

前交叉韧带损伤临床诊疗循证指南 (2022 版)

白伦浩¹ 陈疾忤² 陈坚³ 陈东阳⁴ 戴雪松⁵ 关振鹏⁶ 何盛为⁷ 蒋佳⁸ 蒋青⁴
 兰海⁹ 李庭¹⁰ 刘宁¹¹ 陆伟¹² 乔义⁸ 孙鲁宁¹³ 王卫国¹⁴ 王卫明¹⁵ 徐斌¹⁶
 徐洪港¹⁶ 徐永胜¹⁷ 肖文峰¹⁸ 杨梁⁷ 游洪波¹⁹ 余家阔²⁰ 于腾波²¹ 张新涛²²
 张辉¹⁰ 赵松⁸ 朱威宏²³ 赵金忠⁸

¹中国医科大学附属盛京医院, 沈阳 110004; ²上海交通大学附属第一人民医院, 上海 201620; ³北京大学人民医院, 北京 100044; ⁴南京大学医学院附属鼓楼医院, 南京 210008; ⁵浙江大学医学院附属第二医院, 杭州 310052; ⁶北京大学首钢医院, 北京 100144; ⁷大连医科大学附属第二医院, 大连 116023; ⁸上海交通大学附属第六人民医院, 上海 200233; ⁹成都大学附属医院, 成都 610081; ¹⁰北京积水潭医院, 北京 100035; ¹¹郑州市骨科医院, 郑州 450015; ¹²深圳市第二人民医院, 深圳 518025; ¹³江苏省中医院, 南京 210004; ¹⁴中日友好医院, 北京 100029; ¹⁵大连大学附属新华医院, 大连 116021; ¹⁶安徽医科大学第一附属医院, 合肥 230022; ¹⁷内蒙古自治区人民医院, 呼和浩特 010017; ¹⁸中南大学湘雅医院, 长沙 410008; ¹⁹华中科技大学同济医学院附属同济医院, 武汉 430030; ²⁰北京大学第三医院, 北京 100191; ²¹青岛大学附属医院, 青岛 266000; ²²北京大学深圳医院, 深圳 518036; ²³中南大学湘雅二医院, 长沙 410007
 通信作者: 赵金忠, Email: jz Zhao@sjtu.edu.cn, 电话: 13917396491

【摘要】 前交叉韧带(ACL)损伤是一种常见的运动损伤,对膝关节功能有严重影响,限制患者的活动能力。随着我国全民健身运动的普及,ACL损伤发生率正逐年增加。对于ACL损伤,如何选择合适的治疗方法、手术方案与康复计划,目前缺乏相关的临床规范或指南。为了及时反映ACL损伤的诊疗新理念,规范其诊治并提高疗效,中国研究型医院学会运动医学专业委员会与《中华创伤杂志》编辑委员会组织国内骨科与运动医学专家,遵循科学性、实用性和先进性的原则,基于循证医学证据等级,制订了《前交叉韧带损伤临床诊疗循证指南》(2022版),针对ACL损伤的诊疗与康复提出12条推荐建议,为提高ACL损伤的临床诊疗效果提供指导和帮助。

【关键词】 前交叉韧带损伤; 膝关节; 运动损伤; 实践指南

DOI: 10. 3760/cma. j. cn501098-20220314-00185

Clinical evidence-based guideline for the diagnosis and treatment of anterior cruciate ligament injury (2022 version)

Bai Lunhao¹, Chen Jiwu², Chen Jian³, Chen Dongyang⁴, Dai Xuesong⁵, Guan Zhenpeng⁶, He Shengwei⁷, Jiang Jia⁸, Jiang Qing⁴, Lan Hai⁹, Li Ting¹⁰, Liu Ning¹¹, Lu Wei¹², Qiao Yi⁸, Sun Luning¹³, Wang Weiguo¹⁴, Wang Weiming¹⁵, Xu Bin¹⁶, Xu Honggang¹⁶, Xu Yongsheng¹⁷, Xiao Wenfeng¹⁸, Yang Liang⁷, You Hongbo¹⁹, Yu Jiakuo²⁰, Yu Tengbo²¹, Zhang Xintao²², Zhang Hui¹⁰, Zhao Song⁸, Zhu Weihong²³, Zhao Jinzhong⁸

¹Shengjing Hospital of China Medical University, Shenyang 110004, China; ²First People's Hospital Affiliated to Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 201620, China; ³Peking University People's Hospital, Beijing 100044, China; ⁴Affiliated Drum Tower Hospital of Nanjing University Medical School, Nanjing 210008, China; ⁵Second Affiliated Hospital of Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou 310052, China; ⁶Peking University Shougang Hospital, Beijing 100144, China; ⁷Second Hospital of Dalian Medical University, Dalian 116023, China; ⁸Sixth People's Hospital Affiliated to Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200233, China; ⁹Affiliated Hospital of Chengdu University, Chengdu 610081, China; ¹⁰Beijing Jishuitan Hospital, Beijing 100035, China; ¹¹Zhengzhou Orthopaedics Hospital, Zhengzhou 450015, China; ¹²Second People's Hospital of Shenzhen, Shenzhen 518025, China; ¹³Jiangsu Province Hospital of Chinese Medicine,



Nanjing 210004, China; ¹⁴China-Japan Friendship Hospital, Beijing 100029, China; ¹⁵Xinhua Hospital Affiliated to Dalian University, Dalian 116021, China; ¹⁶First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230022, China; ¹⁷Inner Mongolia People's Hospital, Huhhot 010017, China; ¹⁸Xiangya Hospital of Central South University, Changsha 410008, China; ¹⁹Tongji Hospital of Tongji Medical College of Huazhong University of Science & Technology, Wuhan 430030, China; ²⁰Peking University Third Hospital, Beijing 100191, China; ²¹Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao 266000, China; ²²Peking University Shenzhen Hospital, Shenzhen 518036, China; ²³Second Xiangya Hospital of Central South University, Changsha 410007, China

Corresponding author: Zhao Jinzhong, Email: jz Zhao@sjtu.edu.cn, Tel: 0086-1391-7396-491

【Abstract】 The anterior cruciate ligament (ACL) injury is a common sports injury that has a significant impact on knee function and patients' mobility. With the popularity of national fitness campaign in China, the incidence of ACL injury is increasing year by year. Currently, there still lacks clinical standards or guidelines on how to choose appropriate treatment methods, surgical plans and rehabilitation protocols for ACL injury. In order to timely reflect the new treatment concept of ACL injury, standardize its diagnosis and treatment and improve the curative effect, the Sports Medicine Society of Chinese Research Hospital Association and the Editorial Board of Chinese Journal of Trauma organized domestic orthopedic and sports medicine experts to formulate the "clinical evidence-based guideline for the diagnosis and treatment of anterior cruciate ligament injury (2022 version)" based on the level of evidence-based medicine and in compliance with the principle of scientificity, practicability and advancement. The present guideline includes 12 recommendations for the diagnosis, treatment and rehabilitation of ACL injury in order to provide guidance and assistance for the clinical diagnosis and treatment of ACL injury in China.

【Key words】 Anterior cruciate ligament injuries; Knee joint; Athletic injuries; Practice guideline

DOI: 10.3760/cma.j.cn501098-20220314-00185

前交叉韧带 (anterior cruciate ligament, ACL) 是维持膝关节稳定的重要结构,也是竞技、休闲运动及其他原因造成膝关节损伤时最易受损的结构^[1]。随着我国全民健身运动的普及,ACL 损伤的发生率逐年增加。作为一种常见的运动系统损害,ACL 损伤可以由多种机制引发,包括高能量机制(如机动车碰撞)和低能量机制(如体育运动中的接触性损伤和非接触性损伤)^[2-3]。其中低能量、非接触性损伤机制最为常见,多在做旋转或跳跃动作时发生^[2-3]。ACL 损伤不仅会导致膝关节疼痛、肿胀和不稳,还会导致患者运动能力和生活质量下降。ACL 损伤会继发创伤性关节炎、半月板损伤及健侧 ACL 损伤^[4]。对于 ACL 损伤的诊疗,目前缺乏相关的临床规范或指南。因此,ACL 损伤规范化诊疗体系的建立至关重要。为帮助临床医师及时掌握 ACL 损伤的诊断及治疗新理念,并了解相关循证医学研究的最新进展,中国研究型医院学会运动医学专业委员会与《中华创伤杂志》编辑委员会组织国内骨科与运动医学专家,本着科学性、实用性和先进性原则,结合最新临床循证证据制订了《前交叉韧带损伤临床诊疗循证指南》(2022 版),旨在提高我国 ACL 损伤诊疗的规范化与标准化,为临床诊疗实践提供指导和帮助。

