

论著·骨肌

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*

沈苓苓¹ 张 伟^{1,*} 胡晰杨²
张云娜¹ 李民慧¹ 宋莎莎¹
张 健¹

1.河北省沧州中西医结合医院医学影像科
2.沧州市中心医院放射科 (河北 沧州 061001)

【摘要】目的 探讨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价值, 以期为临床早期诊断、制定干预方案提供依据。方法 选取2021年8月至2023年8月我院98例痛风性关节炎患者, 另选取同期收治其他关节炎患者98例, 入院后均行双能量CT检查及肌骨超声检查, 以关节穿刺病变诊断为“金标准”, 比较双能量CT、肌骨超声对痛风性关节炎单独、联合诊断结果、诊断效能, 并根据降尿酸治疗效果分为达标组与未达标组, 比较两组治疗前、治疗后双能量CT参数(双足痛风结节体积、双手痛风结节体积、双足痛风结节数目、双手痛风结节数目)、肌骨超声参数(血流信号评分、滑膜病损评分、骨侵蚀评分、关节囊物质沉积评分), 分析痛风性关节炎患者双能量CT参数、肌骨超声参数与降尿酸治疗效果的相关性及双能量CT参数与肌骨超声参数的相关性。结果 98例痛风性关节炎患者及98例其他关节炎患者, 经双能量CT诊断痛风性关节炎84例, 肌骨超声诊断痛风性关节炎80例, 双能量CT、肌骨超声联合诊断痛风性关节炎94例; 双能量CT联合肌骨超声诊断敏感度、阴性预测值及准确率均高于双能量CT、肌骨超声单独诊断($P<0.05$); 治疗后, 痛风性关节炎患者降尿酸治疗达标双足、双手痛风结节体积与数目、滑膜病损评分、血流信号评分、骨侵蚀评分及关节囊物质沉积评分均低于未达标组($P<0.05$); 痛风性关节炎患者双能量CT参数(双足、双手痛风结节体积与数目)、肌骨超声参数(滑膜病损评分、血流信号评分、骨侵蚀评分及关节囊物质沉积评分)均与降尿酸治疗效果呈负相关($P<0.05$); 痛风性关节炎患者双能量CT参数双足、双手痛风结节体积、数目均与肌骨超声参数滑膜病损评分、血流信号评分、骨侵蚀评分及关节囊物质沉积评分呈正相关($P<0.05$)。结论 双能量CT联合肌骨超声可有效提高痛风性关节炎诊断准确性, 为临床早期诊断、评估疗效提供依据, 以制定相应干预方案。

【关键词】痛风性关节炎; 双能量CT;
肌骨超声; 诊断价值; 降尿酸治疗
【中图分类号】R684.3
【文献标识码】A
【基金项目】2024年度河北省医学科学研究课题(20240871)
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.06.052

Relationship between Dual-Energy CT Parameters and Musculoskeletal Ultrasound Parameters in Patients with Gouty Arthritis and Analysis of Combined Diagnostic Efficacy*

SHEN Ling-ling¹, ZHANG Wei^{1,*}, HU Xi-yang², ZHANG Yun-na¹, LI Min-hui¹, SONG Sha-sha¹, ZHANG Jian¹.
1.Department of Medical Imaging, Cangzhou Hospital of Integrated TCM-WM-Hebei, Cangzhou 061001, Hebei Province, China
2.Department of Radiology, Cangzhou Central Hospital, Cangzhou 061001, Hebei Province, China

