

· 论著 · 骨骼肌肉 ·

# 肌骨高频超声与萤火虫与超微血管成像技术联合对痛风性关节炎的诊断价值\*

董立萍<sup>1,\*</sup> 车福健<sup>2</sup> 谢彩凤<sup>1</sup> 王璐芳<sup>1</sup>

1.开封市人民医院超声医学科(河南 开封 475000)

2.开封大学医学部口腔修复教研室(河南 开封 475000)

**【摘要】目的** 探究肌骨高频超声与萤火虫与超微血管成像技术联合对痛风性关节炎的诊断价值。**方法** 选取我院2022年1月至2025年1月期间收治的86例痛风性关节炎患者作为痛风组及49例无症状高尿酸血症患者作为非痛风组进行研究。对所有患者进行肌骨高频超声与萤火虫与超微血管成像检查。观察两组患者的超声特征表现和差异,并探讨痛风病程、血尿酸水平和超声评分的相关性。**结果** 痛风组各超声特征表现阳性率均显著高于非痛风组( $P<0.05$ )。痛风组微结晶检出率显著高于非痛风组( $\chi^2=91.812, P<0.001$ )。两组血流分级比较差异显著( $Z=8.292, P<0.001$ )。痛风组血流分级优于非痛风组,滑膜血流显示率显著高于非痛风组( $\chi^2=74.978, P<0.001$ )。86例痛风性关节炎患者的超声评分为(2.05±0.57)分,超声评分对痛风性关节炎的诊断价值良好。痛风性关节炎患者的病程为(3.06±1.11)年,血尿酸水平为(505.62±48.26)mmol/L。超声评分与痛风性关节炎患者病程、血尿酸水平呈正相关, $P<0.05$ 。**结论** 肌骨高频超声与萤火虫与超微血管成像技术联合对痛风性关节炎有一定诊断价值。超声评分与痛风性关节炎患者的病程、血尿酸水平呈正相关关系。

【关键词】肌骨高频超声;萤火虫;超微血管成像技术;痛风性关节炎

【中图分类号】R684.3

【文献标识码】A

【基金项目】2024年度开封市科技发展计划项目(2403079)

DOI:10.3969/j.issn.1009-3257.2026.3.056

## The Diagnostic Value of the Combination of Musculoskeletal High-frequency Ultrasound, Firefly and Ultra-micro Vascular Imaging Technology for Gouty Arthritis\*

DONG Li-ping<sup>1,\*</sup>, CHE Fu-jian<sup>2</sup>, XIE Cai-feng<sup>1</sup>, WANG Lu-fang<sup>1</sup>.

1.Department of Ultrasound Medicine, Kaifeng People's Hospital, Kaifeng 475000, Henan Province, China

2.Department of Oral Restoration, School of Medicine, Kaifeng University, Kaifeng 475000, Henan Province, China

**Abstract: Objective** To explore the diagnostic value of the combination of musculoskeletal high-frequency ultrasound, firefly and ultra-micro vascular imaging technology for gouty arthritis. **Methods** A total of 86 patients with gouty arthritis admitted to our hospital from January 2022 to January 2025 were selected as the gout group, and 49 patients with asymptomatic hyperuricemia were selected as the non-gout group for the study. All patients underwent high-frequency musculoskeletal ultrasound and firefly and ultra-micro vascular imaging examinations. Observe the differences in ultrasound characteristics and manifestations between the two groups of patients, and explore the correlations among the course of gout, blood uric acid levels and ultrasound scores. **Results** The positive rates of each ultrasound characteristic manifestation in the gout group were significantly higher than those in the non-gout group ( $P<0.05$ ). The detection rate of microcrystals in the gout group was significantly higher than that in the non-gout group ( $\chi^2=91.812, P<0.001$ ). There was a significant difference in blood flow grading between the two groups ( $Z=8.292, P<0.001$ ). The blood flow grade in the gout group was better than that in the non-gout group, and the display rate of synovial blood flow was significantly higher than that in the non-gout group ( $\chi^2=74.978, P<0.001$ ). The ultrasound score of 86 patients with gouty arthritis was (2.05±0.57) points, and the ultrasound score has a good diagnostic value for gouty arthritis. The disease course of patients with gouty arthritis was (3.06±1.11) years, and the blood uric acid level was (505.62±48.26) mmol/L. The ultrasound score was positively correlated with the disease course and blood uric acid level of patients with gouty arthritis,  $P<0.05$ . **Conclusion** The combination of musculoskeletal high-frequency ultrasound, firefly and ultra-micro vascular imaging techniques has certain diagnostic value for gouty arthritis. The ultrasound score is positively correlated with the disease course and blood uric acid level of patients with gouty arthritis.

