

半月板外突与髌股关节软骨损伤及骨髓病变：MRI 半定量评分的评价

郭颖奇, 宫先旭, 张岩, 肖寒, 王野, 谷文光

https://doi.org/10.12307/2022.962

投稿日期: 2021-11-18

采用日期: 2022-01-07

修回日期: 2022-03-14

在线日期: 2022-04-19

中图分类号:

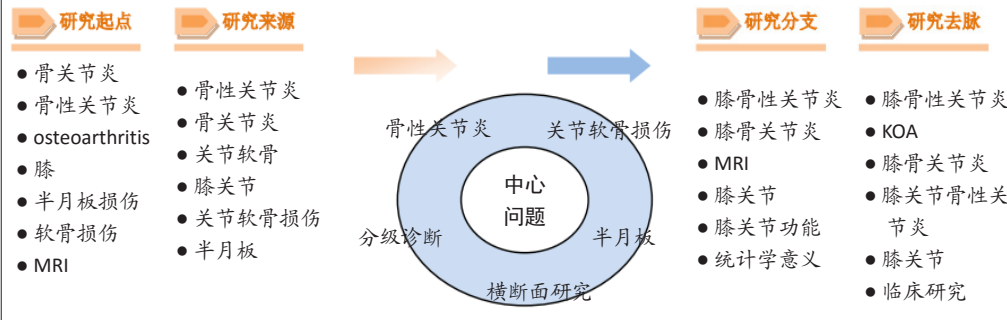
R459.9; R318; R684.3

文章编号:

2095-4344(2023)04-00600-06

文献标识码: B

文章快速阅读: 基于骨关节炎倡议数据库公开数据以 MRI 半定量评分评价半月板外突与髌股关节骨关节炎的相关性



文题释义:

半月板外突: 是指半月板异常超出胫骨平台边缘(如果存在骨赘, 则将其排除在测量范围之外), 其与半月板损伤、半月板退行性病变等因素相关, 半月板外突可加快膝骨关节炎进展, 甚至导致自发性骨坏死、骨髓病变等。有文献报道内侧半月板外突是膝骨关节炎进展的独立预测因子。

髌股关节骨关节炎: 膝关节间室大致分为内、外侧胫股关节间室以及髌股关节间室。髌股关节骨关节炎作为膝骨关节炎一种重要亚型, 在中老年人群中发病率较高, 患者在负重屈膝、上下楼时膝前痛症状较为明显, 严重影响患者日常生活质量。

摘要

背景: 半月板损伤对膝骨关节炎影响的研究多集中在胫股关节间室, 国外有半月板外突与髌股关节骨关节炎相关性报道, 但国内相关研究较少。

目的: 基于骨关节炎倡议数据库(OAI)的公开数据, 以MRI半定量评分评价半月板外突与髌股关节骨关节炎的相关性。

方法: 数据库中选取在基线时有完整MRI膝骨关节炎评分以及其他临床信息完整的参与者共1 109人作为研究对象。采用MRI膝骨关节炎评分系统对研究对象的半月板撕裂、浸渍、外突以及髌股关节软骨、骨髓病变进行评分, 采用问卷等方法采集了参与者的性别、年龄、种族、体质量指数、膝关节受伤史、手术史等信息。使用Logistic 回归分析确定半月板外突与髌股关节骨关节炎的关系。

结果与结论: ①横断面研究显示, 内、外侧半月板外突人群在内、外侧髌股关节中易发生软骨及全层软骨损伤和骨髓病变; ②Logistics 回归分析在调整混杂因素后(调整模型2), 内侧半月板外突与内侧髌股关节任何软骨损伤[OR: 2.4(95%CI: 1.6, 3.6)]、全层软骨损伤[OR: 1.5(95%CI: 1.0, 2.1)]呈正相关, 在未调整[OR: 0.8(95%CI: 0.6, 1.1)]与调整混杂因素后[OR: 1.3(95%CI: 0.9, 1.8)]内侧半月板外突与内侧髌股关节骨髓病变均无相关性; ③在调整混杂因素后(调整模型2), 外侧半月板外突与外侧髌股关节任何软骨损伤[OR: 2.1(95%CI: 1.0, 4.5)]、全层软骨损伤[OR: 2.3(95%CI: 1.1, 4.6)]呈正相关, 在未调整混杂因素时[OR: 1.7(95%CI: 1.0, 2.9)], 外侧半月板外突与外侧髌股关节骨髓病变呈正相关, 在调整混杂因素后[OR: 1.1(95%CI: 0.6, 2.1)]两者无相关; ④基于骨关节炎倡议数据库(OAI)的公开数据, 分析结果显示美国人群中半月板外突与髌股关节软骨损伤呈正相关。

关键词: 半月板外突; 半月板损伤; 髌股关节骨关节炎; 膝骨关节炎; 核磁共振; 横断面研究; 软骨损伤

缩略语: MRI膝骨关节炎评分: MRI osteoarthritis knee score, MOAKS

Meniscus extrusion and patellofemoral joint cartilage injury and bone marrow lesions: MRI semi-quantitative score

Guo Yingqi, Gong Xianxu, Zhang Yan, Xiao Han, Wang Ye, Gu Wenguang

Department of Traumatic Orthopedics, The First Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150001, Heilongjiang Province, China
Guo Yingqi, Master candidate, Department of Traumatic Orthopedics, The First Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150001, Heilongjiang Province, China

Corresponding author: Gu Wenguang, MD, Chief physician, Department of Traumatic Orthopedics, The First Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150001, Heilongjiang Province, China

Abstract

BACKGROUND: The research on the effect of meniscus injury on knee osteoarthritis is mostly concentrated in the tibiofemoral compartment. There are reports on the correlation between meniscus extrusion and patellofemoral osteoarthritis outside China, but there are few related studies in China.

