·临床研究论著·

术中保留黏膜韧带对运动致半月板损伤青年患者关节镜术后恢复的影响

王海峰[1] 胡亮[1] 马武秀[1] 秦芳[2] 彭帆[1] 杜玲[1]

【摘要】 **目的** 观察术中保留黏膜韧带对运动致半月板损伤的青年患者术后膝关节功能、本体感觉、运动能力、炎症反应及并发症的影响。**方法** 采用回顾性队列分析，选取2021年10月至2025年5月因运动致半月板损伤于我院行关节镜下半月板部分切除或缝合手术的98例青年患者为研究对象，根据术中是否保留黏膜韧带，将患者分为保留组（42例）与清除组（56例）。比较两组围手术期指标（手术时间、止血带使用时间、术中出血量、住院时间）、膝关节功能[Lysholm膝关节功能评分、国际膝关节文献委员会（IKDC）主观评分]、静态平衡与本体感觉（单腿闭目站立时间）、肌力恢复情况（30 s坐站测试）、血清炎症指标[白介素-6（IL-6）、肿瘤坏死因子-α（TNF-α）]及术后并发症发生情况，并评估术后6个月重返运动率、Tegner评分及运动能力恢复水平。进一步按手术方式（仅行半月板部分切除术、半月板缝合术）及伤前运动水平（高水平运动、非高水平运动）进行亚组分析。**结果** 保留组手术时间、止血带使用时间均长于清除组，术中出血量少于清除组（$P<0.05$）。术后3个月、6个月时，保留组Lysholm评分、IKDC主观评分、单腿闭目站立时间、30 s坐站测试完成次数及Tegner评分均高于清除组（$P<0.05$），血清IL-6、TNF-α水平均低于清除组（$P<0.05$）。术后6个月时，保留组重返运动率高于清除组（66.67% vs. 42.86%，$P<0.05$），并发症总发生率低于清除组（2.38% vs. 17.86%，$P<0.05$）。亚组分析显示，采用半月板缝合术的患者中，保留组的重返运动率高于清除组（70.00% vs. 38.24%，$P<0.05$）；相同运动水平下，保留组术后6个月的Tegner评分高于清除组（$P_{校正}<0.025$）；相同黏膜韧带处理方式下，高水平运动亚组术后6个月的Tegner评分高于非高水平运动亚组（$P_{校正}<0.025$）。**结论** 对于运动致半月板损伤的青年患者，若关节镜术中证实存在无病理改变的黏膜韧带，则建议保留；保留该结构虽可能延长手术时间，但可能减少术中出血量、降低术后并发症发生率及炎症反应水平，并有助于促进术后膝关节功能、静态平衡能力与运动能力的恢复，运动需求较高的青年患者可能获益更为显著。

【关键词】 半月板损伤；黏膜韧带；关节镜；膝关节功能；本体感觉；重返运动

Effect of intraoperative preservation of the ligamentum mucosum on postoperative recovery after arthroscopy in young patients with sports-related meniscal injuries.

Wang Haifeng[1], Hu Liang[1], Ma Wuxiu[1], Qin Fang[2], Peng Fan[1], Du Ling[1]. [1]The First Department of Orthopaedics, The 901st Hospital of the Joint Logistics Support Force of PLA, Hefei 230031, China; [2]Department of Diagnostic Radiology, The 901st Hospital of the Joint Logistics Support Force of PLA, Hefei 230031, China

Corresponding author: Hu Liang, E-mail: 37326415@qq.com

【**Abstract**】 **Objective** To investigate the effects of intraoperative preservation of the ligamentum mucosum on postoperative knee function, proprioception, athletic performance, inflammatory response, and complications in young patients with sports-related meniscal injuries. **Methods** A retrospective cohort study was conducted. A total of 98 young patients with sports-related meniscal injuries who underwent arthroscopic partial meniscectomy or meniscal repair in our hospital from October 2021 to May 2025 were enrolled. According to whether the ligamentum mucosum was preserved during surgery, the patients were divided into a preservation group (42 cases) and a resection group (56 cases). Perioperative indicators, including operation time, tourniquet time, intraoperative blood loss, and hospital stay, were compared between the two groups. Knee

DOI：10.3969/j.issn.1674-8573.2026.05.001

作者单位：1. 中国人民解放军联勤保障部队第九〇一医院骨一科，合肥 230031；2. 中国人民解放军联勤保障部队第九〇一医院影像科，合肥 230031

通信作者：胡亮，E-mail：37326415@qq.com

function was assessed using the Lysholm knee score and the International Knee Documentation Committee (IKDC) subjective score. Static balance and proprioception were evaluated by the single-leg blindfolded standing test, and muscle strength recovery was assessed using the 30-second sit-to-stand test. Serum inflammatory markers including interleukin-6 (IL-6) and tumor necrosis factor-α (TNF-α), as well as postoperative complications, were also compared. In addition, the 6-month return-to-sport rate, Tegner score, and athletic recovery level were evaluated. Subgroup analyses were performed according to surgical procedure (isolated partial meniscectomy vs. meniscal repair) and preinjury activity level (high-level exercise vs. non-high-level exercise). **Results** The operation time and tourniquet time were longer in the preservation group than in the resection group, whereas intraoperative blood loss was lower in the preservation group (P<0.05). At 3 and 6 months postoperatively, the preservation group had significantly higher Lysholm scores, IKDC subjective scores, single-leg blindfolded standing times, number of repetitions in the 30-second sit-to-stand test, and Tegner scores than the resection group (P<0.05), while serum IL-6 and TNF-α levels were significantly lower (P<0.05). At 6 months after surgery, the return-to-sport rate was higher in the preservation group than in the resection group (66.67% vs. 42.86%, P<0.05), and the overall complication rate was lower (2.38% vs. 17.86%, P<0.05). Subgroup analysis showed that, among patients undergoing meniscal repair, the return-to-sport rate was higher in the preservation group than in the resection group (70.00% vs. 38.24%, P<0.05). Under the same level of preinjury activity, the preservation group had a higher 6-month Tegner score than the resection group ($P_{adjusted}$<0.025). Under the same ligamentum mucosum treatment strategy, the high-level exercise subgroup had a higher 6-month Tegner score than the non-high-level exercise subgroup ($P_{adjusted}$<0.025). **Conclusion** In young patients with sports-related meniscal injuries, if a nonpathological ligamentum mucosum is identified during arthroscopy, preservation is recommended. Although preservation may prolong the operation time, it may reduce intraoperative blood loss, lower the incidence of postoperative complications and inflammatory response, and facilitate recovery of postoperative knee function, static balance, and athletic performance. Young patients with higher sports demands may benefit more substantially.

