

# 自体富含血小板血浆(PRP)治疗膝骨关节炎的疗效影响因素研究

李 樊, 牟娟娟\*, 薛 琴, 黄佑颖

重庆医科大学附属大足医院输血科, 重庆

收稿日期: 2026年4月28日; 录用日期: 2026年5月22日; 发布日期: 2026年5月29日

## 摘 要

目的: 分析手工与全自动自体富含血小板血浆(PRP)制备方法的质量及对膝骨关节炎患者的治疗效果。方法: 采用回顾性研究方式, 将2022年9月至2023年11月在重庆市大足区人民医院接受PRP治疗的80例膝骨关节炎作为研究对象, 按照PRP制备方式的不同将PRP治疗患者分为手工组与全自动组, 手工组共纳入32例患者, 全自动组共纳入48例患者。比较两组PRP质量, 比较两组治疗前后西安大略麦马斯特大学骨关节炎指数(WOMAC)评分以评估临床疗效, 比较两组治疗前后疼痛、膝关节功能, 比较两组不良反应发生情况。结果: PRP制品血小板计数(PLT)、红细胞计数(RBC)在两组中比较, 手工组高于全自动组, PRP中白细胞计数(WBC)含量, 手工组低于全自动组; 在治疗后, 两组患者疼痛、关节僵硬、生理功能等WOMAC评分均降低, 且上述指标手工组均低于全自动组( $P < 0.05$ ); 治疗后, 两组患者视觉模拟评分法(VAS)评分均降低, 且手工组低于全自动组, 两组患者Lysholm膝关节评分量表(Lysholm)评分均升高, 且手工组高于全自动组( $P < 0.05$ ); 两组患者不良反应发生率比较, 差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。结论: 手工制备的PRP中PLT含量较高, PRP质量佳, 与全自动制备PRP比较, 该制备方法注射治疗膝骨关节炎可显著降低患者WOMAC评分, 表现出良好的治疗效果, 且能进一步缓解患者疼痛症状, 改善膝关节功能。两种PRP制备方法均具有良好的安全性。

## 关键词

自体富含血小板血浆, 手工制备, 全自动制备, 膝骨关节炎, 疗效

## Study on the Influencing Factors of the Therapeutic Effect of Autologous Platelet-Rich Plasma (PRP) in the Treatment of Knee Osteoarthritis

Fan Li, Juanjuan Mu\*, Qin Xue, Ruoying Huang

\*通讯作者。

文章引用: 李樊, 牟娟娟, 薛琴, 黄佑颖. 自体富含血小板血浆(PRP)治疗膝骨关节炎的疗效影响因素研究[J]. 临床医学进展, 2026, 16(5): 3512-3518. DOI: 10.12677/acm.2026.1652174

## Abstract

**Objective:** To analyze the quality of manually prepared and fully automated autologous platelet-rich plasma (PRP) and their therapeutic effects on patients with knee osteoarthritis. **Methods:** A retrospective study was conducted, including 80 patients with knee osteoarthritis who received PRP treatment at the People's Hospital of Dazu District, Chongqing, from September 2022 to November 2023. According to the different PRP preparation methods, patients were divided into a manual group (32 patients) and a fully automated group (48 patients). The quality of PRP in the two groups was compared. The Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC) scores before and after treatment were compared to evaluate clinical efficacy. Pain and knee joint function before and after treatment were also compared, as well as the incidence of adverse reactions between the two groups. **Results:** Platelet count (PLT) and red blood cell count (RBC) in PRP were higher in the manual group than in the fully automated group, while white blood cell count (WBC) in PRP was lower in the manual group than in the fully automated group. After treatment, WOMAC scores for pain, joint stiffness, and physical function decreased in both groups, and these scores were lower in the manual group than in the fully automated group ( $P < 0.05$ ). Visual Analog Scale (VAS) scores decreased in both groups after treatment, with lower scores in the manual group compared to the fully automated group. Lysholm knee scores increased in both groups, with higher scores in the manual group than in the fully automated group ( $P < 0.05$ ). The incidence of adverse reactions showed no statistically significant difference between the two groups ( $P > 0.05$ ). **Conclusion:** PRP manually prepared has a higher platelet content and better quality. Compared with fully automated PRP, this preparation method can significantly reduce WOMAC scores in patients with knee osteoarthritis, showing good therapeutic effects, further relieving pain, and improving knee joint function. Both PRP preparation methods exhibit good safety.

