

# 膝关节内侧半月板后角根部撕裂伴移位的相关危险因素分析

李精敏<sup>1</sup> 宁思敏<sup>1</sup> 姜劲松<sup>1△</sup>

**[摘要]** 目的:探讨膝关节内侧半月板后角根部撕裂伴移位的危险因素。方法:收集2021年7月至2023年7月就诊的300例膝关节内侧半月板后角根部撕裂患者临床资料,根据移位程度分成观察组和对照组,对比分析两组患者的性别、年龄、体重指数、病程、损伤部位、内侧胫骨平台后倾角、半月板绝对脱出值和相对脱出率、关节软骨损伤程度、关节积液及骨髓水肿等因素,然后进行多因素 Logistic 回归分析后角根部撕裂伴移位的相关危险因素。结果:单因素分析发现观察组绝对脱出值((4.37±0.87)mm)高于对照组((3.69±0.77)mm),差异有统计学意义( $P<0.05$ );观察组相对脱出率(31.45%±8.46%)高于对照组(22.81%±9.53%),差异有统计学意义( $P<0.05$ );观察组内侧胫骨平台后倾角(5.43°±1.82°)大于对照组(4.86°±1.91°),差异有统计学意义( $P<0.05$ );两组比较分析发现年龄、体重指数、内侧胫骨平台软骨损伤程度,差异有统计学意义( $P<0.05$ );两组在性别、病程、损伤部位、关节积液、股骨内侧髁软骨损伤程度、股骨内侧髁骨髓水肿、内侧胫骨平台骨髓水肿等方面比较差异无统计学意义( $P>0.05$ );多因素 logistic 回归分析发现绝对脱出值( $OR=2.205, P=0.019$ )、相对脱出率( $OR=0.914, P=0.024$ )、内侧胫骨平台后倾角( $OR=1.911, P=0.019$ )是内侧半月板后角根部撕裂伴移位的危险因素,而年龄、体重指数、内侧胫骨平台软骨损伤等不是影响因素。结论:半月板绝对脱出值和相对脱出率与胫骨平台后倾角增大是膝关节内侧半月板后角根部撕裂伴移位的危险因素,胫骨平台后倾角测量在诊断中具有较高的检出率和敏感性,伴移位患者半月板脱出和关节软骨损伤程度更严重。

**[关键词]** 膝关节;半月板撕裂;移位;磁共振成像;危险因素

**[中图分类号]** R684 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1005-0205(2024)07-0046-06

**DOI:** 10.20085/j.cnki.issn1005-0205.240708

## Risk Factors Analysis of Tear and Displacement of the Posterior Horn Root of the Medial Meniscus of the Knee Joint

LI Jingmin<sup>1</sup> NING Simin<sup>1</sup> JIANG Jinsong<sup>1△</sup>

<sup>1</sup>Yuncheng Central Hospital, Yuncheng 044000, Shanxi China.

**Abstract Objective:** To explore the risk factors of tear and displacement of the posterior horn root of the medial meniscus of the knee joint. **Methods:** Clinical data of 300 patients with posterior heel tear of the medial meniscus of the knee joint who were treated from July 2021 to July 2023 were collected. They were divided into observation group and control group based on the degree of displacement. The gender, age, body mass index, course of disease, injury site, posterior inclination angle of the medial tibial plateau, absolute and relative prolapse rate of the meniscus, degree of joint cartilage injury single factor comparative analysis was conducted on joint effusion and bone marrow edema, and statistically significant indicators were included in the multivariate logistic regression equation to analyze the risk factors for their occurrence. **Results:** Uni-variate analysis found that the absolute protrusion value ((4.37±0.87) mm) in the observation group was higher than that in the control group ((3.69±0.77) mm) ( $P<0.05$ ), the relative protrusion rate (31.45%±8.46%) in the observation group was higher than that in the control group (22.81%±9.53%) ( $P<0.05$ ), and the posterior inclination angle of

the medial tibial plateau (5.43°±1.82°) in the observation group was higher than that in the control group (4.86°±1.91°) ( $P<0.05$ ). Comparative analysis between the two groups found that age, body mass index, there was a significant statistical difference ( $P<0.05$ ) in the degree of damage

基金项目:运城市2021年科技计划项目(基础研究计划项目)  
(YCKJ-2021056-12)

<sup>1</sup>运城市中心医院(山西 运城,044000)

△通信作者 E-mail: hyp0790@126.com

to the medial tibial plateau cartilage between the two groups, but there was no statistically significant difference ( $P > 0.05$ ) in terms of gender, disease course, injury site, joint effusion, degree of damage to the medial femoral condyle cartilage, bone marrow edema of the medial femoral condyle, and bone marrow edema of the medial tibial plateau. Multivariate logistic regression analysis found that absolute prolapse value ( $OR = 2.205, P = 0.019$ ), relative prolapse rate ( $OR = 0.914, P = 0.024$ ), and medial tibial plateau posterior inclination angle ( $OR = 1.911, P = 0.019$ ) were risk factors for medial meniscus posterior angle root tear, while age, body mass index, medial tibial plateau cartilage injury, and other factors were not influencing factors. **Conclusion:** The absolute and relative prolapse values of the meniscus, as well as the increase in the posterior inclination angle of the tibial plateau, are risk factors for the root tear displacement of the posterior horn of the medial meniscus. The measurement of tibial plateau tilt angle has a high detection rate and sensitivity in diagnosis, and patients with displacement have more severe meniscus prolapse and joint cartilage damage.

