

临床研究

DOI: 10.13406/j.cnki.cyx.001671

同种异体半月板移植联合富血小板血浆关节腔内注射的临床对照研究

陈施羊, 张 华, 周爱国, 闫文龙, 张 健
(重庆医科大学附属第一医院骨科, 重庆 400016)

【摘要】目的:探究同种异体半月板移植联合富血小板血浆(platelet-rich plasma, PRP)关节腔内注射治疗半月板全切除或次全切除术后患者的临床效果。**方法:**本研究回顾性分析了 27 例患者, 根据是否行 PRP 关节腔内注射分为 A 组与 B 组, 其中 A 组为单纯行半月板移植术的患者, 共 15 例(男 9 例, 女 6 例, 手术时平均年龄 29.7 岁); B 组为行半月板移植术联合 PRP 关节腔注射的患者, 共 12 例(男 4 例, 女 8 例, 手术时平均年龄 33.6 岁)。所有患者均在术后半年、1 年及以后的每年随访, 并行体格检查、影像学检查及 International Knee Documentation Committee(IKDC)评分、Lysholm 评分、Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index(WOMAC)评分、Tegner 评分和 Visual Analog Scale(VAS)疼痛评分。**结果:**术后的 Tegner 评分在 2 组中没有统计学差异($P>0.05$); B 组在术后半年的 Lysholm 评分、WOMAC 评分及 VAS 疼痛评分较 A 组高($P<0.05$), 但术后 1 年及 2 年 2 组无统计学差异($P>0.05$)。B 组在术后半年及术后 1 年的 IKDC 评分均高于 A 组($P<0.05$), 术后 2 年 2 组无统计学差异($P>0.05$)。术后 2 年 A 组的绝对外凸值为(1.43 ± 1.18) cm, B 组为(1.88 ± 1.21) cm, 2 组无统计学差异($P>0.05$)。2 组在术后 2 年的 Outerbridge 分级无统计学差异($P>0.05$)。2 组各有 1 例患者术后功能评分较术前下降; A 组 1 例术后 2 年出现局部软骨 IV 度磨损; B 组 1 例术后出现中度股四头肌萎缩。**结论:**同种异体半月板移植术联合 PRP 关节腔内注射相比单纯行同种异体半月板移植术, 可以在术后 1 年内更有效地减轻术后疼痛, 改善患膝功能。

【关键词】半月板移植; 富血小板血浆; 半月板外凸

【中图分类号】R687.4

【文献标志码】A

【收稿日期】2017-12-12

A comparative study of meniscus allograft transplantation with intra-articular platelet-rich plasma injection

Chen Shiyang, Zhang Hua, Zhou Aiguo, Yan Wenlong, Zhang Jian

(Department of Orthopedics, The First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University)

【Abstract】Objective: To compare the clinical and imaging outcomes between meniscus allograft transplantation (MAT) and MAT combined with intra-articular platelet-rich plasma (PRP) injection. **Methods:** A total of 27 patients were retrospectively included and divided into two groups. Group A contains 15 patients who underwent MAT and group B contains 12 patients who underwent MAT combined with intra-articular PRP injection. The Lysholm, International Knee Documentation Committee (IKDC), Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC), Tegner activity level and Visual Analog Scale (VAS) for pain scores were used to evaluate the outcomes for all patients. Magnetic resonance imaging scans were performed postoperatively to assess graft position and chondral degeneration. **Results:** There was no significant difference in Tegner score postoperatively ($P>0.05$). Group B achieved higher Lysholm, WOMAC and VAS at 6-month follow-up than group A ($P<0.05$). However, no significant differences were found in these scores at 1-year and 2-year follow-up ($P>0.05$). Group B demonstrated higher IKDC than group A at 6-month and 1-year follow-up ($P<0.05$), yet there was no significant difference between them at 2-year follow-up ($P>0.05$). There was no significant difference in the distribution of the grade of chondral damage and graft extrusion between two groups at 2-year follow-up ($P>0.05$). There was one patient in each group resulted decreased function scores after surgery. One in group A showed a focal IV grade chondral damage and another in group B showed a moderate quadriceps femoris atrophy. **Conclusion:** MAT combined with intra-articular PRP

injection shows higher improvements in pain relief and knee function than MAT during 1 year postoperatively.

