doi:10.11659/jjssx.07E017040

·临床研究·

富血小板血浆复合移植骨用于肱骨髁部骨缺损修复治疗的临床探索

张 猛[1],谢松涛[2],贺西京[3],赵 炜[1],侯益坤[4],秦咏梅[5] (1.安康市中心医院骨二科,陕西 安康 725000;2.第四军医大学西京医院烧伤与皮肤外科,陕西 西安 710032;3.西安交通大学第二附属医院骨二科,陕西 西安 710004;4.岚皋县医院外科,陕西 岚皋 725400;5.新乡医学院第一附属医院,河南 新乡 453100)

[摘 要] **目的** 探讨富血小板血浆(PRP)复合移植骨用于肱骨髁部骨缺损的修复效果。**方法** 选取2012年1月至2015年12月在安康市中心医院行自体骨移植治疗的肱骨髁部骨缺损的135例患者,按照治疗方法的不同分成PRP复合组($n=69$)和传统组($n=66$),分别给予富血小板血浆复合自体骨移植治疗和自体骨移植治疗,比较其手术时间、住院时间、伤口愈合情况、骨折愈合情况、术后1年肘关节活动度,并绘制Kaplan-Meier生存曲线反映2组患者骨性愈合的情况,进行log-rank检验比较其结果。**结果** 2组患者在手术时间、住院时间、伤口愈合情况和术后1年肘关节活动度方面差异均无统计学意义($P>0.05$),但PRP复合组的平均伤口愈合时间(3.8±0.72)周和骨性愈合时间(18.8±3.50)周均明显短于传统组的伤口愈合时间(6.4±0.58)周和骨性愈合时间(22.7±1.55)周,差异均有统计学意义($P=0.000$),PRP复合组骨性愈合情况的Kaplan-Meier生存曲线也显著优于传统组。**结论** PRP能够促进肱骨髁部骨缺损患者自体骨移植后骨折愈合的速度,有利于肘关节功能的恢复。

[关键词] 富血小板血浆;自体骨移植;肱骨髁部;骨缺损

[中图分类号] R274.1 [文献标识码] A [收稿日期] 2017-07-23

Clinical effect of platelet-rich plasma combined with bone graft on bone defect in humeral condylar

ZHANG Meng[1], XIE Song-tao[2], HE Xi-jing[3], ZHAO Wei[1], HOU Yi-kun[4], QIN Yong-mei[5] (1. Second Department of Orthopedics, Ankang Central Hospital, Ankang Shaanxi 725000, China; 2. Department of Burns and Skin Surgery, Xijing Hospital, Fourth Military Medical University, Xi'an Shaanxi 710032, China; 3. Second Department of Orthopedics, Second Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an Shaanxi 710004, China; 4. Department of Surgery, Langao County Hospital, Langao Shaanxi 725400, China; 5. Department of Intensive Medicine, First Affiliated Hospital of Xinxiang Medical College, Xinxiang Henan 453100, China)

[基金项目] 河南省教育厅年度自然科学研究计划项目(2011A320015)

[13] Jing Y, Han Z, Zhang S, et al. Epithelial-mesenchymal transition in tumor microenvironment[J]. Cell Biosci, 2011, 1: 29. doi: 10.1186/2045-3701-1-29.

[14] Tosolini M, Kirilovsky A, Mlecnik B, et al. Clinical impact of different classes of infiltrating T cytotoxic and helper cells (Th1, Th2, Treg, Th17) in patients with colorectal cancer[J]. Cancer Res, 2011, 71: 1263-1271. doi: 10.1158/0008-5472.CAN-10-2907.

[15] Stockinger B, Veldhoen M, Martin B. Th17 T cells: linking innate and adaptive immunity[J]. Semin Immunol, 2007, 19(6): 353-361. doi: 10.1016/j.quascirev.2005.08.008.

[16] Du WJ, Zhen JH, Zong ZQ, et al. Expression of interleukin-17 associated with disease progression and liver fibrosis with hepatitis B virus infection: IL-17 in HBV infection[J]. Diagn Pathol, 2013, 8: 40. doi: 10.1186/1746-1596-8-40.