**Keywords:** knee joint; meniscal tear; displacement; magnetic resonance imaging; risk factors

半月板能够将膝关节股胫关节轴向负荷分散化为环形应力,并且在应力吸收方面起着重要作用<sup>[1]</sup>。内侧半月板后角根部维持着半月板的稳定性,承载了股骨髁在内侧平台上施加的大部分应力。内侧半月板后角根部附着在胫骨平台,活动受限,在膝关节屈伸过程中易发生损伤和撕裂<sup>[2]</sup>。后角根部损伤是半月板根部附着点处的骨或软组织撕脱或放射状撕裂,发生率高,占内侧半月板损伤的 29%<sup>[3]</sup>。因此,研究内侧半月板后角根部撕裂伴移位损伤的危险因素,并采取有效预防措施至关重要。本研究对内侧半月板后角根部撕裂患者的临床及影像资料进行回顾性分析,从半月板后角根部撕裂是否伴有移位等进行对比分析,探讨引起损伤的危险因素,以期为临床诊治提供借鉴,现报告如下。

## 1 研究对象和方法

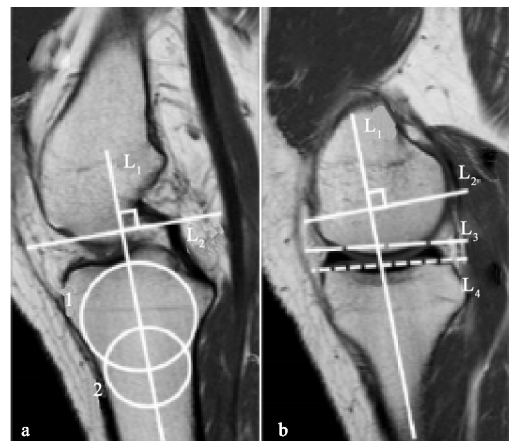
### 1.1 研究对象

收集 2021 年 7 月至 2023 年 7 月在运城市中心医院运动医学科就诊的 300 例膝关节内侧半月板后角根部撕裂患者临床资料。根据样本量计算公式,检验水准取双侧  $\alpha = 0.05$ ,按照文献报道<sup>[4]</sup>内侧半月板后角根部撕裂发生率高达 27.8%,容许误差为 0.1,计算得样本量为 88 例,结合实际考虑样本脱落率 20%,故样本量至少需要 110 例,本研究初始纳入 300 例患者,符合最少样本量需求。

### 1.2 诊断标准

半月板后角根部的撕裂间隙:选择撕裂最明显的冠状图像,测量移位的半月板边缘与残留半月板后角根部之间的距离。内侧半月板脱出量<sup>[5]</sup>为内侧半月板外缘与胫骨平台边缘之间的水平距离。内侧半月板相对脱出率为脱出的半月板占整个半月板宽度的百分比。股骨内侧髁及内侧胫骨平台软骨损伤,参照国际软骨修复协会(ICRS)分级标准<sup>[5]</sup>分为 5 度:0 度为正常;I 度为表面缺口开裂、钝性开裂;II 度为软骨损伤程度在软骨厚度的一半以内;III 度为软骨损伤未达到

软骨厚度一半以上的软骨下骨;IV 度为软骨全层撕裂,软骨下骨外露。股骨内侧髁及内侧胫骨平台骨髓水肿,参照膝关节损伤与膝骨关节炎评分(KOSS)标准分为 4 级<sup>[6]</sup>:0 级无水肿,1 级轻度水肿(长径  $< 5$  mm),2 级中度水肿( $5$  mm  $\leq$  长径  $\leq 20$  mm),3 级为重度水肿(长径  $> 20$  mm)。膝关节积液参照 KOSS 评分标准分为 3 级:轻度为  $\leq 2$  个关节隐窝扩张,少量积液;中度为  $> 2$  个关节隐窝扩张,中等量积液;重度为全部关节隐窝扩张,大量液体积聚。内侧胫骨平台后倾角(见图 1)为矢状位片上,内侧平台前后皮质边缘连线与胫骨解剖轴垂直线的夹角。测量<sup>[7]</sup>采用 Hudek 等的方法,分 3 步:1)选择矢状面图像,包括后交叉韧带的附着、髁间棘以及胫骨前后皮质都是凸起的;2)确定胫骨的解剖轴线,在胫骨头周围画两个圆圈,一个圆圈与胫骨近端和胫骨皮质前后边缘相交,另一个圆圈连接胫骨皮质前后两侧边缘,圆心在第一个圆圈的圆周上,连接两个中心的直线即是;3)确定胫骨内侧平台的后倾角,连接前后两端皮质边缘的切线即胫骨内侧平台,其切线与胫骨解剖轴垂直线之间的夹角为  $\alpha$ ,这是胫骨内侧平台的后倾角。



