

· 文献研究 ·

前交叉韧带重建术联合富血小板血浆关节腔注射
治疗前交叉韧带损伤临床疗效和安全性的 Meta 分析

卢岩岩, 王鸿雁, 王明君, 李鹏, 杨鑫, 高文香

(河南省洛阳正骨医院/河南省骨科医院, 河南 郑州 450016)

摘要 目的:评价前交叉韧带(anterior cruciate ligament, ACL)重建术联合富血小板血浆(platelet rich plasma, PRP)关节腔注射治疗 ACL 损伤的临床疗效和安全性。**方法:**应用计算机检索 PubMed、Cochrane Library、Embase、Web of Science、中国知网、维普网和万方数据库中关于 ACL 重建术联合 PRP 关节腔注射治疗 ACL 损伤的随机对照试验文献,检索时限均为建库至 2020 年 12 月。试验组采用 ACL 重建术联合 PRP 关节腔注射治疗,对照组采用 ACL 重建术治疗。由 2 名研究者根据纳入和排除标准独立进行文献筛选和数据提取,意见不一致时讨论解决。采用 Cochrane 手册中的偏倚风险评估工具对纳入文献的质量进行评估,采用 RevMan5.3 软件进行数据统计分析。**结果:**共检索到 585 篇文献,通过逐层筛选,最终纳入 12 篇文献,其中中文文献 8 篇,英文文献 4 篇,共涉及 681 例患者。Meta 分析结果显示,试验组和对照组患者膝关节疼痛视觉模拟量表评分、Lysholm 膝关节评分、国际膝关节文献委员会膝关节评分、胫骨相对前移距离 KT1000/2000 测量值、韧带重建 MRI 评分、股骨隧道直径、胫骨隧道直径、骨隧道直径(将股骨隧道直径和胫骨隧道直径合并)的组间差异均无统计学意义[$MD = 0.22, 95\% CI(-0.14, 0.57), P = 0.230$; $MD = 1.61, 95\% CI(-0.73, 3.95), P = 0.180$; $MD = 2.32, 95\% CI(-0.92, 5.55), P = 0.160$; $MD = 0.08, 95\% CI(-0.98, 1.15), P = 0.880$; $MD = 0.24, 95\% CI(-0.04, 0.52), P = 0.090$; $MD = -0.25, 95\% CI(-1.10, 0.61), P = 0.57$; $MD = 0.17, 95\% CI(-0.77, 1.10), P = 0.730$; $MD = -0.08, 95\% CI(-0.85, 0.69), P = 0.840$]。**结论:**采用 ACL 重建术联合 PRP 关节腔注射与采用 ACL 重建术治疗 ACL 损伤的临床疗效和安全性相当。

关键词 膝关节;前交叉韧带损伤;韧带重建;富含血小板血浆;注射,关节内;专题 Meta 分析

Clinical efficacy and safety of anterior cruciate ligament reconstruction combined with intra-articular injection of platelet-rich plasma for treatment of anterior cruciate ligament injury: a meta-analysis

LU Yanyan, WANG Hongyan, WANG Mingjun, LI Peng, YANG Xin, GAO Wenxiang

Luoyang Orthopedic - Traumatological Hospital, Zhengzhou 450016, Henan, China

ABSTRACT Objective: To evaluate the clinical efficacy and safety of anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction (ACLR) combined with intra-articular injection of platelet-rich plasma (PRP) for treatment of ACL injury. **Methods:** All the randomized controlled trial (RCT) articles about ACLR combined with intra-articular injection of PRP for treatment of ACL injury included from database establishing to December 2020 were retrieved from the PubMed, Cochrane Library, Embase, Web of Science, China National Knowledge Internet, Vip Database and Wanfang Database through computer. The patients in experimental group were treated with ACLR combined with intra-articular injection of PRP, while the ones in control group with ACLR alone. The articles were screened and the information was extracted independently by two researchers according to the inclusion and exclusion criteria, and if any disagreement was found between them, discussion was conducted for making a final decision. The methodological quality of research in the articles was evaluated by using bias risk assessment tools recommended by Cochrane handbook, and then a Meta-analysis was conducted by using RevMan5.3 software. **Results:** Five hundred and eighty-five articles were searched out. After screening, 12 articles (681 patients) were included in the final analysis, including 8 Chinese articles and 4 English articles. The results of Meta-analysis revealed that there was no statistical difference in knee pain visual analogue scale (VAS) score, Lysholm knee score, International Knee Documentation Committee (IKDC) knee score, value of relative forward distance of tibia measured by KT1000/2000, MRI scores of ligament reconstruction, femoral tunnel diameter, tibial tunnel diameter and merged bone tunnel diameter between experimental group and control group ($MD = 0.22, 95\% CI(-0.14, 0.57), P = 0.230$; $MD = 1.61, 95\% CI(-0.73, 3.95), P = 0.180$; $MD = 2.32, 95\% CI(-0.92, 5.55), P = 0.160$; $MD = 0.08, 95\% CI(-0.98, 1.15), P = 0.880$; $MD = 0.24, 95\% CI(-0.04, 0.52), P = 0.090$; $MD = -0.25, 95\% CI(-1.10, 0.61), P = 0.57$; $MD = 0.17, 95\% CI(-0.77, 1.10), P = 0.730$; $MD = -0.08, 95\% CI(-0.85, 0.69), P = 0.840$).