**Keywords:** High-frequency Ultrasound of Muscles and Bones; Firefly; Ultra-micro Vascular Imaging Technology; Gouty Arthritis

痛风性关节炎是临床常见的炎症性关节炎<sup>[1]</sup>。该疾病的发生是由于血液中尿酸浓度升高,引起单钠尿酸盐晶体沉积于关节及其邻近组织中,引起机体局部的炎症反应。该病患者急性期伴随剧烈的疼痛、关节红肿以及功能障碍等症状<sup>[2-4]</sup>。近年来,我国痛风性关节炎的发生率显著增加<sup>[5]</sup>。该疾病逐渐成为我国重要的公共卫生问题之一。其早期诊断对于控制疾病进

展尤为重要。肌骨高频超声可观察到常规超声难以发现的超声特征表现,在痛风性关节炎的诊断中发挥重要作用<sup>[6]</sup>。萤火虫成像技术可有效检出微结晶,且具有较高的灵敏度<sup>[7]</sup>。超微血管成像技术对于滑膜炎新生血管情况有积极的提示作用<sup>[8]</sup>。因此,本研究着重观察三者 in 痛风性关节炎中的应用价值,为其诊断提供依据。

【第一作者】董立萍,女,副主任医师,主要研究方向:超声诊断、颈部血管或者甲状腺方面。E-mail: ajhsyue@163.com

【通讯作者】董立萍

## 1 资料与方法

**1.1 研究对象** 选取我院2022年1月至2025年1月期间收治的86例痛风性关节炎患者作为痛风组及49例无症状高尿酸血症患者作为非痛风组进行研究。痛风组：男性68例，女性18例，年龄范围：29~71岁，平均(44.29±12.65)岁。非痛风组：男性37例，女性12例，年龄范围30~73岁，平均(44.80±12.81)岁。两组一般资料差异不显著( $P>0.05$ )。

**纳入标准：**于我院确诊为痛风性关节炎或无症状高尿酸血症；单侧痛风性关节炎；认知功能正常；均进行肌骨高频超声、萤火虫、超微血管成像检查；患者及家属签署知情同意书。**排除标准：**放化疗所致痛风；药物所致痛风；存在其他关节炎；影像检查结果不完整；不配合研究。

**1.2 方法** 肌骨高频超声检查：采用彩色多普勒超声诊断仪高频线阵探头对患者进行肌肉超声检查，预设肌肉骨骼条件，以多切面扫查法对患者第一跖趾关节背侧、内侧、跖侧进行扫描。另外，于二维灰阶模式下观察关节情况、邻近软组织情况以及骨质病变情况，低速血流下探查患者的滑膜、软组织内血流情况，获取各超声特征表现。萤火虫技术检查：应用彩色多普勒超声诊断仪萤火虫技术检测患者关节内的微结晶情况。超微血管成像技术：于血流最丰富切面启动能量多普勒以及超微血管成像模式，进行适当的彩色增益检测微小血管，观察记录滑膜血流分级及所对应的关节数。

**1.3 观察指标** (1)肌骨高频超声特征表现。记录肌骨高频超声特征表现(痛风石、双轨征、暴雪征、肌腱周围强回声、关节积液、滑膜增生、骨质破坏)的阳性率。(2)萤火虫技术的微结晶检出情况。记录微结晶检出率。(3)滑膜血流分级情况。滑膜血流分级：采用半定量分级法评估滑膜血流分级情况，0级：滑膜内无明显血流信号；I级：1~2处点状血流信号；II级：探及3~4处血流信号，血流分布面积<50%；III级：血流分布面积≥50%。记录滑膜血流显示率。(4)超声评分。超声评分的评估标准：0分：滑膜血流分级为0级，骨皮质表面光滑，无其他超

声表现；1分：滑膜血流分级为I级，骨表面不光滑，无骨质缺损，轻度滑膜增生(2~5mm)，2~4个强回声点，少量关节积液，无其他超声表现；2分：滑膜血流分级为II级，骨表面轻微骨质缺损，中度滑膜增生(5~9mm)，强回声点散在分布，中量关节积液，无其他超声表现；3分：滑膜血流分级为III级，骨表面凹凸不平，存在广泛骨折缺损，重度滑膜增生(>9mm)，双轨征、强回声团、暴雪征，大量关节积液。(5)病程及血尿酸水平。记录痛风性关节炎患者的病程及血尿酸水平。

**1.4 统计学方法** 以SPSS 24.0分析数据，计量数据以( $\bar{x} \pm s$ )描述，t检验，计数资料以[n(%)]描述， $\chi^2$ 检验， $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 两组肌骨高频超声特征表现比较** 痛风组各超声特征表现阳性率均显著高于非痛风组( $\chi^2=10.342$ 、 $P<0.001$ ， $\chi^2=65.498$ 、 $P<0.001$ ， $\chi^2=25.138$ 、 $P<0.001$ ， $\chi^2=8.413$ 、 $P=0.004$ ， $\chi^2=36.692$ 、 $P<0.001$ ， $\chi^2=17.962$ 、 $P<0.001$ ， $\chi^2=4.430$ 、 $P=0.035$ )，见表1。

