



采用人工韧带或自体腘绳肌腱重建前十字韧带术后重返运动的差异:一项配对设计研究

陈天午^{1,2}, 李云霞^{1,2}, 陈疾忤^{1,2}, 华英汇^{1,2}, 陈世益^{1,2}

摘要:目的:比较前十字韧带重建术(ACLR)后重返运动率和重返运动时机在分别采用自体移植物和人工韧带(LARS)患者间的差异。方法:纳入2004年1月—2010年12月于复旦大学附属华山医院运动医学科接受ACLR手术的病例后,收集术后重返不同强度运动的情况和相应的重返运动时机信息,以及患者伤前、术前、术后第1年、第2年、第3年、第5年、第7年、第10年的运动水平。统计学分析两组间重返运动率和重返运动时机的差异。结果:LARS组中,24例术后重返运动,重返率为96%;重返竞技体育18例,重返率为72%;重返娱乐活动6例,重返率为24%。自体HT组中,45例术后重返运动,重返率为90%;重返竞技体育21例,重返率为42%;重返娱乐活动24例,重返率为48%。两组患者在重返竞技运动率($P=0.016$)上具有显著统计学差异。LARS组中,重返轻体育活动时间(术后 2.0 ± 1.0)月;重返涉及膝关节扭转、急停变向运动时间为术后 (3.5 ± 1.4) 月;重返竞技运动时间为术后 (5.2 ± 1.7) 月。自体HT组中,重返轻体育活动时间(术后 3.9 ± 1.4)月;重返涉及膝关节扭转、急停变向运动时间为术后 (5.9 ± 1.3) 月;重返竞技运动时间为术后 (11.1 ± 2.4) 月。两组患者在重返运动时机(轻体育运动, $P<0.001$;涉及膝关节扭转、急停变向运动, $P<0.001$;重返比赛, $P<0.001$)均存在显著统计学差异。LARS组患者术后第1年、第2年Tegner运动评分均显著高于自体HT组。结论:术后远期随访结果显示采用LARS重建前十字韧带(ACL)的患者不仅重返不同水平运动时机显著早于采用自体HT患者,且在重返竞技运动率上拥有显著优势。

关键词:前十字韧带;自体肌腱;人工韧带;重返运动

中图分类号:G804.53 文献标志码:A 文章编号:1006-1207(2020)05-0051-07
DOI:10.12064/ssr.20200508

Differences in Returning to Play after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Artificial Ligament and with Autologous Hamstring Tendon: A Paired Design Study

CHEN Tianwu^{1,2}, LI Yunxia^{1,2}, CHEN Jiwu^{1,2}, HUA Yinghui^{1,2}, CHEN Shiyi^{1,2}

(1. Department of Sports Medicine, Huashan Hospital, Shanghai 200040, China; 2. Sports Medicine Institute, Fudan University, Shanghai 200032, China)

Abstract: Objective: To compare the difference in the rate and timing of returning to play after anterior cruciate ligament reconstruction (ACLR) between patients with autograft and artificial ligament. Methods: The patients who underwent ACLR in the Department of Sports Medicine, Huashan Hospital Affiliated to Fudan University from January 2004 to December 2010 were included in the study. The information on their return to sports of different intensity, the timing of return, as well as their sports performance before injury, before surgery, and in the first, second, third, fifth, seventh and tenth year after surgery were collected. Statistical analysis was used to explore the difference be-

收稿日期:2020-07-08

基金项目:国家自然科学基金(No. 81572108);上海市扬帆计划(19YF1414600)。

第一作者简介:陈天午,男,博士,医师。主要研究方向:膝关节运动损伤的治疗和伤后重返运动。E-mail:13916762103@163.com。

*通信作者简介:陈世益,男,博士,教授,主任医师。主要研究方向:骨骼肌和韧带运动损伤后促进愈合的研究、人工韧带纳米化研究与治疗、膝关节交叉韧带损伤解剖重建方法改良。E-mail:cshiyi@163.com。

