

论著·临床研究

股骨滑车发育不良患者髌骨形态的 MRI 测量研究

林小慧¹, 杨雨蒙¹, 唐锐¹, 聂蕾¹, 李晓兰^{1△}, 张瑞珂²

(1. 重庆医科大学附属大学城医院放射科, 重庆 401331; 2. 重庆医科大学附属第一医院放射科, 重庆 400016)

[摘要] **目的** 通过膝关节磁共振成像(MRI)平扫分析股骨滑车发育不良(FTD)患者的髌骨形态学。**方法** 选择 2015 年 1 月 1 日至 2022 年 3 月 10 日在重庆医科大学附属第一医院行膝关节 MRI 平扫的 133 例 FTD 患者作为病例组,并选择同期 67 例滑车正常的患者作为对照组。根据性别及 FTD 的严重程度,将病例组分为男性低级别 FTD 组(ML 组)、男性高级别 FTD 组(MH 组)、女性低级别 FTD 组(FL 组)、女性高级别 FTD 组(FH 组),将对照组分为男性对照组(MC 组)、女性对照组(FC 组)。所有检查均使用相同的 MRI 扫描仪进行。在 MRI 轴位及矢状位上分别测量各组患者髌骨的宽度、厚度、Wiberg 软骨角、Wiberg 软骨下角、Wiberg 指数、Wiberg 分型和前后径、长轴长度,以及对髌后软骨的厚度及损伤情况进行评估。**结果** FTD 患者的髌骨更窄、更薄、更短,整体形态更短小,髌骨外侧关节面占比更高,髌骨关节面的软骨角比骨性角度更大,髌后软骨更厚($P<0.05$);随 FTD 程度的加重,髌骨的外侧关节面越宽,内侧关节面发育短窄,形态不稳定者占比更高($P<0.05$);髌软骨损伤的概率与 FTD 的严重程度、性别之间无明显相关性($P>0.05$);男性较女性的髌骨整体上更宽、更厚、更长,髌骨软骨面更平坦,矢状位上的髌后软骨更厚,差异均有统计学意义($P<0.05$),而女性髌骨的形态随 FTD 严重程度的增加更偏小。**结论** FTD 患者会并发髌骨发育不良,且髌骨的骨性形态与软骨形态不具有一致性;FTD 所导致的髌股关节应力改变应是髌骨形态异常的重要致病因素;髌软骨损伤的概率与 FTD 的严重程度、性别之间无相关性;髌骨的形态具有性别差异,且女性髌骨形态更易受到 FTD 严重程度的影响。

[关键词] 股骨滑车发育不良; 髌骨; 髌软骨; 形态学; 磁共振成像

DOI:10.3969/j.issn.1009-5519.2023.16.013

中图法分类号:R445.2

文章编号:1009-5519(2023)16-2761-07

文献标识码:A

MRI measurement of patellar morphology in patients with femoral trochlear dysplasia

LIN Xiaohui¹, YANG Yumeng¹, TANG Rui¹, NIE Lei¹, LI Xiaolan^{1△}, ZHANG Ruike²

(1. Department of Radiology, University-Town Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 401331, China; 2. Department of Radiology, The First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China)

[Abstract] **Objective** To evaluate the morphology of patella in patients with femoral trochlear dysplasia (FTD) on magnetic resonance imaging (MRI) plain scan of knee joint. **Methods** A total of 133 patients diagnosed with FTD by knee joint MRI plain scan in the First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University from January 1, 2015 to March 10, 2022 were collected as the study group, and 67 patients with normal trochlear at the same time were selected as the control group. According to gender and the severity of FTD, the study group was divided into the male low-level FTD group (Group ML), the male high-level FTD group (Group MH), the female low-level FTD group (Group FL), and the female high-level FTD group (Group FH). The control group was divided into the male control group (Group MC) and the female control group (Group FC). All examinations were performed with the same MRI scanner. The width, thickness, Wiberg cartilage angle, Wiberg subchondral angle, Wiberg index, Wiberg classification, anteroposterior diameter and long axis length were measured in transverse and sagittal MRI of the knee joint, respectively, and the thickness and damage of retropatellar cartilage were evaluated similarly. **Results** In FTD patients, the patella was narrower, thinner and shorter, the overall shape was shorter, the proportion of the lateral articular surface of the patella was higher, the cartilage angle of the articular surface of the patella was larger than the bone angle, and the

retropatellar cartilage was thicker ($P<0.05$). With the severity of FTD, the lateral articular surface of the patella was wider, the medial articular surface was short and narrow, and the proportion of protrusion was higher ($P<0.05$). There was no significant correlation among the probability of retropatellar cartilage injury, the severity of FTD, gender ($P>0.05$). The patella of male was wider, thicker, and longer than that of female, with a flatter patellar cartilage surface and thicker retropatellar cartilage in the sagittal view, and the differences were statistically significant ($P<0.05$). With the increase of FTD severity, the overall morphology of female patella was smaller. **Conclusion** FTD patients are complicated with patellar dysplasia, and the bone morphology of patella is inconsistent with that of cartilage. The stress change of patellofemoral joint caused by FTD should be an important pathogenic factor of patella morphological abnormality. There was no correlation between the probability of patellar cartilage injury and the severity and gender of FTD. Patella morphology has gender differences, and female patella morphology is more likely to be affected by FTD severity.