哈尔滨医科大学附属第一医院创伤骨科, 黑龙江省哈尔滨市 150001

第一作者: 郭颖奇, 男, 1994年生, 四川省广安市人, 汉族, 哈尔滨医科大学在读硕士, 主要从事运动医学、关节外科、创伤骨科等相关研究。

通讯作者: 谷文光, 博士, 主任医师, 哈尔滨医科大学附属第一医院创伤骨科, 黑龙江省哈尔滨市 150001

https://orcid.org/0000-0001-5852-6732 (郭颖奇)

引用本文: 郭颖奇, 宫先旭, 张岩, 肖寒, 王野, 谷文光. 半月板外突与髌股关节软骨损伤及骨髓病变: MRI 半定量评分的评价[J]. 中国组织工程研究, 2023, 27(4):600-605.



OBJECTIVE: To explore the association between meniscus extrusion and patellofemoral osteoarthritis based on published data from the Osteoarthritis Initiative. **METHODS:** Totally 1 109 participants with complete MRI Osteoarthritis Knee Score and other clinical information at baseline were selected. Meniscal tear, maceration, extrusion, patellofemoral cartilage and bone marrow lesions were scored by MRI Osteoarthritis Knee Score semi-quantitative scoring system. Gender, age, race, body mass index, history of knee injury, and history of surgery were collected by questionnaire. Logistic regression analysis was used to determine the relationship between meniscal extrusion and patellofemoral osteoarthritis.

RESULTS AND CONCLUSION: (1) The cross-sectional study showed that patients with medial and lateral meniscus extrusion had a high incidence of any cartilage injury, full-thickness cartilage injury, and bone marrow lesions in medial and lateral patellofemoral joint. (2) Logistic regression analysis showed that after adjusting for confounding factors (adjustment model 2), the medial meniscus extrusion was positively correlated with any cartilage injury of the medial patellofemoral joint [OR: 2.4(95% CI: 1.6, 3.6)] and full-thickness cartilage injury [OR: 1.5(95% CI: 1.0, 2.1)]; there was no correlation between medial meniscus extrusion and medial patellofemoral joint bone marrow lesions without adjustment [OR: 0.8(95% CI: 0.6, 1.1)] and after adjustment for confounding factors [OR: 1.3(95% CI: 0.9, 1.8)]. (3) After adjusting for confounding factors (adjustment model 2), lateral meniscus extrusion was positively correlated with any cartilage injury of the lateral patellofemoral joint [OR: 2.1(95% CI: 1.0, 4.5)] and full-thickness cartilage injury [OR: 2.3(95% CI: 1.1, 4.6)]; while without adjusting for confounding factors [OR: 1.7(95% CI: 1.0, 2.9)], lateral meniscus extrusion was positively correlated with bone marrow lesions of the lateral patellofemoral joint, but not after adjustment for confounding factors [OR: 1.1(95% CI: 0.6, 2.1)]. (4) Meniscus extrusion was positively correlated with cartilage injury of patellofemoral joint among Americans based on published data from the Osteoarthritis Initiative.

Key words: meniscus extrusion; meniscus injury; patellofemoral osteoarthritis; knee osteoarthritis; magnetic resonance imaging; cross-sectional study; cartilage injury

How to cite this article: GUO YQ, GONG XX, ZHANG Y, XIAO H, WANG Y, GU WG. Meniscus extrusion and patellofemoral joint cartilage injury and bone marrow lesions: MRI semi-quantitative score. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu*. 2023;27(4):600-605.

0 引言 Introduction

膝关节关节炎是中老年人致残的主要因素，美国 60 岁以上人群中，有 37% 患有膝关节关节炎^[1]。有众多因素影响膝关节关节炎的进展，半月板是膝关节内维持关节生物力学至关重要的结构，半月板损伤被认为是中老年人早期膝关节关节炎的一个显著特征，其损伤或退行性病变会显著增加发生膝关节关节炎的风险，膝关节关节炎患者中约有 1/3 患有半月板损伤^[2-3]。目前有关半月板与膝关节关节炎的研究大多集中在股胫关节炎^[4]，半月板外突与髌股关节间室的相关研究相对较少。

研究表明，半月板外突增加了髌股关节骨关节炎 (patellofemoral osteoarthritis, PFOA) 的风险，且严重的半月板病理状态与 2 年后髌股关节骨关节炎的恶化有关^[5]。不同类型半月板病理状态对膝关节关节炎的影响不同，与半月板撕裂相比，半月板外突、浸渍与膝关节关节炎的严重程度和进展相关性更高^[6]，内侧半月板外突可以预测发生放射学膝关节关节炎的风险，也是膝关节关节炎进展的独立预测因子，外侧半月板挤压增加了 9 年内膝关节关节炎患者行全膝关节置换的风险^[7-9]。

半月板外突定义是在 MRI 冠状位显示内侧半月板超出胫骨平台边缘 3 mm、外侧半月板超出胫骨平台边缘 2 mm (不包括任何骨赘)^[7-10]。虽然生理性半月板外突会随着膝关节的每次运动而发生，但病理性半月板外突会使膝关节承受持续、过度的负荷传递，这可使膝关节结构易受损伤或加剧现有膝关节内部紊乱^[8]。