(a) 过圆1和圆2中心的胫骨纵轴 $L_1$ ,垂直于胫骨纵轴的直线 $L_2$ ;  
(b) 内侧半月板前后角最高点的切线 $L_3$ ,内侧胫骨平台最高点切线 $L_4$ , $L_3$ 与 $L_4$ 的夹角即为内侧胫骨平台后倾角。

图 1 膝关节 MRI 胫骨平台后倾角的测量

### 1.3 纳入标准

1)经关节镜、膝关节 MRI 检查证实为内侧半月板后角根部撕裂;2)无明显外伤史。

### 1.4 排除标准

1)膝关节肿瘤性疾病;2)感染性疾病;3)有膝关节外伤史。

### 1.5 方法

采用 Philips Achieva 3.0T 磁共振及膝关节专用线圈对患者膝关节行矢状面、冠状面 FRFSE 序列脂肪抑制 PDWI、矢状面 FSE 序列 T<sub>1</sub>WI、横轴面 FSE 序列脂肪抑制 PDWI 扫描。磁共振图像阅片师为两名 10 年以上工作经验的医师,采用盲法阅片,阅片师对患者分组均不知情。记录患者的性别、年龄、体重、体重指数、基础疾病等一般资料,同时记录患者损伤类型、病程、MRI 影像学表现和软骨损伤情况,并对两组患者情况进行对比分析。

### 1.6 统计学方法

所有数据均用 SPSS 25.0 软件分析,定性资料采用

率或者百分比表示,比较采用  $\chi^2$  检验,定量资料采用  $\bar{x} \pm s$  形式表示,组间比较采用两独立样本  $t$  检验;Logistic 多因素回归分析有统计学意义的指标发生的危险因素,  $P < 0.05$  差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 一般资料

收集的病例中男 187 例,女 113 例;年龄为 51~78 岁,平均为(59.4±6.2)岁。根据撕裂后内侧半月板移位程度分成两组,观察组 123 例撕裂间隙在 1 mm 及以上,对照组 177 例撕裂间隙在 1 mm 以内。

### 2.2 内侧半月板后角根部撕裂的单因素分析

经对比观察组和对照组,两组年龄、体重指数、绝对脱出值、相对脱出率、内侧胫骨平台后倾角和内侧胫骨平台软骨损伤程度差异有统计学意义( $P < 0.05$ );两组患者在性别、病程、关节积液、股骨内侧髁软骨损伤程度、损伤部位、股骨内侧髁骨髓水肿、内侧胫骨平台骨髓水肿等方面比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 1。

表 1 内侧半月板后角根部撕裂影响因素的单因素分析

相关因素	观察组(n=123)	对照组(n=177)	统计检验值	P	
性别	男/例	83(67.48%)	104(58.76%)	$\chi^2=2.352$	0.125
	女/例	40(32.52%)	73(41.24%)		
年龄	<60岁/例	54(43.90%)	99(55.93%)	$\chi^2=4.202$	0.040
	≥60岁/例	69(56.10%)	78(44.07%)		
体重指数	<25 kg/m <sup>2</sup> /例	51(41.46%)	95(53.67%)	$\chi^2=4.330$	0.037
	≥25 kg/m <sup>2</sup> /例	72(58.54%)	82(46.33%)		
病程	<1个月/例	56(45.53%)	72(40.68%)	$\chi^2=0.698$	0.403
	≥1个月/例	67(54.47%)	105(59.32%)		
损伤部位	左/例	60(48.78%)	85(48.02%)	$\chi^2=0.017$	0.897
	右/例	63(51.22%)	92(51.98%)		
绝对脱出值/mm		4.37±0.87	3.69±0.77	$t=7.130$	<0.001
相对脱出率/%		31.45±8.46	22.81±9.53	$t=8.082$	<0.001
关节积液	轻度/例	5(4.07%)	8(4.52%)	$\chi^2=0.115$	0.944
	中度/例	53(43.09%)	81(45.76%)		
	重度/例	62(50.41%)	88(49.72%)		
	0度/例	0(0.00%)	0(0.00%)		
股骨内侧髁软骨损伤程度	I度/例	11(8.94%)	18(10.17%)	$\chi^2=1.341$	0.719
	II度/例	26(21.14%)	42(23.73%)		
	III度/例	31(25.20%)	35(19.77%)		
	IV度/例	55(44.72%)	82(46.33%)		
内侧胫骨平台软骨损伤程度	0度/例	0(0.00%)	0(0.00%)	$\chi^2=8.910$	0.031
	I度/例	12(9.76%)	9(5.08%)		
	II度/例	31(25.20%)	33(18.64%)		
	III度/例	29(23.58%)	68(38.42%)		
股骨内侧髁骨髓水肿	IV度/例	51(41.46%)	67(37.85%)	$\chi^2=5.570$	0.135
	0级/例	39(31.71%)	44(24.86%)		
	1级/例	43(34.96%)	62(35.03%)		
	2级/例	32(26.02%)	43(24.29%)		
	3级/例	9(7.32%)	28(15.82%)		