【Key words】 Meniscus injury; Ligamentum mucosum; Arthroscopy; Knee function; Proprioception; Return to sport

半月板损伤是运动医学领域最常见的膝关节损伤之一，尤以活跃度高的青年运动人群为高发群体[1]。关节镜微创技术已成为治疗半月板损伤的金标准，术中为了获得清晰的手术视野，外科医生常对关节腔内的软组织进行清理。黏膜韧带（又称髌下滑膜皱襞）是位于膝关节腔内、连接髌下脂肪垫与股骨髁间窝的一条滑膜韧带结构[2]，长期以来被视为胚胎发育残留而无明确功能的组织。在关节镜手术中，当黏膜韧带遮挡术野时，常规清除以简化操作。但有研究认为保留该结构并不延长手术时间，且可能带来功能获益[3]，因此，黏膜韧带在半月板手术中的处理策略仍存在争议。近年来研究揭示，黏膜韧带并非惰性结构，其内部含有丰富的微血管网络，为前交叉韧带及关节前室提供重要的血供来源[4]，且滑膜下层存在神经纤维[5]，被认为是参与膝关节本体感觉的潜在结构。对黏膜韧带功能的再认识，正在逐步改变其在膝关节镜手术中的处理策略。既往研究虽证实保留黏膜韧带可减少术中出血、降低术后膝前痛发生率[6-7]，但多集中于围手术期指标及短期功能评分。而青年运动人群的治疗目标不仅在于缓解疼痛、恢复日常行走，更以“重返伤前运动水平”为首要康复目标；不同半月板手术方式下保留黏膜韧带的疗效差异尚不明确，保留黏膜韧带是否通过减轻术后炎症反应发挥保护作用，缺乏客观炎症指标验证。

本研究以运动致半月板损伤的青年患者（18～44岁）为研究对象，在常规观察膝关节功能、并发症等基础上，进一步分析患者术后6个月重返运动率、运动能力恢复水平及血清炎症因子水平等；并按手术方式、运动水平进行亚组分析，旨在全面评估术中保留黏膜韧带的临床价值，为青年运动人群半月板损伤的关节镜手术决策提供更精准的循证依据。

资料与方法

一、纳入标准及排除标准

本研究采用回顾性队列研究设计，选取2021年10月至2025年5月于我院接受关节镜手术治疗的运动致半月板损伤青年患者。纳入标准：①术前磁共振成像明确提示半月板撕裂，并经术中关节镜探查证实；②损伤至手术时间≤12个月；③年龄18～44岁；④伤前Tegner评分≥5分，且有规律体育运动史；⑤有明确的膝关节运动扭伤史，并出现疼痛、交锁或弹响等临床症状；⑥术中探查证实存在形态正常的黏膜韧带，无明显肥厚、纤维化或撞击征象；⑦

接受的术式为关节镜下半月板部分切除术或(和)半月板缝合术。排除标准:①合并前、后交叉韧带,内外侧副韧带等主要稳定结构损伤;②存在严重的骨性关节炎,关节软骨损伤达Outerbridge Ⅲ~Ⅳ级;③存在明显的下肢力线异常(膝内外翻>10°)或髌骨不稳;④术中探查发现黏膜韧带本身存在病理改变,需进行治疗性切除;⑤既往有患膝的开放性或关节镜手术史;⑥存在风湿免疫性疾病、神经肌肉系统疾病、凝血功能障碍或严重的心肺肝肾等系统性疾病;⑦临床资料、随访资料不完整。

二、一般资料

本研究通过中国人民解放军联勤保障部队第九〇一医院伦理委员会批准(审批号:202601020)。选取符合纳入和排除标准的98例接受关节镜手术治疗的运动致半月板损伤青年患者。其中,男72例,女26例,年龄为(29.38±8.51)岁(18~44岁),行半月板部分切除术34例、半月板缝合术25例、半月板部分切除+缝合术39例,术者根据术中视野暴露需求、韧带形态及其对器械操作的遮挡程度决定是否保留黏膜韧带,保留黏膜韧带的42例患者纳入保留组,予以清除的56例纳入清除组。两组性别、年龄、身体质量指数(body mass index,BMI)等一般资料比较,差异均无统计学意义(P>0.05,表1)。

三、手术方法

手术均由同一组外科医师团队完成。患者入手术室后取仰卧位,采用全身麻醉,麻醉成功后,于大腿根部缚气压止血带,压力设定为300~350 mmHg,常规进行患肢皮肤消毒及铺巾操作。所有患者均在切皮前下肢驱血后充盈止血带至设定压力,术中根据手术需要持续充气,直至患肢加压包扎后放气。

表1 两组一般资料比较

指标	保留组(42例)	清除组(56例)	统计值	P值
性别/例(%)				
男	32(76.19)	40(71.43)	0.279	0.597
女	10(23.81)	16(28.57)		
年龄($\bar{x}\pm s$)/岁	28.71±7.88	29.88±8.99	−0.666	0.507
BMI($\bar{x}\pm s$)/kg·m^{-2}	23.94±3.26	24.01±2.39	−0.129	0.897
损伤侧别/例(%)				
左侧	22(57.14)	35(55.36)	1.010	0.315
右侧	20(42.86)	21(44.64)		
损伤至手术时间[$M(Q_1,Q_3)$]/月	2.00(0.50, 6.00)	3.00(0.59, 7.75)	−0.553	0.594
半月板损伤部位/例(%)				
内侧	15(35.71)	27(48.21)	1.531	0.216
外侧	27(64.29)	29(51.79)		
手术方式/例(%)				
部分切除	12(28.57)	22(39.29)		
缝合	12(28.57)	13(23.21)	1.237	0.539
部分切除+缝合	18(42.86)	21(37.50)		
黏膜韧带形态/例(%)				
单束型	30(71.43)	38(67.86)	0.144	0.704
分裂型	12(28.57)	18(32.14)		
伤前Tegner评分($\bar{x}\pm s$)/分	7.29±1.35	7.39±1.34	−0.390	0.697

