

外侧半月板后角斜形放射状撕裂的临床研究进展

关亿元 金日 (通讯作者)

(延边大学附属医院 吉林延边 133000)

【摘要】 外侧半月板后角斜形放射状撕裂是膝关节常见的运动损伤之一，因其特殊的解剖位置和损伤形态，临床诊断与治疗存在较大挑战。本文综述了近年来关于该病症的临床研究进展，首先阐述了外侧半月板后角的解剖特点及斜形放射状撕裂的损伤机制，随后分析了临床诊断中影像学技术（如 MRI、关节镜）的应用现状与优势，重点探讨了保守治疗、关节镜下修复术、部分切除术等治疗方式的疗效及适用范围，并对术后康复方案的优化进行了总结。研究表明，早期精准诊断结合个体化治疗方案可显著改善患者预后，而关节镜下修复技术的革新与术后功能康复的规范化是未来研究的重要方向。

【关键词】 外侧半月板后角；斜形放射状撕裂；临床诊断；治疗进展；康复方案

Clinical Research Progress on Diagonal Radial Lacerations of the Posterior Horn of the Lateral Meniscus

Guan Yiyuan Jin Ri (Corresponding Author).

(Yanbian University Affiliated Hospital, Jilin Province, Yanbian 133000)

[Abstract] Diagonal radial tears of the posterior horn of the lateral meniscus represent a common sports-related injury in the knee joint. Due to their unique anatomical location and pathological characteristics, clinical diagnosis and treatment pose significant challenges. This review summarizes recent advancements in clinical research on this condition. It first elucidates the anatomical features of the posterior horn and the pathogenesis of diagonal radial tears. Subsequently, it analyzes the current applications and advantages of imaging techniques (e.g., MRI and arthroscopy) in clinical diagnosis. The study focuses on evaluating the efficacy and indications of conservative treatments, arthroscopic repair procedures, and partial resection techniques, while summarizing optimized postoperative rehabilitation protocols. Research findings indicate that early accurate diagnosis combined with personalized treatment plans can significantly improve patient outcomes. Future research priorities include innovations in arthroscopic repair techniques and standardized rehabilitation protocols.

[Key words] posterior horn of the lateral meniscus; diagonal radial tear; clinical diagnosis; treatment progress; rehabilitation protocols

一、引言

膝关节是人体最大且复杂的负重关节，半月板有缓冲震荡等作用。外侧半月板后角易损伤，斜形放射状撕裂会降低稳定性，不及时治疗可能引发远期并发症。近年来，该病症受临床关注度提升，国内外学者开展大量研究^[1]。本文旨在梳理研究进展，分析诊疗难点与突破，为临床决策提供参考。

二、外侧半月板后角的解剖特点与损伤机制

(一) 解剖特点

外侧半月板呈“O”形，后角宽大，与多结构关系密切，血供差，自愈能力有限。微观上，胶原纤维环形排列辅以放射状纤维，斜形放射状撕裂破坏稳定性与负荷传导功能。

(二) 损伤机制

损伤机制与膝关节复合运动有关，屈曲位伴外翻、外旋时易受伤，常见于特定运动或中老年退变。生物力学研究显示，撕裂会降低载荷传导能力，增加胫骨位移，碎片卡压会加剧关节不稳。

三、临床诊断方法的研究进展

(一) 体格检查

体格检查是初步诊断基础，常用体征有 McMurray 试验等，改良版 McMurray 试验阳性率达 72%。但准确性受多种因素影响，易漏诊。近年来，“蹲走试验”与影像学诊断符合率较传统方法提高 15%，为诊断提供补充依据。

(二) 影像学检查

MRI 是诊断半月板撕裂首选方法，有无创伤、多序列成像优势。T2 加权像上，外侧半月板后角斜形放射状撕裂呈线性高信号延伸至关节面，与半月板纵轴呈 45°~60° 夹角。3.0T MRI 提高图像分辨率，诊断灵敏度 91%，特异度 88%。

