

# 关节镜下 ACL 重建并半月板修复后半月板不愈合的危险因素分析

王平, 武春雷, 许巍, 张红, 张弛

(联勤保障部队第 983 医院骨科, 天津 300142)

**摘要:**目的 探讨关节镜下前交叉韧带(anterior cruciate ligament, ACL)重建并半月板修复后半月板不愈合的危险因素。**方法** 共纳入 2017 年 5 月至 2018 年 6 月于我院行关节镜下 ACL 重建并半月板修复的患者 92 例, 术后随访 18 个月, 6 例失访, 86 例患者根据愈合情况分为愈合组(49 例)和未愈合组(37 例), 手术愈合率为 56.98%(49/86)。对比两组患者一般资料、手术情况等相关资料的差异, 并行多因素 logistic 回归分析。**结果** 两组身体质量指数(body mass index, BMI)、Tenger 评分、受伤时间、ACL 撕裂类型、半月板损伤区域比较差异具有统计学意义( $P < 0.05$ )。多因素 logistic 回归分析结果显示: BMI[OR=5.610, 95%CI(1.447~21.759),  $P < 0.05$ ], Tenger 评分[OR=4.237, 95%CI(1.142~15.722),  $P < 0.05$ ], 受伤时间[OR=5.280, 95%CI(1.059~26.340),  $P < 0.05$ ], ACL 撕裂类型[OR=9.517, 95%CI(2.197~41.230),  $P < 0.05$ ], 半月板损伤区域[OR=2.915, 95%CI(1.201~7.073),  $P < 0.05$ ]是半月板不愈合的独立危险因素。**结论** BMI $\geq 24\text{kg}/\text{m}^2$ 、复发性 ACL 撕裂、Tenger 评分 $\geq 8$ 分、受伤时间 $\geq 3$ 个月、半月板损伤区域为非红区是关节镜下 ACL 重建并半月板修复后半月板不愈合的危险因素。

**关键词:**前交叉韧带重建;半月板修复;半月板不愈合

文章编号: 1008-5572(2020)09-0782-05

中图分类号: R684

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

文献标识码: B



## Analysis of Risk Factors of Non-union of Meniscus after ACL Reconstruction Combined with Meniscus Repair

Wang Ping, Wu Chunlei, Xu Wei, et al

(Department of Orthopedics, 983 Hospital of Joint Logistics Support Force, Tianjin 300142, China)

**Abstract: Objective** To investigate the risk factors of meniscus nonunion after anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction and meniscus repair under arthroscopy. **Methods** A total of 92 patients who underwent arthroscopic ACL reconstruction and meniscus repair in our hospital from May 2017 to June 2018 were enrolled. They were followed up for 18 months after the operation. 6 cases were lost to follow-up. 86 patients were classified as healing according to the healing status. Group (49 cases) and non-healing group (37 cases), the surgical healing rate was 56.98%. The differences in general data, surgical conditions and other related data between the two groups of patients were compared, and multivariate logistic regression analysis was performed. **Results** There were significant differences in body mass index (BMI), Tenger score, injury time, ACL tear type, and meniscus injury area between the two groups ( $P < 0.05$ ). The results of multivariate logistic regression analysis showed: BMI [OR=5.610, 95%CI (1.447~21.759),  $P < 0.05$ ], Tenger score [OR=4.237, 95%CI (1.142~15.722),  $P < 0.05$ ], injury Time [OR=5.280, 95%CI (1.059~26.340),  $P < 0.05$ ], ACL tear type [OR=9.517, 95%CI (2.197~41.230),  $P < 0.05$ ], meniscus injury area [OR=2.915, 95%CI (1.201~7.073),  $P < 0.05$ ] was an independent risk factor for meniscus nonunion. **Conclusion** BMI $\geq 24\text{ kg}/\text{m}^2$ , recurrent ACL tear, Tenger score  $\geq 8$ , injury time  $\geq 3$  months, meniscus injury area is non-red area is the risk of meniscus nonhealing after arthroscopic ACL reconstruction and meniscus repair factor.