[17] Yeh CY, Shun CT, Kuo YM, et al. Activated human valvular interstitial cells sustain interleukin-17 production to recruit neutrophils in infective endocarditis[J]. Infect Immun, 2015, 83(6): 2202-2212. doi: 10.1128/IAI.02965-14.

[18] Karbach S, Croxford AL, Oelze M, et al. Interleukin 17 drives vascular inflammation, endothelial dysfunction, and arterial hypertension in psoriasis-like skin disease[J]. Arterioscler Thromb Vasc Biol, 2014, 34(12): 2658-2668. doi: 10.1161/ATVBAHA.114.304108.

[19] Moran EM, Mastaglia FL. The role of interleukin-17 in immune-mediated inflammatory myopathies and possible therapeutic implications[J]. Neuromuscul Disord, 2014, 24(11): 943-952. doi: 10.1016/j.nmd.2014.06.432.

[20] Baharlou R, Khezri A, Razmkhah M, et al. Increased interleukin-17 transcripts in peripheral blood mononuclear cells, a link between T-helper 17 and proinflammatory responses in bladder cancer[J]. Iran Red Crescent Med J, 2015, 17(2): e9244. doi: 10.5812/ircmj.9244.

[21] Mendes EA, Mendes TA, dos Santos SL, et al. Expression of IL-4, IL-10 and IFN-γin the liver tissue of cattle that are naturally infected with fasciola hepatica[J]. Vet Parasitol, 2013, 195(1-2): 177-182. doi: 10.1016/j.vetpar.2013.03.035.

[22] Dhar D, Seki E, Karin M. NCOA5, IL-6, type 2 diabetes, and HCC: The deadly quartet[J]. Cell Metab, 2014, 19(1): 6-7. doi: 10.1016/j.cmet.2013.12.010.

[23] Santini D, Addeo R, Vincenzi B, et al. Exploring the efficacy and safety of single-agent sorafenib in a cohort of Italian patients with hepatocellular carcinoma[J]. Expert Rev Anticancer Ther, 2012, 12(10): 1283-1288. doi: 10.1586/era.12.102.

[24] 廖楚舒,邓中华,乐杨桦,等. Th17相关炎症因子与原发性肝癌关系的研究[J]. 实用预防医学,2016,23(5):554-556. doi:10.3969/j.issn.1006-3110.2016.05.013.

[25] 樊金焱,刘玉玲,郜国香,等. 外周血中Th17/Treg细胞及炎症因子水平与宫颈病变程度、HPV危险分型的关系[J]. 山东医药,2017,57(29):41-43. doi:10.3969/j.issn.1002-266X.2017.29.013.

(编辑:杨 颖)

Abstract: **Objective** To investigate the effect of platelet-rich plasma(PRP) combined with bone graft in the treatment of humeral condylar bone defect. **Methods** A total of 135 patients with humeral condylar bone defect in Ankang central hospital from January 2012 to December 2015 were divided into the PRP combined group($n=69$) and the conventional group($n=66$) according to the order of admission time. The patients of PRP combined group were treated with platelet-rich plasma combined with autologous bone graft, and patients of conventional group received autologous bone graft, respectively. The surgery time, hospitalization time, wound healing, fracture union and the motion of elbow joint at postoperative 1 year between two groups were compared. The Kaplan-Meier survival curve was used to reflect the bone healing in both groups, and the log-rank test was used to compare the result. **Results** There was no statistically significant difference in the surgery time, hospitalization time, wound healing and motion of elbow joint at postoperative 1 year between the two groups($P>0.05$). But the average time of wound healing (3.8 ± 0.72) weeks and the time of bone union (18.8 ± 3.50) weeks in PRP combined group were significantly shorter than (6.4 ± 0.58) weeks and (22.7 ± 1.55) weeks in the conventional group($P=0.000$), the differences were significant. The Kaplan-Meier survival curve of the bone union in the PRP combined group was also significantly better than that in the conventional group. **Conclusion** PRP can promote the healing of fracture in patients with humeral condylar bone defect after autologous bone graft, which contributes to the recovery of elbow function.