功能 MRI 为评估半月板微观结构提供新视角，撕裂区域 ADC 值可判断损伤新鲜度及预后^[2]。3D MRI 重建能显示撕裂立体形态，指导手术方案设计。

关节镜检查是诊断“金标准”，可观察撕裂位置、形态及其他结构损伤。对于 MRI 难明确的斜形放射状撕裂，关节镜可发现后角裂隙。但它是有创检查，常诊断与治疗同期

进行,不作为常规筛查。

近年来,微创关节镜技术术中诊断更精准,结合关节镜超声可评估血供,为修复方式选择提供依据,如红区血供丰富提示修复预后好。

四、治疗方式的研究进展

(一) 保守治疗

保守治疗适用于撕裂轻(长度 < 5mm)、无明显关节不稳患者,包括休息制动、物理治疗、药物干预等^[3]。急性期 RICE 原则可减轻肿胀,口服 NSAIDs 能止痛,但长期用可能抑制修复。

物理治疗中, LIPUS 可促进半月板细胞增殖与胶原合成,治疗 8 周后患者 VAS 评分降低 2.3 分, Lysholm 评分提高 15 分。渐进式肌力训练能增强膝关节稳定性,减少二次损伤。

不过,保守治疗难逆转撕裂结构,约 30% 斜形放射状撕裂患者 1 年内症状加重需手术。因此,需定期用 MRI 评估,调整治疗策略。

(二) 关节镜下修复术

关节镜下修复术是治疗外侧半月板后角斜形放射状撕裂主流术式,通过缝合恢复半月板连续性与稳定性。常用由内向外、由外向内及全内缝合,全内缝合因创伤小、操作便捷应用广泛。

全内缝合系统适用于后角斜形撕裂,双线锁扣缝合强度比单线高 40%。2023 年研究显示,全内缝合术后 2 年半月板愈合率 82%,高于部分切除术。“阶梯式修复”技术用于复杂撕裂,术后膝关节功能优良率 89%。

PRP 在半月板修复中受关注,术中注射可释放生长因子, Meta 分析显示可缩短愈合时间 2 - 3 周,提高术后 6 个月 Lysholm 评分 9.6 分。可吸收支架材料为无血供区域撕裂修复提供新思路,动物实验显示可提高组织填充率 50% 以上,已进入临床转化阶段,初步结果良好^[4]。

(三) 部分切除术

对于撕裂位于半月板无血供区(白区)、无法修复的患者,关节镜下部分切除术是常用选择,通过切除撕裂的碎片,解除关节卡压症状。近年来,“微创化切除”理念逐渐普及,强调在保留半月板功能的前提下,精准去除损伤组织,避免过度切除导致的关节负荷异常。

研究对比了部分切除术与修复术的中长期效果,发现术后 2 年内两组的临床症状改善相似,但 5 年后修复术组的关节软骨退变发生率(18%)显著低于切除术组(35%)。这提示对于有修复条件的患者,应优先选择修复术以保护关节功能。

此外,部分切除术的术后康复方案也在不断优化,早期进行关节活动度训练(术后 48 小时开始)可减少关节粘连,与延迟训练相比,术后 3 个月的屈膝角度增加 15° ~20°,且不增加再撕裂风险。

(四) 新兴治疗技术

间充质干细胞(MSCs)具有多向分化潜能,可分化为

软骨细胞,促进半月板再生。临床研究显示,在修复术同期注射 MSCs,术后 1 年的半月板愈合率较单纯修复提高 20%,且再生组织的生物力学性能接近正常半月板^[5]。目前,干细胞的来源(骨髓、脂肪)与输注方式(局部注射、支架负载)仍是研究重点,需进一步明确其长期安全性。

