

· 临床研究 ·

足副舟骨与胫后肌腱 MRI 表现的观察[△]

刘冬雪, 朴荣日*, 刘松竹, 修超

(北华大学附属医院放射科, 吉林吉林 132001)

摘要: [目的] 应用胫后肌腱 (posterior tibial tendon, PTT) 厚度指标从量化角度验证副舟骨 (accessory navicular bone, AN) 对早期胫后肌腱功能障碍 (posterior tibial tendon dysfunction, PTTD) 中 PTT 损伤程度的影响。[方法] 2019年1月—2022年8月本院116例对 PTT 行 MRI 检查患者纳入本研究。将足内侧疼痛且 MRI 显示 PTT 损伤或鞘旁积液者定义为异常组; 将无症状且 MRI 正常者定义为正常组。再另将两组按 AN 类型不同定义4个亚组, 既无 AN 组、I 型 AN 组、II 型 AN 组、III 型 AN 组, 比较两组测量结果, 以是否异常与 PTT 厚度行 ROC 分析。[结果] 正常组内各亚组 PTT 厚度无显著变化 ($P>0.05$); 异常组内 II 型 AN 组 PTT 厚度显著增大 ($P<0.05$), 与正常组比较, 异常组 II 型 AN 亚组中 PTT 厚度 [(4.1±1.2) mm vs (5.5±0.6) mm, $P<0.001$] 显著增大, 而其他各亚组两组间 PTT 厚度的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。II 型 AN 亚组 PTT 横截面短径厚度判断是否异常 ROC 曲线, 最佳截点是 PTT 厚度为 4.7 mm 时, 敏感度为 87.5%, 特异度为 85.7%, AUC 为 0.875。[结论] 在 PTTD 中, II 型 AN 的存在可导致 PTT 厚度增加, 加重其损伤程度。

关键词: 副舟骨, 胫后肌腱, 胫后肌腱功能障碍

中图分类号: R687 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2025) 04-0377-04

MRI findings of foot accessory navicular bone and posterior tibialis tendon in the foot // LIU Dong-xue, PU Rong-ri, LIU Song-zhu, XIU Chao. Department of Radiology, Affiliated Hospital, Beihua University, Jilin, Jilin 132001, China

Abstract: [Objective] To verify the impact of accessory navicular bone of foot (AN) on posterior tibialis tendon dysfunction (PTTD) by quantitative measurement of posterior tibialis tendon (PTT) thickness with MRI. [Methods] From January 2019 to August 2022, 116 patients who received MRI examination of PTT in our hospital were included in this study. The patients with medial foot pain and MRI presentation of PTT injury or effusion around the tendon insertion were defined as the abnormal group, while those with no symptoms and normal MRI were defined as normal group. In addition, the two groups were further defined into 4 subgroups according to different AN types, including non AN group, type I AN group, type II AN group and type III AN group. The measurement results of the two groups were compared, and ROC analysis was performed according to whether abnormality and PTT thickness. [Results] There was no significant change in PTT thickness of all subgroups in normal group ($P>0.05$). PTT thickness of type II AN subgroup in abnormal group was significantly increased ($P<0.05$). Compared with the normal group, the type II AN subgroup in abnormal group had significantly greater PTT thickness of [(4.1±1.2) mm vs (5.5±0.6) mm, $P<0.001$], despite of the fact that no significant difference in PTT thickness between the two groups in other subgroups was noted ($P>0.05$). As results of ROC analysis PTT thickness of type II AN subgroup predicting whether abnormality, the best cut-off point was of 4.7 mm, sensitivity of 87.5%, specificity of 85.7%, with area under curve (AUC) of 0.875. [Conclusion] In PTTD, the presence of type II AN can increase the thickness of PTT and aggravate the lesion.

Key words: accessory navicular bone of the foot, posterior tibialis tendon, posterior tibialis tendon dysfunction

胫后肌腱功能障碍 (posterior tibial tendon dysfunction, PTTD) 的定义来源于临床诊断及 MRI 表现。早期的临床表现仅为踝关节局部疼痛, MRI 显示肌腱轻度损伤及腱鞘炎、腱旁炎, 后期可出现胫后肌腱 (posterior tibial tendon, PTT) 不同程度撕

裂^[1, 2]。副舟骨 (accessory navicular bone, AN) 可分为 3 型, 即 I 型、II 型、III 型^[3], 其中, II 型 AN 常引起局部疼痛、PTT 的损伤^[4], 原因为 PTT 止于 II 型 AN^[5]。在影像学中可通过 PTT 的厚度判断 PTT 损伤程度。在含 AN 的患者中, 经 MRI 检查诊断为

