

## • 骨骼肌肉影像学 •

## 前交叉韧带撕裂伴 Greif III—V 型 Ramp 损伤的危险因素:基于 X 线及 MRI 分析

彭媛媛, 杨雨龙, 李培岭, 赵振江, 刘玉珂, 郭永杰, 郭智萍

**【摘要】 目的:**基于 X 线和 MRI 探讨前交叉韧带(ACL)撕裂时伴发 Greif III—V 型 Ramp 损伤的危险因素。**方法:**回顾性分析 2023 年 3 月—2025 年 1 月在本院接受 ACL 重建术的 184 例患者的术前 X 线及 MRI 资料。其中,伴 Greif III—V 型 Ramp 损伤组 124 例,不伴 Ramp 损伤组 60 例。采用独立样本 *t* 检验、Mann-Whitney *U* 检验或卡方检验对两组的性别、年龄、其它伴随损伤及胫骨后斜坡相关定量参数进行比较,然后采用二元 Logistic 回归分析筛选 Greif III—V 型 Ramp 损伤的危险因素。**结果:**性别、内侧副韧带(MCL)损伤、胫骨后内侧(PMT)骨挫伤、外侧半月板(LM)撕裂在伴有和不伴有 Ramp 损伤组间的差异有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。逻辑回归分析发现,对于 ACL 撕裂患者,伴有 MCL 损伤、男性、PMT 骨挫伤和 LM 撕裂时发生 Greif III—V 型 Ramp 损伤的概率分别是不伴相应因素的 0.104 倍( $P = 0.000, OR = 0.104, 95\%CI: 0.031 \sim 0.352$ )、2.440 倍( $P = 0.047, OR = 2.440, 95\%CI: 1.010 \sim 5.893$ )、14.608 倍( $P = 0.000, OR = 14.608, 95\%CI: 5.834 \sim 36.577$ )、10.431 倍( $P = 0.000, OR = 10.431, 95\%CI: 3.162 \sim 34.405$ )。**结论:**MCL 损伤、男性、PMT 骨挫伤和 LM 撕裂等因素与 ACL 撕裂患者发生 Greif III—V 型 Ramp 损伤具有显著相关性,其中 MCL 损伤为保护因素,其余为危险因素,对 Ramp 损伤的术前 MRI 准确诊断及指导临床治疗具有重要意义。

**【关键词】** 膝关节;前交叉韧带;Ramp 损伤;磁共振成像;放射摄影术

**【中图分类号】** R445.2;R816.8 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2026)04-0460-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2026.04.017

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



**Analysis of risk factors for anterior cruciate ligament tear accompanied by Greif type III—V Ramp lesion based on X-ray and MRI data** PENG Yuan-yuan, YANG Yu-long, LI Pei-ling, et al. Department of Radiology, Luoyang Orthopedic-Traumatological Hospital of Henan Province (Henan Provincial Orthopedic Hospital), Zhengzhou 450000, China

**【Abstract】 Objective:** To explore the risk factors of anterior cruciate ligament (ACL) tear accompanied by Greif III—V type Ramp injury based on X-ray and MRI data. **Methods:** A retrospective analysis was conducted on the preoperative X-ray and MRI data of 184 patients who underwent ACL reconstruction surgery in our hospital from March 2023 to January 2025. Among them, there were 124 patients with Greif type III—V Ramp injury and 60 patients without Ramp injury. Independent sample *t*-test, Mann-Whitney *U*-test or Chi-square test were used to compare gender, age, other accompanying injuries and posterior slope of the tibia between the two groups. Then, Binary logistic regression analysis were conducted to screen out independent risk factors. **Results:** The comparison between the two groups showed that there were statistically significant differences in terms of gender, medial collateral ligament (MCL) injury, posteromedial tibial (PMT) injury, and lateral meniscus (LM) tear (all  $P < 0.05$ ). Logistic regression analysis showed that, for patients with ACL tear, the probabilities of developing Greif type III—V Ramp injury when accompanied by MCL injury, being male, PMT bone contusion, and LM tear were 0.104 times ( $P = 0.000, OR = 0.104, 95\%CI: 0.031 \sim 0.352$ ), 2.440 times ( $P = 0.047, OR = 2.440, 95\%CI: 1.010 \sim 5.893$ ), 14.608 times ( $P = 0.000, OR = 14.608, 95\%CI: 5.834 \sim 36.577$ ), 10.431 times ( $P = 0.000, OR = 10.431, 95\%CI: 3.162 \sim 34.405$ ), respectively, when compared with those without the corresponding factors. **Conclusion:** Factors such as MCL injury, male gender, PMT bone contusion, and LM tear, among which MCL injury is a protective factor and the rest are risk factors, are significantly correlated with the occurrence of Greif type III—V Ramp damage in patients with ACL tear. This is of great significance for the accurate preoperative MRI diagnosis of Ramp injury and guiding clinical treatment.

