

# 磁共振检查下内侧半月板 损伤人群膝关节骨性解剖值 与半月板突出值及 软骨损伤程度的关系

台锐棣<sup>1,2\*</sup>, 陈昊<sup>3</sup>, 徐斌<sup>1#</sup>

<sup>1</sup>安徽医科大学第一附属医院运动创伤与关节镜外科, 安徽 合肥

<sup>2</sup>安徽医科大学第一临床医学院, 安徽 合肥

<sup>3</sup>武警安徽省总队医院运动医学科, 安徽 合肥

收稿日期: 2024年4月15日; 录用日期: 2024年5月11日; 发布日期: 2024年5月15日

## 摘要

目的: 探讨磁共振(MRI)检查下内侧半月板损伤人群中的膝关节骨性解剖值与半月板突出值及软骨损伤程度之间的关系。方法: 选取2021年1月至2023年6月于安徽医科大学第一附属医院运动创伤与关节镜外科行膝关节镜探查的184例诊断内侧半月板损伤病例的MRI检查结果以及病程特点进行回顾性分析, 观测膝关节镜下内侧间室软骨损伤等级及半月板损伤模式。结果: 根据患者住院期间提供的相关资料、本院影像科膝关节磁共振资料以及关节镜探查结果, 对184名患者进行分组。半月板突出组120例, 无突出组64例; 磁共振冠状位发现髁间窝骨赘组50例, 未发现骨赘组134例; 磁共振冠状位A型髁间窝组112例, U型髁间窝组67例, W型髁间窝组5例; 关节镜下诊断内侧半月板根部撕裂组17例, 非内侧半月板根部撕裂组167例; 关节镜下诊断内侧半月板复合裂组83例, 非复合裂组101例; 关节镜膝下诊断内侧间室严重软骨损伤组(III度及以上) 80例, 轻度软骨损伤组(II度及以下) 104例; 膝关节外伤分组55例, 非外伤分组129例; 急性损伤分组71例, 慢性损伤分组113例。结论: 膝关节髁间窝出现骨赘对于评估膝关节内侧半月板各部位的突出程度及软骨损伤程度具有较高的参考价值。髁间窝形态分型中A型髁间窝较U型髁间窝内侧半月板后角突出值显著增加。髁间窝宽度/深度比值及髁间窝宽度/髁间距比值较与内侧半月板后角突出值及软骨损伤等级呈负相关, 和半月板前角、体部突出值无显著关系。内侧半月板后根撕裂对于评估膝关节内侧半月板体部及后角部突出具有较高的参考价值。慢性膝关节病程以及较高的体重指数与不同部位的MME值及膝关节软骨损伤等级呈正相关。非膝关节外伤史组内侧半月板体部突出值更高。

## 关键词

内侧半月板损伤, 半月板突出, 膝关节骨性解剖值, 磁共振成像

\*第一作者。

#通讯作者。

# The Relationship between the Knee Joint Bony Anatomy Value, Meniscal Protrusion Value and Cartilage Damage Degree in People with Medial Meniscal Injury under Magnetic Resonance Imaging

Kundi Tai<sup>1,2\*</sup>, Hao Chen<sup>3</sup>, Bin Xu<sup>1#</sup>

<sup>1</sup>Department of Sports and Arthroscopic Surgery, The First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei Anhui

<sup>2</sup>The First Clinical Medical College, Anhui Medical University, Hefei Anhui

<sup>3</sup>Department of Sports Medicine, Armed Police Anhui Provincial Corps Hospital, Hefei Anhui

Received: Apr. 15<sup>th</sup>, 2024; accepted: May 11<sup>th</sup>, 2024; published: May 15<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

**Objective:** This study aimed to investigate the correlation between bony anatomy values of the knee joint, meniscal protrusion values, and the degree of cartilage damage in individuals with medial meniscus injuries as assessed by magnetic resonance imaging (MRI). **Method:** A retrospective analysis was conducted on the MRI results and disease course characteristics of 184 cases of medial meniscus injury diagnosed by arthroscopic knee exploration in the Department of Sports and Arthroscopic Surgery of the First Affiliated Hospital of Anhui Medical University from January 2021 to June 2023. The grade of cartilage injury in the medial compartment and the pattern of meniscus injury under knee arthroscopy were observed. **Results:** Based on the information provided by patients during hospitalization, knee magnetic resonance data from our hospital's imaging department, and arthroscopy results, a total of 184 patients were categorized into various groups. Among them, there were 120 cases in the meniscus protrusion group and 64 cases in the non-protrusion group. In coronal magnetic resonance imaging, there were 50 cases in the intercondylar notch osteophyte group and 134 cases in the no osteophyte group. Additionally, there were 112 cases in the A-shaped intercondylar notch group, 67 cases in the U-shaped group, and 5 cases in the W-shaped group. Arthroscopy revealed 17 cases in the medial meniscal root tear group and 167 cases in the non-medial meniscal root tear group. Furthermore, 83 cases were diagnosed with medial meniscus compound tear, while 101 cases were in the non-compound tear group. Arthroscopic knee surgery identified 80 cases with severe cartilage damage (Grade III and above) in the medial compartment, and 104 cases with mild cartilage damage (Grade II and below). Moreover, there were 55 cases in the knee joint trauma group and 129 cases in the non-trauma group. The patients were also divided into subgroups based on acute injury (71 cases) and chronic injury (113 cases). **Conclusion:** The presence of osteophytes in the intercondylar fossa of the knee joint is highly indicative for assessing the degree of protrusion and cartilage damage in various areas of the medial meniscus. In the morphological classification of the intercondylar notch, the protrusion of the posterior horn of the medial meniscus is significantly greater in the A-type notch compared to the U-shaped notch. The ratios of intercondylar notch width/depth and intercondylar notch width/condylar distance are inversely correlated with the protrusion of the posterior horn of the medial meniscus and the severity of cartilage damage, but not significantly related to the protrusion of the anterior horn and body of the meniscus. A posterior root tear in the medial me-

niscus is valuable for evaluating the protrusion of the body and posterior corner of the medial meniscus in the knee joint. The duration of chronic knee joint disease and higher body mass index are positively associated with the MME values in different parts and the grade of knee cartilage damage. The protrusion of the medial meniscus body is higher in the group without a history of knee trauma compared to the group with a trauma history.

