

· 临床论著 ·

膝骨性关节炎超声测量与临床表现的相关性研究[△]

王开乐, 张洪翠, 周佳华, 姜怡宏, 周纪平, 仲春光*

(山东省文登整骨医院, 山东威海 264400)

摘要: [目的] 探讨膝骨性关节炎 (knee osteoarthritis, KOA) 内侧稳定结构超声形态与膝关节功能和稳定性的关系。[方法] 2023年3月—2024年3月在本院住院的202例单侧KOA患者纳入本研究, 收集患者的超声形态参数及临床数据。分析超声测量指标与KOA功能和稳定性的相关性。[结果] 依据自我报告的膝关节不稳定性评分, 将患者分为两组, 其中, 不稳组140例, 占69.3%; 稳定组62例, 占30.7%。不稳组WOMAC [(45.2±4.8) vs (29.8±3.8), $P<0.001$]、VAS [(6.3±1.7) vs (4.4±1.5), $P<0.001$]、JLCA [(5.4±1.3)° vs (2.9±1.1)°, $P<0.001$]、内侧副韧带厚度 [(3.5±1.4) mm vs (2.9±1.3) mm, $P<0.001$]、内侧半月板外凸 [(3.8±1.4) mm vs (2.2±0.9) mm, $P<0.001$] 显著大于稳定组, 而前者HSS评分 [(65.3±5.1) vs (88.6±3.2), $P<0.001$]、膝屈伸ROM [(118.4±5.3)° vs (130.5±5.1)°, $P<0.001$]、HKA角 [(170.9±3.7)° vs (176.2±3.1)°, $P<0.001$]、股内侧肌厚度 [(1.8±0.6) cm vs (2.4±0.5) cm, $P<0.001$]、股内侧肌横截面积 [(9.1±2.2) cm² vs (11.3±2.4) cm², $P<0.001$] 小于后者。两者在K-L评级上未见统计学差异 ($P>0.05$)。两两相关分析表明: 股内侧肌厚度和横截面积, 与自报膝不稳评分、HSS评分、HKA角、膝屈伸ROM呈显著正相关 ($P<0.05$), 与WOMAC、VAS、JLCA呈显著负相关 ($P<0.05$)。相反, 内侧副韧带厚度和内侧半月板外凸厚度, 与自报膝不稳评分、HSS评分、HKA角、膝屈伸ROM评分呈显著负相关 ($P<0.05$), 而与WOMAC、VAS、JLCA呈显著正相关 ($P<0.05$)。上述超声指标与K-L评级之间无相关性。多元线性逐步回归表明: 股内侧肌横截面积 ($B=-0.101$, $P<0.05$)、内侧副韧带厚度 ($B=0.112$, $P<0.05$)、内侧半月板外凸 ($B=0.132$, $P<0.05$) 是影响膝关节功能的因素。[结论] 对于自报膝关节不稳患者, 行超声检测膝关节内侧结构有临床指导意义。

关键词: 膝骨关节炎, 肌骨超声, 内侧副韧带, 内侧半月板外凸, 自报膝关节不稳

中图分类号: R684.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2024) 15-1379-06

Correlation between ultrasonic measurements and clinical presentation of knee osteoarthritis // WANG Kai-le, ZHANG Hong-cui, ZHOU Jia-hua, JIANG Yi-hong, ZHOU Ji-ping, ZHONG Chun-guang. Shandong Wendeng Orthopaedic Hospital, Weihai, Shandong 264400, China