髌股关节骨关节炎作为膝关节关节炎的一种重要亚型，美国、荷兰、英国等西方国家中老年人人群中髌股关节骨关节炎患病率在 23.9%–38%，而在伴有膝关节症状的人群中则达到了 39%–43%^[11-13]。在中国，50 岁及其以上人群中髌股关节骨关节炎的患病率达 23.9%^[14]，探究髌股关节骨关节炎的危险因素至关重要。该研究目的在于确定半月板外突与髌股关节间室软骨等结构损伤的横段面 (在一个时间点) 关系。

1 对象和方法 Subjects and methods

1.1 设计 横断面研究。

1.2 时间及地点 该研究的原始数据均来自公开的骨关节炎倡议数据库 (the Osteoarthritis Initiative, OAI, <https://nda.nih.gov/oai/>)，这是一项纵向、多中心的队列研究，数据由 4 个临床中心提供，分别是哥伦布市俄亥俄州立大学、巴尔的摩市马里兰大学医学院、宾夕法尼亚州匹兹堡大学以及波塔基特罗德岛纪念医院。从 2004 年 2 月至 2006 年 5 月开始收集参与者的临床评估数据、X 射线片和 MRI 图像等数据。

1.3 对象 有 4 796 名患有症状性膝关节关节炎或有膝关节关节炎发病风险的人参与这项研究。骨关节炎倡议数据库由美国国立卫生研究院 (National Institutes of Health, NIH) 支持和赞助，旨在开发一个大型数据库，以研究膝关节关节炎病程的自然进展、危险因素和预测因素。该临床研究的实施符合《赫尔辛基宣言》，骨关节炎倡议数据库由加州大学旧金山分校 (University of California, San Francisco, UCSF) 骨关节炎倡议数据库协调中心的机构审查委员会 (Institutional Review Board, IRB) 和每个研究分中心的机构审查委员会负责审查和批准。所有参与者都提供了参与骨关节炎倡议数据库研究的书面知情同意书。

骨关节炎倡议数据库一般纳入标准：① 45–79 岁的男性和女性；② 患有症状性股胫关节骨关节炎或有症状性髌股关节骨关节炎风险者。主要排除标准：① 炎性关节炎；② 有 3T MRI 的禁忌证；③ 双侧终末期膝关节关节炎。

骨关节炎倡议数据库详细研究方案和附录可在 <https://nda.nih.gov/oai/study-details> 网站获得。

该研究中选取的在基线有完整 MRI 膝关节关节炎评分 (MRI osteoarthritis knee score, MOAKS) 的子数据集，共 1 135 人，进一步选取有完整半月板、髌股关节 MOAKS 评分、前交叉韧带损伤、体质量指数、年龄、性别、膝关节严重受病史、膝关节手术史等有完整数据的参与者共 1 109 人。

1.4 方法

1.4.1 MRI 成像方法 在骨关节炎倡议数据库的 4 个不同临床试验点，使用相同的正交收发线圈 (USA Instruments, Aurora, Ohio) 在交叉校准的 3.0 T MR 扫描仪 (Magnetom Trio,

Siemens, Erlangen, Germany) 上进行 MRI 扫描。使用的扫描序列如下：①冠状位 2D 中间加权快速自旋回波 (IW FSE) 序列 [重复时间 (TR)/回波时间 (TE) 为 3 700/29 ms; 断面厚度为 3.0 mm]; ②矢状位 2D IW FSE 压脂序列 (TR/TE 为 3 200/30 ms; 断面厚度为 3.0 mm); ③矢状位 3D 双回波稳态 (DESS) 序列 (TR/TE 为 16.3/4.7 ms; 空间分辨率为 0.37 mm×0.46 mm; 断面厚度为 0.7 mm)。有关 MRI 扫描序列的更多信息详见骨关节炎倡议数据库 MRI 协议^[15], MOAKS 评分可详见评分细则^[16]。

此次数据集包含了在波士顿中心成像实验室 (<http://www.bicl.org>) 由 ALI GUERMAZI 博士和 FRANK ROEMER 博士进行的膝关节 MRI 中与骨关节炎相关结构变化的集中执行半定量读数, MRI 检查采用 MOAKS 评分法, 使用 MOAKS 对膝骨关节炎半定量评分的可靠性已有报道^[16]。

1.4.2 半月板病理半定量评估 MOAKS 评分分别对半月板不同区域 (前角、体、后角) 进行半定量评分。

半月板损伤评分: 正常半月板为 0 分; 信号异常, 不足以视为半月板撕裂为 1 分; 放射状撕裂为 2 分; 水平撕裂为 3 分; 垂直撕裂为 4 分; 复杂撕裂为 5 分; 部分浸渍为 6 分; 进行性部分浸渍 (仅用于随访评分) 为 7 分; 完全浸渍为 8 分。考虑到半月板内信号变化、不同类型的半月板撕裂和半月板损失或浸渍, 对内侧和外侧半月板的前角、体部和后角进行评分。半月板损伤分为 0 级和 1 级 (未损伤)、2-5 级 (撕裂) 和 6-8 级 (浸渍)^[17]。

半月板外突 (也称为半脱位或挤压) 评分^[18]: < 2 mm 为 0 级; 2.0-2.9 mm 为 1 级; 3.0-4.9 mm 为 2 级; > 5 mm 为 3 级。每次测量参考胫骨平台的边缘 (不包括任何骨赘)。

1.4.3 髌股关节 MRI 半定量评估 在 MOAKS 评分中, 髌股关节间室包括髌骨内、外侧关节面, 滑车内、外侧关节面 4 个解剖亚区。根据病变所占的子区域的百分比, 对任何软骨病变、全层软骨丢失影响的大小进行评分 (均为 4 分制)。

(1) 亚区任何软骨丢失 (部分或全部厚度), 以分区表面面积的百分比表示。0 级: 无损伤; 1 级: < 10% 的区域表面积; 2 级: 该区域表面积的 10%-75%; 3 级: > 75% 的区域表面积。