Keywords: platelet rich plasma; autogenous bone graft; humeral condyle; bone defect

肘关节解剖结构复杂,常易发生粉碎性骨折,有效复位及固定的难度较大。若内固定选择不恰当,肱骨髁部骨折患者术后断端易出现骨吸收、骨缺损及骨不连,严重影响肘关节功能。自体骨移植是目前治疗骨缺损应用最广范的方法,愈合率可达91%,是目前骨移植的"金标准"。但是,自体骨移植后骨性愈合时间相对较长,患者开始功能锻炼的时间延后,影响了术后肘关节的功能恢复。因此,研究者们尝试了多种方法,以期加速自体骨移植后骨性愈合,其中最常用的是使用带血运自体骨进行移植,如带肌蒂骨瓣移植、吻合血管骨移植,但 Azi 等[1]进行的 Meta 分析表明,血运自体骨移植与非血运自体骨移植在愈合速度上差异并无统计学意义,血运自体骨移植仅比非血运自体骨移植具有更低的感染风险。富血小板血浆(platelet-rich plasma,PRP)是自体血小板的浓缩物,含有多种生长因子和细胞因子。研究表明,PRP 可通过刺激细胞迁移、细胞增殖、血管生成和基质合成来启动和促进愈合,被认为是加速骨骼和软组织愈合的潜在疗法[2-3]。尽管 PRP 在各种肌肉骨骼损伤的治疗效果(如骨骼、软骨、韧带和肌腱)已得到大量基础研究的证实[4-5],但只有少数的Ⅰ级临床证据证明其在临床应用方面同样有效[6-12]。因此,PRP 能否促进自体骨移植后骨性愈合的速度,仍然是一个值得探讨的临床问题。本研究通过分析比较自体富血小板血浆复合移植骨与单纯移植骨对肱骨髁部骨缺损的修复疗效,旨在探索富血小板血浆加速移植骨愈合的效果,为肱骨髁部骨缺损的修复治疗提供临床依据。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选取 2012 年 1 月至 2015 年 12 月在安康市中心医院需行自体骨移植治疗的肱骨髁部骨缺损患者 135 例。纳入标准:①肱骨髁部骨折术后 1 年;②X 射线或 CT 诊断为肱骨髁部骨缺损,需行自体骨移植治疗;③单一部位骨缺损;③缺损范围 1 ~4 cm^2。排除标准:①开放性创口及有炎性反应病灶者;②合并类风湿性关节炎、明显关节畸形者;③患严重血液系统疾病者;④患严重慢性器质性疾病不适合参与本研究者。本研究中,2012 年 1 月至 2013 年 12 月收治的 66 例患者采用传统自体骨移植治疗的常用方法,即单纯自体髂骨移植治疗(传统组);2014 年 1 月至 2015 年 12 月收治的 69 例患者采用富血小板血浆复合自体骨移植治疗(PRP 复合组)。2 组患者术前一般资料比较差异无统计学意义($P>0.05$),见表 1。本研究获伦理委员会批准,患者及家属知情同意并在术前签署知情同意书。

表 1 2 组患者术前一般资料的比较

组别	n	性别(例)		年龄	致伤原因(例)			骨缺损量	肘关节活动度(°)		Cassebaum 评分优良
		男	女	(岁)	交通伤	重物压伤	跌伤	(cm^2)	屈	伸	[例(%)]
PRP 复合组	69	42	27	36.2±16.8	42	9	18	2.3±1.3	103.3±12.8	34.6±5.7	12(17.4)
传统组	66	39	27	35.8±18.9	39	12	15	2.4±1.5	102.7±14.9	35.3±4.8	9(13.6)
χ^2/t		0.044		0.130		0.746		−0.414	0.251	−0.770	0.362
P		0.833		0.897		0.689		0.679	0.802	0.443	0.547