## Keywords

Medial Meniscus Injury, Meniscus Extrusion, Knee Bone Anatomy Values, Magnetic Resonance Imaging

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

半月板是膝关节内的半月形纤维软骨结构，在膝关节中起到稳定负重、减震、关节润滑以及本体感觉的重要作用。据报道，平均每 10 万人中有 154 人会发生半月板损伤，半月板损伤的检出率和治疗率也在逐年上升[1]。半月板突出(Medial Meniscus Extrusion, MME)是一种常见的半月板的一种病理学改变，表现为半月板外侧超出胫骨边缘的现象，也被称为半月板半脱位[2]。一般情况下可以通过测量半月板超出胫骨平台外侧边缘的数值来评估 MME 的严重程度。现阶段主要将突出距离超过 3 mm 定义为病理性 MME。半月板突出在功能上类似于一种半月板切除的状态，据报道，半月板切除后内侧间室胫股平均压力会显著性增加[3]，从而增加膝关节损伤的风险，所以对半月板突出值的相关性研究对膝关节功能的保护有一定的意义。

## 2. 对象与方法

### 2.1. 设计

采用对比观察试验，组间比较采用 t 检验、卡方检验及双变量检验。统计学资料由 IBM SPSS 27.0 进行数据分析。

### 2.2. 时间及地点

2023 年 6 月于安徽医科大学第一附属医院完成。

### 2.3. 对象

选择 2020 年 1 月至 2023 年 6 月因膝关节症状就诊我院行关节镜检查或治疗后确诊内侧半月板损伤的患者，本研究符合《赫尔辛基宣言》和安徽医科大学关于涉及人类研究的相关规定，且得到患者知情同意。

纳入标准：1) 患者因半月板损伤就诊并接受我院膝关节磁共振平扫检查，并经关节镜探查证实为膝关节内侧半月板损伤；2) 膝关节磁共振显示内侧半月板损伤伴有外凸现象；3) 无膝关节镜手术史及磁共振检查禁忌症。

排除标准：1) 曾接受过膝关节镜手术治疗；2) 合并具有膝关节内科疾病，如痛风性关节炎、类风湿关节炎和银屑病关节炎等；3) 合并严重膝关节骨性关节炎，膝关节力线明显改变；4) 合并其他严重膝关节损伤，如前后交叉韧带损伤、髌间棘骨折等；5) 存在先天性膝关节发育异常。

## 2.4. 方法

### 2.4.1. 磁共振扫描

所有患者膝关节磁共振扫描均在美国 GE 磁共振扫描仪进行，使用专用膝关节线圈，患者处于平卧位。扫描沿解剖矢状面、冠状面与横断面进行。磁共振影像资料由 RadiAntViewer 软件解析并进行相关数据的测量。参考 Hudek 的研究有关膝关节磁共振的测量方法[4]，采取了如下的测量方法。所有数据均有两位具有半月板相关疾病治疗经验的骨科医生进行独立测量两次后取平均值得出的结果。测量数据方案如下：

1) MME 值测量：选择在磁共振冠状面半月板体部突出最明显处测量 MME 值以及同层面下的半月板横径，MME 值与半月板横径的比值即为半月板移位指数[2]。图 1 中三条平行线由左向右分别位半月板最外侧切线、胫骨平台和股骨内侧髁去除骨赘影响后的切线以及半月板最内侧切线，平行线间的距离即为 MME 值以及半月板横径，同样的测量方法可以在冠状面半月板前角及后角层面测得半月板前角以及后角部位的 MME 值。示例见图 1。

2) 髌间窝 AUW 型分型按照文献的定义进行分析。在磁共振检查横断面中找出髌间窝形态明显的层面，并通过其髌间区域形成的“穹顶”部分进行 AUW 三种形态的判定，三种形态髌间窝举例如下。示例见图 2。

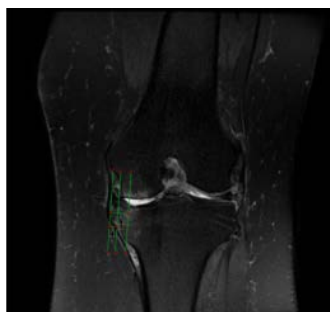


Figure 1. MME measure  
图 1. 半月板突出值测量

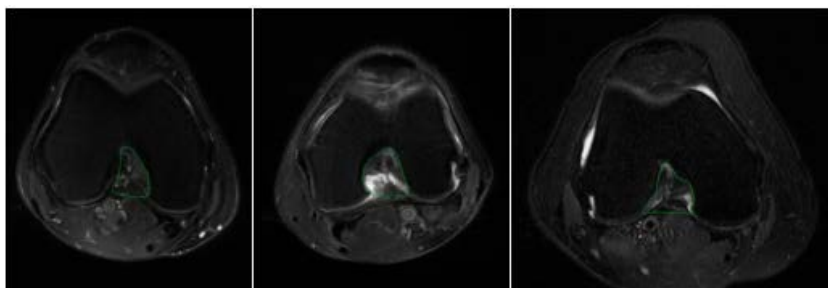
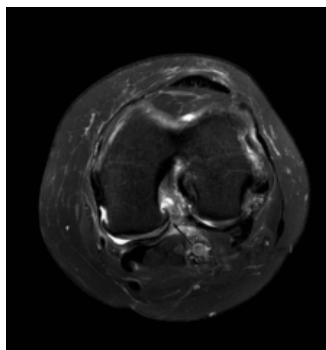


