



运动员前交叉韧带损伤与重建术后的重返赛场: 早期与安全的相关问题

周敬滨^{1,2}, 贺忱², 高奉², 钱驿², 果森²

摘要: 前交叉韧带损伤与手术后,能否早期重返赛场是运动员、教练员、医疗团队、运动队管理者共同关心的问题,其中的关键问题是“早期”和“安全”。本文阐述了运动员重返赛场过程中早期与安全两方面的影响因素,解答运动员前交叉韧带损伤和手术后重返赛场的相关问题。确定重返赛场的时间需要对损伤类型做出准确判断,兼顾运动项目特点,了解术后常规重返时间。从安全角度应该防止前交叉韧带再次损伤,了解对运动员更合适的手术方式、移植物和重返赛场测试指标,在重视康复的同时,不要忽略移植物的生物愈合特性。

关键词: 运动员;前交叉韧带损伤;前交叉韧带重建术;重返赛场

中图分类号:G804 文献标志码:A 文章编号:1006-1207(2020)03-0002-05

DOI:10.12064/ssr.20200301

Athletes Returning to Play after Anterior Cruciate Ligament Injury and Reconstruction: Early and Safety-related Issues

ZHOU Jingbin^{1,2}, HE Chen², GAO Feng², QIAN Yi², GUO Sen²

(1. Medical School of Chinese PLA, Beijing 100853, China; 2. National Institute of Sports Medicine, Beijing 100061, China)

Abstract: Whether an athlete can return to play as soon as possible after the anterior cruciate ligament (ACL) injury and surgery is a common concern among athletes, coaches, medical teams and sports team managers. The key to the concern is to be "early" and "safe". This study discussed the factors affecting the early and safe return to the play, and resolved the problems related to anterior cruciate ligament injury and returning to play after the treatment. Determining the time to return is based on the accurate judgment of the injury type, the characteristics of the sport, and knowledge of the routine return time after surgery. From the safety point of view, it is vital to prevent the anterior cruciate ligament from being injured again, to know more appropriate surgical methods, graft and the evaluation methods for athletes to return to play, and to attach importance to the biological healing characteristics of the graft while emphasizing the rehabilitation.

Key Words: athlete; anterior cruciate ligament injury; anterior cruciate ligament reconstruction; return to play

前交叉韧带 (Anterior Cruciate Ligament, ACL) 损伤和手术后重返赛场一直是运动员、教练员、医疗团队、运动队管理者共同关注的问题,重返赛场问题决定着运动员的职业生涯、价值实现和经济收入等。重返运动是个复杂的问题,包括损伤类型、有无合并症、有无关节粘连或肌肉萎缩、手术技术、移植物选择、围手术期康复、重返运动能力康复、心理、职业与社会因素等。最近研究表明,尽管有较多 ACL 术后

早期重返赛场成功的病例,但通常只有 1/3 的运动员能够重返伤前运动水平,1/3 运动员改变了原来运动方式,1/3 的运动员在 ACL 重建术后无法达到伤前的运动水平,并且有较高的移植物失效率^[1-2]。因此,在临床医学和康复方面,重返赛场需要在时间和安全之间找到最佳平衡,根据损伤特点和竞技要求,需要通过非手术和手术治疗的方式,结合运动特点,达到重返赛场目的。