**【Key words】** Knee joint; Anterior cruciate ligament; Ramp lesions; Magnetic resonance imaging; Radiology

作者单位:450000 河南郑州,河南省洛阳正骨医院(河南省骨科医院)放射科(彭媛媛、杨雨龙、李培岭、赵振江、刘玉珂、郭永杰);450000 河南郑州,河南省慢病健康管理重点实验室(李培岭、赵振江、郭智萍)

作者简介:彭媛媛(1995—),女,河南信阳人,硕士,住院医师,主要从事骨骼肌肉影像诊断工作。

通讯作者:郭智萍, E-mail:gzpsouhu@126.com

基金项目:河南省医学科技攻关计划项目(LHGJ20240446)

半月板 Ramp 损伤是指累及内侧半月板后角 (posterior horn of the medial meniscus, PHMM) 红-红区、半月板囊韧带和半月板胫骨韧带的纵向撕裂,可见于 9%~42% 的前交叉韧带 (anterior cruciate ligament, ACL) 撕裂患者中<sup>[1-3]</sup>。由于 Ramp 区解剖结构的隐匿性,常规入路关节镜检查容易漏诊。研究发现

MRI 对 Ramp 损伤的检出率远高于术中发现率,具有更高的敏感性<sup>[4]</sup>。依据最近 Greif 等<sup>[5]</sup>提出的 Ramp 损伤分型及其 MRI 表现,Ramp 损伤可分为 I—V 型,其中 III—V 型 Ramp 损伤为不稳定病变,可增加膝关节不稳定性,需进行手术干预,术前 MRI 的准确诊断对改善术前计划至关重要,对相关危险因素的研究可以减少漏诊。因此,本研究通过分析 ACL 撕裂患者 Greif III—V 型 Ramp 损伤的危险因素,旨在提高 MRI 对 Ramp 损伤的准确性,减少术前漏诊。

## 材料与方法

### 1. 临床资料

回顾性分析 2023 年 3 月—2025 年 1 月在本院郑州院区接受前交叉韧带重建术患者的临床资料及术前 X 线及 MRI 图像。纳入标准:①因 ACL 撕裂接受了重建手术;②术前一周内行膝关节正侧位 X 线摄影及 MRI 检查;③患者或其家属签署了知情同意书。排除标准:①图像质量较差;②存在其它膝关节手术史;③合并炎性关节炎病和关节畸形等疾病。

依据 Greif 等<sup>[5]</sup>提出的 Ramp 损伤分型及其 MRI 诊断标准,共纳入 124 例伴 Greif III—V 型 Ramp 损伤和 60 例不伴 Ramp 损伤的 ACL 撕裂患者。Ramp

损伤组 124 例,包括男 93 例、女 31 例,平均年龄(28.46±9.02)岁;不伴有 Ramp 损伤组 60 例,包括男 35 例、女 25 例,平均年龄(29.98±9.59)岁。124 例 Ramp 损伤患者中 37 例被膝关节镜手术探查,且均为 IV 型 Ramp 损伤。