于髌韧带外侧缘、平髌骨下极水平建立标准膝前外侧观察入路,置入30°、4.0 mm关节镜,以生理盐水持续灌注(压力控制在40~50 mmHg),依次对关节腔进行系统性探查,包括髌股关节、内外侧沟、髁间窝、交叉韧带及内外侧半月板,明确半月板损伤的部位、类型、范围,并评估黏膜韧带,确认黏膜韧带为形态正常的单束状或隔膜状结构,无肥厚、纤维化、炎性增生或与股骨髁机械性撞击等病理改变。

保留组在前外侧观察入路直视下,于髌韧带内侧缘、平髌骨下极水平,使用尖刀建立前内侧器械入路,利用黏膜韧带下方与前交叉韧带之间存在的天然通道,在直视下引导探钩、刨削刀头或缝合器械从该通道通过。对于部分较为紧张、轻微遮挡器械路径的黏膜韧带,使用探钩尖端将其轻柔地向一侧拨开,为器械通过创造空间,操作完成后即恢复其原位。确保在完成半月板探查、修整或缝合的全过程中,黏膜韧带的完整性及其在股骨髁间窝的附着点不受医源性破坏。相关影像学资料见图1。

清除组使用电动刨削系统,配备3.5 mm切割型刀头,将刨削刀头经前内侧器械入路置入,首先自黏膜韧带在股骨髁间凹的附着点起,由后向前、由深及浅地将其切除,操作时注意保护下方的前交叉韧带及后方的后交叉韧带。直至黏膜韧带被完整切除,髌下脂肪垫前缘清晰显露,内外侧间室间可无阻碍地连通,确保手术视野开阔。

两组患者的半月板损伤组织均遵循“能缝不切、应修尽修”的原则进行处理,对于位于红-红区或红-白区、撕裂长度>10 mm、形态稳定的纵行、桶柄状或部分放射状撕裂,根据撕裂部位与术者习惯,选用全内、由内向外或由外向内缝合技术进行修复。对于位于白-白区、退变性、复合性或形态复杂的无法修复的撕裂,使用刨削刀与篮钳仅切除不稳定或产生机械症状的撕裂部分,最大限度地保留有功能的半月板组织,并修整残余边缘,使其形成一个稳定、光滑的残余缘。术毕,缝合各切口,敷以无菌敷料,对患肢进行加压包扎,松开止血带。

四、术后康复

两组患者术后均接受统一标准化的康复指导,康复方案根据手术方式进行调整。对于仅行半月板部分切除术患者,术后第1天开始股四头肌等长收

缩、直腿抬高及踝泵训练；术后1周内患肢部分负重（20%～30%体重），开始膝关节被动屈伸活动度训练（0～90°）；术后2周逐渐过渡至完全负重；术后4周膝关节屈伸活动度恢复正常，逐步进行闭链运动（如静蹲、上台阶）及平衡训练；术后8周允许慢跑；术后12周根据恢复情况尝试重返伤前运动。对于行单纯半月板缝合术患者以及半月板部分切除+缝合术患者，术后第1～2周患肢非负重，支具伸直位固定，进行踝泵、股四头肌等长练习、腘绳肌等长练习及抬腿练习；术后3～4周患肢非负重，支具伸直位固定，强化力量练习，开始膝关节被动屈伸活动度训练（0～90°）；术后5～8周开始部分负重（20%～30%体重），此后每周逐渐增加负重，直至完全负重，膝关节被动屈伸活动度训练（0～120°）；术后9～12周开始闭链运动及平衡训练；术后4～6个月允许慢跑；术后6～12个月根据影像学及临床评估决定是否重返伤前运动。所有康复训练均在专业康复师或经培训的医师指导下进行，并向患者发放统一的康复手册。术后每月门诊随访。

五、评价指标

1. 围手术期指标：记录手术时间（从切皮至缝合结束）、止血带使用时间（自切皮前开始充气至加压包扎放气的时间间隔）、术中估测出血量（吸引瓶内液体总量减去冲洗液总量）、术后住院时间。

2. 膝关节功能评分：分别于术前、术后3个月及6个月，采用Lysholm膝关节功能评分量表（0～100分）[8]与国际膝关节文献委员会（IKDC）[9]主观评分量表（0～100分）进行评估。

3. 静态平衡与本体感觉：分别于术前、术后3个月及6个月，对患者的患侧腿进行单腿闭目站立时间测试，患者赤足单腿站立于平地，双手叉腰，另一腿屈膝抬离地面，闭眼后开始计时，以身体失衡、支撑脚移动或抬起脚落地为计时结束标志，记录最长时间。测试3次取最佳值。

4. 功能性肌力：分别于术前、术后3个月及6个月，采用30 s坐站测试进行评估。使用45 cm高无扶手座椅，患者双臂交叉于胸前，在30 s内以最快速度重复“完全坐下”至“完全站直”的动作，记录完成的次数。

5. 炎症指标：分别于术前、术后3个月及6个月，采集患者清晨空腹静脉血5 mL，采用酶联免疫吸附法检测血清白细胞介素-6（IL-6）及肿瘤坏死因子-α（TNF-α）水平。

6. 术后6个月重返运动率：通过查阅术后6个月复诊病历记录或电话随访记录，统计患者是否已重返运动。重返运动定义为患者自述已恢复至伤前运动类型与强度，包括休闲运动、业余训练或竞技比赛，以患者主观确认且无膝关节不适症状为判断标准。并根据手术方式进行亚组分析，其中半月板部分切除术患者定义为仅行半月板部分切除术患者，半月板缝合术患者包括行单纯半月板缝合术患者以及半月板部分切除+缝合术患者。