基金项目:河南省重点中医学科(专科)学术带头人培养项目(2015ZY03008)

通讯作者:高文香 E-mail: lxf3552@sohu.com

0.24, 95% CI (-0.04, 0.52), $P = 0.090$; $MD = -0.25$, 95% CI (-1.10, 0.61), $P = 0.57$; $MD = 0.17$, 95% CI (-0.77, 1.10), $P = 0.730$; $MD = -0.08$, 95% CI (-0.85, 0.69), $P = 0.840$). **Conclusion:** ACLR combined with intra-articular injection of PRP is similar to ACLR in clinical efficacy and safety in treatment of ACL injury.

Keywords knee joint; anterior cruciate ligament injuries; ligament reconstruction; platelet-rich plasma; injections, intra-articular; Meta-analysis as topic

前交叉韧带 (anterior cruciate ligament, ACL) 损伤是膝关节最常见的运动损伤之一。ACL 损伤难以自愈, 且会继发半月板损伤和膝关节退变, 影响膝关节的稳定性和功能^[1]。目前多数学者认为 ACL 重建术是恢复 ACL 损伤患者膝关节稳定性和功能的首选治疗方法^[2]。关节镜下 ACL 重建术具有损伤小、术后恢复快等优势, 在临床上被广泛应用。然而, 0.7% ~ 10% 的患者在 ACL 重建术后出现膝关节不稳等并发症, 而腱骨愈合不佳是导致膝关节不稳的主要原因^[3-4]。富血小板血浆 (platelet rich plasma, PRP) 通常是指将取自人体自身的外周血液经梯度离心获得的富含血小板的血浆制品^[5]。PRP 中血小板的浓度是正常血液的 3 倍以上, 且富含多种细胞因子和生长因子, 能够促进组织修复。PRP 注射治疗具有制备简单、操作简便、几乎无排异反应等优点。相关研究表明, PRP 关节腔注射能够促进 ACL 重建术后腱骨愈合^[6]。然而, 关于 PRP 关节腔注射是否能够提高 ACL 重建术的临床疗效, 尚存在争议^[6-7]。为了明确 ACL 重建术联合 PRP 关节腔注射治疗 ACL 损伤的临床疗效和安全性, 我们对相关研究进行了系统评价, 现总结报告如下。

1 资料和方法

1.1 文献纳入和排除标准

1.1.1 文献纳入标准 ①国内外公开发表的随机对照试验文献; ②研究对象为 ACL 损伤患者; ③试验组采用 ACL 重建术联合 PRP 关节腔注射治疗, 对照组采用 ACL 重建术治疗; ④结局指标包括膝关节疼痛视觉模拟量表 (visual analogue scale, VAS)、Lysholm 膝关节评分^[8]、国际膝关节文献委员会 (International Knee Documentation Committee, IKDC) 膝关节评分^[9]、胫骨相对前移距离 KT1000/2000 测量值^[10]、韧带重建 MRI 评分^[11]、骨隧道直径^[12]; ⑤语种为中文或英文。

1.1.2 文献排除标准 ①重复发表的文献; ②无法获取全文的文献; ③研究数据不完整, 无明确的结局指标或疗效评价标准的文献。

1.2 文献检索 应用计算机检索 PubMed、Cochrane Library、Embase、Web of Science、中国知网、维普网和万方数据库中关于 ACL 重建术联合 PRP 关节腔注射治疗 ACL 损伤的随机对照试验文献, 检索时限均为建库至 2020 年 12 月。英文检索词为“anterior cruciate ligament”“ACL”“platelet rich plasma”“PRP”, 中文检索词为“前交叉韧带”“前十字韧带”“富血小板血浆”。

1.3 文献筛选与数据提取 由 2 名研究者根据纳入和排除标准独立进行文献筛选和数据提取, 意见不一致时讨论解决。

1.4 文献质量评价 采用 Cochrane 手册中的偏倚风险评估工具对纳入文献的质量进行评估。

1.5 数据统计 采用 RevMan5.3 软件进行数据分析。膝关节疼痛 VAS 评分、Lysholm 膝关节评分、IKDC 膝关节评分、胫骨相对前移距离 KT1000/2000 测量值、骨隧道直径、韧带重建 MRI 评分均以 MD 作为综合效应量。采用 I^2 检验进行异质性检验, 若各研究之间不具有异质性 ($P > 0.1$ 或 $I^2 < 50\%$), 则采用固定效应模型进行 Meta 分析; 若各研究之间具有异质性 ($P \leq 0.1$ 且 $I^2 \geq 50\%$), 则采用随机效应模型进行 Meta 分析; Meta 分析检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 文献检索结果及纳入研究的基本特征 共检索到 585 篇文献, 通过逐层筛选, 最终纳入 12 篇文献^[13-24], 其中中文文献 8 篇, 英文文献 4 篇, 共涉及 681 例患者。纳入研究的基本特征见表 1。