DOI:10.20184/j.cnki.Issn1005-8478.100718

△基金项目: 吉林省卫生健康科技能力提升项目 (编号: 2022LC067)

作者简介: 刘冬雪, 主治医师, 硕士学位, 研究方向: 骨与关节影像诊断, (电子信箱) spring99992006@126.com

* 通信作者: 朴荣日, (电子信箱) 191988208@qq.com

PTTD后,应进一步明确AN在PTTD患者中存在的价值。本研究对含不同类型AN的PTTD患者的肌腱厚度进行分析,观察不同类型AN对PTT厚度的影响,并探讨AN对PTTD临床进展的影响程度。

1 临床资料

1.1 一般资料

2019年1月—2022年8月本院116例行MRI PTTD检查的患者纳入本研究。患者均存在足踝部疼痛、肿胀,以足踝部内侧为著,踝部MRI显示PTT不同程度损伤、PTT腱鞘旁积液。排除外伤、足踝部手术史、神经肌肉病变、足底筋膜炎、肿瘤及痛风者。将足内侧疼痛且MRI显示PTT损伤或鞘旁积液者定义为异常组;将无症状且MRI正常者定义为正常组。两组患者年龄、性别、侧别、BMI等一般资料的比较差异均无统计学意义($P>0.05$)。两组根据含AN情况及类型细分4个亚组,即无AN组、I型AN

组、II型AN组、III型AN组。本研究经医院医学伦理委员会批准,所有患者均知情同意。

1.2 测量方法及评价指标

所有踝关节采用MRI检查(3.0 T 联影UMR790)。将图像上传至MRI后处理系统,在医生工作站对所需数据进行分组并测量。MRI上显示PTT厚度为2~11 mm的均匀低信号且肌腱周围无明显积液者,归于正常组;PTT信号不均匀、厚度增大或肌腱周围明显积液者,归于异常组;再根据AN类型不同将正常组及异常组分别分成4个亚组。由于内踝下1~2个层面为PTT肌腱病变最常发生部位^[6],故选择矢状位快速自旋回波质子密度加权图像内踝下1~2个层面作为数据采集层面,在此横断面图像上测量PTT短轴厚度,进行数据采集(图1)。所测量数据由3名具有10年临床工作经验的主治医师独立完成,测量3次,间隔2周,取其平均值作为研究数据。所选主治医师对患者的人组情况不知情。

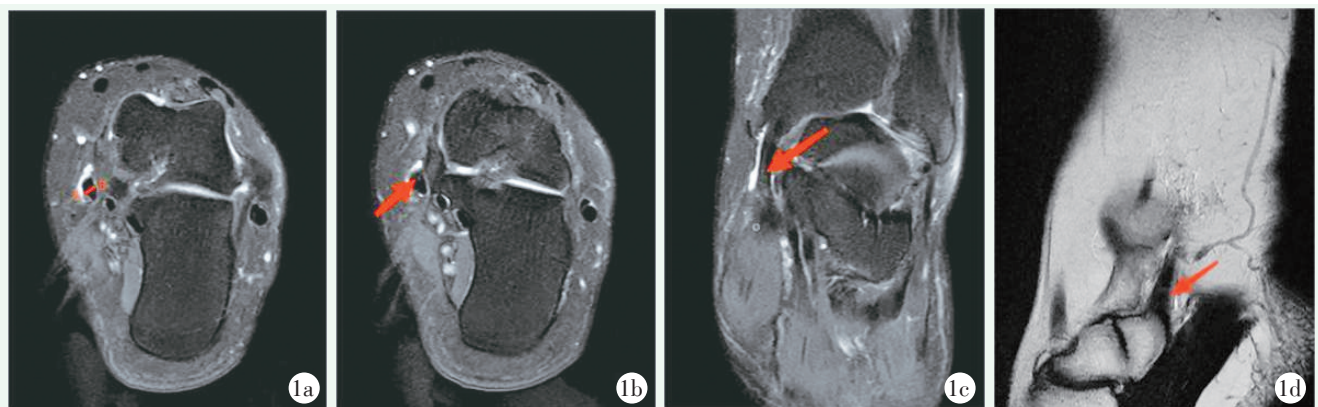


图1. 患者女性,21岁,含II型AN的PTTD患者。1a:横轴位快速自旋回波质子密度加权成像(pd-fse序列)AB为PPT横断面短径厚度;1b:横轴位快速自旋回波质子密度加权成像(pd-fse序列)示PTT内局限性点状高信号,周围见液体信号环绕;1c:冠状位快速自旋回波质子密度加权成像(pd-fse序列)示PTT内条形高信号,周围见液体信号环绕;1d:矢状位快速自旋回波T2加权成像(T2-fse序列)示PTT止点位于II型AN。