ABSTRACT
Objective To investigate the relationship between dual-energy CT parameters and musculoskeletal ultrasound parameters in patients with gouty arthritis, and to provide evidence for early clinical diagnosis and intervention. **Methods** A total of 98 cases of gouty arthritis in our hospital from August 2021 to August 2023 were selected as the study objects, and 98 cases of other arthritis patients were selected during the same period. After admission, all patients underwent dual-energy CT examination and musculoskeletal ultrasound examination, and the diagnosis results of joint puncture lesions were taken as the "gold standard". The diagnostic results and efficacy of dual energy CT and musculoskeletal ultrasound were compared for gouty arthritis alone and in combination. Patients with gouty arthritis were treated with uric acid lowering, and were divided into standard group and non-standard group according to the therapeutic effect. The dual-energy CT parameters (volume of gout nodule on both feet, volume of gout nodule on both hands, number of gout nodule on both feet, number of gout nodule on both hands), musculoskeletal ultrasound parameters (lesion score, blood flow signal score, bone erosion score, capsular material deposit score) of the two groups were compared before and after treatment. To analyze the correlation between dual-energy CT parameters, musculoskeletal ultrasound parameters and the effect of uric acid lowering therapy in patients with gouty arthritis, and the correlation between dual-energy CT parameters and musculoskeletal ultrasound parameters. **Results** In 98 patients with gouty arthritis and 98 patients with other arthritis, 84 cases of gouty arthritis were diagnosed by dual-energy CT, 80 cases were diagnosed by musculoskeletal ultrasound, 94 cases were diagnosed by dual-energy CT and musculoskeletal ultrasound. The sensitivity, negative predictive value and accuracy of dual-energy CT combined with musculoskeletal ultrasound in the diagnosis of gouty arthritis were higher than those of dual-energy CT and musculoskeletal ultrasound alone ($P<0.05$). After treatment, the volume and number of gout nodules, synovial lesion score, blood flow signal score, bone erosion score and joint capsule material deposition score in gouty arthritis patients receiving uric acid lowering treatment were lower than those in non-standard group ($P<0.05$). In gouty arthritis patients, dual-energy CT parameters (volume and number of gout nodules in both feet and hands), musculoskeletal ultrasound parameters (synovial lesion score, blood flow signal score, bone erosion score and joint capsule material deposit score) were negatively correlated with the effect of uric acid lowering treatment ($P<0.05$). In gouty arthritis patients, the volume and number of gout nodules on both feet and hands were positively correlated with musculoskeletal ultrasound parameters of synovial lesion score, blood flow signal score, bone erosion score and joint capsule material deposition score ($P<0.05$). **Conclusion** Dual-energy CT combined with musculoskeletal ultrasound can effectively improve the diagnostic accuracy of gouty arthritis, and provide references for early clinical diagnosis and evaluation of treatment effect, so as to formulate corresponding intervention programs.
Keywords: Gouty Arthritis; Dual-energy CT; Musculoskeletal Ultrasound; Diagnostic Value; Urico-lowering Therapy

痛风性关节炎为一种因血尿酸浓度过高沉积于关节引起的炎症反应, 具有病情进展迅速、易反复发作等特点, 如未得到及时诊断治疗, 随病情进展可损伤肾脏组织, 诱发肾功能不全, 严重影响预后恢复^[1-3]。因此, 积极探讨痛风性关节炎早期诊断方案具有重大意义。镜检尿酸单钠晶体为临床诊断痛风性关节炎的主要方案, 但操作难度较大且具有创伤性, 存在一定局限性。双能量CT目前已用于痛风诊断中, 可有效显示关节尿酸盐沉积情况, 有助于临床与其他类型关节炎鉴别诊断^[4-5]。肌骨超声对于软组织分辨率较高, 具有简便快捷、无创等优点, 可清晰显示各关节病变程度^[6-7]。基于此, 本研究试分析双能量CT参数与肌骨超声参数对痛风性关节炎的诊断效能。

1 资料与方法

1.1 一般资料 经我院伦理委员会审核批准, 选取2021年8月至2023年8月我院98例痛风性关节炎患者, 其中男61例, 女37例, 年龄43~75岁, 平均(52.84±3.52)岁; 体质质量指

