·临床研究·

近端胫腓关节倾斜角的 X 线与 MRI 测量对比△

黄承，陆志凯*，程继伟，傅政，李针，邱吉苗，徐菊英，夏筠筠，王争争，俞亚萍

（联勤保障部队第九〇六医院骨科，浙江宁波 315040）

摘要：［**目的**］探讨重建膝关节磁共振（magnetic resonance imaging, MRI）图像测量近端胫腓关节（proximal tibiofibular joint, PTFJ）倾斜角的可行性与可靠性。［**方法**］共 35 例内侧间室 OA 患者（35 膝）纳入本研究，行 MRI 测量腓骨倾斜角（MRI measured fibular inclination angle, M-FIA）和 X 线测量腓骨倾斜角（X-ray measured fibular inclination angle, X-FIA）测量，评估 M-FIA 的信度，以及 M-FIA 与 X-FIA 之间的差异，采用 Bland-Altmann 分析法评估两者的一致性。［**结果**］M-FIA 测量的观察者内与观察者间组内相关系数（intraclass correlation coefficient, ICC）分别为 0.97 和 0.90，为一致性优异信度优异。X-FIA 和 M-FIA 两种测量方法的测量值间差异无统计学意义 [(26.9±7.6)° *vs* (26.6±7.5)°, *P*=0.244]。M-FIA 与 X-FIA 的 95%一致性界限为 (-0.3±2.8)°。［**结论**］重建膝关节 MRI 图像来测量 PTFJ 倾斜角是可重复的技术。M-FIA 与 X-FIA 可以相互替代。

关键词：膝关节，骨关节炎，近端胫腓关节，倾斜角，磁共振

中图分类号：R687 **文献标志码**：A **文章编号**：1005-8478（2023）19-1812-04

Comparison of X-ray and MRI measured fibular inclination angles of the proximal tibiofibular joint // *HUANG Cheng, LU Zhi-kai, CHENG Ji-wei, FU Zheng, LI Zhen, QIU Ji-miao, XU Ju-ying, XIA Jun-jun, WANG Zheng-zheng, YU Ya-ping. Department of Orthopedics, The 906th Hospital, Joint Logistic Support Force of PLA, Ningbo 315040, China*

Abstract: [**Objective**] To investigate the feasibility and reliability of fibular inclination angles of proximal tibiofibular joint (PTFJ) measured by magnetic resonance imaging (MRI) reconstruction of the knee. [**Methods**] A total of 35 patients (35 knees) with medial knee osteoarthritis were included in this study. The MRI measured fibular inclination angle (M-FIA) and X-ray measured fibular inclination angle (X-FIA) were conducted to present the inclination of PTFJ. The reliability of M-FIA and the differences between M-FIA and X-FIA were evaluated, and the consistency of the two measures was assessed by Bland-Altmann analysis. [**Results**] The intraclass correlation coefficient (ICC) of intra-observer and inter-observer reliability measured by M-FIA were of 0.97 and 0.90, respectively, indicating excellent consistency reliability. There was no significant difference between the measured values of X-FIA and M-FIA [(26.9±7.6)° *vs* (26.6±7.5)°, *P*=0.244]. In term of Bland-Altmann analysis, the 95% agreement limit between M-FIA and X-FIA was of (-0.3±2.8)°. [**Conclusion**] The knee MRI reconstruction used to measure PTFJ inclination is a reproducible technique. M-FIA and X-FIA can be substituted for each other.