**2.2 两组萤火虫技术的微结晶检出情况比较** 痛风组微结晶检出率显著高于非痛风组( $\chi^2=91.812$ ， $P<0.001$ )，见表2。

**2.3 两组超微血管成像技术的血流分级情况比较** 两组血流分级比较差异显著( $Z=8.292$ ， $P<0.001$ )。痛风组血流分级优于非痛风组，滑膜血流显示率显著高于非痛风组( $\chi^2=74.978$ ， $P<0.001$ )。见表3。

**2.4 超声评分对痛风性关节炎的诊断价值** 86例痛风性关节炎患者的超声评分为(2.05±0.57)分，超声评分对痛风性关节炎的诊断价值良好，见表4。

**2.5 超声评分与痛风性关节炎患者病程、血尿酸水平的相关性** 痛风性关节炎患者的病程为(3.06±1.11)年，血尿酸水平为(505.62±48.26)mmol/L。超声评分与痛风性关节炎患者病程、血尿酸水平呈正相关， $P<0.05$ 。见表5。

表1 两组肌骨高频超声特征表现比较[n(%)]

组别	例数	痛风石	双轨征	暴雪征	肌腱周围强回声	关节积液	滑膜增生	骨质破坏
		阳性	阳性	阳性	阳性	阳性	阳性	阳性
痛风组	86	16(18.60)	64(74.42)	39(45.35)	20(23.26)	67(77.91)	46(53.49)	24(27.91)
非痛风组	49	0(0.00)	1(2.04)	2(4.08)	2(4.08)	12(24.49)	8(16.33)	6(12.24)
$\chi^2$		10.342	65.498	25.138	8.413	36.692	17.962	4.430
P		0.001	<0.001	<0.001	0.004	<0.001	<0.001	0.035

表2 两组萤火虫技术的微结晶检出情况比较[n(%)]

组别	例数	微结晶检出率
痛风组	86	80/86(93.02)
非痛风组	49	5/49(10.20)
$\chi^2$		91.812
P		<0.001

表4 超声评分对痛风性关节炎的诊断价值[n(%)]

指标	AUC	95%置信区间	敏感度	特异度
超声评分	0.825	0.718-0.890	85.62	79.66

表3 两组超微血管成像技术的血流分级情况比较[例(%)]

组别	例数	0级	I级	II级	III级	滑膜血流显示率
痛风组	86	11	34	28	13	73/86(84.88)
非痛风组	49	45	3	1	0	4/49(8.16)
Z/χ <sup>2</sup>	8.292					74.978
P	<0.001					<0.001

表5 超声评分与痛风性关节炎患者病程、血尿酸水平的相关性

指标	超声评分	
	r	P
病程	0.504	0.021
血尿酸	0.616	0.003

### 3 讨论

痛风性关节炎与不良的生活方式、饮食习惯、肥胖、代谢综合征、遗传等多种因素相关<sup>[9-11]</sup>。痛风性关节炎不仅伴随关节的炎性改变,还可能累及患者的全身关节,造成关节畸形,增加高血压、心脏病以及肾脏损害的风险。痛风性关节炎对患者的生活质量也有严重的不良影响<sup>[12-13]</sup>。有效的早期诊断对于该疾病患者的治疗和疾病控制尤为重要。

影像学检查是痛风性关节炎常用的诊断方法。常规超声对该疾病的诊断效果不佳,对微结晶、滑膜血流情况的诊断敏感度较低。本研究结果显示,痛风组肌骨高频超声特征表现阳性率、微结晶检出率、滑膜血流显示率均高于非痛风组,血流分级优于非痛风组。超声评分对痛风性关节炎的诊断价值良好。这也说明,肌骨高频超声与萤火虫与超微血管成像技术对痛风性关节炎有一定的诊断价值。肌骨高频超声能够清晰地显示出患者的肌肉骨骼浅表器官的结构,可有效评估关节腔、软骨、关节周围肌肉、软组织、韧带等情况。肌骨高频超声可检出尿酸盐沉积,可提升痛风性关节炎的诊断准确性<sup>[14-15]</sup>。彩色多普勒血流显像能够显示出患者关节的炎症反应的程度。超微血管成像技术可检出患者的微血流情况,有利于了解患者滑膜炎的情况,有助于痛风性关节炎的评估及疗效监测。萤火虫技术主要通过应用信息处理技术,帮助消除干扰伪像,有利于微结晶的显示。其能够有效检出难以显示的细微组织信号,能够检出微结晶。齐清华等<sup>[16]</sup>发现,超声超微血管成像与萤火虫有利于痛风性关节炎患者的早期诊断。另外,本研究还显示,超声评分与痛风性关节炎患者的病程、血尿酸水平呈正相关关系。这也说明,超声评分对于患者的疾病进展、疗效评估等可能发挥积极意义。病程越短,患者的治疗情况越好,超声评分越低。较高水平的血尿酸可能提示患者的病情严重程度较高,超声评分较高。超声评分包括多项指标,能够量化该疾病患者关节的病变程度。病程长患者的痛风石发生率高,骨质破坏程度较高。痛风性关节炎患者的骨质破坏主要与痛风石的形成有关,痛风的发生刺激了机体重塑因子的释放,导致破骨细胞大量