【第一作者】沈苓苓, 女, 主治医师, 主要研究方向: 骨肌系统影像诊断。E-mail: terea58@21cn.com
【通讯作者】张 伟, 男, 副主任医师, 主要研究方向: 骨肌系统影像诊断。E-mail: terea58@21cn.com

数20.2~26.5kg/m²，平均(23.12±1.18)kg/m²；病程2~5年，平均(2.95±0.38)年；包括42例急性关节炎期，30例间歇期，28例慢性关节炎期。另选取同期收治其他关节炎患者98例，其中男58例，女40例，年龄41~73岁，平均(53.12±3.29)岁；体质量指数20.6~26.8kg/m²，平均(23.26±1.32)kg/m²；病程2~6年，平均(3.08±0.42)年。两组基线资料均衡可比(P>0.05)。

纳入标准：痛风性关节炎均符合《中国高尿酸血症与痛风诊疗指南(2019)》^[8]中相关诊断标准，并经关节穿刺病理诊断确诊，且无其他关节疾病；知晓本研究，并签订同意书。排除标准：合并血液系统疾病；合并全身性感染疾病；合并本研究检查禁忌证；合并重大脏器功能障碍者；合并精神障碍或检查依从性较差者。

1.2 方法 双能量CT检查：均采用西门子双源64排128层CT扫描仪进行检查，A球管电压140kV，B球管电压80kV，管电流65~234mAs，螺距0.7，矩阵512×512，重建参数：层距0.75mm，层厚0.75mm，引导患者处仰卧位，对双手、双膝关节、双腕关节、双踝关节等进行检查。扫描完成后将所有图像上传至后台工作站，自动获取并标记尿酸盐为绿色，记录双足痛风结节体积、双手痛风结节体积、双足痛风结节数目、双手痛风结节数目。双能量CT检查痛风性关节炎阳性标准：关节腔或周围组织存在尿酸盐结晶，图像中可见绿色沉积。

肌骨超声检查：均采用美国GE E9型超声诊断仪检查，探头频率为6~15MHz，患者处仰卧位，对双手、双膝关节、双腕关节、双踝关节等进行检查，灰阶超声观察关节积液、痛风石等情况。扫描完成后将所有图像上传至后台工作站，均由同两名具有丰富经验的影像学医师进行阅阅，若意见不一则由第三位医师参与阅阅，统一意见后定性结论。肌骨超声检查痛风性关节炎阳性标准：存在高回声为主的混合型回声提示存在痛风石；尿酸盐聚集声像提示晶体沉积。

肌骨超声评分标准：(1)滑膜内血流信号评分：0分：无血流；1分：单一血流信号；2分：血流信号<50%滑膜面积；3分：血流信号≥50%滑膜面积。(2)滑膜病损评分：0分：正常；1分：滑膜损伤于关节面夹角区域；2分：骨膜损伤超过骨面；3分：损伤延伸至骨干。(3)骨侵蚀评分：0分：无骨侵蚀；1分：骨皮质表面粗糙；2分：明显骨缺损；3分：大面积骨缺损。(4)关节囊物质沉积评分：0分：无物质沉积；1分：少量沉积；2分：中量沉积；3分：大量沉积。

治疗方案：均给予降尿酸治疗，治疗期间监测血尿酸水平，共随访治疗6个月。根据治疗后血尿酸达标情况分组，达标参考值：女性155~357μmol/L。男性208~428μmol/L。

1.3 观察指标 (1)以关节穿刺病变诊断结果为“金标准”，比较双能量CT、肌骨超声单独及联合诊断结果，联合诊断结果采用并联原则。(2)比较双能量CT、肌骨超声单独及联合诊断效能。(3)比较痛风性关节炎患者降尿酸治疗前后双能量CT参数及肌骨超声参数。(4)分析痛风性关节炎患者双能量CT参数、肌骨超声参数与降尿酸治疗效果的相关性。(5)分析痛风性关节炎患者双能量CT参