**Key words:** anterior cruciate ligament reconstruction; meniscus repair; meniscus nonunion

前交叉韧带(anterior cruciate ligament, ACL)撕裂是膝关节常见损伤之一, 损伤可导致膝关节前向、前外旋转不稳, 远期可导致膝关节骨关节炎, 严重影响患者正常活动和日常生活<sup>[1]</sup>。相关研究表明, 近年来随着运动健身理念在人群中的普及, ACL 撕裂的发病率逐渐增加, 而高达 65% 的 ACL 撕裂者会并发半月板损伤, 对于 ACL 撕裂合并半月板损伤的患者, 常采用关节镜下 ACL 重建联合半月板修复术治疗,

术后半月板不愈合率在 50.0%~55.7% 之间<sup>[2-3]</sup>。目前, 关于术后半月板不愈合的相关危险因素尚不明确, 且国内外相关研究较少。本研究收集 2017 年 5 月至 2018 年 6 月于我院行关节镜下 ACL 重建并半月板修复的患者, 旨在探讨术后半月板不愈合的危险因素, 现将结果报告如下。

### 1 资料与方法

1.1 纳入标准及排除标准 纳入标准: (1) 关节镜下诊断

ACL完全撕裂;(2)关节镜下诊断合并半月板损伤;(3)ACL采用自体股薄肌腱和半腱肌腱移植重建;(4)同意参加本次研究,并签署同意书。排除标准:(1)合并后交叉韧带损伤或内外侧副韧带损伤者;(2)既往有患侧膝关节手术史者;(3)多发性膝关节松弛症者;(4)合并膝关节骨关节炎者;(5)合并重要脏器严重疾病者;(6)有精神疾病或配合困难者。

1.2 一般资料 共92例患者纳入本研究,6例失访,剩余的

表1 两组患者一般资料对比

组别	n	性别(例)		年龄(例)		BMI(例)		高血压(例)		糖尿病(例)		长期吸烟(例)		长期饮酒(例)	
		男	女	<30岁	≥30岁	<24 kg/m <sup>2</sup>	≥24 kg/m <sup>2</sup>	是	否	是	否	是	否	是	否
愈合组	49	32	17	38	11	34	15	15	34	11	38	14	35	15	34
未愈合组	37	25	12	30	7	10	27	14	23	9	28	18	19	9	28
χ <sup>2</sup> 值		0.048		0.159		15.139		0.493		0.042		3.637		0.414	
P 值		0.826		0.690		<0.001		0.483		0.838		0.057		0.520	
赋值		0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1

1.3 手术方法 行硬膜外麻醉,麻醉满意后,患者取平卧位,术区常规消毒铺巾。患膝屈曲位,分别于外侧和内侧膝眼建立工作通道,关节镜常规观察关节腔内各组织结构情况,若见半月板撕裂,则将刨刀及射频仪于内侧工作通道进入,给予清理半月板残端及滑车面软骨,用刨刀将半月板撕裂部分予以刨削修整及新鲜化处理后,采用 Fast-Fix 系统将半月板撕裂处缝合(自撕裂两端分别进针,确认缝合针固定牢靠后,推进器打结,若需要缝合两针及以上,则两针之间间距约为5mm),剪短线尾,探钩探查见半月板固定牢靠,修复结束。若查看见前交叉韧带完全撕裂,残端松弛,后交叉韧带完整。自胫骨结节内侧切口内显露股薄肌腱和半腱肌肌腱,用直角钳勾起腱性末端,取腱器切取两肌腱,肌腱的两端用2号肌腱线编织缝合,翻转折叠成四股肌腱条,盐水纱布覆盖、备用;以常规方式建立前交叉韧带隧道和胫骨隧道,用探钩将股骨侧的牵引线的一端拉至胫骨隧道外口。将编织好的肌腱套入 Endobutton 祥中,通过牵引线将 Endobutton 的拉线引出至股骨隧道外口,将肌腱拉入股骨隧道内并翻祥,于膝关节屈曲30°拉紧前交叉韧带,胫骨端拧入可吸收界面螺钉固定,关节镜下探查见重建的前交叉韧带张力完好、无撞击。查体前后抽屉试验阴性,Lachman 试验阴性。