2.2 纳入研究的质量评价 纳入的 12 篇文献均采用随机分组, 其中 9 篇^[14-20, 23-24] 描述了具体的随机分组方法, 但其中 2 篇^[15, 20] 采用的随机分组方法错误。2 篇文献^[21, 23] 描述了分配隐藏方法及盲法。12 篇文献的主要结局指标均完整。纳入研究的偏倚风险评估结果见图 1。

2.3 Meta 分析结果

2.3.1 膝关节疼痛 VAS 评分 4 项研究^[13, 15-16, 18] 报道了膝关节疼痛 VAS 评分, 各研究间不具有异质性

($P=0.670, I^2=0\%$), 采用固定效应模型进行 Meta 分析, 结果显示 2 组患者膝关节疼痛 VAS 评分的差异无统计学意义 [$MD=0.22, 95\% CI(-0.14, 0.57)$, $P=0.230$]. 见图 2。

2.3.2 Lysholm 膝关节评分 10 项研究^[13-22]报道了 Lysholm 膝关节评分, 各研究间具有异质性 ($P=0.000, I^2=71\%$), 采用随机效应模型进行 Meta 分析, 结果显示 2 组患者 Lysholm 膝关节评分的差异无统计

表 1 纳入研究的基本特征

研究	样本量/例		年龄/岁		移植肌腱类型	随访时间/月	结局指标 ¹⁾
	试验组	对照组	试验组	对照组			
纪庆明 2017 ^[13]	17	19	31.59(17~44)	33.68(18~44)	腓绳肌腱	9.8(3~12)	①②③⑤
臧业峰 2019 ^[14]	56	56	40.16±5.82	39.25±5.37	腓绳肌腱	12	②③
王维超 2019 ^[15]	35	35	35.8±12.8	36.5±13.1	腓绳肌腱	14(12~17)	①②③⑤
李炜峰 2018 ^[16]	21	20	34.76±9.782	31.40±9.450	腓绳肌腱	18.6±2.5	①②③④⑤⑥
木彬 2017 ^[17]	16	15	34.66(17~54)		腓绳肌腱	17(12~24)	②③⑥
张挺 2017 ^[18]	31	33	41.6±13.4	46.7±6.7	腓绳肌腱	12.6±2.7	①②⑥
秦豪 2017 ^[19]	25	25	38.2±5.3	39.5±4.6	腓绳肌腱	6	②
董佩龙 2014 ^[20]	20	20	39.2±16.3	41.4±16.2	腓绳肌腱	18(12~24)	②
Starantzis 2014 ^[21]	25	26	29.4±7.3	31.3±8	腓绳肌腱	12	②
Vadalà 2013 ^[22]	20	20	34.5(18~48)		腓绳肌腱	14.7(10~16)	②③④⑥
Nin 2009 ^[23]	50	50	26.1(14~57)	26.6(15~59)	异体髌腱	24.3(18~36)	④
Mirzatooleei 2013 ^[24]	23	23	26.4(18~40)	26.9(18~40)	腓绳肌腱	3	④⑥

注:1)中①为膝关节疼痛视觉模拟量表评分,②为 Lysholm 膝关节评分,③为国际膝关节文献委员会膝关节评分,④为胫骨相对前移距离 KT1000/2000 测量值,⑤为韧带重建 MRI 评分,⑥为骨隧道直径。

