

# 富血小板血浆治疗在腰痛的应用与研究进展

张奖银<sup>1,2</sup> 王谦<sup>1,2</sup> 徐扬<sup>1,2</sup> 向小娜<sup>1,2</sup> 彭佳蕾<sup>1,2</sup> 综述 何红晨<sup>1,2</sup> 审校

(1. 四川大学华西医院康复医学中心, 四川 成都 610041; 2. 康复医学四川省重点实验室, 四川 成都 610041)

**【摘要】** 腰痛(LBP)是一种常见的临床症状,也是导致残疾和功能障碍的主要原因之一。在骨关节所致 LBP 的病因中以退行性病变占多数,其中椎间盘退变为主要诱因,还涉及腰椎小关节、骶髂关节、尾骨的病变等。LBP 治疗方式从保守治疗过度到手术治疗,疼痛缓解为大多数患者的结局指标,然而并未起到结构修复的作用。鉴于富血小板血浆(PRP)疗法的再生修复潜力及在临床上的广泛应用,本文回顾了 PRP 与 LBP 有关的研究,旨在探索 PRP 治疗 LBP 的有效性与安全性及相关的参数指标,加速治疗进展。

**【关键词】** 腰痛;富血小板血浆;椎间盘;腰椎小关节

**【中图分类号】** R681 **【文献标志码】** A **DOI:**10. 3969/j. issn. 1672-3511. 2023. 12. 029

## Application and research progress of platelet-rich plasma therapy in low back pain

ZHANG Jiangyin<sup>1,2</sup>, WANG Qian<sup>1,2</sup>, XU Yang<sup>1,2</sup>, XIANG Xiaona<sup>1,2</sup>, PENG Jiale<sup>1,2</sup> reviewing HE Hongchen<sup>1,2</sup> checking

(1. Department of Rehabilitation Medicine and Institute of Rehabilitation Medicine, West China Hospital, Sichuan University,

Chengdu 610041, China;

2. Rehabilitation Medicine Key Laboratory of Sichuan Province, Chengdu 610041, China)

**【Abstract】** Low back pain (LBP) is a common clinical symptom and one of the leading causes of disability and dysfunction. Degenerative lesions account for the majority of the causes of LBP caused by bone and joint, among which intervertebral disc regression is the main trigger, and also involves the lesions of lumbar facet joints, sacroiliac joints, and coccyx. Treatment ranged from conservative to surgical, with pain relief as an outcome for most patients, but no structural repair. In view of the regenerative repair potential of platelet-rich plasma (PRP) therapy and its wide clinical application, this article reviews the research related to PRP and LBP, aiming to explore the efficacy and safety of PRP in the treatment of LBP and related parameter indicators, and accelerate the progress of treatment.

**【Key words】** Low back pain; Platelet-rich plasma; Intervertebral disc; Lumbar facet joints

腰痛(Low back pain, LBP)是以下背部、腰骶部及臀部疼痛为特征的一种临床症状<sup>[1]</sup>,其病因复杂,发病率高且呈年轻化趋势发展<sup>[2-4]</sup>。在肌骨系统中,疼痛部位分为轴心性(主要位于腰骶部)和神经根性(放射到下肢伴或不伴腰痛),两者病因来源有所区别,前者包括椎间盘、腰椎小关节、骶髂关节、椎旁肌肉病变等;后者主要为椎间盘突出与椎管狭窄<sup>[5-6]</sup>。一项针对来自 54 个国家的 165 项研究的系统评价估计,腰痛的患病率为 11.9%,1 个月的发生率为 23.3%,在中年和老年妇女(40~80 岁)中最常见<sup>[7]</sup>。腰痛的临床治疗主要为 3 个方面:保守治疗、微创介入、手术治疗<sup>[8-9]</sup>。富血小板血浆(Platelet-rich plasma, PRP)属于微创介入疗法中的一种,是自体血液经浓度梯度