(续表 1)

相关因素	观察组(n=123)	对照组(n=177)	统计检验值	P	
内侧胫骨平台骨髓水肿	0 级/例	22(17.89%)	25(14.12%)	$\chi^2=5.754$	0.124
	1 级/例	43(34.96%)	52(29.38%)		
	2 级/例	51(41.46%)	76(42.94%)		
	3 级/例	7(5.69%)	24(13.56%)		
内侧胫骨平台后倾角/(°)	5.43±1.82	4.86±1.91	t=2.592	0.010	

2.3 多因素分析

将单因素分析中有统计学意义的指标纳入多因素回归分析,定义为自变量 X,以撕裂移位与否作为因变量,进行多因素 Logistic 回归分析,经过多因素分析发现绝对脱出值(OR=2.205,P=0.019)、相对脱出率(OR=0.914,P=0.024)、内侧胫骨平台后倾角(OR=

1.911,P=0.019)是内侧半月板后角根部撕裂伴移位的相关影响因素,而年龄、体重指数、内侧胫骨平台软骨损伤等不是影响因素(见表 2)。

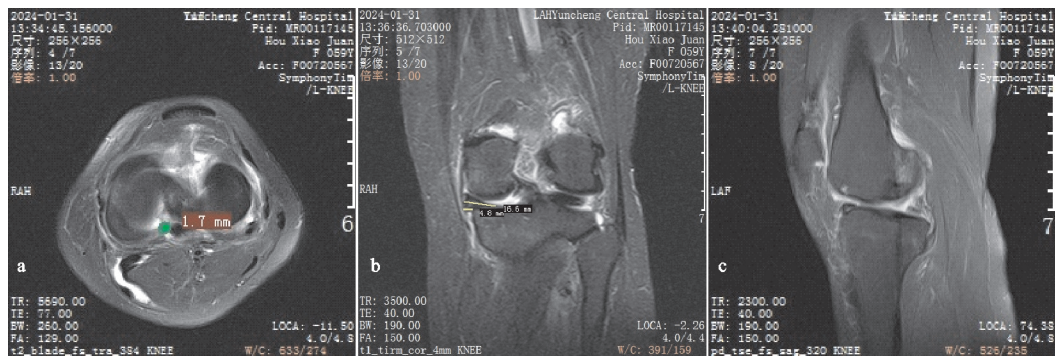
2.4 典型病例

典型病例影像资料见图 2-图 7。

3 讨论

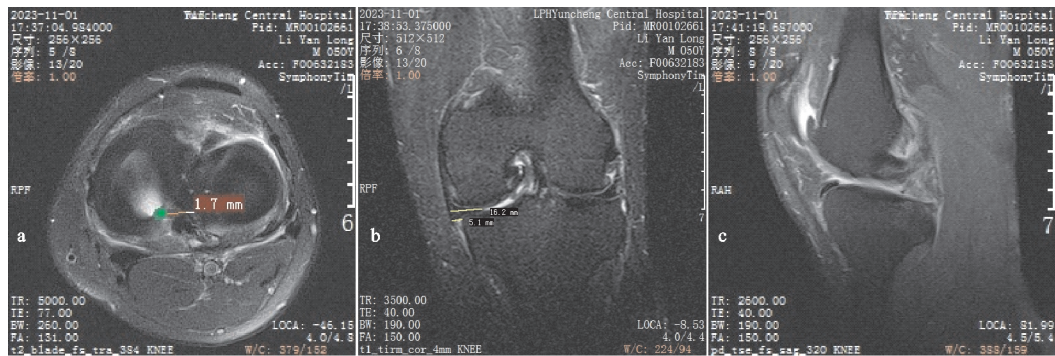
表 2 内侧半月板后角根部撕裂的多因素分析

相关因素	回归系数	标准差	Wald 值	P	OR	95%CI	
						下限	上限
年龄	1.135	0.604	3.532	0.084	5.012	1.571	10.271
体重指数	1.093	0.534	4.189	0.238	1.965	1.522	8.231
绝对脱出值	0.953	0.356	7.166	0.019	2.205	0.481	0.892
相对脱出率	0.253	0.137	3.410	0.024	0.914	0.693	0.968
内侧胫骨平台软骨损伤	0.834	0.917	0.827	0.073	4.603	0.731	13.116
内侧胫骨平台后倾角	1.684	0.906	3.421	0.019	1.911	1.351	10.407