1 指南的目标病种及适用对象

本指南涵盖 ACL 体部完全断裂的诊治,不涵盖 ACL 部分损伤及 ACL 附着点撕脱骨折的诊治。适用对象为我国二、三级医疗机构的专科医务人员,包括运动医学科、骨科、急诊科、康复科医师和专科护士,以及基层卫生保健机构医务人员。本指南是针对临床特定问题进行广泛医疗实践后的总结,所涉及的临床实践强于单一的个人经验。临床医师参照本指南时应结合患者具体病情,评估潜在风险,实施个体化诊疗。

2 方法学

本指南编写组专家对检索到的文献进行筛选,排除与本主题不相关的文献。然后对最终纳入的文献进行详细学习和解读,制订出证据表格,记录每篇文献的主要信息。如果对同一篇文献的理解存在分歧,则扩大范围进行讨论直至 80% 以上专家意见一致。

2.1 文献检索过程

从 PubMed、中国生物医学文献数据库(CBM)和万方数据知识服务平台数据库对中、英文文献进行检索,以“(前交叉韧带 or 交叉韧带)and(断裂 or 损伤 or 撕裂)and(治疗 or 诊疗)”或“(anterior cruciate ligament or ACL or cruciate ligament) and (tear or



injury) and (treatment or diagnosis)”作为检索式,检索时间从建库至2022年3月1日,优先检索近五年的文献。文献纳入标准:(1)ACL完全断裂的临床研究全文报道;(2)已发表的临床指南、专家共识或相关著作;(3)每组患者人数至少30例;(4)有明确研究结果且为定量资料。文献排除标准:(1)非全文的临床研究,如会议摘要、信件及评论等;(2)合并膝关节肿瘤、感染、胫骨平台骨折及其他需要手术治疗的韧带损伤。根据文献纳入和排除标准、文献评价及补充指南相关问题需要,最终纳入中文文献10篇,英文文献118篇。

2.2 文献等级评定标准与推荐强度

针对系统性综述和荟萃分析,使用系统评价的方法学质量评价工具(AMSTAR)进行方法学质量评价;针对随机对照试验,使用Cochrane风险偏倚评价工具进行评价;针对观察性研究,使用纽卡斯尔-渥太华量表(NOS)对相应类型的研究进行方法学质量评价。使用推荐意见分级的评估、制订和评价(GRADE)方法,对证据质量进行评价并对推荐意见进行分级。见表1,2。

根据证据评价结果,初步形成推荐意见。经过一轮讨论会、一轮德尔菲法共识会及一轮终审会后,最终确定12条推荐意见。

表1 《前交叉韧带损伤临床诊疗循证指南》中涉及的证据质量分级与定义

证据质量分级	定义
A(高)	对观察值非常有把握接近真实值
B(中)	对观察值有中等把握:观察值有可能接近真实值,但也有可能差别很大
C(低)	对观察值的把握有限:观察值可能与真实值有很大差别
D(极低)	对观察值几乎没有把握:观察值与真实值可能有极大差别

表2 《前交叉韧带损伤临床诊疗循证指南》中涉及的推荐强度分级与定义

推荐强度分级	定义
强推荐(1)	明确显示干预措施利大于弊
弱推荐(2)	利弊不确定或干预措施可能利大于弊
专家建议	基于非直接证据或专家意见、经验形成的推荐

3 推荐意见

3.1 ACL损伤的诊断

推荐意见1: 现病史、体检和MRI是准确诊断

ACL损伤的关键。(推荐等级:1A)

详细询问病史有助于诊断ACL损伤。多数ACL损伤的致伤机制为运动时发生的低能量、非接触性损伤,如在跑步或跳跃时突然减速和改变方向,少数为交通伤及接触性运动损伤^[2-3]。急性ACL损伤发生时,患者常可听到撕裂声或感到关节异常,随后伴有膝关节剧烈疼痛、活动受限与肿胀。陈旧性ACL损伤则通常表现为膝关节反复积液,在进行扭转或跳跃等运动时出现打软腿或膝关节不稳。如果患者有典型的病史特点需怀疑ACL损伤。

针对疑似ACL损伤的患者,临床医师应对膝关节前向稳定性与旋转稳定性进行评估。Lachman试验、轴移试验和前抽屉试验这三项检查的敏感度和特异度最佳。建议临床医师采用这些检查方法准确评估有ACL损伤风险的患者。评估时应注意健、患侧比较。同时须评估其他可能与ACL同时损伤的膝关节结构,如内侧和外侧副韧带、后交叉韧带(PCL)、后内侧结构和后外侧结构等。KT-1000/2000膝关节检测可以客观测量前后移位,在临床研究中常用于评估术后膝关节稳定性恢复效果。但由于体检通常较可靠,故在临床实践中较少使用该仪器。

MRI是评估ACL损伤的主要影像学方法。除此之外,MRI还可用于评估膝关节有无合并半月板、软骨及其他韧带损伤^[1],在急性损伤期用于观察对吻型骨挫伤与骨髓水肿信号,也用于测量股骨髁间凹宽度、胫骨髁间嵴高度和胫骨平台后倾角等,进而判断有无ACL重建失败的高危因素^[5-11]。X线片主要用于排除有无合并骨折,如Segond骨折。此外,X线片也能测量与评估下肢力线和胫骨平台后倾角等,综合判断ACL重建失败的风险。

3.2 ACL损伤的治疗方案

推荐意见2: 手术和非手术治疗的选择应根据合并损伤、危险因素,以及患者的年龄、体重、活动水平和期望值来决定。(推荐等级:1A)

治疗后骨关节炎进展和重返运动方面,非手术治疗和手术治疗无明显区别。Chalmers等^[12]关于ACL损伤后膝关节骨关节炎进展的系统评价表明,手术治疗组和非手术治疗组间无显著差异。Neuman等^[4]的长期队列研究显示,非手术治疗后骨关节炎发生率相对较低(15%),而半月板切除患者则出现骨关节炎进展。Lie等^[13]指出,ACL重建后骨关节炎发生率为1%~80%,半月板切除是骨关节炎



进展的危险因素。ACL 重建本身不能防止骨关节炎进展,半月板切除或半月板损伤才是膝关节骨关节炎进展的主要原因。但在非手术治疗 ACL 损伤的过程中,最终有不少患者出现半月板损伤^[4]。长期随访研究显示,ACL 重建可以预防半月板损伤^[12,14]。

在重返运动方面,非手术治疗与手术治疗无显著差异。Smith 等^[14]的荟萃分析显示,ACL 损伤后手术治疗组和非手术治疗组在重返运动方面无显著差异。从临床结果方面比较,手术治疗可能优于非手术治疗。Frobell 等^[15]比较 121 例年轻活跃患者 ACL 损伤后的手术和非手术治疗效果。结果表明,术后 2 年和 5 年随访中两种治疗方法效果无显著差异。但非手术治疗组有近 40% 的患者需要后期重建 ACL,32% 的患者在 2 年随访期间因半月板损伤而需行后期手术,而手术治疗组只有 10% 的患者在随访期间因半月板损伤而需要再次手术治疗。此外,Bergerson 等^[16]基于瑞典国家 ACL 登记处的配对研究比较了 ACL 损伤后手术和非手术治疗的效果。结果表明,与非手术治疗组相比,ACL 重建组在 1, 2, 5, 10 年的随访中症状均有明显改善,膝关节功能恢复更好,生活质量更高。

尽管有少量证据支持非手术治疗在 ACL 损伤中的作用,但从避免半月板及关节软骨发生后续损伤的角度而言,并不推荐非手术治疗。对于多次出现膝关节不稳,合并有早期骨关节炎症状或半月板、软骨损伤,希望重返急转急停类运动,以及不想重返运动但 ACL 完全断裂、膝关节明显不稳的年轻患者,建议行 ACL 重建手术。

3.2.1 手术时机

推荐意见 3: 对于选择手术治疗的患者,建议在诊断明确后尽早行 ACL 重建。(推荐等级:1B)

ACL 重建的手术时机非常重要。ACL 损伤患者在接受关节镜检查时常被检出合并半月板损伤。O'Connor 等^[17]评估了 1 375 例 ACL 损伤合并半月板损伤患者。结果表明,与损伤后 2 周内相比,ACL 损伤后 26 周起半月板损伤的发生风险明显增加。此外,Ishibashi 等^[18]的荟萃分析显示,早期 ACL 重建(损伤后 3 个月内)与晚期 ACL 重建相比,前者半月板损伤的发生率更低。同时,早期手术更有利于半月板损伤的修复。除半月板损伤外,如果 ACL 损伤与手术时间间隔较长,也易引起膝关节软骨损伤^[19]。Maffulli 等^[20]的观察性研究表明,ACL 损伤与手术之间的时间间隔越长,膝关节软骨的状况越差。关于

ACL 重建时机与膝关节稳定性及重返运动的关系,Karlsson 等^[21]、Noyes 和 Barber-Westin^[22]指出,早期重建与晚期重建并无显著差异,但早期重建患者平均 Tegner 活动评分为 8 分,高于晚期重建患者的 6 分^[21]。基于保护半月板与关节软骨方面的考量,对于确定手术治疗的患者,建议在受伤后尽早进行 ACL 重建。