[Key words] Femoral trochlear dysplasia; Patella; Patellar cartilage; Morphology; Magnetic resonance imaging

股骨滑车与髌骨关节面及其相邻组织结构共同构成髌股关节,其运动主要依赖于髌骨与滑车间的正常位置关系,而股骨滑车发育不良(FTD)是引起临床髌股关节不稳、髌骨脱位的重要原因。在过去几十年中,FTD 患者的滑车本身形态改变及其伴随发生的髌股关节、胫股关节等其他结构形态改变一直是研究的热点^[1-5],其中,对于 FTD 患者的髌骨形态的相关研究多是集中在分析髌骨的位置变化、髌腱软组织形态改变等^[4-5],针对髌骨本身形态学改变相关的研究却较少。

髌骨作为人体最大的籽骨,是构成膝关节的重要组成部分,生物学功能极大地依赖于髌股关节的匹配性^[6]。在膝运动中,以髌后软骨承受的压力最为显著。有研究表明,关节软骨损伤是导致髌骨软化症、髌股关节骨性关节炎发生的早期病变之一^[7],而此前对于髌骨形态的研究多是基于 CT 图像,对髌骨的软骨形态关注较少^[8],髌股关节的滑车软骨与骨性解剖结构存在一定的不对称性^[9]。目前,关于髌骨脱位的治疗措施有多种,其中对于伴 FTD 的髌骨脱位患者,多建议其行外侧滑车抬高术、滑车沟加深术、Bereiter 滑车成形术^[10]等,为获得术后更好的稳定轨迹,提高患者的预后,髌软骨的损伤、软骨关节与骨关节的匹配应当在术前即得到关注。磁共振成像(MRI)可以显示 CT 扫描时忽略的软骨形态、损伤等,矢状面上的形态也能帮助医生完善对髌骨整体形态改变的认知,另外考虑到髌骨形态具有性别差异^[11-12],而目前尚缺乏这方面研究。因此,本研究在加入性别对照组后,选择应用 MRI 对 FTD 患者的髌骨骨性及软骨形态进行评估,旨在明确不同性别、不同程度 FTD 与髌骨 MRI 断层解剖形态的相关性,提示临床在进行外侧滑车抬高术、滑车沟加深术、滑车成形术等操作时,需注重术前对于膝关节运动轨迹的设计,并且应及时做到

术中损伤髌软骨的修复,从而提高患者预后。现将本文研究结果报道如下。

1 资料与方法

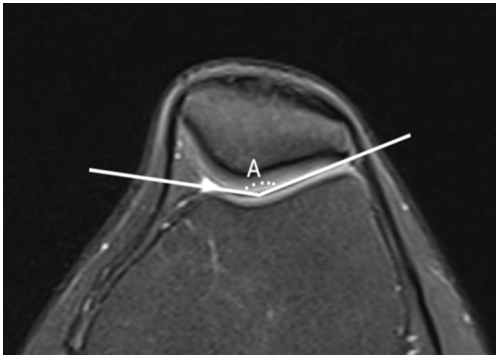
1.1 一般资料

1.1.1 病例选择 本研究回顾性选取 2015 年 1 月 1 日至 2022 年 3 月 10 日在重庆医科大学附属第一医院行膝关节 MRI 平扫检查的患者,年龄 17~45 岁,排除膝关节骨折、髌骨脱位后未复位、发育变异或关节变形(二分髌骨、严重类风湿性关节炎等)、手术(膝关节置换术等)及 MRI 图像质量差(运动伪影等)。共选取经 MRI 诊断为 FTD 的患者 133 例(膝关节 151 例)为病例组,其中男 57 例(膝关节 63 例),平均年龄(30.6 ± 7.7)岁;女 87 例(膝关节 88 例),平均年龄(32.1 ± 7.6)岁。另选取相同年龄段内膝关节 MRI 平扫无明显异常或仅有膝关节少量积液的患者 67 例(膝关节 72 例)为对照组,其中男 33 例(膝关节 35 例),平均年龄(30.9 ± 6.0)岁;女 34 例(膝关节 37 例),平均年龄(29.7 ± 5.6)岁。

1.1.2 FTD 的 MRI 诊断及分级标准 首先确定滑车软骨沟角,选择在膝关节轴位图像从近端至远端第一层完整显示股骨髁上轴位层面测量^[13],滑车软骨沟角为滑车内、外侧前髌关节面软骨切线间形成的夹角 $\angle A$ (图 1)^[14],根据滑车软骨沟角的大小,将滑车形态分为 OBC 4 型^[15-16],其中 OBC 0 型为正常滑车,本次病例组未纳入;OBC 1 型为滑车软骨沟角 $145^{\circ}\sim<180^{\circ}$,FTD 程度为轻微,归为低级别 FTD;OBC 2、3 型为滑车沟角大于或等于 180° ,FTD 程度为中等及严重,归为高级别 FTD。