收稿日期:2020-03-16

基金项目:科技部科技冬奥专项(2019YFF0301700)。

第一作者简介:周敬滨,男,博士,主任医师。主要研究方向:运动创伤的手术治疗与康复。E-mail:jingbinzhou@163.com。

作者单位:1.解放军医学院,北京 100853;2.国家体育总局运动医学研究所,北京 100061。

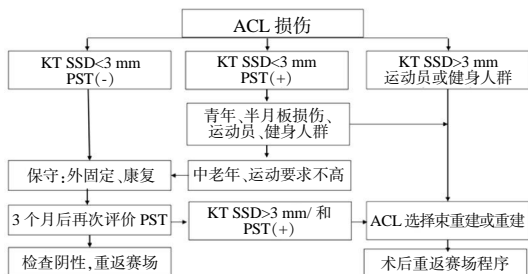


1 早期重返赛场

1.1 手术是运动员 ACL 损伤后最佳选择吗？——准确判断损伤类型

ACL 的主要功能是维护膝关节的前后向和旋转稳定性。运动员 ACL 损伤后有一类型是并非完全断裂,仍然残存部分韧带组织,称为 ACL 部分损伤,而且残留韧带组织对膝关节有一定稳定作用^[3]。Noyes 等的长期随访发现,ACL 部分损伤小于 25% 的失效率为 12%,50% 损伤的失效率为 50%^[4]。Messner 经过对 22 例小于 50% 的 ACL 部分损伤患者进行 18~25 年的随访研究发现,仅有 1 例出现膝关节旋转不稳定^[5]。因此,对于运动员 ACL 部分损伤,如果膝关节前后向和旋转稳定性佳,可以通过非手术治疗让运动员早期重返赛场。判断 ACL 部分损伤后前后向和旋转稳定性常用的指标是双膝前后向稳定性差值(Side-to-Side Difference, SSD)和轴移试验,SSD 通常用 KT2000 等膝关节测量仪获得,轴移试验分为 3 度,用于确定不同程度的旋转不稳定。轴移试验的测量,必要时可以在麻醉下(EUA)进行,以获得更为客观的旋转稳定评价。

ACL 损伤后客观的评价有助于对治疗做出正确的选择,图 1 为笔者推荐的 ACL 损伤后诊疗与重返赛场的流程图。若轴移试验阴性,KT2000 测试结果小于 3 mm,则可以通过非手术治疗,经过康复锻炼后在 3 个月内重返赛场。笔者曾收诊一名距离奥运会 3 个月膝关节扭伤的精英女子曲棍球运动员,核磁共振(MRI)显示止点明显损伤,EUA 轴移试验阴性,SSD=1 mm,诊断为 ACL 部分损伤,对其进行康复功能锻炼,使其顺利参加奥运会,未因膝关节功能影响训练和比赛。术后 3 年随访,轴移试验阴性,SSD=1 mm,膝关节功能未影响运动表现,正常参加训练和比赛。因此,准确诊断 ACL 损伤类型,有助于帮助运动员选择最佳治疗方案,早期重返赛场。



注:KT SSD 为 KT2000 测量的 SSD 数值;PST 为轴移试验

图 1 运动员 ACL 损伤后的诊疗流程

Figure 1 Flowchart of Diagnosis and Treatment for Athletes after Anterior Cruciate Ligament Injury

1.2 如何早期(3 个月以内)重返赛场? ——兼顾比赛时间和运动特点

运动员即使 ACL 在完全损伤后,也常会面对能否在 3 个月内参加重大比赛的问题。何种治疗方案可以让运动员能够在伤后 3 个月内重返赛场,需要兼顾运动项目特点。Moksnes 对 ACL 损伤保守和手术治疗的研究结果发现,ACL 完全损伤后,尽管保守治疗组前后向松弛度(SSD=5.6 mm)明显大于 ACL 重建组(SSD=2.7 mm),但经过系统康复功能训练,其重返赛场率为 68.1%,和手术组(68.1%)无明显区别;对于急停急转项目运动员进行保守治疗,其重返赛场率为 54.8%,和手术组(61.9%)无明显区别^[6]。该理论也为运动员通过保守治疗在短期内(3 个月内)重返赛场提供了可能。通过非手术治疗短期成功重返赛场跟运动项目密切相关,Hefli 等根据 ACL 的重返赛场特点,将运动项目强度分为四级,I 级为急停急转要求较高的对抗项目(如足球、篮球、手球、橄榄球等),II 级为急停急转非对抗项目(如滑雪、体操、隔网类项目),III 级为直向运动项目(如径赛和举重项目),IV 级为久站久坐类项目(如棋类和桌球等)^[7]。