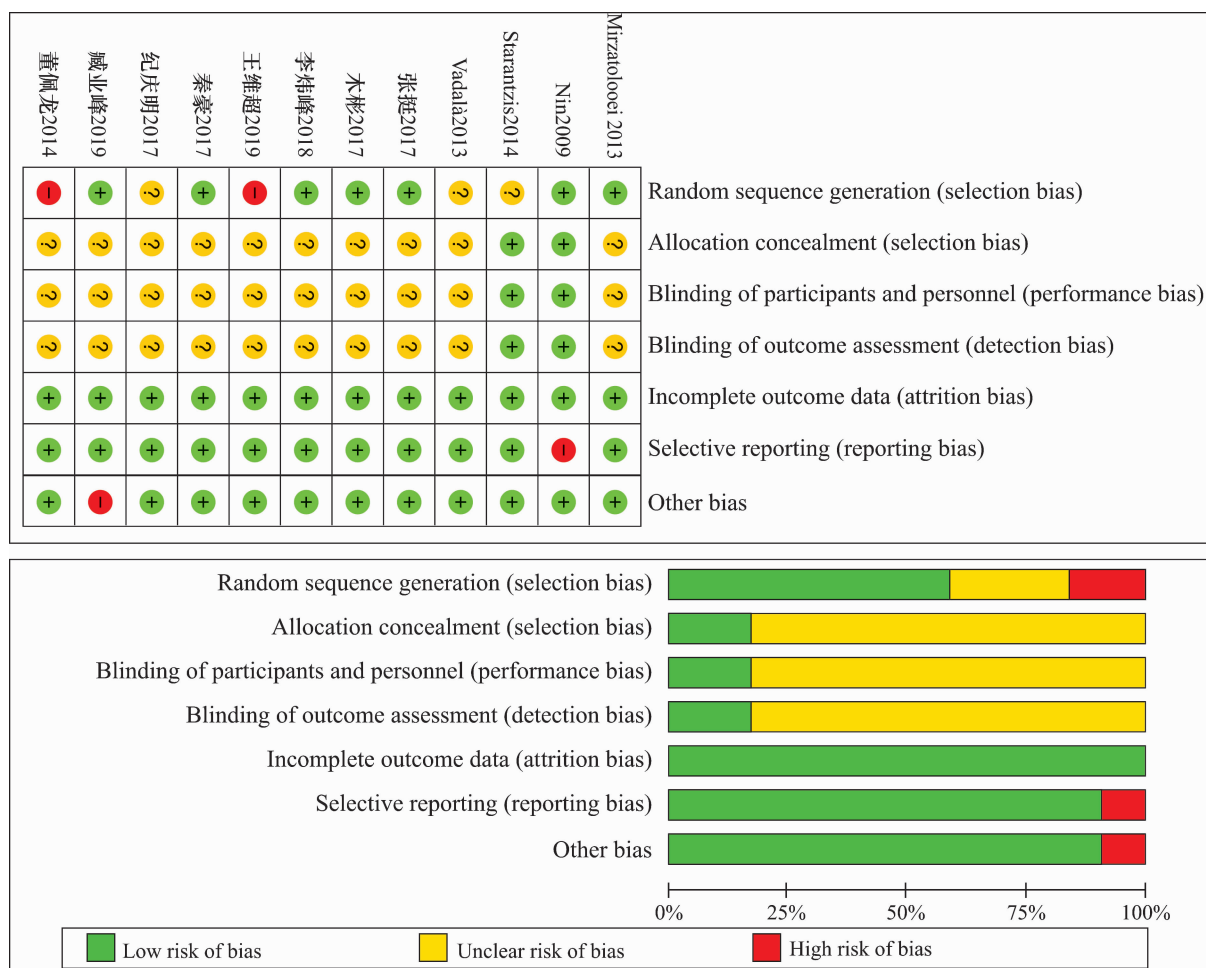


图 1 纳入研究的偏倚风险评估结果

学意义 [$MD = 1.61, 95\% CI (-0.73, 3.95), P = 0.180$]。见图 3。

2.3.3 IKDC 膝关节评分 6 项研究^[13-17,22]报道了 IKDC 膝关节评分,各研究间具有异质性($P = 0.000, I^2 = 80\%$),采用随机效应模型进行 Meta 分析,结果显示 2 组患者 IKDC 膝关节评分的差异无统计学意义 [$MD = 2.32, 95\% CI (-0.92, 5.55), P = 0.160$]。见图 4。

2.3.4 胫骨相对前移距离 KT1000/2000 测量值 4 项研究^[16,22-24]报道了胫骨相对前移距离 KT1000/2000 测量值,各研究间具有异质性($P = 0.000, I^2 = 85\%$),采用随机效应模型进行 Meta 分析,结果显示 2 组患者胫骨相对前移距离 KT1000/2000 测量值的差异无统计学意义 [$MD = 0.08, 95\% CI (-0.98, 1.15), P = 0.880$]。见图 5。