【Key words】meniscus allograft transplantation; platelet-rich plasma; meniscus extrusion

作者介绍: 陈施羊, Email: 292648298@qq.com,

研究方向: 运动医学。

通信作者: 张 健, Email: zhangjianqmu@sina.com。

优先出版: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1046.r.20180503.1344.016.html>

(2018-05-03)

许多研究已证实半月板对人体膝关节的重要作用^[1],而半月板全切除或次全切除术后,患膝关节骨性关节炎的发生率会明显增高^[2-3],许多患者不得不在不合适的年龄选择膝关节终级手术——膝关节表面置换术。因此,自 20 世纪 80 年代,学者们就开始研究并报道同种异体半月板移植术(meniscus allograft transplantation, MAT)的手术方法及临床效果^[4],目的是提高半月板全切除或次全切除术后患者膝关节的稳定性,缓解患膝症状,改善膝关节功能和运动水平。对于年轻患者,更重要的是通过重建膝关节的负荷结构达到预防或延缓膝关节骨性关节炎的作用。目前较公认的半月板移植术的指征是针对有症状的、半月板缺如的膝关节,其症状的产生往往来自半月板缺如引起的软骨退变。中-重度膝关节骨性关节炎是半月板移植术的相对禁忌,因为这部分患者的术后临床效果往往不佳。故半月板移植术是半月板缺如合并轻度软骨退变患者的最佳选择。但半月板移植术适用人群较少,且同种异体半月板存在不可避免的免疫排斥反应和愈合不佳等可能,故同种异体半月板移植术仍有许多需要改进的地方。

富血小板血浆(platelet-rich plasma, PRP)是利用自身血液提取的富含生长因子、细胞因子、趋化因子等物质的血小板浓缩物,PRP 关节腔内注射已被广泛用于运动医学如半月板损伤、前交叉韧带损伤、肩袖损伤等^[5],目的是增强组织愈合能力、减轻炎症反应、延缓软骨退变等^[6-7],但极少有研究报道同种异体半月板移植联合 PRP 关节腔注射的临床效果。尽管 PRP 对软骨退变是否有预防或延缓作用存在争议,但近年来有高质量随机对照试验和 Meta 分析认为,PRP 关节腔内注射对轻度软骨退变的年轻患者,有缓解关节疼痛和改善关节功能的作用^[6,8-10]。

所以,本研究将同种异体半月板移植术和 PRP 关节腔内注射相结合,探究其联合运用能否更有效地缓解膝关节疼痛、改善膝关节功能以及预防或延缓膝关节软骨退变。

1 资料及方法

1.1 纳入与排除标准

本回顾性研究纳入 2013 至 2015 年在我院行同种异体半月板移植术以及同种异体半月板移植术联合 PRP 关节腔内注射的患者。排除标准:半月板移植术联合其他手术如前交叉韧带重建、对侧半月板修复、微骨折、软骨移植等;术后

患膝有外伤史;随访资料不完整。纳入的病例分为 2 组:A 组为单纯行同种异体半月板移植术的患者;B 组为行同种异体半月板移植术联合 PRP 关节腔内注射的患者。

1.2 术前准备

术前 A 组与 B 组患者均行详细的病史询问和全面的体格检查,并行影像学检查包括:膝关节负重位正侧位片、髌骨轴位片(屈膝 30°)、双下肢全长片、患膝关节 CT 三维重建及患膝核磁共振平扫。完成上述影像学检查后,评估下肢力线和软骨退变程度,测量半月板前后径和左右径。本研究的手术指征如下:既往行半月板全切除或次全切除术,现出现患膝打软腿、酸胀、疼痛等症状;年龄小于 50 岁;患膝稳定,无韧带损伤。手术禁忌:下肢力线异常;患膝合并重度骨性关节炎;患膝不稳定;合并局部或系统感染;合并自身免疫性疾病;孕妇。

1.3 手术技术

所有同种异体半月板移植术和 PRP 关节腔内注射均由同一经验丰富的医生(本文第二作者)完成。移植均为深低温保存的同种异体半月板(北京运康公司)。A 组与 B 组患者均在膝关节镜下通过骨栓法固定半月板移植术^[11](图 1)。B 组患者在手术开始时抽血并通过富血小板血浆制备专用离心机(山东威高公司)制作 PRP,在半月板移植结束后,PRP 通过膝关节镜通道,在关节镜直视下注入至移植周围(图 1)。