## Keywords

Autologous Platelet-Rich Plasma, Manual Preparation, Fully Automated Preparation, Knee Osteoarthritis, Therapeutic Effect

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

膝骨关节炎主要表现为膝关节疼痛、活动受限，患者膝关节软骨出现退行性病变，该病在中老年群体中发病率较高，严重影响患者日常活动能力，降低生活质量[1]。随着我国人口老龄化进程的不断加快，膝骨关节炎发病率呈升高趋势，不仅严重影响患者的日常生活，还产生较大的经济负担与医疗负担[2]。在临床上，对膝骨关节炎患者进行治疗的目的是减轻疼痛、改善功能。自体富含血小板血浆(PRP)从患者自身静脉血中提取，经离心浓缩后可用于临床治疗，近年来其在膝骨关节炎治疗中发挥重要作用。可改善患者膝关节功能，缓解疼痛[3][4]。PRP制备方法较多，可分为传统手工法和全自动制备法，手工浓缩

血小板的制备方法采用二次离心法，全自动制备法借助血液成分分离机直接采集 PRP。不同的制备方式影响膝骨关节炎的疗效，目前临床与此有关的研究较少。基于此，本研究将 2022 年 9 月至 2023 年 11 月在重庆市大足区人民医院接受 PRP 治疗的 80 例膝骨关节炎作为研究对象，旨在分析手工与全自动制备方法的 PRP 质量及对膝骨关节炎患者的治疗效果，现将结果总结如下。

## 2. 一般资料

### 2.1. 资料与方法

采用回顾性研究方式，将 2022 年 9 月至 2023 年 11 月在重庆市大足区人民医院接受 PRP 治疗的 80 例膝骨关节炎作为研究对象，按照 PRP 制备方式的不同将 PRP 治疗患者分为手工组与全自动组，手工组共纳入 32 例患者，全自动组共纳入 48 例患者。手工组年龄 48~76 岁，平均(64.89 ± 5.47)岁；患病时间 5~26 个月，平均(17.29 ± 2.37)个月；男性:女性为 13:19 例。全自动组年龄 49~78 岁，平均(65.21 ± 5.39)岁；患病时间 6~27 个月，平均(17.31 ± 2.49)年；男性:女性为 20:28 例。将基线资料进行比较，差异无统计学意义( $P > 0.05$ )，可比。纳入标准：符合中华医学会骨科学分会《骨关节炎诊疗指南(2018 年版)》[5]中的相关诊断标准；至少接受一个完整疗程的关节腔内 PRP 治疗；临床资料完整。排除标准：合并其他炎症性关节病；合并严重心、肝、肾等重要脏器功能障碍；存在凝血功能障碍。

### 2.2. 方法

手工组：根据患者具体情况确定全血采集量，通常为 100~200 mL。采集后 4~6 h，在 20℃~24℃ 条件下进行首次离心处理，离心力设定为(500~1100) ×g，持续 7~10 min。此过程利用血小板比重特性，使其留存于血浆中形成 PRP 层。随后进行二次离心，温度保持 20℃~24℃，离心力调整为(2000~2500) ×g，离心时间 8~10 min，促使血小板沉降，留取底部 8~12 mL 血浆即为制备完成的 PRP。对所得 PRP 进行解聚处理，规范打印标签，实施无菌接驳分装操作，并按标准流程开展产品质量控制，完成上述步骤后，将 PRP 放入专用储存袋备用，整个操作过程严格遵循常规规范执行。

全自动组：采用 PRP 专用分离套装制备 PRP，使用含有 4 mL 枸橼酸钠的注射器(50 mL)抽取患者肘静脉血 36 mL，混合均匀之后加入到 PRP 离心机(H1850 型，湖南湘仪离心机仪器有限公司)中进行两次无菌离心操作，第一次(1500 r/min, 10 min)结束后去除下层沉积红细胞，第二次(2000 r/min, 10 min)结束后缓慢排出下层红细胞，取中间层即为 PRP 备用。