Abstract: [Objective] To investigate the relationship between the ultrasonic morphology of the medial stable structures of knee osteoarthritis (KOA) and the clinical presentations of the knee. **[Methods]** A total of 202 patients with unilateral knee KOA hospitalized in our hospital from March 2023 to March 2024 were included in this study. The ultrasound measurements and clinical data of the patients were collected. The correlation between ultrasonic measurements and the clinical presentations of KOA was analyzed. **[Results]** According to the self-reported knee instability score, the patients were divided into two groups. Of them, 140 patients were fall into the unstable group, accounting for 69.3%; while other 62 patients (30.7%) were in the stable group. The unstable group proved significantly greater than the stable group regarding to WOMAC [(45.2±4.8) vs (29.8±3.8), $P<0.001$], VAS [(6.3±1.7) vs (4.4±1.5), $P<0.001$], JLCA [(5.4±1.3)° vs (2.9±1.1)°, $P<0.001$], the thickness of the medial collateral ligament [(3.5±1.4) mm vs (2.9±1.3) mm, $P<0.001$], extrusion of medial meniscus [(3.8±1.4) mm vs (2.2±0.9) mm, $P<0.001$], whereas the former was significantly less than the latter in terms of HSS score [(65.3±5.1) vs (88.6±3.2), $P<0.001$], knee flexion-extension ROM [(118.4±5.3)° vs (130.5±5.1)°, $P<0.001$], HKA angle [(170.9±3.7)° vs (176.2±3.1)°, $P<0.001$], the muscle thickness [(1.8±0.6) cm vs (2.4±0.5) cm, $P<0.001$] and the cross-sectional area of the medial vastus muscle [(9.1±2.2) cm² vs (11.3±2.4) cm², $P<0.001$]. There was no significant difference in K-L rating between the two groups ($P>0.05$). Paired correlation analysis showed that the thickness and cross-sectional area of the vastus medialis muscle were significantly positively correlated with self-reported knee instability score, HSS score, HKA angle and knee flexion-extension ROM ($P<0.05$), while significantly negatively correlated with WOMAC,

DOI:10.20184/j.cnki.Issn1005-8478.110317

△基金项目: 山东省威海市中医药科技项目 (编号: 2023III-11; 2023N-24)

作者简介: 王开乐, 主治医师, 研究方向: 骨科康复、肌骨疼痛, (电话) 0631-8484213, (电子信箱) 364505354@qq.com

* 通信作者: 仲春光, (电子信箱) 279801239@qq.com

VAS and JLCA angle ($P<0.05$). On the contrary, medial collateral ligament thickness and medial meniscus extusion were significantly negatively correlated with self-reported knee instability score, HSS score, HKA angle and knee ROM score ($P<0.05$), but were significantly positively correlated with WOMAC, VAS and JLCA angle ($P<0.05$). There was no correlation between the above ultrasound indicators and K-L rating. As results of multiple linear stepwise regression, the cross-sectional area of vastus medialis muscle ($B=-0.101, P<0.05$), thickness of medial collateral ligament ($B=0.112, P<0.05$) and medial meniscus extrusion ($B=0.132, P<0.05$) were the factors affecting knee joint function. **[Conclusion]** For patients with self-reported knee instability, ultrasound detection of medial knee structure has clinical guiding significance.

Key words: knee osteoarthritis, musculoskeletal ultrasonography, medial collateral ligament, medial meniscus extrusion, self-reported knee instability

膝关节骨性关节炎 (knee osteoarthritis, KOA) 是一种以关节软骨退行性病变为特征的常见关节疾病, 疼痛和关节功能受限为主要临床特征^[1, 2]。KOA 的发病机制较为复杂, 目前多认为与退行性软骨下骨、骨、滑膜以及膝关节外结构共同作用相关^[3]。临床上自我报道的膝关节不稳表现为膝关节弯曲或打软腿的感觉, 是 KOA 患者膝部的典型症状, 占比高达 72%^[4, 5]。目前与自报膝关节不稳相关的因素众多如前交叉韧带损伤、关节松弛、肌肉力量、本体感觉、僵硬、K-L 分级等, 但确切的证据仍不足^[6]。因此了解自报膝关节不稳定的临床特点及其与 KOA 功能之间的联系尤为重要。

目前, 用于量化 KOA 退行性变的传统影像学方法有 X 线片和 MRI, 前者虽可检测到骨结构异常, 但其发现与严重程度没有太大的相关性; 后者具有较高的敏感性和特异性, 但其成本高, 可用性相对较低, 很难作为常规检查^[7]。高频超声成像是一种无创、广泛使用且相对便宜的技术, 可直观地评估 KOA 周围软组织的病变^[8]。

本研究对 KOA 患者内侧稳定结构行超声形态学监测, 观察其与 KOA 稳定性及功能的关系, 为膝关节失稳寻求客观、有效的评估指标, 并为 KOA 临床保守治疗开辟新的方向。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准: (1) 符合中华中医药学会《膝骨关节炎中西医结合诊疗指南 (2023 版)》中 KOA 的诊断标准^[9]; (2) Kellgren-Lawrence (K-L) 分级为 II~IV 级; (3) 年龄 50~80 岁; (4) 单侧患病 OA 患者; (5) 既往无膝关节镜及关节置换手术史, 均为术前患者。