Figure 1. A 21-year-old female. 1a: Transversal fast spin echo proton density-weighted imaging (pd-fse sequence), AB represented the short diameter thickness of PPT cross section; 1b: Cross-axis fast spin echo proton density-weighted imaging (pd-fse sequence) showed localized spot-like high signal within PTT, surrounded by liquid signal; 1c: Coronal fast spin echo proton density-weighted imaging (pd-fse sequence) showed high bar signal in PTT, surrounded by liquid signal; 1d: Sagittal position fast spin echo T2-weighted imaging (T2-fse sequence) shows that PTT insertion at type II AN.

1.3 统计学方法

采用SPSS 25软件对数据进行定量分析,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,各亚组间数据比较采用独立样本 t 检验;组内比较采用方差分析,事后多重比较采用LSD法, $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

观察两组中II型AN组所测得PTT的厚度变化的受试者工作特征(receiver operating characteristic,

ROC)曲线图,计算曲线下面积(area under the curve, AUC),以约登指数最大点作为诊断阈值,计算各指标的特异度及敏感度。

2 结果

2.1 测量结果

两组内各亚组间比较：正常组各亚组 PTT 厚度无显著变化 ($P>0.05$)；异常组内 II 型 AN 组 PTT 厚度显著增大 ($P<0.05$)，II 型 AN 组与其他各亚组比较差异均有统计学意义 ($P<0.05$)，其他各亚组间差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。提示早期 PTTD 中 II 型 AN 使 PTT 厚度改变，II 型 AN 可影响 PTT 的损伤程度，是引起患者疼痛加剧的原因之一（表 1）。与正常组比较，异常组 II 型 AN 亚组中 PTT 厚度显著增大 ($P<0.05$)，其他各亚组两组间 PTT 厚度的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。

表 1. 116 例受试者是否 MRI 显示 PTT 异常两组资料比较

| Table 1. Comparison of data between the normal and abnormal on MRI in the 116 subjects | | | |
|--|---------------|---------------|--------|
| 指标 | 正常组 (n=42) | 异常组 (n=74) | P 值 |
| 年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$) | 42.2±19.5 | 41.9±15.6 | 0.921 |
| 性别 (例, 男/女) | 18/24 | 36/38 | 0.548 |
| 侧别 (足, 左/右) | 23/19 | 42/32 | 0.835 |
| AN 类型 (例, 无/I/II/III) | 20/8/7/7 | 25/12/16/21 | 0.238 |
| BMI (kg/m^2 , $\bar{x} \pm s$) | 22.7±3.0 | 23.8±3.6 | 0.102 |
| PTT 厚度 (mm, $\bar{x} \pm s$) | | | |
| 无 AN | 4.0±0.6 | 4.4±1.2 | 0.222 |
| I 型 AN | 4.7±1.0 | 4.7±0.6 | 0.998 |
| II 型 AN | 4.1±1.2 | 5.5±0.6 | <0.001 |
| III 型 AN | 4.5±1.3 | 4.4±0.8 | 0.935 |
| P 值 | 0.355 | 0.002 | |

2.2 II 型 AN 的 PTT 厚度与是否损伤的 ROC 分析

异常组中 II 型 AN 亚组 PTT 横截面短径厚度 ROC 曲线，最佳截点是 PTT 厚度为 4.7 mm 时，敏感度为 87.5%，特异度为 85.7%，AUC 为 0.875，见图 2。

3 讨论

II 型 AN 对 PTT 厚度变化影响：AN 及 PTTD 均可引起足踝部内侧疼痛，针对两者的临床治疗方式并不相同。目前认为 PTT 炎症及过度牵拉是引起 PTTD 的主要原因，而 AN 的存在同样可引起 PTT 的炎症^[7, 8]。本研究异常组中 II 型 AN 亚组与其他亚组相比 PTT 厚度明显增加，即早期 PTTD 中 II 型 AN 加重了 PTT 的损伤程度，而 I 型、III 型 AN 在早期 PTTD 中对 PTT 无明显影响，当 II 型 AN 存在时，PTT 远端附着于 II 型 AN 是 PTT 肌腱病变甚至撕裂的一个