### 2. 检查方法

使用 Drx-evolution 数字成像系统采集所有患者的膝关节侧位片,成像参数:60 kV,250 mA,摄影距离为 115 cm。

使用 Siemens Magnetom Skyra 3.0T 磁共振扫描仪及膝关节专用线圈完成膝关节图像采集。受检者取仰卧位,膝关节处于中立位,MR 扫描序列和参数如下。矢状面 FS-PDWI: TR 2330 ms, TE 33 ms, 矩阵 224×320;冠状面 FS-PDWI: TR 3070 ms, TE 32 ms, 矩阵 235×336;横轴面 FS-PDWI: TR 3480 ms, TE 32 ms, 矩阵 224×320;矢状面 T<sub>1</sub>WI: TR 500 ms, TE 11 ms, 矩阵 258×268;各序列扫描层厚、层间距和视野相同,分别为 3.5 mm、0.7 mm 和 170 mm×170 mm。

### 3. Ramp 损伤 Greif 分型及相应的 MRI 表现

Ramp 损伤的 Greif 分型: I 型为半月板囊韧带自内侧半月板后角(posterior horn of medial meniscus, PHMM)上分离; II 型为 PHMM 上部撕裂; III 型为

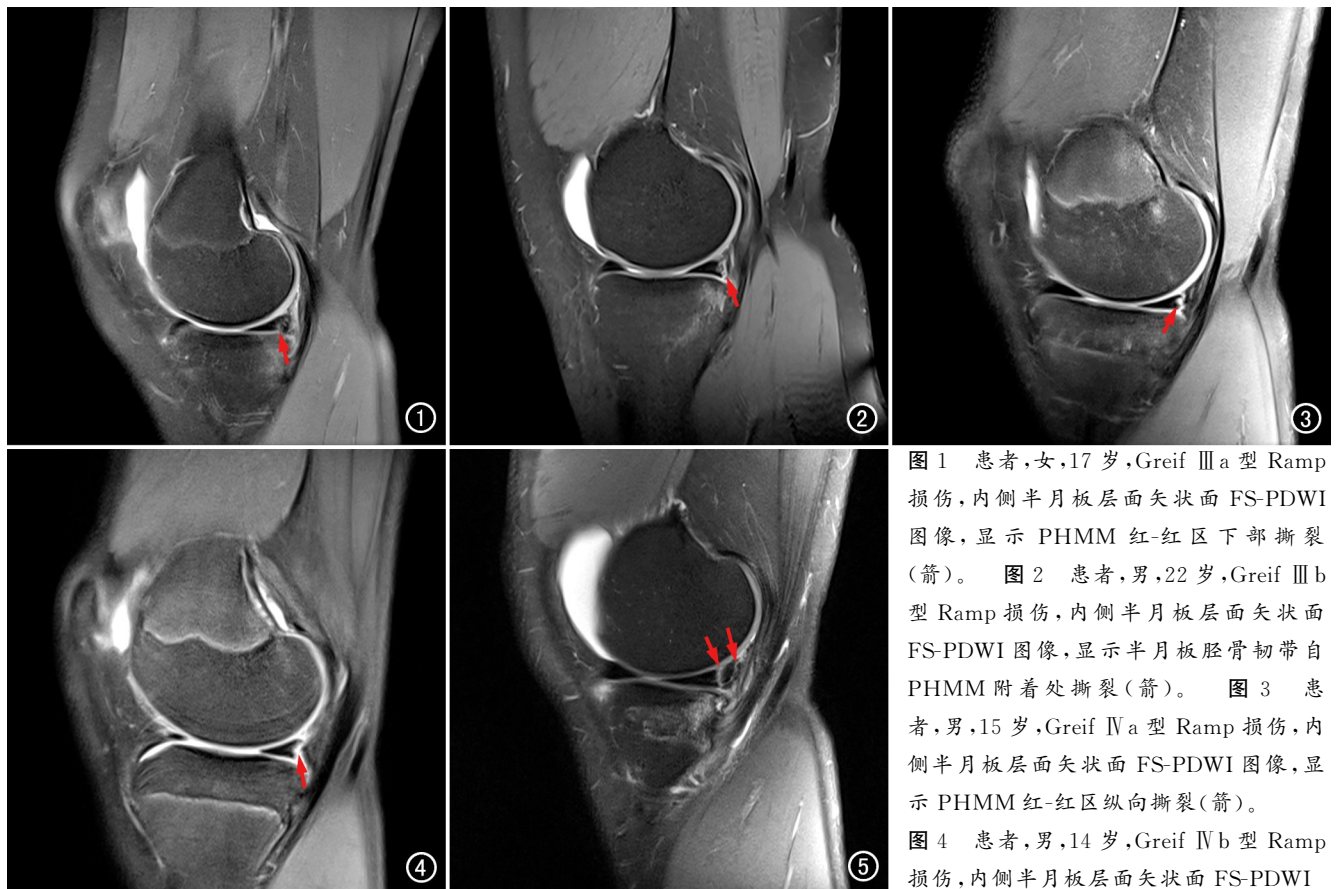


图 1 患者,女,17 岁,Greif III a 型 Ramp 损伤,内侧半月板层面矢状面 FS-PDWI 图像,显示 PHMM 红-红区下部撕裂(箭)。图 2 患者,男,22 岁,Greif III b 型 Ramp 损伤,内侧半月板层面矢状面 FS-PDWI 图像,显示半月板胫骨韧带自 PHMM 附着处撕裂(箭)。图 3 患者,男,15 岁,Greif IV a 型 Ramp 损伤,内侧半月板层面矢状面 FS-PDWI 图像,显示 PHMM 红-红区纵向撕裂(箭)。图 4 患者,男,14 岁,Greif IV b 型 Ramp 损伤,内侧半月板层面矢状面 FS-PDWI

图像,显示半月板囊韧带和半月板胫骨韧带在 PHMM 附着处撕裂(箭)。图 5 患者,男,24 岁,Greif V 型 Ramp 损伤,内侧半月板层面矢状面 FS-PDWI 图像,显示 PHMM 红-红区双重纵向撕裂(箭)。