我国奥林匹克优势项目大多集中于 II 级运动强度,若运动员因重大比赛需要在 3 个月内重返赛场,可采取保守治疗方案。笔者曾收诊一名精英散打运动员,项目强度为 II 级,全运会前 3 个月时 ACL 完全损伤,体格检查显示轴移试验 I 度阳性,Lachman 试验 II 度阳性,建议采取增强体能与肌肉力量+神经反应性训练+改变战术特点+运动防护等方案进行治疗与康复,后在全运会成功获得冠军。对于 I 类比赛项目,运用保守治疗早期重返赛场的成功率则偏低,Roi 等报道意大利顶级足球运动员,ACL 损伤后进行自体腘绳肌腱重建,结合康复功能训练,术后 77 天重返顶级联赛,术后 3 个月参加全场比赛^[8]。虽然有上述手术帮助早期重返赛场的病例,但二次损伤、继发损伤和手术移植物再次断裂比率却很高^[9],另外还可能出现不可预知的手术并发症,越来越多的医生和理疗师不倾向于通过手术帮助运动员在 3 个月内重返赛场。运动员应该了解过早重返赛场的风险,即在特殊情况下,可以根据运动项目选择保守治疗,可以等待损伤后 3 个月重返赛场的机会。

1.3 ACL 手术后何时重返赛场更为安全?

对于大多运动员而言,ACL 损伤后常规的治疗方式还是需要进行 ACL 重建手术,影响重返赛场最大的隐患是再次损伤。早期研究认为运动员可在 ACL 重建术后 4~6 个月后重返赛场,对于一些 I 级



运动项目,建议运动员推迟重返赛场时间,以降低移植物的再断率,Kaplan认为,术后9个月重返赛场可以大大降低ACL的再损伤率^[10]。Beischer等对159名年轻运动员ACL重建术后重返赛场的研究发现,术后9个月内重返赛场的移植物再断率增加了7倍^[11]。挪威国家手球队为了让运动员获得更大的健康利益,规定运动员术后必须一年以上才能参加对抗训练或比赛^[12]。因此,如果想更安全地重返赛场,建议在术后9~12个月。

2 安全重返赛场

所谓“安全”,是尽可能避免运动员在ACL手术后重返赛场时出现的再次损伤。再次损伤会很大程度影响运动员膝关节功能、延长康复时间、降低再次重返赛场的几率^[9]。因此,在ACL术后重返赛场的过程中,安全和早期都很重要。根据目前研究,ACL术后再次损伤与ACL手术方式、移植物的选择、移植物的生物愈合以及重返前康复评估有明确关系。

2.1 何种重建方式能够让运动员早期重返赛场?——ACL重建方式

在运动员重返赛场方面,目前没有任何一种明确的手术方式显示出更大的优势,但手术中骨道位置和重建方式与术后膝关节的生物力学功能密切相关。膝关节不稳定会造成“股四头肌逃避”(Quadriceps Avoidance Pattern)^[13],导致术后肌肉力量不足,手术的目的是恢复膝关节稳定性,有助于康复的顺利进行。因此要求手术的目的是获得更好的膝关节生物力学功能。

对ACL术后的长期随访发现,传统的经胫骨(trans tibial)过顶位重建技术,虽然其前后向稳定性较好,但旋转稳定性相对较差。解剖双束重建手术能让膝关节具有较好的生物力学性能,但由于其等长性较差、双隧道造成的骨丢失和创伤更大,其术后失效率和再次损伤率较高^[14]。IDEAL点重建术是较新的重建理论,认为股骨骨道位置应该选择在等长(isometry)、直接止点(direct)、偏心(eccentric)、解剖位置上(anatomic),让移植物在屈伸过程中保持低张力状态(low tension),技术重点是使重建后移植物的等长性能和生物力学性能达到最佳,该点位置一般选取在前内束股骨止点住院医师棘结构和上胫骨的合适位置^[15-16]。另外,有研究认为ACL重建结合关节外重建,如前外侧结构重建,能够更好地恢复膝关节旋转功能,对于高度轴移试验阳性或者于I级运动项目可能适宜,但由于手术范围扩大,实际效果并不一定好^[17]。