1.2 手术方法

传统组手术采用全身麻醉或臂丛神经阻滞麻醉。自原手术入路显露骨折处,有内固定者先取出内固定,去除增生阻碍骨折愈合的肉芽组织、骨端硬化骨痂,骨端修整齐至骨端有鲜血渗出,打通骨髓腔,充分清理关节面内游离骨块及纤维组织,保护原有关节软骨。根据髁部所需植骨量,自髂骨外层面切取适量髂骨块置入庆大霉素盐水中备用。在复位固定好的缺损处植入准备好的自体移植髂骨,并采用多种方式组合内固定髁部、植骨块。根据肘关节活动度对关节周围软组织及粘连的关节囊进行松解。仔细缝合肘后方肌肉及深筋膜,覆盖植骨块及内固定物。

PRP 复合组采用与传统组相同的麻醉方法、切口入路及内固定方式,不同之处在于植入的是富血小板血浆复合移植骨。该移植骨制作方式如下:首先采用岳勇等[13]报道的二次离心法制作自体 PRP。然后将其与取出的自体髂骨、2 u 血凝酶、明胶海绵、1 mL 葡萄糖酸液混合,形成达到实验要求的混合物,植入复位固定好的粉碎性骨折缺损处。分离后所得到的红血球、血浆再回输到患者体内。

1.3 术后处理

手术完成后留置引流管,引流 24 ~ 48 h。以石膏托固定患肢于功能位,术后 3 ~ 6 周去除石膏托,开始进行患肢功能锻炼。

1.4 随访及观察指标

术后嘱患者每 2 周到门诊复查进行随访,直至术后 24 周。终点事件定义为患者达到骨性愈合。生存时间定义为骨性愈合时间,即自手术之日起至骨性愈合之间的时间(以周为单位)。删失定义为失访或研究终止时,患者仍未达到骨性愈合。

观察指标包括:①手术时间、住院时间。②伤口愈合情况。临床愈合标准分为甲、乙、丙三级愈合:甲级愈合,用“甲”代表,指愈合优良,没有不良反应的初期愈合;乙级愈合,用“乙”代表,指愈合欠佳,愈合处有炎症反应,如红肿、硬结、血肿、积液等但未化脓;丙级愈合,用“丙”代表,指切口化脓,需切开引流。③骨折愈合情况。骨折临床愈合标准:局部无压痛,无纵向叩击痛;局部无异常活动;X 射线检查显示骨折线模糊,有连续性骨痂通过骨折线,功能测定:在解除外固定情况下,上肢能平举 1 kg 达数分钟,下肢能连续徒手步行 3 min,且不少于 30 步;连续观察 2 周骨折处不变形,则观察的第 1 天即为临床愈合日期。骨性愈合标准:符合以上影像学检查标准,X 射线显示有骨小梁通过骨折线,且骨折线完全消失或接近消失。④术后 1 年肘关节活动度。根据改良 Cassebaum 评分系统评价,关节活动度可分为 4 级:“优”指伸肘 15°、屈肘 130°肘关节无症状;“良”指伸肘 30°、屈肘 120°肘关节无或有症状;“可”指伸肘 40°、屈肘 90° ~ 120°,肘关节有症状;“差”指伸肘 40°、屈肘小于 90°。“改良 Cassebaum 评分优良率”定义为“优”“良”等级人数占总人数的率比。

1.5 统计学分析

采用 SPSS 18.0 软件进行统计学分析,手术时间、住院时间、骨折临床愈合时间、骨性愈合时间、肘关节活动度等计量资料满足正态分布和方差齐性者以均值 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,利用两独立样本 t 检验进行组间比较;计数资料及率(改良 Cassebaum 评分优良率等)采用 χ^2 检验进行组间比较,$P < 0.05$ 为差异有统计学意义。通过绘制 Kaplan-Meier 生存曲线反映 2 组患者骨性愈合的情况,其中生存率定义为“未达骨性愈合比例”,其意义为截至该时间点,未达骨性愈合的患者数占该组患者人数的比例。采用 log-rank 检验比较 2 组患者 Kaplan-Meier 生存曲线是否有统计学差异。