(2) 亚区全层软骨丢失, 以分区表面面积的百分比表示。0 级: 无损伤; 1 级: < 10% 的区域表面积; 2 级: 该区域表面积的 10%-75%; 3 级: > 75% 的区域表面积。

(3) 骨髓病变。0 级: 无病变; 1 级: < 33% 的子区域体积; 2 级: 33%-66% 的子区域体积; 3 级: > 66% 的子区域体积。

任何软骨损伤定义为 MOAKS ≥ 2 级, 全层软骨损伤定义为 MOAKS ≥ 2 级, 任意骨髓损伤定义为 MOAKS ≥ 1 级^[5]。

1.4.4 其他临床数据 在基线时, 研究人员询问参与者: “你的右膝有没有严重受伤到限制你至少 2 d 的行走能力?” “您的右膝关节是否接受过任何手术或者关节镜检查?”, 对左膝关节也提出相同的问题, 基于对任一问题的“是”回答创建二分变量并将其作为协变量包括在内。骨关节炎倡议数据库工作人员还采集了年龄、性别、体质量指数、种族等信

息, 基于 Kellgren-Lawrence 评分评估膝骨关节炎放射学严重程度^[19]。Kellgren-Lawrence 评分如下, 0 级: 无改变 (正常); I 级: 轻微骨赘, 可疑的关节间隙变窄; II 级: 明显骨赘, 可能有关节间隙变窄; III 级: 中度骨赘, 明确的关节间隙变窄, 部分硬化, 可能有骨端畸形; IV 级: 大骨赘, 明显的关节间隙变窄, 严重的硬化, 明确的骨端畸形。

1.5 主要观察指标 在基线时半月板突出、髌股关节软骨损伤、骨髓病变以及人口学等数据。

1.6 统计学分析 所有统计分析均使用 R 统计软件 (<https://www.r-project.org>) 和 EmpowerStats (<http://www.empowerstats.com>, X&Y Solutions, Inc. Boston MA)。正态分布变量表示为 $\bar{x} \pm s$, 定性数据表示为数字和百分比 (n , %)。首先, 描述了受试者的人口学特征和半月板外突、髌股关节相关 MRI 信息; 其次, 用单因素分析模型检查内、外侧半月板外突和其他人体测量数据是否与内、外侧髌股关节损伤相关; 最后, 因结局变量为二分类变量 (有无相关损伤), 使用 Logistics 回归分析来确定半月板外突与髌股关节间室的 MRI 特征之间的关系, 还统计了内、外侧半月板外突分别与内、外侧髌股关节软骨损伤、骨髓病变的患病率的相关性。文章统计学方法严格参考数据库既往发表的横断面研究文献统计学方法, 并通过哈尔滨医科大学统计学专家审核。

2 结果 Results

2.1 研究人群基本情况 共纳入 1 109 名受试者, 女性 680 例, 占 61.3%。基线平均年龄 (61.3±8.8) 岁, 基线平均体质量指数为 (29.6±4.8) kg/m², 有 17.2% 膝关节曾接受手术或关节镜检查, 32.3% 膝关节曾严重受伤, 研究对象人口学等信息见表 1。研究对象 MRI 特征分布见表 2。

表 1 | 研究对象人口学等信息 (n=1 109)

指标	数据统计
体质量指数 ($\bar{x} \pm s$, kg/m ²)	29.6±4.8
年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	61.3±8.8
患膝 (n/%)	
右侧	682/61.5
左侧	427/38.5
种族 (n/%)	
白人	886/79.9
非白人	222/20.0
缺失	1/0.1
性别 (n/%)	
男	429/38.7
女	680/61.3
Kellgren-Lawrence 评分 (n/%)	
0 级	165/14.9
1 级	265/23.9
2 级	333/30.0
3 级	257/23.2
4 级	89/8.0
膝关节曾接受手术或关节镜检查 (n/%)	
否	918/82.8
是	191/17.2
膝关节曾严重受伤 (n/%)	
否	751/67.7
是	358/32.3

表 2 | 研究对象 MRI 特征分布 (n=1 109, n/%)

Table 2 | MRI feature distribution of participants

损伤类型	内侧	外侧
半月板损伤分组		
半月板无撕裂、无浸渍	612/55.2	958/86.4
半月板撕裂	233/21.0	123/11.1
半月板浸渍	264/23.8	28/2.5
半月板外突		
0 级: < 2 mm	490/44.2	1052/94.9
1 级: 2.0-2.9 mm	279/25.2	24/2.2
2 级: 3.0-4.9 mm	248/22.4	26/2.3
3 级: > 5 mm	92/8.3	7/0.6
任何软骨损伤 (浅表以及全层)		
0 级: 无	227/20.5	482/43.5
1 级: < 10% 的区域表面积	109/9.8	63/5.7
2 级: 该区域表面积的 10%-75%	733/66.1	418/37.7
3 级: > 75% 的区域表面积	40/3.6	146/13.2
全层软骨损伤		
0 级: 无	716/64.6	791/71.3
1 级: < 10% 的区域表面积	118/10.6	62/5.6
2 级: 该区域表面积的 10%-75%	268/24.2	203/18.3
3 级: > 75% 的区域表面积	7/0.6	53/4.8
骨髓病变		
0 级	599/54.0	663/59.8
1 级	339/30.6	200/18.0
2 级	125/11.3	174/15.7
3 级	46/4.1	72/6.5

