·临床研究·

高频超声诊断距腓前韧带损伤的临床价值

张宝玲　李　捷　蒋　丽

摘　要　目的　分析不同分型距腓前韧带损伤的影像特征，探讨高频超声对距腓前韧带损伤的诊断价值。**方法**　收集我院疑似单侧距腓前韧带损伤患者152例，均行高频超声检查并进行分型，测量并比较健侧与患侧距腓前韧带厚度，以MRI检查结果为金标准，绘制高频超声诊断距腓前韧带损伤的受试者工作特征（ROC）曲线，并计算其诊断效能；采用*Kappa*检验分析高频超声与MRI检查结果的一致性；Spearman相关分析法分析患侧距腓前韧带厚度与距腓前韧带损伤分型的相关性。**结果**　152例患者中，MRI诊断距腓前韧带损伤82例，其中Ⅰ级47例、Ⅱ级24例、Ⅲ级11例。高频超声诊断距腓前韧带损伤84例，其中Ⅰ型44例、Ⅱ型26例、Ⅲ型14例。ROC曲线分析显示，高频超声诊断距腓前韧带损伤的敏感性为95.12%，特异性为91.43%，阳性预测值为92.86%，阴性预测值为94.12%，ROC曲线下面积为0.933（95%可信区间0.886~0.979）。高频超声测得患侧距腓前韧带厚度为（2.77±0.85）mm，高于健侧（2.00±0.44）mm，差异有统计学意义（$P<0.05$）；其中Ⅰ型、Ⅱ型、Ⅲ型损伤的患侧距腓前韧带厚度分别为（2.59±0.68）mm、（2.92±0.97）mm、（3.18±1.08）mm。一致性分析显示，高频超声与MRI检查结果的一致性较高（*Kappa*=0.867，$P<0.001$）。相关性分析显示，患侧距腓前韧带厚度与距腓前韧带损伤分型呈正相关（$r=0.215$，$P=0.031$）。**结论**　应用高频超声诊断距腓前韧带损伤具有较高的临床价值。

关键词　超声检查；踝关节；距腓前韧带损伤；分型；韧带厚度

[**中图法分类号**]R445.1；R686.5　　[**文献标识码**]A

Clinical value of high-frequency ultrasound in the diagnosis of anterior talofibular ligament injury

ZHANG Baoling, LI Jie, JIANG Li

Department of Ultrasound, People's Hospital of Chongqing Ba'nan District, Chongqing 401320, China

ABSTRACT　Objective　To analyze the imaging characteristics of different types of anterior talofibular ligament injury, and to explore the value of high-frequency ultrasound in the diagnosis of anterior talofibular ligament injury. **Methods**　A total of 152 patients with suspected unilateral anterior talofibular ligament injury in our hospital were collected, all of them underwent high-frequency ultrasound examination and were classified. The thickness of the anterior talofibular ligament was measured on the healthy side and the affected side, taking MRI results as the golden standard, and the receiver operating characteristic (ROC) curve of high-frequency ultrasound for the diagnosis of anterior talofibular ligament injury was drawn and its diagnostic efficacy was calculated. *Kappa* test was used to analyze the consistency between the results of high-frequency ultrasound and MRI. Spearman correlation analysis was used to analyze the correlation between the thickness of the anterior talofibular ligament and the injury classification of the anterior talofibular ligament on the affected side. **Results**　Among 152 patients, 82 cases were diagnosed as anterior talofibular ligament injury by MRI, including 47 cases of grade Ⅰ, 24 cases of grade Ⅱ, and 11 cases of grade Ⅲ. And 84 cases were diagnosed as anterior talofibular ligament injury by high-frequency ultrasound, including 44 cases of type Ⅰ, 26 cases of type Ⅱ, and 14 cases of type Ⅲ. The results of ROC curve analysis showed that the sensitivity, specificity, positive predictive value and negative predictive value of high-frequency ultrasound for the diagnosis of anterior talofibular ligament injury were 95.12%, 91.43%, 92.86% and 94.12% respectively, and the area under the ROC curve was 0.933 (95% confidence interval 0.886~0.979). The thickness of the anterior talofibular ligament on the affected side measured by high-