Key words: knee, osteoarthritis, proximal tibiofibular joint, inclination, magnetic resonance imaging

膝关节内侧间室骨关节炎（osteoarthritis, OA）在中老年人中常见，主要表现为膝关节肿痛、活动受限等，严重者导致膝关节功能障碍与残疾[1, 2]。研究显示近端胫腓关节（proximal tibiofibular joint, PTFJ）倾斜角较小与内侧间室 OA 的风险增加相关[3]。这对于指引内侧间室 OA 的防治有重要意义。文献上，从 PTFJ 片测量 PTFJ 倾斜角是经典的测量方式[4]。但采集 PTFJ 片需反复 X 线透射，不是临床中常规拍摄的。对于内侧间室 OA，磁共振（magnetic resonance imaging, MRI）有早期诊断价值，在临床上常用；而且 MRI 图像可用软件重建[5]。如果能通过膝关节 MRI 图像重建来准确测量 PTFJ 倾斜角，那么 MRI 图像重建就可作为倾斜角测量的重要补充方式。本研究目的，就是探索 MRI 图像重建来测量 PTFJ 倾斜角的可行性与可靠性。

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2023.19.17

△**基金项目**：浙江省医学会临床医学科研专项资金项目（编号：2022ZYC-Z28）；浙江省基础公益研究项目（编号：LGF22H180006）；宁波市医学重点学科建设项目资助（编号：2022-G01）；全军医药卫生科研基金课题（编号：15MS021）；宁波市医学科技计划项目（编号：2020Y25）；宁波市自然科学基金项目（编号：2019A610248）；宁波市体育科学研究项目（编号：20C01）

作者简介：黄承，副主任医师，研究方向：关节外科与运动医学，（电话）18395882077，（电子信箱）jfj906hc@163.com

* **通信作者**：陆志凯，（电话）0574-27754027，（电子信箱）jfj113lzk@163.com

1 临床资料

1.1 一般资料

2017 年 7 月—2020 年 9 月本院招募膝内侧间室 OA 患者拍摄 PTFJ 片（clinicaltrials.gov 注册号 NCT03147495）。内侧间室 OA 诊断，依据美国风湿病学会膝关节 OA 分类和报告标准，疼痛主要在膝内侧，内侧间室的影像学 Ahlbäck OA 分级≥I 级、外侧间室为 0 级[6, 7]。本研究回顾性分析在本院 1 年内同时检查 PTFJ 片和膝关节 MRI 的患者，共 35 例内侧间室 OA 患者（35 膝）纳入本研究。男 18 例、女 17 例；右膝 22 例、左膝 13 例；年龄平均（64.5±6.9）岁；BMI 平均（26.2±3.7）kg/m^2。18 例（51.4%）的内侧间室 OA 分级为 Ahlbäck I 级，5 例（14.3%）为 II 级，10 例（28.6%）为 III 级，2 例（5.7%）为 IV 级。本研究通过了伦理审查委员会批准，征得了所有患者知情同意。

1.2 测量方法

1.2.1 X 线测量

拍摄 PTFJ 片时，下肢先内旋 45°拍摄，如未清晰显示 PTFJ 关节间隙，则根据胫腓骨重叠程度调整内旋角度，直至清晰显示关节间隙。在 X 线片上测量 PTFJ 倾斜角，称为 X 线测量腓骨倾斜角（X-ray measured fibular inclination angle, X-FIA）（图 1a）[4]。

1.2.2 MRI 测量

1.5T MRI 扫描膝关节。应用 OsiriX MD 软件校准和重建 MRI 图像。调用软件三维多平面重建功能。首先旋转轴位图像上的冠状面定位线，使其与胫骨后髁内、外侧边缘相切[8]。接着，在矢状位视窗，应用注释工具放置两个圆，近端圆接触胫骨前、后和顶部的皮质骨边界，远端圆接触胫骨前、后的皮质骨边界。远端圆圆心位于近端圆的周长上。由连接两个圆中心的直线确定胫骨矢状面纵轴[9, 10]。使矢状位图像上的冠状面定位线与矢状面纵轴重叠。然后，在冠状位图像上画两条连接胫骨皮质的直线，两直线中点连线即为胫骨冠状面纵轴[8]。旋转矢状面定位线，以与冠状面纵轴重叠。最后，轴位图像上把两条定位线的交叉点置于 PTFJ 关节间隙，并使一条定位线与关节间隙平行，另一条定位线即默认垂直关节间隙。选择垂直关节间隙的定位线所代表的斜位视窗。斜位视窗内，选择显示胫骨前缘、腓骨后缘的斜位图像。在胫腓骨近端放置两个圆。双圆心连线确定了胫腓骨共同纵轴线。作 PTFJ 腓骨关节面的切线。MRI 测量腓骨倾斜角（MRI measured fibular inclination angle, M-FIA），为 90°减去切线与胫腓骨共同纵轴线的夹角（图 1b）。为评估测量信度，随机抽取 20 例，在首次测量 1 个月后再次测量。