作者单位:1. 复旦大学附属华山医院 运动医学科,上海 200040;2. 复旦大学 运动医学研究所,上海 200032。



tween the two groups in the rate of return to sport and the timing to return. Results: In the LARS group, 24 patients have returned to sport after surgery, with a return rate of 96%. 18 patients have returned to competition, the rate being 72%. Six patients have returned to recreational activities, the rate 24%. In the autogenous HT group, 45 patients have returned to sport after surgery, the return rate 90%. 21 patients have returned to competitive sports, the rate 42%. 24 patients have returned to recreational activities, the return rate 48%. There was a statistically significant difference in the rate of returning to competitive sport between the two groups ($P=0.016$). As for the LARS group, patients returned to light physical activity (2.0 ± 1.0) months after the surgery, returned to sports involving knee torsion and sudden stop (3.5 ± 1.4) months after the surgery, and returned to competitive sports (5.2 ± 1.7) months after the surgery. For the autologous HT group, patients returned to light physical activity (3.9 ± 1.4) months after the surgery, returned to sports involving knee torsion and sudden stop (5.9 ± 1.3) months after the surgery, and returned to competitive sports (11.1 ± 2.4) months after the surgery. The two groups had significant difference in the timing of returning to play (light physical activity, $P<0.001$; sports involving knee torsion and sudden stop, $P<0.001$; returning to competition, $P<0.001$). The LARS group had a significantly higher Tegner activity score than the autologous HT group in the first and second years after the surgery. Conclusion: The results of the long-term follow-up after the surgery showed that patients who used LARS to reconstruct the anterior cruciate ligament (ACL) not only have returned to different levels of sports significantly earlier than those who used autologous HT, but also had an obvious advantage in returning to competitive sports.

Key Words: anterior cruciate ligament; autologous tendon; artificial ligament; return to play

前十字韧带 (Anterior Cruciate Ligament, ACL) 断裂是膝关节最常见的韧带损伤^[1]。大多数 ACL 损伤在没有身体接触的情况下发生,特别是在涉及膝关节扭转(pivoting)、切步(cutting)的运动中^[2]。ACL 损伤在人群中的年发病率约为 45 例/10 万人^[2]。关节不稳、“打软腿”以及患者有重返运动的意愿是考虑手术治疗 ACL 损伤的指征。美国骨科医师学会 (American Academy of Orthopaedic Surgeons, AAOS) 的一份报道显示,面对希望重返运动的 ACL 损伤患者,98% 的美国骨科医生建议手术治疗^[4]。相应的,美国每年进行的前十字韧带重建术 (Anterior Cruciate Ligament Reconstruction, ACLR) 高达近 30 万例^[5]。然而目前临床上对 ACLR 的评价指标似乎高估此项手术的疗效。大量研究显示,尽管大多数患者通过临床评价,包括单脚跳跃、等速肌力和关节松弛度等方法,可得出令人满意的手术疗效,但有荟萃分析表明仅 55% 患者术后重获竞技运动能力^[6]。一定程度上,术后重返运动率与该手术的成功率不符。Ross 等人的研究同样显示 ACLR 后膝关节功能的客观临床指标与患者术后重返运动没有直接关联^[7]。

世界卫生组织 (World Health Organization, WHO) 使用“功能(functioning)”一词来描述我们在日常生活中的功能状态和健康体验。2001 年,WHO 颁布《国际功能、残疾和健康分类》(International Classification of Functioning Disability and Health, ICF) 框架

来全面规范地描述患者的功能和疾病状态^[8]。在 ICF 框架中,功能不仅包含局部功能、身体结构,还特别强调“参与活动”。由此可见,在评估 ACLR 手术疗效时,仅评价以关节稳定性、关节症状为主的临床疗效是不够的,应将患者术后重返运动的内容纳入评价范围。

如何选择 ACLR 移植物是运动医学领域长期存在争议的话题^[9-11]。对于 ACLR,移植物的选择包括自体移植物,如腘绳肌腱 (Hamstring Tendon, HT), 异体移植物以及人工移植物。有大量研究比较采用不同移植物术后临床疗效,但关于移植物选择对 ACLR 后重返运动影响的研究至今屈指可数^[12-13]。有报道显示在 ACLR 中使用自体移植比使用同种异体移植物具有更高的重返运动率,但后续研究显示两者在重返运动上并无显著差异。与传统自体、异体移植物相比,人工韧带 (Ligament Advanced Reinforcement System, LARS) 具有力学强度高、术中即时固定、植入后无需血管化的特点^[14]。根据上述特点,理论上允许采用人工韧带的患者在 ACLR 术后早期重返运动。有趣的是,尽管有研究者在报道中提及人工韧带在术后重返运动上的优势,但截至目前尚无相关研究比较采用人工移植物与传统自体移植物在 ACLR 术后重返运动上的差异。本研究目的:比较 ACLR 后重返运动率和重返运动时机在分别采用自体移植物和人工韧带患者间的差异。