(a) 半月板后角根部撕裂间隙为 1.7 mm; (b) 内侧半月板脱出量为 4.8 mm, 相对脱出率为 4.8 mm/16.6 mm=28.9%; (c) 股骨内侧髁软骨损伤程度为 II 度, 内侧胫骨平台软骨损伤程度为 I 度。

图 2 观察组病例 1



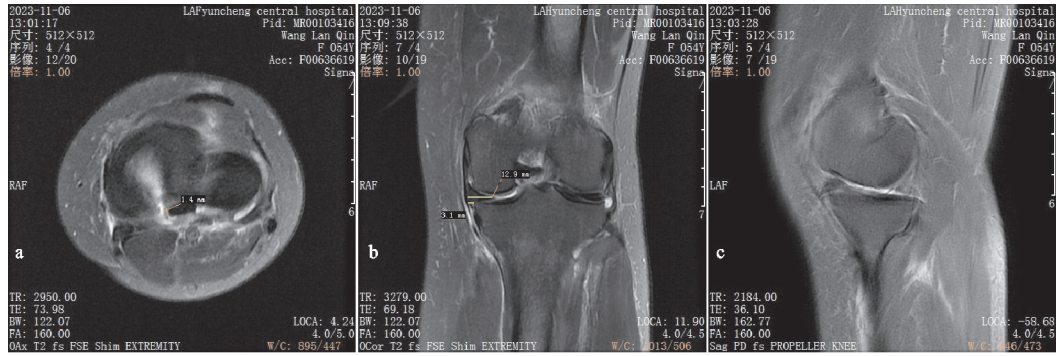
(a) 半月板后角根部撕裂间隙为 1.7 mm; (b) 内侧半月板脱出量为 5.1 mm, 相对脱出率为 5.1 mm/16.2 mm=31.4%; (c) 股骨内侧髁软骨损伤程度为 II 度, 内侧胫骨平台软骨损伤程度为 II 度。

图 3 观察组病例 2

半月板在维持软骨和软骨下骨正常应力分布、保护软骨方面起重要作用,半月板后角根部的完整性对维持半月板功能具有重要意义,半月板后角根部撕裂

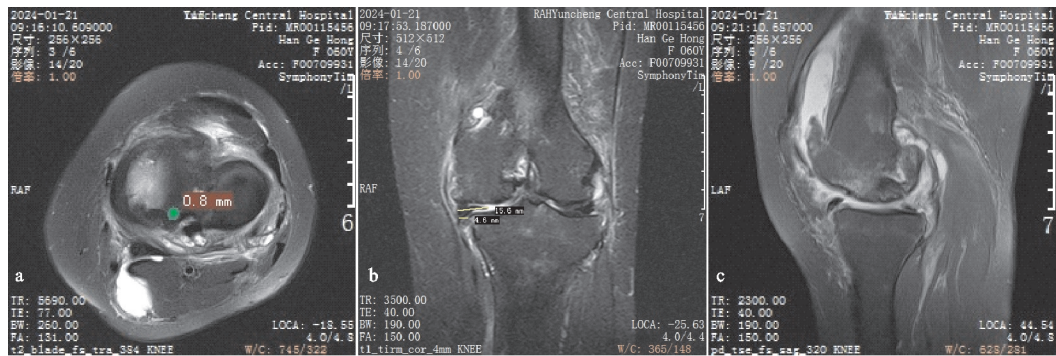
会引起膝关节内生物力学改变,加速骨关节炎的进展[8-9]。

MRI有软组织分辨率高、可动态观察软组织变化



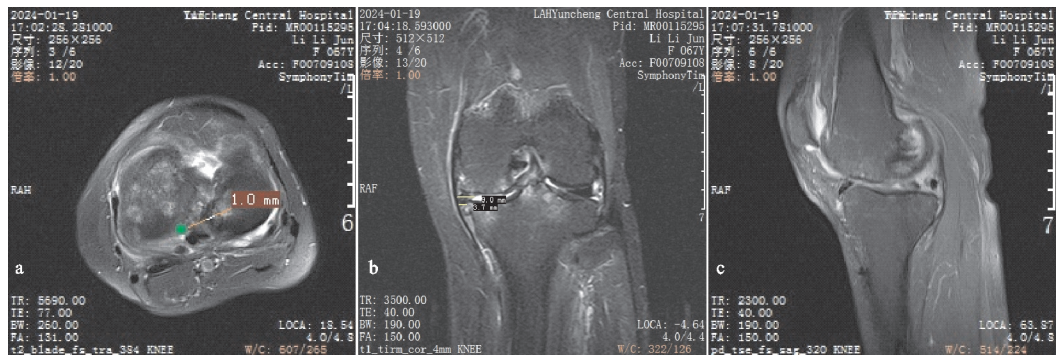
(a) 半月板后角根部撕裂间隙为1.4 mm; (b) 内侧半月板脱出量为3.1 mm, 相对脱出率为3.1 mm/12.9 mm=24.0%; (c) 股骨内侧髁软骨损伤程度为Ⅱ度, 内侧胫骨平台软骨损伤程度为Ⅰ度。

