

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2025.14.020

富血小板血浆凝胶在难愈合创面修复中的应用 及对创面愈合时间的影响

赵宝平¹, 田浚弘², 何佳林³, 张 梦¹, 王本琰¹, 郭 号¹

(1. 兴义市人民医院, 贵州 兴义 562400;

2. 贵阳市云岩区中华社区卫生服务中心伤口造口门诊, 贵州 贵阳 550000;

3. 遵义医科大学附属医院, 贵州 遵义 563000)

[摘要]目的 探讨富血小板血浆 (PRP) 凝胶治疗难愈合创面的临床效果。方法 选取兴义市人民医院和贵阳市云岩区中华社区卫生服务中心伤口造口门诊2020年5月-2025年3月收治的40例难愈合创面患者为研究对象, 采用随机数字表法分为对照组 (20例) 与研究组 (20例)。对照组予以常规清创换药治疗, 研究组采用PRP凝胶治疗, 比较两组创面愈合时间、创面体积减少率及细菌培养阳性率。结果 研究组平均愈合时间为 (26.58 ± 4.94) d, 短于对照组的 (34.25 ± 4.52) d ($P < 0.05$); 研究组治疗第7、14及21天创面体积减少率均高于对照组 ($P < 0.05$); 研究组治疗后细菌阳性率低于对照组 ($P < 0.05$)。结论 PRP凝胶修复难愈合创面效果较佳, 可加速创面修复, 缩减创面体积, 降低感染风险。

[关键词] 富血小板血浆; 难愈合创面; 创面愈合; 生长因子

[中图分类号] R641

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-4949 (2025) 14-0078-04

Application of Platelet-rich Plasma Gel in the Repair of Difficult-to-heal Wound and its Influence on Wound Healing Time

ZHAO Baoping¹, TIAN Junhong², HE Jialin³, ZHANG Meng¹, WANG Benyan¹, GUO Hao¹

(1.Xingyi People's Hospital, Xingyi 562400, Guizhou, China;

2.Wound Stoma Clinic of Yunyan District Zhonghua Community Health Service Center, Guiyang 550000, Guizhou, China;

3.Affiliated Hospital of Zunyi Medical University, Zunyi 563000, Guizhou, China)

[Abstract]**Objective** To explore the clinical effect of platelet-rich plasma (PRP) gel in the treatment of difficult-to-heal wound. **Methods** A total of 40 patients with difficult-to-heal wound admitted to Xingyi People's Hospital and Wound Stoma Clinic of Yunyan District Zhonghua Community Health Service Center from May 2020 to March 2025 were selected as the research subjects, and they were divided into the control group (20 patients) and the study group (20 patients) by the random number table method. The control group was treated with conventional debridement and dressing change, and the study group was treated with PRP gel. The wound healing time, wound volume reduction rate and bacterial culture positive rate were compared between the two groups. **Results** The average healing time of the study group was (26.58 ± 4.94) days, which was shorter than that of the control group [(34.25 ± 4.52) days] ($P < 0.05$). The wound volume reduction rates of the study group at 7, 14 and 21 days after treatment were higher than those of the control group ($P < 0.05$). The bacterial positive rate of the study group after treatment was lower than that of the control group ($P < 0.05$). **Conclusion** PRP gel has a good effect in the repair of difficult-to-heal wound, which can accelerate wound repair, reduce wound volume, and lower the risk of infection.

[Key words] Platelet-rich plasma; Difficult-to-heal wound; Wound healing; Growth factors

基金项目: 贵州省卫生健康委科技计划项目 (编号: gzwjkj2019-1-143)

第一作者: 赵宝平 (1981.4-), 男, 甘肃天水人, 硕士, 主任医师, 主要从事创伤修复方面工作

富血小板血浆凝胶 (platelet-rich plasma gel) 简称PRP凝胶, 自20世纪80年代被首次引入临床以来, 因其在促进组织修复和再生方面的卓越潜力, 迅速成为创伤修复、口腔外科、整形外科及运动医学等领域的研究热点^[1]。难愈合创面指超过1个月无法通过正常修复过程愈合的创面, 其病因复杂, 涉及血管功能障碍、感染及生长因子缺乏等因素^[2]。目前临床常通过植皮、皮瓣或肌皮瓣移植等方式封闭创面, 但此类手术存在供区创伤大、副损伤重、操作复杂、术后并发症多等问题, 且对基层医疗条件和医生操作技能要求较高, 限制了其广泛应用。因此, 提升创面自我愈合能力、延缓或替代移植成为再生医疗的重要研究方向。在慢性难愈合创面的阶梯化治疗体系中, “创面床准备”是基础而关键的环节, 主要通过常规清创联合标准敷料覆盖以优化局部微环境, 促进肉芽组织生长, 为后续治疗创造条件^[3]。然而, 传统手段在调控细胞行为、调节炎症反应和提供再生信号等方面仍存在一定不足, 无法满足部分复杂创面修复需求^[4]。PRP凝胶富含血小板衍生生长因子、转化生长因子- β 、表皮生长因子等多种修复因子, 以及少量未激活白细胞、纤维连接蛋白和纤维蛋白原, 具有促再生、抗感染等多重优势^[5, 6]。PRP凝胶应用于“创面床准备”阶段, 既能作为纤维蛋白载体提供支架支持, 又能持续释放生物信号, 兼具“被动屏障+主动调控”双重功能, 代表了第二代创面治疗技术的前沿方向^[7, 8]。本研究拟将PRP凝胶应用于难愈合创面的换药治疗, 探讨其实际应用价值, 现报道如下。