通过多次离心获得的高浓度的血小板血浆,含有各种生长因子、细胞因子,如血小板源性生长因子、转化生长因子、成纤维细胞生长因子、胰岛素样生长因子等,这些因子作为重要的体液介质,通过促进细胞增殖、迁移、分化、蛋白质转录、细胞外基质再生、血管生成和胶原蛋白合成,诱导抗炎作用和自然愈合级联反应,目前广泛应用于组织修复与再生<sup>[10-13]</sup>。研究发现 PRP 能够减缓疼痛、改善功能、维持结构完整性<sup>[14-15]</sup>。因此,临床上将 PRP 应用到治疗椎间盘源性腰痛、腰椎小关节骨关节炎、腰椎神经根病、骶髂关节病、尾骨痛等。然而,目前 PRP 疗法存在多种变量因素,如 PRP 的制备方式、类型、内容物组成与含量以及个体化差异均会影响临床治疗效果<sup>[16-17]</sup>。本文对 PRP 治疗腰痛的应用研究及相关的 PRP 参数进行综述,讨论 PRP 的疗效与安全性,为临床治疗提供一个参考点。

### 1 PRP 治疗椎间盘源性腰痛

椎间盘源性腰痛是椎间盘内部结构与代谢功能出现异常

通讯作者:何红晨, E-mail: hxkfprp@126.com

引用本文:张奖银,王谦,徐扬,等.富血小板血浆治疗在腰痛的应用与研究进展[J].西部医学,2023,35(12):1868-1872. DOI:10. 3969/j. issn. 1672-3511. 2023. 12. 029

所致,目前常用的治疗方法如椎间盘减压术、椎间盘摘除术、椎间盘激素注射、射频消融等均以缓解疼痛为主要目的,但无法逆转椎间盘退变的过程<sup>[8,18]</sup>。因此,凭借 PRP 的再生修复作用,将其应用到椎间盘源性的腰痛研究也逐渐增加。

研究者们利用量表与影像学检查对患者的疼痛、功能、满意度等方面进行评估,从而确定 PRP 的疗效与安全性(表 1)。Tuakli-Wosornu 等<sup>[19]</sup>研究结果虽然显示了 PRP 疗法的有效性,但研究中对照组的随访时间只有 8 周,且未对 PRP 的细胞成分与浓度进行相关的分析,因而有待进一步的深入探索。Levi 等<sup>[20]</sup>评估了椎间盘源性腰痛患者单次注射 1.5 mL 的 PRP 后疼痛和功能的变化,提出如果在治疗后 1、2 和 6 个月时,患者研究认为 PRP 疗效是成功的,且随着随访时间的延长,成功率也在不断增加,治疗期间无不良反应;然而实验缺乏对照组,样本量过少且随访时间有待延长,因此也存在以偏概全的可能性。Bhatia 等<sup>[21]</sup>得出自体 PRP 可被视为硬膜外类固醇和手术治疗慢性椎间盘脱垂患者的良好替代方案。以上研究结果表明腰痛患者在保守治疗无效的情况下接受 PRP 治疗可取得显著的临床效果,但从研究的纳排标准来说有着严格的参照,从客观的器械检查到主观的量表评定,从而决定了哪类人群适合做 PRP 治疗。

## 2 PRP 治疗腰椎小关节所致腰痛

小关节病变约占腰痛的 15%~40%<sup>[22]</sup>,表现为早期的关节炎改变,即小关节骨关节炎(Facet joint osteoarthritis, FJOA)或关节突关节病(Facet joint arthropathies, FJA)和晚期的关节结构改变<sup>[23]</sup>。

PRP 治疗腰椎小关节源性腰痛的临床研究很少,相关治疗结果表明 PRP 能有效缓解疼痛症状(表 2)。Wu 等<sup>[24]</sup>先后从

PRP 自身的疗效到 PRP 与其他治疗药物的比较验证了 PRP 治疗腰椎小关节综合征的有效性,然而本研究缺乏对照实验、随访时间较短,无法对后续的疾病进展的变化进行相关记录与调整。在 2017 年,他们对随机分配的患者进行 RPR 或局部麻醉(LA)/皮质类固醇治疗,从而比较两者的疗效,以相同的量表为衡量指标,最终结果发现两者均能达到一定的治疗效果,但 PRP 的疗效维持时间会长于类固醇治疗<sup>[25]</sup>。