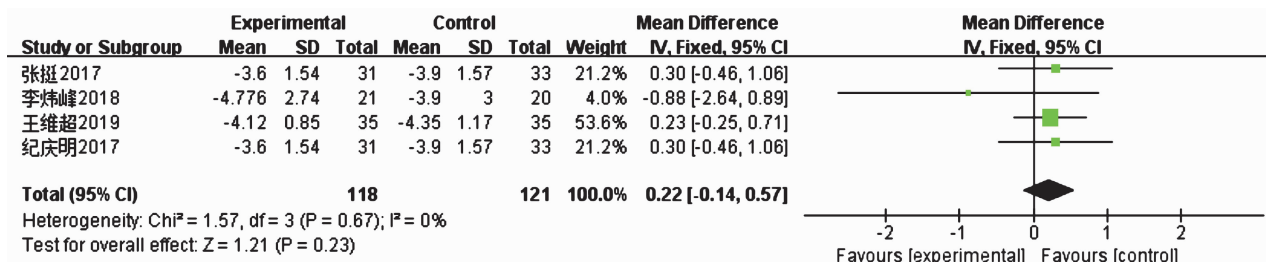


图2 膝关节疼痛视觉模拟量表评分 Meta 分析森林图

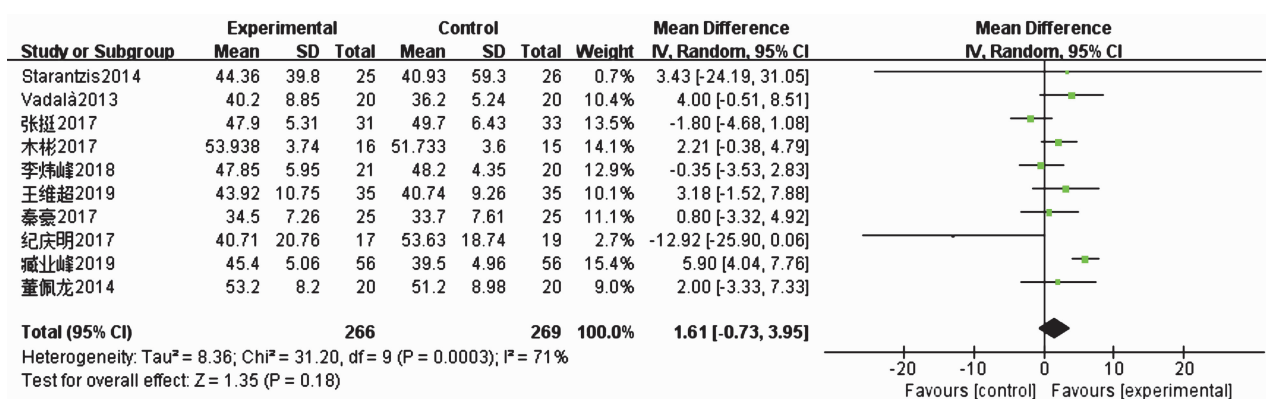


图3 Lysholm 膝关节评分 Meta 分析森林图

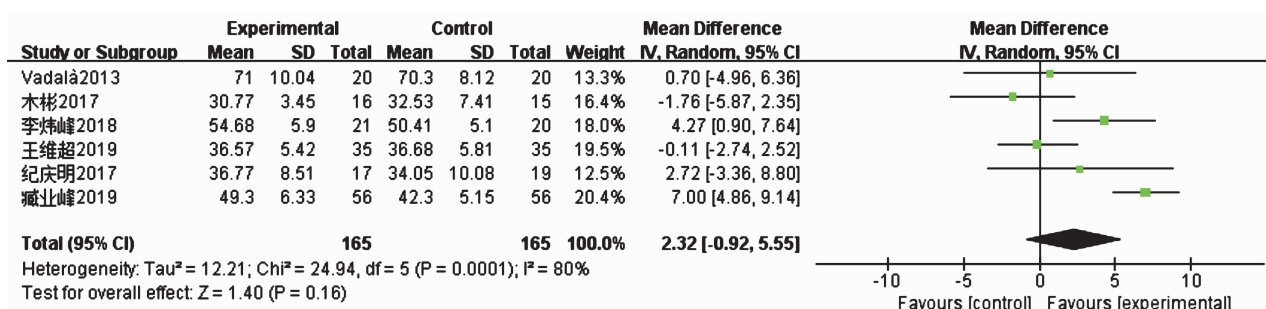


图4 国际膝关节文献委员会膝关节评分 Meta 分析森林图

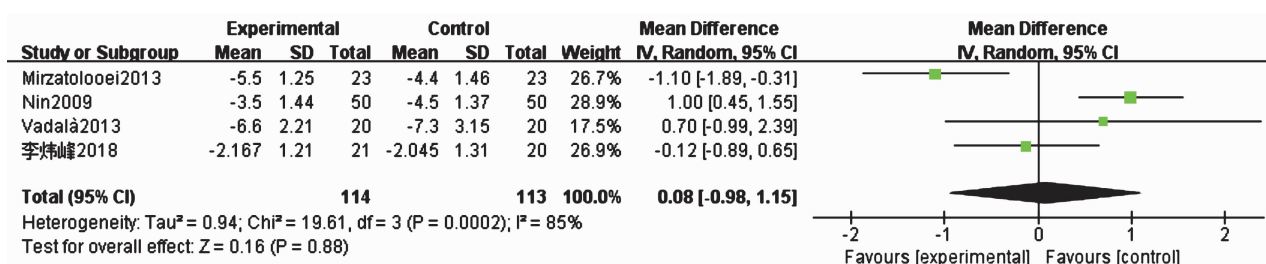


图5 胫骨相对前移距离 KT1000/2000 测量值 Meta 分析森林图

2.3.5 韧带重建 MRI 评分 3 项研究^[13,15-16]报道了韧带重建 MRI 评分,各研究间不具有异质性($P = 0.18, I^2 = 42\%$),采用固定效应模型进行 Meta 分析,结果显示 2 组患者韧带重建 MRI 评分的差异无统计学意义 [$MD = 0.24, 95\% CI (-0.04, 0.52), P = 0.090$]。见图 6。

2.3.6 骨隧道直径 4 项研究^[17-18,22,24]报道了股骨隧道直径,各研究间具有异质性($P = 0.000, I^2 = 97\%$),采用随机效应模型进行 Meta 分析,结果显示 2 组患者股骨隧道直径的差异无统计学意义 [$MD = -0.25, 95\% CI (-1.10, 0.61), P = 0.570$]; 3 项研究^[17,22,24]报道了胫骨隧道直径,各研究间具有异质性($P = 0.000, I^2 = 90\%$),采用随机效应模型进行 Meta 分析,结果显示 2 组患者胫骨隧道直径的差异无统计学意义 [$MD = 0.17, 95\% CI (-0.77, 1.10), P = 0.730$]。将股骨隧道直径和胫骨隧道直径合并分析结果显示,各研究间具有异质性($P = 0.000, I^2 = 98\%$),采用随机效应模型进行 Meta 分析,结果显示 2 组患者骨隧道直径的差异无统计学意义 [$MD = -0.08, 95\% CI (-0.85, 0.69), P = 0.840$]。见图 7。