生成,并影响成骨细胞的功能,导致骨侵蚀,增加疾病严重程度。超声评分有利于痛风性关节炎的诊断。

综上所述,肌骨高频超声与萤火虫与超微血管成像技术联合对痛风性关节炎有一定诊断价值。超声评分与痛风性关节炎患者的病程、血尿酸水平呈正相关关系。

### 参考文献

- [1] 马勇军,周兴伟,张坤,等.不同肌骨超声特征痛风性关节炎患者骨代谢指标变化及其与病程、血尿酸水平的相关性[J].海南医学,2023,34(24):3614-3617.
- [2] 沈岑岑,张伟,胡晰杨,等.痛风性关节炎患者双能量CT参数与肌骨超声参数的关系及联合诊断效能分析[J].中国CT和MRI杂志,2025,23(6):178-181.
- [3] 孙丽萍,胡洋扬,徐婷婷,等.痛风性关节炎肌骨超声半定量分级与血清UA、ESR水平相关性分析[J].罕少疾病杂志,2025,32(2):151-153.
- [4] 王佩瑶,徐胜前,何丹青,等.肌骨超声在类风湿关节炎和痛风性关节炎患者有症状关节病变诊断中的作用比较[J].安徽医科大学学报,2024,59(5):880-884.
- [5] 张伟,胡晰杨,张云娜,等.双能量CT联合血清ESR、UA在痛风性关节炎与非痛风性关节炎中的鉴别诊断研究[J].中国CT和MRI杂志,2025,23(4):188-191.
- [6] 银妮妮,韦荣文,黄慧琨,等.痛风性关节炎采用肌肉骨骼超声诊断的价值研究[J].影像研究与医学应用,2025,9(7):74-76.
- [7] 梁梦娜,朱志坚,谭志勇.超声微血管成像联合萤火虫技术在无症状高尿酸血症患者关节病变筛查中的应用[J].影像研究与医学应用,2024,8(17):95-98.
- [8] 卢建妮,田锦,孙艳娟,等.超微血管成像血流检测在痛风性关节炎的临床应用价值[J].宁夏医学杂志,2025,47(2):135-138.
- [9] 张伟,胡晰杨,张云娜,等.双能量CT联合血清ESR、UA在痛风性关节炎与非痛风性关节炎中的鉴别诊断研究[J].中国CT和MRI杂志,2025,23(4):188-191.
- [10] 詹燕婷.中性粒细胞、淋巴细胞及其比值对间歇期痛风患者FEUA分期的评估价值研究[J].罕少疾病杂志,2023,30(12):79-80+85.
- [11] 程华威,戴基浩,董和平,等.清热活血逐痹汤联合正清风痛宁对痛风性关节炎炎症反应及生活质量的影响[J].辽宁中医杂志,2025,52(1):55-58.
- [12] 张晶,顾雄华,李亚静,等.痛风方联合非甾体抗炎药治疗急性痛风性关节炎对患者炎症指标、血液流变学的影响[J].中医药学报,2025,53(5):58-62.
- [13] 郭磊.肌肉骨骼超声对痛风性关节炎发作期和慢性关节炎期的鉴别诊断价值[J].影像研究与医学应用,2025,9(8):179-181.
- [14] 毛玉梅.肌骨超声在痛风性关节炎诊断中的应用分析[J].现代医用影像学,2025,34(3):537-539.
- [15] 刘武岩,刘继良,姜梅,等.高频肌骨超声对海勤人员高尿酸血症和痛风临床分期诊断的应用价值[J].中华航海医学与高气压医学杂志,2024,31(5):659-663.
- [16] 齐清华,苏高,段少博,等.超声超微血管成像联合萤火虫成像对痛风性关节炎早期诊断价值[J].中华实用诊断与治疗杂志,2023,37(4):414-416.

(收稿日期:2025-07-05)

(校对编辑:翁佳鸿)

(排版编辑:刘潍嘉)