1 研究方法

1.1 病例随访和组间配对

本研究病例均于复旦大学附属华山医院运动医学科接受 ACLR。根据筛选标准纳入研究对象, 纳入和排除标准见表 1。针对纳入病例, 从病案数据库中提取以下信息: 手术年龄(岁)、性别、身高(cm)、体重(kg)、受伤到手术时间(周)、伤侧、受伤原因、移植物种类、合并半月板损伤情况等信息。电话随访采用自制问卷量表收集患者重返运动信息, 评估伤前、术前、术后第 1 年、第 2 年、第 3 年、第 5 年、第 7 年、第 10 年的运动水平。运动水平采用“Tegner 运动量表”进行评价。本研究部分数据来自一项前瞻性队列研究^[15]。随访完毕以移植物种类对病例分组, 并根据以下变量: “性别、伤前运动水平(同一标准 Tegner 运动评分)、年龄(± 3 岁)”按两组例数比(LARS: 自体 HT)为“1:2”进行配对。研究共计纳入 75 例样本(自体肌腱组 50 例, 人工韧带组 25 例), 配对流程见图 1。本研究平均随访时间 146.2 个月, 随访率为 86.2%。研究遵照赫尔辛基宣言开展, 所有纳入病例在充分告知后签署知情同意书。

表 1 研究病例的纳入标准和排除标准

Table 1 Inclusion and Exclusion Criteria for Cases in the Study

标准	内容
纳入标准	手术时间: 2004 年 1 月—2010 年 12 月 镜下确认前交叉韧带断裂 采用前交叉韧带重建术 采用以下移植物之一: • 人工韧带 • 自体腘绳肌腱(四股半腱肌和股薄肌肌腱) 伤前参加体育活动(每周至少 2 次) 主观意愿重返运动
排除标准	涉及交通事故、工伤赔偿的案例 合并需要手术的其他韧带损伤 既往膝关节手术史 翻修手术 严重软骨损伤(≥ 3 度, Outerbridge 分级) 半月板次全切或全切 患者拒绝参加研究