另外,ACL上的本体感觉小体是膝关节的神经肌肉反应的重要结构,对于运动员重返赛场时神经肌肉控制能力有一定作用。笔者团队研究发现,ACL损伤后3个月内其残端本体感觉小体数量更多,因此损伤后早期保残重建有助于保存更多的本体感觉小体^[18]。损伤早期保留残端或者残束则可能获得更佳的愈合效果和更好的本体感觉。对于部分损伤,膝关节稳定功能下降的运动员可以保留ACL残束进行加强重建,因为最大限度保留了下止点、原有稳定功能和本体感觉小体,其术后的稳定效果也较佳。

2.2 何种移植物最适合运动员?——移植物对重返赛场的影响

目前ACL重建的移植物主要包括同种自体肌腱、同种异体肌腱、人工韧带,同种自体肌腱又包括骨髌腱骨、股四头肌腱、腘绳肌腱等。骨髌腱骨和带骨块的股四头肌腱都是坚强移植物,能够更好地恢复膝关节稳定性并促进移植物的早期愈合。动物实验研究表明,骨髌腱骨和股四头肌腱移植物骨块与骨道融合时间至少为6周,腘绳肌软组织与骨道融合时间至少12周,而同种异体骨块与骨道融合时间大于6个月^[19],ACL重建后重返赛场平均时间要低于其他移植物。同时骨髌腱骨作为坚强移植物,对高度轴移试验阳性的旋转不稳定膝关节具有较佳的生物力学功能,其远期失效率也更低。股四头肌腱移植物更多作为一种替代移植物推荐于ACL翻修病例中,股四头肌移植物具有移植物粗大坚强、移植区域并发症少的特点,可以作为运动员ACL重建和翻修的合适移植物^[20]。

腘绳肌腱是目前国内使用最多的移植物,制备肌腱时移植物直径应尽可能足够粗大,同时,腘绳肌腱重建感染发病率高于骨髌腱骨重建,因此对于早期预防感染也有利于运动员重返赛场,同时腘绳肌腱移植术后膝前痛发病率低,更有利于运动员早期康复,达到重返赛场的康复标准^[21]。同种异体肌腱失效率高,移植物愈合时间长,尤其是经辐照的同种异体肌腱不建议应用于运动员^[22]。

2.3 是否有重返赛场的标准?——重返赛场的测试指标

很多学者对ACL重建术后重返赛场的测试指标进行研究,但有些指标是否真的能预测ACL重建术后安全重返赛场?目前尚未完全达到一致。根据国际功能,残疾和健康分类(International Classification of Functioning Disability and Health, ICF)相关的ACL



重返赛场标准,需要通过时间、关节肌肉力量、临床检查、单腿跳、运动表现能力、主观评分、心理评价、运动能力测评等综合评价^[23]。对于力量测试,股四头肌达到健侧的85%~90%以上,腘绳肌力量的90%以上,伸/屈膝肌力比(H/Q)的70%以上,大腿围度差值小于1 cm,单腿跳能力达到健侧的80%~90%。ACL术后达到测试指标后重返赛场,膝关节再次损伤发病率减少4倍^[24]。对于临床检查一般对肢体肿胀情况、活动度、稳定性进行测量。

Roi 等的个案病例中重返正式比赛标准认定为:无膝关节不稳定的主观感觉,足球专项训练完全恢复,KT1000的SSD值小于2 mm,有氧跑动速度大于11 km/h,折返跑速度大于13.5 km/h,伸膝等速肌力与健侧差异小于10%^[18]。

根据 Delaware-Oslo 调查研究,简明重返赛场标准为:被动活动度范围与健侧差值小于10%,股四头肌力量与健侧差值小于10%,单腿跳成绩至少是对侧的90%,能够完成专项运动的康复,术后9个月以上最佳^[25]。