危险因素，同时引起足踝部疼痛^[9-11]。II 型 AN 细微位置变化对足弓及肌腱存在很大的影响，甚至可以导致病变的发生，正常组 II 型 AN 存在时 PTT 厚度与其他各亚组间无差异，单纯存在 II 型 AN 而无上述变化时，对 PTT 影响甚微，不会导致其出现病理变化，当 II 型 AN 存在并伴有足部 PTT 受力改变时，II 型 AN 才对 PTT 产生病理性的影响。至于 PTTD 足 II 型 AN 引起 PTT 增厚的原因，笔者认为踝部除了踝关节诸骨之外，还有很多韧带、肌腱、支持带等结构维持着整个足部受力均衡性，而 PTT 是主要维持足部跖屈和内翻的韧带，其与三角韧带 (deltoid ligament, DL)、弹簧韧带 (spring ligament, SL) 等结构维持足踝部静态稳定^[12]，当 PTT 位置改变而 DL、SL 等受力未改变时，足踝部受力会发生细微变化，当 PTT 发生向心性收缩时，AN 向后方牵拉，通过 AN 与舟骨间软骨联合将力传达至舟骨，抵抗 DL 及 SL，PTT 力的方向与大小发生变化^[13]，最直观的表现 PTT 自身的改变，如肌腱肥大、增厚，甚至肌腱萎缩、变薄^[14, 15]。总之，无论哪种情况下，都可说明在早期 PTTD 中 II 型 AN 是加重 PTT 损伤的因素之一。

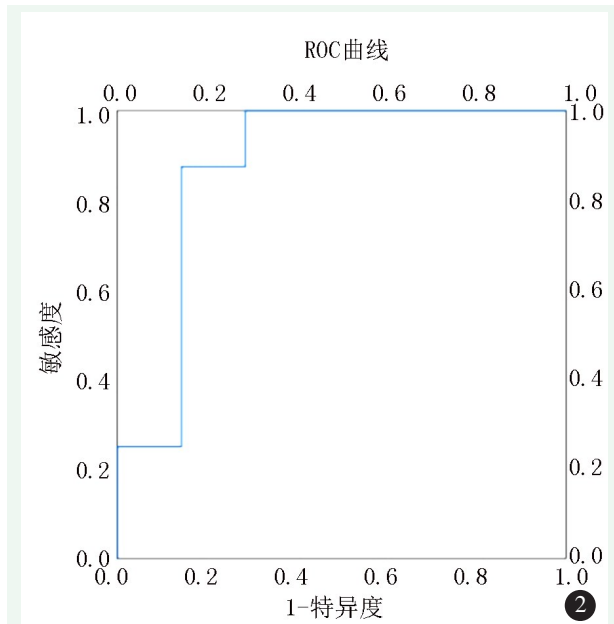


图 2. II 型 AN 足踝部疼痛患者 PTT 厚度 ROC 曲线。最佳截点是 PTT 厚度 4.7 mm，敏感度为 87.5%，特异度为 85.7%，AUC 为 0.875。

Figure 2. The ROC was represented about a thickness of PTT caused pain of foot and ankle with the type II AN. The best cut-off point was 4.7 mm in this figure, with a sensitivity of 87.5%, a specificity with 85.7%, and an AUC of 0.875.

本研究 ROC 结果表明，曲线下面积 AUC 为

0.875, 状态良好, 说明异常组中当 II 型 AN 存在时, PTT 厚度变化明显, II 型 AN 对 PTT 的功能影响具有良好的反应性, 根据图形可以看出图中最典型的代表为 PTT 厚度 4.7 mm 时, 敏感度为 87.5%, 特异度为 85.7%。当 PTT 厚度 >4.7 mm 时, II 型 AN 对 PTT 厚度变化影响最大, 最易引起 PTT 损伤, 使临床症状加重。表明 PTT 厚度变化在 II 型 AN 引起 PTTD 中具有良好的代表性。

对于 I、III 型 AN, 两组 AN 类型均不影响 PTT 厚度变化, PTT 止点仍位于舟骨, 其力学特征未发生明显变化, 即 I、III 型 AN 的存在不对 PTT 的短径厚度产生影响, 也很少产生临床症状, 是否导致 PTTD 目前尚未可知, 但这与 Gonzalez 等^[16]研究的结果不相符, 该研究通过 3 种类型 AN 引起疼痛、扁平足及骨髓水肿所占百分比情况进行分析, 认为 I 型 AN 对早期 PTT 功能障碍存在影响。

综上所述, 在早期的 PTTD 患者中 II 型 AN 的存在, 导致 PTT 位置及厚度改变, 可加重 PTT 的损伤程度, 引起患者局部疼痛的加剧, 加速 PTTD 的临床进展。

利益冲突声明 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 刘冬雪: 酝酿和设计实验、起草文章、统计分析; 朴荣日: 文章审阅; 刘松竹、修超: 提供技术和材料支持、数据测量和审核

参考文献

[1] Albano D, Martinelli N, Bianchi A, et al. Posterior tibial tendon dysfunction: Clinical and magnetic resonance imaging findings having histology as reference standard [J]. *Eur J Radiol*, 2018, 99: 55-61. DOI: 10.1016/j.ejrad.2017.12.005.