PHMM 下部撕裂;Ⅲ b 型为半月板胫骨韧带撕裂或自 PHMM 附着处撕裂;Ⅳ a 型为 PHMM 红区纵向撕裂;Ⅳ b 型为半月板囊韧带和半月板胫骨韧带在 PHMM 附着处撕裂;Ⅴ 型为 PHMM 红-红区两个平行的纵向撕裂。各型的 MRI 表现为各型中所描述的撕裂处在压脂序列上呈高信号改变,Ⅲ-Ⅴ 型损伤的 MRI 表现见图 1~5。

#### 4. 参数测量

评估和测量膝关节征象和定量参数,包括内侧副韧带(medial collateral ligament, MCL)、外侧副韧带(lateral collateral ligament, LCL)、后斜韧带、胫骨后内侧(posteromedial tibial, PMT)骨挫伤、外侧半月板(lateral meniscustear, LM)撕裂与否的评估及胫骨后斜坡(posterior tibial slope, PTS)、内侧胫骨后斜坡(medial posterior tibial slope, MTS)及外侧胫骨后斜坡(lateral posterior tibial slope, LTS)。由 2 位具有 5 年以上工作经验的医师独立进行分析和测量,意见不一致时经协商达成一致意见。

PTS 为胫骨平台切线与胫骨纵轴垂线之间形成的夹角,采用 Sharif 等<sup>[6]</sup>描述的方法于膝关节侧位片上进行测量:在胫骨结节下方约 5 cm 处及尽可能远处分别画圆,圆的前、后缘与骨皮质相切,两圆心连线即为胫骨纵轴,测量胫骨平台切线与胫骨纵轴的夹角, $90^\circ$ 与该夹角的差值即为 PTS(图 6a)。

参考膝关节横轴面及冠状面 MRI 图像,确定胫骨及其内、外侧平台中心,在胫骨中心矢状面图像近端及尽可能远处画圆,圆的前后缘与骨皮质相切,连接两圆

心得到胫骨纵轴线(图 6b),复制胫骨纵轴线到内、外侧平台中心矢状面层面,分别测量平台切线与胫骨纵轴线的夹角(图 6c~d), $90^\circ$ 与此夹角度数的差值分别为 MTS 和 LTS<sup>[7]</sup>。