1.1.3 分组 根据性别,将病例组分为男性病例组(MS 组)、女性病例组(FS 组),对照组分为男性对照组(MC 组)、女性对照组(FC 组)。根据 FTD 的级别,病例组最终分为 4 个亚组:男性低级别 FTD 组(ML

组)、男性高级别 FTD 组(MH 组)、女性低级别 FTD 组(FL 组)、女性高级别 FTD 组(FH 组)。本研究为回顾性研究,所有患者均于行膝关节 MRI 检查前已知悉相关禁忌证并知情同意。



注:滑车内、外侧前髌关节面软骨切线间形成的夹角 $\angle A$ 。

图 1 滑车软骨沟角

1.2 方法

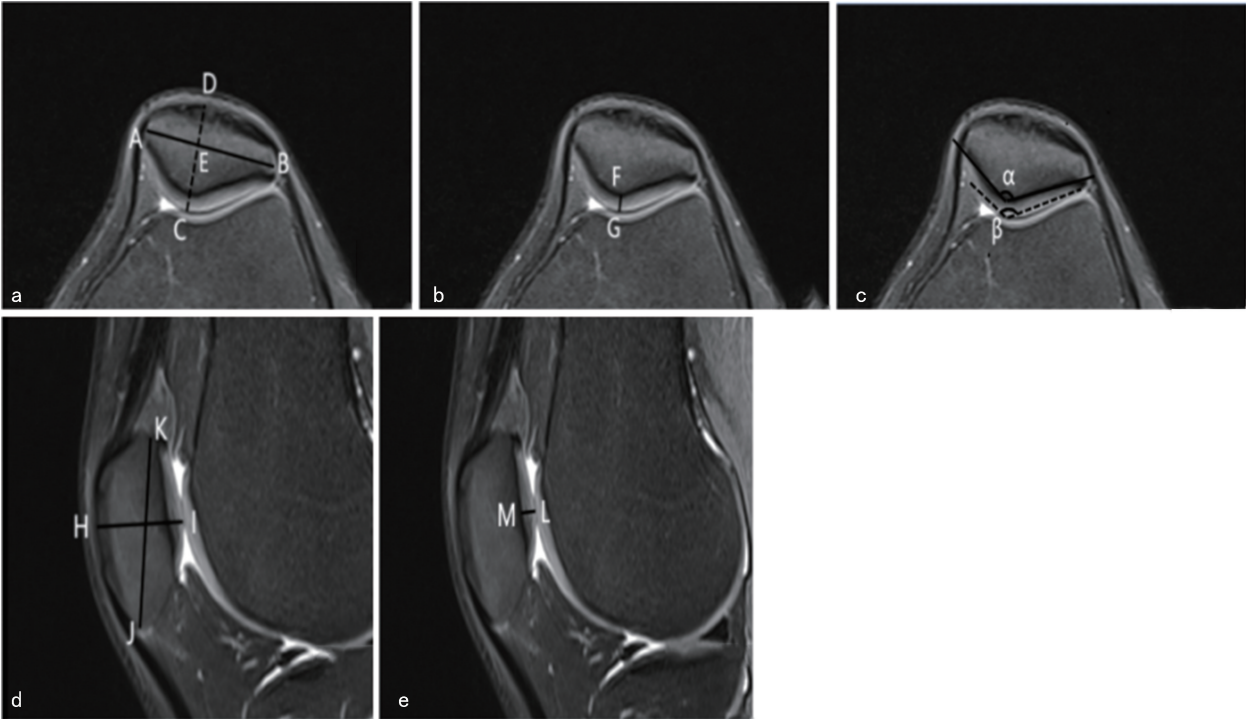
1.2.1 扫描参数 所有检查均使用相同的德国西门子 1.5T MAGNETOM ESSENZA 成像设备,受试者呈仰卧位,脚先进,采用四肢矩阵膝线圈,线圈中心对准髌骨下缘。扫描参数:T1WI,TR 277 ms,TE 13 ms;T2WI,TR 3 350 ms,TE 116 ms;PDWI,TR

2 200 ms,TE 39 ms;FOV 16 cm,矩阵 256 mm × 256 mm,层厚 4 mm。扫描范围:从股骨近端往远端扫描,包括髌骨的上方至胫骨结节水平。

1.2.2 图像评估与测量 MRI 成像所有数据均在 PD-T2WI 序列图像上进行测量,由 2 名经验丰富的影像科医生独立完成计算及评估,定量数据取两者的平均值统计,定性数据如出现分歧时由 2 名医生商议决定结果。具体测量指标如下。