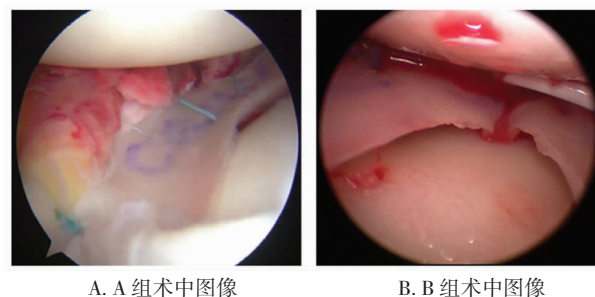


图 1 2 组术中关节镜图像

1.4 功能锻炼

2 组术后功能锻炼相同,分为 3 个阶段:①4 周内,患肢部分负重(17 kg 左右),患膝屈曲不超过 90°;②第 5 周开始训练患肢完全负重,训练患膝屈曲超过 90°;③半年后可恢复慢跑、游泳运动。下肢肌力训练从术后立即开始,贯穿于 3 个阶段中。同时建议患者在术后 1 年内避免冲击性的、高强度的活动。根据患者的具体情况,康复锻炼计划会做个体化调整。

1.5 随访计划

所有患者均接受术后功能锻炼和随访计划的宣教。在术后半年、1 年及以后的每年随访时,采用了 Lysholm 评分, International Knee Documentation Committee (IKDC) 评分, Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC) 评分, Tegner 评分和 Visual Analog Scale (VAS) 疼痛评分来评估患膝的功能和疼痛,记录膝关节活动范围、稳

定性以及是否有术后并发症的发生。术后半年、1 年以及以后的每年行双侧膝关节负重位正侧位片及患膝关节核磁共振平扫检查,通过改良的 Outerbridge(OB)分级在核磁共振成像上评估患膝软骨退变程度^[12-13]。

1.6 统计学方法

本研究采用 SPSS 19.0 完成统计学分析。变量以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,通过 Kolmogorov-Smirnov 检验验证是否符合正态分布。符合正态分布的组间比较采用 t 检验,否则采用 Wilcoxon 秩和检验。率的检验采用 Fisher 确切概率法。非参数秩和检验用于检验组间 OB 分级的分布是否有统计学差异。检验水准 $\alpha=0.05$ 。组内比较采用重复测量设计方差分析,并对 P 值进行 Bonferroni 校正。

2 结果

2.1 一般资料

根据纳入及排除标准,共 27 例患者入选,其中 A 组 15 例,B 组 12 例。患者的平均随访时间为 (36.9 ± 7.4) 个月,2 组无统计学差异($t=1.027, P=0.314$)。患者的平均年龄为 (31.4 ± 9.3) 岁,2 组无统计学差异($t=-1.094, P=0.284$)。患者的半月板全切除或次全切除与半月板移植术的平间隔时间为 (4.0 ± 2.6) 年,2 组无统计学差异($t=0.586, P=0.563$)。2 组的体质指数无统计学差异($t=-0.870, P=0.393$)。既往行半月板全切除术 23 例,半月板次全切除术 4 例。9 例既往被诊断为盘状半月板(2 例为部分盘状半月板,7 例为完全盘状半月板)(表 1)。

2.2 随访结果

2 组在术后 1 年及 2 年的功能评分均较术前有明显提高($P<0.05$);2 组在术后 1 年及 2 年的 VAS 疼痛评分均较术前明显降低($P<0.05$)。

膝关节主动活动范围:所有患者在术后平均 6.5 周时患膝主动屈曲超过 90° 。A 组的患膝平均活动范围为 $0^\circ \sim 134.3^\circ$;B 组为 $0^\circ \sim 138.3^\circ$ 。2 组的最大屈曲度数无统计学差异($t=-0.532, P=0.599$)。