1.2 患者基本资料

两组病历在年龄、性别、随访时间、合并损伤等方面均无统计学差异, 纳入病例基本资料见表 2。

1.3 手术技术

对采用 LARS 重建 ACL 的患者, 保留患者前交叉韧带残端是采用 LARS 重建的先决条件。对于慢

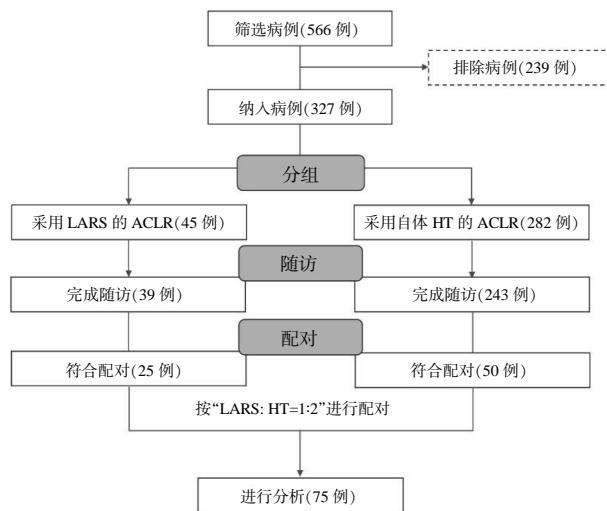


图 1 研究病例纳入及配对流程图

Figure 1 Flow Chart of Case Inclusion and Matching in the Study

表 2 纳入病例的人口统计学资料

Table 2 Demographic Data of Included Cases

	LARS 组	自体 HT 组	P 值
病例数量 / 例	25	50	
年龄 / 岁	27.4 \pm 7.4 (16~45)	27.2 \pm 7.2 (17~42)	0.894
性别(男/女) / 例	20/5	40/10	0.999
伤侧(左/右) / 例	12/13	27/23	0.624
受伤-手术时间 / 月	12.7 \pm 9.0 (1~32)	18.3 \pm 20.8 (1~78)	0.108
随访时间 / 月	146.9 \pm 14.0	144.9 \pm 25.3	0.670
半月板	合并 17	30	0.500
损伤 / 例	不合并 8	20	
专业项目 / 例	足球 12	26	
	篮球 7	16	
	羽毛球 3	5	
	军事训练 2	0	
	舞蹈 / 体操 1	0	
	乒乓球 0	1	
	跑步 0	2	

性 ACL 损伤病例或残端质量不佳者, 术者放弃采用 LARS 韧带。因此与决定采用 LARS 患者术前谈话时, 常规确认移植物备选方案。采用 Dericks 等人介绍的手术技术应用 LARS 人工韧带重建 ACL^[16]。隧道直径为 7.5 mm, 韧带固定采用钛螺钉。对于采用自体 HT 重建 ACL 的患者, 取同侧半腱肌肌腱和股薄肌肌腱作四股移植物。根据移植物直径确定隧道直径, 胫骨端采用 Intrafix (Mitek) 和 Spikedwasher (Smith&Nephew), 股骨端采用悬吊钢板 (Endobutton, Smith&Nephew) 或横穿钉 (Rigidfix, Depuy) 予以固定。更多手术操作内容见本课题组前期发表文献^[15]。



1.4 术后康复及重返运动

术后首日开展股四头伸膝位等长收缩、直腿抬高、踝泵以及足跟滑动练习。根据耐受情况进行部分负重。术后强调伸膝训练,采用自体 HT 目标术后 8 周完全恢复关节活动度,采用 LARS 患者目标术后 4 周完全恢复关节活动度。术后早期症状控制理想后,鼓励患者积极开展肌力和本体感觉训练。运动医学康复门诊对进展不佳病例进行积极随访,根据个人情况调整康复方案。

医生根据患者症状、关节功能以及康复结果告知患者何时能够重返运动。采用 LARS 患者一般术后 8 周可以重返轻度体育活动,如游泳、慢跑;术后 4 个月可重返竞技体育活动。采用自体 HT 患者一般术后 4 个月可进行轻度体育活动;重返竞技体育活动一般不早于术后 8 个月^[15],更多内容见表 3。

表 3 采用自体 HT 与 LARS 重建 ACL 术后不同阶段的康复目标

Table 3 Rehabilitation Goals at Different Stages of ACL Reconstruction Using Autologous HT and LARS

时间	LARS 组	自体 HT 组
至术后 2 周	伸膝不受限 屈膝 90° 完全负重 控制疼痛和症状	伸膝不受限 屈膝 90° 控制疼痛和症状
至术后 4 周	步态正常 日常活动不受限 关节活动度正常 本体感觉锻炼	步态正常 完全负重
至术后 8 周	轻度体育活动 恢复训练 非对抗体育活动	关节活动度正常 日常活动不受限 本体感觉锻炼
至术后 12 周	娱乐体育活动	
至术后 16~24 周	竞技体育活动 (如果可以)	非对抗体育活动
至术后 24~32 周		娱乐体育活动
至术后 32 周		竞技体育活动 (如果可以)

1.5 统计分析

统计分析采用 SPSS19.0 进行。判断连续性数据是否服从正态分布和方差齐性采用 Kolmogorov-Smirnov 检验和 Levene 检验。连续性数据根据其分布类型选择配对样本 T 检验或 Mann-Whitney 检验进行两组间分析。两组分类变量使用卡方检验和 Fisher 精确检验。对于患者主观量表,同一组病例不同时间点的检查结果采用 Friedman 检验,两组间的比较采用 Mann-Whitney U 检验。P<0.05 认为具有显著统计学差异。