1.4 观察指标及评价标准 术后随访18个月,末次复查膝关节MRI,参考Crues等<sup>[4]</sup>的MRI评估标准:(1)完全愈合:扫描的所有层面均未见Ⅲ级信号;(2)部分愈合:扫描的部分层面出现Ⅲ级信号;(3)不愈合:扫描的多个层面出现Ⅲ级信号或见半月板移位。将完全愈合归为愈合组,部分愈合及不愈合归为未愈合组,愈合率=完全愈合/总例数×100%。对比两组患者一般情况(性别、年龄、BMI、高血压、糖尿病、长期

86例患者中术后49例痊愈列为愈合组,其余37例部分愈合或未愈合列为未愈合组,手术愈合率为56.98%(49/86)。两组间身体质量指数(body mass index,BMI)差异具有统计学意义( $P<0.05$ ),而性别、年龄、高血压、糖尿病、长期吸烟、长期饮酒等方面差异均无统计学意义( $P>0.05$ ,见表1)。本研究已通过本院伦理委员会审批,患者及家属已签署相关知情同意书。

吸烟情况及长期饮酒情况)、手术情况(轴移试验、Tenger评分、半月板损伤部位、受伤时间、ACL撕裂类型、半月板撕裂长度、半月板损伤部位、半月板损伤区域、手术方式、半月板缝合针数)。

1.5 统计学方法 采用SPSS 22.0软件进行统计学分析。计数资料采用例数表示,计量资料采用赋值方式转化为计数资料后采用例数表示,计数资料组间比较采用卡方检验或连续校正卡方检验。危险因素分析将单因素分析中有统计学意义的统计量纳入多因素 Logistic 回归分析,并计算比值比(odds ratio,OR)和95%可信区间(confidence interval,CI)。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 两组手术相关情况对比 两组的Tenger评分、受伤时间、ACL撕裂类型、半月板损伤区域比较差异有统计学意义( $P<0.05$ );半月板损伤部位、半月板撕裂长度、手术方式、半月板缝合针数比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ ,见表2)。

2.2 术后半月板不愈合的多因素分析 以是否愈合为因变量(否=0,是=1),以单因素分析中具有统计学意义的项目,即BMI、Tenger评分、受伤时间、ACL撕裂类型、半月板损伤区域为自变量,进行共线性检验,结果为方差膨胀因子(variance inflation factor,VIF)均小于5,容忍度均大于0.2,说明纳入的自变量之间无明显的共线性关系。自变量赋值按表2、3赋值后进行多因素 Logistic 回归分析,结果见表3。BMI [OR=5.610,95%CI(1.447~21.759), $P<0.05$ ],Tenger评分 [OR=4.237,95%CI(1.142~15.722), $P<0.05$ ],受伤时间 [OR=5.280,95%CI(1.059~26.340), $P<0.05$ ],ACL撕裂类型 [OR=9.517,95%CI(2.197~41.230), $P<0.05$ ],半月板

损伤区域[OR=2.915, 95%CI(1.201~7.073), P<0.05]是半月板不愈合的独立危险因素。

表 2 两组患者手术相关情况对比

组别	n	Tenger 运动评分 (例)		半月板损伤部位 (例)					半月板损伤区域 (例)		半月板撕裂长度 (例)	
		<8分	≥8分	内侧	外侧	前脚	后脚	体区	红区	红白区或白区	<2 cm	≥2 cm
愈合组	49	41	8	32	17	14	23	12	31	18	20	29
未愈合组	37	8	19	25	12	8	19	10	12	25	17	20
χ <sup>2</sup> 值		12.007		0.048			0.535		8.017		0.226	
P 值		<0.001		0.826			0.765		0.005		0.634	
赋值		0	1	0	1	0	1	2	0	1	0	1

组别	受伤时间 (例)		半月板撕裂类型 (例)				ACL 撕裂类型 (例)		手术方式 (例)		半月板缝合针数 (例)	
	<3 个月	≥3 个月	纵行	放射状	斜行	其他	初发	复发	半月板缝合术	半月板成形术	<4 针	≥4 针
愈合组	42	7	10	8	20	11	30	19	36	13	16	33
未愈合组	16	21	8	6	16	7	5	32	28	9	14	23
χ <sup>2</sup> 值	17.318		0.170				19.884		0.054		0.249	
P 值	<0.001		0.982				<0.001		0.816		0.617	
赋值	0	1	0	1	2	3	0	1	0	1	0	1