## 3 PRP 治疗骶髂关节病

骶髂关节(Sacroiliac joint, SIJ)病变也是导致腰痛的原因之一。考虑关节力学功能和周围解剖结构的因素,骶髂关节较容易受到各种损伤而导致功能障碍、畸形及稳定性和活动度的改变,从而引起腰痛<sup>[26]</sup>。相关研究发现 SIJ 引起至少 15% 的腰痛<sup>[27]</sup>,在此基础上 PRP 治疗 SIJ 病也逐步发展起来(表 3)。目前对于骶髂关节的疼痛多数采用类固醇治疗,但效果持续时间很短,Singla 等<sup>[28]</sup>结果显示接受 PRP 治疗的患者疗效一直稳定且无反弹趋势。Navani<sup>[29]</sup>对骶髂关节疼痛持续时间超过 6 个月的 10 例患者在透视的引导下进行关节内 PRP 注射,中途无任何其他治疗,在之后的随访评估期间,患者的疼痛、功能、心理状态均有所改善。

## 4 PRP 治疗尾骨痛

尾骨疼痛也被称为“最低”形式的腰痛,因为其位于脊柱的最下端,由 3~5 个尾椎组成,低于骶骨高于肛门后方<sup>[30]</sup>。尾骨疼痛的治疗无统一的标准,保守治疗对 90% 的患者有效,而在难治性患者中,主要运用介入治疗,包括类固醇注射于骶尾部周围韧带、硬膜,神经阻滞或射频消融等,关于再生疗法如 PRP 的注射则很少报道<sup>[31-32]</sup>。Sussman 等<sup>[33]</sup>以病例报告的方式阐述了一名非创伤性尾骨疼痛的 17 岁女性,他们在超声引

表 1 PRP 应用于椎间盘源性腰痛

Table 1 PRP is used for discogenic low back pain

研究者	研究类型	纳入人数	治疗方式	结局指标	结果	不良事件	随访时间
Tuakli-Wosornu <sup>[19]</sup> <i>et al.</i> 2016	前瞻性双盲随机对照试验	47 人	治疗组:椎间盘内 PRP 注射 对照组:椎间盘内造影剂注射	NRS、FRI、SF-36、modified NASS Outcome Questionnaire	在 8 周随访时,PRP 治疗的患者相比于对照组在疼痛、功能、满意度等方面有明显统计学意义的改善	无报道	治疗后 1 周、4 周、8 周、6 个月、12 个月
Levi <sup>[20]</sup> <i>et al.</i> 2016	前瞻性研究	22 人	椎间盘内 PRP 注射	VAS、ODI	在 22 名患者接受不同腰椎层面节段数 PRP 注射后,成功率在各个随访时间占比达:3/22、7/22、9/22	无报道	治疗后 1 个月、2 个月、6 个月
Bhatia <sup>[21]</sup> 2016	试点研究	10 人	在透视引导下经腰椎硬膜外注射自体 PRP 至受累神经根区域	VAS、SLRT、MODQ	患者在 VAS 评分、MODQ 指数和 SLRT 方面显示出症状逐渐改善且直到患者随访结束	无报道	治疗后 3 周、3 个月

表 2 PRP 应用于腰椎小关节所致腰痛

Table 2 PRP is used for low back pain caused by lumbar facet joint

研究者	研究类型	纳入人数	治疗方式	结局指标	结果	不良事件	随访时间
Wu <sup>[24]</sup> <i>et al.</i> 2016	前瞻性临床评估	19 人	X 线透视下接受自体 PRP 腰椎小关节注射	VAS、RMQ、ODI、modified MacNab criteria	治疗后一周,患者在休息和屈曲时腰痛显著减轻。RMQ 与 ODI 均可观察到显著的统计学差异且腰椎功能改善超过 10%。	无报道	治疗后 1 周、1 个月、2 个月、3 个月
Wu <sup>[25]</sup> <i>et al.</i> 2017	前瞻性随机试验	46 人	随机分为 A、B 组:分别采取关节内注射 PRP 和关节内注射 LA/皮质类固醇	VAS、RMQ、ODI、modified MacNab criteria	A 组和 B 组均显示休息或屈曲时 VAS、RMQ 和 ODI 均有统计学改善。B 组,基于修正后的 MacNab 标准和满意度在 1 个月后最高(80% 和 85%),但 6 个月后仅为 50% 和 20%。但 A 组随着时间的推移而增加。	无报道	治疗后 1 周、1 个月、2 个月、6 个月