PRP 注射关节腔：患者取仰卧位，于 PRP 制备完成后 2 h 内进行关节腔注射，常规消毒铺巾，指导患者保持膝关节伸直或微屈，经膝关节髌骨外上缘/内上缘将 PRP 缓慢注入膝关节腔内，观察患者有无不适反应。注射后 24 h 内避免剧烈运动，可进行适当的膝关节屈伸活动，以促进 PRP 在关节腔内均匀分布。

两组患者均随访 12 个月。

### 2.3. 观察指标

① 比较两组 PRP 质量，采用全自动血细胞分析仪测定 PRP 制品血小板计数(PLT)、红细胞计数(RBC)、白细胞计数(WBC)。② 比较两组患者治疗前后西安大略麦马斯特大学骨关节炎指数(WOMAC)评分，共包含疼痛、关节僵硬、生理功能 3 个维度，各维度总分分别为 20 分、8 分、68 分，分值越高说明患者膝关节功能障碍越明显。③ 比较两组患者治疗前后疼痛程度、膝关节功能。疼痛采取视觉模拟评分法(VAS)[6]评估，总分 10 分，分值越小疼痛感越轻；膝关节功能采取 Lysholm 膝关节评分量表(Lysholm)[7]进行

评估, 量表总分值 100 分, 分值越高说明膝关节功能越好。④ 比较两组患者不良反应发生情况, 主要包括感染、肿胀、出血等, 计算总发生率。

## 2.4. 统计学方法

采用 SPSS 22.0 统计软件分析。经 Shapiro-Wilk 检验计量资料是否符合正态分布, 且经 Levene 检验证实方差齐, 以  $(\bar{x} \pm s)$  表示,  $t$  检验; 以百分比表示计数资料, 卡方检验, 以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 3. 结果

### 3.1. PRP 质量

PRP 中 PLT、RBC 含量, 手工组高于全自动组, PRP 中 WBC 含量, 手工组低于全自动组 ( $P < 0.05$ ), 见表 1。

**Table 1.** Comparison of PRP quality between the two groups ( $\bar{x} \pm s$ )

**表 1.** 两组 PRP 质量比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	PLT ( $\times 10^9$ L)	RBC ( $\times 10^{12}$ L)	WBC ( $\times 10^9$ L)
手工组	32	1156.79 $\pm$ 234.53	0.24 $\pm$ 0.11	2.83 $\pm$ 1.21
全自动组	48	864.37 $\pm$ 156.75	0.12 $\pm$ 0.05	5.63 $\pm$ 2.04
$t$ 值		6.691	6.617	6.980
$P$ 值		0.000	0.000	0.000

### 3.2. WOMAC 评分

在治疗后, 两组患者疼痛、关节僵硬、生理功能等 WOMAC 评分均降低, 且上述指标手工组均低于全自动组 ( $P < 0.05$ ), 见表 2。

**Table 2.** Comparison of WOMAC scores between the two groups of patients ( $\bar{x} \pm s$ , marks)

**表 2.** 两组患者 WOMAC 评分比较 ( $\bar{x} \pm s$ , 分)

组别	例数	疼痛		关节僵硬		生理功能	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
手工组	32	12.18 $\pm$ 1.39	8.73 $\pm$ 1.09	5.32 $\pm$ 0.46	3.87 $\pm$ 0.43	39.76 $\pm$ 3.48	27.14 $\pm$ 2.37
全自动组	48	12.36 $\pm$ 1.47	6.21 $\pm$ 1.22	5.41 $\pm$ 0.52	2.69 $\pm$ 0.39	39.21 $\pm$ 3.56	22.56 $\pm$ 2.15
$t$ 值		0.548	9.437	0.793	12.724	0.683	8.959
$P$ 值		0.585	0.000	0.430	0.000	0.497	0.000

### 3.3. 疼痛、膝关节功能

在 PRP 注射治疗后, 两组患者 VAS 评分均降低, 且手工组低于全自动组, 两组患者 Lysholm 评分均升高, 且手工组高于全自动组 ( $P < 0.05$ ), 见表 3。

**Table 3.** Comparison of VAS, Lysholm scores between the two groups of patients ( $\bar{x} \pm s$ , marks)**表 3.** 两组患者 VAS、Lysholm 评分比较( $\bar{x} \pm s$ , 分)