7. 运动能力恢复水平：分别于术前、术后3个月及6个月，采用Tegner活动评分量表[10]进行评估。

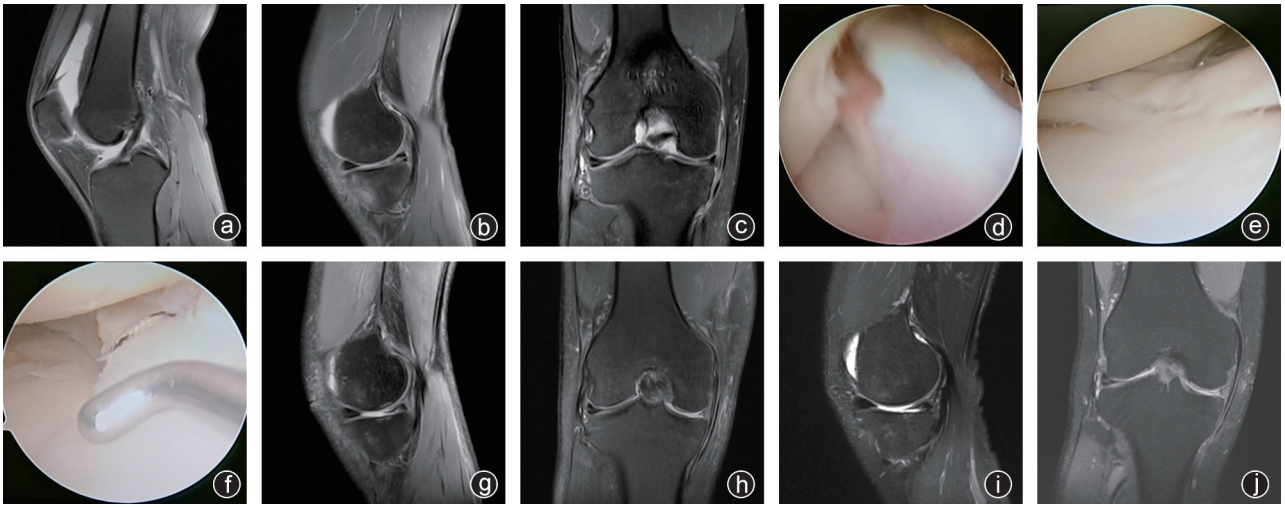

图1　保留黏膜韧带患者的影像学资料　患者，男，39岁，右膝关节内侧半月板撕裂，行关节镜下保留黏膜韧带的半月板部分切除和缝合术。a：术前膝关节MRI矢状面显示前交叉韧带完好，存在单束型黏膜韧带；b、c：术前膝关节MRI矢状面和冠状面，提示内侧半月板层裂；d：关节镜下可见膝关节黏膜韧带由髌下脂肪垫发出，止于股骨外侧髁；e：前外侧入路关节镜探查，见内侧半月板撕裂；f：行内侧半月板部分切除和缝合术；g、h：术后1个月膝关节MRI矢状面和冠状面示内侧半月板术后改变，后角局部线样高信号；i、j：术后3个月膝关节MRI，内侧半月板术后改变，后角局部少许线样高信号。

根据患者伤前Tegner评分分为高水平运动(评分≥8分)亚组与非高水平运动(评分5～7分)亚组,分别比较同一运动水平下不同黏膜韧带处理方式(保留或清除)对术后运动能力恢复的影响,以及相同黏膜韧带处理方式下高水平运动与非高水平运动对术后运动能力恢复的影响。

8. 术后并发症:记录术后6个月内并发症,包括切口感染、深静脉血栓、持续性关节积液、膝前痛等。其中膝前痛定义为发生在髌骨、髌腱或髌下脂肪垫区域,且与半月板原发损伤部位不符的、持续超过1个月的非特异性疼痛。

六、统计学方法

采用SPSS 22.0软件(IBM公司,美国)对数据进行统计分析。计数资料以"例(%)"表示,组间比较采用卡方检验;计量资料经Shapiro-Wilk检验、Levene检验评估正态性和方差齐性,符合正态分布者以"$\bar{x}\pm s$"表示,组间比较采用独立样本t检验,不符合正态分布者以[$M(Q_1, Q_3)$]表示,组间比较采用Mann-Whitney U检验。多时间点资料采用重复测量方差分析,当存在显著时间×组间交互效应时,进行简单效应分析;多重比较均采用Bonferroni法校正,校正后检验水准$\alpha'=0.05/m$(m为比较次数)。术后6个月Tegner评分采用2×2析因设计方差分析,评估保留黏膜韧带与否及运动水平的主效应和交互效应,交互效应显著时行简单效应分析。$P<0.05$为差异有统计学意义。

结　果

一、两组围手术期指标比较

保留组手术时间、止血带使用时间均长于清除组,术中出血量少于清除组($P<0.05$);两组住院时间比较,差异无统计学意义($P>0.05$,表2)。

二、两组膝关节功能比较

术后3个月、6个月,两组Lysholm评分、IKDC主观评分较术前均升高($P_{校正}<0.017$),且保留组术后3个月、6个月Lysholm评分、IKDC主观评分均高于清除组($P<0.05$,表3)。

三、两组功能性测试结果比较

术后3个月、6个月,两组单腿闭目站立时间与30 s坐站测试完成次数较术前均增加($P_{校正}<0.017$),且保留组术后3个月、6个月时单腿闭目站立时间与30 s坐站测试完成次数高于清除组($P<0.05$,表4)。

表2 两组围手术期指标比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	手术时间/min	止血带使用时间/min	术中出血量/mL	住院时间/d
保留组	42	81.64±16.55	85.52±16.55	5.17±0.88	6.17±1.01
清除组	56	67.86±19.50	71.68±19.58	8.73±1.23	6.29±1.06
t值	–	3.778	3.787	−16.728	−0.562
P值	–	<0.001	<0.001	<0.001	0.575

表3 两组手术前后膝关节功能评分比较($\bar{x}\pm s$)/分

组别	例数	Lysholm评分			IKDC主观评分		
		术前	术后3个月	术后6个月	术前	术后3个月	术后6个月
保留组	42	49.26±5.07	81.33±4.39[a]	92.62±2.99[ab]	47.26±5.03	78.33±4.39[a]	89.93±3.08[ab]
清除组	56	47.48±4.24	77.70±4.13[a]	89.34±3.54[ab]	45.48±4.24	75.70±4.13[a]	86.71±3.60[ab]
t值	–	1.890	4.201	4.843	1.898	3.046	4.647
P值	–	0.062	<0.001	<0.001	0.061	0.003	<0.001

注:[a]与同组术前比较,$P_{校正}<0.017$;[b]与同组术后3个月比较,$P_{校正}<0.017$;两组Lysholm评分的时间效应(F=58 416.828,P<0.001)、组间效应(F=12.426,P=0.001)及交互效应(F=29.174,P<0.001),IKDC主观评分的时间效应(F=57 551.782,P<0.001)、组间效应(F=9.506,P=0.003)及交互效应(F=15.912、P<0.001)均显著。