Tegner 评分:因术后半年内的康复锻炼计划需限制患者

运动,故 Tegner 评分从术后 1 年开始评估。A 组术后 1 年的平均 Tegner 评分为 4.53 ± 1.85 ;B 组为 4.42 ± 1.68 ,2 组无统计学差异($t=0.170, P=0.867$)。A 组术后 2 年的平均 Tegner 评分为 4.87 ± 1.60 ;B 组为 4.75 ± 1.42 ,两者无统计学差异($t=0.198, P=0.845$)(表 2,图 2)。

Lysholm 评分:B 组术后半年的平均 Lysholm 评分(85.50 ± 9.22)较 A 组(77.87 ± 9.42)高($t=-2.111, P=0.045$)。A 组术后 1 年的平均 Lysholm 评分为 81.93 ± 8.54 ;B 组为 87.92 ± 6.32 ,2 组无统计学差异($t=-2.022, P=0.054$)。术后 2 年的 Lysholm 评分在 2 组中无统计学差异($t=-1.010, P=0.322$)(表 2,图 2)。

IKDC 评分:A 组术后半年及 1 年的平均 IKDC 评分分别为 80.93 ± 3.47 和 82.07 ± 3.69 ;B 组分别为 84.33 ± 3.77 和 85.58 ± 4.68 。B 组在半年及 1 年的 IKDC 评分均较 A 组高($t=-2.433, P=0.022$; $t=-2.185, P=0.038$)。术后 2 年 2 组的 IKDC 评分无统计学差异($t=-1.168, P=0.254$)(表 2,图 2)。

WOMAC 评分:B 组术后半年的平均 WOMAC 评分(65.83 ± 4.93)高于 A 组(61.313 ± 5.64),($t=-2.272, P=0.032$)。术后 1 年及 2 年 2 组的 WOMAC 评分无统计学差异($P>0.05$)(表 2,图 2)。

VAS 疼痛评分:B 组术后半年的平均 VAS 疼痛评分 2(2,3)低于 A 组 3(3,4),($Z=-0.572, P=0.018$)。术后 1 年及 2 年 2 组的 VAS 疼痛评分无统计学差异($P>0.05$)(表 2,图 2)。

核磁共振成像:半月板外凸在核磁共振成像上用 2 种方式测量。一是半月板绝对外凸值(半月板的最外侧缘与胫骨平台外侧边缘之间的水平距离的最大值);术后 2 年 A 组的绝对外凸值为 (1.43 ± 1.18) cm,B 组为 (1.88 ± 1.21) cm,2 组无统计学差异($t=-0.974, P=0.340$)。另一方法为半月板相对外凸值(相对外凸值=[半月板绝对外凸值/半月板左右径] $\times 100\%$);术后 2 年 A 组为 $(14.72 \pm 12.16)\%$,而 B 组为 $(17.18 \pm 10.95)\%$,2 组无统计学差异($t=-0.546, P=0.590$)。患膝的改良 Outerbridge 分级分布如图 3 所示。A 组中有 2 例其 OB 分级在术后 1 年较术前升高 1 度,此 2 例均在术后 2 年再次升高 1 度;B 组有 3 例在术后 1 年升高 1 度,其中 1 例在术后 2 年再次升高 1 度,余 2 例较前无改变。2 组术前的 OB 分级分