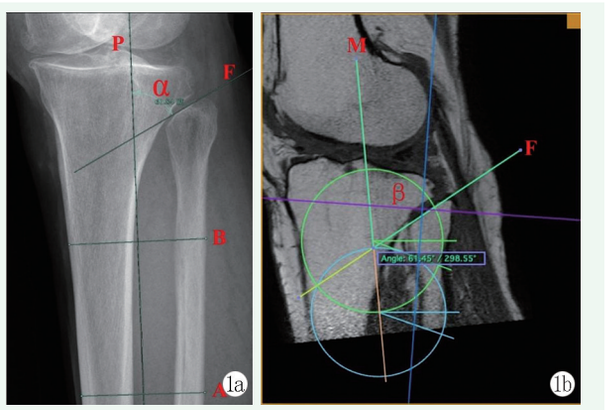

图 1 近端胫腓关节腓骨侧倾斜角测量。1a: X 线测量方法，胫腓骨共同纵轴线（P 线）与近端胫腓关节腓骨关节面切线（F 线）的夹角为 α 角，X-FIA 为 90°减去 α 角；1b: MRI 测量方法，胫腓骨共同纵轴线，即双圆心连线（M 线）与近端胫腓关节腓骨关节面切线（F 线）的夹角为 β 角，M-FIA 为 90°减去 β 角。

Figure 1. Measurement of the fibular inclination angle (FIA) of the proximal tibiofibular joint (PTFJ). 1a: In the X-ray measurement, the angle between the tibiofibular common longitudinal axis (P line) and the tangent line (F line) of PTFJ fibular surface is α angle, while the X-FIA is 90° minus the α angle. 1b: In MRI measurement, the angle between the tibiofibular common longitudinal axis that is the center connection of the double circles (M-line) and the tangential line (F line) of PTFJ fibular surface is β angle, whereas the M-FIA is 90° minus the β angle.

1.3 统计学方法

采用 SPSS 25.0 软件进行统计学分析。采用组内相关系数（intraclass correlation coefficient, ICC）评估 M-FIA 测量信度。计量数据以 $\bar{x}\pm s$ 表示，资料呈正态分布时，两两比较采用配对 T 检验；资料呈非正态分布时，采用秩和检验。P<0.05 为差异有统计学意义。一致性评估采用 Bland-Altmann 分析法[11]。

2 结 果

2.1 测量结果

M-FIA 测量的观察者内与观察者间信度 ICC 值分别为 0.97 和 0.90，为一致性优异。X-FIA 平均为（26.9±7.6）°，M-FIA 平均为（26.6±7.5）°，差异无统计学意义（P=0.244）。

2.2 一致性分析

M-FIA 与 X-FIA 一致性评估的 Bland-Altmann

分析图见图 2。95%一致性界限为（-0.3±2.8）°。差值的平均值为-0.3°，差值绝对值最大者为 2.9°。

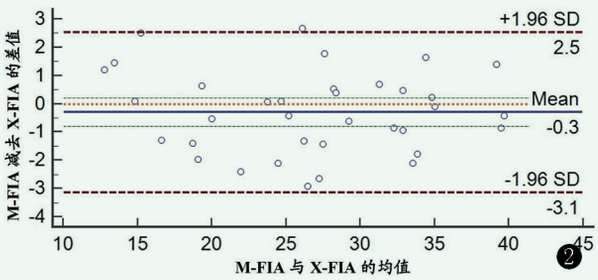

图 2 M-FIA 与 X-FIA 一致性评估的 Bland-Altmann 分析图。

Figure 2. Bland-Altmann analysis chart for consistency evaluation between M-FIA and X-FIA.