图 4 观察组病例 3



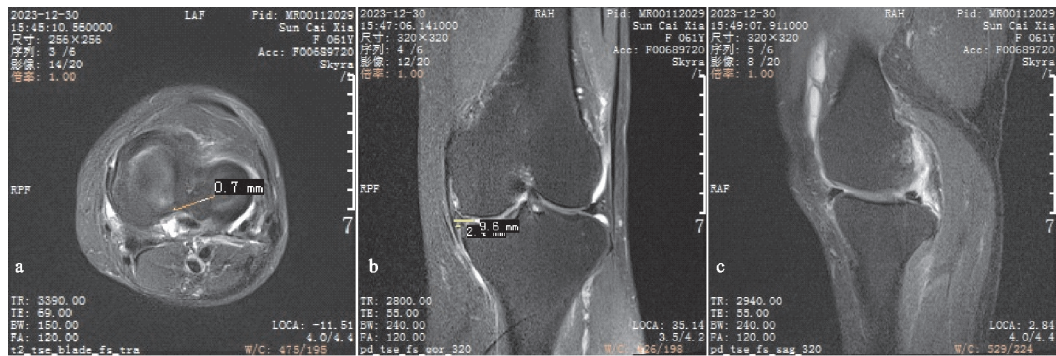
(a) 半月板后角根部撕裂间隙为0.8 mm; (b) 内侧半月板脱出量为4.6 mm, 相对脱出率为4.6 mm/15.6 mm=29.4%; (c) 股骨内侧髁软骨损伤程度为Ⅲ度, 内侧胫骨平台软骨损伤程度为Ⅱ度。

图 5 对照组病例 1



(a) 半月板后角根部撕裂间隙为1.0 mm; (b) 内侧半月板脱出量为3.7 mm, 相对脱出率为3.7 mm/9.0 mm=41.1%; (c) 股骨内侧髁软骨损伤程度为Ⅱ度, 内侧胫骨平台软骨损伤程度为Ⅱ度。

图 6 对照组病例 2



(a) 半月板后角根部撕裂间隙为0.7 mm; (b) 内侧半月板脱出量为2.4 mm, 相对脱出率为2.4 mm/9.6 mm=26.0%; (c) 股骨内侧髁软骨损伤程度为Ⅰ度, 内侧胫骨平台软骨损伤程度为Ⅰ度。

图 7 对照组病例 3

等特点优势,是诊断膝关节损伤的较好的影像学检查方法<sup>[9]</sup>,能够准确诊断半月板后角根部撕裂。本研究

通过 MRI 对半月板相对脱出率、绝对脱出值、股骨内侧髁软骨损伤程度和关节积液、内侧胫骨平台软骨损

伤程度、股骨内侧髁骨髓水肿、内侧胫骨平台骨髓水肿情况进行精准评价,发现观察组绝对脱出值( $4.37 \pm 0.87$ )mm 高于对照组( $3.69 \pm 0.77$ )mm,观察组相对脱出率( $31.45\% \pm 8.46\%$ )高于对照组( $22.81\% \pm 9.53\%$ ),并且两组比较分析发现年龄、体重指数、内侧胫骨平台软骨损伤程度差异有统计学意义,与 Sundararajan 等研究结论一致<sup>[10]</sup>。

本研究对象年龄均为 50 岁以上,这与其他研究一致<sup>[11]</sup>,半月板脱出的长度随着时间的增加而增加<sup>[12]</sup>,随着年龄的增长,内侧半月板后角根部的纤维软骨和钙化也增多,后角根部弹性下降、抗张力减弱,生物力学和动力学特性均发生改变,而致使后角根部撕裂甚至移位<sup>[13]</sup>,这表明损伤和机体衰老之间存在相关性。本研究结果显示单因素分析两组患者年龄差异有统计学意义,而多因素分析发现年龄并不是内侧半月板后角根部撕裂移位的危险因素。笔者倾向于认为体重较重者关节磨损较快,通常会要求患者控制体重。体重指数较大的患者关节负荷较大,骨间撞击和研磨增加,并且在超重情况下,随时间延长撕裂间隙可能增加。单因素分析发现两组患者体重指数差异有统计学意义,而多因素分析不是危险因素,可能与体重指数大的患者运动少、受伤概率低有一定关系。

半月板根部具有防止轴向应力将半月板挤向四周而脱出的作用,在固定半月板并维持半月板正常功能方面具有重要作用<sup>[14]</sup>。内侧半月板后角根部撕裂移位后,膝关节环形应力分布被破坏,生物力学平衡发生变化,导致半月板不稳定脱出,关节间隙变窄,表现如半月板切除一般;膝关节股骨与胫骨接触面积减少、应力增加,膝关节内侧间室承受压力增加,关节软骨暴露增加、磨损增多,加快膝关节骨关节炎的进展<sup>[15]</sup>。有研究者<sup>[16]</sup>认为内侧半月板后角根部撕裂随时间延长,半月板脱出增加,软骨进一步损伤,与本研究结果基本一致,而伴移位患者骨关节炎程度更严重,应当尽早干预以延缓疾病进展。