1 资料与方法

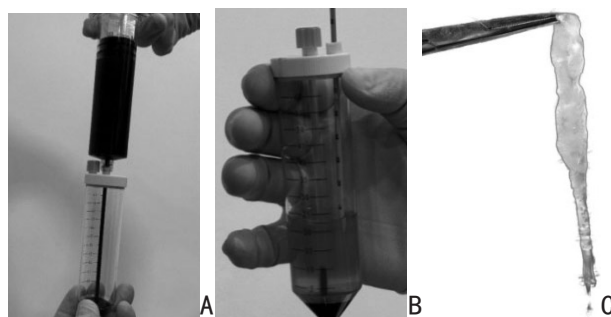
1.1 一般资料 选取2020年5月-2025年3月于兴义市人民医院和贵阳市云岩区中华社区卫生服务中心就诊的40例难愈合创面患者为研究对象, 按照随机数字表法分为对照组与研究组, 各20例。对照组男11例, 女9例; 年龄45~81岁, 平均年龄 (69.16 ± 5.00) 岁; BMI 17.00~28.03 kg/m², 平均BMI (22.10 ± 2.30) kg/m²。研究组男13例, 女7例; 年龄32~83岁, 平均年龄 (69.50 ± 3.70) 岁; BMI 19.80~27.30 kg/m², 平均BMI (23.60 ± 2.30) kg/m²。两组性别、年龄及BMI比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$), 研究可比。所有患者及家属均知情同意并签署知情同意书。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准: 创面残留 >4 周; 全身状态可控, 能耐受手术; 合并糖尿病者, 血糖控制在10 mmol/L以下。排除标准: 活动性血液异常 (血小板 $<100 \times 10^9/L$ 、INR >1.5 或APTT延长 >10 s; 近5年内曾患恶性肿瘤 (基底细胞癌除外) 或目前仍在接受放化疗者; 妊娠或哺乳期女性; 存在治疗禁忌证。

1.3 方法

1.3.1 对照组 予以常规清创换药治疗: 清创前取分泌物细菌培养+药敏, 常规清创, 清除坏死组织至健康肉芽组织, 无菌生理盐水冲洗, 测量创面面积, 再用凡士林纱布覆盖创面, 纱布棉垫包扎, 间隔48~72 h换药1次。

1.3.2 研究组 采用PRP凝胶治疗: 首先制备PRP凝胶, 无菌条件下采集患者静脉血10~20 ml, 肝素抗凝 (比例1:9)^[9]。第1次离心 (1500 rpm, 15 min, 20~25 °C) 分离红细胞与血浆^[10]; 第2次离心 (3000 rpm, 5~10 min, 20~25 °C) 浓缩血小板, 保留底层PRP^[11]。血小板浓度需高于基线5倍以上 (显微镜计数确认)^[12]; 将PRP与凝血酶激活剂 (100 U/ml) 按1:1混合, 形成凝胶状 (湖南一格制药有限公司, 规格: 2000 IU)^[13], 制备过程见图1。清创后涂抹PRP凝胶, 覆盖凡士林纱布, 换药频率同对照组。



注: A: 抽血后打入离心管; B: 第2次离心后保留底层的PRP; C: 制备的PRP凝胶。

图1 PRP凝胶制备过程

1.4 观察指标

1.4.1 记录两组创面愈合时间 创面愈合以符合植皮或皮瓣修复为终点^[14]。

1.4.2 统计两组创面体积减少率 治疗第7、14和21天采用无菌生理盐水滴注法测量创面体积, 创面体积减少率= (治疗前体积-第 n 天体积)/治疗前体积 $\times 100\%$ ^[15]。

1.4.3统计两组细菌培养阳性率 使用无菌棉签或无菌注射器采集创面下方分泌物或渗出物样本，采集过程中避开坏死组织，随后将样本置于无菌培养管中，送微生物实验室行常规细菌培养及抗生素敏感性试验，统计细菌培养阳性率。