表 3 术后半月板不愈合的多因素分析

因素	β	标准误	Wald	显著性	OR	95%CI	
						下限	上限
BMI	1.725	0.692	6.219	0.013	5.610	1.447	21.759
Tenger 评分	1.444	0.669	4.657	0.031	4.237	1.142	15.722
受伤时间	1.664	0.820	4.118	0.042	5.280	1.059	26.340
ACL 撕裂类型	2.253	0.748	9.073	0.003	9.517	2.197	41.230
半月板损伤区域	1.070	0.452	5.596	0.018	2.915	1.201	7.073

2.3 典型病例 (1)23 岁男性患者,主因“左膝关节扭伤后疼痛、关节不稳 1 个月”入院。诊断:左膝关节内侧半月板撕裂;左膝关节前交叉韧带断裂。择期行关节镜下前交叉韧带重建(取同侧股薄肌、半腱肌)、半月板修整缝合手术治疗。术后经康复锻炼患者恢复正常活动,无关节疼痛,无关节不稳症状(见图 1~6)。(2)21 岁男性患者,主因“跌倒致右膝关节疼痛、活动受限 4 个月”入院。入院完善膝关节 MRI 示右膝关节外侧半月板撕裂、右膝关节前交叉韧带断裂。择期行手术治疗,术中关节镜下见前交叉韧带断裂、外侧半月板

一长约 2 cm 的斜行撕裂口,给予前交叉韧带重建、半月板修整缝合。术后 8 个月随访,患者仍诉活动时右膝关节隐痛,复查膝关节 MRI 仍可见右膝关节外侧半月板内线状高信号,提示半月板不愈合(见图 7~10)。

### 3 讨论

ACL 和半月板均属于膝关节重要结构,其损伤会严重影响膝关节稳定功能及缓冲震荡的作用,可继发膝关节骨关节炎,严重者需行膝关节置换。半月板的修复受较多因素的影响,有研究表明在单纯半月板修复术后,高龄、高 BMI、病程长会影响半月板的愈合<sup>[5-6]</sup>。相关研究还显示 ACL 重建联合半月板修复较单纯半月板修复,术后半月板愈合率可显著提高,分析原因可能为韧带重建时的股骨和胫骨的转孔部位会有血液渗出,其为半月板的愈合提供了充足组织修复细胞和养分<sup>[7-9]</sup>。目前关于半月板不愈合危险因素尚不完全了解,且罕有关于 ACL 重建并半月板修复后半月板不愈合的危险因素的报道。



图 1 术前冠状位 MRI 示内侧半月板撕裂(红区)



图 2 术前矢状位 MRI 示外侧半月板撕裂(红区)



图 3 术前 MRI 示前交叉韧带断裂,形态低平,股骨止点不连续





图4 术后15个月冠状位MRI示内侧半月板愈合(红区)



图5 术后15个月矢状位MRI示内侧半月板愈合(红区)

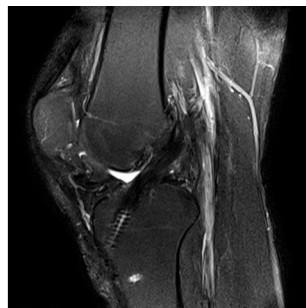


图6 术后15个月MRI示前交叉韧带重建形态、连续性良好



图7 术前MRI示前交叉韧带走行低平,股骨止点明显高信号



图8 术前MRI示外侧半月板撕裂(白区)

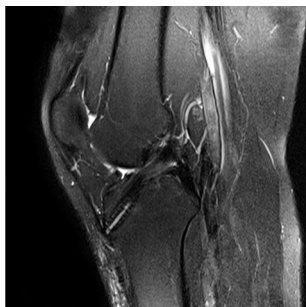


图9 术后8个月MRI示ACL重建术后韧带走行好



图10 术后8个月MRI示外侧半月板愈合不佳,重建韧带的股骨隧道影

本研究中,86例行ACL重建并半月板修复的患者,术后有49例半月板痊愈,术后愈合率为56.98%。Hiranaka等<sup>[2]</sup>的研究结论与本研究结论相似,纳入的20例研究对象中,术后10例半月板痊愈(50.00%)。Kanto等<sup>[3]</sup>纳入了115例研究对象,均采用ACL重建联合半月板修复术,术后平均17个月的随访中,有64例痊愈(55.65%)。但闰金明等<sup>[7]</sup>的研究中半月板愈合率高达86.96%,分析原因可能是其对愈合率的定义与本研究有差异。