2.2 内、外侧半月板外突与其他变量的单因素分析 内侧半月板外突与体质量指数、年龄、膝关节手术史、Kellgren-Lawrence 评分、内侧半月板撕裂或浸渍、内侧髌股关节软骨损伤存在显著正相关。外侧半月板外突与外侧半月板撕裂或浸渍、外侧髌股关节软骨损伤存在显著正相关, 见表 3。

2.3 Logistics 回归分析结果 半月板外突与髌股关节损伤的关系: 横断面研究分析显示, 内、外侧半月板外突人群的内、外侧髌股关节中的任何软骨损伤、全层软骨损伤、骨髓病变发生率较高。Logistics 回归分析在调整混杂因素后 (调整模型 2), 内侧半月板外突与内侧髌股关节任何软骨损伤 [OR: 2.4(95% CI: 1.6, 3.6)]、全层软骨损伤 [OR: 1.5(95% CI: 1.0, 2.1)] 呈正相关, 即有内侧半月板外突发生内侧髌股关节任何软骨损伤和全层软骨损伤的风险分别是无内侧半月板外突的 2.4 倍和 1.5 倍。在未调整 [OR: 0.8(95% CI: 0.6, 1.1)] 与调整混杂因素后 [OR: 1.3(95% CI: 0.9, 1.8)], 内侧半月板外突与内侧髌股关节骨髓病变均无相关。在调整混杂因素后 (调整模型 2), 外侧半月板外突与外侧髌股关节任何软骨损伤 [OR: 2.1(95% CI: 1.0, 4.5)]、全层软骨损伤 [OR: 2.3(95% CI: 1.1, 4.6)] 呈正相关, 即有外侧半月板外突发生外侧髌股关节任何软骨损伤和全层软骨损伤的风险分别是无外侧半月板外突的 2.1 倍和 2.3 倍。在未调整混杂因素时 [OR: 1.7(95% CI: 1.0, 2.9)], 外侧半月板外突与外侧髌股关节骨髓病变呈正相关, 在调整混杂因素后 [OR: 1.1(95% CI: 0.6, 2.1)] 两者无相关。相对于低于内侧半月板外突阈值 (< 3 mm), 内侧半月板外突人群中内侧髌股关节任何软骨损伤、全层软骨损伤发生率较高, 骨髓病变的发生率较低。相对于低于外侧半

表 3 | 内、外侧半月板外突与其他变量的单因素分析 (n=1 109)

Table 3 | Univariate analysis of medial and lateral meniscus extrusion with other variables

人口学数据及损伤类型	内侧半月板外突 ≥ 3 mm			外侧半月板外突 ≥ 2 mm		
	β 值	95%CI	P 值	β 值	95%CI	P 值
体质量指数	0.9	(0.3, 1.5)	0.003	-0.1	(-1.4, 1.2)	0.913
年龄	3.3	(2.2, 4.4)	< 0.001	1.3	(-1.1, 3.6)	0.291
性别						
男	1			1		
女	0.7	(0.5, 0.9)	0.006	1.3	(0.7, 2.2)	0.395
膝关节手术史						
无	1			1		
有	3.5	(2.5, 4.8)	< 0.001	1.6	(0.9, 3.0)	0.135
膝关节受伤史						
无	1			1		
有	2.4	(1.8, 3.1)	< 0.001	1.7	(1.0, 2.9)	0.057
Kellgren-Lawrence 评分						
< 2 级	1			1		
≥ 2 级	11.7	(7.8, 17.5)	< 0.001	2.0	(1.1, 3.7)	0.026
内侧半月板损伤						
无	1			1		
撕裂或浸渍	8.4	(6.2, 11.3)	< 0.001	0.4	(0.2, 0.8)	0.005
外侧半月板损伤						
无	1			1		
撕裂或浸渍	1.0	(0.7, 1.4)	0.955	18.2	(10.1, 32.9)	< 0.001
前交叉韧带损伤						
无	1			1		
有	8.4	(5.1, 14.0)	< 0.001	2.4	(1.1, 5.0)	0.024
任何内侧髌股关节软骨损伤 MOAKS 评分						
< 2	1			1		
≥ 2	2.5	(1.8, 3.4)	< 0.001	1.4	(0.7, 2.5)	0.335
内侧髌股关节全层损伤 MOAKS 评分						
< 2	1			1		
≥ 2	1.6	(1.2, 2.1)	0.002	1.0	(0.5, 1.8)	0.966
任何外侧髌股关节软骨损伤 MOAKS 评分						
< 2	1			1		
≥ 2	1.3	(1.0, 1.7)	0.026	2.8	(1.6, 5.2)	< 0.001
外侧髌股关节全层损伤 MOAKS 评分						
< 2	1			1		
≥ 2	1.2	(0.9, 1.6)	0.189	2.8	(1.6, 4.8)	< 0.001
内侧髌股关节骨髓病变 MOAKS 评分						
< 1	1			1		
≥ 1	0.8	(0.6, 1.1)	0.176	0.7	(0.4, 1.3)	0.252
外侧髌股关节骨髓病变 MOAKS 评分						
< 1	1			1		
≥ 1	0.9	(0.7, 1.2)	0.371	1.7	(1.0, 2.9)	0.052

表注: MOAKS 为 MRI 膝关节关节炎评分

月板外突阈值 (< 2 mm), 外侧半月板外突人群中外侧髌股关节任何软骨损伤、全层软骨损伤、骨髓病变发生率较高, 见表 4。

3 讨论 Discussion

该研究基于骨关节炎倡议数据库的公开数据, 纳入了美国 45-79 岁 1 109 名患有症状性膝骨关节炎或有膝骨关节炎发病风险的人群, 评估了内、外侧半月板外突分别与内、外侧髌股关节骨关节炎 MRI 评分的相关性。