2 结果

2.1 2 组患者手术及术后情况比较

2 组患者术中采用的内固定方式、手术时间及术后住院时间比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),见表 2、3。术后伤口愈合情况均为甲级愈合,无红肿、硬结、血肿、积液等不良反应。2 组患者术后 1 年肘关节活动度比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 3。根据改良 Cassebaum 评分系统评价,PRP 复合组:优 36 例,良 24 例,中 6 例,差 3 例,优良率为 87.0%;传统组:优 27 例,良 21 例,中 12 例,差 6 例,优良率为 72.7%。2 组优良率比较,差异无统计学意义($P = 0.233$),见表 3。

表 2 2 组患者手术方式的比较[例(%)]

组别	n	记忆加压接骨板结合克氏针张力带或空心钉	克氏针张力带加空心钉	肱骨双侧重建钢板	髁部解剖钢板结合空心钉张力带	χ^2	P
PRP 复合组	69	19(27.5)	11(15.9)	21(30.4)	18(27.3)	0.235	0.972
传统组	66	18(27.3)	12(18.2)	18(27.3)	18(27.3)		

表 3 2 组患者手术相关指标、伤口和骨性愈合时间及术后功能恢复情况的比较

组别	n	手术时间(h)	住院时间(d)	伤口愈合时间(周)	骨性愈合时间(周)	肘关节活动度(°)		Cassebaum 评分优良[例(%)]
						屈	伸	
PRP 复合组	69	2.2±0.5	22.9±0.8	3.8±0.72	18.8±3.50	128.1±24.5	12.5±19.6	60(87.0)
传统组	66	2.1±0.6	23.1±0.5	6.4±0.58	22.7±1.55	121.3±17.5	15.8±14.3	49(74.2)
χ^2/t		1.054	−1.733	−23.043	−8.306	1.848	−1.113	3.507
P		0.294	0.085	0.000	0.000	0.292	0.268	0.061

2.2 2 组患者骨折愈合情况分析

Kaplan-Meier 生存曲线(图 1)显示了 2 组患者骨性愈合的情况,各阶段未达骨性愈合比例的估计值及标准误(表 4)。2 组患者均随访至术后 24 周,无失访。PRP 复合组患者于术后 12 周开始达到骨性愈合(术后 12 周未达骨性愈合比例为 95.7%),在随访结束时均达骨性愈合;传统组患者于术后 20 周开始达到骨性愈合(术后 20 周未达骨性愈合比例为 81.8%),在随访结束时尚有 15 例未达骨性愈合(术后 24 周未达骨性愈合比例为 22.7%)。该生存曲线(图 1)的比较采用 log-rank 检验($\chi^2=50.925$, $P=0.000$),说明 PRP 复合组患者的骨性愈合情况优于传统组。PRP 复合组的平均伤口愈合时间和平均骨性愈合时间均明显短于传统组的伤口愈合时间和骨性愈合时间,2 组比较差异有统计学意义($P=0.000$,表 3)。

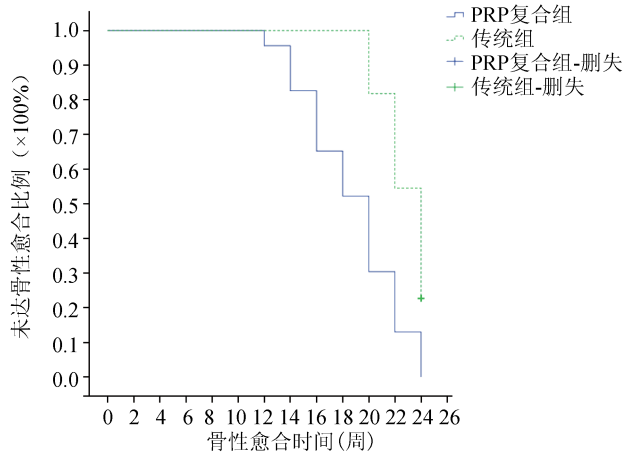


图 1 2 组患者的骨性愈合比例比较(Kaplan-Meier 生存曲线)