1.2.2.1 轴位参数 选择 MRI 轴位髌骨最大层面,分别测量髌骨宽度、厚度、髌骨外侧面横向长度、髌后软骨厚度(轴)、Wiberg 软骨角、Wiberg 软骨下角共 6 组定量数据(图 2),其中 Wiberg 指数定性数据为髌骨的 Wiberg 分型,依据 1941 年 FICAT 等提出的 Wiberg 3 种髌骨形态^[17]进行分型,I 型(稳定型):内外侧关节面基本等宽;II 型(相对稳定型):内侧关节面凹陷,窄于外侧关节面;III 型(不稳定型):内侧关节面突出,髌中央嵴较 II 型髌骨更偏中线内侧。

1.2.2.2 矢状位参数 选择 MRI 矢状位上髌骨最大层面,分别测量髌骨前后径、长轴长度、髌后软骨厚度(矢)共 3 组定量数据(图 2)。



注:a.髌骨宽度 AB:髌骨内侧缘 A 与外侧缘 B 之间的距离;髌骨厚度 CD:髌骨后极软骨 C 与前极 D 之间的距离;Wiberg 指数:髌骨外侧面横向长度 BE 与髌骨宽度 AB 的比值;b.髌后软骨厚度(轴)GF:髌骨后极软骨 G 到软骨下骨 F 的距离^[18];c. Wiberg 软骨角($\angle\beta$):髌骨内侧关节软骨面与外侧关节软骨面切线形成的夹角;Wiberg 软骨下角($\angle\alpha$):髌骨内侧关节软骨下骨面与外侧关节软骨下骨面切线形成的夹角;d.髌骨前后径 HI:髌骨前极 H 到后极软骨 I 的距离;长轴长度 JK:髌骨上下极间的最长长度;e.髌后软骨厚度(矢)LM:髌骨后缘软骨 L 到软骨下骨 M 的距离。

图 2 轴位髌骨形态学参数的测量

1.2.2.3 髌软骨损伤的评估 选择 MRI 轴位观察,髌软骨损伤的确诊依据 Recht 标准^[19],I 级:软骨内

局限性低信号区;Ⅱ级:软骨局部缺损,缺损深度小于全层 1/2;Ⅲ级:软骨局部缺损,缺损深度在全层 1/2 与完全剥脱之间;Ⅳ级:软骨全层剥脱,伴或不伴软骨下骨质信号的改变。根据髌软骨损伤的位置分为外侧关节面、内侧关节面。

1.3 统计学处理 所有参数采用 SPSS 25.0 统计软件及 Graphpad Prism 9.3.1 软件处理,试验数据均使用 Shapiro-Wilk 方法进行正态检验,正态数据表达为 $\bar{x} \pm s$,使用独立两样本 Student's *t* 检验进行 2 组指标之间的统计学检验,对于偏态数据用 $M(P_{25}, P_{75})$ 表达,使用秩和检验进行 2 组指标之间的统计学检验;对于分类资料变量用率或构成比表示,采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基线数据比较 MS 组共纳入患者膝关节 63 例(左/右:31/32),患者平均年龄(30.6 ± 7.7)岁;MC 组共纳入患者膝关节 35 例(左/右:20/15),患者平均年龄(30.9 ± 6.0)岁,2 组患者间年龄、侧别资料比较,差异均无统计学意义($P_{\text{年龄}} = 0.868, P_{\text{侧别}} = 0.451$)。FS 组共纳入患者膝关节 88 例(左/右:43/45),患者平均年龄(31.8 ± 7.3)岁;FC 组共纳入患者膝关节 37 例(左/右:20/17),患者平均年龄(29.9 ± 5.3)岁,2 组患者间年龄、侧别资料比较,差异均无统计学意义($P_{\text{年龄}} = 0.083, P_{\text{侧别}} = 0.637$)。

2.2 髌骨形态与性别的相关性 病例组及对照组中,男性与女性的髌骨形态学数据均存在差异:从骨性形态而言,男性患者的髌骨宽度、厚度、前后径、长轴长度均大于女性,差异均有统计学意义($P_{\text{病例组}} < 0.001, P_{\text{对照组}} < 0.001$),而男性患者的髌骨 Wiberg 软骨下骨角、Wiberg 指数、Wiberg 分型与女性比较,差异均无统计学意义(病例组: $P_{\text{Wiberg 软骨下骨角}} = 0.132, P_{\text{Wiberg 指数}} = 0.789, P_{\text{Wiberg 分型}} = 0.128$;对照组: $P_{\text{Wiberg 软骨下骨角}} = 0.137, P_{\text{Wiberg 指数}} = 0.659, P_{\text{Wiberg 分型}} = 0.188$);从软骨形态而言,男性患者髌骨的 Wiberg 软骨角大于女性,差异均有统计学意义($P_{\text{病例组}} = 0.039, P_{\text{对照组}} = 0.009$),矢状面髌后软骨厚于女性,差异均有统计学意义($P_{\text{病例组}} = 0.023, P_{\text{对照组}} = 0.003$),而轴位髌后软骨厚度与女性比较,差异均无统计学意义($P_{\text{病例组}} = 0.153, P_{\text{对照组}} = 0.128$)。另外, FH 组患者的髌骨宽度、厚度及前后径的值均较 FL 组偏小一些,差异均有统计学意义($P_{\text{宽度}} = 0.039, P_{\text{厚度}} = 0.008, P_{\text{前后径}} = 0.013$),男性病例组中尚未观察到该种差异($P_{\text{宽度}} = 0.220, P_{\text{厚度}} = 0.868, P_{\text{前后径}} = 0.716$)。见图 3。