作者单位：401320　重庆市巴南区人民医院超声科（张宝玲、蒋丽）；南方医科大学第三附属医院超声诊断科（李捷）

通讯作者：蒋丽，Email：420530698@qq.com

frequency ultrasound was (2.77±0.85) mm, which was higher than that on the healthy side (2.00±0.44) mm, and the difference was statistically significant (P<0.05). The thickness of the anterior talofibular ligament on the affected side in type Ⅰ, Ⅱ and Ⅲ were (2.59±0.68) mm, (2.92±0.97) mm, and (3.18±1.08) mm, respectively. The results of consistency analysis showed that the consistency between high-frequency ultrasound and MRI examination results was high ($Kappa$=0.867, P<0.001). The results of correlation analysis showed that the thickness of the anterior talofibular ligament was positively correlated with the injury classification of the anterior talofibular ligament on the affected side (r=0.215, P=0.031). **Conclusion** The application of high-frequency ultrasound in the diagnosis of anterior talofibular ligament injury has high clinical value.

KEY WORDS Ultrasonography; Ankle joint; Anterior talofibular ligament injury; Classification; Ligament thickness

研究[1]表明踝关节损伤中以侧副韧带损伤多见，而在所有踝关节外侧副韧带中以距腓前韧带最易受损。距腓前韧带损伤若诊治不及时，可能引起慢性踝关节外侧不稳，并发展至功能障碍，因此早期诊治意义重大。以往临床诊断距腓前韧带损伤主要依据病史和体征，但因缺乏客观依据，易误、漏诊[2]。MRI是诊断距腓前韧带损伤的金标准，但因其价格昂贵、操作复杂等，临床应用受限。近年来随着影像学技术的发展，应用超声可以清晰观察韧带变化，且具有操作简便、安全、价廉等优点，临床应用广泛。本研究回顾性分析152例疑似单侧距腓前韧带损伤患者的资料，总结不同分型距腓前韧带损伤的超声表现及伤后健侧、患侧韧带厚度的变化，旨在探讨高频超声诊断距腓前韧带损伤的价值。

资料与方法

一、研究对象

选取2018年5月至2020年6月我院收治的因踝关节前外侧疼痛、关节不稳定、间断性肿胀等疑似单侧距腓前韧带损伤患者152例，其中男77例，女75例，年龄18~68岁，平均(42.25±2.32)岁；体质量指数18~24 kg/m^2，平均(21.25±1.45) kg/m^2。纳入标准：①临床资料完整；②均为单侧发病；③无开放性损伤。排除标准：①既往有踝关节手术史；②存在认知功能障碍。本研究经我院医学伦理委员会批准，入选者均知情同意。

二、仪器与方法

1. 高频超声检查：使用佳能Aplio i700彩色多普勒超声诊断仪，14L5线阵探头，频率7~14 MHz。患者取俯卧位，足部呈背屈样，将探头置于外踝与距骨后方扫描，同时行足内外旋及内外翻等各种被动运动动态扫描，观察韧带连续性及运动时韧带张力、活动情况等，测量健侧与患侧距腓前韧带厚度。上述操作均由同一经验丰富的主治超声医师完成。

2. MRI检查：使用西门子1.5 T超导Magnetom Avanto磁共振成像仪，患者取仰卧位，足先进，横断位选择快速自旋回波扫描；冠状位以横断面为定位基础，选择自旋回波T1WI和双回波快速自旋回波扫描；矢状面以横断面为定位基础，选择脂肪饱和抑制双回波快速自旋回波扫描。

3. 韧带损伤分型标准：超声分型与MRI分型一一对应。①MRI分型标准[3]：Ⅰ级，韧带受牵连，形态正常，无撕裂，伴有皮下水肿；Ⅱ级，韧带部分撕裂，变厚，内部和皮下水肿；Ⅲ级，韧带完全撕裂，关节液漏入周围软组织，周围组织水肿严重。②超声分型标准[4]：Ⅰ型(挫伤)，韧带回声减弱，丝状结构模糊或消失；Ⅱ型(部分撕裂伤)，韧带肿胀，局部连续性中断或变细；Ⅲ型(完全撕裂伤)，韧带连续性中断，断端呈挛缩样，内翻试验见无回声区间距增大。