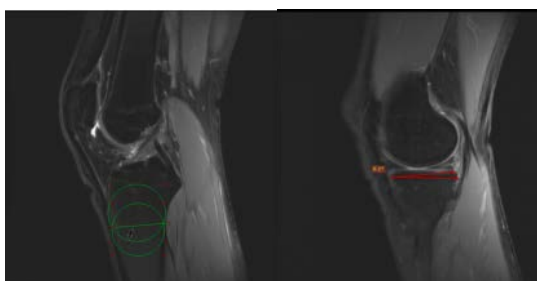
Figure 2. AUW-shaped intercondylar notch  
图 2. AUW 型髌间窝

3) 在磁共振检查横断面进行髌间窝内有无骨赘的判断。见图 3。

4) MTS 测量方法如下：在膝关节磁共振矢状面找到后交叉韧带胫骨下止点的层面，在该层面的胫骨近端画出两个上下相交的并分别相切于胫骨前后骨皮质的标准圆形，连接两圆的交点，该线即为矢状位下胫骨近端解剖轴的垂线，复制该直线至矢状位内侧平台层面，连接一条相切于胫骨关节面前后的直线，测量以上两条线的成角，即为 MTS。见图 4。



**Figure 3.** Intercondylar notch osteophyte  
**图 3.** 髁间窝骨赘



**Figure 4.** MTS measure  
**图 4.** MTS 测量

5) MPFA 测量如下：在膝关节磁共振冠状面前交叉韧带下止点的层面，在该层面的胫骨近端画出两个上下相交的并分别相切于胫骨左右骨皮质的标准圆形，连接两圆的交点，该线即为冠状位下胫骨近端解剖轴的垂线，画出胫骨内外侧平台不包括关节软骨的切线，测量以上两条线的成角，即为 MPFA 的余角。见图 5。



**Figure 5.** MPFA measure  
**图 5.** MPFA 测量

6) MFCA 测量如下：在磁共振横断面能清晰观测到股骨髁全貌的层面，在股骨内侧髁的前部及后部

分别放置两个标准圆，前部及后部的两个圆均相交且相切与股骨髁内外侧皮质，前部两圆的交点的连接线与后部两圆的交点的连线的成角即 MFCA，见图 6。

7) MMPRT 磁共振特征表现如下：(1) 冠状面“裂隙征”是指半月板后根部出现达关节面的条状高信号，呈宽窄不一的裂隙样改变，在承受应力过程中，裂隙可不断扩大、延长，并累及邻近的半月板后角区域。(2) “幽灵征”是指在磁共振矢状面上，半月板后根信号在后交叉韧带前方突然消失或弥漫性增高。(3) “放射状撕裂”是在 TWI (或 PDWI)横断面上内侧半月板后根部出现垂直于半月板的线状高信号。(4) “长颈鹿颈征”指断裂的内侧半月板后根在距半月板后缘 3~9 mm 的冠状面磁共振图像上形状像长颈鹿脖子的侧面图(梯型)。见图 7。

8) 髁间窝宽度/深度比值、髁间窝宽度/髁间距比值：取横断面能清晰观察到髁间窝的层面，做一相切于内外侧髁后方的直线，测量髁间窝顶点到该直线的据称记作髁间窝深度 L，测量髁间窝入口处两侧的平行于后方切线的距离记做髁间窝宽度 S，测量股骨髁两侧的平行于后方切线的距离记做髁间距 T [12]，S/L 比值记作髁间窝宽度/深度比值，S/T 比值记作髁间窝宽度/髁间距比值。见图 8。

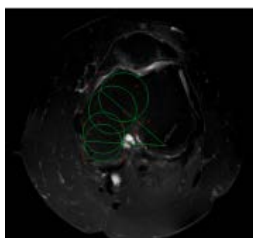


Figure 6. MFCA measure  
图 6. MFCA 测量

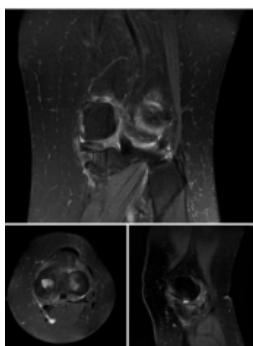


Figure 7. MMPRT sign  
图 7. MMPRT 表现

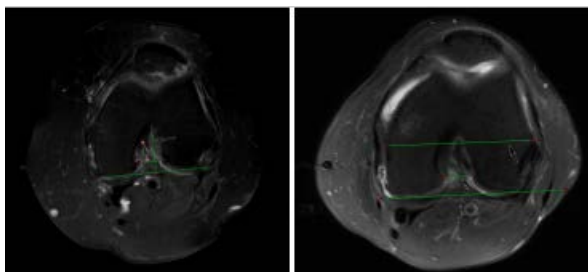


Figure 8. The ratios of intercondylar notch width/depth and intercondylar notch width/condylar distance measure  
图 8. 髁间窝宽度/深度比值、髁间窝宽度/髁间距比值测量

## 2.4.2. 膝关节镜检查

全体受试者均接受关节镜检查，由经验丰富的骨科运动医学医师进行评估。本研究选取了经关节镜检查证实的膝关节内侧半月板损伤的患者，根据损伤部位(后根部和非后根部)及类型(复合裂和非复合裂)进行分类。

软骨损伤采用 Outerbridge 标准分级[5]：① 0 级：软骨状况正常；② I 级：软骨表面光滑，但分层结构消失，软骨表面较为毛躁；③ II 级：软骨表面轻度或中度不规则，但缺损深度未达到全层厚度的一半；④ III 级：软骨表面中度或重度不规则，且缺损深度达到全层厚度的一半以上，但未完全脱落；⑤ IV 级：软骨表面全层缺损、剥脱，软骨下骨质暴露，且有或无软骨下骨质信号改变。本研究将软骨 III 级和 IV 级定义为严重软骨损伤。