表 4 | 半月板挤压与髌股关节损伤的关系 (n=1 059)

Table 4 | Relationship between meniscus extrusion and patellofemoral joint injury

损伤类型	内侧髌股关节损伤		外侧髌股关节损伤	
	内侧半月板外突 MOAKS < 2	内侧半月板外突 MOAKS ≥ 2	外侧半月板外突 MOAKS < 1	外侧半月板外突 MOAKS ≥ 1
任何软骨损伤				
MOAKS ≥ 2(n/%)	495/64.4	278/81.8	522/49.6	42/73.7
未调整模型	1.0	2.5(1.8, 3.4)	1.0	2.8(1.6, 5.2)
OR(95%CI)P 值		< 0.000 1		0.000 7
调整模型 1	1.0	2.4(1.7, 3.4)	1.0	2.8(1.5, 5.3)
OR(95%CI)P 值		< 0.000 1		0.001 1
调整模型 2	1.0	2.4(1.6, 3.6)	1.0	2.1(1.0, 4.5)
OR(95%CI)P 值		< 0.000 1		0.045 8
全层软骨损伤				
MOAKS ≥ 2(n/%)	170/22.1	105/30.9	231/22.0	25/43.9
未调整模型	1.0	1.6(1.2, 2.1)	1.0	2.8(1.6, 4.8)
OR(95%CI)P 值		0.001 9		0.000 2
调整模型 1	1.0	1.5(1.1, 2.0)	1.0	2.7(1.6, 4.8)
OR(95%CI)P 值		0.013 2		0.000 5
调整模型 2	1.0	1.5(1.0, 2.1)	1.0	2.3(1.1, 4.6)
OR(95%CI)P 值		0.043 9		0.021 5
任何骨髓病变				
MOAKS ≥ 1(n/%)	364/47.3	146/42.9	416/39.5	30/52.6
未调整模型	1.0	0.8(0.6, 1.1)	1.0	1.7(1.0, 2.9)
OR(95%CI)P 值		0.176 1		0.052 0
调整模型 1	1.0	0.9(0.7, 1.2)	1.0	1.7(1.0, 3.0)
OR(95%CI)P 值		0.466 0		0.053 3
调整模型 2	1.0	1.3(0.9, 1.8)	1.0	1.1(0.6, 2.1)
OR(95%CI)P 值		0.108 3		0.797 0

表注: ①调整模型 1: 年龄、性别、体质指数, 膝关节严重受伤、膝关节手术史^[6]; ②调整模型 2: 在模型 1 的基础上, 研究内侧半月板外突与内侧髌股关节结构损伤时还调整了种族、半月板撕裂、浸渍(内、外侧)、外侧半月板外突。在研究外侧半月板外突与外侧髌股关节结构损伤时还调整了种族、半月板撕裂、浸渍(内、外侧)、内侧半月板外突。MOAKS 为 MRI 膝骨关节炎评分

虽然大多数关于膝骨关节炎的研究都集中在胫骨股股关节, 但最近研究显示膝骨关节炎可能始于髌股关节, 然后发展为髌股关节和胫股关节的联合受累, 而且孤立性放射学髌股关节骨关节炎比孤立性胫股关节骨关节炎更常见, 症状相对更重^[11, 20], 当使用髌股关节全层软骨损伤、全层软骨损伤结合骨髓损伤定义髌股关节骨关节炎时, 孤立的髌股关节结构损伤不仅比孤立的胫股关节损伤更常见, 而且比髌股关节骨关节炎合并胫股关节骨关节炎的患病率更高^[21]。爬楼梯、蹲起等负重屈膝过程中, 髌股关节的应力超过人体体质量 3 倍, 膝关节解剖结构表明, 髌股关节用于分散力的接触面积比胫股关节要小得多, 由于接触面积少, 髌股关节的应力更高, 长此以往这种高应力会导致髌股关节软骨损伤加速, 髌股关节软骨可能比胫股关节软骨损伤更常见^[21-22]。髌股关节骨关节炎有年龄、性别、体质指数、滑车形态异常、髌骨骨折等众多危险因素^[23], 但半月板外突与髌股关节炎之间发展关系尚不清楚。从半月板解剖上看, 与外侧半月板解剖因素不同, 内侧半月板能更牢固地附着在胫骨和内侧副韧带上, 外侧半月板更具活动性, 不能牢固地锚定到外侧副韧带上。内侧半月板活动度小, 而且膝关节内侧承受的负荷较大, 导致人内侧半月板损伤发生率更高。在此次研究中, 内侧半月板病理状态(21.0% 撕裂, 23.8% 浸渍, 30.7% 外突)的患病率高于外侧半月板(11.0% 撕裂, 2.5% 浸渍, 5.1% 外突)。半

月板外突人群中髌股关节软骨损伤的患病率升高, 表明胫骨股股关节并不是唯一受半月板病变影响的膝关节。内侧半月板外突是膝骨关节炎进展的独立预测因子, 与膝关节疼痛、胫股关节软骨缺失有关, 半月板挤压可导致半月板高度下降以及胫骨平台覆盖率降低, 导致胫、股骨接触力学改变^[5, 24], 股骨或胫骨的固定旋转对髌股关节接触面积和压力有显著影响, 导致髌股关节接触压力升高, 髌股关节病理状态的决定因素是膝关节生物力学的紊乱^[25], 目前可使用支具、康复运动等方法对轻中度髌股关节进行治疗^[26-27], 还有使用组织工程半月板支架治疗半月板外突的研究^[28]。半月板胫骨韧带损伤可致半月板挤压, 重建半月板稳定性可恢复半月板功能, 降低与半月板缺失所致的膝骨关节炎风险^[29]。胫骨高位截骨术被认为是膝骨关节炎的一种成功保膝手术^[30], 最近有研究表明, 胫骨高位截骨术可减少内侧半月板突出, 并改善患者膝关节和恢复关节活动^[31], OTSUKI 等^[32]认为混合式胫骨高位截骨术是治疗膝内翻合并髌股骨关节炎的首选手术。