表 1 两组基本资料比较

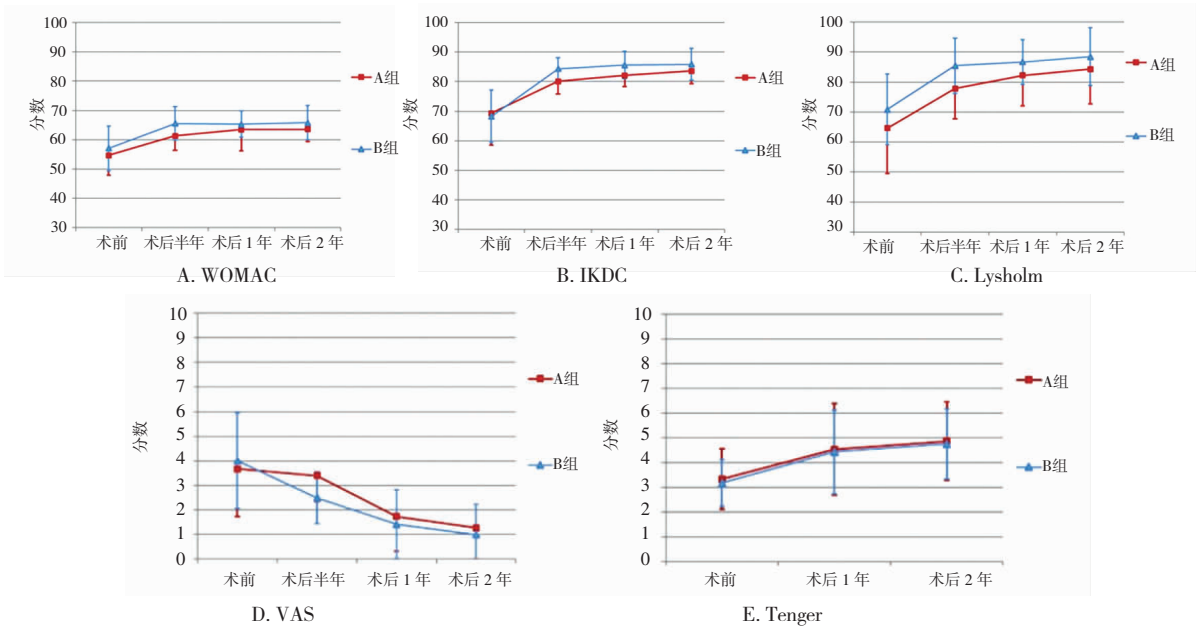
基本资料	A 组 (n=15)	B 组 (n=12)	t 值	P 值
男/女(例)	9/6	4/8	—	0.252
平均年龄(岁)	29.7 ± 10.3	33.6 ± 7.7	-1.094	0.284
既往行半月板全切/次全切(例)	12/3	11/1	—	0.605
半月板全切/次全切至半月板移植间隔(年)	4.3 ± 3.2	3.7 ± 1.8	0.586	0.563
外侧半月板移植/内侧半月板移植(例)	12/3	9/3	—	1.000
平均随访时间(月)	38.2 ± 6.3	35.2 ± 8.6	1.027	0.314
盘状半月板(例)	2	7	—	0.037
体质指数(kg/m ²)	21.6 ± 2.6	22.4 ± 2.0	-0.870	0.393
非计划再手术(例)	0	0	—	—

注:—,采用 Fisher 确切概率法

表 2 2 组功能及疼痛评分比较

	Tegner	Lysholm	IKDC	WOMAC	VAS
术前					
A 组 ($n=15$)	3.33 ± 1.23	64.60 ± 15.06	69.27 ± 10.77	54.67 ± 6.70	3 (2, 6)
B 组 ($n=12$)	3.17 ± 0.94	70.83 ± 11.81	68.25 ± 8.89	57.08 ± 7.62	4 (3, 5)
t/Z 值	0.386	-1.173	0.263	-0.876	-0.572
P 值 ^a	0.702	0.252	0.795	0.389	0.568
术后半年					
A 组 ($n=15$)	—	77.87 ± 9.42	80.93 ± 3.47	61.13 ± 5.64	3 (3, 4)
B 组 ($n=12$)	—	85.50 ± 9.22	84.33 ± 3.77	65.83 ± 4.93	2 (2, 3)
t/Z 值	—	-2.111	-2.433	-2.272	-2.359
P 值 ^a	—	0.045	0.022	0.032	0.018
术后 1 年					
A 组 ($n=15$)	4.53 ± 1.85	81.93 ± 8.54	82.07 ± 3.69	62.80 ± 5.16	2 (1, 2)
B 组 ($n=12$)	4.42 ± 1.68	87.92 ± 6.32	85.58 ± 4.68	65.67 ± 4.64	1 (1, 2)
t/Z 值	0.170	-2.022	-2.185	-1.500	-1.826
P 值 ^a	0.867	0.054	0.038	0.146	0.068
术后 2 年					
A 组 ($n=15$)	4.87 ± 1.60	84.27 ± 11.66	83.60 ± 5.38	63.60 ± 4.24	1 (0, 2)
B 组 ($n=12$)	4.75 ± 1.42	88.50 ± 9.66	85.83 ± 4.30	65.83 ± 5.83	1 (0, 1.5)
t/Z 值	0.198	-1.010	-1.168	-1.153	-0.586
P 值 ^a	0.845	0.322	0.254	0.260	0.558
分组主效应					
F 值	0.199	9.811	1.333	3.330	1.311
P 值	0.644	0.010	0.273	0.095	0.276
时间主效应					
F 值	14.331	13.314	40.389	16.040	36.537
P 值	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
交互效应					
F 值	0.213	0.343	0.774	0.559	1.549
P 值	0.810	0.794	0.517	0.646	0.220