## 2.4.3. 其他相关因素

本研究中的 184 例病例中均根据患者住院时记录的体重、身高、病程时长以及有无外伤因素等进行完整记录。

## 2.5. 主要观察指标

在磁共振检查中观测 MTS、MPTA、MFCA、髁间窝宽度/深度比值、髁间窝宽度/髁间距比值，髁间窝是否有骨赘形成，髁间窝 AUW 形态，内侧半月板前角、体部、后角的突出值、半月板移位指数，关节镜下软骨损伤等级、半月板损伤类型以及相关病程特点。

## 2.6. 统计学分析方法

所有统计分析均采用 IBM SPSS 27.0 软件。组间比较时对数据进行正态性分析和方差齐性检验，符合正态性及方差齐性使用 t 检验，反之采用非参数检验；多组间比较采用单因素方差分析。所有检验结果的显著性水准采用  $\alpha = 0.05$ ， $p < 0.05$  认为具有显著统计学差异。

## 3. 结果

### 3.1. 髁间窝有无骨赘分组

按磁共振检查横断面中观测髁间窝内有无骨赘形成分成两组，其中有骨赘组 50 例( $56.50 \pm 5.54$  岁)，无骨赘组 134 例( $51.07 \pm 11.13$  岁)。两组年龄有显著性差异。髁间窝有骨赘组半月板各部位突出程度及软骨损伤程度均较对照组严重。两组间半月板是否存在根部损伤及是否软骨严重损伤有统计学差异，有骨赘组半月板根部损伤和出现软骨严重损伤风险较高。两组间有无 MME 无统计学差异。相关检验结果如下(见表 1，表 2)：

**Table 1.** Comparison of MME value、shift value and degree of cartilage injury of the medial of patients grouped by intercondylar notch osteophyte

**表 1.** 髁间窝骨赘分组间半月板各部位突出值、移位指数以及软骨损伤等级的相关性检验

	病例数	年龄	前角突出值 (mm)	体部突出值 (mm)	后角突出值 (mm)	移位指数 (0~1)	软骨损伤等级 (0~IV)
有骨赘分组	50	$56.50 \pm 5.54$	3.187	3.682	3.224	0.369	3.18
无骨赘分组	134	$51.07 \pm 11.13$	2.668	2.889	2.473	0.284	2.43
p 值		<0.001*	0.010*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*

\* $p < 0.05$  表示有显著相关性。

**Table 2.** Chi-square test of intercondylar notch osteophyte group and other groups

**表 2.** 髌间窝骨赘分组与其他组的卡方检验

	半月板根部损伤分组	非半月板根部损伤分组	总计
有骨赘分组	9	41	50
无骨赘分组	8	126	134
总计	17	167	184
卡方值	0.012*		

	严重软骨损伤分组	非严重软骨损伤分组	总计
有骨赘分组	40	10	50
无骨赘分组	64	70	134
总计	104	80	184
卡方值	<0.001*		

	MME 分组	非 MME 分组	总计
有骨赘分组	37	13	50
无骨赘分组	83	51	134
总计	120	64	184
卡方值	0.127		

\*p < 0.05 表示有显著相关性。

### 3.2. 髌间窝宽度/深度比值、髌间窝宽度/髌间距比值及髌间窝 A UW 分型分组

髌间窝宽度/深度比值、髌间窝宽度/髌间距比值和半月板后角突出值及软骨损伤等级有显著的负向弱相关性，即比值越小，半月板后角突出风险越高，与余指标无明显相关性。提示髌间窝狭窄增加半月板后角突出风险。

根据膝关节磁共振平扫水平面判断髌间窝形态 A UW 分型，髌间窝分型示例见图 2~5。A 型髌间窝组较 U 型髌间窝组的半月板后角突出风险增大，两组间其余部位半月板的突出值及软骨损伤等级均无显著性差异。相关检验结果如下(见表 3，表 4)：

**Table 3.** Comparison of MME value、shift value and degree of cartilage injury of the medial of patients grouped by the ratios of intercondylar notch width/depth distance

**表 3.** 髌间窝宽度/深度比值与半月板各部位突出值、移位指数以及软骨损伤等级的相关性检验

		前角突出值	体部突出值	后角突出值	移位指数	软骨损伤等级
髌间窝宽度/深度比值	显著性	0.97	0.163	0.024*	0.325	0.032*
	相关性	-0.003	-0.103	-0.167	-0.073	-0.158

		前角突出值	体部突出值	后角突出值	移位指数	软骨损伤等级
髌间窝宽度/髌间距比值	显著性	0.474	0.119	0.009*	0.260	0.041*
	相关性	-0.053	-0.115	-0.192	-0.083	-0.151

\*p < 0.05 表示有显著相关性。



**Table 4.** Comparison of MME value、shift value and degree of cartilage injury of the medial of patients grouped by A and U-shaped intercondylar notch**表 4.** 髁间窝 A、U 形态分型分组间半月板各部位突出值、移位指数以及软骨损伤等级的相关性检验

髁间窝形态分组	病例数	前角突出值 (mm)	体部突出值 (mm)	后角突出值 (mm)	移位指数 (0~1)	软骨损伤等级 (0~IV)
髁间窝 A 型分组	112	2.770 ± 0.999	3.109 ± 1.112	2.821 ± 1.158	0.312 ± 0.123	2.59 ± 1.027
髁间窝 U 型分组	67	2.902 ± 1.037	3.156 ± 1.297	2.557 ± 1.002	0.304 ± 0.133	2.75 ± 1.035
p 值		0.399	0.789	0.034*	0.676	0.325
		MME 分组		非 MME 分组	总计	
髁间窝 A 型分组		74		38		112
髁间窝 U 型分组		42		25		67
总计		116		63		179
卡方值				0.646		