本研究同时还对膝关节骨髓水肿和积液进行了对比分析,骨髓水肿多由软骨损伤、创伤以及重复应力等多方面综合作用引起<sup>[17]</sup>,多是因关节炎和外伤后血液中的参与炎症反应的基因表达水平升高引起关节积液增多,基于以上机制,因此认为与内侧半月板后角根部撕裂是否移位无明显相关性。

胫骨平台后倾角的增大使胫骨前向剪切力增加,该剪切力通过膝关节应力传递,导致胫骨相对于股骨向前移动,内侧半月板的后角嵌入胫骨和股骨之间,造成损伤。有研究认为<sup>[7]</sup>胫骨平台后倾角增大与内侧半月板后角损伤之间存在相关性,本研究显示观察组胫

骨内侧平台后倾角明显大于对照组,表明胫骨内侧平台后倾角增大更容易引起内侧半月板损伤。

本研究也存在一定的局限性:研究对象均为关节镜手术患者,可能存在一定的选择偏倚;本研究为单中心研究,未能进行多因素分层分析,结果中可能混有干扰因素,需在今后进行多中心临床研究以进一步明确。

综上所述,半月板绝对脱出值和相对脱出率与胫骨平台后倾角增大是膝关节内侧半月板后角根部撕裂伴移位的危险因素,胫骨平台后倾角测量在诊断中具有较高的检出率和敏感性,伴移位患者半月板脱出和关节软骨损伤程度更严重。本研究结果对甄别内侧半月板后角根部撕裂伴移位的高危人群具有重要参考价值,利于提供针对性干预措施。

#### 参考文献

- [1] CALANNA F, DUTHON V, TSCHOLL P M, et al. Classification and treatment of modern traumatic meniscal tears[J]. Rev Med Suisse, 2021, 17(745): 1301-1309.
- [2] RODEO S A, MONIBI F, DEHGHANI B, et al. Biological and mechanical predictors of meniscus function: basic science to clinical translation[J]. J Orthop Res, 2020, 38(5): 937-945.
- [3] 刘兆亮, 孙雪冬, 王军, 等. 膝内侧半月板与软骨退变损伤的相关性研究[J]. 精准医学杂志, 2019, 34(2): 179-182.
- [4] 苏家荣, 孙铁铮. 内侧半月板后根撕裂研究进展[J]. 中国运动医学杂志, 2021, 40(9): 721-728.
- [5] 王军凯, 王亚魁, 赵红亮, 等. 膝内侧半月板后角根部撕裂伴移位的临床及影像分析[J]. 放射学实践, 2022, 37(8): 1014-1017.
- [6] KORNAAT P R, CEULEMANS R Y, KROON H M, et al. MRI assessment of knee osteoarthritis: knee osteoarthritis scoring system (KOSS) inter-observer and intra-observer reproducibility of a compartment-based scoring system[J]. Skeletal Radiol, 2004, 34(2): 95-102.
- [7] 周航, 冯硕, 张金成, 等. 胫骨平台解剖形态与半月板撕裂的相关性[J]. 中国组织工程研究, 2023, 27(31): 4977-4983.
- [8] ZHAO X, KUANG S D, SU C, et al. Arthroscopic treatment of femoral avulsion fracture of the posterior cruciate ligament in association with meniscus tear[J]. Orthop Surg, 2020, 12(2): 692-697.
- [9] BERNHOLT D L, DEPHILLIPO N N, CRAWFORD M D, et al. Incidence of displaced posterolateral tibial plateau and lateral femoral condyle impaction fractures in the setting of primary anterior cruciate ligament tear[J]. Am J Sports Med, 2020, 48(3): 545-553.