表4 两组手术前后功能性测试结果比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	单腿闭目站立时间/s			30 s坐站测试/次		
		术前	术后3个月	术后6个月	术前	术后3个月	术后6个月
保留组	42	8.45±2.02	16.51±3.24[a]	25.68±7.18[ab]	15.76±1.90	23.60±3.16[a]	30.10±3.06[ab]
清除组	56	8.21±2.04	13.46±3.46[a]	19.75±6.87[ab]	15.32±1.79	19.98±2.42[a]	26.20±3.05[ab]
t值	–	0.570	4.449	4.145	1.175	6.175	6.257
P值	–	0.570	<0.001	<0.001	0.243	<0.001	<0.001

注:[a]与同组术前比较,$P_{校正}<0.017$;[b]与同组术后3个月比较,$P_{校正}<0.017$;两组单腿闭目站立时间的时间效应(F=462.006,P<0.001)、组间效应(F=15.828,P<0.001)及交互效应(F=18.034,P<0.001),30 s坐站测试的时间效应(F=6 502.002,P<0.001)、组间效应(F=26.442,P<0.001)及交互效应(F=150.796,P<0.001)均显著。

四、两组血清炎症因子水平比较

术后3个月、6个月时，两组血清IL-6、TNF-α水平较术前均降低（$P_{校正}$<0.017），且保留组术后3个月、6个月时血清IL-6、TNF-α水平均低于清除组（P<0.05，表5）。

五、两组术后6个月重返运动情况比较

术后6个月随访时，保留组重返运动率为66.67%（28/42），高于清除组的42.86%（24/56），差异有统计学意义（P<0.05）。进一步进行亚组分析结果显示，半月板缝合术亚组内，保留黏膜韧带患者的重返运动率高于清除黏膜韧带患者（P<0.05，表6）。

六、两组运动能力恢复水平比较

术后3个月、6个月，两组Tegner评分均较术前升高（$P_{校正}$<0.017），且保留组术后3个月、6个月Tegner评分均高于清除组（P<0.05，表7）。

亚组析因分析显示，相同运动水平下，保留黏膜韧带亚组术后6个月Tegner评分高于清除黏膜韧带亚组（$P_{校正}$<0.025）；相同黏膜韧带处理方式下，高水平运动亚组术后6个月Tegner评分高于非高水平运动亚组（$P_{校正}$<0.025，表8）。

七、两组术后并发症发生情况比较

术后6个月随访期间，保留组1例（2.38%）患者发生症状性关节积液；清除组7例（12.50%）患者发生轻微膝前痛，2例（3.57%）发生症状性关节积液，1例（1.79%）发生胫后及肌间静脉血栓；保留组并发症总发生率低于清除组（χ^2=4.320，P=0.038）。

讨　论

在处理膝关节半月板损伤时，除关注半月板本身的缝合与成形外，如何最大限度地减少对关节内其他结构的干扰，已成为改善患者预后的关键[11]。为充分暴露手术视野，术中通常直接清除黏膜韧带[12]，然而对于功能需求高的年轻运动损伤群体而言，膝关节稳定性与运动表现不仅依赖于韧带骨骼的完整，更依赖于精细的本体感觉反馈系统[13]。

本研究结果显示，保留组手术时间、止血带使用时间较清除组延长，与清除黏膜韧带可提供更开阔的手术视野这一传统认知相符[14]；保留组术中出血量少于清除组，可能与黏膜韧带内部丰富微血管网络未被破坏相关[15]。保留组术后3个月、6个月的Lysholm与IKDC主观评分均优于清除组，且IL-6、TNF-α水平均低于清除组，从解剖生理学角度分析，保留黏膜韧带降低术后炎症反应水平的原因可能与黏膜韧带、髌下脂肪垫之间的解剖关联有关。黏膜韧带是髌下脂肪垫在股骨髁间窝的固定结构，在关节镜手术中清除黏膜韧带往往需要在髌下脂肪垫区域进行操作[16]；而髌下脂肪垫已被证实是关节内IL-6、TNF-α等促炎因子的重要来源，术中保留黏膜韧带，可减少对该区域医源性操作的频率与强度，避免过度刺激脂肪垫释放炎症介质[17]，进而降低术后血清IL-6、TNF-α水平，为半月板组织愈合及膝关节功能恢复创造更有利的局部微环境。

单腿闭目站立时间是评估静态本体感觉的敏感指标，30 s坐站测试可反映股四头肌的力量及下肢在连续功能性动作中的协调性与爆发力。本研究中保留组术后单腿闭目站立时间、30 s坐站测试完成次数均优于清除组，提示保留黏膜韧带有助于保护患者静态平衡与本体感觉，提高功能性肌力，其原因

表5　两组手术前后血清炎症因子水平比较（$\bar{x}\pm s$）/pg·mL^{-1}

组别	例数	IL-6			TNF-α		
		术前	术后3个月	术后6个月	术前	术后3个月	术后6个月
保留组	42	13.82±2.00	5.63±1.55[a]	4.35±0.72[ab]	16.02±2.09	7.94±1.37[a]	5.37±1.02[ab]
清除组	56	13.26±2.30	7.89±1.30[a]	5.40±1.23[ab]	15.98±3.46	11.95±2.23[a]	8.45±1.62[ab]
t值	–	1.246	−7.837	−5.269	0.075	−10.935	−11.463
P值	–	0.216	<0.001	<0.001	0.940	<0.001	<0.001

注：[a]与同组术前比较，$P_{校正}$<0.017；[b]与同组术后3个月比较，$P_{校正}$<0.017；两组IL-6水平的时间效应（F=767.808，P<0.001）、组间效应（F=22.938，P<0.001）及交互效应（F=18.440，P<0.001），TNF-α水平的时间效应（F=415.444，P<0.001）、组间效应（F=89.156，P<0.001）及交互效应（F=21.793，P<0.001）均显著。

表6　术后6个月重返运动人数的亚组分析

亚组	例数	保留组（42例）		清除组（56例）		χ^2值	P值
		重返运动（n/N）	发生率（%）	重返运动（n/N）	发生率（%）		
总体	98	28/42	66.67	24/56	42.86	5.463	0.019
仅行半月板部分切除术	34	7/12	58.33	11/22	50.00	0.216	0.642
半月板缝合术	64	21/30	70.00	13/34	38.24	6.458	0.011

表7 两组手术前后Tegner评分比较($\bar{x}\pm s$)/分

组别	例数	术前评分	术后3个月	术后6个月
保留组	42	2.69±0.87	4.36±0.91[a]	6.79±1.02[ab]
清除组	56	2.48±0.85	3.55±0.99[a]	6.27±1.05[ab]
t值	–	1.187	4.124	2.437
P值	–	0.238	<0.001	0.016