\*p < 0.05 表示有显著相关性。

### 3.3. MPTA、MTS、MFCA、股骨髁后内侧偏移率及股骨髁远端偏移率分析

MTS 和半月板体部及后角部突出值呈显著的弱正相关，与半月板前角部突出值、移位指数及软骨损伤程度无关。即说明半内侧胫骨平台越陡峭，半月板体部及后角的风险越大，但是这种相关性较小，对半月板突出影响的临床意义还有待探究。MPTA、MFC、股骨髁后内侧偏移率及股骨髁远端偏移率与半月板各部位突出值及软骨损伤程度无显著相关性。相关检验结果如下(见表 5)：

**Table 5.** Comparison of MME value、shift value and degree of cartilage injury of the medial of patients grouped by bony measurements**表 5.** 膝关节骨性结构值与半月板各部位突出值、移位指数以软骨损伤等级等因素的相关性检验

		前角突出值 (mm)	体部突出值 (mm)	后角突出值 (mm)	移位指数 (0~1)	软骨损伤等级 (0~IV)
内侧胫骨平台	显著性	0.753	0.042*	0.046*	0.353	0.317
后倾角(MTS)	相关性	0.023	0.150	0.147	0.069	0.074
胫骨近端内侧角 (MPTA)	显著性	0.763	0.124	0.192	0.374	0.7
	相关性	-0.022	-0.114	-0.097	-0.066	0.029
股骨髁内侧角 (MFCA)	显著性	0.441	0.081	0.439	0.579	0.795
	相关性	-0.057	-0.129	-0.057	-0.041	0.019
股骨髁后内侧 偏移率	显著性	0.435	0.578	0.199	0.548	0.938
	相关性	0.058	0.041	-0.095	-0.045	-0.006
股骨髁远端 偏移率	显著性	0.734	0.96	0.401	0.925	0.073
	相关性	0.025	0.004	-0.062	-0.007	-0.132

\*p < 0.05 表示有显著相关性。

### 3.4. 半月板损伤模式分组

根据患者术前膝关节磁共振检查诊断 MMPRT15 例，关节镜术中探查证实半月板根部损伤 17 例，且均为后根部。磁共振阳性率 88.2%。半月板根部损伤比例：9.24%，与相关报道比例相似[6]。MMPRT 组

和非 MMPRT 组在半月板体部突出值、后角突出值、半月板体部移位指数以及软骨损伤等级均有统计学差异,半月板前角突出值无统计学差异。表明半月板后根部的损伤往往会增加半月板体部和后角突出的风险,而对半月板前角的突出影响相对较小。MMPRT 组较非 MMPRT 组软骨损伤等级显著增加,软骨严重损伤风险增加。根据膝关节镜下半月板损伤模式分组,分为复合裂组与非复合裂组,对组间的半月板各部位突出值、移位指数以及软骨损伤等级进行组间 t 检验。检验结果提示半月板复合裂分组对半月板各部位突出值、移位指数以及软骨损伤等级无显著影响。相关检验结果如下(见表 6~8):

**Table 6.** Comparison of MME value、shift value and degree of cartilage injury of the medial of patients grouped by MMPRT group

**表 6.** 半月板根部损伤分组间半月板各部位突出值、移位指数以及软骨损伤等级的相关性检验

	病例数	前角突出值 (mm)	体部突出值 (mm)	后角突出值 (mm)	移位指数 (0~1)	软骨损伤等级 (0~IV)
根部损伤分组	17	3.065 ± 1.204	4.123 ± 1.632	3.693 ± 1.380	0.340 ± 0.114	3.35 ± 0.996
无根部损伤分组	167	2.783 ± 0.989	3.001 ± 1.077	2.574 ± 1.020	0.304 ± 0.127	2.56 ± 1.003
p 值		0.274	0.013*	<0.001*	0.255	0.002*

\*p < 0.05 表示有显著相关性。

**Table 7.** Chi-square test of MMPRT group and other groups

**表 7.** 半月板根部损伤分组与其他分组的卡方检验

	严重软骨损伤分组	非严重软骨损伤分组	总计
半月板根部损伤分组	15	2	17
非半月板根部损伤分组	89	78	167
总计	104	80	184
卡方值	0.006*		

	MME 组	非 MME 组	总计
半月板根部损伤分组	14	3	17
非半月板根部损伤分组	106	61	167
总计	120	64	184
卡方值	0.119		

	半月板后角突出组	无半月板后角突出组	总计
半月板根部损伤分组	12	5	17
非半月板根部损伤分组	48	119	167
总计	60	124	184
卡方值	<0.001*		

\*p < 0.05 表示有显著相关性。

**Table 8.** Comparison of MME value、shift value and degree of cartilage injury of the medial of patients grouped by injure mode group

**表 8.** 损伤模式分组间半月板各部位突出值、移位指数以及软骨损伤等级的相关性检验

	个例数	前角突出值 (mm)	体部突出值 (mm)	后角突出值 (mm)	移位指数 (0~1)	软骨损伤等级 (0~IV)
复合裂分组	85	2.891 ± 0.955	3.261 ± 1.063	2.780 ± 1.105	0.325 ± 0.131	2.71 ± 0.95
非复合裂分组	99	2.740 ± 1.056	2.971 ± 1.260	2.589 ± 1.099	0.291 ± 0.120	2.58 ± 1.09
p 值		0.313	0.096	0.243	0.063	0.388