2 研究结果

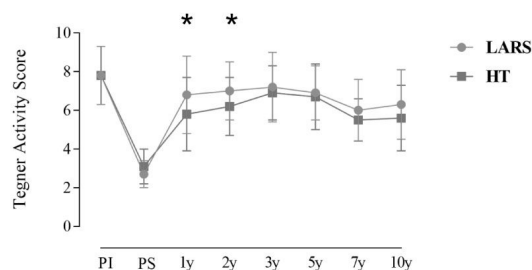
2.1 重返运动及时机

LARS 组中,24 例术后重返运动,重返率为 96%。其中重返竞技体育 18 例,重返率为 72%;重返娱乐活动 6 例,重返率为 24%。自体 HT 组中,45 例术后重返运动,重返率为 90%;其中重返竞技体育 21 例,重返率为 42%;重返娱乐活动 24 例,重返率为 48%。两组患者在重返竞技运动率(P=0.016)上具有显著统计学差异。

LARS 组中,重返轻体育(跑步、游泳)活动时间为术后(2.0±1.0)月;重返涉及膝关节扭转、急停变向运动时间为术后(3.5±1.4)月;重返竞技体育时间为术后(5.2±1.7)月。自体 HT 组中,重返轻体育活动时间为术后(3.9±1.4)月;重返涉及膝关节扭转、急停变向运动时间为术后(5.9±1.3)月;重返竞技体育时间为术后(11.1±2.4)月。两组患者在重返运动时机(轻体育运动,P<0.001;涉及膝关节扭转、急停变向运动,P<0.001;重返竞技体育,P<0.001)均存在显著统计学差异。

2.2 术后运动水平的保持

两组患者 Tegner 运动评分均在术后第 3 年达到最高,随后出现 Tegner 活动评分下降。两组患者在术后第 1 年(P=0.041)、第 2 年(P=0.035)的运动水平均存在显著统计学差异,详见图 2。



注:*表示两组间差异具有显著性,P<0.05;PI表示 Preinjury,即伤前;PS表示 Presurgery,即术前;1y、2y、3y、5y、7y、10y 分别表示 1 年、2 年、3 年、5 年、7 年、10 年

图 2 两组患者在不同时间点 Tegner 评分
Figure 2 Tegner Scores of the Two Groups of Patients at Different Time Points

3 讨论

本研究首次比较了分别采用 LARS 与自体 HT 重建 ACL 后患者重返运动率的差异,发现虽然 LARS 组术后总重返运动率较自体 HT 组无显著统计学差异,但 LARS 组重返竞技运动比例显著高



于自体 HT 组。研究结果提示采用 LARS 的 ACLR 后病例很可能在重返运动率上均优于采用传统自体移植物的 ACLR。截至目前,关于移植选择对 ACLR 后重返运动率影响的报道相对较少。相关报道中,研究者们仅比较采用自体或异体移植 ACLR 后患者的重返运动率,且得出的结论缺乏一致性。Daruwalla J. H. 等人通过对参加美国全国大学生体育协会(National Collegiate Athletic Association, NCAA)的橄榄球运动员进行调查,发现对于遭受 ACL 损伤的队员,选择自体移植[自体 HT、自体骨-髌腱-骨(Bone Patellar Tendon Bone, BPTB)]比异体移植在 ACLR 后拥有更高的重返运动率^[12]。但 Howard J. S. 等人同样通过调查 NCAA 运动员的损伤情况,却发现对于遭受 ACL 损伤的女性足球运动员, ACLR 后重返运动率与移植选择(自体 HT、自体 BPTB、自体股四头肌肌腱、异体 BPTB、异体胫前肌腱、异体跟腱、异体腓骨肌腱、异体 HT)间并无相关性^[13]。此外, Sikka R. 等人通过研究发现,对出现 ACL 损伤的北美职业冰球联盟(National Hockey League, NHL)的运动员而言,移植选择(自体 HT、自体 BPTB、异体 BPTB、异体胫后肌腱)并未影响其接受 ACLR 重返运动后的运动表现^[17]。因此可见采用自体或异体移植是否对 ACLR 后重返运动存在影响目前尚不清楚,有待进一步研究去证实。