注:[a]与同组术前比较,$P_{校正}$<0.017;[b]与同组术后3个月比较,$P_{校正}$<0.017;两组Tegner评分的时间效应(F=878.887,P<0.001)、组间效应(F=10.065,P=0.002)及交互效应(F=4.865,P=0.023)均显著。

表8 术后6个月不同黏膜韧带处理及运动水平患者Tegner评分比较($\bar{x}\pm s$)/分

黏膜韧带处理	运动水平	例数	Tegner评分
保留	高水平运动	22	7.50±0.60[cd]
保留	非高水平运动	20	6.00±0.79[c]
清除	高水平运动	32	6.75±0.98[d]
清除	非高水平运动	24	5.63±0.77

注:[c]与同一运动水平内清除黏膜韧带亚组比较,$P_{校正}$<0.025;[d]与同一黏膜韧带处理方式内非高水平运动亚组比较,$P_{校正}$<0.025。经2(黏膜韧带处理)×2(运动水平)析因设计方差分析,黏膜韧带处理主效应(F=11.193,P=0.001)、运动水平主效应(F=60.942,P<0.001)均显著;二者交互效应F=6.244,P=0.038。

可能与手术对膝关节内部神经感觉环境的保护程度有关。精确的本体感觉输入是中枢神经系统进行有效运动规划的基础,其能调节γ-运动神经元的兴奋性并优化运动单位的募集模式[18]。虽有研究指出黏膜韧带的抗拉强度与刚度较低,对关节稳定性贡献较小[19-20],但另有研究发现,保留黏膜韧带可使膝关节内部的感觉-运动反馈环路得以维持,有助于减轻术后常见的关节源性肌肉抑制,使股四头肌能被更快速、更协调地激活[21],由此提高功能性肌力。目前关于黏膜韧带内是否存在Pacinian小体、Ruffini末梢等典型机械感受器的研究有限。Turemis等[22]研究显示,在膝皱襞中检测到Golgi腱器官等机械感受器,并通过电刺激证实其与大脑皮质存在神经连接,支持膝皱襞参与本体感觉功能。此外,前交叉韧带作为膝关节主要稳定结构,已被明确证实具有此类重要的本体感觉功能[23]。由此推测,保留黏膜韧带可能通过以下两条间接途径发挥保护静态平衡与本体感觉的作用。其一,减少手术对相邻髌下脂肪垫的医源性损伤。髌下脂肪垫内神经分布丰富,既往研究证实其中含有降钙素基因相关肽阳性感觉神经[24],该神经末梢对机械刺激与热损伤高度敏感,是膝前痛的重要来源,减少对髌下脂肪垫的损伤有助于避免干扰正常感觉的传入。其二,维持关节前室软组织正常的解剖位置与张力,为本体感觉系统提供稳定的力学环境。已有研究证实,黏膜韧带作为髌下脂肪垫在髁间窝的固定结构,对维持髌下脂肪垫的立体形态具有重要作用[25],清除黏膜韧带后,髌下脂肪垫失去悬吊支撑,可能导致其解剖位置异常及张力改变,进而影响邻近本体感觉感受器的力学环境。上述机制或可部分解释保留组患者在需要精细姿势控制与协调发力的测试中表现更优的现象,但需进一步研究证实。

本研究术后6个月随访发现,保留组重返运动率高于清除组,提示保留黏膜韧带有助于青年运动人群更早恢复伤前运动水平。半月板缝合术亚组内,保留黏膜韧带患者的重返运动率显著高于清除黏膜韧带患者(70.00% vs. 38.24%),提示保留黏膜韧带可加速缝合术后康复进程;而在仅行半月板部分切除术亚组内,保留黏膜韧带患者与清除黏膜韧带患者的重返运动率无显著差异,原因可能与各亚组样本量较小、统计效能不足相关。

Tegner评分结果显示,保留组术后3个月、6个月Tegner评分均显著高于清除组。进一步亚组分析显示,在相同运动水平下,保留黏膜韧带亚组术后6个月Tegner评分显著高于清除黏膜韧带亚组;在相同黏膜韧带处理方式下,高水平运动亚组术后6个月Tegner评分显著高于非高水平运动亚组。提示保留黏膜韧带有助于患者运动能力的恢复,且对于运动需求高的青年患者,保留黏膜韧带的获益更为显著,可能与保留该结构有助于维持关节前室神经感觉环境、减少术后炎症反应有关[26]。

此外,本研究中保留组并发症总发生率低于清除组,清除组并发症以膝前痛为主,该症状为膝关节镜术后常见并发症,常与髌下脂肪垫的医源性刺激有关。髌下脂肪垫富含P物质等神经肽及痛觉感受器,是膝前痛发生的重要源头,清除黏膜韧带常需在髌下脂肪垫区域进行操作,易对其造成医源性刺激或损伤,进而引发术后持续性膝前痛[27-28],而保留黏膜韧带,则可从源头上避免膝前痛的发生。基于本研究结果,对于青年运动致半月板损伤患者行关节镜手术时,对于术中已探查证实无肥厚、纤维化或撞击征象的黏膜韧带,建议予以保留。具体可采用黏膜韧带下入路,利用其与前交叉韧带之间的天然通道置入器械,避免对韧带及毗邻髌下脂肪垫造成医源性损伤。