表 3 PPR 应用于骶髂关节所致腰痛

Table 3 PPR is used for low back pain caused by sacroiliac joints

研究者	研究类型	纳入人数	治疗方式	结局指标	结果	不良事件	随访时间
Singla <sup>[28]</sup> <i>et al.</i> 2017	前瞻性随机开放盲法终点研究	40 人	S 组: 骶髂关节注射 1.5 mL 甲基强的松龙(40 mg/mL)+1.5 mL 2%利多卡因+0.5 mL 生理盐水; P 组: 3 mL P-PRP+0.5 mL 氯化钙进行超声引导下的 SIJ 注射	VAS; MODQ; SF-12	与 S 组相比, 在 6 周和 3 个月时 P 组疼痛显著降低; 在 3 个月时, S 组类固醇治疗的有效性仅降低到 25%, 而 P 组为 90%; S 组的 MODQ 和 SF-12 评分最初在 4 周内有所改善, 但在 3 个月后又进一步恶化, 而 P 组则相反	无报道	治疗后 2 周、4 周、6 周、3 个月
Navani <sup>[29]</sup> <i>et al.</i> 2015	病例报道	10 人	骶髂关节内注射自体 PRP	VAS、SF-36	所有患者注射后 3 个月内均有所改善, 且在 6 个月内疼痛一直处于较低水平; SF-36 评分在生理心理方面均得到改善	无报道	治疗后 1、3、6、12 个月

导下, 向骶尾骨韧带分别注射地塞米松(4 mg)和 1%利多卡因(2 mL)。患者表述坐姿时疼痛立即缓解, 然而在之后 2 个星期的随访中, 疼痛程度又回到了基线水平, 于是患者接受了向骶尾骨韧带注射 PRP 的试验。最终结果发现患者在 6 周时疼痛和坐姿耐受性改善了 70%, 注射后 6 个月, 疼痛得到完全缓解, 并且在 12 个月的随访中仍然没有疼痛。虽然病例报道的结果令人鼓舞, 但需要长期随访的大型研究来确定 PRP 可以作为因韧带松弛引起的难治性尾骨痛的一种治疗选择。

5 PRP 治疗腰痛的参数分析

PRP 治疗腰痛临床研究涉及诸多变量<sup>[16-17]</sup>, 如 PRP 浓度、成分、类型、注射剂量、靶点、频次等, 仅有少部分文章对 PRP 中白细胞成分进行了研究, 但并未对这些参数进行深入地探索。PRP 中白细胞的作用一直存在争议, 不同学者提出了不同的观点, 目前更倾向于使用纯富血小板血浆(Leukocyte-poor platelet-rich plasma, P-PRP)来治疗腰痛。多数研究表明白细胞在组织损伤修复中并未起到抗菌作用, 反而促进分解代谢, 延缓组织的修复时间; 但仍有少数研究认为白细胞在抗感染及减轻疼痛等方面有积极作用<sup>[34]</sup>。有研究通过对椎间盘体外进行免疫组化、定时定量聚合酶链反应、蛋白质印迹法和酶联免疫吸附试验检测细胞增殖、炎症基因表达、合成和分解蛋白酶表达, 发现白细胞激活了早期退变椎间盘的炎症和分解代谢作用, 因而 P-PRP 可能是一种更适合于椎间盘再生的治疗策略<sup>[35-36]</sup>。Yaşar 等<sup>[37]</sup>研究表明在软骨修复方面, P-PRP 与递送系统一起使用比传统的 PRP 更有疗效。Xu 等<sup>[38]</sup>研究中, 通过去除 PRP 中的白细胞从而避免了 NF-κB 途径的激活, 增强了对软骨再生的治疗作用, 所以 P-PRP 可能更适合于关节软骨病变的治疗。涂祺豪通过动物实验和临床研究对 P-PRP 治疗椎间盘退变的可行性做出初步的评价。实验分为两部分, 第一部分为探究局部应用 P-PRP 对大鼠退变椎间盘的治疗效