本研究发现 LARS 组患者术后重返运动时机在不同运动水平上均显著早于自体 HT 组的患者。研究结果提示采用 LARS 重建 ACL 术后患者在重返运动时机上显著优于采用传统自体移植重建 ACL 的患者。此前的报道中,尽管研究者们提及 ACLR 后重返运动时机在采用 LARS 者中早于采用自体移植者^[2,15,18]。但至今尚无研究系统比较两者在重返时机上的差异。本研究中, LARS 组患者重返运动时机在轻体育运动、涉及膝关节扭转和急停变向的运动,以及体育比赛上均显著早于自体 HT 组患者。本研究认为导致该现象的原因主要包括以下 4 点:首先,采用 LARS 患者术后可较采用自体 HT 者更早开展康复训练,这是由于 LARS 较自体 HT 力学强度高,植入后无血管化和再塑形,不会出现早期力学强度下降现象;其次,采用 LARS 的 ACLR 创伤小于采用传统移植,不涉及自体移植物的取材,无潜在的供区并发症等风险,这在一定程度上更有利于患者早期开展功能锻炼和运动康复;再次,早期开展术后康复和功能锻炼本身也有助于患者关节功能、下肢力量、本体感觉以及跳跃能力的恢复,这些内容对 ACLR 后重返运动的作用是决定性的;最后,早期开

展康复可能有助于患者心理状态的恢复,如克服恐惧、重塑信心以及战胜负面情绪^[19],这也在很大程度上有益于患者术后重返运动。

本研究中,两组患者在术后第 7 年、第 10 年的运动评分出现下降,这提示患者运动水平的下降。此前报道中, Ardern C. L. 等人通过荟萃分析也发现到类似的现象,即在平均随访时间少于 24 个月的研究中,患者重返运动率显著高于平均随访时间大于 24 个月的研究^[20]。随访时间增加同时出现的重返运动率下降表明尽管患者 ACLR 后能够回到较高水平的体育运动中,但这种运动并不能长期维持。目前尚不清楚是否与术后膝关节功能有关或是其他原因而导致患者无法保持体育水平。因此,具体原因需要进一步的研究去证实。

本研究采用配对设计,以手术时年龄、性别、伤前运动水平为标准进行配对。采用此配对方案的目的在于规避以上 3 个因素对 ACLR 术重返运动的潜在影响。既往报道提示年龄、性别、伤前运动水平会对 ACLR 后患者重返运动产生显著影响。Ardern C. L. 等人的研究结果显示,年轻患者 ACLR 后重返运动率高于年长患者,研究者推测年轻人通过教育机构和相关团队有更多机会参加体育运动^[21]。通常情况下,他们参加体育运动的机会一直持续到完成本科学习之后。从另一个方向来看,年龄较大患者随着生活经历的丰富,可能会对运动以外的其他项目产生更多兴趣;此外,就业和家庭方面的压力对他们 ACLR 后重返运动可能产生负面影响。Ardern C. L. 等人还发现男性患者 ACLR 后重返运动上拥有性别优势,其重返时机显著早于女性患者。类似的, Anand B. S. 等人的研究提示男性 ACLR 后重返运动率显著高于女性^[22]。但在 Shelbourne K. D. 等人的研究中,不同性别患者 ACLR 后 5 年的运动水平并无显著差异^[23]。同样, Ferrari J. D. 等人的研究发现 ACLR 后 4.5 年, Tegner 运动评分在性别间没有统计学差异^[24]。因此性别对 ACLR 后重返运动的影响目前尚存疑问,仍有待进一步研究去证实。对于患者伤前运动水平而言,有研究表明精英运动员较非精英运动员在 ACLR 后拥有更高的重返运动率^[6]。这一发现间接表明伤前运动水平可能会对 ACLR 后重返运动产生影响。Feller J. 等人对此的解释是,伤前运动水平更高的人群在 ACLR 后对重返运动具有更强动力,并能够获得更多外界支持来帮助其实现此目的^[25]。