注:a, P 值为同时期组间对比的参数



各图中 A 组与 B 组的数据点表示各评分均值,误差线表示相应的标准差

图 2 2 组功能及疼痛评分对比

布无统计学差异($Z=-0.515, P=0.606$),而术后 2 年的 OB 分级分布也无统计学差异($Z=-0.365, P=0.715$)。

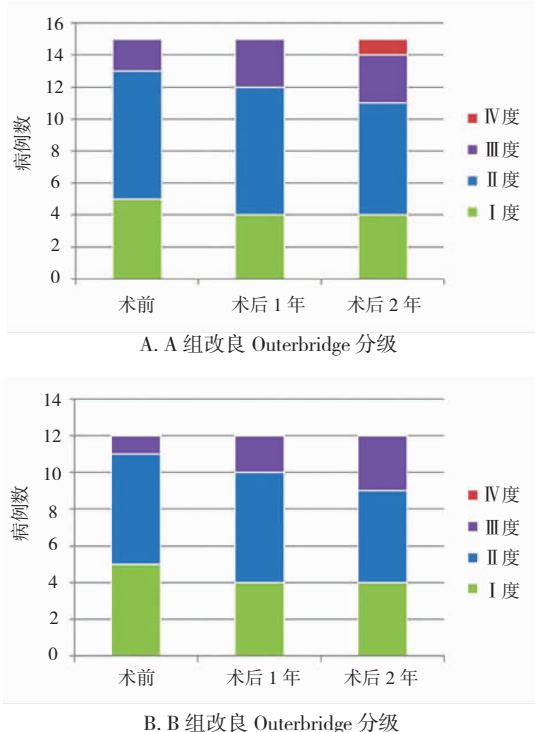


图 3 2 组患膝的改良 Outerbridge 分级分布

2 组各有 1 例患者术后功能评分较术前下降明显。其中 A 组 1 例患者在术后 2 年发现患膝局部软骨磨损较重(OB 分级 IV 度),术后 2 年的 Lysholm 评分、Tegner 评分、IKDC 评分和 WOMAC 评分较术前降低;B 组 1 例患者在术后半年发现患侧中度股四头肌萎缩,多次予以股四头肌肌力训练宣教,因患者依从性差,故在术后 1 年及 2 年仍有患侧中度股四头肌萎缩,其术后半年、1 年及 2 年的 Lysholm 评分、Tegner 评分和 IKDC 评分较术前降低。至末次随访时,2 组无神经血管损伤、移植物损伤、患膝感染、血栓栓塞性疾病等并发症发生,无患者行膝关节表面置换术。

3 讨论

以往已有大量文献报道同种异体半月板移植术对预防或延缓膝关节退变有积极作用^[14-16]。但近年来有研究甚至 Meta 分析认为半月板移植术对预防或延缓膝关节退变的作用有限^[17-18]。Noyes 和 Barber-Westin^[18]报道了 69 个病例中的 37 例在术后 6.1~14.8 年时行二次手术。Stone 等^[19]报道的合并中-重度膝关节骨关节炎的半月板移植病例中,22.4%在术后平均 5.2 年时需要行膝关节置换术。Elattar 等^[17]通过 Meta 分析认为,同种异体半月板移植术的总体失败率约为 10.6%。由此可见,对于合并