同时,应充分考虑膝关节术后粘连的可能性,如果患者有严重创伤反应或长期固定导致膝关节活动度受限,建议先行活动度锻炼,待关节创伤和粘连反应消退后再行 ACL 重建。一般认为,评估创伤和粘连反应消退的标准为膝关节主动弯曲能达到 120°。既往研究表明,过早行 ACL 重建可能会增加术后纤维化的风险,影响膝关节术后活动度恢复^[23-24]。但近期多项观察性研究与随机对照研究表明,急性损伤患者早期手术后可以恢复正常的关节活动范围,且早期 ACL 重建可以促进患者更快重返运动。目前学界普遍认为,现代关节镜技术结合积极的术后康复,膝关节术后纤维化发生率与手术时机无关^[25-26]。但仍建议在关节创伤和粘连反应消退、膝关节主动弯曲能达到 120° 后再行 ACL 重建术。

3.2.2 移植物选择

推荐意见 4: 在移植物选择方面,首选自体肌腱移植物重建 ACL。(推荐等级:2B)

自体肌腱、异体肌腱与人工韧带均可用于重建 ACL,建议首选自体肌腱。这一建议是基于 3 项荟萃分析^[27-29]、5 项随机对照试验^[30-34]及 8 项病例或队列研究^[35-42]。在比较自体肌腱和异体肌腱的临床结果时,多项荟萃分析显示两者在国际膝关节文献编制委员会(IKDC)评分、Lysholm 评分、Lachman 试验、轴移试验、KT-1000 膝关节检测和并发症方面无显著差异。但 Engelman 等^[35]的病例对照研究表明,使用异体肌腱术后并发症发生率是自体肌腱的 2 倍。使用自体肌腱行 ACL 重建后,患者术后 IKDC 评分和 Tegner 活动评分更高,恢复体育活动的也更短^[43]。多项病例对照研究表明,对于年轻或高度活跃的患者而言,异体移植物较自体移植物术后再损伤率更高^[35,43-45]。

在人工韧带方面,目前高质量研究较少,尚无明确推荐。Gao 等^[37]和 Tiefenboeck 等^[38]均指出,在使用人工韧带重建 ACL 50 个月后,膝关节稳定性恢复良好,术后功能评分显著提升。相反,Ventura



等^[39]指出,在使用人工韧带重建ACL 19年后,74.5%的患者Lachman试验呈阳性,所有患者出现膝关节退行性变化。Tulloch等^[40]认为,使用人工韧带重建ACL术后再损伤率高,IKDC评分及Lysholm评分低。此外,使用人工韧带重建ACL可导致部分患者发生膝关节炎症,包括膝关节积液和滑膜炎等。因此,近年来使用人工韧带重建ACL有所减少。当比较人工韧带和自体肌腱的临床结果时,Pan等^[41]使用人工韧带和骨-髌腱-骨(BTB)自体移植物,术后4年随访时膝关节功能评分方面无明显差异,而Liu等^[42]报告使用人工韧带重建膝关节稳定性优于使用自体腘绳肌腱(HT)重建。由于这些研究使用不同类型的自体肌腱且隧道位置也并不相同,故无法对这些结果进行简单对比,后续仍需进一步高质量研究。对膝关节多发韧带损伤或专业运动员等自体肌腱移植物来源不足或对取自体肌腱有所顾虑的患者,可以考虑使用人工韧带或自体肌腱。

推荐意见5:在自体肌腱移植物选择方面,首选HT与BTB作为主要移植物。(推荐等级:1A)

使用HT与BTB移植物行ACL重建后的临床疗效无显著差异。Xie等^[46-47]的荟萃分析显示,使用HT和BTB重建ACL在胫骨前移、Lachman试验、轴移试验、IKDC评分、再损伤率、关节活动度及重返运动方面无显著差异。Sasaki等^[48]包含150例ACL重建患者的随机对照试验也表明,在临床评分和客观评分方面,使用HT与BTB并无显著差异。

关于术后翻修率,Rahr-Wagner等^[49]的一项丹麦全国范围研究显示,使用HT重建后翻修率为0.65%(1年内)和4.45%(5年内),使用BTB重建后翻修率为0.16%(1年内)和3.03%(5年内)。使用HT重建后1年翻修率略高于BTB重建^[49-50]。使用BTB重建可有效避免术后膝关节屈曲力量丧失,而使用HT重建则在改善膝前疼痛和跪地疼痛等症状方面更有优势^[51-53]。在术后骨关节炎方面,Webster等^[51]在15年的随访中发现,使用HT重建后骨关节炎发生率为32%,使用BTB重建后骨关节炎发生率为26%,两者间差异无统计学意义。BTB的优点是易于获取、生物力学特性与原生韧带相似、具有较高的初始强度及允许早期积极康复;劣势在于影响伸膝装置,可导致髌骨骨折、低位髌骨或引起膝前疼痛与感觉异常等膝前症状^[54]。手术医师必须了解BTB的优缺点,并结合患者的自身因素进行个性化选择。使用BTB重建后出现的膝前疼痛与感觉

异常可通过术中避免损伤隐神经膝下支进行预防^[55],膝前疼痛也可在术后积极康复治疗;髌骨骨折可通过移植物切取过程中的仔细操作进行预防,切取骨块时应避免产生过大应力,若术中发生髌骨骨折,应立即行内固定治疗,以便在术后早期行康复运动。由于HT切取后较少产生供区病损,使用HT行ACL重建越来越受欢迎。

除HT与BTB外,股四头肌肌腱(QT)与腓骨长肌肌腱(PLT)也可作为自体肌腱移植物。Slone等^[56]的系统评价纳入6项直接对比使用QT与BTB术后疗效的研究,其中5项研究表明使用QT和BTB两组间临床结果并无显著差异,仅有1项研究表明使用BTB优于QT;其中4项研究表明使用QT和BTB在膝关节稳定性方面无显著差异,而2项研究显示在一部分膝关节稳定性检查中,使用QT明显优于BTB。对于PLT而言,He等^[57]的荟萃分析与Rhatomy等^[58]的队列研究直接对比了使用PLT与HT的术后疗效,两组间术后膝关节功能评分无显著差异,但荟萃分析表明使用PLT术后美国足踝外科协会评分较术前有所下降。

3.2.3 手术方式

推荐意见6:对于ACL重建方式的选择,单束和双束重建均是可接受的重建方式。(推荐等级:1A)

多项荟萃分析与随机对照试验表明,在Lysholm评分、膝关节损伤与骨关节炎评分、KT-1000膝关节检测和术后再损伤等临床结果方面,单束重建和双束重建无明显差异^[59-62]。但双束重建术后轴移试验阳性率明显低于单束重建^[63-71]。由于手术治疗方案的确取决于多种因素,如年龄、职业、合并症及运动水平等,单束或双束重建也需根据患者的情况进行个体化选择。对要求不高的业余运动员、进行非急转运动或年龄较大的患者可以采用单束重建;对进行急转运动的年轻患者和专业运动员等则可采用双束重建。总之,单束和双束重建均是可接受的ACL重建方式,但双束ACL重建具有更佳的旋转稳定性。

推荐意见7:使用增加移植物直径等方式降低ACL重建术后失效率。(推荐等级:2C)

原发性ACL损伤患者大多存在结构上的缺陷,如ACL纤细、全身关节松弛或胫骨后倾角过大等^[5-13]。对于该类患者,建议使用较大直径移植物行ACL重建。对于一般体格的患者,建议移植物横截面积(单束重建)或横截面积之和(双束重建)



至少与 8 mm 直径移植物的横截面面积大小相当。否则,当患者承受与原发损伤相同的应力时,重建的 ACL 将再次受损^[72-73]。移植物直径增加可以提升重建后 ACL 的最终强度,利用 8~10 股 HT、PLT 进行双束 ACL 重建可有效提升 ACL 的强度并降低术后失效率^[72, 74]。多项研究显示,随着移植物直径增加,ACL 重建失效率随之下降^[75-76]。然而,在自体移植物来源受限的情况下要降低 ACL 重建失效率,移植物的适宜直径仍需进一步研究^[77]。在单束或双束 ACL 重建的同时,也可在关节外构建仿 ACL 走行的前外侧结构以降低术后失效率^[78-79],对于伴多关节松弛症或拟行 ACL 翻修等术后再损伤风险较高的患者非常有效^[80]。

针对 ACL 重建时是否需要保留残端, Ishibashi 等^[20]的荟萃分析显示, ACL 保残重建术后前向稳定性比非保残重建更好,轴移试验阳性率较低,而在 Lysholm 评分和 IKDC 评分方面与非保残重建无明显差异。但由于纳入研究的适应证和手术方法均不同,对具体患者应仔细评估后再考虑是否行 ACL 保残重建。