2.3 髌骨的骨性关节面和软骨关节面弧度存在差

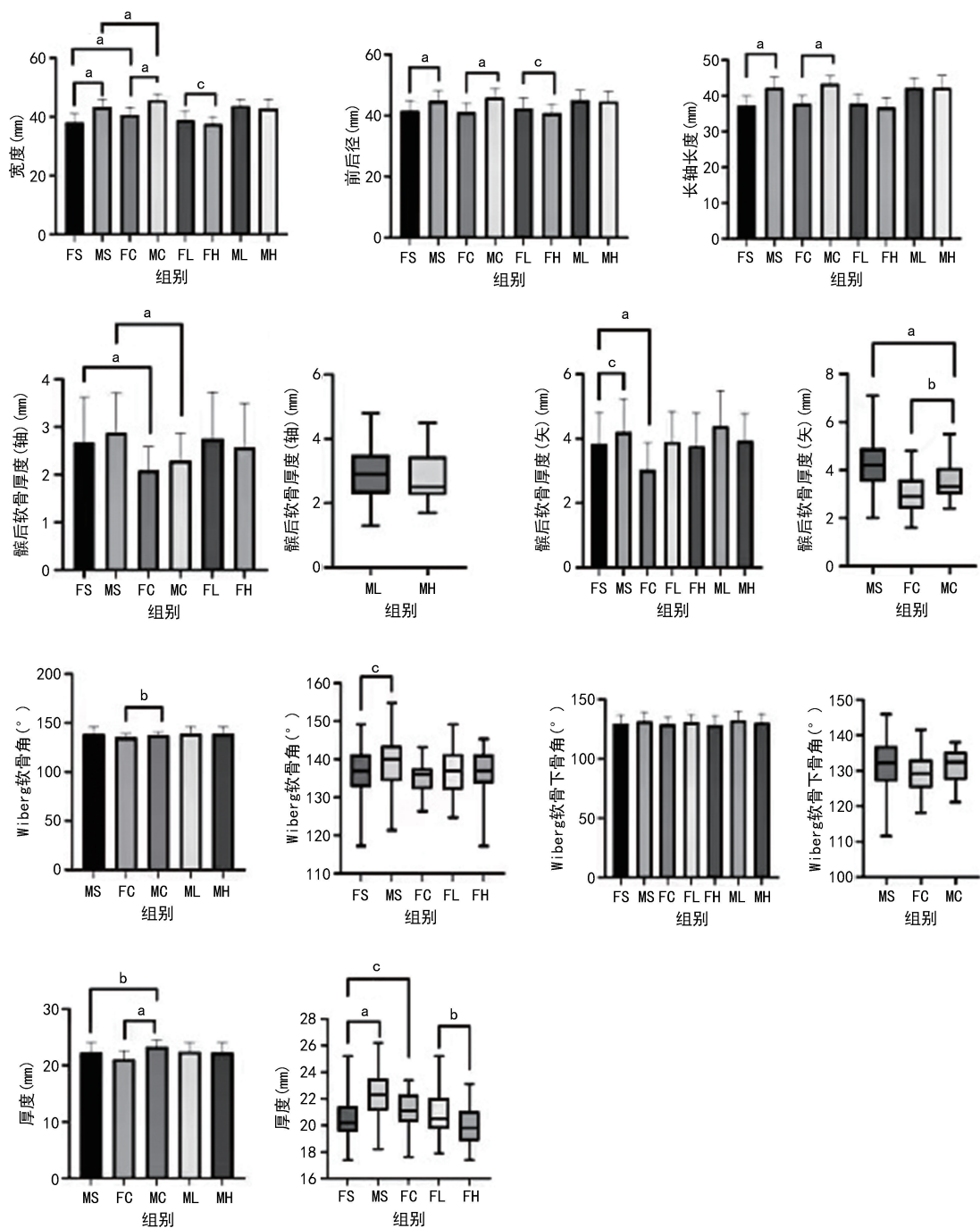
异 MS、FS、MC、FC 组中 Wiberg 软骨角比同组软骨下角更大,差异均有统计学意义($P < 0.001$)。见图 3。