三、统计学处理

应用SPSS 22.0统计软件，计量资料以$\bar{x}\pm s$表示，采用独立样本t检验；计数资料以例或率表示，采用χ^2检验。以MRI检查结果为金标准，绘制高频超声诊断距腓前韧带损伤的受试者工作特征(ROC)曲线，并计算其诊断效能。一致性分析采用$Kappa$检验；相关性分析采用Spearman相关分析法。P<0.05为差异有统计学意义。

结　果

一、高频超声对距腓前韧带损伤的诊断效能

152例患者中，MRI检查诊断为距腓前韧带损伤82例，包括Ⅰ级47例、Ⅱ级24例、Ⅲ级11例。高频超声检查诊断为距腓前韧带损伤84例，包括Ⅰ型44例、Ⅱ型26例、Ⅲ型14例。ROC曲线分析显示，高频超声诊断距腓前韧带损伤的敏感性为95.12%，特异性为91.43%，阳性预测值为92.86%，阴性预测值为94.12%，ROC曲线下面积为0.933(95%可信区间0.886~0.979)。见表1和图1。

表1　MRI和高频超声对距腓前韧带损伤的检查结果　例

高频超声检查	MRI检查		合计
	阳性	阴性	
阳性	78	6	84
阴性	4	64	68
合计	82	70	152

二、各型距腓前韧带损伤的高频超声表现

Ⅰ型距腓前韧带损伤的超声表现为韧带肿胀，连续性好，回声减弱，丝状结构模糊或消失；Ⅱ型距腓前韧带损伤的超声表现为韧带肿胀，局部连续性中断或变细，呈不规则低或无回声区；Ⅲ型距腓前韧带损伤的超声表现为韧带连续性中断，呈无回声区，断端呈挛缩样，回声增强，内翻试验无回声区间距增大明显。见图2。

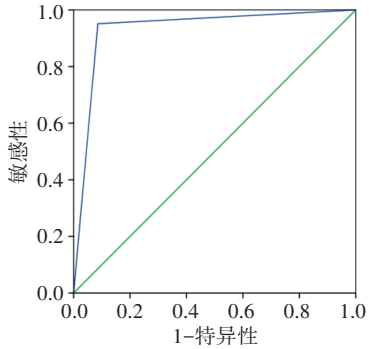
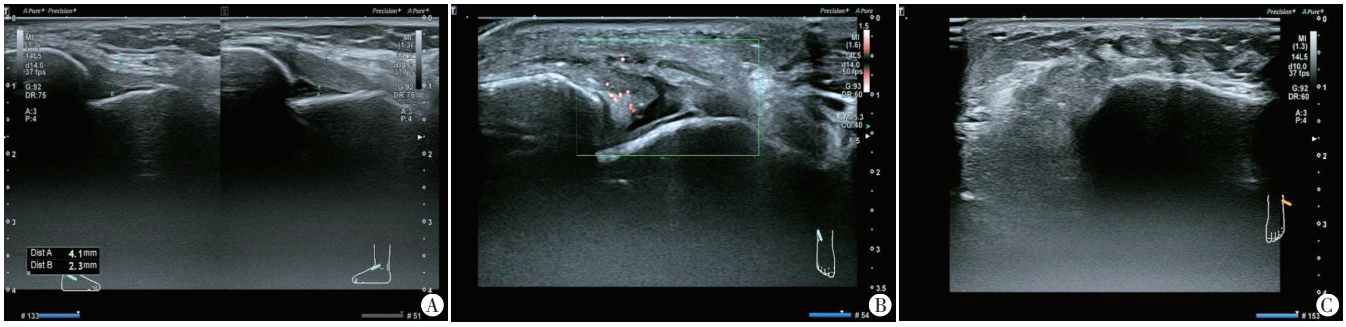