#### 5. 统计分析

使用 SPSS 25.0 及 GraphPad Prism 8.0 软件进行统计分析。采用 Kolmogorov-Smirnov 检验对计量资料进行正态性检验,符合正态分布者以均数±标准差来表示,否则采用中位数(四分位间距)表示,组间比较采用独立样本 *t* 检验(两独立样本均为正态分布)或 Mann-Whitney *U* 检验(任一样本为非正态分布);分类变量的组间比较采用  $\chi^2$  检验。采用单因素及多因素 Logistic 回归分析对有统计学意义的变量进行筛选,得到 Greif Ⅲ-Ⅴ 型 Ramp 损伤的独立危险因素,并绘制森林图对其结果进行可视化。以  $P < 0.050$  为差异有统计学意义。

### 结 果

#### 1. 临床资料和膝关节定量参数的组间比较

对 124 例 ACL 撕裂伴 Greif Ⅲ-Ⅴ 型 Ramp 损伤的患者及 60 例不伴 Ramp 损伤的患者的临床和膝关节定量参数进行组间比较,结果见表 1。统计分析结果显示性别、MCL 损伤、PMT 骨挫伤和 LM 撕裂在两组间的差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。

#### 2. 单因素及多因素 Logistic 分析

单因素回归分析结果显示性别、MCL 损伤、PMT 骨挫伤和 LM 撕裂是伴有 Ramp 损伤的影响因素

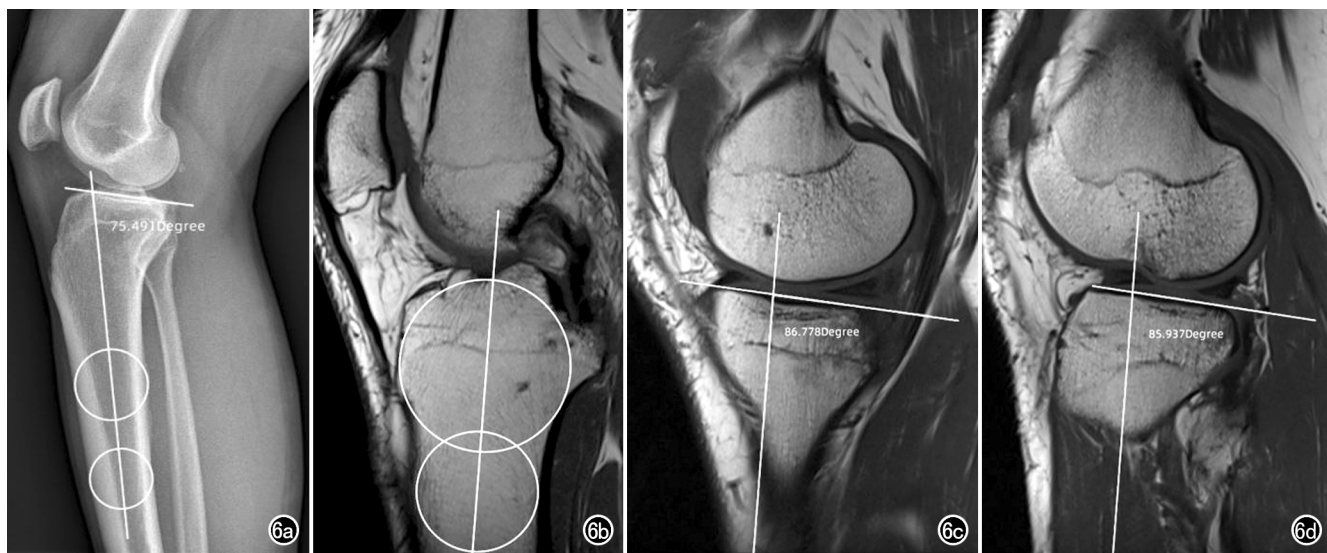


图 6 PTS、MTS 和 LTS 测量。a) 于 X 线侧位片上于胫骨结节下方约 5 cm 处及尽可能远处分别画圆,圆的前、后缘与骨皮质相切,两圆心连线即为胫骨纵轴,测量胫骨平台切线与胫骨纵轴夹角, $90^\circ$ 与该夹角的差值即为 PTS;b) 在胫骨中心矢状面图像上于胫骨近端及尽可能远处画圆,圆的前后缘与骨皮质相切,连接两圆心即可得到胫骨纵轴线;c) 将图 b 上确定的胫骨纵轴复制到内侧平台中心矢状面图像上,测量胫骨平台切线与胫骨纵轴的夹角, $90^\circ$ 与该夹角的差值即为 MTS;d) LTS 测量方法与 MTS 测量相同。

( $P < 0.05$ )。

表1 Ramp损伤组与无Ramp组潜在危险因素的组间比较

指标	Ramp损伤组	无Ramp损伤组	统计量	P值
年龄/岁	29.00(15.00)	29.50(16.00)	-0.996 <sup>a</sup>	0.319
男/例	93(75%)	35(58%)	5.305 <sup>b</sup>	0.021
MCL损伤/例	99(80%)	55(92%)	4.145 <sup>b</sup>	0.042