2.4 FTD 患者与滑车正常患者的髌骨形态存在差异 不论性别,病例组中 FTD 患者的髌骨与对照组患者正常髌骨形态均具有差异:从骨性形态而言,与对照组比较,病例组患者的宽度更窄($P_{\text{男性}} < 0.001, P_{\text{女性}} < 0.001$),厚度更薄($P_{\text{男性}} = 0.004, P_{\text{女性}} = 0.024$),Wiberg 指数更大($P_{\text{男性}} = 0.002, P_{\text{女性}} = 0.001$);而 2 组不同性别患者前后径、长轴长度、Wiberg 软骨下角比较,差异均无统计学意义(男性: $P_{\text{前后径}} = 0.112, P_{\text{长轴长度}} = 0.060, P_{\text{Wiberg 软骨下角}} = 0.497$;女性: $P_{\text{前后径}} = 0.298, P_{\text{长轴长度}} = 0.303, P_{\text{Wiberg 软骨下角}} = 0.536$);从软骨形态而言,与对照组比较,病例组患者轴位和矢状位的髌后软骨均更厚,差异均有统计学意义($P_{\text{男性}} < 0.001, P_{\text{女性}} < 0.001$),而 2 组不同性别患者 Wiberg 软骨角比较,差异均无统计学意义($P_{\text{男性}} = 0.156, P_{\text{女性}} = 0.096$)。见图 3。

不论性别,高级别组(MH、FH 组)患者的髌骨均较低级别组(ML、FL 组)的 Wiberg 指数更大,差异均有统计学意义($P_{\text{男性}} = 0.029, P_{\text{女性}} = 0.002$),而各组间不同性别患者髌骨的宽度、厚度、前后径、长轴长度及 Wiberg 软骨下角、Wiberg 软骨角、髌后软骨厚度比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),见图 3。

对于髌软骨损伤的情况,在低级别组中髌骨无损伤者共 75 例(占 87.2%),有损伤者共 11 例(占 12.8%),高级别组髌骨无损伤者共 49 例(占 75.4%),有损伤者共 16 例(占 24.6%),2 组间有损伤者所占比例的差异无统计学意义($P = 0.060$);分别对比 ML 组和 MH 组、FL 组和 FH 组,2 组间有损伤者所占比例的差异均无统计学意义($P_{\text{男性}} = 0.708, P_{\text{女性}} = 0.076$)。低级别组中,髌骨损伤发生在外侧关节面共 10 例(占 90.9%),内侧关节面共 1 例(占 9.1%),高级别组中,髌骨损伤发生在外侧关节面共 15 例(占 93.8%),内侧关节面共 1 例(占 6.3%)。

由于髌骨 Wiberg 分型分布的性别差异不具有统计学意义,作者直接对比了病例组与对照组的髌骨 Wiberg 分型,病例组中,Wiberg I 型占比 4.0%,Wiberg II 型占比 49.7%,Wiberg III 型占比 46.4%;对照组中,Wiberg I 型占比 4.2%,Wiberg II 型占比 79.2%,Wiberg III 型占比 16.7%,2 组间比较,差异有统计学意义($P < 0.001$)。病例组中,随着 FTD 程度的加重,Wiberg III 型占比更高,低级别组占比 39.5%,高级别组占比 63.1%,二者比较,差异有统计学意义($P < 0.05$)。



注：^a $P<0.001$ ，^b $P<0.01$ ，^c $P<0.05$ 。

图3 各组髌骨宽度、前后径、长轴长度、厚度及髌后软骨厚度(轴)、髌后软骨厚度(矢)、髌骨 Wiberg 软骨角、Wiberg 软骨下骨角比较

3 讨 论

FTD是引起髌股关节不稳、髌骨脱位的最重要危险因素之一,对于FTD患者,目前研究多探索滑车本身的形态异常及髌骨位置的改变等,鲜有研究髌骨本身的形态变化,且髌后软骨作为全身最厚的关节软骨,其厚度及形态的改变是否会对髌骨形态产生影响仍未可知。

本研究主要结果显示是FTD患者会伴随髌骨的发育不良,髌骨的骨性形态与软骨形态不具有一致性。首先,与正常髌骨相比,FTD患者的髌骨更窄、更

薄、更短,整体形态更短小,髌骨外侧关节面占比更高,这与部分学者在CT图像上观察到的结果一致^[8,20],这论证了FTD患者也会导致髌骨的骨性结构发育不良,髌骨内侧关节面发育短小,进一步研究发现,这与性别和是否患FTD无关,髌骨的骨性形态与软骨形态不具有 consistency,其主要反映在髌骨的关节面软骨角和骨性角度的不同,关节软骨角比软骨下角角度更大,这意味着软骨层面的关节面更加平坦,在临床工作中,例如膝关节置换术前,如果医生只依赖CT图像对髌骨的骨性结构进行评估,而忽视了髌软骨的