在是否选择 ACL 修补术方面,尚无翔实的高质量长期随访研究。Hoogslag 等^[81]和 Murray 等^[82]的随机对照研究表明, ACL 修补术后 2 年膝关节功能评分与稳定性不亚于 ACL 重建。而 Taylor 等^[83]的系统评价则显示,大部分 ACL 修补术后的长期随访结果并不理想。此外,内支撑技术近年来常用于 ACL 修补术以降低修补术后的失效率。van Eck 等^[84]的系统评价、Mattiassich 等^[85]和 Jonkergouw 等^[86]的队列研究均表明, ACL 修补结合内支撑技术可获得良好的术后疗效。但由于随访时间较短、患者样本量较少,目前尚无明确推荐。

推荐意见 8:术中建立 ACL 股骨隧道时,经胫骨隧道、经前内侧入路或由外向内入路均是可接受的手术入路。(推荐等级:2C)

多项研究表明,与经胫骨隧道建立股骨隧道相比,经前内侧入路建立股骨隧道的术后临床效果更好,重返运动的比例更高,前向稳定性更佳,术后轴移试验阳性率更低,且更能实现 ACL 的解剖重建^[87-89]。此外, Lee 等^[90]和 Kim 等^[91]指出,由外向内法与经胫骨隧道或前内侧入路法的临床结果并无明显差异。对于 ACL 的解剖重建来说,经前内侧入路或由外向内入路更容易被接受,但通过正确设置胫骨隧道与矢状面和胫骨纵轴的角度,经胫骨隧道

法也可准确地完成 ACL 解剖重建^[87, 92-93]。

何种方法能降低 ACL 重建后的翻修率尚无定论^[94]。与经胫骨隧道相比,在 ACL 翻修手术确立股骨隧道时,经前内侧入路具有更高的手术风险^[95-96]。但经胫骨隧道法重建 ACL 时,胫骨平台骨折的风险更高^[95-96]。

骨隧道的定位具有较大争议,尚无定论。股骨隧道通常定位在足印区中心点(解剖重建)至足印区近后侧缘(等长重建)之间的位置,按照钟表盘定位法往往位于 9:00~11:00(右膝)或 1:00~3:00(左膝)^[97-100]。股骨隧道位置过于靠后易使后壁破裂,而过于靠前则会造成屈膝时移植物承受过度张力,导致重建失败。胫骨隧道通常定位在胫骨足印区中心点或略偏后位置。胫骨隧道位置过于靠前易导致伸膝受限,过于靠后则会使移植物撞击 PCL^[97, 100]。

推荐意见 9:隧道内固定或皮质外固定均是可接受的移植物固定方式。(推荐等级:1B)

移植物的固定可以通过多种方式进行,主要有隧道内固定和皮质外固定。隧道内固定包括界面螺钉固定和横钉固定,皮质外固定即悬吊式固定。虽然在股骨侧悬吊式固定较普遍,但这两种固定方法在股骨侧和胫骨侧均可采用^[101-102]。就螺钉固定而言,何种材料更具优势尚无定论,金属和生物可吸收螺钉均可选择^[103-104]。无论选择何种方法,采用的固定技术应允许膝关节在术后立即开始活动,手术医师应充分了解所使用的固定技术^[105]。

3.3 术后并发症的预防与处理,康复及重返运动

推荐意见 10:积极预防并早期干预 ACL 重建术后并发症。(推荐等级:1A)

ACL 重建术后并发症与其他常见膝关节镜术后并发症(如膝关节活动度受限、膝关节感染和深静脉血栓等^[106-107])无明显区别。针对此类并发症,应积极预防并早期干预。

针对术后膝关节活动度受限,建议在术前准确把握适应证、术中正确定位及术后早期进行功能锻炼,并推荐术后 4 周膝关节被动活动度至少达 90°,术后 6 周主动活动度至少达 90°。若术后 4~6 周出现膝关节活动度受限,可通过手法松解方式增加关节活动度,并加强训练;对于术后 8~12 周膝关节主动活动度仍无法达 90°的患者,建议行麻醉下手法松解(MUA),及时早期干预;若 MUA 无效或 12 周内未及时进行 MUA,则建议行关节镜下松解术^[108-110]。

关于术后切口愈合不良及术后感染等的预防,

要求术者在术前做好患者筛查工作。对于局部皮肤条件不佳、感染风险高的患者,选择合适手术时机。术中严格遵循无菌操作原则,同时轻柔操作,注意保护切口周围软组织。当出现切口愈合不良及膝关节感染的早期表现时,应尽早使用敏感抗生素、关节清理等干预措施进行治疗^[111]。

深静脉血栓是膝关节术后常见并发症。膝关节镜下ACL重建术后深静脉血栓形成的发生率可达6.6%~14.9%^[106-107, 112],建议行常规预防。术前、术后行凝血指标监测,对有危险因素(如女性或高龄等)或凝血指标异常的患者行超声或静脉造影等检查,对无法接受相关检查的患者可应用低分子肝素进行预防。

推荐意见 11: ACL重建术后应尽早行规范的康复治疗。(推荐等级:1A)

虽然ACL的康复治疗不断推陈出新,但有几项康复原则十分重要,其中包括术后尽早行膝关节活动度锻炼及闭链运动^[113]。ACL重建术后应立即开展全关节活动度锻炼,尤其是伸膝运动^[114]。无法恢复正常膝关节活动会增加骨关节炎风险^[115]。此外,闭链运动在术后康复中具有重要作用。通过闭链运动来加强HT与QT肌力是有效的初始康复方法^[116]。开链运动在ACL康复治疗中的作用目前尚有争议,建议行高强度开链运动的时间不应早于术后6周^[116]。特定的开链运动不会对膝关节或ACL移植物产生过大应力,可在术后立即开始,如直腿抬高训练、QT等长收缩和踝泵运动^[117]。此外,HT是ACL的主要协同肌群,同时也可能是自体移植物的来源部位,故术后HT肌力锻炼也是康复计划的重要环节。通过锻炼增强本体感觉、核心肌力和平衡均应纳入术后康复计划内。

康复计划可影响术后结果。Grindem等^[118]指出,接受术前和术后渐进式康复治疗的患者,术后2年各项膝关节损伤与骨关节炎评分均明显高于常规康复治疗组。Hart等^[119]也指出,与注重开链运动组比较,注重闭链运动的康复组术后3,6个月Lysholm评分和膝关节活动度改善更明显。Lee等^[120]的研究表明,与常规康复组相比,加速康复锻炼组术后伸膝、屈膝肌力恢复得更快。

推荐意见 12: ACL重建术后重返运动不应单纯以时间作为标准,而应基于多方面的评判标准。(推荐等级:2C)

ACL重建术后重返运动应以达到受伤前的运

动水平为标准。目前尚无明确证据支持在ACL重建后,等待一段特定的时间或达到一个特定的功能目标后可重返运动。由于ACL重建9个月后再重返运动其再损伤率会下降^[121],故往往根据经验,将术后9个月作为重返运动的标准。重返运动的过程是一系列连续的阶段,从恢复运动到完全参与,再到恢复受伤前的运动水平^[122]。因此,临床医师应摒弃纯粹的基于时间点的决策,而应该采用基于评判标准的、多学科团队的决策^[1,20,122]。评判的标准应至少包括体格检查、膝关节功能评估、MRI检查和心理测试^[123-125]。其中膝关节稳定性与关节活动度对运动至关重要。研究表明,重返运动的患者在肌肉力量、平衡测试和步态方面均表现更佳^[126-127]。值得注意的是,即使所有测试满足要求,也无明确证据表明再损伤的情况将减少。此外,强烈的恐惧感会推迟重返运动的时间,因而克服重返运动的不利心理因素也至关重要^[127-128]。

4 总结与说明

本指南适用于ACL体部完全断裂患者的治疗。本指南中的建议是根据现有文献总结得出的,并根据不同的证据等级进行了相应的推荐。随着对ACL研究的不断深入和手术器械、治疗技术的改进和发展,以及更多高质量临床研究证据的积累,目前的一些观点可能在将来得到修正和完善。本指南并非ACL损伤的治疗标准,仅作为学术性指导建议,亦不作为法律依据。在实际临床工作中,应该根据患者的具体情况和术者当地实际医疗条件来决定治疗方案。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明 所有作者参与资料收集、论文讨论及修改;蒋佳、乔义、赵松:论文撰写

参 考 文 献

- [1] Shea KG, Carey JL. Management of anterior cruciate ligament injuries: evidence-based guideline[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2015, 23(5):e1-e5. DOI:10. 5435/JAAOS-D-15-00094.
- [2] Waldén M, Krosshaug T, Børnneboe J, et al. Three distinct mechanisms predominate in non-contact anterior cruciate ligament injuries in male professional football players: a systematic video analysis of 39 cases[J]. Br J Sports Med, 2015, 49(22): 1452-1460. DOI:10. 1136/bjsports-2014-094573.
- [3] Della Villa F, Buckthorpe M, Grassi A, et al. Systematic video analysis of ACL injuries in professional male football (soccer): injury mechanisms, situational patterns and biomechanics study on 134 consecutive cases[J]. Br J Sports Med, 2020, 54(23):