2.4 如何判断移植物生物愈合?——重返赛场的陷阱

ACL 损伤和手术后重返赛场需要考虑多方面因素,如运动员的心理、社会、经济收入等。对于运动员 ACL 重返赛场的时间,还需要针对比赛时间、比赛对自身价值的影响和自身的运动项目特点进行考量。移植物生物愈合是个争议话题,有报道认为 ACL 术后2年后 MRI 随访才可能观察到移植物韧带化,也有研究认为移植物根本不可能愈合。根据移植物是否愈合来决定是否重返运动是一个没有结果的依据。近期报道,重返赛场更重要的指标是术后的表现与时间,尽管 Roi 等报道了意大利精英足球运动员早期成功重返赛场的病例,但近期报道明确发现,即使临床检查、力量、神经反应性、运动表现达到重返赛场的标准^[18],移植物生物愈合仍需要一定时间。因此,过早地重返赛场会大大增加再次损伤的发病率。ACL 重建后在“韧带化”的过程中,需要经历早期愈合期、重塑期、成熟期和稳定期,每个研究结果也不尽相同。早期研究认为术后9~12个月“韧带化”就达到成熟期。而近年研究认为,移植物1年后刚刚度过早期愈合期,而“韧带化”成熟需要18~24个月^[26]。尽管在实际重返赛场过程中,无法做到让运动员度过长达两年的康复期,但是重返赛场后在2年以内仍然需要预防再次损伤。在移植物生物愈合的评价中,可以通过核磁共振等多种无创检查设备对移

植物进行愈合评价,指导运动员重返赛场,在 MRI 评价中通过移植物灰度值评价移植物生物愈合程度^[27]。

3 小结

在 ACL 损伤和手术后重返赛场过程中,运动员和教练员更为关心的是时间和安全的问题。对于运动员 ACL 损伤,需要进行准确诊断和评估,选择保守或者手术治疗方案。针对运动员需要早期(3个月)重返赛场的病例,可以根据运动项目级别采取保守治疗方案。运动医学专科医生的经验非常重要,手术方式、移植物选择、术前术后康复参与度都与移植物再次损伤存在密切关系,也影响重返赛场的安全性。选择使用何种移植物进行 ACL 重建取决于外科手术医生的经验和技术水平。对于运动员,使用同种自体或异体移植物重返赛场的时间在术后9个月以后更为安全。

参考文献:

- [1] van Melick N., van Cingel R. E., Brooijmans F., et al. Evidence-based clinical practice update: practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus [J]. *Br. J. Sports Med.*, 2016, 50(24):1506-1515.
- [2] Barber-Westin S. D., Noyes F. R. Factors used to determine return to unrestricted sports activities after anterior cruciate ligament reconstruction[J]. *Arthroscopy*, 2011, 27(12):1697-1705.
- [3] Dejour D., Ntigiopoulos P. G., Saggin P. R. The diagnostic value of clinical tests, magnetic resonance imaging, and instrumented laxity in the differentiation of complete versus partial anterior cruciate ligament tears[J]. *Arthroscopy*, 2013, 29(3):491-499.
- [4] Noyes F. R., Mooar L. A., Moorman C. T. Partial tears of the anterior cruciate ligament. Progression to complete ligament deficiency[J]. *J. Bone Joint Surg. Br.*, 1989, 71(5):825-833.
- [5] Messner K. Eighteen to twenty-five-year follow-up after acute partial anterior cruciate ligament rupture[J]. *Am. J. Sports Med.*, 1999, 27(4):455-459.
- [6] Moksnes H. Performance-based functional evaluation of non-operative and operative treatment after anterior cruciate ligament injury[J]. *Scand J. Med. Sci. Sports*, 2009, 19(3):345-355.
- [7] Hefti F., Muller W., Jakob R. P., et al. Evaluation of knee ligament injuries with the IKDC form[J]. *Knee Surg. Sports Traumatol Arthrosc*, 1993, 1(3-4): 226-234.