排除标准: (1) 既往膝关节外伤史, 关节镜或

膝关节置换手术史; (2) 年龄 <50 岁或 >80 岁; (3) 双膝关节患病; (4) 全膝患病 OA 患者; (5) K-L 分级 I 级; (6) 合并膝关节肿瘤、感染、结核等疾病。

1.2 一般资料

收集 2023 年 3 月—2024 年 3 月, 在山东省文登整骨医院筋伤科住院的单膝患病 KOA 患者 202 例, 采集所有患者临床相关数据, 包括性别、年龄、病程、K-L 分级等, 纳入患者 202 例, 均单膝发病, 其中男 57 例, 女 145 例, 平均年龄 (54.7 ± 4.2) 岁, 平均体重指数 (body mass index, BMI) (25.2 ± 3.3) kg/m^2 , 平均病程 (9.1 ± 0.7) 个月, 根据入院自报膝关节不稳定性评估将患者分为不稳组和稳定组, 其中不稳组 140 例, 稳定组 62 例。本研究经过山东省文登整骨医院伦理委员会批准通过 (批号: LL20230811), 所有患者均签署知情同意书。

1.3 超声检测方法

超声检查由具有 5 年以上在肌骨骼超声方面经验丰富的医生进行。利用 mindray (深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司) 超声诊断仪, 选取高频探头 (5~18 MHz), 设置肌骨超声模式, 超声检查时, 患者仰卧位, 膝关节屈曲至 $20^\circ\sim 30^\circ$, 膝下垫枕头以保持舒适。在髌骨内侧上下区域涂上适量凝胶后开始扫描。在髌上内侧 5 cm 处股内侧肌肌腹行短轴成像, 膝关节内侧中央行内侧副韧带长轴成像, 调节探头反向现显露内侧半月板, 行长轴成像。测量厚度, 包括在超声长轴图像中标注股内侧肌前后筋膜之间的距离; 内侧副韧带厚度需标注胫骨-股骨之间深浅层之间的最大距离; 内侧半月板外凸厚度需标注半月板最外侧至胫骨、股骨连线的垂直距离。测量面积, 为股内侧肌横截面积: 利用超声自带描线描绘出短轴图像中股内侧肌轮廓, 以此测量横截面积。

1.4 评价指标

主观膝关节不稳定评估采取自我报告的膝关节不稳定评分^[10]，该量表给出了 6 个不稳定等级的定义。膝关节不稳组包括不稳定症状影响其日常生活活动能力的患者（评分 ≤ 3 ），而膝关节稳定组包括未报告不稳定发作或未感知症状影响其日常活动的患者（评分 > 4 ）。

采用膝伸屈活动度（range of motion, ROM）、疼痛视觉模拟评分（visual analogue scale, VAS）、美国特殊外科医学（Hospital for Special Surgery, HSS）膝评分、西安大略和麦克马斯特大学关节炎指数（The Western Ontario and McMaster Universities osteoarthritis index, WOMAC）评估膝关节临床状态。

所有患者均拍摄患肢负重位全长 X 线片，测量关节线相交角（joint line convergence angle, JLCA）、髌-膝-踝角（hip-knee-ankle angle, HKA），采用 K-L 评级评估膝关节退变程度。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析。计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示，资料呈正态分布时，两组间比较采用独立样本 *t* 检验；组内时间点间比较采用单因素方差；资料呈非正态分布时，采用秩和检验。计数资料采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。等级资料两组比较采用 Mann-whitney *U* 检验，组内比较采用 Wilcoxon 检验。超声测量资料与临床资料和影像资料行 Pearson 两两相关分析。以 WOMAC 评分为因变量，其他因素为自变量，行多元逐步回归分析，以偏回归系数的大小，探讨影响临床状态的因素。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 主观膝关节是否稳定的比较

202 例患者纳入本研究，不稳组 140 例，占 69.3%；稳定组 62 例，占 30.7%。两组患者单项因素比较见表 1，两组患者在年龄、性别、BMI、病程、K-L 评级上差异均无统计学意义（ $P > 0.05$ ），但是，不稳组在自报不稳评分、WOMAC、HSS、VAS 评分、HKA 及 JLCA 角上与稳定组的差异有统计学意义（ $P < 0.05$ ），即不稳组较稳定组有更差的膝关节疼痛及功能受限情况。此外超声结果提示不稳组在内侧半月板外凸及内侧副韧带厚度上较稳定组更高（ $P < 0.05$ ），但是，不稳组的股内侧肌厚度及横截面积低于显著低于稳定组（ $P < 0.05$ ）。