果, 第二部分为局部应用 P-PRP 治疗椎间盘源性腰痛的疗效观察, 最终结果显示椎间盘内注射 P-PRP 具有延缓退变进程的作用且具有一定的修复功能; 经皮穿刺椎间盘内注射 P-PRP 是一种安全的、极具前景的、能有效缓解椎间盘源性腰痛的新治疗策略<sup>[39]</sup>。殷文靖等<sup>[40]</sup>研究了 P-PRP 和富白细胞富血小板血浆(leukocyte-and platelet-rich plasma, L-PRP)对软骨细胞增殖迁移的作用, 得出 L-PRP 中的白细胞可以通过分泌炎症因子对其治疗骨关节炎的疗效产生不利影响; 白细胞和炎症因子浓度较低的 P-PRP 可能更适用于骨关节炎的临床治疗。

PRP 应用于腰痛的文献中, 血小板最佳浓度以及注射靶点和注射剂量目前尚无统一论, 普遍认可的血小板浓度是正常血小板浓度的 4~8 倍<sup>[41]</sup>。有研究显示 4~5 倍的血小板浓度可以有效促进骨与软组织修复, 更高浓度并没有表现出更好的修复效果<sup>[42]</sup>。Jain 等<sup>[43]</sup>对符合纳入标准的 25 名椎间盘源性腰痛的患者在单个或多个椎间盘水平注射 PRP, 并测量患者和 PRP 样本的血小板计数, 最终发现 NRS 和 ODI 评分的改善与 PRP 样本中血小板浓度呈正相关。然而, 血小板浓度与细胞反应之间的关系并非是浓度越高越好, Mazzocca 等<sup>[42]</sup>通过体外研究发现, PRP 对于所需细胞的增殖、迁移及胶原的合成具有促进作用, 但并不能因此证实血小板的含量越高越有利于损伤的修复。

目前 PRP 应用于腰痛的治疗靶点会涉及小关节、椎间盘、硬膜外间隙、椎旁肌肉韧带等。Yung 等<sup>[44]</sup>综述研究了 PRP 注射的定位、重复应用和形式的价值。当在封闭的空间(如关节腔和椎间盘)内注射时, 结果表现会更一致且定位更清晰。对于 PRP 的注射剂量尚无定性的标准, 且对于不同靶点注射会采取不同的注射量, 椎间盘注射多集中在 1~2 mL、骶髂关节及其周围的软组织多集中在 3~5 mL、腰椎小关节 0.5 mL。因此, 临床应用时还需要结合具体病变部位及其他因素的影响选择适宜的注射剂量<sup>[19-20, 24-25, 28-29, 33]</sup>(表 4)。

表 4 PRP 治疗腰痛的相关参数

Table 4 Related parameters of PRP in the treatment of low back pain

研究者	PRP 类型	注射靶点	注射剂量(mL)	注射次数(次)	抽血量(mL)	是否激活
Tuakli-Wosornu <sup>[19]</sup> <i>et al.</i> 2016	L-PRP	椎间盘	1~2	1 次	30	否
Levi <sup>[20]</sup> <i>et al.</i> 2016	L-PRP	椎间盘	1.5	1 次	30 或 60	否
Bhatia <sup>[21]</sup> <i>et al.</i> 2016	N/D	腰椎硬膜外	5	1 次	100	N/D
Wu <sup>[24]</sup> <i>et al.</i> 2016	N/D	腰椎小关节	0.5	1 次	5~10	N/D
Wu <sup>[25]</sup> <i>et al.</i> 2017	N/D	腰椎小关节	0.5	1 次	5~10	N/D
Singla <sup>[28]</sup> <i>et al.</i> 2017	P-PRP	骶髂关节	3	1 次	100	N/D
Navani <sup>[29]</sup> <i>et al.</i> 2015	N/D	骶髂关节	4	1 次	60	否
Sussman <sup>[33]</sup> <i>et al.</i> 2019	P-PRP	尾骨旁韧带	3	1 次	30	N/D