LCL损伤/例	46(37%)	14(23%)	3.486 <sup>b</sup>	0.062
后斜韧带损伤	55(44%)	20(33%)	2.034 <sup>b</sup>	0.154
PMT骨挫伤/例	86(69%)	10(17%)	44.985 <sup>b</sup>	0.000
LM撕裂/例	58(47%)	4(7%)	27.346 <sup>b</sup>	0.000
PTS/°	12.02(3.84)	12.13(3.96)	-0.109 <sup>a</sup>	0.913
MTS/°	5.23±3.20	5.05±3.57	0.348 <sup>c</sup>	0.728
LTS/°	5.30±3.45	5.79±3.79	-0.873 <sup>c</sup>	0.384

注：<sup>a</sup>为Z值；<sup>b</sup>为 $\chi^2$ 值；<sup>c</sup>为t值。

多因素分析结果显示,对于ACL撕裂患者,MCL损伤、男性、PMT骨挫伤和LM撕裂时发生Greif III-V型Ramp损伤分别是不存在该因素时的0.104倍( $P = 0.000$ , OR = 0.104, 95% CI: 0.031~0.352)、2.440倍( $P = 0.047$ , OR = 2.440, 95% CI: 1.010~5.893)、14.608倍( $P = 0.000$ , OR = 14.608, 95% CI: 5.834~36.577)、10.431倍( $P = 0.000$ , OR = 10.431, 95% CI: 3.162~34.405),结果可视化图像见图7。

## 讨论

近年来,随着对半月板Ramp损伤诊断的显著增加以及其重要的临床意义和有争议的治疗方法而重新受到关注。研究表明Greif分型对Ramp损伤具有良好的再现性,关节镜能探查至15.5%的ACL撕裂患者伴有Ramp损伤,而这些病变中的68.4%可以被术前MRI检出<sup>[8-9]</sup>。本研究中29.8%的术前MRI诊断的Ramp损伤在关节镜手术中被探查至且均为IV型Ramp损伤,表明MRI发现Ramp损伤的敏感性可能高于常规入路关节镜,尤其对于更加隐蔽的III型Ramp损伤,不除外术中未报告的可能。

Ramp损伤除多继发于ACL撕裂,但其还与其它膝关节损伤相关。有研究结果表明PMT骨挫伤是Ramp损伤的继发征象,被认为与ACL撕裂导致的膝关节轴移后胫骨复位伴代偿性内翻、内旋引起股骨内髁与胫骨平台后内侧缘撞击有关<sup>[10-11]</sup>。其中Riccardo等<sup>[11]</sup>与本研究结果均表明胫骨骨挫伤是与Ramp损