3 讨 论

采用标准化方法依次从轴位、矢状位、冠状位，以胫骨后髁、胫骨矢状面纵轴、胫骨冠状面纵轴为基准对 MRI 图像进行重建，这一标准化多重校准过程，控制了测量误差。本研究证实测量信度是优异的，在 MRI 图像上通过校准和重建来测量 PTFJ 倾斜角是可重复的技术。

X-FIA、M-FIA 测量时分别采用中心法与圆形法确定胫腓骨共同纵轴线。中心法用两条相距 5 cm 的直线来连接胫腓骨皮质，将两条线中点连成一直线，即为纵轴线[12]。由于胫骨后皮质凹陷和胫骨结节的存在，要求胫骨结节以远的胫骨采集范围要足够长[10]。圆形法未考虑胫骨后皮质凹陷和胫骨结节的影响，仅使用胫骨近端[9]。常规的膝关节 MRI 包含的胫骨近端较短，只适合采用圆形法[10]。本研究中，虽然采用不同纵轴线确定方法，但 X-FIA 与 M-FIA 无统计学差异，而且一致性界限、最大差值均较小，在可接受的误差范围内，因此这两种测量方法可相互替代。

临床上对于已出现膝关节症状而且扫描过 MRI 的人群，可通过 MRI 图像重建，来确定是否存在 PTFJ 倾斜角较小这一内侧间室 OA 的危险因素，以指导预防与早期治疗，并避免了 PTFJ 片拍摄时的反复透射。

采用 MRI 重建进行研究，可轻松地回顾性获取大样本、多中心资料，来进一步证实倾斜角与内侧间室 OA 的相关性、论证中老年人群倾斜角随时间变化的关系等[3]。这为进一步研究提供了新途径。

此外随着交通事故的增多与全民健身的普及，PTFJ 脱位发生率有所增加，研究证实 PTFJ 倾斜角大小与脱位风险相关[4]；近端腓骨可作为移植骨进行其他关节的重建，PTFJ 形态和倾斜角对关节重建的术前设计非常重要[13-15]。这两种患者常需 MRI 检查：对于 PTFJ 脱位，MRI 能同时清晰显示膝关节韧带等的伴发损伤情况；对于近端腓骨移植，MRI 能清晰显示 PTFJ 退变情况与关节形态。因此对于这些患者，可采用 MRI 图像重建来分析倾斜角和关节形状，以评估脱位患者是否有易感因素需处理、以及指导关节移植重建的术前设计。

综上所述，通过校准和重建膝关节 MRI 图像来测量 PTFJ 倾斜角是可重复的技术。M-FIA 与 X-FIA 的一致性较好，可相互替代。

参考文献

[1] Runhaar J, Deroisy R, Van Middelkoop M, et al. The role of diet and exercise and of glucosamine sulfate in the prevention of knee osteoarthritis: Further results from the Prevention of knee Osteoarthritis in Overweight Females (PROOF) study [J] . Semin Arthritis Rheum, 2016, 45 (4 Suppl) : S42-48. DOI: 10.1016/j.semarthrit.2015.11.001.

[2] 包杭生, 冯宗权, 邹勇根 . 三种术式治疗膝骨关节炎的凝血与临床比较 [J] . 中国矫形外科杂志, 2023, 31 (1) : 15-20. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.01.03.
Bao HS, Feng ZQ, Zou YF. Effect of three surgical procedures for knee osteoarthritis on coagulation and clinical outcomes [J] . Orthop J Chin, 2023, 31 (1) : 15-20. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.01.03.