数、肌骨超声参数相关性。

1.4 统计学方法 采用SPSS28.0软件对不同数据类型进行相关处理分析，符合正态分布的计量资料用($\bar{x} \pm s$)表示，非正态分布数据经自然对数转换成正态分布后施行分析，两组间比较采用t检验，计数资料用n(%)表示，两组间比较行 χ^2 检验，Spearman/Pearson行相关性分析，默认双侧检验， $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 双能量CT、肌骨超声单独及联合诊断结果 98例痛风性关节炎患者及98例其他关节炎患者，经双能量CT诊断痛风性关节炎84例，其他关节炎73例；肌骨超声诊断痛风性关节炎80例，其他关节炎70例；双能量CT、肌骨超声联合诊断痛风性关节炎94例，其他关节炎81例。见表1。

表1 双能量CT、肌骨超声单独及联合诊断结果							
病变诊断	双能量CT		肌骨超声		联合诊断		合计
	阳性	阴性	阳性	阴性	阳性	阴性	
结晶(+)	84	14	80	18	94	4	98
结晶(-)	25	73	28	70	17	81	98
合计	109	87	108	88	111	85	196

2.2 双能量CT、肌骨超声单独及联合诊断价值比较 双能量CT、肌骨超声单独及联合痛风性关节炎的特异度、阳性预测值比较，差异无统计学意义(P>0.05)；双能量CT联合肌骨超声诊断痛风性关节炎的敏感度、阴性预测值及准确率均高于双能量CT、肌骨超声单独诊断，差异有统计学意义(P<0.05)。见表2。

2.3 痛风性关节炎患者降尿酸治疗前后双能量CT参数及肌骨超声参数比较 治疗前，痛风性关节炎患者降尿酸治疗达标与未达标组双能量CT参数及肌骨超声参数比较，差异无统计学意义(P>0.05)；治疗后，痛风性关节炎患者降尿酸治疗达标组双足、双手痛风结节体积与数目、滑膜病损评分、血流信号评分、骨侵蚀评分及关节囊物质沉积评分均低于未达标组，差异有统计学意义(P<0.05)。见表3。

2.4 痛风性关节炎患者双能量CT参数、肌骨超声参数与降尿酸治疗效果的相关性 Spearman相关性分析可知，痛风性关节炎患者双能量CT参数(双足、双手痛风结节体积与数目)、肌骨超声参数(滑膜病损评分、血流信号评分、骨侵蚀评分及关节囊物质沉积评分)均与降尿酸治疗效果呈负相关(P<0.05)。见表4。

2.5 痛风性关节炎患者双能量CT参数、肌骨超声参数相关性分析 Pearson相关性分析可知，痛风性关节炎患者双能量CT参数双足、双手痛风结节体积、数目均与肌骨超声参数滑膜病损评分、血流信号评分、骨侵蚀评分及关节囊物质沉积评分呈正相关(P<0.05)。见表5。

表2 双能量CT、肌骨超声单独及联合诊断价值比较

检查方法	敏感度	特异度	阳性预测值	阴性预测值	准确率
双能量CT	85.71(84/98)	74.49(73/98)	77.06(84/109)	83.91(73/87)	80.10(157/196)
肌骨超声	81.63(80/98)	71.43(70/98)	74.07(80/108)	79.55(70/88)	76.53(150/196)
双能量CT+肌骨超声	95.92(94/98)	82.65(81/98)	84.68(94/111)	95.29(81/85)	89.29(175/196)
χ^2 值	9.876	3.638	3.918	9.542	11.486
P值	0.007	0.162	0.141	0.009	0.003