组别	例数	VAS 评分		Lysholm 评分	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
手工组	32	4.32 ± 1.24	1.17 ± 0.34	68.42 ± 3.17	87.12 ± 3.12
全自动组	48	4.41 ± 1.30	1.58 ± 0.37	68.12 ± 3.15	85.13 ± 3.25
<i>t</i> 值		0.309	5.013	0.416	2.726
<i>P</i> 值		0.758	0.000	0.678	0.008

### 3.4. 不良反应

两组患者不良反应发生率比较, 差异无统计学意义( $P > 0.05$ ), 见表 4。

**Table 4.** Comparison of adverse reactions between the two groups of patients [cases (%)]**表 4.** 两组患者不良反应比较[例(%)]

组别	例数	感染	肿胀	出血	总发生
手工组	32	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
全自动组	48	0 (0.00)	1 (2.08)	0 (0.00)	1 (2.08)
$\chi^2$ 值					0.000
<i>P</i> 值					1.000

## 4. 讨论

膝关节炎的发病机制复杂, 年龄、性别、遗传因素等均对其发病产生影响, 该病的主要病理机制为炎症反应与骨关节长期受力的相互作用, 膝关节在长期受压状态下, 导致关节腔变小, 进而影响关节的活动, 而慢性炎症会释放炎性因子, 促使软骨降级, 引发关节疼痛与功能下降[8]。PRP 注射治疗是一种保守治疗方式, PRP 到底患者关节腔后, 其含有的高浓度血液生成因子可修复关节腔环境, 促进关节组织代谢修复, 恢复软组织功能, 以发挥治疗效果[9]。

PRP 治疗膝关节炎的临床疗效受 PLT 水平影响, 许育兵等[10]等在研究中发现, PLT 为  $1000 \times 10^9$  L 的 PRP 对小鼠软骨细胞增殖效果最为明显, 且能获得 PRP 治疗成人膝关节炎的满意疗效。王一帆等[11]认为不同血小板浓度的 PRP 对膝骨性关节炎患者的疗效不同, 取决于 PLT 浓度, 最适宜的 PLT 浓度为  $1500 \sim 1800 \times 10^9$  L, 过高 PLT 水平可抑制疗效, 同时提高不良反应风险。本研究结果显示, PRP 中 PLT、RBC 含量, 手工组高于全自动组, PRP 中 WBC 含量, 手工组低于全自动组, 手工组治疗疼痛、关节僵硬、生理功能等 WOMAC 评分均低于对照组, 表现出良好的治疗效果, 与向仁雪等[12]研究结果相符。手工组疗效更高的原因为, 手工制备会进行二次离心, 有助于浓缩 PLT, 达到目标浓度, 且手工控制离心力与离心时间, 在不增加 WBC 的基础上, 获得理想 PLT 浓度[13]。全自动制备 PRP, 过程自动化, 制备过程中误差较小, 但无法控制 PLT 浓度, PRP 关节腔注射治疗中部分患者无法达到满意度效果。手工组 PRP 中过高含量的 PLT 可导致氧化应激、炎症通路激活及免疫抑制等, 最终导致组织损伤, 因此需尽量控制 PLT 浓度, 避免组织损伤。

PRP 通过手工制备方式获得理想 PLT 浓度, 有助于持续修复患者受损软骨, 在改善代谢环境的同时, 降低炎症反应, 减少炎性介质释放, 进而可缓解患者关节的疼痛感受, 恢复关节功能[14][15]。在本研究

的结果中发现, 膝骨关节炎患者在 PRP 注射治疗后, 两组 VAS 评分均降低, 疼痛感减轻, 且手工组低于全自动组, 两组患者 Lysholm 评分均升高, 关节功能提高, 且手工组高于全自动组, 两者均未发生显著不良反应。这一结果表明, 与全自动制备 PRP 比较, 手工制备方法能进一步缓解膝骨关节炎患者疼痛症状, 改善膝关节功能。手工制备与全自动制备 PRP 均安全有效, 手工制备疗效更佳。但手工制备 PRP 耗时较长, 且高度依赖操作者的技术经验, 不同操作者制备的 PRP 质量存在差异, 对疗效影响较大, 难以实现标准化, 临床推广受限。而全自动制备 PRP 误差较小, 其标准化操作使 PRP 质量一致, 在质量标准化、可重复等方面存在优势, 利于临床推广。PRP 采用何种制备方法需综合考量患者的临床需求与实际治疗规模。