3 讨论

肱骨髁部骨折占全部成人肘关节骨折的 2%[14],其中,肱骨髁间骨折是年轻人最常见的骨折之一,约占年轻人肘关节骨折的 30%[15],肘关节功能的快速恢复对年轻人尤为重要。但肱骨髁间骨折术后极易形成骨缺损,而常用的治疗骨缺损的方法——自体骨移植会延长骨性愈合时间,不利于肘关节的恢复。因此,本研究利用 PRP 处理过的自体移植骨对肱骨髁部骨缺损的患者进行修复治疗,旨在探索PRP能否加速移植骨的骨性愈合。

表 4 2 组患者的骨性愈合时间比较(Kaplan-Meier 法)

组别	时间(周)	未达骨性愈合比例(%)	
		估计	标准误
PRP 复合组	12	95.7	2.5
	14	82.6	4.6
	16	65.2	5.7
	18	52.2	6.0
	20	30.4	5.5
	22	13.0	4.1
	24	0.0	0.0
传统组	20	81.8	4.7
	22	54.5	6.1
	24	22.7	5.2

本研究结果显示,2 组患者手术时间及术后住院时间比较差异均无统计学意义,提示 PRP 复合自体骨移植不会增加医生手术操作时间和患者的住院时间;术后伤口愈合情况均为甲级愈合,提示 PRP 不会影响伤口愈合,说明 PRP 复合自体骨移植易于被医生和患者接受进而在临床推广。

2 组患者骨折愈合情况的随访分析结果显示,PRP 复合组的临床愈合时间和骨性愈合时间均明显短于传统组,这表明 PRP 能够促进自体骨移植后骨性愈合的速度。其可能的机制是:骨整合和骨形成阶段均与血小板和血凝块有关,而 PRP 含有大量的活性生长因子,如血小板源性生长因子(plateletderivedgrowthfactor, PDGF)、转化生长因子(transforminggrowthfactor, TGF)、骨钙素等 30 多种生长因子[16],同时也含有纤黏连蛋白、亲玻黏连蛋白及纤维素,这些物质能够促进成骨细胞增殖、分化与移植骨的再血管化,提高新骨的再生与骨愈合能力[17]。此外,PRP 的使用改善了手术腔的微环境,允许附着更密集和更有效的移植物,并保留缺损局部区域促使骨再生。因此,PRP 可能有利于增加患者的骨愈合率,尤其是对于骨性愈合受到抑制的患者,如老年人及患有骨质疏松症、糖尿病或骨质再生受损的其他疾病的患者。

尽管术后 1 年肘关节活动度和改良 Cassebaum 评分系统评价结果显示,2 组患者肘关节活动度的比较差异无统计学意义,但我们发现 PRP 复合组患者的肘

关节活动度还是优于传统组,这可能与 PRP 复合组患者的骨性愈合时间缩短,患者功能锻炼较早相关。

当然,本研究仍然存在一些不足。一是纳入样本量较小,二是许多关键问题仍然没有得到回答,如:需要更多的临床研究来探讨 PRP 的处理剂量、时间和频率,移植的最佳生理条件,以及联合使用重组蛋白、细胞因子、生长因子、生物支架和干细胞等技术的可行性。综上所述,本研究通过分析比较 PRP 复合移植骨与单纯移植骨对肱骨髁部骨缺损的修复疗效,说明 PRP 能够促进肱骨髁部骨缺损患者自体骨移植后骨折愈合的速度,有利于肘关节功能的恢复,为肱骨髁部骨缺损的修复治疗提供了临床依据。

[参考文献]

[1] Azi ML,Aprato A,Santi I,et al. Autologous bone graft in the treatment of post-traumatic bone defects:a systematic review and meta-analysis[J]. BMC Musculoskelet Disord,2016,17(1):465. doi:10.1186/s12891-016-1312-4.

[2] Wasterlain AS,Braun HJ,Harris AH,et al. The systemic effects of platelet-rich plasma injection[J]. Am J Sports Med,2013,41(1):186-193. doi:10.1177/0363546512466383.

[3] Cugat R,Cusco X,Seijas R,et al. Biologic enhancement of cartilage repair:the role of platelet-rich plasma and other commercially available growth factors[J]. Arthroscopy,2015,31(4):777-783. doi:10.1016/j.arthro.2014.11.031.