形态结构,术后则极有可能造成髌软骨对位不佳,髌股关节运动轨迹吻合不良,引起患者预后欠佳。此外,FTD 患者的髌后软骨厚度也较正常人更厚一些,这与此前对髌后软骨厚度的相关研究^[11]结果相悖,该研究指出 FTD 患者的髌后软骨厚度与对照组的几乎相同,但该研究的测量层面局限于轴位,而本研究对轴位及矢状位上的髌后软骨厚度均进行了测量,研究层面不同,这可能与髌骨关节面的关节软骨覆盖不同有关;而 FTD 患者在伴随着髌骨骨性发育不良的情况下,髌后软骨的增厚或许是一种代偿机制的形成:髌骨作为人体结构中最大的籽骨,在运动过程中以髌软骨承受的压力为著,膝关节在伸屈活动时,髌骨与股骨滑车间的位置关系也受到改变,从而使运动造成的压力可以均匀覆盖于髌股关节的不同关节面,当髌骨骨性结构发育不良时,髌软骨可能会有代偿性增厚的趋向,以维持髌骨轨迹的稳定性,这种增厚可能是均匀性的,因为在本研究中髌骨关节面的形态并未受到影响,受样本量的局限性,未来还需要进一步的研究来探索这一机制。另外,相关的动物实验表明,单一层面所测量的软骨厚度不能完全反映整体形态的不同^[21],这在未来的研究中,可能需要通过增加关节软骨的测量层面来减小误差。

随着 FTD 程度的加重,髌骨的外侧关节面越宽,内侧关节面发育短窄,突出的占比更高,髌骨关节面与滑车前部的接触面积减少,这导致了髌股关节所受的压力分布不均,根据前人的研究^[22],作者进一步推测,过度的压力堆积在髌股关节的外侧而将导致髌骨外移,而压力的外移又会导致内侧的压力减少,髌骨内侧关节面愈加发育不良,如此循环反复,FTD 所导致的髌股关节应力改变应是髌骨形态异常的重要致病因素。而在本研究中,有髌骨向外脱位病史的患者共 56 例,由 MRI 诊断髌软骨损伤者共 27 例,损伤位置多集中在外侧关节面,也佐证了以上这点。值得注意的是,在本研究中,髌软骨损伤的概率与 FTD 的严重程度、性别之间的相关性微乎其微,这其实与临床接触到的发病率情况是相悖的,考虑到本研究是基于 MRI 二维图像,三维重建处理效果差,在纳入病例时为避免矢状位上髌骨的形态数据测量误差过大,排除了髌骨脱位后未复位的病例,这造成了一定的选择偏倚。在接下来的研究中作者将扩大样本量,拟在轴位 MRI 的基础上,对髌骨脱位人群的髌软骨损伤情况进行分级,前瞻性探索其与远期骨性关节炎发生的相关性研究。

最后,本研究也进一步验证了髌骨的形态具有性别差异^[12],相较于女性,男性髌骨整体上更宽、更厚、更长,髌骨软骨面更平坦,矢状位上的髌后软骨更厚,考虑到部分文献^[23-26]提出髌骨脱位好发于女性,本

研究最初假设的是女性的髌骨关节面更加平坦,髌骨形态更加不稳定,但结果却与之相悖,这种差异可能与女性生理上存在偏大的 Q 角^[27]有关,由于 Q 角会分给髌骨向外的拉力,女性更可能形成更突出的髌骨关节面以平衡拉力的影响。另外,本研究还发现女性髌骨的形态更易受 FTD 严重程度的影响:随 FTD 严重程度的增加,髌骨的整体形态更偏小,该种性别差异在既往的研究中尚未发现,这提示临床及未来研究中髌骨形态与性别的相关性应得到重视。由于回顾性研究的局限,本研究作者对患者的身高、体重及职业劳动等信息未能及时收集,而这对髌骨的形态发育可能会有一定的影响。

综上所述,FTD 患者的髌骨更窄、更薄、更短,整体形态更短小,髌骨外侧关节面占比更高,髌骨关节面的软骨角比骨性角度更大,髌后软骨更厚;随着 FTD 程度的加重,髌骨的外侧关节面越宽,内侧关节面发育短窄,突出的占比更高;髌软骨损伤的概率与 FTD 的严重程度、性别之间无明显相关性;男性较女性的髌骨整体上更宽、更厚、更长,髌骨软骨面更平坦,矢状位上的髌后软骨更厚。目前,临床针对 FTD 患者的治疗方法中,滑车成形术是改变滑车异常形态最直接的方式,但如果医生只在 CT 上评估了股骨滑车、髌骨的骨性发育形态,对软骨情况,尤其是髌软骨的形态、损伤情况未能引起足够的重视,将导致术后髌骨形态的拟合效果欠佳,更容易发生髌骨软化症、骨性关节炎,造成不良预后。因此,对于伴 FTD 的髌骨脱位患者,术前 MRI 评估髌骨与软骨形态非常重要。

参考文献

[1] 黄伟,丁晶. 股骨滑车发育不良的研究现状与进展[J]. 西南国防医药,2019,29(1):88-90.

[2] ANNEMIEKE V H, KAREL D R, MATTHIEU D B, et al. Semi-automated landmark-based 3D analysis reveals new morphometric characteristics in the trochlear dysplastic femur[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc,2014,22(11):2698-2708.

[3] LIU X, JI G, WANG F, et al. CT-based morphological analysis of the posterior femoral condyle in patients with trochlear dysplasia[J]. Knee,2017,24(2):231-236.