表 1. KOA 伴有与不伴有膝关节失稳症状两组 KOA 患者资料比较
Table 1. Comparison of data of KOA with or without knee unstable symptoms

指标	不稳组 (n=140)	稳定组 (n=62)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	55.2 \pm 3.3	54.5 \pm 2.8	0.682
性别 (例, 男/女)	39/101	18/44	0.059
BMI (kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	24.2 \pm 1.4	23.9 \pm 1.3	0.662
病程 (月, $\bar{x} \pm s$)	9.2 \pm 0.7	9.1 \pm 0.7	0.547
膝稳定性自评级 (膝, 0/1/2/3/4/5)	2/22/24/80/12/0	0/0/0/0/9/54	<0.001
WOMAC 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)	45.2 \pm 4.8	29.8 \pm 3.8	<0.001
HSS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)	65.3 \pm 5.1	88.6 \pm 3.2	<0.001
VAS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)	6.3 \pm 1.7	4.4 \pm 1.5	<0.001
膝伸屈 ROM ($^{\circ}$, $\bar{x} \pm s$)	118.4 \pm 5.3	130.5 \pm 5.1	<0.001
内侧室 K-L 评级 (膝, II/III/IV)	65/62/13	23/31/8	0.860
HKA 角 ($^{\circ}$, $\bar{x} \pm s$)	170.9 \pm 3.7	176.2 \pm 3.1	<0.001
JLCA 角 ($^{\circ}$, $\bar{x} \pm s$)	5.4 \pm 1.3	2.9 \pm 1.1	<0.001
股内侧肌厚度 (cm, $\bar{x} \pm s$)	1.8 \pm 0.6	2.4 \pm 0.5	<0.001
股内侧肌横截面积 (cm ² , $\bar{x} \pm s$)	9.1 \pm 2.2	11.3 \pm 2.4	<0.001
内侧副韧带厚度 (mm, $\bar{x} \pm s$)	3.5 \pm 1.4	2.9 \pm 1.3	<0.001
内侧半月板凸出 (mm, $\bar{x} \pm s$)	3.8 \pm 1.4	2.2 \pm 0.9	<0.001

2.2 超声测量指标与临床影像其他指标的两两相关分析

超声测量指标与临床影像其他指标的两两相关见表 2，股内侧肌厚度和横截面积，与自我膝不稳评分、HSS 评分、HKA 角、膝伸屈 ROM 评分呈显著正相关（ $P < 0.05$ ），但是，股内侧肌厚度和横截面积，与 WOMAC、VAS、JLCA 角显著呈负相关（ $P < 0.05$ ）。相反，内侧副韧带厚度和内侧半月板外凸厚度，与自我膝不稳评分、HKA 角、HSS 评分、膝伸屈 ROM 评分成呈显著负相关（ $P < 0.05$ ），而与 WOMAC、VAS、JLCA 角呈显著正相关（ $P < 0.05$ ），但与内侧室 K-L 评级之间无相关性（ $P > 0.05$ ）。

2.3 多元逐步回归分析

以 WOMAC 评分为因变量，其他因素为自变量，行多元逐步回归分析。采用 $P < 0.05$ 为入选， $P > 0.10$ 为移出标准的 Stepwise 法，第一步自变量“股内侧肌横截面积”入选，复合相关系数 $R = 0.312$ ；第二步自变量“内侧副韧带厚度”入选， $R = 0.398$ ；第三步自变量“内侧半月板外凸”入选， $R = 0.452$ ；方程有效性经方差检验， $F = 6.259$, $P = 0.001$ 多元线性逐步回归分析结果见表 3，多元线性逐步回归方程为： $WOMAC = 11.641 - 0.101 \times \text{股内侧肌横截面积} + 0.112 \times \text{内侧副韧带厚度} + 0.132 \times \text{内侧半月板外凸}$ 。回归系数绝

对值由大至小依次为内侧半月板外凸、内侧副韧带厚度和股内侧肌横截面积。

表 2. 超声测量指标与临床影像其他指标的两两相关性
Table 2. Pairwise correlation between ultrasonic measurements and other items