表4 痛风性关节炎患者双能量CT参数、肌骨超声参数与降尿酸治疗效果的相关性

降尿酸治疗效果	双能量CT				肌骨超声			
	双足痛风结节体积	双手痛风结节体积	双足痛风结节数目	双手痛风结节数目	滑膜病损评分	血流信号评分	骨侵蚀评分	关节囊物质沉积评分
r值	-0.574	-0.602	-0.593	-0.612	-0.594	-0.611	-0.673	-0.702
P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表3 痛风性关节炎患者降尿酸治疗前后双能量CT参数及肌骨超声参数比较

时间	组别	例数	双能量CT			
			双足痛风结节体积(cm ³)	双手痛风结节体积(cm ³)	双足痛风结节数目(个)	双手痛风结节数目(个)
治疗前	达标组	56	8.14±3.25	9.84±3.45	9.18±3.65	7.18±3.04
	未达标组	42	8.24±3.32	9.76±3.29	9.27±3.27	7.25±3.11
	t值		0.149	0.116	0.126	0.112
	P值		0.882	0.908	0.900	0.911
治疗后						
	达标组	56	5.45±1.49	4.52±1.94	5.12±1.85	4.27±1.39
	未达标组	42	6.57±1.74	5.94±2.03	7.05±2.24	5.31±1.43
	t值		3.426	3.515	4.667	3.621
	P值		0.001	0.001	<0.001	<0.001

续表3

肌骨超声				
	滑膜病损评分(分)	血流信号评分(分)	骨侵蚀评分(分)	关节囊物质沉积评分(分)
	2.05±0.32	2.11±0.24	2.13±0.40	2.24±0.28
	2.10±0.34	2.13±0.30	2.16±0.42	2.30±0.32
	0.745	0.367	0.360	0.987
	0.458	0.715	0.720	0.326
	0.84±0.12	0.93±0.15	0.97±0.18	0.87±0.13
	1.24±0.25	1.30±0.23	1.27±0.25	1.29±0.23
	10.483	9.623	6.909	11.453
	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表5 痛风性关节炎患者双能量CT参数、肌骨超声参数相关性分析

项目		滑膜病损评分	血流信号评分	骨侵蚀评分	关节囊物质沉积评分
双足痛风结节体积	r值	0.694	0.715	0.688	0.729
	P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
双手痛风结节体积	r值	0.684	0.730	0.692	0.741
	P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
双足痛风结节数目	r值	0.702	0.704	0.702	0.749
	P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
双手痛风结节数目	r值	0.698	0.727	0.693	0.735
	P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

3 讨 论

痛风性关节炎多由血尿酸水平上升，导致单钠尿酸盐结晶析出，从而沉积于关节及关节周围软组织引起炎性病变，且近年来随人们生活饮食习惯改变，其发病率仍呈上升趋势，如未得到及时有效诊疗，可导致患者关节功能受限、关节畸形，严重影响生活质量及身心健康^[9-11]。因此，积极探讨痛风性关节炎早期诊断方案具有重大意义。

目前临床对于痛风性关节炎主要通过X线片、CT等影像学技术进行检查，但X线片检查敏感度较低，多于疾病中晚期检出，此时治疗难度较大，影响预后，而常规CT虽可有效显示关节病变信息，但难以显示关节腔内病变，不利于后续制定干预方案^[12-13]。双

能量CT技术为一种利用容积再现等重建的检查方法，通过区分标记不同颜色可获取多层面图像，具有较高Z轴分辨率^[14-15]。肌骨超声通过线阵探头可检查患者各关节腔，经高频探头观察小关节，低频探头观察肩、膝等大关节，可有效显示关节腔、滑膜、软骨等病变组织，准确反映滑膜炎部位血流信息及增生情况^[16-17]。本研究结果显示，联合诊断敏感度、阴性预测值及准确率均高于双能量CT、肌骨超声单独诊断，提示联合诊断可有效提高痛风性关节炎诊断效能。原因可能在于，双能量CT图像质量较高，可清晰显示病变组织结构，而肌骨超声对于周围组织具有高分辨率，可通过识别回声评估关节病变，因此联合诊断可提高诊断准确性^[18-19]。报