本研究结果表明,BMI $\geq 24$  kg/m<sup>2</sup>是半月板不愈合的独立危险因素,其导致半月板不愈合风险是BMI $< 24$  kg/m<sup>2</sup>者的5.610倍。Van der List等<sup>[10]</sup>的研究与本研究结论相似,其研究中指出患者BMI越高,半月板与关节软骨之间的摩擦力越大,从而导致半月板损伤的修复受阻。王旭等<sup>[11]</sup>的研究也表明,患者BMI越大,其膝关节负重越重,会对半月板愈合产生影响,导致半月板愈合时间延长,且BMI $> 25$  kg/m<sup>2</sup>者半月板不愈合风险是低BMI者的1.76倍。而美国一项2005—2015年回顾分析研究中,共纳入了1万余例行ACL重建联合半月板修复的患者,研究结论显示,BMI每增加1.0 kg/m<sup>2</sup>,半月板不愈合风险将增加1.6%<sup>[12]</sup>。

Tenger评分是反应膝关节运动功能的评分标准,评分越高则表明膝关节运动功能越好。本研究结果表明,Tenger评分 $\geq 8$ 分是半月板不愈合的独立危险因素,其导致半月板不

愈合风险是Tenger评分 $< 8$ 分者的4.237倍。分析原因,可能是Tenger评分越高,膝关节运动功能越佳,而患者活动量过大可能会加重半月板损伤,且不能为半月板的修复创造一个良好的环境<sup>[13-14]</sup>。同时,本研究还表明,复发性ACL损伤以及受伤时间 $\geq 3$ 个月均会显著增加半月板不愈合的风险,复发性ACL撕裂者半月板不愈合风险是初发者的9.517倍,而受伤时间 $\geq 3$ 个月者半月板不愈合风险是受伤时间 $< 3$ 个月者的5.280倍。相关研究与本研究结论相似<sup>[15-16]</sup>,研究指出,复发性ACL撕裂及受伤时间过长者,半月板与关节软骨之间长时间的应力改变,部分区域应力明显增加,加上脱落的软骨组织刺激关节内发生免疫性炎症反应,影响半月板的修复。

半月板的外侧1/3因血供丰富被称为红区,该区域可通过血管及关节液渗透获取营养,营养供应丰富;中、内1/3因血供少或无血供被称为红白区及白区,该区域则主要依靠关节液的渗透作用来获取营养,营养供应十分匮乏<sup>[17]</sup>。而本研究结果表明,半月板损伤区域位于红白区或白区者半月板不愈合风险是红区的2.915倍,分析原因主要是红区血供及营养供应丰富,半月板损伤后自我修复和再生能力强,而红白区和白区的血供和营养供应匮乏,半月板的修复再生能力较弱。Singh等<sup>[18]</sup>和De Phillip等<sup>[19]</sup>的研究也比较了不同部位半月板术后愈合情况,结果均表明红区半月板愈合率显

著高于红白区或白区。Matsushita 等<sup>[20]</sup>的研究中,根据半月板损伤区域不同,将研究对象分为红区、红白区和白区三组,在术后 18 个月的随访中,红区患者半月板愈合率最高,红白区次之,白区愈合率则最低。

综上所述,BMI≥24 kg/m<sup>2</sup>、复发性 ACL 撕裂、Tenger 评分≥8 分、受伤时间≥3 个月、半月板损伤区域为红白区或白区为关节镜下 ACL 重建并半月板修复后半月板不愈合的危险因素。

参考文献:

[1] 黎国权.膝关节镜下自体腱重建前交叉韧带治疗膝关节损伤的疗效分析[J].临床外科杂志,2019,27(1):79-81.