指标	r 值	P 值
股内侧肌厚度		
自我膝不稳评分	0.308	<0.001
WOMAC 评分	-0.411	<0.001
HSS 评分	0.315	<0.001
VAS 评分	-0.248	<0.001
膝伸屈 ROM	0.418	<0.001
内侧室 K-L 评级	-0.021	0.722
HKA 角	0.518	<0.001
JLCA 角	-0.716	<0.001
股内侧肌横截面积		
自我膝不稳评分	0.277	<0.001
WOMAC 评分	-0.379	<0.001
HSS 评分	0.322	<0.001
VAS 评分	-0.226	<0.001
膝伸屈 ROM	0.368	<0.001
内侧室 K-L 评级	-0.011	0.648
HKA 角	0.346	<0.001
JLCA 角	-0.617	<0.001
内侧副韧带厚度		
自我膝不稳评分	-0.523	<0.001
WOMAC 评分	0.623	<0.001
HSS 评分	-0.378	<0.001
VAS 评分	0.311	<0.001
膝伸屈 ROM	-0.524	<0.001
内侧室 K-L 评级	-0.018	0.514
HKA 角	-0.478	<0.001
JLCA 角	0.618	<0.001
内侧半月板外凸		
自我膝不稳评分	-0.762	<0.001
WOMAC 评分	0.515	<0.001
HSS 评分	-0.015	<0.001
VAS 评分	0.441	<0.001
膝伸屈 ROM	-0.378	<0.001
内侧室 K-L 评级	-0.022	0.344
HKA 角	-0.471	<0.001
JLCA 角	0.778	<0.001

3 讨论

KOA 自报“不稳定”表现为患者行走时膝关节

屈曲或让路的感觉，是临床描述和评估膝关节不稳常用的术语^[11]，人群发病占比高达 72%^[4]。自首次发表 OA 膝关节不稳发生率以来，研究人员对可能影响膝关节不稳的因素如^[12-15]：关节松弛度、肌肉力量、本体感觉、膝关节僵硬、疾病严重程度和步态参数等进行了广泛研究，然而主观自报的膝关节不稳与客观指标之间的联系性并不十分确切。本研究通过自报膝关节不稳评分筛查后发现内侧 KOA 患者膝关节不稳发生率较高，占比 69.3%，相关性分析显示膝关节内侧稳定结构超声形态与 WOMAC、VAS、HSS 评分有显著相关性，证实 KOA 不稳人群存在更明显的膝关节功能障碍及疼痛。然而并未发现两组在 K-L 评级上的差异，与先前研究一致^[16]，可能与膝关节稳定结构的代偿性调整有关。此外，不稳组在膝关节伸屈 ROM、HKA 角上小于稳定组，JLCA 角高于稳定组，表明 KOA 自报“不稳定”可能与异常的生物力线有关。

研究表明，肌骨超声下肢四头肌形态学指标可有效反应运动训练后肌肉力量及功能变化^[17]。内侧副韧带是位于膝关节内侧的囊状寡聚复合体，是膝关节内侧主要静态稳定结构^[18]。刘新光等^[19]发现内侧半月板突出长度与 KOA 骨坏死呈正相关。沈大惠等^[20]发现 KOA 内侧半月板外凸与下肢生物力线显著相关。本文相关性分析显示股内侧肌厚度、横截面积与膝伸屈 ROM、HKA 角成正相关，与 JLCA 角呈负相关；而内侧副韧带厚度、内侧半月板外凸与膝伸屈 ROM、HKA 角成负相关，与 JLCA 角呈正相关，证实 KOA 内侧结构的代偿性变化可能是膝关节生物力线不稳的原因。

Saito 等^[21]对 1 667 名年龄在 60 岁以上 KOA 患者分析发现内侧半月板突出与美国关节协会评分 (American Knee Society Score, AKSS) 症状评分有显著相关性，且这种关系大于影像学上的 K-L 分级。另有研究发现半月板外凸可能与更严重的疼痛或更差的功能相关^[22]。然而目前没有任何一篇文献证实自报膝关节不稳的具体影响因素，本研究经逐步回归分析发现股内侧肌厚度、内侧副韧带厚度、半月板外凸均是影响膝关节功能稳定性的因素，究其原因，有研究通过步态分析发现 KOA 自报不稳定人群内侧结构在行走时较 KOA 稳定人群有更大的移动距离^[23, 24]。因此可能导致膝关节行走时更容易“屈曲”，这是步态周期中足持重占比较大所致。

表 3. 损伤症状功能分级与其他因素的多元线性逐步回归分析结果
Table 3. Multiple liner regression results of injury funtional classification amd other factors