3 讨论

PRP 的主要有效成分包括转化生长因子 $\beta-1$ 、血管内皮生长因子、胰岛素样生长因子、骨形态发生蛋白、血小板衍生生长因子、表皮生长因子、成纤维细胞生长因子和肝细胞生长因子等^[5],具有促进组织修复、细胞迁移、细胞外基质合成及抗炎等作用^[25-26]。此外,PRP 中的纤维蛋白可作为细胞增殖、分化过程中的临时支架,有助于祖细胞粘附^[25]。Anitua 等^[27-28]研究表明 PRP 能够促进肌腱细胞增殖和胶原合成。李洋等^[29]研究发现 PRP 能够促进腱骨界面胶原纤维形成,增强腱骨界面生物力学强度。翟文亮等^[30-31]研究表明 PRP 可促进腱骨间骨向肌腱内生长,提高腱骨界面的骨密度,增强愈合后腱骨界面的抗拉伸能力,且能够抑制骨隧道扩大。然而,本研究结果表明采用 ACL 重建术联合 PRP 关节腔注射治疗 ACL 损伤与采用 ACL 重建术治疗比较,2 组患者膝关节疼痛 VAS 评分、Lysholm 膝关节评分、IKDC 膝关节评分、胫骨相对前移距离 KT1000/2000 测量值、骨隧道直径、韧带重建 MRI 评分的组间差异均无统计学意义。De Almeida 等^[32]提出 PRP 的镇痛作用可能与

