L^{-1}		IL-6/pg·mL^{-1}		IL-8/pg·mL^{-1}	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
对照组(n=51)	75.71±6.48	55.79±2.57	3.92±0.47	3.35±0.16	14.43±1.92	5.52±0.74
观察组(n=51)	76.64±5.12	51.68±1.90	3.84±0.51	2.51±0.32	14.51±1.75	4.04±0.38
t值	0.806	9.171	0.803	16.811	0.207	12.727
P值	0.422	0.000	0.424	0.000	0.837	0.000

佐药，白术、黄柏、防风可止痛、祛风、散寒、除湿，知母可益气下水，薏苡仁与苍术可加强健脾除湿功效，可苦温燥湿、辛甘化阳，松节与鸡血藤可活血化瘀、通络止痛；甘草为使药，可调和药性，缓解附子毒性，以达治疗目的。诸药配伍共奏寒热并调、祛邪扶正、祛风除湿、滋肝补肾、温经通脉、除痹解毒及活血化瘀等功效。现代药理研究显示，该方还可调节免疫，抑制炎症因子，改善微循环，有利膝骨关节炎性滑膜炎患者的康复[22]。

此外，两组 IL-1、IL-6 及 IL-8 水平较治疗前均下降，且观察组下降程度高于对照组，提示研究用药的抗炎效果良好。膝骨关节炎性滑膜炎属于炎症性疾病，患者发病后机体处于高炎症状态，故控制炎症反应、降低炎症因子水平十分关键。窦继元等[23]指出，桂枝芍药知母汤可较好地降低关节镜清理术后膝骨关节炎患者 IL-6、肿瘤坏死因子 -α、超敏 C 反应蛋白等炎症指标水平，与本研究结果相近。现代药理指出，桂枝芍药知母汤加减方中麻黄、甘草、黄柏、白术等中药具有较好抗炎、抑菌作用，可有效降低机体炎症水平，促进病情好转[24]。研究结束，两组不良反应发生情况对比无显著统计学差异，提示桂枝芍药知母汤加减的安全、可靠。

4 结论

风寒湿痹证膝骨关节炎性滑膜炎患者应用桂枝芍药知母汤加减治疗效果良好，症状得以改善，恢复较好，且不良反应少，治疗安全可靠。本研究未采取分配隐藏，结果可能存在偏倚，且纳入病例数较少，未来可继续扩大病例数进一步研究，同时进行长期随访，观察疾病复发情况。

参考文献：

[1] 曾国威, 钟浩博, 黎旭, 等. 膝关节渗液性滑膜炎与膝骨关节炎相关性的研究进展[J]. 中华骨与关节外科杂志, 2023, 16(3): 282-288.

[2] 周子齐, 杨永菊, 马贤德, 等. 电针透刺法通过TLR4/MyD88/NF-κB信号通路改善膝关节骨关节炎滑膜炎性反应的机制研究[J]. 针刺研究, 2023, 48(4): 353-358.

[3] 陈蔚, 李恒聪, 万红叶, 等. 电针对膝关节骨关节炎大鼠滑膜炎性反应期自发痛及后期触诱发痛的影响[J]. 中国针灸, 2022, 42(12): 1385-1393.

[4] 刘德仁, 廖太阳, 魏义保, 等. 基于PI3K/AKT/HIF-1α信号通路研究易层敷贴缓解TGF-β1诱导的膝骨关节炎大鼠滑膜纤维化的机制[J]. 南京中医药大学学报, 2023, 39(8): 738-745.

[5] 陈泽华, 申震, 陈国茜, 等. 绝经后股四头肌肌肉萎缩膝骨关节炎大鼠模型的建立及鉴定[J]. 中国骨质疏松杂志, 2023, 29(8): 1093-1099.

[6] 徐杰, 周永富, 林欣, 等. 独活寄生汤治疗膝骨关节炎的研究进展[J]. 中医正骨, 2023, 35(2): 41-45.

[7] 单梅花. 桂枝芍药知母汤治疗膝骨性关节炎临床观察[J]. 中医临床研究, 2015, 7(20): 79-80.

[8] 张付民, 张岱阳. 基于P13K/Akt/mTOR信号通路研究桂枝芍药知母汤治疗膝骨关节炎模型大鼠的作用机制[J]. 湖北中医药大学学报, 2019, 21(6): 21-25.