自变量	回归系数 <i>B</i>	标准误 <i>SE</i>	标准化回归系数	<i>P</i> 值
常数项	11.641	0.452	-	<0.001
股内侧肌横截面积	-0.101	0.005	-0.267	0.021
内侧副韧带厚度	0.112	0.008	0.252	0.022
内侧半月板外凸	0.132	0.020	0.303	0.003

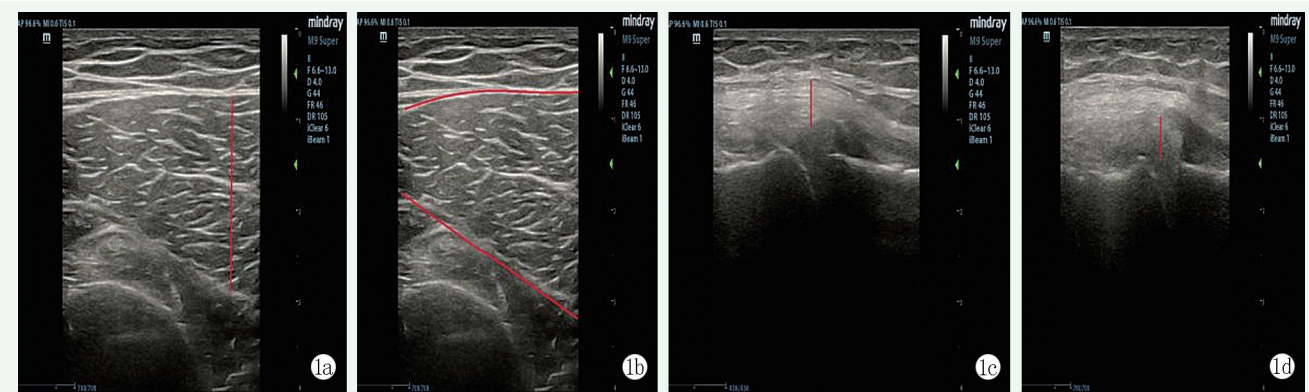


图 1. 患者男性, 53 岁, K-L 分级 III 级, 内侧半月板 3 级信号, 为不稳组。1a: 股内侧肌厚度; 1b: 股内侧肌横截面积; 1c: 内侧副韧带厚度; 1d: 半月板外凸厚度。

Figure 1. A 53-year-old male had K-L grade III of osteoarthritis, grade 3 signal of medial meniscus, and was fall into the unstable group. 1a: thickness of medial femoris; 1b: cross-sectional area of medial femoris; 1c: thickness of medial collateral ligament; 1d: thickness of meniscus protrusion.

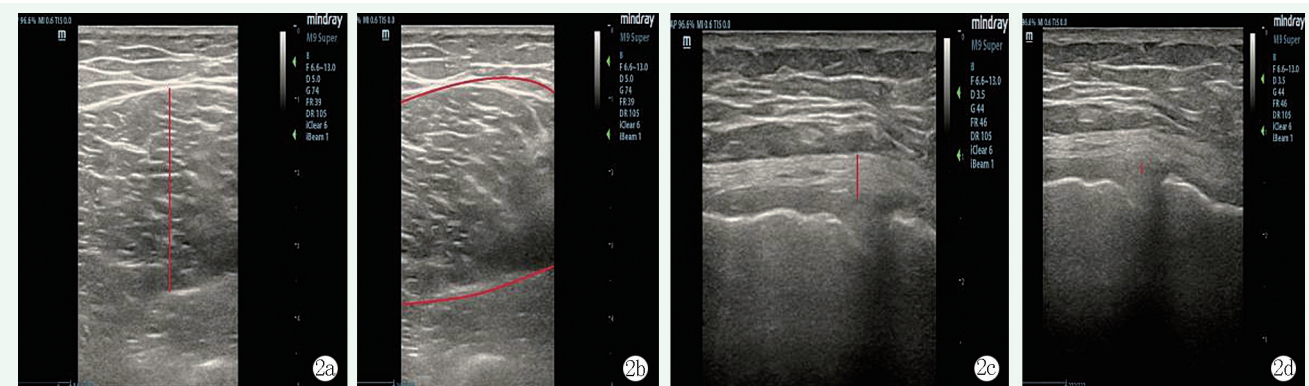


图 2. 患者男性, 50 岁, K-L 分级 III 级, 内侧半月板 2 级信号, 为稳定组。2a: 股内侧肌厚度; 2b: 股内侧肌横截面积; 2c: 内侧副韧带厚度; 2d: 半月板外凸厚度。

Figure 2. A 50-year-old male, had K-L grade III, grade 2 signal of medial meniscus, was divided into the stable group. 2a: thickness of medial femoris; 2b: transverse area of medial femoris; 2c: thickness of medial collateral ligament; 2d: thickness of meniscus protrusion.