\*p < 0.05 表示有显著相关性。

### 3.5. 外伤分组及急慢性病史分组

根据膝关节症状出现时有无明确外伤史进行分组。外伤组年龄较非外伤组有显著性差异，外伤组半月板体部突出值较非外伤组有显著性差异，余指标无显著性差异。根据膝关节症状出现到就诊时长是否大于3个月进行分组，急性损伤组71例，平均病程时长1.73月，慢性损伤组113例，平均病程时长26.19月。膝关节症状慢性分组较急性分组间半月板体部突出值以及软骨损伤等级显著相关。组间半月板前角及后角突出值、移位指数间无显著相关性。慢性病史组显著增加半月板根部损伤以及软骨严重损伤风险。相关检验结果如下(见表9，表10)：

**Table 9.** Comparison of MME value、shift value and degree of cartilage injury of the medial of patients grouped by injury mode group

**表 9.** 外伤史分组间半月板各部位突出值、移位指数以及软骨损伤等级的相关性检验

	病例数	年龄(y)	平均病程时长(y)	前角突出值 (mm)	体部突出值 (mm)	后角突出值 (mm)	移位指数 (0~1)	软骨损伤等级(0~IV)
外伤史分组	55	48.67 ± 11.03	14.86	2.708 ± 1.094	2.845 ± 0.944	2.626 ± 1.154	0.294 ± 0.105	2.51 ± 1.034
非外伤史分组	129	54.19 ± 9.40	17.55	2.853 ± 0.974	3.215 ± 1.253	2.699 ± 1.084	0.312 ± 0.134	2.69 ± 1.022
p 值		<0.001*	0.568	0.375	0.029*	0.681	0.380	0.275
			半月板根部损伤组		非半月板根部损伤组		总计	
外伤史分组			4		51		55	
非外伤史分组			13		116		129	
总计			17		167		184	
卡方值					0.548			
			MME 分组		非 MME 分组		总计	
外伤史分组			33		22		55	
非外伤史分组			87		42		129	
总计			120		64		184	
卡方值					0.332			
			软骨严重损伤分组		非软骨严重损伤分组		总计	
外伤史分组			26		29		55	
非外伤史分组			78		51		129	
总计			104		80		184	
卡方值					0.098			

\*p < 0.05 表示有显著相关性。

**Table 10.** Comparison of MME value、shift value and degree of cartilage injury of the medial of patients grouped by course of disease group

**表 10.** 急慢性病程分组间半月板各部位突出值、移位指数以及软骨损伤等级的相关性检验

	病例数	年龄(y)	前角突出值 (mm)	体部突出值 (mm)	后角突出值 (mm)	移位指数 (0~1)	软骨损伤等级 (0~IV)
急性分组	71	51.79 ± 11.38	2.723 ± 0.987	2.890 ± 0.970	2.519 ± 0.943	0.288 ± 0.097	2.34 ± 0.925
慢性分组	113	53.02 ± 9.41	2.864 ± 1.026	3.239 ± 1.279	2.777 ± 1.185	0.319 ± 0.140	2.82 ± 1.046
p 值		0.428	0.357	0.038*	0.104	0.082	0.002*

续表

	半月板根部损伤分组	非半月板根部损伤分组	总计
急性病程分组	2	69	71
慢性病程分组	15	98	113
总计	17	167	184
卡方值		0.017*	

	软骨严重损伤分组	非软骨严重损伤分组	总计
急性病程分组	28	43	71
慢性病程分组	76	37	113
总计	124	80	184
卡方值		<0.001*	

\* $p < 0.05$  表示有显著相关性。

#### 4. 讨论

半月板突出作为一种病理性的半月板改变，在功能上类似于一种半月板切除状态，据报道，切除15%~34%的半月板，膝关节的接触压力会增加350% [7]。既往诊断半月板突出值多于半月板体部处进行测量，考虑到半月板突出并不一定只存在于半月板的体部，所以在本研究分别测量了内侧半月板前角、体部以及后角三部位的突出值，在一定程度上提高了研究的可信度。膝关节软骨损伤同样被视为一种膝关节退行性病变的特征。膝关节的软骨损伤可表现位膝关节活动时的异响、目前，膝关节疼痛以及出现活动受限。在磁共振检查下评估软骨损伤常用的方式为 Recht 等级分级[8]，同样在关节镜等实体下评估软骨损伤常用的方式为 Outerbridge 等级分级。有报道指出，膝关节骨性关节炎中的软骨损伤检出率为92.11% [9]，所以膝关节软骨的损伤也应该得到重视，及早的对软骨损伤进行诊疗对于减轻病痛、延长膝关节使用时间都有着重大意义。

在这项回顾性膝关节 MRI 研究中，我们发现内侧半月板各部位突出值及软骨损伤程度与局部骨骼解剖形态以及病程特点有关。膝关节的骨性结构是一个整体的三维结构，其中的许多骨性参数已被用于膝关节损伤的评估中。例如“A”型髁间窝、髁间窝宽度减小是 ACL 损伤的股骨形态学风险因素。MMPRT 与胫骨后倾角、髁间窝宽度、股骨髁形态等因素存在显著相关性[10]。据报道，股骨内侧髁较小会更容易发生内侧间室的退变[11]。有报道指出 MTS 与内侧半月板的 RAMP 区损伤以及前交叉韧带损伤有关[12]。MMPRT 的危险因素有更为陡峭的 MTS 以及浅凹形的胫骨内侧平台[13]。所以我们有理由怀疑膝关节的骨性结构可能与半月板损伤及半月板突出的相关风险有关。本研究对内侧半月板损伤人群在磁共振检查下中的膝关节解剖测量值以及髁间窝形态学分类与半月板各部位突出值及软骨损伤程度进行分析，发现较为狭窄的髁间窝和“A”型髁间窝会显著增加半月板后角部位突出的风险，这与狭窄的髁间窝会增加 ACL 损伤风险类似。但是对半月板前角以及体部的突出值影响并不显著，这提醒我们可以进一步进行半月板单纯后角突出的研究。但是这些股骨形态并不会增加软骨损伤的风险。在对髁间窝是否有骨赘存在进行分组也发现存在髁间窝骨赘增加了半月板各部位突出值以及软骨损伤的风险，分析原因应该是骨赘的存在会增加髁间窝狭窄的程度。但该分组间的年龄存在显著性差异，考虑到膝关节作为负重的运动关节，以往的经验告诉我们膝关节的慢性损伤风险多会随着年龄的增加而增加，所以我们也应该考虑到该分组对于半月板各部位突出以及软骨损伤的真实影响，这是我们需要进一步进行探索的。