- 1423-1432. DOI:10.1136/bjsports-2019-101247.
- [4] Neuman P, Englund M, Kostogiannis I, et al. Prevalence of tibiofemoral osteoarthritis 15 years after nonoperative treatment of anterior cruciate ligament injury: a prospective cohort study [J]. *Am J Sports Med*, 2008, 36(9):1717-1725. DOI:10.1177/0363546508316770.
- [5] Li Y, Hong L, Feng H, et al. Are failures of anterior cruciate ligament reconstruction associated with steep posterior tibial slopes? A case control study [J]. *Chin Med J (Engl)*, 2014, 127(14):2649-2653. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0366-6999.20132756.
- [6] Song GY, Zhang H, Wang QQ, et al. Risk factors associated with grade 3 pivot shift after acute anterior cruciate ligament injuries [J]. *Am J Sports Med*, 2016, 44(2):362-369. DOI: 10.1177/0363546515613069.
- [7] Song GY, Zhang H, Zhang J, et al. Excessive preoperative anterior tibial subluxation in extension is associated with inferior knee stability after anatomic anterior cruciate ligament reconstruction [J]. *Am J Sports Med*, 2020, 48(3):573-580. DOI:10.1177/0363546519900158.
- [8] Ni QK, Song GY, Zhang ZJ, et al. Steep posterior tibial slope and excessive anterior tibial translation are predictive risk factors of primary anterior cruciate ligament reconstruction failure: a case-control study with prospectively collected data [J]. *Am J Sports Med*, 2020, 48(12):2954-2961. DOI:10.1177/0363546520949212.
- [9] 罗浩, 向先祥, 李瑞欣, 等. 胫骨外侧平台后倾角对单束解剖重建前交叉韧带术后胫骨隧道扩张的影响研究 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2021, 35(6):697-703. DOI:10.7507/1002-1892.202101090.
- [10] 岳德波, 鄂森, 王佰亮, 等. 胫骨后倾与非接触性前交叉韧带断裂的关系及其对关节稳定性的影响 [J]. *中华医学杂志*, 2013, 93(17):1309-1312. DOI:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2013.17.009.
- [11] Xiao WF, Yang T, Cui Y, et al. Risk factors for noncontact anterior cruciate ligament injury: analysis of parameters in proximal tibia using anteroposterior radiography [J]. *J Int Med Res*, 2016, 44(1):157-163. DOI:10.1177/0300060515604082.
- [12] Chalmers PN, Mall NA, Moric M, et al. Does ACL reconstruction alter natural history?: a systematic literature review of long-term outcomes [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2014, 96(4):292-300. DOI:10.2106/JBJS.L.01713.
- [13] Lie MM, Risberg MA, Storheim K, et al. What's the rate of knee osteoarthritis 10 years after anterior cruciate ligament injury? An updated systematic review [J]. *Br J Sports Med*, 2019, 53(18):1162-1167. DOI:10.1136/bjsports-2018-099751.
- [14] Smith TO, Postle K, Penny F, et al. Is reconstruction the best management strategy for anterior cruciate ligament rupture? A systematic review and meta-analysis comparing anterior cruciate ligament reconstruction versus non-operative treatment [J]. *Knee*, 2014, 21(2):462-470. DOI:10.1016/j.knee.2013.10.009.
- [15] Frobell RB, Roos EM, Roos HP, et al. A randomized trial of treatment for acute anterior cruciate ligament tears [J]. *N Engl J Med*, 2010, 363(4):331-342. DOI:10.1056/NEJMoa0907797.
- [16] Bergerson E, Persson K, Svantesson E, et al. Superior outcome of early ACL reconstruction versus initial non-reconstructive treatment with late crossover to surgery: a study from the swedish national knee ligament registry [J]. *Am J Sports Med*, 2022, 50(4):896-903. DOI:10.1177/03635465211069995.
- [17] O'Connor DP, Laughlin MS, Woods GW. Factors related to additional knee injuries after anterior cruciate ligament injury [J]. *Arthroscopy*, 2005, 21(4):431-438. DOI:10.1016/j.arthro.2004.12.004.
- [18] Ishibashi Y, Adachi N, Koga H, et al. Japanese Orthopaedic Association (JOA) clinical practice guidelines on the management of anterior cruciate ligament injury-secondary publication [J]. *J Orthop Sci*, 2020, 25(1):6-45. DOI:10.1016/j.jos.2019.10.009.
- [19] Xu B, Zhang H, Li B, et al. Comparison of magnetic resonance imaging for patients with acute and chronic anterior cruciate ligament tears [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2018, 97(10):e0001. DOI: 10.1097/MD.00000000000010001.
- [20] Maffulli N, Binfield PM, King JB. Articular cartilage lesions in the symptomatic anterior cruciate ligament-deficient knee [J]. *Arthroscopy*, 2003, 19(7):685-690. DOI: 10.1016/s0749-8063(03)00403-1.
- [21] Karlsson J, Kartus J, Magnusson L, et al. Subacute versus delayed reconstruction of the anterior cruciate ligament in the competitive athlete [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 1999, 7(3):146-151. DOI:10.1007/s001670050139.
- [22] Noyes FR, Barber-Westin SD. A comparison of results in acute and chronic anterior cruciate ligament ruptures of arthroscopically assisted autogenous patellar tendon reconstruction [J]. *Am J Sports Med*, 1997, 25(4):460-471. DOI:10.1177/036354659702500408.
- [23] Shelbourne KD, Wilckens JH, Mollabashy A, et al. Arthrofibrosis in acute anterior cruciate ligament reconstruction. The effect of timing of reconstruction and rehabilitation [J]. *Am J Sports Med*, 1991, 19(4):332-336. DOI: 10.1177/03635465910190402.
- [24] Mohtadi NG, Webster-Bogaert S, Fowler PJ. Limitation of motion following anterior cruciate ligament reconstruction. A case-control study [J]. *Am J Sports Med*, 1991, 19(6):620-625. DOI: 10.1177/036354659101900612.
- [25] von Essen C, Eriksson K, Barenius B. Acute ACL reconstruction shows superior clinical results and can be performed safely without an increased risk of developing arthrofibrosis [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2020, 28(7):2036-2043. DOI: 10.1007/s00167-019-05722-w.
- [26] Li B, Bai L, Fu Y, et al. Effect of timing of surgery in partially injured ACLs [J]. *Orthopedics*, 2012, 35(5):408-412. DOI:10.3928/01477447-20120426-08.
- [27] Hu J, Qu J, Xu D, et al. Allograft versus autograft for anterior cruciate ligament reconstruction: an up-to-date meta-analysis of prospective studies [J]. *Int Orthop*, 2013, 37(2):311-320. DOI: 10.1007/s00264-012-1720-5.
- [28] Mariscalco MW, Magnussen RA, Mehta D, et al. Autograft versus nonirradiated allograft tissue for anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review [J]. *Am J Sports Med*, 2014, 42(2):492-499. DOI:10.1177/0363546513497566.
- [29] Wei J, Yang HB, Qin JB, et al. A meta-analysis of anterior cruciate ligament reconstruction with autograft compared with nonirradiated allograft [J]. *Knee*, 2015, 22(5):372-379. DOI:10.1016/j.knee.2014.06.006.
- [30] Li J, Wang J, Li Y, et al. A prospective randomized study of anterior cruciate ligament reconstruction with autograft, γ -irradiated allograft, and hybrid graft [J]. *Arthroscopy*, 2015, 31(7):1296-1302. DOI:10.1016/j.arthro.2015.02.033.
- [31] Jia YH, Sun PF. Comparison of clinical outcome of autograft and allograft reconstruction for anterior cruciate ligament tears [J]. *Chin Med J (Engl)*, 2015, 128(23):3163-3166. DOI: 10.4103/0366-6999.170265.
- [32] Sun K, Tian SQ, Zhang JH, et al. Anterior cruciate ligament