道显示^[20-21], 双能量CT检查可迅速检测组织中尿酸盐结晶, 通过多部位扫描, 可显示非典型发病部位尿酸盐沉积情况。另有学者表明^[22], 双能量CT相较于肌骨超声对于尿酸盐结晶具有更高敏感度及特异度, 且敏感度可高达80%~100%。本研究与其结果基本一致, 但单独通过双能量CT检查仍存在一定不足, 其对滑膜增生、血流信号等反映软组织炎性反应的指标的敏感度低于肌骨超声, 因此, 临床对于疑似痛风性关节炎患者可先行肌骨超声检查, 若无法确诊时再行双能量CT检查, 以提高诊断准确性。

痛风性关节炎治疗期间准确、定量监测尿酸盐结晶情况至关重要, 以往临床多通过常规CT、X线等进行检测, 但无法有效鉴别炎性肉芽组织及尿酸盐结晶, 且对于关节内、骨内等部位中较深的尿酸盐结晶敏感度较低^[23]。本研究结果显示, 治疗后降尿酸治疗达标组双足、双手痛风结节体积与数目、滑膜病损评分、血流信号评分、骨侵蚀评分及关节囊物质沉积评分均低于未达标组, 提示临床可通过双能量CT及肌骨超声相关参数评估痛风性关节炎患者降尿酸治疗效果。研究表明^[24-25], 双能量CT通具有鉴别尿酸盐结晶及钙质的能力, 通过后台工作站软件可准确测量尿酸盐结晶体积, 从而有利于临床评估疗效。此外, 本研究结果还发现, 双能量CT参数与肌骨超声参数均与痛风性关节炎治疗效果呈负相关, 且双能量CT参数与肌骨超声参数均呈正相关, 进一步说明双能量CT与肌骨超声对痛风性关节炎的评估价值。