该研究的优势包括具有广泛年龄范围的基于人群的样本, 可推广到髌股关节骨关节炎人群, 与之前研究使用 1.0 T MRI、WORMS 评分相比^[5, 33], 该研究使用有较高的成像分辨率、成像更有优势的 3.0T MRI 以及更新的 MOAKS 评分, 在明确半月板外突阈值情况下, 分别对内、外半月板外突与髌股关节骨关节炎 MRI 特征进行分析探讨。半月板撕裂、浸渍与半月板外突呈正相关^[18, 34], 该研究还参考相关文献及临床意义对许多潜在混杂因素进行调整, 在调整混杂因素后(调整模型 2), 内侧半月板外突与内侧髌股关节软骨损伤 OR 值有所降低, 但仍呈正相关, 内侧半月板外突与内侧髌股关节骨髓病变调整前后均无关; 在调整混杂因素后(调整模型 2), 外侧半月板外突与外侧髌股关节软骨损伤 OR 值有所降低, 但仍呈正相关, 外侧半月板外突与外侧髌股关节骨髓病变调整前呈正相关, 调整后无关。

该研究也有一定的局限性。首先, 由于该研究为横断面研究, 无法阐明半月板外突与髌股关节骨关节炎之间的因果关系, 需要对它们之间的因果关系进行纵向研究, 有纵向研究表明, 经 2 年的随访, 对于没有外侧半月板外突的人群, 有外侧半月板外突的人群 2 年后外侧髌股关节软骨损伤恶化的风险更大 [RR: 1.7 (95% CI: 1.2-2.5)]^[5]。然而, 仍需要进一步研究内、外侧半月板在生物力学等方面如何影响髌股关节间室软骨损伤, 以及提高对半月板病理状态、髌股关节骨关节炎的诊疗等。

作者贡献: 所有作者均参与了文章的构思, 第一作者完成初稿, 通讯作者审核。

利益冲突: 文章的全部作者声明, 在课题研究和文章撰写过程中不存在利益冲突。

开放获取声明: 这是一篇开放获取文章, 根据《知识共享许可协议》“署名-非商业性使用-相同方式共享 4.0”条款, 在合理引用的情况下, 允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展, 同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献, 并为之建立索引, 用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

版权转让: 文章出版前全体作者与编辑部签署了文章版权转让协议。

出版规范: 该文章撰写遵守国际医学期刊编辑委员会《观察性临床研究指南》(STROBE 指南); 文章出版前已经过专业反剽窃文献检测系统进行 3 次文字和图表查重; 文章经小同行外审专家双盲审稿, 同行评议认为文章符合期刊发稿宗旨。