- 骨科杂志, 2020, 40(20):1365-1376.
- [4] 陈超, 尹阳, 李娜, 等. 髌部骨髓水肿综合征的 MRI 诊断[J]. 分子影像学杂志, 2017, 40(1):27-29.
- [5] 赵培荣, 庄奇新, 乔瑞华, 等. 股骨头缺血坏死骨髓水肿的 MRI 研究[J]. 实用放射学杂志, 2006, 22(7):835-837.
- [6] 魏秋实, 李子祺, 袁颖嘉, 等. “标本兼治”理论对股骨头坏死中医药治疗的指导作用[J]. 中医正骨, 2020, 32(1):56-59.
- [7] CRIM J, LAYFIELD L J, STENSBY J D, et al. Comparison of radiographic and pathologic diagnosis of osteonecrosis of the femoral head[J]. *Am J Roentgenol*, 2021, 216(4):1014-1021.
- [8] 于潼, 谢利民, 张振南. 影像学预测股骨头坏死塌陷的研究进展[J]. 实用骨科杂志, 2014, 20(5):430-433.
- [9] HE M C, ZHANG J, CHEN X J, et al. Osteoclastic activity was associated with the development of steroid-induced osteonecrosis of femoral head[J]. *Artif Cells Nanomed Biotechnol*, 2020, 48(1):1036-1046.
- [10] OGAWA K, MAWATARI M, KOMINE M, et al. Mature and activated osteoclasts exist in the synovium of rapidly destructive coxarthrosis[J]. *J Bone Miner Metab*, 2007, 25(5):354-360.
- [11] 赵云鹤, 赵拴柱, 朱延兵, 等. 快速破坏性髌骨关节病的形态演变与治疗[J]. 中国矫形外科杂志, 2007, 15(5):395-396.
- [12] JORDAN K M, SYDDALL H E, GARNERO P, et al. Urinary CTX-II and glucosyl-galactosyl-pyridinoline are associated with the presence and severity of radiographic knee osteoarthritis in men[J]. *Ann Rheum Dis*, 2006, 65(7):871-877.
- [13] 胡学元, 李国瑛. 中西医结合治疗早期股骨头坏死的临床体会[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2013, 21(6):53-54.
- [14] 曾平, 何伟, 韦标方. 股骨头坏死伴随骨髓水肿的研究进展[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2009, 17(10):67-69.
- [15] FAIRBANK A C, BHATIA D, JINNAH R H, et al. Long-term results of core decompression for ischaemic necrosis of the femoral head[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1995, 77(1):42-49.
- [16] 刘忠堂, 王坤正, 池永龙, 等. PGE<sub>2</sub> 和 TXB<sub>2</sub> 在酒精性股骨头骨坏死中的意义[J]. 临床骨科杂志, 2002(2):90-93.
- [17] COHEN-ROSENBLUM A, CUI Q. Osteonecrosis of the femoral head[J]. *Orthop Clin North Am*, 2019, 50(2):139-149.
- [18] 袁强, 张颖, 林继红, 等. 股骨头坏死硬化带分型与骨髓水肿及疼痛程度的相关性分析[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2023, 31(1):40-45.
- [19] 何伟, 曾勤, 张庆文, 等. 非创伤性股骨头坏死骨髓水肿与疼痛分级及坏死分期相关性的研究[J]. 中国修复重建外科杂志, 2008(3):299-302.
- [20] KOO K H, AHN I O, KIM R, et al. Bone marrow edema and associated pain in early stage osteonecrosis of the femoral head:prospective study with serial MR images[J]. *Radiology*, 1999, 213(3):715-722.
- [21] CHAN W P, LIU Y J, HUANG G S, et al. MRI of joint fluid in femoral head osteonecrosis[J]. *Skeletal Radiol*, 2002, 31(11):624-630.
- [22] TARANTINO U, GREGGI C, CARIATI I, et al. Bone marrow edema:overview of etiology and treatment strategies[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2022, 104(2):189-200.

(收稿日期:2023-12-01)

(上接第 51 页)

- [10] SUNDARARAJAN S R, RAMAKANTH R, SETHURAMAN A S, et al. Correlation of factors affecting correction of meniscal extrusion and outcome after medial meniscus root repair[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2021, 142(5):823-834.
- [11] 彭超, 刘云鹏, 华国军, 等. 退行性内侧半月板后根撕裂半月板部分切除前后髌膝踝角与骨性关节炎进展的影像学评估[J]. 中国组织工程研究, 2021, 25(21):3368-3373.
- [12] OKAZAKI Y, FURUMATSU T, SHIMAMURA Y, et al. Time-dependent increase in medial meniscus extrusion after medial meniscus posterior root tear analyzed by using magnetic resonance imaging [J]. *Knee Surg Relat Res*, 2019, 31(2):120-125.
- [13] WOLF B R, GULBRANDSEN T R. Degenerative meniscus tear in older athletes[J]. *Clin Sports Med*, 2020, 39(1):197-209.
- [14] KENNEDY M L, STRAUSS M, LAPRADE R F. Injury of the meniscus root[J]. *Clin Sports Med*, 2020, 39(1):57-68.
- [15] DEBIEUX P, JIMENEZ A E, NOVARETTI J V, et al. Medial meniscal extrusion greater than 4 mm reduces medial tibiofemoral compartment contact area: a biomechanical analysis of tibiofemoral contact area and pressures with varying amounts of meniscal extrusion [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2021, 29(9):3124-3132.
- [16] 汪睿, 钱银锋, 王紫明, 等. 半月板根部撕裂与膝骨性关节炎严重度的关系[J]. 放射学实践, 2019, 34(6):664-667.
- [17] AKHAVAN S, MARTINKOVICH S C, KASIK C, et al. Bone marrow edema, clinical significance, and treatment options: a review [J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2020, 28(20):e888-e899.

(收稿日期:2024-01-08)