综上所述, 双能量CT联合肌骨超声对痛风性关节炎具有较高诊断价值, 临床可通过其参数变化评估降尿酸治疗效果, 以制定相应干预方案。

参考文献

- [1] Hao K, Jiang W, Zhou M, et al. Targeting BRD4 prevents acute gouty arthritis by regulating pyroptosis [J]. *Int J Biol Sci*, 2020, 16 (16): 3163-3173.
- [2] Cheng JJ, Ma XD, Ai GX, et al. Palmatine protects against MSU-induced gouty arthritis via regulating the NF- κ B/NLRP3 and Nrf2 pathways [J]. *Drug Des Devel Ther*, 2022, 2 (16): 2119-2132.
- [3] Xu H, Zhang B, Chen Y, et al. Type II collagen facilitates gouty arthritis by regulating MSU crystallisation and inflammatory cell recruitment [J]. *Ann Rheum Dis*, 2023, 82 (3): 416-427.
- [4] Christiansen SN, Müller FC, Østergaard M, et al. Dual-energy CT in gout patients: do all colour-coded lesions actually represent monosodium urate crystals [J]. *Arthritis Res Ther*, 2020, 22 (1): 212.
- [5] 国宇, 孟凡祺, 周全红. 双能量CT半定量评分系统在痛风性关节炎诊断及尿酸盐结晶评估中的应用 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2023, 21 (11): 162-163.
- [6] Gitto S, Messina C, Vitale N, et al. Quantitative musculoskeletal ultrasound [J]. *Semin Musculoskelet Radiol*, 2020, 24 (4): 367-374.
- [7] Hum RM, Barton A, Ho P. Utility of musculoskeletal ultrasound in psoriatic arthritis [J]. *Clin Ther*, 2023, 45 (9): 816-821.
- [8] 中华医学会内分泌学分会. 中国高尿酸血症与痛风诊疗指南 (2019) [J]. *中华内分泌代谢杂志*, 2020, 36 (1): 1-13.
- [9] Abdelnabi M, Leelaviwat N, Liao ED, et al. Daptomycin-induced rhabdomyolysis complicated with acute gouty arthritis [J]. *Am J Med Sci*, 2023, 365 (5): 450-456.
- [10] Li N, Chen S, Deng W, et al. Kaempferol attenuates gouty arthritis by regulating the balance of th17/treg cells and secretion of IL-17 [J]. *Inflammation*, 2023, 46 (5): 1901-1916.
- [11] Yang DH, Chen HC, Wei JC. Early urate-lowering therapy in gouty arthritis with acute flares: a double-blind placebo controlled clinical trial [J]. *Eur J Med Res*, 2023, 28 (1): 10.
- [12] 徐祖良, 刘红宇, 汪国余, 等. 膝关节痛风性关节炎患者能谱CT联合MRI检查与不同血尿酸水平的相关性分析 [J]. *浙江医学*, 2023, 45 (20): 2158-2162.
- [13] 时端霞, 王春荣. MSUS和MRI诊断老年痛风性关节炎的临床价值分析 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2022, 20 (10): 169-171.
- [14] Greffier J, Villani N, Defez D, et al. Spectral CT imaging: technical principles of dual-energy CT and multi-energy photon-counting CT [J]. *Diagn Interv Imaging*, 2023, 104 (4): 167-177.
- [15] Obmann MM, Punjabi G, Obmann VC, et al. Dual-energy CT of acute bowel ischemia [J]. *Abdom Radiol (NY)*, 2022, 47 (5): 1660-1683.
- [16] Chianca V, Di Pietro F, Zappia M, et al. Musculoskeletal ultrasound in the emergency department [J]. *Semin Musculoskelet Radiol*, 2020, 24 (2): 167-174.
- [17] Hall MM, Allen GM, Allison S, et al. Recommended musculoskeletal and sports ultrasound terminology: a delphi-based consensus statement [J]. *J Ultrasound Med*, 2022, 41 (10): 2395-2412.
- [18] 范秀松, 言伟强, 冯飞, 等. 痛风性关节炎尿酸盐结晶的危险因素分析及双能量CT成像研究 [J]. *医学信息*, 2023, 36 (1): 132-135.
- [19] 王勃, 邱丽莎, 李英俊. 肌骨超声与双源CT双能量成像在痛风性关节炎中的诊断价值 [J]. *吉林医学*, 2023, 44 (1): 110-112.
- [20] Saffarzadeh M, Haydar SMA, Shojania K, et al. Assessing tophaceous spinal gout treatment response using dual-energy CT as a point-of-care imaging modality: case report [J]. *Skeletal Radiol*, 2023, 52 (8): 1599-1604.
- [21] Zhang Y, Dong XZ, Yuan HS. Study on the deposition of monosodium urate in patients with first-episode of acute gouty arthritis by dual energy CT [J]. *Natl Med J China*, 2020, 100 (31): 2441-2445.
- [22] 李潇, 朱毅, 谢丽玲. CT双能量成像联合肌骨超声对痛风性关节炎的诊断价值 [J]. *影像研究与医学应用*, 2023, 7 (1): 149-151.
- [23] 邵川洋, 胡尊英, 闵繁懿, 等. 足踝部尿酸盐沉积双能CT检出情况与亚临床痛风患者病程及实验室检查指标的关系 [J]. *精准医学杂志*, 2022, 37 (4): 351-354, 359.
- [24] 李谦华, 莫颖倩, 曾文橙, 等. 小剂量拉布立海治疗难治性慢性痛风性关节炎的疗效及安全性 [J]. *中华医学杂志*, 2023, 103 (21): 1617-1622.
- [25] 黄懿敏, 黄文辉. 降尿酸达标治疗的痛风性关节炎患者肌骨超声影像学改变及相关因素 [J]. *吉林医学*, 2022, 43 (1): 93-95.

(收稿日期: 2024-03-29)

(校对编辑: 韩敏求)