软骨退变程度较重的患者,同种异体半月板移植术仅能作为一种桥接治疗。所以,为了改善患者的临床效果及预后,这项术式仍需不断改善。

许多基础试验和动物试验都报道了 PRP 对软骨退变有改善作用^[20-22],但其临床效果却一直存在争议。Lai 等^[23]和 Khoshbin 等^[24]近期发表的 Meta 分析认为,PRP 对软骨退变的作用尚不明确。Chang 等^[9]和 Kanchanatawan 等^[25]认为,膝关节骨性关节炎的患者行 PRP 关节腔内注射相比玻璃酸钠和安慰剂,可达到更好的功能评分(WOMAC 评分、IKDC 评分和 EQ-VAS 疼痛评分)。Laudy 等^[8]发表的网络 Meta 分析也认为 PRP 对改善膝关节骨关节炎患者的疼痛和功能有积极的作用。尽管存在争议,但多数研究都证实 PRP 的应用对于轻度软骨退变的患者有缓解关节疼痛和改善关节功能的作用^[10]。而在本研究中,同种异体半月板移植联合 PRP 关节腔内注射相比单纯行同种异体半月板移植,可以在术后 1 年内更有效地减轻术后疼痛,改善患膝功能。但对术后 1 年后的患膝疼痛及功能无明显改善。对于软骨退变,本研究采用改良的 Outerbridge 分级在核磁共振成像上评估患膝软骨。Potter 等^[12]发表的研究证实,通过核磁共振成像测量软骨厚度来行改良的 Outerbridge 分级,有较高的特异性和敏感性,并且该研究采用的核磁共振仪器磁场强度为 1.5T,而本研究采用的为 3.0T,其分辨率与准确度更高。尽管本研究中卡方检验示 2 组的 OB 分级均较术前无统计学差异,但短期内 2 组均能发现膝关节软骨退变的趋势,而长期的效果则有待进一步随访研究。

众所周知,绝大多数半月板移植术随访研究都报道了半月板移植物外凸现象,但其原因尚无定论。学者们提出了以下影响因素:手术方式(Abat 等^[26]研究认为移植物骨性固定法相比软组织固定法的术后外凸发生率更低),术前测量误差,移植物解剖位置,移植物固定失效等。大量文献证实移植物外凸在短期内不会影响患膝的功能、症状及软骨退变进程,甚至重度的移植物外凸(绝对外凸距离>3 mm,相对外凸>30%)也是如此。但外凸后的移植物失去了正常的解剖位置,且目前缺乏长期临床效果的随访,所以学者仍需重视半月板移植物外凸现象,并行长期随访研究。

本研究有以下不足之处:①本研究为回顾性研究,证据等级相对较低。②因半月板移植术的适用人群较少,故样本量相对较少。③本研究没有通过

二次关节镜检或组织学检查去直接评估移植物的愈合情况。④本研究为短期随访,缺乏长期的临床效果评估。

本研究分析结果提示,同种异体半月板移植术联合 PRP 关节腔内注射相比单纯行同种异体半月板移植术,可以在术后 1 年内更有效地减轻患膝疼痛,改善患膝功能,但对术后 1 年后的患膝疼痛及功能无明显改善。对于软骨退变,联合 PRP 在短期内不能明显改善膝关节软骨退变进程,但能达到更高的 WOMAC 评分。