本研究有以下不足,首先,对重返运动判断存在一定的主观性,尤其是非运动员重返运动具有较高的自主决策权。本研究采用直接询问的方式询问患者



是否能够重返运动,借助 Tegner 运动评分细则对重返运动情况进行评价。这种方法缺乏研究者或其他专业人员,如康复师、运动防护师或教练员等的客观评估。然而,在大量已发表关于 ACLR 术后重返运动的文献中,国际同行们均采用主观评价方式对重返运动结果进行评价^[21,25-29]。其次,本研究中重返运动情况与重返时机通过患者回忆完成填写,存在回忆偏倚。但是,考虑到重返运动通常是 ACLR 后备受期待的事件,在某一时间点完成重返运动常常令人难忘,研究推测发生回忆偏倚的风险较低,大量已报道的相关研究中同样难以避免类似问题^[21,30-31]。此外,研究关注 ACLR 重返运动,但却未将患者心理因素纳入评估。已有大量证据表明心理因素可在 ACLR 后重返运动中发挥重要作用。本研究未涉及心理因素的评价,但在前期研究中已翻译并验证了“ACL 伤后重返运动量表”(一种心理测评量表)。未来研究将探究心理因素在 ACLR 后重返运动中的作用。最后,本研究并未考虑患者重返运动的质量或运动表现。无论在临床上或在训练场旁,医务人员和康复师们不难发现对于接受 ACLR 的患者,弄清其是否恢复训练或比赛并不难,难点在于很难准确判断他们是否能重返至伤前运动水平。本研究仅采用 Tegner 活动评分作为衡量标准,这是目前缺乏有效评估手段的权宜之法。现实中,伤者术后重返相同水平的比赛是一回事,他们是否以相同的能力进行比赛又是另一回事。

4 结论

术后远期随访结果显示采用 LARS 重建 ACL 的患者不仅重返不同水平运动时机显著早于采用自体 HT 患者,且在重返竞技运动率上拥有显著优势。

参考文献:

- [1] Clayton R. A., Court-Brown C. M. The epidemiology of musculoskeletal tendinous and ligamentous injuries[J]. *Injury*, 2008, 39(12): 1338-1344.
- [2] Liu Z. T., Zhang X. L., Jiang Y., et al. Four-strand hamstring tendon autograft versus LARS artificial ligament for anterior cruciate ligament reconstruction[J]. *Int. Orthop.*, 2010, 34(1): 45-49.
- [3] Muller U., Kruger-Franke M., Schmidt M., et al. Predictive parameters for return to pre-injury level of sport 6 months following anterior cruciate ligament reconstruction surgery[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2015, 23(12): 3623-3631.
- [4] Marx R. G., Jones E. C., Angel M., et al. Beliefs and attitudes of members of the American Academy of Orthopaedic Surgeons regarding the treatment of anterior cruciate ligament injury[J]. *Arthroscopy*, 2003, 19(7): 762-770.
- [5] Czuppon S., Racette B. A., Klein S. E., et al. Variables associated with return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review[J]. *Br. J. Sports Med.*, 2014, 48(5): 356-364.
- [6] Ardern C. L., Taylor N. F., Feller J. A., et al. Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors[J]. *Br. J. Sports Med.*, 2014, 48(21): 1543-1552.
- [7] Ross M. D., Irrgang J. J., Denegar C. R., et al. The relationship between participation restrictions and selected clinical measures following anterior cruciate ligament reconstruction[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2002, 10(1): 10-19.
- [8] WHO. International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) [M]. March 2018.
- [9] Shaerf D. A., Pastides P. S., Sarraf K. M., et al. Anterior cruciate ligament reconstruction best practice: A review of graft choice[J]. *World J. Orthop.*, 2014, 5(1): 23-29.
- [10] Sherman O. H., Banffy M. B. Anterior cruciate ligament reconstruction: which graft is best? [J]. *Arthroscopy*, 2004, 20(9): 974-80.
- [11] Forssblad M. Scandinavia pioneered ACL registries, where are we now?[C]. proceedings of the ISAKOS, 2019.
- [12] Daruwalla J. H., Greis P. E., Hancock R., et al. Rates and Determinants of Return to Play After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in NCAA Division 1 College Football Athletes: A Study of the ACC, SEC, and PAC-12 Conferences[J]. *Orthop. J. Sports Med.*, 2014, 2(8): 2325967114543901.
- [13] Howard J. S., Lembach M. L., Metzler A. V., et al. Rates and Determinants of Return to Play After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in National Collegiate Athletic Association Division I Soccer Athletes: A Study of the Southeastern Conference[J]. *Am. J. Sports Med.*, 2016, 44(2): 433-439.
- [14] Gao K., Chen S., Wang L., et al. Anterior cruciate ligament reconstruction with LARS artificial ligament: a multicenter study with 3- to 5-year follow-up[J]. *Arthroscopy*, 2010, 26(4): 515-523.
- [15] Chen T., Zhang P., Chen J., et al. Long-Term Outcomes