## 6 总结与展望

PRP 应用于 LBP 的临床研究多集中在椎间盘源性,而对腰椎小关节、骶髂关节、尾骨所致 LBP 的应用研究较少。虽然在疼痛、功能、患者满意度方面有明显的改善,但 PRP 应用于腰痛的研究仍面临许多挑战,如 PRP 治疗的有效性与安全性的前瞻性双盲随机对照实验太少,大多数为观察性、案例型研究,缺乏对照组且随访时间较短,无法对于后续病程的进展进行研究;样本量纳入过少,从而影响试验结果的真实性。因此设计高质量的研究、增加样本量与随访时间,同时加强对 PRP 注射类型、注射靶点、注射量与注射次数的研究可以更加真实地展示实验结果。目前的临床研究显示,PRP 应用于 LBP 多为单次注射,因此未来可能的方向是在同一研究中比较单次和多次的注射方案;再结合基础性研究对其作用机制进行深入的探索,并制定统一的诊疗方案和临床应用标准。且通过 PRP 治疗联合相关的运动疗法与理疗,在随访时根据患者病情恢复情况选择时间点进行影像学检查,以一种更客观的方式进行评估,从而为医生和患者提供更加精准的治疗流程与疗效。

## 【参考文献】

- [1] GRIFFIN M F, NADERI N, KALASKAR D M, *et al.* Argon plasma surface modification promotes the therapeutic angiogenesis and tissue formation of tissue-engineered scaffolds in vivo by adipose-derived stem cells[J]. *Stem Cell Res Ther*, 2019, 10(1): 110.
- [2] MAHER C, UNDERWOOD M, BUCHBINDER R. Non-specific low back pain[J]. *Lancet*, 2017, 389(10070): 736-747.
- [3] PETERING R C, WEBB C. Treatment options for low back pain in athletes[J]. *Sports Health*, 2011, 3: 550-555.
- [4] LONGO U G, LOPPINI M, DENARO L, *et al.* Rating scales for low back pain[J]. *Br Med Bull*, Oxford University Press, 2010, 94: 81-144.
- [5] HOOTEN W M, COHEN S P. Evaluation and Treatment of Low Back Pain: A Clinically Focused Review for Primary Care Specialists[J]. *Mayo Clin Proc*, 2015, 90(12): 1699-1718.
- [6] BOGDUK N. On the definitions and physiology of back pain, referred pain, and radicular pain[J]. *Pain*, 2009, 147(1-3): 17-19.
- [7] KNEZEVIC N N, CANDIDO K D, VLAEYEN JWS, *et al.* Low back pain[J]. *Lancet*, 2021, 398(10294): 78-92.
- [8] CORP N, MANSELL G, STYNES S, *et al.* Evidence-based treatment recommendations for neck and low back pain across Europe: A systematic review of guidelines[J]. *Eur J Pain*, 2021, 25(2): 275-295.
- [9] NAVANI A, MANCHIKANTI L, ALBERS S L, *et al.* Responsible, Safe, and Effective Use of Biologics in the Management of Low Back Pain: American Society of Interventional Pain Physicians (ASIPP) Guidelines[J]. *Pain Physician*, 2019, 22(1S): S1-S74.
- [10] SANAPATI J, MANCHIKANTI L, ATLURI S, *et al.* Do Regenerative Medicine Therapies Provide Long-Term Relief in Chronic Low Back Pain: A Systematic Review and Metaanalysis[J]. *Pain Physician*, 2018, 21(6): 515-540.
- [11] BENDINELLI P, MATTEUCCI E, DOGLIOTTI G, *et al.* Molecular basis of anti-inflammatory action of platelet-rich plasma on human chondrocytes; mechanisms of NF- $\kappa$ B inhibition via HGF[J]. *J Cell Physiol*, 2010, 225(3): 757-766.