图1　高频超声诊断距腓前韧带损伤的ROC曲线图



A：Ⅰ型；B：Ⅱ型；C：Ⅲ型

图2　不同分型距腓前韧带损伤超声图像

三、健侧与患侧距腓前韧带厚度超声测值比较

高频超声测得患侧距腓前韧带厚度为(2.77±0.85)mm，高于健侧(2.00±0.44)mm，二者比较差异有统计学意义(P<0.05)。患侧距腓前韧带厚度随着韧带损伤分型的增加而增厚，其中Ⅰ型、Ⅱ型、Ⅲ型损伤的距腓前韧带厚度分别为(2.59±0.68)mm、(2.92±0.97)mm、(3.18±1.08)mm。

四、一致性分析

一致性分析显示，高频超声与MRI检查结果的一致性较高($Kappa$=0.867，P<0.001)。

五、相关性分析

相关性分析显示，患侧距腓前韧带厚度与距腓前韧带损伤分型呈正相关(r=0.215，P=0.031)。

讨　论

踝关节外侧副韧带损伤在踝关节韧带损伤中约占90.0%[5]，其发生与踝关节强力内翻有关，可引起韧带挫伤、部分或完全撕裂[6]。踝关节外侧副韧带损伤以距腓前韧带损伤多见，若早期处理不当，可能发展为慢性踝关节不稳，从而引起踝关节反复扭伤，形成继发创伤性关节炎[7]。以往临床诊断距腓前韧带损伤主要根据患者病史、临床表现、体格检查、前抽屉试验、跟骨内翻试验等，但因缺乏客观依据，无法为临床诊治提供明确信息。Leet和Yun[8]建议采用X线检查为距腓前韧带损伤的临床诊治提供指导。但进一步分析发现，X线对软组织的分辨率相对较低，仅能观察关节间隙有无增宽和是否存在骨折，对于韧带有无损伤并不能提供直接证据。目前MRI检查是诊断距腓前韧带损伤的金标准，其对软组织的分辨率高，通过多个序列观察，可直观显示踝关节周围软组织结构[9-11]，但其检查费用昂贵，对角度扫描要求较高，无法作为常规筛查手段。

高频超声在肌腱和膝关节韧带损伤方面的应用已得到广泛应用。本研究对152例疑似单侧距腓前韧带损伤患者均行高频超声检查，共诊断距腓前韧带损伤84例，其中Ⅰ型44例，Ⅱ型26例，Ⅲ型14例。总结其超声表现，Ⅰ型损伤以韧带肿胀，连续性好，回声以减弱为主；Ⅱ型损伤以韧带局部连续性中断或变细，回声呈不规则低或无回声为主；Ⅲ型损伤以韧带连续性中断，呈无回声区，断端呈挛缩样为主。高频超声诊断距腓前韧带损伤的敏感性为95.12%，特异性为91.43%，阳性预测值为92.86%，阴性预测值为

94.12%，ROC曲线下面积为0.933（95%可信区间0.886~0.979），且高频超声与MRI诊断结果的一致性较好（*Kappa*=0.867，*P*<0.001），表明高频超声对距腓前韧带损伤具有较高的诊断效能，可为临床诊治提供影像学依据。此外，本研究发现患侧距腓前韧带厚度高于健侧[（2.77±0.85）mm vs.（2.00±0.44）mm]，差异有统计学意义（*P*<0.05），且患侧韧带厚度随着损伤分型的增加而增厚，相关性分析也发现患侧距腓前韧带厚度与距腓前韧带损伤分型呈正相关（*r*=0.215，*P*=0.031），表明距腓前韧带损伤程度的加重是导致韧带厚度增加的关键。

本研究中，高频超声检查有6例假阳性和4例假阴性，分析原因可能与跟腓韧带解剖特点有关，部分韧带被腓骨长、短肌腱遮挡，超声无法显示或显示不清，不利于Ⅰ型与Ⅱ型损伤的区分[12-13]。本研究中高频超声检出Ⅰ型44例、Ⅱ型26例，而MRI检出Ⅰ级47例、Ⅱ级24例，表明高频超声易将Ⅰ型和Ⅱ型损伤混淆。为避免高频超声诊断韧带损伤时出现误漏诊，笔者建议在扫描过程中应根据距腓前韧带的解剖特点进行扫查，即沿着韧带走行方向，改变足部体位，根据韧带形态行扇形或平行扫描，以此将韧带宽度全部显示[14-16]；同时还需注意探头与外踝凹陷处间隙，可通过堆积适量的耦合剂，充分发挥透声垫的作用，有助于观察及发现韧带损伤情况[17-18]。

综上所述，高频超声在距腓前韧带损伤的诊断中具有较高价值，根据影像学表现和距腓前韧带厚度可为临床诊治提供客观依据。

参考文献

[1] 李硕，郭瑞君.实时剪切波弹性成像技术评估踝关节外侧副韧带急性闭合型损伤的临床应用[J].中华医学超声杂志（电子版），2019，16（11）：815-820.