参 考 文 献

- [1] McNulty AL, Guilak F. Mechanobiology of the meniscus[J]. J Biomech, 2015, 48(8): 1469–1478.
- [2] Pengas IP, Nash W, Khan W, et al. Coronal knee alignment 40 years after total meniscectomy in adolescents: a prospective cohort study[J]. Open Orthop J, 2017, 11: 424–431.
- [3] Bae JY, Park KS, Seon JK, et al. Biomechanical analysis of the effects of medial meniscectomy on degenerative osteoarthritis[J]. Med Biol Eng Comput, 2012, 50(1): 53–60.
- [4] Milachowski KA, Weismeier K, Wirth CJ, et al. Meniscus transplantation and anterior cruciate ligament replacement—results 2–4 years postoperative[J]. Sportverletz Sportschaden, 1990, 4(2): 73–78.
- [5] Mishra A, Harmon K, Woodall J, et al. Sports medicine applications of platelet rich plasma[J]. Curr Pharm Biotechnol, 2012, 13(7): 1185–1195.
- [6] Riboh JC, Saltzman BM, Yanke AB, et al. Effect of leukocyte concentration on the efficacy of platelet-rich plasma in the treatment of knee osteoarthritis[J]. Am J Sports Med, 2016, 44(3): 792–800.
- [7] Nourissat G, Mainard D, Kelberine F, et al. Current concept for the use of PRP in arthroscopic surgery[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2013, 99(8S): 407–410.
- [8] Laudy AB, Bakker EW, Rekers M, et al. Efficacy of platelet-rich plasma injections in osteoarthritis of the knee: a systematic review and meta-analysis[J]. Br J Sports Med, 2015, 49(10): 657–672.
- [9] Chang KV, Hung CY, Aliwarga F, et al. Comparative effectiveness of platelet-rich plasma injections for treating knee joint cartilage degenerative pathology: a systematic review and meta-analysis[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2014, 95(3): 562–575.
- [10] Dai WL, Zhou AG, Zhang H, et al. Efficacy of platelet-rich plasma in the treatment of knee osteoarthritis: a meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Arthroscopy, 2017, 33(3): 659–670.
- [11] Frank RM, Cole BJ. Meniscus transplantation[J]. Curr Rev Musculoskelet Med, 2015, 8(4): 443–450.
- [12] Potter HG, Linklater JM, Allen AA, et al. Magnetic resonance imaging of articular cartilage in the knee. An evaluation with use of fast-spin-echo imaging[J]. J Bone Joint Surg Am, 1998, 80(9): 1276–1284.
- [13] Outerbridge RE. Further studies on the etiology of chondromalacia patellae[J]. J Bone Joint Surg Br, 1964, 46: 179–190.
- [14] Cole BJ, Dennis MG, Lee SJ, et al. Prospective evaluation of allograft meniscus transplantation: a minimum 2-year follow-up[J]. Am J Sports Med, 2006, 34(6): 919–927.
- [15] Ha JK, Jang HW, Jung JE, et al. Clinical and radiologic outcomes after meniscus allograft transplantation at 1-year and 4-year follow-up[J]. Arthroscopy, 2014, 30(11): 1424–1429.
- [16] Marcacci M, Marcheggiani Muccioli GM, Grassi A, et al. Arthroscopic meniscus allograft transplantation in male professional soccer players: a 36-month follow-up study[J]. Am J Sports Med, 2014, 42(2): 382–388.
- [17] Elattar M, Dhollander A, Verdonk R, et al. Twenty-six years of meniscal allograft transplantation: is it still experimental? A meta-analysis of 44 trials[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2011, 19(2): 147–157.
- [18] Noyes FR, Barber-Westin SD. Long-term survivorship and function of meniscus transplantation[J]. Am J Sports Med, 2016, 44(9): 2330–2338.
- [19] Stone KR, Pelsis JR, Surrence ST, et al. Meniscus transplantation in an active population with moderate to severe cartilage damage[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2015, 23(1): 251–257.
- [20] Shin KH, Lee H, Kang S, et al. Effect of leukocyte-rich and platelet-rich plasma on healing of a horizontal medial meniscus tear in a rabbit model[J]. Biomed Res Int, 2015, 2015: 179756.
- [21] Lee HR, Shon OJ, Park SI, et al. Platelet-rich plasma increases the levels of catabolic molecules and cellular dedifferentiation in the meniscus of a rabbit model[J]. Int J Mol Sci, 2016, 17(1): E120.
- [22] Gonzales VK, de Mulder EL, de Boer T, et al. Platelet-rich plasma can replace fetal bovine serum in human meniscus cell cultures[J]. Tissue Eng Part C Methods, 2013, 19(11): 892–899.
- [23] Lai LP, Stitik TP, Foye PM, et al. Use of platelet-rich plasma in intra-articular knee injections for osteoarthritis: a systematic review[J]. PMR, 2015, 7(6): 637–648.
- [24] Khoshbin A, Leroux T, Wasserstein D, et al. The efficacy of platelet-rich plasma in the treatment of symptomatic knee osteoarthritis: a systematic review with quantitative synthesis[J]. Arthroscopy, 2013, 29(12): 2037–2048.
- [25] Kanchanatawan W, Arirachakaran A, Chaijenkij K, et al. Short-term outcomes of platelet-rich plasma injection for treatment of osteoarthritis of the knee[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2016, 24(5): 1665–1677.
- [26] Abat F, Gelber PE, Erquicia JI, et al. Suture-only fixation technique leads to a higher degree of extrusion than bony fixation in meniscal allograft transplantation[J]. Am J Sports Med, 2012, 40(7): 1591–1596.

(责任编辑:冉明会)