1.5 统计学方法 采用SPSS 29.0统计学软件进行数据分析，计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示，行 t 检验；计数资料以 $[n(\%)]$ 表示，行 χ^2 检验； $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组创面愈合时间比较 研究组平均愈合时间为 (26.58 ± 4.94) d，短于对照组的 (34.25 ± 4.52) d ($t = -5.786, P = 0.001$)。

2.2 两组创面体积减少率比较 研究组治疗第7、14和21天创面体积减少率均高于对照组 ($P < 0.05$)，见表1。

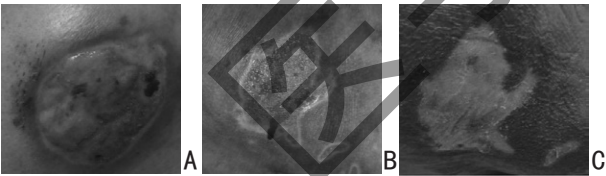
2.3 两组细菌培养阳性率比较 研究组细菌培养阳性率为20.00% (4/20)，低于对照组的70.00% (15/20) ($\chi^2 = 8.182, P = 0.004$)。

表1 两组创面体积减少率比较 ($\bar{x} \pm s, \%$)

组别	<i>n</i>	治疗第 7 天	治疗第 14 天	治疗第 21 天
研究组	20	22.46 ± 5.97	47.64 ± 6.89	79.03 ± 5.49
对照组	20	16.45 ± 4.97	39.99 ± 6.22	61.55 ± 5.88
<i>t</i>		3.508	3.688	9.717
<i>P</i>		0.001	0.001	0.000

3 典型病例

患者女，83岁，因股骨粗隆骨折卧床1+月，于2025年2月3日入院，患者1+月前拒绝行股骨粗隆手术，回家卧床后引发骶尾部褥疮，来我科治疗褥疮，通过清创后创面新鲜，PRP凝胶治疗后1周，创面愈合，总住院时间17 d，已治愈出院，治疗过程见图2。



注：A：入院时；B：第7天清创后，PRP凝胶治疗前；C：PRP凝胶治疗7 d后（入院14 d）。

图2 典型病例治疗过程

4 讨论

难愈合创面的治疗挑战在于如何同时实现抗感染与组织再生。此类创面常因血供不足、慢性炎症和细菌生物膜形成而处于持续的病理状态，常规治疗往往难以打破该“停滞愈合”过程。理想的治疗手段应具备调节免疫反应、改善局部微环境、抑制病原生长并促进肉芽组织形成的多重功能。近年来，PRP凝胶作为一种来源于自体血

液的生物活性材料，因其制备简便、生物相容性良好，已在骨科、烧伤及糖尿病足等慢性创面中逐渐获得临床关注与应用^[6]。

本研究结果表明，研究组平均愈合时间为 (26.58 ± 4.94) d，短于对照组的 (34.25 ± 4.52) d ($P < 0.05$)；研究组治疗后细菌阳性率低于对照组 ($P < 0.05$)，说明PRP凝胶在促进创面愈合和控制感染方面均优于传统治疗方式，提示其具备良好的临床应用潜力。PRP凝胶促进愈合进程的原因可能在于其凝胶基质所构建的微环境支持^[2]。一方面，纤维蛋白网络可为细胞迁移和基质沉积提供物理支架^[17]；另一方面，内含的生长因子可在较长时间内缓慢释放，精准契合肉芽形成与上皮化过程的时序需求^[18]。此外，PRP中的白细胞与血小板源性抗菌肽对病原微生物具有直接杀灭作用，协同纤维蛋白屏障机制，有助于控制早期感染并调节炎症反应^[19]。本研究中研究组治疗第7、14及21天创面体积减少率均高于对照组 ($P < 0.05$)，提示PRP凝胶在治疗早期即可加速创面缩小，有效启动组织修复；同时亦显示了其在提升整体修复质量与维持干预稳定性方面的优势。在分子基础上，凝胶化处理使得PDGF、VEGF、TGF- β 等关键修复因子在凝胶中形成稳定梯度，延长其在局部的生物学效应时间；同

时, 白细胞中释放的IL-10与抗菌肽在胶体结构中均匀分布, 有助于维持一个抗菌、低炎症的修复微环境, 从而共同促进肉芽组织生成和创面体积的持续缩小。本研究也存在一定局限性, 如样本量有限, 可能影响亚组分析的稳定性; 创面类型未按深度或分期细化, 难以评估疗效在不同创面背景下的表现差异; 同时, 尚未建立PRP凝胶内生长因子动态释放与组织修复指标之间的量化关联。后续研究可结合组织病理和局部生化分析, 深入解析其作用机制。