[2] Walther M. Degeneration of the posterior tibial tendon: Established and new concepts [J]. *Unfallchirurg*, 2017, 120 (12): 1031-1037. DOI: 10.1007/s00113-017-0390-6.

[3] Cheong IY, Kang HJ, Ko H, et al. Genetic influence on accessory navicular bone in the foot: A Korean twin and family study [J]. *Twin Res Hum Genet*, 2017, 20 (3): 236-241. DOI: 10.1017/thg.2017.21.

[4] Rammelt S, Sands AK. The accessory navicular and its association with flatfoot [J]. *Fuß Sprunggelenk*, 2020, 18 (1): 60-71. DOI: 10.1016/j.fuspru.2020.01.011.

[5] Kara M, Bayram S. Effect of unilateral accessory navicular bone on radiologic parameters of foot [J]. *Foot Ankle Int*, 2021, 42 (4): 469-475. DOI: 10.1177/1071100720964820.

[6] Schweitzer ME, Karasick D. MR imaging of disorders of the posterior tibialis tendon [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2000, 175 (3): 627-

635. DOI: 10.1177/1071100720964820.

[7] Park S, Lee J, Cho HR, et al. The predictive role of the posterior tibial tendon cross-sectional area in early diagnosing posterior tibial tendon dysfunction [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2020, 99 (36): e21823. DOI: 10.1097/md.00000000000021823.

[8] Gonzalez FM, Harmouche E, Robertson DD, et al. Tenosynovial fluid as an indication of early posterior tibial tendon dysfunction in patients with normal tendon appearance [J]. *Skeletal Radiol*, 2019, 48 (9): 1377-1383. DOI: 10.1007/s00256-018-3142-y.

[9] Kakihana M, Tochigi Y, Yamazaki T, et al. Suture anchor stabilization of symptomatic accessory navicular in adolescents: Clinical and radiographic outcomes [J]. *J Orthop Surg (Hong Kong)*, 2020, 28 (2): 2309499020918949. DOI: 10.1177/2309499020918949.

[10] 李霞, 李大河, 张开亮. 症状性 II 型足副舟骨切除术后两种康复锻炼方法比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (17): 1609-1611. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.17.16.

Li X, Li DH, Zhang KL. Comparison of two rehabilitation exercise protocols after resection of symptomatic type II accessory navicular bone [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2021, 29 (17): 1609-1611. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.17.16.

[11] 孙德麟, 崔建强, 康乐, 等. 两种术式治疗青少年 II 型疼痛性副舟骨比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (9): 799-803. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.09.07.

Sun DL, Cui JQ, Kang L. Comparison of two surgical treatments for type II painful accessory navicular syndrome in adolescents [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2021, 29 (9): 799-803. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.09.07.

[12] Henry JK, Shakked R, Ellis SJ. Adult-acquired flatfoot deformity [J]. *Foot Ankle Orthop*, 2019, 4 (1): 2473011418820847. DOI: 10.1177/2473011418820847.

[13] Flores DV, Mejía Gómez C, Fernández Hernando M, et al. Adult acquired flatfoot deformity: anatomy, biomechanics, staging, and imaging findings [J]. *Radiographics*, 2019, 39 (5): 1437-1460. DOI: 10.1148/rg.2019190046.

[14] Campbell JT, Jeng CL. Painful accessory navicular and spring ligament injuries in athletes [J]. *Clin Sports Med*, 2020, 39 (4): 859-876. DOI: 10.1016/j.csm.2020.05.002.

[15] Gursoy M, Dirim Mete B, Cetinoglu K, et al. The coexistence of os trigonum, accessory navicular bone and os peroneum and associated tendon and bone pathologies [J]. *Foot (Edinb)*, 2022, 50: 101886. DOI: 10.1016/j.foot.2021.101886.

[16] Gonzalez FM, Harmouche E, Robertson DD, et al. Tenosynovial fluid as an indication of early posterior tibial tendon dysfunction in patients with normal tendon appearance [J]. *Skeletal Radiol*, 2019, 48 (9): 1377-1383. DOI: 10.1007/s00256-018-3142-y.

(收稿: 2023-10-12 修回: 2024-07-05)
(同行评议专家: 侯存强, 杨英果)
(本文编辑: 闫承杰)