本研究的不足之处: 本文未对全膝结构进行探索, 亦未涉及下肢步态及本体感觉的研究, 虽然观察到 KOA 内侧稳定结构的代偿性变化对膝关节功能及稳定性的影响, 但具体影响机制暂时未知, 有待进一步探讨; 此外自报膝关节不稳量表为主观自评量表, 难以量化及标准化, 因此有一定的选择偏倚。

综上所述, 本研究表明, KOA 不稳患者有更差的膝关节功能和下肢生物力线, 且股内侧肌厚度、内侧副韧带厚度、半月板外凸是 KOA 不稳的影响因素, 临床上应加以重视和评估。

参考文献

[1] Thirumaran AJ, Deveza LA, Atukorala I, et al. Assessment of pain in osteoarthritis of the knee [J]. J Pers Med, 2023, 13 (7) : 1139. DOI: 10.3390/jpm13071139.

[2] 王聪聪, 魏文涛, 邵泓鑫, 等. TGF-β1 在膝关节骨性关节炎患者中的表达 [J]. 中国矫形外科杂志, 2024, 32 (3) : 275-278. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2024.03.16. Wang CC, Wei WT, Shao HX, et al. Expression of TGF-β1 in serum and local tissues of knee osteoarthritis [J]. Orthopedic Journal of China, 2024, 32 (3) : 275-278. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2024.03.16.

[3] Torres L, Dunlop DD, Peterfy C, et al. The relationship between specific tissue lesions and pain severity in persons with knee osteoarthritis [J]. Osteoarthritis Cartilage, 2006, 14 (10) : 1033-1040.