[9] 王瑞平. 随机对照临床试验设计中的样本量估算方法[J]. 上海医药, 2023, 44(1): 48-52.

[10] 樊子娟, 王桂杉, 李川, 等. 《中国骨关节炎诊疗指南(2021年版)》解读和评价[J]. 中国循证医学杂志, 2022, 2(6): 621-627.

[11] 国家中医药管理局. 中医病证诊断疗效标准[M]. 南京: 南京大学出版社, 1994: 30.
[12] 佟思含, 黄轶刚, 张长青. 老年退行性关节炎的疼痛机制[J]. 实用老年医学, 2023, 37(10): 989-994.
[13] 白天宇, 邱佳明, 程桯. 利水渗湿颗粒治疗膝骨关节炎合并滑膜炎临床研究[J]. 中国中医药信息杂志, 2023, 30(4): 140-144..
[14] 范志勇, 杨冰, 张华, 等. 滑膜炎颗粒及其联合双醋瑞因治疗膝骨关节炎疗效及对细胞因子的影响[J]. 现代中西医结合杂志, 2023, 32(11): 1565-1568.
[15] 王轶稀, 丁全茂, 程炳瑞. 膝骨关节炎患者基于MRI下渗出性滑膜炎体积与WOMAC亚域评分的相关性[J].医学综述, 2021, 27(24): 4970-4974.
[16] 杨佳裕, 丁韵蓉, 刘光明, 等. 施氏吊伤膏改善膝关节滑膜炎的实验研究[J]. 上海中医药杂志, 2022, 56(11): 63-70.
[17] 韩宪富, 李宁, 谢兴文, 等. TLR4/MyD88信号通路在膝骨关节炎滑膜炎中的作用[J]. 中国骨质疏松杂志, 2022, 28(11): 1690-1694.
[18] 蔡加兴. 应用体外冲击波治疗膝骨关节炎的临床观察[D]. 福州: 福建医科大学, 2018.
[19] 傅永升, 谭茗月, 王卫国, 等. 中药调控膝骨关节炎相关信号通路的研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2023, 29(22): 231-243.
[20] 刘应泉, 姜丁铭, 严铮, 等. 从“虚瘀郁”论治绝经后膝骨关节炎[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2023, 31(9): 77-79.
[21] 王笑甜, 陈唤楠, 孙福平, 等. 中药基于PI3K/AKT/mTOR信号通路治疗膝骨关节炎[J]. 中医学报, 2024, 39(1): 84-91.
[22] 韩景璐, 邓品, 孙小洁, 等. 陈兆军基于态靶因果运用桂枝芍药知母汤治疗膝骨关节炎经验[J]. 中医药导报, 2023, 29(10): 170-173.
[23] 窦继元, 郭娇. 桂枝芍药知母汤治疗对膝骨关节炎关节镜清理术患者术后疼痛、功能恢复及血清学指标的影响[J]. 罕少疾病杂志, 2023, 30(5): 81-82.
[24] 范宁杰, 孙鹏飞, 孙彤, 等. 桂枝芍药知母汤治疗膝骨性关节炎关节镜清理术术后肿痛的临床研究[J]. 河北中医药学报, 2022, 37(2): 31-34.

（编辑：虞 瑛）

（上接第1229页）

[21] 曹语涵, 王凤荣. 当归补血汤对心力衰竭大鼠Nrf2-ARE信号通路的影响研究[EB/OL]. 实用中医内科杂志, 2025(2025-03-21). [2025-03-22]. https://link.cnki.net/urlid/21.1187.R.20250320.1707.002.
[22] MARTÍNEZ-ZAMUDIO RI, DEWALD HK, VASILOPOULOS T, *et al*. Senescence-associated β-galactosidase reveals the abundance of senescent $CD8^+$ T cells in aging humans[J]. Aging Cell, 2021, 20(5): e13344.
[23] TANG CT, LIN XL, WU S, *et al*. NOX4-driven ROS formation regulates proliferation and apoptosis of gastric cancer cells through the GLI1 pathway[J]. Cell Signal, 2018, 46: 52-63.
[24] GUI SY, WANG XC, HUANG ZH, *et al*. Nanoscale coordination polymer Fe-DMY downregulating Poldip2-Nox4-H_2O_2 pathway and alleviating diabetic retinopathy[J]. J Pharm Anal, 2023, 13(11): 1326-1345.

（编辑：沈佳婕）