本研究存在以下局限性:①本研究为回顾性非随机对照设计,术中黏膜韧带处理方式的选择受术者临床判断影响,存在选择偏倚风险,尽管两组基线

资料均衡，但仍可能受未测量的混杂因素影响。②研究属于探索性分析，未预先估算样本量，两组例数差异反映出临床实践中清除黏膜韧带的常规倾向，虽采用Bonferroni法校正多重比较，仍无法完全消除分配偏倚；而亚组样本量过小，统计效能不足，相应亚组分析结果应视为探索性发现，需谨慎解读。③本研究随访时间仅为术后6个月，对于行半月板缝合术的患者而言该周期偏短，难以评估远期膝关节功能及半月板再损伤风险。④尽管本研究纳入术后执行标准化康复方案的患者，但未系统记录并评价患者的康复依从性，不同患者的康复执行差异可能对重返运动率、功能评分等结局指标产生潜在干扰。⑤本研究未对半月板损伤类型及黏膜韧带不同形态进行分层分析。⑥本研究主要通过血清IL-6、TNF-α水平间接反映全身炎症反应，但未检测关节液中上述炎症因子及其他局部炎症介质的水平；关节液可更直接地反映关节腔内微环境变化，缺乏关节液中上述指标的检测结果，可能限制对黏膜韧带保留减轻局部炎症反应的机制阐述。⑦本研究虽通过单腿闭目站立时间等行为学测试间接评估本体感觉功能，但未采用神经电生理技术直接评估膝关节周围感觉传入通路或中枢整合功能，亦未对黏膜韧带及邻近滑膜组织进行机械感受器（如Pacinian小体、Ruffini末梢、Golgi腱器官等）的组织病理学检测；因此，关于保留黏膜韧带是否通过维持关节前室神经感觉环境、保护本体感觉反馈环路等机制发挥作用的讨论，仍以间接推断为主，尚缺乏直接的分子或电生理证据支持。未来研究应开展前瞻性、多中心、大样本的随机对照试验，进一步延长随访时间，采用康复日志、可穿戴设备或定期打卡等方式严格记录并控制康复依从性；同时，结合关节液多点炎症因子检测、组织病理学（如机械感受器鉴定）及神经电生理技术，从分子、结构及功能层面直接验证黏膜韧带保留的作用机制，为青年运动人群半月板损伤的关节镜手术决策提供更高等级的循证医学证据。

综上所述，对于运动致半月板损伤行关节镜手术的青年患者，若术中探查证实存在无病理改变的黏膜韧带，建议予以保留，尽管可能延长手术时间，但本研究提示保留该结构与较低的术中出血量、术后并发症发生率及炎症反应水平相关，且可能有助于促进术后膝关节功能、静态平衡能力与运动能力的恢复，尤其是运动需求较高的青年患者可能获益更为明显。上述结论仍需前瞻性、大样本量研究进一步验证。

参 考 文 献

[1] Banovetz MT, Roethke LC, Rodriguez AN, et al. Meniscal root tears: A decade of research on their relevant anatomy, biomechanics, diagnosis, and treatment[J]. Arch Bone Jt Surg, 2022, 10(5): 366-380.

[2] Gonera B, Borowski A, Zielinska N, et al. Embryological approach to the morphology of the ligamentum mucosum of the human knee joint[J]. Ann Anat, 2022, 244: 151983.

[3] 李明, 刘宁, 李春宝, 等. 保留膝关节黏膜韧带对关节镜下半月板损伤修复疗效的影响[J]. 中华骨科杂志, 2024, 44(5): 287-293.

[4] 王颉, 周游. 膝黏膜韧带的研究进展[J]. 中国矫形外科杂志, 2025, 33(3): 231-237.

[5] Gonera B, Wysiadecki G, Kurtys K, et al. Immunohistochemical analysis of the ligamentum mucosum is the key to understand its clinical usefulness[J]. Ann Anat, 2023, 249: 152106.

[6] Gonera B, Kurtys K, Wysiadecki G, et al. The ligamentum mucosum: A new classification[J]. Clin Anat, 2023, 36(2): 242-249.

[7] Smallman TV, Portner OT, Race A, et al. Arthroscopic untethering of the fat pad of the knee: release or resection of the infrapatellar plica(ligamentum mucosum) and related structures for anterior knee pain[J]. Arthrosc Tech, 2018, 7(5): e575-e588.

[8] Lu CC, Yao HI, Fan TY, et al. Twelve weeks of a staged balance and strength training program improves muscle strength, proprioception, and clinical function in patients with isolated posterior cruciate ligament injuries[J]. Int J Environ Res Public Health, 2021, 18(23): 12849.

[9] Williams T, Burley D, Evans L, et al. The structural validity of the IKDC and its relationship with quality of life following ACL reconstruction[J]. Scand J Med Sci Sports, 2020, 30(9): 1748-1757.

[10] Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries[J]. Clin Orthop Relat Res, 1985, (198): 43-49.

[11] Raggi F, Sarsina TRD, Signorelli C, et al. Triaxial accelerometer can quantify the Lachman test similarly to standard arthrometers[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2019, 27(8): 2698-2703.

[12] Singh DK, Rajani H, Sinha M, et al. Infrapatellar plica injury: Magnetic resonance imaging review of a neglected cause of anterior knee pain[J]. SA J Radiol, 2021, 25(1): 1973.

[13] Relph N, Herrington L, Tyson S. The effects of ACL injury on knee proprioception: A meta-analysis[J]. Physiotherapy, 2014, 100(3): 187-195.

[14] Sonnery-Cottet B, Archbold P, Zayni R, et al. High lateral portal for sparing the infrapatellar fat-pad during ACL reconstruction[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2011, 97(8): 870-873.

[15] Turhan Y, Arican M, Karaduman ZO, et al. Comparison of histopathological and biomechanical changes of ligamentum mucosum in patients with anterior cruciate ligament rupture[J]. Jt Dis Relat Surg, 2024, 35(3): 610-617.

[16] Arliani GG, Astur DC, Moraes ER, et al. Three dimensional anatomy of the anterior cruciate ligament: a new approach in anatomical orthopedic studies and a literature review[J]. Open Access J Sports Med, 2012, 3: 183-188.

[17] Pereira Herrera B, Emanuel K, Emans PJ, et al. Infrapatellar fat pad as a source of biomarkers and therapeutic target for knee osteoarthritis[J]. Arthritis Res Ther, 2025, 27(1): 81.

[18] 孙婧怡, 钱驿, 赵盈绮, 等. 膝关节解剖因素与前交叉韧带磁共振成像信号强度相关性分析[J]. 中国运动医学杂志, 2024, 43(2): 87-93.

（下转第426页）

若增大样本数量则研究结果更具有说服力。②术后随访未规范完善跟骨侧位片及MRI检查，不利于观察术后局部炎症水肿情况及骨刺复发情况。③针对跖筋膜炎型跟痛症，研究中对跖筋膜及跟骨骨刺都进行手术处理，但未行跟骨减压，根据报道术中同时行跟骨钻孔减压，能为难治性足跟疼痛患者带来更佳的疗效[16]，临床也有较多医生在术中常规进行跟骨钻孔减压，这一方面需要我们更进一步对比研究。④研究中对术后活动及康复锻炼有所忽视，可能对研究结果有所影响。

参 考 文 献

[1] Dong X, Wan F, Zhang J, et al. Comparison of Short-Term efficacy between medial and lateral dual incision approach and medial dual incision approach for endoscopic spur resection combined with plantar fascia release in the treatment of heel pain syndrome[J]. BMC Surg, 2025, 25(1): 337.