[4] Zhang JY,Fabricant PD,Ishmael CR,et al. Utilization of platelet-rich plasma for musculoskeletal injuries: an analysis of current treatment trends in the United States[J]. Orthop J Sports Med,2016,4(12):2325967116676241. doi:10.1177/2325967116676241.

[5] Smyth NA,Murawski CD,Fortier LA,et al. Platelet-rich plasma in the pathologic processes of cartilage:review of basic science evidence[J]. Arthroscopy,2013,29(8):1399-1409. doi:10.1016/j.arthro.2013.03.004.

[6] Cerza F,Carn S,Carcangiu A,et al. Comparison between hyaluronic acid and platelet-rich plasma,intra-articular infiltration in the treatment of gonarthrosis[J]. Am J Sports Med,2012,40(12):2822-2827. doi:10.1177/0363546512461902.

[7] Gosens T,Peerbooms JC,Laar WV,et al. Ongoing positive effect of platelet-rich plasma versus corticosteroid injection in lateral epicondylitis a double-blind randomized controlled trial with 2-year follow-up[J]. Am J Sports Med, 2011, 39(39): 1200-1208. doi: 10.1177/0363546510397173.

[8] Meheux CJ,Mcculloch PC,Lintner DM,et al. Efficacy of intra-articular platelet-rich plasma injections in knee osteoarthritis:a systematic review[J]. Arthroscopy,2016,32(3):495-505. doi:10.1016/j.arthro.2015.08.005.

[9] Patel S,Dhillon MS,Aggarwal S,et al. Treatment with platelet-rich plasma is more effective than placebo for knee osteoarthritis:a prospective,double-blind,randomized trial[J]. Am J Sports Med,2013,41(2):356-364. doi:10.1177/0363546512471299.

[10] Sánchez M,Fiz N,Azofra J,et al. A randomized clinical trial evaluating plasma rich in growth factors(PRGF-Endoret) versus hyaluronic acid in the short-term treatment of symptomatic knee osteoarthritis[J]. Arthroscopy,2012,28(8):1070-1078. doi:10.1016/j.arthro.2012.05.011.

[11] Thanasas C,Papadimitriou G,Charalambidis C,et al. Platelet-rich plasma versus autologous whole blood for the treatment of chronic lateral elbow epicondylitis:a randomized controlled clinical trial[J]. Am J Sports Med, 2011, 39(39): 2130-2134. doi: 10.1177/0363546511417113.

[12] Vaquerizo V,Plasencia Má,Arribas I,et al. Comparison of intra-articular injections of plasma rich in growth factors(PRGF-Endoret) versus Durolane hyaluronic acid in the treatment of patients with symptomatic osteoarthritis:a randomized controlled trial[J]. Arthroscopy,2013,29(10):1635-1643. doi:10.1016/j.arthro.2013.07.264.

[13] 岳 勇,帕尔哈提·热西提,王 强,等. 自体富血小板血浆与自体骨移植治疗粉碎性骨折:随机对照随访[J]. 中国组织工程研究,2014,18(22):3603-3608. doi:10.3969/j.issn.2095-4344.2014.22.027.

[14] Bégué T. Articular fractures of the distal humerus[J]. Orthop Traumatol Surg Res,2014,100(1 Suppl):S55-63. doi:10.1016/j.otsr.2013.11.002.

[15] Kumar S,Singh S,Kumar D,et al. Intercondylar humerus fracture- parallel plating and its results[J]. J Clin Diagn Res,2015,9(1):RC01-4. doi:10.7860/JCDR/2014/12137.5479.

[16] Jeong KI,Kim SG,Oh JS,et al. Effect of platelet-rich plasma and platelet-rich fibrin on peri-implant bone defects in dogs[J]. J Biomed Nanotechnol,2013,9(3):535-537. doi:10.1166/jbn.2013.1503.

[17] Mazzocca AD,McCarthy MB,Chowaniec DM,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. doi:10.1177/0363546512452713.

(编辑:杨 颖)