- [12] MAZZOCCA A D, MCCARTHY M B, INTRAVIA J, *et al.* An in vitro evaluation of the anti-inflammatory effects of platelet-rich plasma, ketorolac, and methylprednisolone[J]. *Arthroscopy*, 2013, 29(4): 675-683.
- [13] MASUKI H, OKUDERA T, WATANEBE T, *et al.* Growth factor and pro-inflammatory cytokine contents in platelet-rich plasma (PRP), plasma rich in growth factors (PRGF), advanced platelet-rich fibrin (A-PRF), and concentrated growth factors (CGF)[J]. *Int J Implant Dent*, 2016, 2(1): 19.
- [14] JOHAL H, KHAN M, YUNG S P, *et al.* Impact of Platelet-Rich Plasma Use on Pain in Orthopaedic Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis[J]. *Sports Health*, 2019, 11(4): 355-366.
- [15] DEPPEMANN C, KUBES P. Start a fire, kill the bug: The role of platelets in inflammation and infection[J]. *Innate Immun*, 2018, 24(6): 335-348.
- [16] EVERTS P, ONISHI K, JAYARAM P, *et al.* Platelet-Rich Plasma: New Performance Understandings and Therapeutic Considerations in 2020[J]. *Int J Mol Sci*, 2020, 21(20): 7794.
- [17] DOHAN EHRENFEST D M, RASMUSSEN L, ALBREKTS-SON T. Classification of platelet concentrates: from pure platelet-rich plasma (P-PRP) to leucocyte- and platelet-rich fibrin (L-PRF)[J]. *Trends Biotechnol*, 2009, 27(3): 158-167.
- [18] EISENSTEIN S M, BALAIN B, ROBERTS S. Current Treatment Options for Intervertebral Disc Pathologies[J]. *Cartilage*, 2020, 11(2): 143-151.
- [19] TUAKLI-WOSORNU Y A, TERRY A, BOACHIE-ADJEI K, *et al.* Lumbar Intradiskal Platelet-Rich Plasma (PRP) Injections: A Prospective, Double-Blind, Randomized Controlled Study[J]. *PMR*, 2016, 8(1): 1-10.
- [20] LEVI D, HORN S, TYSZKO S, *et al.* Intradiscal Platelet-Rich Plasma Injection for Chronic Discogenic Low Back Pain: Preliminary Results from a Prospective Trial[J]. *Pain Med*, 2016, 17(6): 1010-122.
- [21] BHATIA R, CHOPRA G. Efficacy of Platelet Rich Plasma via Lumbar Epidural Route in Chronic Prolapsed Intervertebral Disc Patients-A Pilot Study[J]. *J Clin Diagn Res*, 2016, 10(9): UC05-UC07.
- [22] BERESFORD Z M, KENDALL R W, WILLYCK S E. Lumbar facet syndromes[J]. *Curr Sports Med Rep*, 2010, 9(1): 50-56.
- [23] COHEN S P, RAJA S N. Pathogenesis, diagnosis, and treatment of lumbar zygapophysial (facet) joint pain[J]. *Anesthesiology*, 2007, 106(3): 591-614.
- [24] WU J, DU Z, LV Y, *et al.* A New Technique for the Treatment of Lumbar Facet Joint Syndrome Using Intra-articular Injection with Autologous Platelet Rich Plasma[J]. *Pain Physician*, 2016, 19(8): 617-625.
- [25] WU J, ZHOU J, LIU C, *et al.* A Prospective Study Comparing Platelet-Rich Plasma and Local Anesthetic (LA)/Corticosteroid