- reconstruction with bone-patellar tendon-bone autograft versus allograft [J]. *Arthroscopy*, 2009, 25(7):750-759. DOI:10.1016/j.arthro.2008.12.023.
- [33] Sun K, Zhang J, Wang Y, et al. Arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament with hamstring tendon autograft and fresh-frozen allograft: a prospective, randomized controlled study [J]. *Am J Sports Med*, 2011, 39(7):1430-1438. DOI: 10.1177/0363546511400384.
- [34] Sun K, Zhang J, Wang Y, et al. Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction with at least 2.5 years' follow-up comparing hamstring tendon autograft and irradiated allograft [J]. *Arthroscopy*, 2011, 27(9):1195-1202. DOI: 10.1016/j.arthro.2011.03.083.
- [35] Engelman GH, Carry PM, Hitt KG, et al. Comparison of allograft versus autograft anterior cruciate ligament reconstruction graft survival in an active adolescent cohort [J]. *Am J Sports Med*, 2014, 42(10):2311-2318. DOI:10.1177/0363546514541935.
- [36] Ge Y, Li H, Tao H, et al. Comparison of tendon-bone healing between autografts and allografts after anterior cruciate ligament reconstruction using magnetic resonance imaging [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2015, 23(4):954-960. DOI:10.1007/s00167-013-2755-x.
- [37] 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. DOI:10.1016/j.arthro.2010.02.001.
- [38] Tiefenboeck TM, Thurmaier E, Tiefenboeck MM, et al. Clinical and functional outcome after anterior cruciate ligament reconstruction using the LARS™ system at a minimum follow-up of 10 years [J]. *Knee*, 2015, 22(6):565-568. DOI:10.1016/j.knee.2015.06.003.
- [39] Ventura A, Terzaghi C, Legnani C, et al. Synthetic grafts for anterior cruciate ligament rupture: 19-year outcome study [J]. *Knee*, 2010, 17(2):108-113. DOI:10.1016/j.knee.2009.07.013.
- [40] Tulloch SJ, Devitt BM, Porter T, et al. Primary ACL reconstruction using the LARS device is associated with a high failure rate at minimum of 6-year follow-up [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2019, 27(11):3626-3632. DOI: 10.1007/s00167-019-05478-3.
- [41] Pan X, Wen H, Wang L, et al. Bone-patellar tendon-bone autograft versus LARS artificial ligament for anterior cruciate ligament reconstruction [J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2013, 23(7):819-823. DOI:10.1007/s00590-012-1073-1.
- [42] Liu ZT, Zhang XL, 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. DOI: 10.1007/s00264-009-0768-3.
- [43] Legnani C, Zini S, Borgo E, et al. Can graft choice affect return to sport following revision anterior cruciate ligament reconstruction surgery? [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2016, 136(4):527-531. DOI:10.1007/s00402-015-2387-3.
- [44] Crawford DC, Hallvik SE, Petering RC, et al. Post-operative complications following primary ACL reconstruction using allogenic and autogenic soft tissue grafts: increased relative morbidity risk is associated with increased graft diameter [J]. *Knee*, 2013, 20(6):520-525. DOI:10.1016/j.knee.2013.04.013.
- [45] Lenehan EA, Payne WB, Askam BM, et al. Long-term outcomes of allograft reconstruction of the anterior cruciate ligament [J]. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*, 2015, 44(5):217-222.
- [46] Xie X, Liu X, Chen Z, et al. A meta-analysis of bone-patellar tendon-bone autograft versus four-strand hamstring tendon autograft for anterior cruciate ligament reconstruction [J]. *Knee*, 2015, 22(2):100-110. DOI:10.1016/j.knee.2014.11.014.
- [47] Xie X, Xiao Z, Li Q, et al. Increased incidence of osteoarthritis of knee joint after ACL reconstruction with bone-patellar tendon-bone autografts than hamstring autografts: a meta-analysis of 1,443 patients at a minimum of 5 years [J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2015, 25(1):149-159. DOI: 10.1007/s00590-014-1459-3.
- [48] Sasaki S, Tsuda E, Hiraga Y, et al. Prospective randomized study of objective and subjective clinical results between double-bundle and single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction [J]. *Am J Sports Med*, 2016, 44(4):855-864. DOI: 10.1177/0363546515624471.
- [49] Rahr-Wagner L, Thillemann TM, Pedersen AB, et al. Comparison of hamstring tendon and patellar tendon grafts in anterior cruciate ligament reconstruction in a nationwide population-based cohort study: results from the danish registry of knee ligament reconstruction [J]. *Am J Sports Med*, 2014, 42(2):278-284. DOI: 10.1177/0363546513509220.
- [50] Gifstad T, Foss OA, Engebretsen L, et al. Lower risk of revision with patellar tendon autografts compared with hamstring autografts: a registry study based on 45,998 primary ACL reconstructions in scandinavia [J]. *Am J Sports Med*, 2014, 42(10):2319-2328. DOI:10.1177/0363546514548164.
- [51] Webster KE, Feller JA, Hartnett N, et al. Comparison of patellar tendon and hamstring tendon anterior cruciate ligament reconstruction: a 15-year follow-up of a randomized controlled trial [J]. *Am J Sports Med*, 2016, 44(1):83-90. DOI:10.1177/0363546515611886.
- [52] Zhao J, He Y, Wang J. Simultaneous arthroscopic reconstruction of the anterior and posterior cruciate ligaments with autogenous hamstring tendons [J]. *Arthroscopy*, 2006, 22(5):497-504. DOI: 10.1016/j.arthro.2005.12.031.
- [53] Dong S, Xie G, Zhang Y, et al. Ligamentization of autogenous hamstring grafts after anterior cruciate ligament reconstruction: midterm versus long-term results [J]. *Am J Sports Med*, 2015, 43(8):1908-1917. DOI:10.1177/0363546515584039.
- [54] Lin KM, Boyle C, Marom N, et al. Graft selection in anterior cruciate ligament reconstruction [J]. *Sports Med Arthrosc Rev*, 2020, 28(2):41-48. DOI:10.1097/JSA.0000000000000265.
- [55] Hardy A, Casabianca L, Andrieu K, et al. Complications following harvesting of patellar tendon or hamstring tendon grafts for anterior cruciate ligament reconstruction: systematic review of literature [J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2017, 103(8S):S245-S248. DOI:10.1016/j.otsr.2017.09.002.
- [56] Slone HS, Romine SE, Premkumar A, et al. Quadriceps tendon autograft for anterior cruciate ligament reconstruction: a comprehensive review of current literature and systematic review of clinical results [J]. *Arthroscopy*, 2015, 31(3):541-554. DOI: 10.1016/j.arthro.2014.11.010.
- [57] He J, Tang Q, Ernst S, et al. Peroneus longus tendon autograft has functional outcomes comparable to hamstring tendon autograft for anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2021, 29(9):2869-2879. DOI: 10.1007/s00167-020-06279-9.
- [58] Rhatomy S, Asikin AIZ, Wardani AE, et al. Peroneus longus autograft can be recommended as a superior graft to hamstring tendon in single-bundle ACL reconstruction [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2019, 27(11):3552-3559. DOI: 10.