[2] 陈亮，庄军，巩箫音，等.高频超声诊断距腓前韧带损伤的临床价值[J].中国药物与临床，2020，20（21）：3574-3575.

[3] Li Q，Tu Y，Chen J，et al.Reverse anterolateral drawer test is more sensitive and accurate for diagnosing chronic anterior talofibular ligament injury[J].Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc，2020，28（1）：55-62.

[4] 陈健，陈菲，高勇，等.多排螺旋CT联合MRI在踝关节外侧韧带损伤诊断中的比较研究[J].中国医疗设备，2019，34（3）：64-67.

[5] 叶磊，刘卫勇，单云云，等.高频超声测量距腓前韧带损伤后健侧与病侧韧带厚度的变化[J].安徽医药，2020，24（5）：935-938.

[6] 蒋宏魁，樊力，冯亮，等.全镜下无结锚钉技术修复距腓前韧带治疗慢性踝关节外侧不稳定的临床疗效[J].临床和实验医学杂志，2020，19（21）：2332-2335.

[7] 张宇，王勇，张文举，等.全镜下无结锚钉技术修复距腓前韧带治疗慢性踝关节外侧不稳[J].中华骨科杂志，2019，39（9）：525-531.

[8] Lee SH，Yun SJ.Ankle ultrasound for detecting anterior talofibular ligament tear using operative finding as reference standard：a systematic review and Meta-analysis[J].Eur J Trauma Emerg Surg，2020，46（1）：73-81.

[9] 索海军，王娜，邱海滨，等.高频超声诊断踝关节外侧副韧带损伤的临床价值[J].中国骨与关节损伤杂志，2020，35（4）：427-429.

[10] 付琳，刘铭，王宇.高频超声在训练伤致踝关节外侧副韧带损伤中应用[J].临床军医杂志，2018，46（10）：1261-1262.

[11] 梁智博，尤壮志.X线片检查阴性踝关节外侧副韧带损伤的MRI分析[J].中国骨与关节损伤杂志，2018，33（2）：202-203.

[12] Zhou L，Lin J，Wang B，et al.Biomechanical effect of anterior talofibular ligament injury in Weber B lateral malleolus fractures after lateral plate fixation：a finite element analysis[J].Foot Ankle Surg，2020，26（8）：871-875.

[13] 徐玥，李卫平，江川，等.关节镜下距腓前韧带联合跟腓韧带解剖重建术的临床疗效[J].中华骨科杂志，2019，39（11）：667-674.

[14] 周云烽，陈娜，张正政，等.踝关节镜下距腓前韧带联合跟腓韧带解剖重建治疗慢性踝关节不稳[J].中华创伤骨科杂志，2018，20（2）：123-128.

[15] 张红，李海燕，冯海洋，等.超声在诊断膝关节外侧副韧带损伤中的应用价值[J].临床超声医学杂志，2019，21（4）：303-305.

[16] 黄丹，何秀珍，杨旭欢，等.高频超声分层诊断踝关节外侧副韧带3种损伤类型的价值：前瞻性，单中心，诊断性试验方案及预试验结果[J].中国组织工程研究，2018，22（23）：3681-3686.

[17] 黄雯洁，黄若昆，雷波，等.全镜下无线结锚钉修复距腓前韧带的手术技术[J].中国矫形外科杂志，2020，28（16）：1504-1507.

[18] 吴关，王雪松，张晋.陈旧性距腓前韧带损伤诊断：MRI与应力像X线片的对比研究[J].中国运动医学杂志，2018，37（2）：110-114.

（收稿日期：2021-10-09）