4 参考文献 References

- [1] SHARMA L. Osteoarthritis of the Knee. *N Engl J Med.* 2021;384(1):51-59.
- [2] ENGLUND M, ROEMER FW, HAYASHI D, et al. Meniscus pathology, osteoarthritis and the treatment controversy. *Nat Rev Rheumatol.* 2012;8(7):412-419.
- [3] POULSEN E, GONCALVES GH, BRICCA A, et al. Knee osteoarthritis risk is increased 4-6 fold after knee injury- a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2019;53(23):1454-1463.
- [4] 国家老年疾病临床医学研究中心 (湘雅医院), 中华医学会骨科学分会关节外科学组. 中国髌股关节骨关节炎诊疗指南 (2020 年版) [J]. *中华骨科杂志.* 2020,40(18):1227-1234.
- [5] HART HF, CROSSLEY KM, FELSON D, et al. Relation of meniscus pathology to prevalence and worsening of patellofemoral joint osteoarthritis: the Multicenter Osteoarthritis Study. *Osteoarthritis Cartilage.* 2018;26(7):912-919.
- [6] ANTONY B, DRIBAN JB, PRICE LL, et al. The relationship between meniscal pathology and osteoarthritis depends on the type of meniscal damage visible on magnetic resonance images: data from the Osteoarthritis Initiative. *Osteoarthritis Cartilage.* 2017;25(1):76-84.
- [7] CHIBA D, SASAKI E, OTA S, et al. US detection of medial meniscus extrusion can predict the risk of developing radiographic knee osteoarthritis: a 5-year cohort study. *Eur Radiol.* 2020;30(7):3996-4004.
- [8] SWAMY N, WADHWA V, BAJAJ G, et al. Medial meniscal extrusion: Detection, evaluation and clinical implications. *Eur J Radiol.* 2018;102:115-124.
- [9] EVERHART JS, MAGNUSSEN RA, ABOULOUD MM, et al. Meniscus tears accelerate joint space loss and lateral meniscal extrusion increases risk of knee arthroplasty in middle-aged adults. *J Orthop Res.* 2020;38(11):2495-2504.
- [10] LIU Y, DU G, LI X. Threshold for lateral meniscal body extrusion on MRI in middle-aged and elderly patients with symptomatic knee osteoarthritis. *Diagn Interv Imaging.* 2020;101(10):677-683.
- [11] LANKHORST NE, DAMEN J, OEI EH, et al. Incidence, prevalence, natural course and prognosis of patellofemoral osteoarthritis: the Cohort Hip and Cohort Knee study. *Osteoarthritis Cartilage.* 2017;25(5):647-653.
- [12] KOBAYASHI S, PAPPAS E, FRANSEN M, et al. The prevalence of patellofemoral osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Osteoarthritis Cartilage.* 2016;24(10):1697-1707.
- [13] HART HF, STEFANIK JJ, WYNDOW N, et al. The prevalence of radiographic and MRI-defined patellofemoral osteoarthritis and structural pathology: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2017;51(16):1195-1208.
- [14] LI Z, LIU Q, ZHAO C, et al. High prevalence of patellofemoral osteoarthritis in China: a multi-center population-based osteoarthritis study. *Clin Rheumatol.* 2020;39(12):3615-3623.
- [15] PETERFY CG, SCHNEIDER E, NEVITT M. The osteoarthritis initiative: report on the design rationale for the magnetic resonance imaging protocol for the knee. *Osteoarthritis Cartilage.* 2008;16(12):1433-1441.
- [16] HUNTER DJ, GUERMAZI A, LO GH, et al. Evolution of semi-quantitative whole joint assessment of knee OA: MOAKS (MRI Osteoarthritis Knee Score). *Osteoarthritis Cartilage.* 2011;19(8):990-1002.
- [17] COLLINS JE, LOSINA E, NEVITT MC, et al. Semiquantitative Imaging Biomarkers of Knee Osteoarthritis Progression: Data From the Foundation for the National Institutes of Health Osteoarthritis Biomarkers Consortium. *Arthritis Rheumatol.* 2016;68(10):2422-2431.
- [18] 刘新光, 丁冉, 刘晨, 等. 内侧半月板半脱位的相关因素分析 [J]. *中国矫形外科杂志.* 2021,29(6):503-506.
- [19] KOHN MD, SASSOON AA, FERNANDO ND. Classifications in Brief: Kellgren-Lawrence Classification of Osteoarthritis. *Clin Orthop Relat Res.* 2016;474(8):1886-1893.
- [20] STEFANIK JJ, GUERMAZI A, ROEMER FW, et al. Changes in patellofemoral and tibiofemoral joint cartilage damage and bone marrow lesions over 7 years: the Multicenter Osteoarthritis Study. *Osteoarthritis Cartilage.* 2016;24(7):1160-1166.
- [21] STEFANIK JJ, NIU J, GROSS KD, et al. Using magnetic resonance imaging to determine the compartmental prevalence of knee joint structural damage. *Osteoarthritis Cartilage.* 2013;21(5):695-699.
- [22] TREPCZYNSKI A, KUTZNER I, KORNAPOULOS E, et al. Patellofemoral joint contact forces during activities with high knee flexion. *J Orthop Res.* 2012;30(3):408-415.
- [23] 雷光华. 髌股关节骨关节炎的诊疗现状 [J]. *医学临床研究.* 2020, 37(5):641-645.
- [24] BLOECKER K, WIRTH W, GUERMAZI A, et al. Longitudinal change in quantitative meniscus measurements in knee osteoarthritis--data from the Osteoarthritis Initiative. *Eur Radiol.* 2015;25(10):2960-2968.
- [25] LEE TQ, MORRIS G, CSINTALAN RP. The influence of tibial and femoral rotation on patellofemoral contact area and pressure. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003;33(11):686-693.
- [26] COLLINS NJ, BARTON CJ, VAN MIDDELKOOP M, et al. 2018 Consensus statement on exercise therapy and physical interventions (orthoses, taping and manual therapy) to treat patellofemoral pain: recommendations from the 5th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Gold Coast, Australia, 2017. *Br J Sports Med.* 2018; 52(18):1170-1178.
- [27] MILLS K, HUNTER DJ. Patellofemoral joint osteoarthritis: an individualised pathomechanical approach to management. *Best Pract Res Clin Rheumatol.* 2014;28(1):73-91.
- [28] GUO W, LIU S, ZHU Y, et al. Advances and Prospects in Tissue-Engineered Meniscal Scaffolds for Meniscus Regeneration. *Stem Cells Int.* 2015;2015:517520.
- [29] PALETTA GA JR, CRANE DM, KONICEK J, et al. Surgical Treatment of Meniscal Extrusion: A Biomechanical Study on the Role of the Medial Meniscotibial Ligaments With Early Clinical Validation. *Orthop J Sports Med.* 2020;8(7):2325967120936672.
- [30] OLLIVIER B, BERGER P, DEPUYDT C, et al. Good long-term survival and patient-reported outcomes after high tibial osteotomy for medial compartment osteoarthritis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2021;29(11):3569-3584.
- [31] ASTUR DC, NOVARETTI JV, GOMES ML, et al. Medial Opening Wedge High Tibial Osteotomy Decreases Medial Meniscal Extrusion and Improves Clinical Outcomes and Return to Activity. *Orthop J Sports Med.* 2020;8(4):2325967120913531.
- [32] OTSUKI S, MURAKAMI T, OKAMOTO Y, et al. Hybrid high tibial osteotomy is superior to medial opening high tibial osteotomy for the treatment of varus knee with patellofemoral osteoarthritis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019;27(4):1332-1338.
- [33] PETERFY CG, GUERMAZI A, ZAIM S, et al. Whole-Organ Magnetic Resonance Imaging Score (WORMS) of the knee in osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage.* 2004;12(3):177-190.
- [34] CREMA MD, ROEMER FW, FELSON DT, et al. Factors associated with meniscal extrusion in knees with or at risk for osteoarthritis: the Multicenter Osteoarthritis study. *Radiology.* 2012;264(2):494-503.

(责任编辑: MZH, ZN, ZH)