- DOI: 10.1016/j.joca.2006.03.015.
- [4] Fleeton G, Harmer AR, Nairn L, et al. Self-reported knee instability before and after total knee replacement surgery [J]. *Arthritis Care Res (Hoboken)*, 2016, 68 (4): 463–471. DOI: 10.1002/acr.22692.
- [5] Sharma L, Chmiel JS, Almagor O, et al. Knee instability and basic and advanced function decline in knee osteoarthritis [J]. *Arthritis Care Res (Hoboken)*, 2015, 67 (8): 1095–1102. DOI: 10.1002/acr.22572.
- [6] Wallace DT, Riches PE, Picard F. The assessment of instability in the osteoarthritic knee [J]. *Efort Open Rev*, 2019, 4 (3): 70–76. DOI: 10.1302/2058–5241.4.170079.
- [7] Singh AP, Saran S, Thukral BB, et al. Ultrasonographic evaluation of osteoarthritis-affected knee joints: comparison with Kellgren-Lawrence grading and pain scores [J]. *J Med Ultrasound*, 2021, 29 (1): 39–45. DOI: 10.4103/JMU.JMU_45_20.
- [8] Hum RM, Barton A, Ho P. Utility of musculoskeletal ultrasound in psoriatic arthritis [J]. *Clin Ther*, 2023, 45 (9): 816–821. DOI: 10.1016/j.clinthera.2023.07.017.
- [9] 中华中医药学会. 膝关节炎中西医结合诊疗指南 (2023 年版) [J]. *中医正骨*, 2023, 35 (6): 1–10.
China Association of Chinese Medicine. Knee Osteoarthritis Diagnosis and Treatment Guide of Integrated Chinese and Western Medicine (2023 edition) [J]. *The Journal of Traditional Chinese Orthopedics and Traumatology*, 2023, 35 (6): 1–10.
- [10] Mochizuki T, Tanifuji O, Sato T, et al. Association between antero-posterior laxity in mid-range flexion and subjective healing of instability after total knee arthroplasty [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2017, 25 (11): 3543–3548. DOI: 10.1007/s00167–016–4375–8.
- [11] Nguyen US, Felson DT, Niu J, et al. The impact of knee instability with and without buckling on balance confidence, fear of falling and physical function: the Multicenter Osteoarthritis Study [J]. *Osteoarthritis Cartilage*, 2014, 22 (4): 527–534. DOI: 10.1016/j.joca.2014.01.008.
- [12] Creaby MW, Wrigley TV, Lim BW, et al. Self-reported knee joint instability is related to passive mechanical stiffness in medial knee osteoarthritis [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2013, 14: 326. DOI: 10.1186/1471–2474–14–326.
- [13] Farrokhi S, O'Connell M, Gil AB, et al. Altered gait characteristics in individuals with knee osteoarthritis and self-reported knee instability [J]. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2015, 45 (5): 351–359. DOI: 10.2519/jospt.2015.5540.
- [14] Schmitt LC, Fitzgerald GK, Reisman AS, et al. Instability, laxity, and physical function in patients with medial knee osteoarthritis [J]. *Phys Ther*, 2008, 88 (12): 1506–1516. DOI: 10.2522/ptj.20060223.
- [15] Sanchez-Ramirez DC, Van Der Leeden M, Knol DL, et al. Association of postural control with muscle strength, proprioception, self-reported knee instability and activity limitations in patients with knee osteoarthritis [J]. *J Rehabil Med*, 2013, 45 (2): 192–197. DOI: 10.2340/16501977–1087.
- [16] Leichtenberg CS, Meesters JJJ, Kroon HM, et al. No associations between self-reported knee joint instability and radiographic features in knee osteoarthritis patients prior to total knee arthroplasty: A cross-sectional analysis of the Longitudinal Leiden Orthopaedics Outcomes of Osteoarthritis study (LOAS) data [J]. *Knee*, 2017, 24 (4): 816–823. DOI: 10.1016/j.knee.2017.04.001.
- [17] Li X, Li J, Qing L, et al. Effect of quadriceps training at different levels of blood flow restriction on quadriceps strength and thickness in the mid-term postoperative period after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled external pilot study [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2023, 24 (1): 360. DOI: 10.1186/s12891–023–06483–x.
- [18] Lee CS, Jeon OH, Han SB, et al. Mesenchymal stem cells for enhanced healing of the medial collateral ligament of the knee joint [J]. *Medicina (Kaunas)*, 2023, 59 (4): 725. DOI: 10.3390/medicina59040725.
- [19] 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. DOI: 10.3977/j.issn.1005–8478.2016.05.08.
Liu XG, Ding R, Liu C, et al. Association between spontaneous osteonecrosis of the knee and medial meniscus extrusion: a MRI observation [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2021, 29 (6): 503–506. DOI: 10.3977/j.issn.1005–8478.2016.05.08.
- [20] 沈大惠, 孙寿康, 徐祥钧, 等. 膝关节炎内侧半月板挤出与下肢力线的相关性 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2024, 32 (10): 878–883. DOI: 10.3977/j.issn.1005–8478.2024.10.03.
Shen DH, Sun SK, Xu XJ, et al. Correlation of medial meniscus extrusion with lower limb alignment in knee osteoarthritis [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2024, 32 (10): 878–883. DOI: 10.3977/j.issn.1005–8478.2024.10.03.
- [21] Saito M, Ito H, Okahata A, et al. Ultrasonographic changes of the knee joint reflect symptoms of early knee osteoarthritis in general population; the nagahama study [J]. *Cartilage*, 2022, 13 (1): 19476035221077403. DOI: 10.1177/19476035221077403.
- [22] Bernardo-Bueno MM, Gonzalez-Suarez CB, Malvar AK, et al. Stratifying minimal versus severe pain in knee osteoarthritis using a musculoskeletal ultrasound protocol [J]. *J Ultrasound Med*, 2019, 38 (6): 1411–1423. DOI: 10.1002/jum.14819.
- [23] Farrokhi S, Voycheck CA, Klatt BA, et al. Altered tibiofemoral joint contact mechanics and kinematics in patients with knee osteoarthritis and episodic complaints of joint instability [J]. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 2014, 29 (6): 629–635. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2014.04.014.
- [24] Farrokhi S, Tashman S, Gil AB, et al. Are the kinematics of the knee joint altered during the loading response phase of gait in individuals with concurrent knee osteoarthritis and complaints of joint instability? A dynamic stereo X-ray study [J]. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 2012, 27 (4): 384–389. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2011.10.009.

(收稿:2024-04-24 修回:2024-06-18)

(同行评议专家: 崔晓鲁, 于慧)

(本文编辑: 郭秀婷)