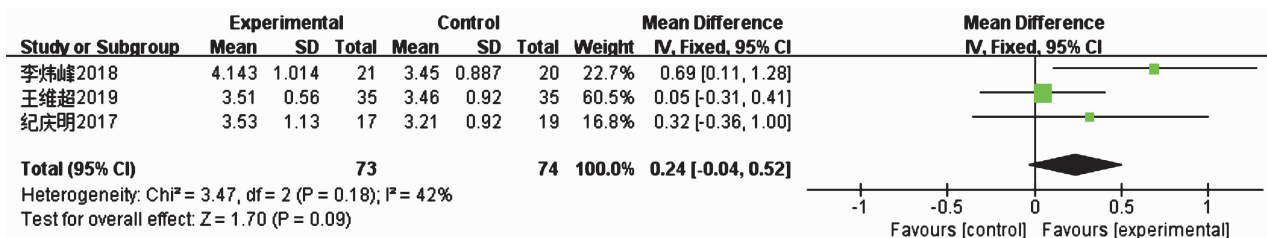


图6 韧带重建 MRI 评分 Meta 分析森林图

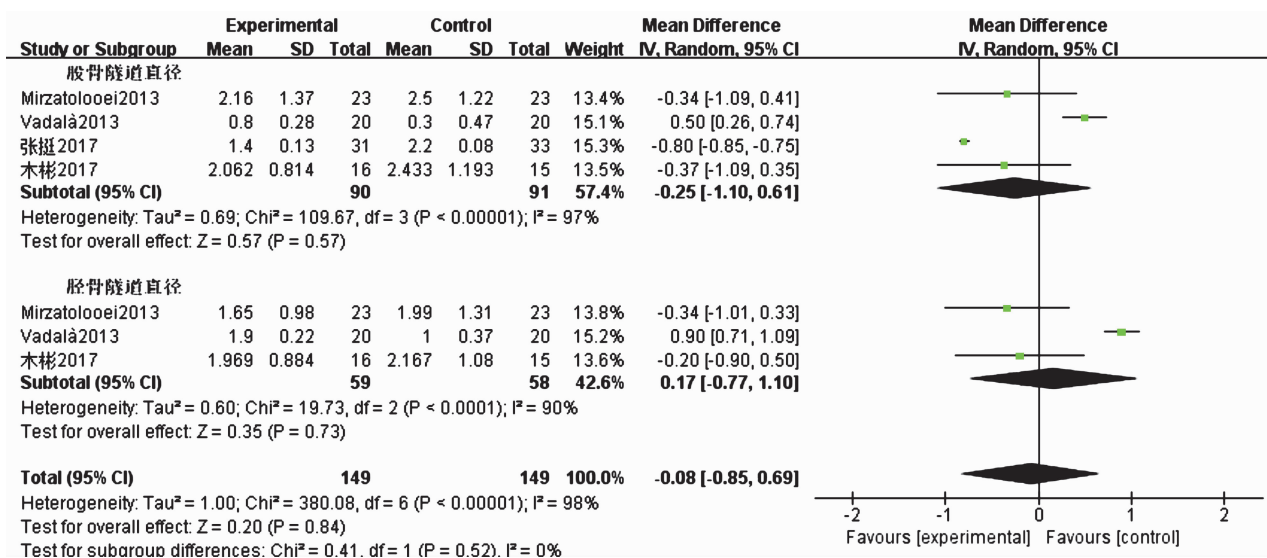


图7 骨隧道直径 Meta 分析森林图

PRP 中的 5-羟色胺、多巴酚、儿茶酚胺等物质有关。Azcárate 等^[33]认为 PRP 能够在术后早期发挥减轻炎症反应、缓解疼痛等作用。然而,随着时间推移,ACL 重建术后患者的膝关节疼痛和功能表现更依赖于个体疼痛阈值和康复方案。临床常采用 MRI 诊断和评估 ACL,韧带重建 MRI 评分能够客观评价韧带重建情况。Vogrin 等^[34]研究发现,PRP 在 ACL 重建术后 6 个月内能够促进重建韧带的血管化、加速组织修复,进而提高重建韧带的稳定性。胫骨/股骨隧道直径扩大是 ACL 重建术的常见并发症,发生率在 25% 以上,会影响重建 ACL 的愈合^[35]。生物因素和机械因素均被认为是隧道扩大的重要原因。应用生物制剂是减少骨隧道扩大的方法之一。PRP 可能在术后早期发挥一定的促进组织愈合的作用,但不能从根本上影响穿通纤维形成的快慢,导致其对最终的腱骨愈合无显著影响。此外,PRP 单次注射以及 PRP 浓度不能稳定维持也可能是其疗效有限的原因。

现有的证据表明,采用 ACL 重建术联合 PRP 关节腔注射治疗 ACL 损伤与采用 ACL 重建术治疗的临床疗效和安全性相当。但本研究尚存在以下局限性:①部分研究未明确分配隐藏方法及盲法;②未能考虑 PRP 制备方法、注射浓度、注射量及注射部位的差异对临床疗效的影响;③未能考虑手术操作、肌腱选择及康复方案的不同对研究结果的影响。

参考文献

- [1] FITHIAN D C, PAXTON L W, GOLTZ D H. Fate of the anterior cruciate ligament - injured knee [J]. Orthop Clin North Am, 2002, 33(4): 621 - 636.
- [2] VAISHYA R, AGARWAL A K, INGOLE S, et al. Current trends in anterior cruciate ligament reconstruction: a review [J]. Cureus, 2015, 7(11): e378.
- [3] 柴昉, 蒋佳, 陈世益. 促进前交叉韧带腱骨愈合的生物治疗技术研究进展 [J]. 中国运动医学杂志, 2016, 35(4): 372 - 377.
- [4] KAWAGUCHI Y, KONDO E, KITAMURA N, et al. Comparisons of femoral tunnel enlargement in 169 patients between single - bundle and anatomic double - bundle anterior cruciate ligament reconstructions with hamstring tendon grafts [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2011, 19(8): 1249 - 1257.
- [5] NGUYEN R T, BORG - STEIN J, MCINNIS K. Applications of platelet - rich plasma in musculoskeletal and sports medicine: an evidence - based approach [J]. PM & R, 2011, 3(3): 226 - 250.
- [6] ORREGO M, LARRAIN C, ROSALES J, et al. Effects of platelet concentrate and a bone plug on the healing of hamstring tendons in a bone tunnel [J]. Arthroscopy, 2008, 24(12): 1373 - 1380.
- [7] SILVA A, SAMPAIO R. Anatomic ACL reconstruction: does the platelet - rich plasma accelerate tendon healing? [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2009, 17(6): 676 - 682.
- [8] BRIGGS K K, LYSCHOLM J, TEGNER Y, et al. The reliability, validity, and responsiveness of the Lysholm score and Tegner activity scale for anterior cruciate ligament injuries of the knee: 25 years later [J]. Am J Sports Med, 2009, 37(5): 890 - 897.
- [9] HIGGINS L D, TAYLOR M K, PARK D, et al. Reliability and validity of the International Knee Documentation Committee (IKDC) Subjective Knee Form [J]. Joint Bone Spine, 2007, 74(6): 594 - 599.
- [10] SERNERT N, KARTUS J, KÖHLER K, et al. Evaluation of the reproducibility of the KT - 1000 arthrometer [J]. Scand J Med Sci Sports, 2001, 11(2): 120 - 125.
- [11] FIGUEROA D, MELEAN P, CALVO R, et al. Magnetic resonance imaging evaluation of the integration and maturation of semitendinosus - gracilis graft in anterior cruciate ligament reconstruction using autologous platelet concentrate [J]. Arthroscopy, 2010, 26(10): 1318 - 1325.
- [12] IORIO R, VADALÁ A, ARGENTO G, et al. Bone tunnel enlargement after ACL reconstruction using autologous hamstring tendons: a CT study [J]. Int Orthop, 2007, 31(1): 49 - 55.
- [13] 纪庆明, 杨育晖, 陈昊, 等. 富血小板血浆辅助前交叉韧带重建治疗的临床疗效分析 [J]. 中国修复重建外科杂志, 2017, 31(4): 410 - 416.
- [14] 臧业峰, 朱卫洁, 赵希春, 等. 自体富血小板血浆联合关节镜下保留残端重建术治疗前交叉韧带损伤的临床研究 [J]. 中国中医骨伤科杂志, 2019, 27(9): 25 - 28.
- [15] 王维超, 徐斌, 涂俊. 富血小板血浆应用于前交叉韧带重建术的疗效 [J]. 安徽医学, 2019, 40(4): 361 - 365.
- [16] 李炜峰. 富血小板血浆用于前交叉韧带重建术后的临床疗效研究 [D]. 南宁: 广西中医药大学, 2018.
- [17] 木彬. 富血小板血浆对前交叉韧带重建术后骨隧道扩大的影响 [D]. 南宁: 广西中医药大学, 2017.
- [18] 张挺. 富血小板血浆在镜下前交叉韧带重建中的短期临床疗效分析 [D]. 杭州: 浙江大学, 2017.
- [19] 秦豪, 李晓, 谭海涛, 等. 富含血小板血浆对前交叉韧带重建后腱骨愈合的影响 [J]. 广西医科大学学报, 2017, 34(4): 555 - 558.