伤最相关的因素,但该研究中PMT骨挫伤发生Ramp损伤的概率明显更高,可能与本研究Ramp损伤病例均为较严重的不稳定的Greif III-V型有关。鉴于本研究属于观察性研究,相关损伤机制有待进一步前瞻性研究验证。同时,本研究发现Ramp与MCL损伤密切相关,且是一种保护性因素,这一发现与既往研究结果一致<sup>[12-13]</sup>,并被认为是与MCL抵抗胫骨内侧平台的前移或外旋的作用可能会降低Ramp损伤中涉及的特定剪切力和旋转的概率进而减轻施压在半月板上的压力有关,然而尚需进一步研究来寻找相关生物力学的证据。内、外半月板后角作为二级稳定结构,其稳定性在ACL撕裂时膝关节的枢轴移位及胫骨内旋中发挥重要作用<sup>[14]</sup>。本研究中LM撕裂与Ramp损伤显著相关,且LM撕裂时Ramp损伤的风险明显增加,与既往研究结果一致<sup>[15]</sup>,强调了对ACL撕裂患者同时评估内、外侧半月板的重要性。

性别和年龄也是既往学者发现的重要危险因素。Bertrand等<sup>[15]</sup>发现男性Ramp损伤的发生率明显高于女性,且以30岁人群为著;Pierre-Jean等<sup>[12]</sup>的研究亦表明男性Ramp损伤的发生率较高,且 $\leq 20$ 岁人群较 $> 40$ 岁人群发生风险明显增加,而 $< 40$ 岁的年轻人群中未发现显著的相关风险。本研究中,与女性相比,男性发生Ramp损伤的风险明显增高,可能反映男性人群中较高的运动参与率和不同的生物力学特征。本研究中年龄的组间差异并无统计学意义,可能与两组患者均为较年轻人群有关。

目前,PTS、MTS和LTS与Ramp损伤的关系尚存争议。有研究结果指出陡峭PTS、MTS及平缓的LTS是Ramp损伤的显著危险因素<sup>[16-17]</sup>。相反,在一项连续性病例对照研究中Ramp损伤与MTS之间无显著相关<sup>[18]</sup>;Wouter等<sup>[19]</sup>也发现伴Ramp损伤与不伴Ramp损伤组之间PTS和MTS的差异均无统计学意义,与本研究结果相似。

本研究仍存一定的局限性:①系回顾性分析且样本量较小,研究结果可能存在一定误差;②Ramp损伤的判断依据是Greif等提出的MRI诊断标准<sup>[5]</sup>,仅部分病例经关节镜证实;③鉴于Greif III-V型亚分型Ramp损伤病例较少,未进行亚组间比较,有待扩增样本量进一步深入研究。总之,有待今后进行大样本前瞻性研究以验证本研究中发现的危险因素的预测价值,或进一步探讨MCL损伤保护机制。

综上所述,MCL损伤、男性、PMT骨挫伤和LM撕裂可影响ACL撕裂患者Greif III-V型Ramp损伤的发生,可用于术前提示Ramp损伤发生的可能,减少MRI漏诊,其中MCL损伤为保护因素,其余为危险因素。