1991 年，Pagnani 等学者首次阐述了一种名为半月板根部撕裂(Meniscus posterior Root Tears, MPRT)

的损伤形式，是一种位于半月板后根附着处的放射状撕裂或根部撕脱伤。半月板根部损伤约占所有半月板损伤的 10%，其中又以后根部损伤发生率较高。半月板根部是固定半月板位置的重要结构，该部位的损伤是半月板突出的独立影响因素。在本研究中发现存在 MMPRT 的半月板体部及后角部突出与软骨损伤风险显著性增加。对半月板前角部的突出的风险无显著性影响，这也符合我们对于半月板根部根部功能的判断。但是对于半月板是否出现复合裂进行分组发现半月板各部位突出值以及软骨损伤等级并无显著性差异。据报道 MMPRT 经修复后可以缓解膝关节在弯曲过程中的半月板移位，即修复后可以恢复其作为膝关节稳定结构的功能，从而防止进一步半月板和软骨的损伤[14]。有报道在半月板切除术后 1~50 周的 MRI 检测中，组内 MM 的突出值明显大于对照组[15]。

磁共振是研究膝关节软组织损伤的主要检查方式，也是研究 MME 的主要检查方式。在对 MME 研究的过程中，需要定义一个半月板外凸值的截断值去诊断病理性的半月板突出。Costa 等人将 3 mm 确定为病理性 MME 截断值，即半月板在冠状位超出胫骨平台平面 3 mm，并且发现半月板突出值超过 3 mm 与半月板病变之间存在显著关系。然而，在该研究中，并没有考虑其他影响半月板突出值的因素，比如人群体型的区别、膝关节其他结构损伤的影响以及负重位的影响等[16]。对此有报道指出，MME 诊断中常用的 3 mm 截断值可能并不完全准确[6]。在一项对无膝关节症状的患者研究中，Muzaffer 等人[17]研究了半月板撕裂的发生频率，将患者分为 MME 值间隔 1 mm 的分组，发现 MME 值为 2~3 mm 组占半月板损伤手术治疗的很大一部分。因此建议超过 2 mm 的 MME 即可定义为病理性的 MME。然而，这些数据需要有大量前瞻性队列研究的支持，并通过关节镜检查确认 MME 和半月板损伤的结果[18]。

除了对于膝关节骨性解剖因素的分析，在对膝关节症状相关病程特点进行分析时也发现了一些有关半月板突出值和软骨损伤程度的影响因素。

在对膝关节损伤时是否存在明显外伤分组中发现非外伤分组中半月板体部突出值显著性增大，组间半月板其余部位突出值及软骨损伤程度并无显著性差异，但考虑到非外伤分组年龄显著大于外伤分组，所以非外伤组对半月板体部突出值的影响仍待商榷。

在将膝关节症状的时长分为急性病程组和慢性病程组，并进行组间分析，发现慢性病程分组较急性病程分组的半月板体部突出值显著增大以及软骨损伤等级显著性升高，两组间的年龄并无显著性差异，所以慢性病程对半月板体部突出以及软骨损伤是有显著性影响的。同时分析发现慢性病程更容易导致半月板根部的损伤，以上这些结论都提示我们在对膝关节损伤要做到及时的诊疗，长期的损伤会加重半月板突出的风险以及软骨损伤的风险。

在对以上分类标准进行分析时，我们发现半月板移位指数往往受影响很小，这提示我们要重新认识移位指数的临床价值。

半月板突出的治疗：针对半月板突出的治疗可以通过将半月板-关节囊复合体缝合到胫骨平台边缘的半月板中央化处理以减少 MME 带来的膝关节改变。该手术的长期临床结果可能会彻底改变 MME 的治疗策略。当小下肢膝关节力线对齐不良并伴有半月板病变时，膝关节截骨术是一种合理的选择，通过去除损伤严重的膝关节间室来保护已修复的半月板。生物增强技术的进步，如骨髓刺激、纤维蛋白凝块、富血小板血浆、干细胞治疗和支架，也扩大了半月板手术的适应症[19]。

## 5. 结论

本研究聚焦于内侧半月板损伤特点，发现股骨髁内骨赘形成、半月板根部损伤、高 BMI 以及 MTS 与 MME 以及软骨损伤之间存在显著相关性。这些发现为临床诊断和治疗半月板损伤和软骨损伤提供了有益的参考。在未来的研究中，我们将继续深入探讨这一领域，以期对半月板损伤的防治提供更优质的医疗服务。