- [20] 董佩龙,唐晓波,王健,等. 富血小板血浆在膝关节前十字韧带重建术中的应用[J]. 中华骨科杂志, 2014, 34(6):672-678.
- [21] STARANTZIS K A, MASTROKALOS D, KOULALIS D, et al. The potentially positive role of PRPs in preventing femoral tunnel widening in ACL reconstruction surgery using hamstrings; a clinical study in 51 patients[J/OL]. J Sports Med(Hindawi Publ Corp), 2014[2020-12-28]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4590903/>.
- [22] VADALÁ A, IORIO R, DE CARLI A, et al. Platelet-rich plasma; does it help reduce tunnel widening after ACL reconstruction? [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2013, 21(4):824-829.
- [23] NIN J R, GASQUE G M, AZCÁRATE A V, et al. Has platelet-rich plasma any role in anterior cruciate ligament allograft healing? [J]. Arthroscopy, 2009, 25(11):1206-1213.
- [24] MIRZATOLOOEI F, ALAMDARI M T, KHALKHALI H R. The impact of platelet-rich plasma on the prevention of tunnel widening in anterior cruciate ligament reconstruction using quadrupled autologous hamstring tendon; a randomised clinical trial[J]. Bone Joint J, 2013, 95-B(1):65-69.
- [25] CERVELLIN M, DE GIROLAMO L, BAIT C, et al. Autologous platelet-rich plasma gel to reduce donor-site morbidity after patellar tendon graft harvesting for anterior cruciate ligament reconstruction; a randomized, controlled clinical study[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2012, 20(1):114-120.
- [26] HALPERN B C, CHAUDHURY S, RODEO S A. The role of platelet-rich plasma in inducing musculoskeletal tissue healing[J]. HSS J, 2012, 8(2):137-145.
- [27] ANITUA E, ANDIA I, SANCHEZ M, et al. Autologous preparations rich in growth factors promote proliferation and induce VEGF and HGF production by human tendon cells in culture[J]. J Orthop Res, 2005, 23(2):281-286.
- [28] DE MOS M, VAN DER WINDT A E, JAHR H, et al. Can platelet-rich plasma enhance tendon repair? A cell culture study[J]. Am J Sports Med, 2008, 36(6):1171-1178.
- [29] 李洋,徐斌,徐洪港,等. 兔自体富血小板血浆对兔 ACL 重建后腱骨愈合的影响[J]. 安徽医科大学学报, 2016, 51(9):1277-1280.
- [30] 翟文亮,郑燕梅,丁真奇,等. 富血小板血浆复合物对腱-骨愈合界面力学性能影响的组织学研究[J]. 中国微创外科杂志, 2012, 12(6):569-574.
- [31] 翟文亮,高跃川. 富血小板血浆复合物对前交叉韧带重建术后影响的影像学观察[J]. 实用骨科杂志, 2012, 18(5):416-419.
- [32] DE ALMEIDA A M, DEMANGE M K, SOBRADO M F, et al. Patellar tendon healing with platelet-rich plasma; a prospective randomized controlled trial [J]. Am J Sports Med, 2012, 40(6):1282-1288.
- [33] AZCÁRATE V A, LAMO-ESPINOSA J, BEOLA A J D, et al. Comparison between two different platelet-rich plasma preparations and control applied during anterior cruciate ligament reconstruction. Is there any evidence to support their use? [J]. Injury, 2014, 45(Suppl 4):S36-S41.
- [34] VOGRIN M, RUPREHT M, CRNJAC A, et al. The effect of platelet-derived growth factors on knee stability after anterior cruciate ligament reconstruction; a prospective randomized clinical study[J]. Wien Klin Wochenschr, 2010, 122(Suppl 2):91-95.
- [35] LIND M, FELLER J, WEBSTER K E. Bone tunnel widening after anterior cruciate ligament reconstruction using EndoButton or EndoButton continuous loop[J]. Arthroscopy, 2009, 25(11):1275-1280.

(收稿日期:2021-01-25 本文编辑:吕宁)