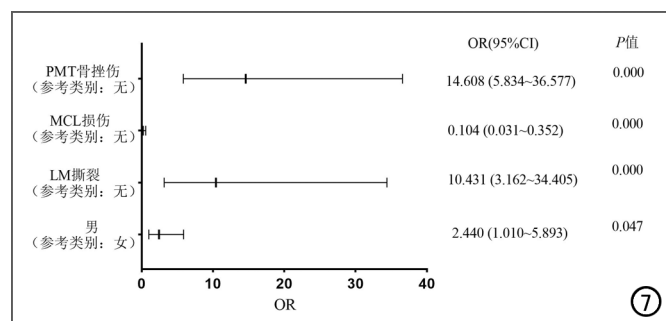


图7 多因素Logistic回归分析结果可视化图。

## 参考文献:

- [1] 星月,姚伟武,郝艳,等.前交叉韧带撕裂合并半月板 Ramp 损伤磁共振评价[J].临床放射学杂志,2020,39(6):1157-1161.
- [2] 王晓,王峻,牛金亮.半月板 ramp 损伤的影像学研究进展[J].中华放射学杂志,2022,56(7):821-825.
- [3] Robert HB, R Garrett S, Matthew VS, et al. Meniscal ramp lesions: anatomy, epidemiology, diagnosis, and treatment[J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2021, 30(6):255-262.
- [4] 冉政,罗小龙,李小明.RSNA2024 骨骼肌肉影像学[J].放射学实践,2025,40(2):166-176.
- [5] Greif DN, Baraga MG, Rizzo MG, et al. MRI appearance of the different meniscal ramp lesion types, with clinical and arthroscopic correlation[J]. *Skeletal Radiol*, 2020, 49(5):677-689.
- [6] Sharif G, Zachary IL, Jairo T, et al. Posterior tibial slope in patients undergoing bilateral versus unilateral ACL reconstruction: MRI and radiographic analyses[J]. *Am J Sports Med*, 2023, 51(9):2275-2284.
- [7] Lingzhi L, Jun L, Peng Z, et al. Decreased medial posterior tibial slope is associated with an increased risk of posterior cruciate ligament rupture[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2023, 31(7):2966-2973.
- [8] Sara Escoda M, Pedro García G, Ana Rosa Meana M, et al. Reproducibility of MRI in the diagnosis of meniscal ramp lesions: an inter-observer study[J]. *Acta Radiol*, 2022, 64(3):1078-1085. DOI: 10.1177/02841851221101878.
- [9] Mathieu T, Pramod I, Alexandre P, et al. Ramp lesion subtypes: prevalence, imaging, and arthroscopic findings in 2156 anterior cruciate ligament reconstructions[J]. *Am J Sports Med*, 2021, 49(7):1813-1821.
- [10] Kyle NK, Joshua W, Evan MP, et al. Risk factors for ramp lesions of the medial meniscus: a systematic review and meta-analysis[J]. *Am J Sports Med*, 2021, 49(13):3749-3757.
- [11] Riccardo C, Fabian VDB, Joanna K, et al. High prevalence of meniscal ramp lesions in anterior cruciate ligament injuries[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2022, 31(1):316-324.
- [12] Pierre-Jean L, Jean-Marie F, Nicolas G, et al. Risk factors and prevalence of ramp lesions in ACL ruptures: an analysis from the registry of the Francophone Arthroscopic Society[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2024, 32(7):1700-1709.
- [13] Lukas W, Ganesh B, Vishal P, et al. Medial meniscal ramp lesions in ACL-injured elite athletes are strongly associated with medial collateral ligament injuries and medial tibial bone bruising on MRI[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2021, 30(5):1502-1510.
- [14] Hayden PB, Edward B, Andrew S, et al. New considerations in ACL surgery: when is anatomic reconstruction not enough[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2023, 105(13):1026-1035.
- [15] Bertrand S, Cesar P, Nikolaus R, et al. Epidemiological evaluation of meniscal ramp lesions in 3214 anterior cruciate ligament-injured knees from the SANTI Study Group Database: a risk factor analysis and study of secondary meniscectomy rates following 769 ramp repairs[J]. *Am J Sports Med*, 2018, 46(13):3189-3197.
- [16] Seong Hwan K, Hyun Je S, Dong Won S, et al. Analysis of risk factors for ramp lesions associated with anterior cruciate ligament injury[J]. *Am J Sports Med*, 2020, 48(7):1673-1681.
- [17] Jin J, Zhong CL, Xiu YW, et al. Increased posterior tibial slope and meniscal slope could be risk factors for meniscal injuries: a systematic review[J]. *Arthroscopy*, 2022, 38(7):2331-2341.
- [18] Guan-Yang S, Xin L, Hui Z, et al. Increased medial meniscal slope is associated with greater risk of ramp lesion in noncontact anterior cruciate ligament injury[J]. *Am J Sports Med*, 2016, 44(8):2039-2046.
- [19] Wouter B, Caroline M, Daniele T, et al. Ramp lesions are six times more likely to be observed in the presence of a posterior medial tibial bone bruise in ACL-injured patients[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2021, 30(1):184-191.

(收稿日期:2025-08-27 修回日期:2025-11-21)