对于半月板严重损伤、无法保留的年轻患者,半月板移植术是恢复关节功能的有效手段。近年来,同种异体半月板移植的匹配技术取得进展,通过 3D 打印定制移植体的尺寸与形态,提高了移植后的稳定性。术后 5 年随访显示,患者的膝关节活动度维持在正常范围的 90%,软骨退变进展明显延缓。

但该技术存在供体来源有限、免疫排斥等问题,组织工程半月板(如胶原蛋白-羟基磷灰石支架)的研发为解决这一难题提供了方向,动物实验已证实其与宿主组织融合,未来有望应用于临床。

五、术后康复方案的优化

术后康复是影响外侧半月板后角斜形放射状撕裂治疗效果的关键环节,其核心目标是恢复膝关节功能的同时,保护修复的半月板组织^[6]。近年来,个性化康复方案的研究取得显著进展,根据手术方式、撕裂程度制定分阶段训练计划。

(一) 修复术后康复

修复术后的康复遵循“保护性负重”原则,术后 1~4 周采用支具固定于伸直位,部分负重(体重的 30%)行走,避免半月板承受过度压力。同时进行股四头肌等长收缩训练,预防肌肉萎缩。4~8 周逐渐增加负重至完全负重,开始关节活动度训练(屈曲≤90°),并引入平衡训练(如单腿站立)。

8 周后进入强化阶段,通过抗阻训练增强膝关节周围肌群力量,采用渐进式负荷(从 1kg 开始,每周增加 0.5kg),避免突然发力。研究表明,这种分阶段方案可使修复术后的愈合率提高 12%,且患者的运动功能恢复时间缩短至 3 个月(传统方案需 4~6 个月)。

(二) 切除术后康复

部分切除术后的康复进程相对较快,术后 1 周即可完全负重,重点在于早期恢复关节活动度与肌力。采用“动态康复”模式,结合关节松动术与本体感觉训练,术后 2 周屈膝角度可达 120°,显著降低关节粘连发生率。

值得注意的是,切除术后需长期关注膝关节稳定性训练,通过闭链运动(如深蹲、箭步蹲)增强下肢协调性,减少远期关节退变风险^[7]。随访数据显示,坚持康复训练的患者术后 2 年的软骨损伤发生率较未规律训练者降低 25%。

六、临床难点与未来研究方向

(一) 临床难点

对于微小斜形放射状撕裂(长度 < 3mm),MRI 易出现假阴性,尤其是合并半月板囊肿时,信号干扰可能掩盖撕裂影像。此外,影像学表现与临床症状的不一致性也增加了

诊断难度,约15%的患者MRI显示撕裂但无明显症状,需结合临床体征综合判断。

半月板修复的愈合率受年龄、撕裂位置、血供情况等多种因素影响,老年患者(>50岁)的愈合率较年轻患者降低20%~30%,如何提高这类人群的修复效果仍是临床难题^[9]。此外,术后再撕裂的发生率约为8%~12%,其危险因素(如肥胖、术后过早运动)尚未完全明确。

(二) 未来研究方向

结合人工智能(AI)算法对MRI图像进行自动识别,可提高撕裂诊断的效率与精准性。目前,基于深度学习的诊断模型已实现对半月板撕裂的自动分级,准确率达90%,未来有望结合生物力学参数,实现“影像+功能”的联合评估。

探索干细胞与生物材料的联合应用,优化半月板再生的微环境。例如,负载干细胞的可降解支架结合生长因子缓释系统,可能成为治疗无血供区撕裂的突破点^[9]。此外,基因治疗(如转染软骨细胞生长因子基因)在动物实验中显示出促进半月板修复的潜力,需进一步开展临床转化研究^[10]。