[3] Huang C, Chen S, Liu D, et al. Association between the inclination angle of the proximal tibiofibular joint surface and medial compartment knee osteoarthritis [J] . Ann Palliat Med, 2021, 10 (8) : 8753-8761. DOI: 10.21037/apm-21-1348.

[4] Ogden JA. The anatomy and function of the proximal tibiofibular joint [J] . Clin Orthop Relat Res, 1974, 101 (101) : 186-191.

[5] 赵红金, 李强, 刘胜全, 等 . 骶丛、坐骨神经盆腔段在磁共振神经成像术的解剖特征 [J] . 中国矫形外科杂志, 2019, 27 (6) : 549-553. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2019.06.14.
Zhao HJ, Li Q, Liu SQ, et al. Anatomical characteristics of sacral plexus and pelvic segment of sciatic nerve in magnetic resonance neurography [J] . Orthop J Chin, 2019, 27 (6) : 549-553. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2019.06.14.

[6] Altman R, Asch E, Bloch D, et al. Development of criteria for the classification and reporting of osteoarthritis. Classification of osteoarthritis of the knee. Diagnostic and Therapeutic Criteria Committee of the American Rheumatism Association [J] . Arthritis Rheum, 1986, 29 (8) : 1039-1049. DOI: 10.1002/art.1780290816.

[7] 韩昶晓, 田向东, 王剑, 等 . 胫骨截骨联合关节镜治疗内侧室膝骨关节炎 [J] . 中国矫形外科杂志, 2020, 28 (21) : 1949-1954. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.21.07.

（下转 1818 页）

护理策略研究进展 [J] . 实用临床护理学电子杂志, 2019, 4 (28) : 197-198.
Yang Z, Chen XH, Deng YR, et al. Research progress on the causes and nursing strategies of postoperative abdominal distension and constipation in thoracolumbar spine fractures [J] . ElectJ Pract Clin Nurs Sci, 2019, 4 (28) : 197-198.

[11] 蒋小红,王 辉,郑亚东, 等 . 两种椎体间融合术治疗双节段腰椎管狭窄的比较 [J] . 中国矫形外科杂志, 2021, 29 (21) : 1934-1938. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.21.03.
Jiang XH, Wang H, Zheng YD, et al. Comparison of two kinds of lumbar interbody fusion for double-segment lumbar spinal stenosis [J] . Orthop J Chin, 2021, 29 (21) : 1934-1938. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.21.03.

[12] 张松勤 . 集束化护理在胸腰椎骨折术后患者腹胀便秘中的应用 [J] . 国际护理学杂志, 2017, 36 (24) : 3370-3372. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4351.2017.24.017.
Zhang SQ. Application of cluster nursing care in postoperative patients with abdominal distension and constipation after thoracolumbar fracture surgery [J] . Int J Nursing, 2017, 36 (24) : 3370-3372. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4351.2017.24.017.

[13] 谭秋月 . 脊柱骨折患者术后应用基于循证理念的预警性护理对早期腹胀便秘的影响 [J] . 饮食保健, 2021, 17: 206.
Tan QY. The impact of evidence-based early warning nursing on early abdominal distension and constipation in patients with spinal fracture after surgery [J] . Diat Health Care, 2021, 17 : 206.

[14] 祝丽萍, 王霞, 程瑶, 等 . 基于循证理念的预警性护理对脊柱骨折患者术后早期腹胀便秘的影响 [J] . 健康大视野, 2020, 1 : 205. DOI: 10.3969/j.issn.1005-0019.2020.01.325.
Zhu LP, Wang X, Cheng Y, et al. The impact of evidence-based early warning nursing on postoperative abdominal distension and constipation in patients with spinal fractures [J] . Chin Health vision, 2020, 1: 205. DOI: 10.3969/j.issn.1005-0019.2020.01.325.