## 基金资助

安徽省自然科学基金课题(1808085MH243)。

## 参考文献

- [1] Chung, K.S., Ha, J.K., Kim, Y.S., *et al.* (2019) National Trends of Meniscectomy and Meniscus Repair in Korea. *Journal of Korean Medical Science*, **34**, E206. <https://doi.org/10.3346/jkms.2019.34.e206>
- [2] Kim, J.Y., Bin, S.I., Kim, J.M., Lee, B.S., Oh, S.M. and Park, M.H. (2019) Tear Gap and Severity of Osteoarthritis Are Associated with Meniscal Extrusion in Degenerative Medial Meniscus Posterior Root Tears. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, **105**, 1395-1399. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2019.09.015>
- [3] Willinger, L., Lang, J.J., Berthold, D., *et al.* (2020) Varus Alignment Aggravates Tibiofemoral Contact Pressure Rise after Sequential Medial Meniscus Resection. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, **28**, 1055-1063. <https://doi.org/10.1007/s00167-019-05654-5>
- [4] Hudek, R., Schmutz, S., Regenfelder, F., Fuchs, B. and Koch, P.P. (2009) Novel Measurement Technique of the Tibial Slope on Conventional MRI. *Clinical Orthopaedics & Related Research*, **467**, 2066-2072. <https://doi.org/10.1007/s11999-009-0711-3>
- [5] Newman, S., Ahmed, H. and Rehmatullah, N. (2022) Radiographic vs. MRI vs. Arthroscopic Assessment and Grading of Knee Osteoarthritis—Are We Using Appropriate Imaging? *Journal of Experimental Orthopaedics*, **9**, Article No. 2. <https://doi.org/10.1186/s40634-021-00442-y>
- [6] Swamy, N., Wadhwa, V., Bajaj, G., Chhabra, A. and Pandey, T. (2018) Medial Meniscal Extrusion: Detection, Evaluation and Clinical Implications. *European Journal of Radiology*, **102**, 115-124. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2018.03.007>
- [7] Rath, E. and Richmond, J.C. (2000) The Menisci: Basic Science and Advances in Treatment. *British Journal of Sports Medicine*, **34**, 252-257. <https://doi.org/10.1136/bjism.34.4.252>
- [8] Sieron, D., Jabłonska, I., Niemiec, P., *et al.* (2022) Correlation of Patellofemoral Chondromalacia and Body Mass Index (BMI) in Relation to Sex and Age Analysis of 1.5T and 3.0T Magnetic Resonance (MR) Images Using the Outerbridge Scale. *Medical Science Monitor*, **28**, e937246. <https://doi.org/10.12659/MSM.937246>
- [9] 郑志研, 何瑞轩, 张志艳, 林翠君. 膝关节骨性关节炎软骨损伤MOAKS与其膝关节水肿和疼痛程度的相关性研究[J]. 影像研究与医学应用, 2023, 7(11): 33-35.
- [10] Wu, M., Jiang, J., Liu, Z., Dai, X., Dong, Y. and Xia, Y. (2022) Age, Male Sex, Higher Posterior Tibial Slope, Deep Sulcus Sign, Bone Bruises on the Lateral Femoral Condyle, and Concomitant Medial Meniscal Tears Are Risk Factors for Lateral Meniscal Posterior Root Tears: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, **30**, 4144-4155. <https://doi.org/10.1007/s00167-022-06967-8>
- [11] Grammens, J., Van Haver, A., Danckaers, F., Booth, B., Sijbers, J. and Verdonk, P. (2021) Small Medial Femoral Condyle Morphotype Is Associated with Medial Compartment Degeneration and Distinct Morphological Characteristics: A Comparative Pilot Study. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, **29**, 1777-1789. <https://doi.org/10.1007/s00167-020-06218-8>
- [12] Okazaki, Y., Furumatsu, T., Kodama, Y., *et al.* (2021) Steep Posterior Slope and Shallow Concave Shape of the Medial Tibial Plateau Are Risk Factors for Medial Meniscus Posterior Root Tears. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, **29**, 44-50. <https://doi.org/10.1007/s00167-019-05590-4>
- [13] Okazaki, Y., Furumatsu, T., Hiranaka, T., *et al.* (2021) Steep Posterior Slope of the Medial Tibial Plateau Is Associated with Ramp Lesions of the Medial Meniscus and a Concomitant Anterior Cruciate Ligament Injury. *Asia-Pacific Journal of Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation and Technology*, **24**, 23-28. <https://doi.org/10.1016/j.asmart.2021.01.005>
- [14] Okazaki, Y., Furumatsu, T., Kodama, Y., *et al.* (2022) Medial Meniscus Posterior Root Repair Influences Sagittal Length and Coronal Inclination of the Anterior Cruciate Ligament: A Retrospective Study. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*, **33**, 1255-1262. <https://doi.org/10.1007/s00590-022-03285-0>
- [15] Yamaguchi, J., Yasuda, K., Kondo, E., *et al.* (2021) Extrusion of the Medial Meniscus Is a Potential Predisposing Factor for Post-Arthroscopy Osteonecrosis of the Knee. *BMC Musculoskeletal Disorders*, **22**, Article No. 852. <https://doi.org/10.1186/s12891-021-04730-7>
- [16] Costa, C.R., Morrison, W.B. and Carrino, J.A. (2004) Medial Meniscus Extrusion on Knee MRI: Is Extent Associated with Severity of Degeneration or Type of Tear? *American Journal of Roentgenology*, **183**, 17-23. <https://doi.org/10.2214/ajr.183.1.1830017>
- [17] Muzaffar, N., Kirmani, O., Ahsan, M. and Ahmad, S. (2015) Meniscal Extrusion in the Knee: Should Only 3 mm Extrusion Be Considered Significant? An Assessment by MRI and Arthroscopy. *Malaysian Orthopaedic Journal*, **9**, 17-20.

---

<https://doi.org/10.5704/MOJ.1507.013>

- [18] Ekşili, H.A., Toprak, U. and Emekli, E. (2023) Relationship Between Medial Meniscus Extrusion and Damage to Medial Stabilizers: Should Extrusion Be Considered Significant Only When More than 3 mm? *The Knee*, **44**, 180-188. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2023.08.015>
- [19] Ozeki, N., Koga, H. and Sekiya, I. (2022) Degenerative Meniscus in Knee Osteoarthritis: From Pathology to Treatment. *Life*, **12**, 603. <https://doi.org/10.3390/life12040603>