[2] Hiranaka T,Furumatsu T,Kamatsuki Y, et al.Early chondral damage following meniscus repairs with anterior cruciate ligament reconstruction [J]. Asia Pac J Sports Med Arthrosc Rehabil Technol,2020,20(21):1-5.

[3] Kanto R,Yamaguchi M,Sasaki K, et al.Second-look arthroscopic evaluations of meniscal repairs associated with anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Arthroscopy,2019,35(10):2868-2877.

[4] Crues JV,Mink J,Levy TL, et al.Meniscal tears of the knee; accuracy of MR imaging [J]. Radiology,1987,164(2):445-448.

[5] Rai MF,Patra D,Sandell LJ, et al.Relationship of gene expression in the injured human meniscus to body mass index;a biologic connection between obesity and osteoarthritis [J]. Arthritis Rheumatol,2014,66(8):2152-2164.

[6] Fayard JM,Wein F,Ollivier M, et al.Factors affecting outcome of ACL reconstruction in over-50-year-olds [J]. Orthop Traumatol Surg Res,2019,105(8S):S247-S251.

[7] 闰金明.关节镜下修复重建前交叉韧带合并半月板损伤的临床效果分析[J].中国内镜杂志,2016,22(9):102-104.

[8] 冯华,洪雷,耿向苏,等.前十字韧带损伤合并内侧半月板 ramp 损伤 [J].中华骨科杂志,2005,25(11):651-655.

[9] Brophy RH,Wojahn RD,Lillegraven O, et al.Outcomes of arthroscopic posterior medial meniscus root repair; association with body mass index.[J].J Am Acad Orthop Surg,2019,27(3):104-111.

[10] van der List JP,Jonkergouw A,van Noort A, et al.I-identifying candidates for arthroscopic primary repair of the anterior cruciate ligament; A case-control study.[J].Knee,2019,26(3):619-627.

[11] 王旭,马娟娟,刘俊雄,等.纤维血凝块堵塞联合关节镜下 FasT-Fix 修复半月板撕裂的愈合相关因素分析[J].中国中医骨伤科杂志,2018,26(11):58-61.

[12] Traven SA,Reeves RA,Xerogeanes JW, et al.Higher BMI predicts additional surgery at the time of ACL reconstruction[J].Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc,2019,27(8):2552-2557.

[13] Hiranaka T,Furumatsu T,Okazaki Y, et al.Bilateral anterior cruciate ligament tear combined with medial meniscus posterior root tear [J]. Acta Med Okayama,2019,73(6):523-528.

[14] Logan CA,Aman ZS,Kemler BR, et al.Influence of medial meniscus bucket-handle repair in setting of anterior cruciate ligament reconstruction on tibiofemoral contact mechanics: A biomechanical study [J]. Arthroscopy,2019,35(8):2412-2420.

[15] Sugiu K,Furumatsu T,Kodama Y, et al.Post-traumatic articular cartilage lesions increase at second-look arthroscopy following primary anterior cruciate ligament reconstruction [J]. Acta Med Okayama,2019,73(3):223-228.

[16] Eken G,Misir A,Demirag B, et al.Delayed or neglected meniscus tear repair and meniscectomy in addition to ACL reconstruction have similar clinical outcome [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc,2020,23(4):1-6.

[17] Hannon J,Garrison JC,Wang-Price S, et al.Effect of meniscal repair on joint loading in athletes with anterior cruciate ligament reconstruction at 3 months following surgery [J]. J Sport Rehabil,2020,12(8):1-6.

[18] Singh A,Wei DT,Lin CTP, et al.Concomitant meniscal injury in anterior cruciate ligament reconstruction? does not lead to poorer short-term post-operative outcomes [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc,2018,26(4):1266-1272.

[19] DePhillipo NN,Dekker TJ,Aman ZS, et al.Incidence and healing rates of meniscal tears in patients undergoing repair during the first stage of 2-stage revision anterior cruciate ligament reconstruction [J]. Am J Sports Med,2019,47(14):3389-3395.

[20] Matsushita T,Nagai K,Araki D, et al.Factors associated with the status of meniscal tears following meniscal repair concomitant with anterior cruciate ligament reconstruction [J]. Connective Tissue Research,2017,58(34):34-37.

收稿日期:2020-05-05