综上所述, 手工制备的 PRP 中 PLT 含量较高, PRP 质量佳, 与全自动制备 PRP 比较, 该制备方法对膝骨关节炎具有良好的临床疗效, 且能进一步缓解患者疼痛症状, 改善膝关节功能, 两种 PRP 制备方法均具有良好的安全性。本研究纳入样本量较少, 结果有偏倚风险, 后续可开展大样本量的进一步研究。

## 声 明

研究经重庆市大足区人民医院医学伦理委员会审批(伦理审批号: 2022LLSC087)。

## 基金项目

重庆市大足区科学技术局, 项目编号: DZKJ2022JSYJ-KWXM1023。

## 参考文献

- [1] 康俊峰, 张璐, 张潞, 等. 温阳除痹方干预 MAPK p38/JNK 信号通路缓解膝骨关节炎炎症性疼痛的机制研究[J]. 时珍国医国药, 2026, 37(2): 243-250.
- [2] 王锋, 朱凤臣, 张铭华, 等. 1990-2021 年中国膝关节骨关节炎疾病负担变化及趋势分析[J]. 现代医学, 2026, 54(1): 75-84.
- [3] 陈卫华, 庄卫生, 黄韶辉. 关节腔内 PRP 注射治疗膝骨关节炎对患者炎症及疼痛因子水平和预后的影响[J]. 海南医学, 2024, 35(10): 1415-1419.
- [4] 张新萍, 马红霞, 王皓, 等. 自体单采富血小板血浆与玻璃酸钠治疗膝骨关节炎短期疗效的对比分析[J]. 临床输血与检验, 2025, 27(4): 456-461.
- [5] 中华医学会骨科学分会关节外科学组. 骨关节炎诊疗指南(2018 年版) [J]. 中华骨科杂志, 2018, 38(12): 705-715.
- [6] 朱生虎, 郑军堂, 李亚玲. 运用六经辨证结合经方治疗对膝骨关节炎(肝肾亏虚证)患者 VAS 评分及炎症因子的影响[J]. 医学信息, 2025, 38(23): 58-62.
- [7] 宋丽梅, 申长岭, 荆浩. 膝关节骨关节炎患者辅以玻璃酸钠注射液治疗的效果及其 Lysholm 评分的影响[J]. 航空航天医学杂志, 2023, 34(9): 1025-1028.
- [8] 李婉莹, 张齐娟, 刘正茂, 等. 内热针疗法联合等速离心训练对膝骨关节炎患者关节功能和肌肉力量的影响[J]. 中医药学报, 2026, 54(3): 48-53.
- [9] 王永强, 冯德春, 朱芸, 等. 舒筋活络方中药离子导入联合 PRP 腔内注射治疗老年寒湿痹阻型膝骨关节炎疗效观察[J]. 转化医学杂志, 2025, 14(2): 227-232.
- [10] 许育兵, 刘广亚, 朱展鸿, 等. 不同血小板浓度富血小板血浆对动物软骨细胞增殖的影响及其治疗膝骨关节炎的临床效果观察[J]. 中国输血杂志, 2018, 31(6): 583-587.
- [11] 王一帆, 李小峰, 罗道明, 等. 不同浓度富血小板血浆治疗膝骨关节炎临床疗效研究[J]. 陕西医学杂志, 2018, 47(9): 1113-1118.
- [12] 向仁雪, 吴建君, 王嘉嘉, 等. 手工与全自动法制备富血小板血浆的质量及治疗膝骨关节炎的疗效分析[J]. 中国输血杂志, 2021, 34(7): 695-698.
- [13] 李少文, 朱展鸿, 余楠. 单采法与手工法制备富血小板血浆在膝骨关节炎疗效中的差异对比[J]. 华南国防医学杂志, 2022, 36(10): 794-797, 824.

- [14] 胥艳, 张传开, 饶敦亮, 等. 富血小板血浆注射结合运动疗法对膝骨关节炎患者疼痛程度、膝关节功能及运动功能的影响分析[J]. 中国实用医药, 2026, 21(1): 161-164.
- [15] 权香, 庄远, 张雷英, 等. 体重指数对单采富血小板血浆治疗膝骨关节炎患者的疗效及其对关节功能恢复的影响[J]. 武警医学, 2025, 36(11): 953-958, 964.