- of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Either Synthetics With Remnant Preservation or Hamstring Autografts: A 10-Year Longitudinal Study[J]. *Am. J. Sports Med.*, 2017, 45(12): 2739-2750.
- [16] Dericks G. Ligament advanced reinforcementsystem anterior cruciate ligament reconstruction[J]. *Operative Techniques in Sports Medicine*, 1995, 3(3):187-205.
- [17] Sikka R., Kurtenbach C., Steubs J. T., et al. Anterior Cruciate Ligament Injuries in Professional Hockey Players[J]. *Am. J. Sports Med.*, 2016, 44(2): 378-383.
- [18] Bianchi N., Sacchetti F., Bottai V., et al. LARS versus hamstring tendon autograft in anterior cruciate ligament reconstruction: a single-centre, single surgeon retrospective study with 8 years of follow-up[J]. *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.*, 2019, 29(2): 447-453.
- [19] Chen T., Zhang P., Li Y., et al. Translation, cultural adaptation and validation of simplified Chinese version of the anterior cruciate ligament return to sport after injury (ACL-RSI) scale[J]. *PLoS One*, 2017, 12(8): e0183095.
- [20] Ardern C. L., Webster K. E., Taylor N. F., et al. Return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: a systematic review and meta-analysis of the state of play[J]. *Br. J. Sports Med.*, 2011, 45(7): 596-606.
- [21] Ardern C. L., Taylor N. F., Feller J. A., et al. Return-to-sport outcomes at 2 to 7 years after anterior cruciate ligament reconstruction surgery[J]. *Am. J. Sports Med.*, 2012, 40(1): 41-48.
- [22] Anand B. S., Feller J. A., Richmond A. K., et al. Return-to-Sport Outcomes After Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Surgery[J]. *Am. J. Sports Med.*, 2016, 44(3): 580-584.
- [23] Shelbourne K. D., Gray T., Haro M. Incidence of Subsequent Injury to Either Knee Within 5 Years After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Patellar Tendon Autograft[J]. *Am. J. Sports Med.*, 2009, 37(2): 246-251.
- [24] Ferrari J. D., Bach B. R., Bush-Joseph C. A., et al. Anterior cruciate ligament reconstruction in men and women: An outcome analysis comparing gender[J]. *Arthroscopy-the Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 2001, 17(6): 588-596.
- [25] Feller J., Webster K. E. Return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction[J]. *Int. Orthop*, 2013, 37(2): 285-290.
- [26] Ardern C. L., Taylor N. F., Feller J. A., et al. Fear of re-injury in people who have returned to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery[J]. *J. Sci. Med. Sport.*, 2012, 15(6): 488-495.
- [27] Bizzini M., Silvers H. J. Return to competitive football after major knee surgery: more questions than answers? [J]. *J. Sports Sci.*, 2014, 32(13): 1209-1216.
- [28] Dekker T. J., Godin J. A., Dale K. M., et al. Return to Sport After Pediatric Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and Its Effect on Subsequent Anterior Cruciate Ligament Injury[J]. *J. Bone. Joint. Surg. Am.*, 2017, 99(11): 897-904.
- [29] Everhart J. S., Best T. M., Flanigan D. C. Psychological predictors of anterior cruciate ligament reconstruction outcomes: a systematic review[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.*, 2015, 23(3): 752-762.
- [30] Ardern C. L., Taylor N. F., Feller J. A., et al. Sports participation 2 years after anterior cruciate ligament reconstruction in athletes who had not returned to sport at 1 year: a prospective follow-up of physical function and psychological factors in 122 athletes[J]. *Am. J. Sports Med.*, 2015, 43(4): 848-856.
- [31] Lai C. C. H., Ardern C. L., Feller J. A., et al. Eighty-three per cent of elite athletes return to preinjury sport after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review with meta-analysis of return to sport rates, graft rupture rates and performance outcomes[J]. *Br. J. Sports Med.*, 2018, 52(2): 128-138.

(责任编辑:刘畅)