- 1007/s00167-019-05455-w.
- [59] Chen G, Wang S. Comparison of single-bundle versus double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction after a minimum of 3-year follow-up: a meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Int J Clin Exp Med*, 2015, 8(9):14604-14614.
- [60] Zhu Y, Tang RK, Zhao P, et al. Double-bundle reconstruction results in superior clinical outcome than single-bundle reconstruction[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2013, 21(5): 1085-1096. DOI:10.1007/s00167-012-2073-8.
- [61] Xiang X, Qu Z, Sun H, et al. Single-tunnel anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction has the same effectiveness as double femoral, double tibial tunnel: a prospective randomized study[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2019, 98(11): e14851. DOI:10.1097/MD.00000000000014851.
- [62] Chen K, Zhu W, Zheng Y, et al. A retrospective study to compare the clinical effects of individualized anatomic single-and double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction surgery [J]. *Sci Rep*, 2020, 10(1): 14712. DOI: 10.1038/s41598-020-71721-4.
- [63] Mascarenhas R, Cvetanovich GL, Sayegh ET, et al. Does double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction improve postoperative knee stability compared with single-bundle techniques? A systematic review of overlapping meta-analyses [J]. *Arthroscopy*, 2015, 31(6): 1185-1196. DOI: 10.1016/j.arthro.2014.11.014.
- [64] Sun R, Chen BC, Wang F, et al. Prospective randomized comparison of knee stability and joint degeneration for double-and single-bundle ACL reconstruction [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2015, 23(4): 1171-1178. DOI: 10.1007/s00167-014-2934-4.
- [65] Xu M, Gao S, Zeng C, et al. Outcomes of anterior cruciate ligament reconstruction using single-bundle versus double-bundle technique: meta-analysis of 19 randomized controlled trials [J]. *Arthroscopy*, 2013, 29(2):357-365. DOI:10.1016/j.arthro.2012.08.024.
- [66] Zhang Y, Xu C, Dong S, et al. Systemic review of anatomic single-versus double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: does femoral tunnel drilling technique matter? [J]. *Arthroscopy*, 2016, 32(9): 1887-1904. DOI: 10.1016/j.arthro.2016.03.008.
- [67] 程治平, 毛子木, 余家阔. 青少年前交叉韧带双束重建的研究进展[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2019, 33(9):1060-1063. DOI:10.7507/1002-1892.201904127.
- [68] Mao Z, Wang J, Wang Y, et al. Double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction technique has advantages in chondroprotection and knee laxity control compared with single-bundle technique: a long-term follow-up with a minimum of 12 years [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2021, 29(9):3105-3114. DOI:10.1007/s00167-020-06350-5.
- [69] Jiang D, Ao YF, Gong X, et al. Double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction using bone-patellar tendon-bone allograft: technique and 2-to 5-year follow-up [J]. *Am J Sports Med*, 2012, 40(5):1084-1092. DOI:10.1177/0363546512440686.
- [70] 余家阔, 敖英芳, 于长隆, 等. 前交叉韧带四骨道双束重建的解剖学及临床研究[J]. *中华医学杂志*, 2009, 89(29):2019-2024. DOI:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2009.29.002.
- [71] 余家阔. 前交叉韧带单束和双束重建比较研究的现状[J]. *中国骨伤*, 2016, 29(5):391-396. DOI:10.3969/j.issn.1003-0034.2016.05.001.
- [72] Zhao J, Peng X, He Y, et al. Two-bundle anterior cruciate ligament reconstruction with eight-stranded hamstring tendons: four-tunnel technique [J]. *Knee*, 2006, 13(1):36-41. DOI:10.1016/j.knee.2005.05.001.
- [73] Zhao J, He Y, Wang J. Double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: four versus eight strands of hamstring tendon graft [J]. *Arthroscopy*, 2007, 23(7):766-770. DOI:10.1016/j.arthro.2007.01.022.
- [74] Xie G, Huangfu X, Zhao J. Prediction of the graft size of 4-stranded semitendinosus tendon and 4-stranded gracilis tendon for anterior cruciate ligament reconstruction: a Chinese Han patient study [J]. *Am J Sports Med*, 2012, 40(5):1161-1166. DOI:10.1177/0363546511435627.
- [75] Spragg L, Chen J, Mirzayan R, et al. The effect of autologous hamstring graft diameter on the likelihood for revision of anterior cruciate ligament reconstruction [J]. *Am J Sports Med*, 2016, 44(6):1475-1481. DOI:10.1177/0363546516634011.
- [76] Snaebjörnsson T, Hamrin Senorski E, Ayeni OR, et al. Graft diameter as a predictor for revision anterior cruciate ligament reconstruction and koos and eq-5d values: a cohort study from the swedish national knee ligament register based on 2240 patients [J]. *Am J Sports Med*, 2017, 45(9):2092-2097. DOI: 10.1177/0363546517704177.
- [77] Brown CH. Editorial commentary: how to increase hamstring tendon graft size for anterior cruciate ligament reconstruction [J]. *Arthroscopy*, 2018, 34(9):2641-2646. DOI: 10.1016/j.arthro.2018.06.014.
- [78] Tang J, Zhao J. Condyle-pinching double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction [J]. *Arthrosc Tech*, 2020, 9(8): e1109-e1114. DOI:10.1016/j.eats.2020.04.009.
- [79] Zhao J, Qiu J, Chen J, et al. Combined double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction and anterior cruciate ligament-mimicking anterolateral structure reconstruction [J]. *Arthrosc Tech*, 2020, 9(8): e1141-e1146. DOI: 10.1016/j.eats.2020.04.013.
- [80] Chen J, Xu C, Cho E, et al. Reconstruction for chronic ACL tears with or without anterolateral structure augmentation in patients at high risk for clinical failure: a randomized clinical trial [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2021, 103(16):1482-1490. DOI: 10.2106/JBJS.20.01680.
- [81] Hoogslag RAG, Brouwer RW, Boer BC, et al. Acute anterior cruciate ligament rupture: repair or reconstruction? Two-year results of a randomized controlled clinical trial [J]. *Am J Sports Med*, 2019, 47(3):567-577. DOI:10.1177/0363546519825878.
- [82] Murray MM, Fleming BC, Badger GJ, et al. Bridge-enhanced anterior cruciate ligament repair is not inferior to autograft anterior cruciate ligament reconstruction at 2 years: results of a prospective randomized clinical trial [J]. *Am J Sports Med*, 2020, 48(6): 1305-1315. DOI:10.1177/0363546520913532.
- [83] Taylor SA, Khair MM, Roberts TR, et al. Primary repair of the anterior cruciate ligament: a systematic review [J]. *Arthroscopy*, 2015, 31(11):2233-2247. DOI:10.1016/j.arthro.2015.05.007.
- [84] van Eck CF, Limpisvasti O, Elattrache NS. Is there a role for internal bracing and repair of the anterior cruciate ligament? A systematic literature review [J]. *Am J Sports Med*, 2018, 46(9): 2291-2298. DOI:10.1177/0363546517717956.
- [85] Mattiassich G, Ortmaier R, Kindermann H, et al. Clinical and radiological results after internal brace suture versus the all-inside reconstruction technique in anterior cruciate ligament tears 12 to 18 months after index surgery [J]. *Sportverletz Sportschaden*, 2021, 35(2):103-114. DOI:10.1055/a-1281-8627.
- [86] Jonkergouw A, van der List JP, Difelice GS. Arthroscopic primary repair of proximal anterior cruciate ligament tears: outcomes of

- the first 56 consecutive patients and the role of additional internal bracing [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2019, 27(1): 21-28. DOI:10.1007/s00167-018-5338-z.
- [87] Youm YS, Cho SD, Lee SH, et al. Modified transtibial versus anteromedial portal technique in anatomic single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: comparison of femoral tunnel position and clinical results [J]. *Am J Sports Med*, 2014, 42(12): 2941-2947. DOI:10.1177/0363546514551922.
- [88] Rezazadeh S, Etehadhi H, Vosoughi AR. Outcome of arthroscopic single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: anteromedial portal technique versus transtibial drilling technique [J]. *Musculoskelet Surg*, 2016, 100(1):37-41. DOI:10.1007/s12306-015-0392-x.
- [89] 高士基, 刘宁. 关节镜下改良三入路技术定位前交叉韧带胫骨骨道的临床研究 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2019, 33(9): 1083-1087. DOI:10.7507/1002-1892.201905055.
- [90] Lee YS, Lee BK, Oh WS, et al. Comparison of femoral tunnel widening between outside-in and trans-tibial double-bundle ACL reconstruction [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2014, 22(9):2033-2039. DOI:10.1007/s00167-013-2597-6.
- [91] Kim JG, Kang SH, Kim JH, et al. Comparison of clinical results, second-look arthroscopic findings, and mri findings between the transtibial and outside-in techniques for double-bundle anatomic anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized controlled trial with a minimum 2-year follow-up [J]. *Am J Sports Med*, 2018, 46(3):544-556. DOI:10.1177/0363546517744535.
- [92] Zhao J. Anatomical single-bundle transtibial anterior cruciate ligament reconstruction [J]. *Arthrosc Tech*, 2020, 9(9): e1275-e1282. DOI:10.1016/j.eats.2020.05.010.
- [93] Zhao J. Anatomic double-bundle transtibial anterior cruciate ligament reconstruction [J]. *Arthrosc Tech*, 2021, 10(3): e683-e690. DOI:10.1016/j.eats.2020.10.058.
- [94] Duffee A, Magnussen RA, Pedroza AD, et al. Transtibial ACL femoral tunnel preparation increases odds of repeat ipsilateral knee surgery [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2013, 95(22): 2035-2042. DOI:10.2106/JBJS.M.00187.
- [95] Sundaram RO, Cohen D, Barton-Hanson N. Tibial plateau fracture following gracilis-semitendinosus anterior cruciate ligament reconstruction: the tibial tunnel stress-riser [J]. *Knee*, 2006, 13(3):238-240. DOI:10.1016/j.knee.2005.08.009.
- [96] Gobbi A, Mahajan V, Karnatzikos G. Tibial plateau fracture after primary anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: a case report [J]. *Arthroscopy*, 2011, 27(5): 735-740. DOI:10.1016/j.arthro.2011.02.006.
- [97] Paschos NK, Howell SM. Anterior cruciate ligament reconstruction: Principles of treatment [J]. *EFORT Open Rev*, 2016, 1(11): 398-408. DOI:10.1302/2058-5241.1.160032.
- [98] Kraeutler MJ, Patel KV, Hosseini A, et al. Variability in the clock face view description of femoral tunnel placement in ACL reconstruction using mri-based bony models [J]. *J Knee Surg*, 2018, 31(10):965-969. DOI:10.1055/s-0038-1626736.
- [99] Dimitriou D, Wang Z, Zou D, et al. The femoral footprint position of the anterior cruciate ligament might be a predisposing factor to a noncontact anterior cruciate ligament rupture [J]. *Am J Sports Med*, 2019, 47(14):3365-3372. DOI:10.1177/0363546519878706.
- [100] 赵金忠. 膝关节重建外科学 [M]. 2 版. 郑州:河南科学技术出版社, 2015: 35-46.
- [101] Crum RJ, de Sa D, Kanakamedala AC, et al. Aperture and suspensory fixation equally efficacious for quadriceps tendon graft fixation in primary ACL reconstruction: a systematic review [J]. *J Knee Surg*, 2020, 33(7): 704-721. DOI: 10.1055/s-0039-1685160.
- [102] Browning WM, Kluczynski MA, Curatolo C, et al. Suspensory versus aperture fixation of a quadrupled hamstring tendon autograft in anterior cruciate ligament reconstruction: a meta-analysis [J]. *Am J Sports Med*, 2017, 45(10):2418-2427. DOI: 10.1177/0363546516680995.
- [103] Shen C, Jiang SD, Jiang LS, et al. Bioabsorbable versus metallic interference screw fixation in anterior cruciate ligament reconstruction: a meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *Arthroscopy*, 2010, 26(5): 705-713. DOI: 10.1016/j.arthro.2009.12.011.
- [104] Mascarenhas R, Saltzman BM, Sayegh ET, et al. Bioabsorbable versus metallic interference screws in anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review of overlapping meta-analyses [J]. *Arthroscopy*, 2015, 31(3):561-568. DOI:10.1016/j.arthro.2014.11.011.
- [105] Eysturoy NH, Nissen KA, Nielsen T, et al. The influence of graft fixation methods on revision rates after primary anterior cruciate ligament reconstruction [J]. *Am J Sports Med*, 2018, 46(3): 524-530. DOI:10.1177/0363546517748924.
- [106] Sun Y, Chen D, Xu Z, et al. The incidence of deep venous thrombosis after arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction [J]. *Arthroscopy*, 2013, 29(4): 742-747. DOI:10.1016/j.arthro.2013.01.017.
- [107] Sun Y, Chen D, Xu Z, et al. Incidence of symptomatic and asymptomatic venous thromboembolism after elective knee arthroscopic surgery: a retrospective study with routinely applied venography [J]. *Arthroscopy*, 2014, 30(7): 818-822. DOI: 10.1016/j.arthro.2014.02.043.
- [108] Wang JH, Zhao JZ, He YH. A new treatment strategy for severe arthrofibrosis of the knee. A review of twenty-two cases [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2006, 88(6):1245-1250. DOI:10.2106/JBJS.E.00646.
- [109] Wang JH, Zhao JZ, He YH. A new treatment strategy for severe arthrofibrosis of the knee. Surgical technique [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2007, 89 Suppl 2 Pt. 1: 93-102. DOI:10.2106/JBJS.F.00963.
- [110] Ekhtiari S, Horner NS, de Sa D, et al. Arthrofibrosis after ACL reconstruction is best treated in a step-wise approach with early recognition and intervention: a systematic review [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2017, 25(12): 3929-3937. DOI: 10.1007/s00167-017-4482-1.
- [111] 敖英芳, 马勇, 崔国庆, 等. 前交叉韧带重建失败的原因分析 [J]. *中华外科杂志*, 2007, 45(2):86-89. DOI:10.3760/j.issn.0529-5815.2007.02.005.
- [112] Oshiba H, Nawata M, Morioka S, et al. The incidence and risk factor of deep venous thrombosis after arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction [J]. *J Orthop Sci*, 2020, 25(3):477-480. DOI:10.1016/j.jos.2019.05.014.
- [113] 孙鲁宁, 赵金忠. 膝关节镜与肩关节镜手术康复指导 [M]. 2 版. 南京:江苏凤凰科学技术出版社, 2020: 41-56.
- [114] van Melick N, van Cingel RE, 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. DOI:10.1136/bjsports-2015-095898.
- [115] Shelbourne KD, Urch SE, Gray T, et al. Loss of normal knee motion after anterior cruciate ligament reconstruction is associated with radiographic arthritic changes after surgery [J]. *Am J*