[15] 李亚文 . 阶梯化进食进饮应用于后路腰椎融合术后患者的效果 [J] . 临床研究, 2021, 29 (11) : 181-182.
Li YW. The effect of tiered feeding and drinking on patients after posterior lumbar fusion surgery [J] . Clin Res, 2021, 29 (11) : 181-182.

[16] 刘艳 . ERAS 理念下腰椎融合术后腹胀的护理探讨 [J] . 健康必读, 2020, 32 : 100.
Liu Y. Nursing exploration of abdominal distension after lumbar fusion surgery under ERAS concept [J] . Health, 2020, 32 : 100.

（收稿：2023-04-18 修回：2023-06-26）
（同行评议专家：蒋丹，丁夏）
（本文编辑：郭秀婷）

（上接 1814 页）

Han CX, Tian XD, Wang J, et al. High tibial osteotomy distal to tibial tuberosity combined with arthroscopic debridement for medial compartment knee osteoarthritis [J] . Orthop J Chin, 2020, 28 (21) : 1949-1954. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.21.07.

[8] Saxena V, Anari JB, Ruutiainen AT, et al. Tibial component considerations in bicruciate-retaining total knee arthroplasty: A 3D MRI evaluation of proximal tibial anatomy [J] . Knee, 2016, 23 (4) : 593-599. DOI: 10.1016/j.knee.2015.12.002.

[9] Hudek R, Fuchs B, Regenfelder F, et al. Is noncontact ACL injury associated with the posterior tibial and meniscal slope [J] . Clin Orthop Relat Res, 2011, 469 (8) : 2377-2384. DOI: 10.1007/s11999-011-1802-5.

[10] Lipps DB, Wilson AM, Ashton-Miller JA, et al. Evaluation of different methods for measuring lateral tibial slope using magnetic resonance imaging [J] . Am J Sports Med, 2012, 40 (12) : 2731-2736. DOI: 10.1177/0363546512461749.

[11] Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement [J] . Lancet, 1986, 1 (8476) : 307-310.

[12] Hashemi J, Chandrashekar N, Mansouri H, et al. Shallow medial tibial plateau and steep medial and lateral tibial slopes: new risk factors for anterior cruciate ligament injuries [J] . Am J Sports Med, 2010, 38 (1) : 54-62. DOI: 10.1177/0363546509349055.

[13] 刘刚, 李佳琪, 黄俊琪, 等 . 带血管蒂腓骨瓣移植重建 Campanacci III 级桡骨远端骨巨细胞瘤切除术后桡腕关节的远期疗效 [J] . 中国修复重建外科杂志, 2020, 34 (3) : 352-356. DOI: 10.7507/1002-1892.201904117.
Liu G, Li JQ, Huang JQ, et al. Long-term effectiveness of vascularized fibula flap in radiocarpal joint reconstruction following excision of Campanacci grade III giant cell tumor [J] . Chin J Repar Reconstr Surg, 2020, 34 (3) : 352-356. DOI: 10. 7507/1002-1892. 201904117.

[14] Sananpanich K, Boonyalapa A, Kraisarin J, et al. Osteocutaneous proximal fibular flap: an anatomical and computed tomographic angiographic study of skin and bone perforators [J] . Surg Radiol Anat, 2021, 43 (7) : 1099-1106. DOI: 10.1007/s00276-020-02591-8.

[15] Van der Heijden L, Farfalli GL, Balacó I, et al. Biology and technology in the surgical treatment of malignant bone tumours in children and adolescents, with a special note on the very young [J] . J Child Orthop, 2021, 15 (4) : 322-330. DOI: 10.1302/1863-2548.15.210095.

（收稿：2022-06-27 修回：2023-08-29）
（同行评议专家：朱庆生，徐斌，应霁翀）
（本文编辑：闫承杰）