[4] ASKENBERGER M, JANARV P M, FINNBORGASON T, et al. Morphology and anatomic patellar instability risk factors in first-time traumatic lateral patellar dislocations: A prospective magnetic resonance imaging study in skeletally immature children[J]. Am J Sports Med,2017,

- 45(1):50-58.
- [5] IYENGAR K P, KHO J, AZZOPARDI C A, et al. Alteration of patellar tendon morphology in patellofemoral instability (trochlear dysplasia) [J]. J Clin Orthop Trauma, 2022, 1 (26): 101786.
- [6] NICOLAAS L, TIGCHELAAR S, KOETER S. Patellofemoral evaluation with magnetic resonance imaging in 51 knees of asymptomatic subjects[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2011, 19 (10): 1735-1739.
- [7] 孔朝勒门, 齐岩松, 吴海贺, 等. 复发性髌骨脱位的治疗现状及最新进展[J]. 国际骨科学杂志, 2023, 44(1): 10-15.
- [8] LI M, JI G, FAN L, et al. Assessment of patellar morphology in trochlear dysplasia on computed tomography scans [J]. Orthop Surg, 2021, 13(2): 458-465.
- [9] VAN HUYSTEEN A L, HENDRIX M R, BARNETT A J, et al. Cartilage-bone mismatch in the dysplastic trochlea. An MRI study[J]. Bone Joint Surg Br, 2006, 88(5): 688-691.
- [10] LONGO U G, VINCENZO C, MANNERING N, et al. Trochleoplasty techniques provide good clinical results in patients with trochlear dysplasia[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2018, 26(9): 2640-2658.
- [11] FUCENTESE S F, VON ROLL A, KOCH P P, et al. The patella morphology in trochlear dysplasia—a comparative MRI study[J]. Knee, 2006, 13(2): 145-150.
- [12] HUANG A B, LUO X, SONG C H, et al. Comprehensive assessment of patellar morphology using computed tomography-based three-dimensional computer models[J]. Knee, 2015, 22 (6): 475-480.
- [13] 李宇, 蓝星, 方晓堃, 等. MRI 定量分析髌股关节形态与髌骨软化症之间相关性研究[J]. 医学影像学杂志, 2020, 30(2): 312-315.
- [14] KONRADS C, GONSER C, AHMAD S S. Reliability of the oswestry-bristol classification for trochlear dysplasia: Expanded characteristics [J]. Bone J Open, 2020, 1(7): 355-358.
- [15] SHARMA N, REHMATULLAH N, KUIPER J H, et al. Clinical validation of the oswestry-bristol classification as part of a decision algorithm for trochlear dysplasia surgery[J]. Bone Joint J, 2021, 103-B(10): 1586-1594.
- [16] SHARMA N, BROWN A, BOURAS T, et al. The oswestry-bristol classification [J]. Bone Joint J, 2020, 102-B(1): 102-107.
- [17] BALDWIN J L, HOUSE C K. Anatomic dimensions of the patella measured during total knee arthroplasty[J]. J Arthroplasty, 2005, 20 (2): 250-257.
- [18] 李哲, 田润, 李越, 等. 西北地区国人正常髌股关节 CT 影像解剖学研究[J]. 中华解剖与临床杂志, 2019, 24(1): 39-46.
- [19] 苗宝娟, 刘广红, 娄晓宇. 磁共振对膝关节软骨损伤分级诊断的研究价值[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2015, 13(6): 98-100.
- [20] ORMECI T, SEN S, TURKTEN I, et al. The relationship between patellar volume and trochlear volume in patients with patellofemoral instability [J]. Clin Radiol, 2022, 77 (4): e329-e336.
- [21] IRANPOUR F, MERICAN A M, TEO S H, et al. Femoral articular geometry and patellofemoral stability[J]. Knee, 2017, 24(3): 555-563.
- [22] VAN HAVER A, DE ROO K, DE BEULE M, et al. The effect of trochlear dysplasia on patellofemoral biomechanics: A cadaveric study with simulated trochlear deformities [J]. Am J Sports Med, 2015, 43(6): 1354-1361.
- [23] 袁硕, 徐永胜, 齐岩松, 等. 复发性髌骨脱位危险因素的研究进展[J]. 内蒙古医学杂志, 2021, 53 (6): 705-708.
- [24] DUTHON V B. Acute traumatic patellar dislocation[J]. Orthop Trauma Surg Res, 2015, 101 (1 Suppl): S59-S67.
- [25] LAMPROS R E, WIATER A L, TANAKA M J. Rehabilitation and return to sport after medial patellofemoral complex reconstruction [J]. Arthrosc Sports Med Rehabil, 2022, 4(1): e133-e140.
- [26] CHOI W, LEE S J, OH J, et al. Magnetic resonance imaging of patellofemoral morphometry reveals age and gender variations in the knees of children and adolescents[J]. Diagnostics (Basel), 2021, 11(11): 1985.
- [27] 刘晓东. Q 角的研究进展及临床应用[J]. 临床医学研究与实践, 2018, 3(7): 194-195.