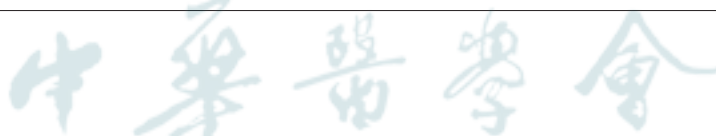


- Sports Med, 2012, 40(1): 108-113. DOI: 10. 1177/0363546511423639.
- [116] Wright RW, Preston E, Fleming BC, et al. A systematic review of anterior cruciate ligament reconstruction rehabilitation: part II: open versus closed kinetic chain exercises, neuromuscular electrical stimulation, accelerated rehabilitation, and miscellaneous topics [J]. J Knee Surg, 2008, 21(3):225-234. DOI: 10. 1055/s-0030-1247823.
- [117] 柳海峰, 陆伟, 梁达强, 等. 大腿肌群等速训练对前交叉韧带重建术后移植物塑形的影响[J]. 中国修复重建外科杂志, 2019, 33(9):1088-1094. DOI:10. 7507/1002-1892. 201902059.
- [118] Grindem H, Granan LP, Risberg MA, et al. How does a combined preoperative and postoperative rehabilitation programme influence the outcome of ACL reconstruction 2 years after surgery? A comparison between patients in the Delaware-Oslo ACL Cohort and the Norwegian National Knee Ligament Registry [J]. Br J Sports Med, 2015, 49(6): 385-389. DOI: 10. 1136/bjsports-2014-093891.
- [119] Hart JM, Kuenze CM, Diduch DR, et al. Quadriceps muscle function after rehabilitation with cryotherapy in patients with anterior cruciate ligament reconstruction [J]. J Athl Train, 2014, 49(6):733-739. DOI:10. 4085/1062-6050-49. 3. 39.
- [120] Lee M, Sung DJ, Lee J, et al. Enhanced knee joint function due to accelerated rehabilitation exercise after anterior cruciate ligament reconstruction surgery in Korean male high school soccer players [J]. J Exerc Rehabil, 2016, 12(1):29-36. DOI:10. 12965/jer. 150266.
- [121] 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(13):804-808. DOI:10. 1136/bjsports-2016-096031.
- [122] Meredith SJ, Rauer T, Chmielewski TL, et al. Return to sport after anterior cruciate ligament injury: Panther Symposium ACL Injury Return to Sport Consensus Group [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2020, 28(8): 2403-2414. DOI: 10. 1007/s00167-020-06009-1.
- [123] Dekker TJ, Godin JA, Dale KM, 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. DOI:10. 2106/JBJS. 16. 00758.
- [124] Chen J, Cho E, Xu C, et al. A new rating scale for the rapid evaluation of high-level sports ability [J]. Orthop J Sports Med, 2020, 8(12):2325967120964883. DOI:10. 1177/2325967120964883.
- [125] Sun L, Lin DE, Fan J, et al. Editorial: functional testing in the assessment of return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction [J]. Ann Transl Med, 2015, 3(16): 225. DOI: 10. 3978/j. issn. 2305-5839. 2015. 07. 09.
- [126] Mayer SW, Queen RM, Taylor D, et al. Functional testing differences in anterior cruciate ligament reconstruction patients released versus not released to return to sport [J]. Am J Sports Med, 2015, 43(7): 1648-1655. DOI: 10. 1177/0363546515578249.
- [127] Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, 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. DOI:10. 1177/0363546514563282.
- [128] Lentz TA, Zeppieri G, George SZ, et al. Comparison of physical impairment, functional, and psychosocial measures based on fear of reinjury/lack of confidence and return-to-sport status after ACL reconstruction [J]. Am J Sports Med, 2015, 43(2):345-353. DOI:10. 1177/0363546514559707.

(收稿日期:2022-03-14)

本文引用格式

白伦浩, 陈疾忤, 陈坚, 等. 前交叉韧带损伤临床诊疗循证指南 (2022 版) [J]. 中华创伤杂志, 2022, 38(6): 492-503. DOI: 10.3760/cma.j.cn501098-20220314-00185.



· 告示 ·

《中华创伤杂志》已启用万方数据论文相似性检测系统

本刊已启用万方数据论文相似性检测系统,并将其作为审稿的一个重要工具。论文相似性检测系统为互联网在线模式,设有强大的文献比对数据库,实时更新,具有科学性和专业性。该系统可以自动检测来稿复制率情况,有效地识别和淘汰了部分存在学术不端的论文。此举将严把学术质量关,为广大作者、读者提供一个公平、公正、权威的学术交流平台,维护本刊刊稿的严肃性和科学性。本刊对复制率超过 20% 的稿件不予接收。

《中华创伤杂志》已发表论文的检索渠道

您可以通过以下两种方式检索本刊已发表论文。

- 1 登录本刊官方网站: <http://zhcszz.yiigle.com>“在线期刊”板块点击“往期目录”栏目检索或查看最新文献。
- 2 登录万方医学网: <http://med.wanfangdata.com.cn>, 利用网站首页上方“搜索”栏进行查找。万方医学网客服电话: 400-0115-888 转 3, 万方数据库医药事业部咨询电话: 010-58882614。