[2] Koc TA Jr, Bise CG, Neville C, et al. Heel pain - plantar fasciitis: revision 2023[J]. J Orthop Sports Phys Ther, 2023, 53(12): CPG1-CPG39.

[3] Morrissey D, Cotchett M, Said J'Bari A, et al. Management of plantar heel pain: a best practice guide informed by a systematic review, expert clinical reasoning and patient values[J]. Br J Sports Med, 2021, 55(19): 1106-1118.

[4] Motley T. Plantar fasciitis/fasciosis[J]. Clin Podiatr Med Surg, 2021, 38(2): 193-200.

[5] Morancie NA, Irvin L, Rayala BZ. Heel pain: diagnosis and management[J]. Am Fam Physician, 2025, 112(6): 648-656.

[6] Simon R, Zachariah S, Nasimudeen N, et al. A novel indigenous endoscopic-assisted surgery for intractable plantar fasciitis: a case series[J]. Indian J Orthop, 2026, 60(1): 199-205.

[7] Dede BT, Ada A, Oğuz M, et al. Comparing myofascial pain syndrome treatment with dry needling versus extracorporeal shock wave therapy for plantar fasciitis on pain and function of the heel[J]. J Foot Ankle Surg, 2024, 63(4): 477-481.

[8] 孙军锁, 靳文阔. 关节镜辅助下跟骨骨赘切除术联合足底筋膜松解、跟骨减压术治疗慢性足底跟痛症[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2023, 38(12): 1325-1327.

[9] Liu P, Chen Q, Yang K, et al. Prevalence, characteristics, and associated risk factors of plantar heel pain in americans: the cross-sectional NHANES study[J]. J Orthop Surg Res, 2024, 19(1): 805.

[10] Latt LD, Jaffe DE, Tang Y, et al. Evaluation and treatment of chronic plantar fasciitis[J]. Foot Ankle Orthop, 2020, 5(1): 2473011419896763.

[11] 夏宇, 李文, 张磊, 等. 外侧双入路镜下骨刺切除跖腱膜松解治疗跟痛症[J]. 中国矫形外科杂志, 2024, 32(11): 961-966.

[12] Fuller EA. The windlass mechanism of the foot. A mechanical model to explain pathology[J]. J Am Podiatr Med Assoc, 2000, 90(1): 35-46.

[13] 李忠, 姜厚森, 刘俊华, 等. 顽固性跟痛症的手术治疗[J]. 中国矫形外科杂志, 2018, 26(10): 918-922.

[14] Cottom JM, Baker JS. Endoscopic plantar fascia debridement for chronic plantar fasciitis[J]. Clin Podiatr Med Surg, 2016, 33(4): 545-551.

[15] Bandyopadhyay A, Kumar S, Mandal P. Isolated gastrocnemius contraction and gastroc recession surgery in case of planter fasciitis: a systemic review and Meta-analysis[J]. Indian J Orthop, 2023, 57(9):1359-1375.

[16] Cooperman SR, Christie LM, Smith CA, et al. The effect of plantar calcaneal spur excision on plantar fascia surgery outcomes[J]. J Foot Ankle Surg, 2025, 64(3): 296-301.

（收稿日期：2025-10-25）
（本文编辑：龚哲妮）

引用格式

赵航宇, 李璐兵, 董一阳, 等. 关节镜与传统切开手术治疗跖筋膜炎型跟痛症的疗效比较[J]. 骨科, 2026, 17(5): 422-426. DOI:10.3969/j.issn.1674-8573.2026.05.003.

（上接第416页）

[19] Martin A, Liu K, Alimohammadi M. The ligamentum mucosum's potential as a preventative structure in the development of knee osteoarthritis[J]. J Exp Orthop, 2023, 10(1): 109.

[20] Norris M, Corbo G, Banga K, et al. The biomechanical and morphological characteristics of the ligamentum mucosum and its potential role in anterior knee pain[J]. Knee, 2018, 25(6): 1134-1141.

[21] Gonera B, Wysiadecki G, Kurtys K, et al. Immunohistochemical analysis of the ligamentum mucosum is the key to understand its clinical usefulness[J]. Ann Anat, 2023, 249: 152106.

[22] Turemis C, Senses I, Erduran M, et al. The presence of mechanoreceptors and cortical connections support a proprioceptive role for knee plicae[J]. Arthrosc Sports Med Rehabil, 2025, 7(6): 101219.

[23] Arumugam A, Björklund M, Mikko S, et al. Effects of neuromuscular training on knee proprioception in individuals with anterior cruciate ligament injury: A systematic review and GRADE evidence synthesis[J]. BMJ Open, 2021, 11(5): e049226.

[24] 刘妍, 亓攀, 闵红巍, 等. 膝骨关节炎患者膝痛和膝冷与髌下脂肪垫神经支配病理特征的相关性分析[J]. 中华解剖与临床杂志, 2024, 29(4): 249-256.

[25] Arliani GG, Astur DC, Moraes ER, et al. Three dimensional anatomy of the anterior cruciate ligament: A new approach in anatomical orthopedic studies and a literature review[J]. Open Access J Sports Med, 2012, 3: 183-188.

[26] Li S, Lu M, Zhao L, et al. A novel infrapatellar fat pad preservation technique in anterior cruciate ligament reconstruction reduces postoperative pain and cartilage damage: A retrospective study[J]. J Orthop Surg Res, 2025, 20(1): 728.

[27] 曾辉, 吴刚强, 艾继超, 等. 全膝关节置换术中采用切开后再修复法完整保留髌下脂肪垫对疗效的影响[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2024, 39(10): 1074-1077.

[28] Pereira Herrera B, Emanuel K, Emans PJ, et al. Infrapatellar fat pad as a source of biomarkers and therapeutic target for knee osteoarthritis[J]. Arthritis Res Ther, 2025, 27(1): 81.

（收稿日期：2026-04-27）
（本文编辑：陈姗姗）

引用格式

王海峰, 胡亮, 马武秀, 等. 术中保留黏膜韧带对运动致半月板损伤青年患者关节镜术后恢复的影响[J]. 骨科, 2026, 17(5): 409-416, 426. DOI:10.3969/j.issn.1674-8573.2026.05.001.