- in Intra-Articular Injection for the Treatment of Lumbar Facet Joint Syndrome[J]. *Pain Pract*, 2017,17(7):914-924.
- [26] THAWRANI D P, AGABEGI S S, ASGHAR F. Diagnosing Sacroiliac Joint Pain[J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2019,27(3):85-93.
- [27] FOLEY B S, BUSCHBACHER R M. Sacroiliac joint pain: anatomy, biomechanics, diagnosis, and treatment[J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2006,85(12):997-1006.
- [28] SINGLA V, BATRA Y K, BHARTI N, *et al.* Steroid vs. Platelet-Rich Plasma in Ultrasound-Guided Sacroiliac Joint Injection for Chronic Low Back Pain[J]. *Pain Pract*, 2017,17(6):782-791.
- [29] NAVANI A, GUPTA D. Role of intra-articular platelet-rich plasma in sacroiliac joint pain[J]. *Tech Reg Anesth Pain Manage*, 2015,19:54-59.
- [30] FOYE P M. Coccydynia; Tailbone Pain[J]. *Phys Med Rehabil Clin N Am*, 2017,28(3):539-549.
- [31] LIRETTE L S, CHAIBAN G, TOLBA R, *et al.* Coccydynia: an overview of the anatomy, etiology, and treatment of coccyx pain[J]. *Ochsner J*, 2014,14(1):84-87.
- [32] PATEL R, APPANNAGARI A, WHANG P G. Coccydynia [J]. *Curr Rev Musculoskelet Med*, 2008,1(3-4):223-226.
- [33] SUSSMAN W I, JEROME M A, FOSTER L. Platelet-rich plasma for the treatment of coccydynia: a case report and review of regenerative medicine for coccydynia[J]. *Regen Med*, 2019,14(12):1151-1154.
- [34] 张长青,袁霆. 富血小板血浆在临床应用中的争议与研究进展[J]. *中华关节外科杂志(电子版)*, 2016,10(6):588-591.
- [35] WANG S Z, JIN J Y, GUO Y D, *et al.* Intervertebral disc regeneration using platelet-rich plasma-containing bone marrow-derived mesenchymal stem cells: A preliminary investigation [J]. *Mol Med Rep*, 2016,13(4):3475-3481.
- [36] WANG S Z, FAN W M, JIA J, *et al.* Is exclusion of leukocytes from platelet-rich plasma (PRP) a better choice for early intervertebral disc regeneration? [J]. *Stem Cell Res Ther*, 2018,9(1):199.
- [37] YAŞAR ŞİRİN D, YILMAZ İ, İSYAR M, *et al.* Does leukocyte-poor or leukocyte-rich platelet-rich plasma applied with biopolymers have superiority to conventional platelet-rich plasma applications on chondrocyte proliferation? [J]. *Eklemler Hastalıkları Cerrahisi*, 2017,28(3):142-151.
- [38] XU Z, YIN W, ZHANG Y, *et al.* Comparative evaluation of leukocyte- and platelet-rich plasma and pure platelet-rich plasma for cartilage regeneration[J]. *Sci Rep*, 2017,7:43301.
- [39] 涂祺豪. 局部应用去白细胞富血小板血浆延缓椎间盘退变的基础与临床研究[D]. 青岛:青岛大学, 2021.
- [40] 殷文靖,徐正良,盛加根,等. 去白细胞和富白细胞富血小板血浆对软骨细胞增殖迁移的作用[J]. *中华关节外科杂志(电子版)*, 2016,10(6):618-623.
- [41] YUAN T, GUO S C, HAN P, *et al.* Applications of leukocyte- and platelet-rich plasma (L-PRP) in trauma surgery[J]. *Curr Pharm Biotechnol*, 2012,13(7):1173-1184.
- [42] MAZZOCCA A D, MCCARTHY M B, CHOWANIEC D M, *et al.* The positive effects of different platelet-rich plasma methods on human muscle, bone, and tendon cells[J]. *Am J Sports Med*, 2012,40(8):1742-1749.
- [43] JAIN D, GOYAL T, VERMA N, *et al.* Intradiscal Platelet-Rich Plasma Injection for Discogenic Low Back Pain and Correlation with Platelet Concentration: A Prospective Clinical Trial [J]. *Pain Med*, 2020,21(11):2719-2725.
- [44] YUNG Y L, FU S C, CHEUK Y C, *et al.* Optimisation of platelet concentrates therapy: Composition, localisation, and duration of action[J]. *Asia Pac J Sports Med Arthrosc Rehabil Technol*, 2017,7:27-36.

(收稿日期:2022-12-13;修回日期:2023-02-03;编辑:黎仕娟)