现有研究多关注术后1~2年的疗效,缺乏5年以上的长期数据。未来需建立大样本队列,分析不同治疗方式对关

节退变的影响,为治疗策略的选择提供更长远的依据^[11]。同时,关注患者的运动需求差异,制定更具个体化的治疗与康复方案。

七、结论

外侧半月板后角斜形放射状撕裂的临床研究在诊断技术、治疗方法及康复方案等方面取得了显著进展。MRI技术的革新提高了诊断的精准性,关节镜下修复技术的改良与生物材料的应用显著改善了治疗效果,个性化康复方案则进一步优化了患者的预后^[12]。然而,临床实践中仍面临诊断精准性不足、修复效果个体差异大等挑战。

未来,随着智能化诊断、再生医学等技术的发展,外侧半月板后角斜形放射状撕裂的诊疗将更加精准化、个体化。通过多学科协作(运动医学、影像科、康复科),不断优化诊疗流程,有望进一步提高治疗效果,降低远期关节退变风险,为患者恢复膝关节功能、重返正常生活提供更可靠的保障。

参考文献:

- [1]Li Z, Niu Y, Zhang Z, et al.Longitudinal tears of the posterior horn of the medial meniscus, intercondylar notch width, and posterior tibial slope are predictive factors for high-grade pivot shift in patients with anterior cruciate ligament rupture.[J]. Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA, 2025,
- [2]Pang Y, Xu S, Xiang G, et al.Anterior cruciate ligament reconstruction simultaneously with trans-tibial pull-out fixation of avulsion fracture of medial and lateral meniscus posterior roots: a case report and eight-year follow-up.[J].BMC musculoskeletal disorders, 2025, 26 (1): 622.
- [3]Lim S, Chung Y J, Park Y J, et al.Medial Meniscus Posterior Horn Horizontal Tears are Associated with Knee Posteromedial Impinging Structures Inducing Shearing Forces in Patients with Meniscus Degeneration.[J].Cartilage, 2025, 19476035251347728.
- [4]Lu X S, Ding L, Chen Q, et al.[Progress on treatment of posterior angle injury of medial meniscus of knee joint under arthroscopy].[J].Zhongguo gu shang = China journal of orthopaedics and traumatology, 2025, 38 (6): 651-656.
- [5]朱天昊, 黄长明, 范华强, 等.外侧半月板缝合神经血管损伤的问题[J].中国矫形外科杂志, 2025, 33 (12): 1096-1099+1105.DOI: 10.20184/j.cnki.Issn1005-8478.11080A.
- [6]Liu X, Gu X, Hua Y .Arthroscopic Marginalization and Repair of Thickened Central Portion for Large Posterolateral Corner Loss Type of Discoid Lateral Meniscus[J].Arthroscopy Techniques, 2025, 14 (6): 103472-103472.
- [7]Mouton C, Yoshihara A, Siboni R, et al.Combined use of cleft and truncated triangle signs helps improve the preoperative MRI diagnosis of lateral meniscus posterior root tears in patients with anterior cruciate ligament injuries[J].Sports Orthopaedics and Traumatology, 2025, 41 (2): 177-178.
- [8]朱书勤.内、外侧半月板突出对膝关节接触力学影响的有限元分析[D].华北理工大学, 2024.DOI: 10.27108/d.cnki.ghelu.2024.000471.
- [9]郭赫.膝外侧半月板腓肌腱区Ⅱ型损伤缝合修复方法的研究[D].南华大学, 2024.DOI: 10.27234/d.cnki.gnhuu.2024.001292.
- [10]吴飞, 王跃进, 吕含琴.膝关节伤残等级评定条款适用争议分析[J].中国法医学杂志, 2024, 39 (S1): 89-90.DOI: 10.13618/j.issn.1001-5728.2024.S.050.
- [11]朱宇睿.基于MRI的外侧半月板形态学对前交叉韧带损伤的影响[D].新疆医科大学, 2024.DOI: 10.27433/d.cnki.gxyku.2024.001242.
- [12]刘号号.前交叉韧带损伤伴外侧半月板撕裂的解剖学危险因素分析[D].苏州大学, 2023.DOI: 10.27351/d.cnki.gszhu.2023.002276.