综上所述, PRP凝胶作为一种兼具促再生与控感染功能的治疗手段, 具有良好的临床转化前景, 尤其适用于基层创面管理和围术期“创面床准备”阶段的辅助治疗。使用PRP凝胶修复难愈合创面效果较佳, 可加速创面修复, 缩减创面体积, 降低感染风险。

[参考文献]

- [1] Meznerics FA, Fehérvári P, Dembrovsky F, et al. Platelet-Rich Plasma in Chronic Wound Management: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials[J]. *J Clin Med*, 2022, 11(24): 7532.
- [2] Guo SC, Tao SC, Yin WJ, et al. Exosomes derived from platelet-rich plasma promote the re-epithelization of chronic cutaneous wounds via activation of YAP in a diabetic rat model[J]. *Theranostics*, 2020, 7(1): 81-96.
- [3] 宋飞, 简华刚. 糖尿病足溃疡创面床准备及清创处理[J]. *创伤外科杂志*, 2011, 13(2): 180-182.
- [4] Kolimi P, Narala S, Nyavanandi D, et al. Innovative Treatment Strategies to Accelerate Wound Healing: Trajectory and Recent Advancements[J]. *Cells*, 2022, 11(15): 2439.
- [5] Sampson S, Gerhardt M, Mandelbaum B. Platelet rich plasma injection grafts for musculoskeletal injuries: a review[J]. *Curr Rev Musculoskelet Med*, 2008, 1(3-4): 165-174.
- [6] Everts PA, Lana JF, Alexander RW, et al. Profound Properties of Protein-Rich, Platelet-Rich Plasma Matrices as Novel, Multi-Purpose Biological Platforms in Tissue Repair, Regeneration, and Wound Healing[J]. *Int J Mol Sci*, 2024, 25(14): 7914.
- [7] Carter MJ, Fylling CP, Parnell LK. Use of platelet rich plasma gel on wound healing: A systematic review and meta-analysis[J]. *Eplasty*, 2011, 11: e38.
- [8] Yang HS, Shin J, Bhang SH, et al. Enhanced skin wound healing by a sustained release of growth factors contained in platelet-rich plasma[J]. *Exp Mol Med*, 2011, 43(11): 622-629.
- [9] Chahla J, Cinque ME, Piuze NS, et al. A call for standardization in platelet-rich plasma preparation protocols[J]. *Arthroscopy*, 2017, 33(7): 1476-1481.
- [10] Waniczek D, Kozowicz A, Muc-Wiergoń M, et al. Adjunctive use of platelet-rich plasma and negative pressure wound therapy in chronic wounds[J]. *Wound Repair Regen*, 2019, 27(1): 81-89.
- [11] Dohan Ehrenfest DM, Andia I, Zumstein MA, et al. Classification of platelet concentrates for regenerative medicine: Current consensus and clinical implications[J]. *Muscles Ligaments Tendons J*, 2021, 4(1): 3-9.
- [12] Martinez-Zapata MJ, Martí-Carvajal AJ, Solà I, et al. Autologous platelet-rich plasma for treating chronic wounds[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2016(5): CD006899.
- [13] Moussa M, Lajeunesse D, Hilal G, et al. Platelet-rich plasma modulates bacterial clearance via autophagy in chronic wounds[J]. *Exp Cell Res*, 2017, 352(1): 146-156.
- [14] Chen X, Jones IA, Park C, et al. Efficacy of platelet-rich plasma in musculoskeletal healing: A meta-analysis with bias assessment[J]. *Am J Sports Med*, 2020, 46(8): 2020-2032.
- [15] 鲁晋, 王亮, 张永存, 等. 烧伤创面测量技术进展[J]. *中国医学装备*, 2016, 13(9): 131-134.
- [16] Rodriguez AB, Alhachache S, Velasquez D, et al. A systematic review of oral wound healing indices[J]. *PLoS One*, 2024, 19(2): e0290050.
- [17] Shao Z, Lyu C, Teng L, et al. An Injectable Fibrin Scaffold Rich in Growth Factors for Skin Repair[J]. *Biomed Res Int*, 2021, 2021: 8094932.
- [18] do Amaral RJFC, Zayed NMA, Pascu EI, et al. Functionalising Collagen-Based Scaffolds With Platelet-Rich Plasma for Enhanced Skin Wound Healing Potential[J]. *Front Bioeng Biotechnol*, 2019, 7: 371.
- [19] Li H, Li B. PRP as a new approach to prevent infection: preparation and in vitro antimicrobial properties of PRP[J]. *J Vis Exp*, 2013(74): 50351.

收稿日期: 2025-6-12 编辑: 刘雯