- [8] Roi G. S., Creta D., Nanni G., et al. Return to official Italian First Division soccer games within 90 days after anterior cruciate ligament reconstruction: a case report[J]. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.*, 2005, 35(2):52-61.
- [9] Wiggins A. J., Grandhi R. K., Schneider D. K., et al. Risk of secondary injury in younger athletes after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis[J]. *Am. J. Sports Med.*, 2016, 44(7):1861-1876.
- [10] Kaplan Y. When Is It Safe to Return to Sport After ACL Reconstruction? Reviewing the Criteria[J]. *Sports Health*, 2019, 11(7):301-305.
- [11] Beischer S., Gustavsson L., Senorski E. H., et al. Young Athletes Who Return to Sport Before 9 Months After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Have a Rate of New Injury 7 Times That of Those Who Delay Return[J]. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.*, 2020, 50:83-90.
- [12] Grindem H. Be a Champion for Your Athlete's Health [J]. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.*, 2020, 50(4):173-175.
- [13] Torry M. R., Decker M. J., Ellis H. B., et al. Mechanisms of compensating for anterior cruciate ligament deficiency during gait[J]. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 2004, 36(8):1403-1412.
- [14] van Eck C. F., Kropf E. J., Romanowski J. R., et al. ACL graft re-rupture after double-bundle reconstruction: factors that influence the intra-articular pattern of injury [J]. *Knee Surg. Sports Traumatol Arthrosc.*, 2011, 19(3):340-346.
- [15] Pearle A. D., McAllister D., Howell S. M. 5 Points on Rationale Strategic Graft Placement in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: IDEAL Femoral Tunnel Position[J]. *Am. J. Orthopedics*, 2015, 7: 163-168.
- [16] Nawabi D. H., Tucker S., Schafer K. A., et al. ACL Fibers Near the Lateral Intercondylar Ridge Are the Most Load Bearing During Stability Examinations and Isometric Through Passive Flexion[J]. *Am. J. Sports Med.*, 2016, 44(6):2563-2571.
- [17] Kraeutler M. J., Welton K. L., Chahla J., et al. Current Concepts of the Anterolateral Ligament of the Knee: Anatomy, Biomechanics, and Reconstruction[J]. *Am. J. Sports Med.*, 2018, 46:1235-1242.
- [18] Gao F., Zhou J., He C., et al. A Morphologic and Quantitative Study of Mechanoreceptors in the Remnant Stump of the Human Anterior Cruciate Ligament[J]. *Arthroscopy*, 2016, 32:273-280.
- [19] West R. V. Graft selection in anterior cruciate ligament reconstruction[J]. *J. Am. Acad. Orthop. Surg.*, 2005, 13:197-207.
- [20] Diermeier T., Tisherman R., Hughes J., et al. Quadriceps tendon anterior cruciate ligament reconstruction[J]. *Knee Surg. Sports Traumatol Arthrosc.*, 2020.
- [21] Smith A. H., Capin J., Zarzycki R. Athletes With Bone-Patellar Tendon Bone Autograft for ACL Reconstruction Were Months Slower to Meet Rehabilitation Milestones and Return to Sport Criteria Than Athletes With Hamstring Tendon Autograft or Soft Tissue Allograft: Secondary Analysis From the ACL-SPORTS Trial[J]. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.*, 2019:1-28.
- [22] Bottoni C. R., Smith E. L., Shaha J., et al. Autograft versus allograft anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized clinical study with a minimum 10-year follow-up[J]. *Am. J. Sports Med.*, 2015, 43(10):2501-2509.
- [23] World Health Organization. Towards a common language for functioning, disability and health, ICF. 2002[EB/OL]. [2014-05-28].<http://www.who.int/classifications/icf/training/icfbeginnersguide.pdf>.
- [24] Kyritsis P., Bahr R., Landreau P., et al. Likelihood of ACL graft rupture: not meeting six clinical discharge criteria before return to sport is associated with a four times greater risk of rupture[J]. *Br. J. Sports Med.*, 2016, 50(15):946-951.
- [25] Grindem H., Snyder-Mackler L., Moksnes H., et al. Simple decision rules can reduce reinjury risk by 84% after ACL reconstruction: the Delaware-Oslo ACL cohort study[J]. *Br. J. Sports Med.*, 2016, 50:804-808.
- [26] Pauzenberger L., Syré S. "Ligamentization" in hamstring tendon grafts after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review of the literature and a glimpse into the future[J]. *Arthroscopy*, 2013, 29(10):1712-1721.
- [27] Panos J. A., Webster K. E. Anterior cruciate ligament grafts display differential maturation patterns on magnetic resonance imaging following reconstruction: a systematic review[J]. *Knee Surg. Sports Traumatol Arthrosc.*, 2019(3).

(责任编辑:刘畅)