

论 著

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*

张 伟^{1,*} 胡晰杨² 张云娜¹
沈苓苓¹ 李氏慧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.河北省沧州市中心医院放射科
(河北 沧州 061001)

【摘要】目的 探讨双能量CT联合血清(ESR)、尿酸(UA)在痛风性关节炎(GA)与非痛风性关节炎中的鉴别诊断价值。方法 按照1:1选取2022年9月至2023年11月我院收治的50例GA患者(GA组)、50例非GA患者(非GA组)作为研究对象。比较两组ESR、UA、双能量CT结果,以Pearson分析ESR、UA与双能量CT参数的相关性。以临床最终诊断结果为准,统计双能量CT联合血清ESR、UA检出GA情况,比较不同方案鉴别诊断GA的效能。结果 GA组ESR、UA分别为(22.38±4.07)mm/h、(518.77±63.56)μmol/L,高于非GA组的(9.60±2.51)mm/h、(308.29±54.68)μmol/L(P<0.05);GA患者尿酸盐结晶部位主要在双足、双手,共发现尿酸盐结晶786处,其中足部及踝关节296处,手部及腕关节261处;尿酸盐结晶多以不规则形态出现,体积0.10~17.60 cm³;GA组各部位尿酸盐结晶数目、双足平均痛风结晶体积、双足平均痛风结晶数目、双手平均痛风结晶体积、双手平均痛风结晶数目均高于非GA组(P<0.05);血清ESR、UA与双足平均痛风结晶体积、双足平均痛风结晶数目、双手平均痛风结晶体积、双手平均痛风结晶数目均呈正相关(P<0.05);双能量CT检出GA 43例,ESR检出GA 58例,UA检出GA 52例,双能量CT联合血清ESR、UA检出GA 50例(P<0.05);双能量CT联合血清ESR、UA诊断敏感度和准确度高于双能量CT、ESR、UA(P<0.05);双能量CT联合血清ESR、UA诊断特异度高于ESR、UA(P<0.05)。结论 双能量CT联合血清ESR、UA能提高诊断GA的灵敏度、特异度和准确度,有效鉴别GA与非GA,为GA诊治提供客观参考。

【关键词】双能量CT; ESR; UA; 痛风性关节炎
【中图分类号】R684.3
【文献标识码】A
【基金项目】河北省卫生健康委医学科学研究课题计划(20240871)
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.04.054

Differential Diagnosis of Dual Energy CT Combined with Serum ESR and UA in Gouty Arthritis and Non-Gouty Arthritis*

ZHANG Wei^{1,*}, HU Xi-yang², ZHANG Yun-na¹, SHEN Ling-ling¹, 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 value of dual-energy CT combined with ESR and UA in the differential diagnosis of gouty arthritis (GA) and non-gouty arthritis. **Methods** A total of 50 cases of GA patients (GA group) and 50 cases of non-GA patients (non-GA group) admitted to our hospital from September 2022 to November 2023 were selected as the study objects according to 1:1. The results of ESR, UA and dual-energy CT were compared between the two groups, and the correlation between ESR, UA and dual-energy CT parameters was analyzed by Pearson. According to the final clinical diagnosis results, the detection of GA by dual-energy CT combined with serum ESR and UA was analyzed, and the differential diagnosis efficiency of GA was compared. **Results** ESR and UA in GA group were (22.38±4.07) mm/h and (518.77±63.56) μmol/L, which were higher than those in non-GA group (9.60±2.51) mm/h and (308.29±54.68) μmol/L, respectively (P<0.05). In GA patients, urate crystals were mainly found in the feet and hands. 786 crystals were found in the feet and ankles, and 261 in the hands and wrists. Urate crystals mostly appeared in irregular form, with a volume of 0.10 ~ 17.60 cm³. The number of urate crystals, the average gout crystal volume on both feet, the average gout crystal volume on both hands in GA group were higher than those in non-GA group (P<0.05). Serum ESR and UA were positively correlated with mean gout crystal volume on both feet, mean gout crystal number on both feet, mean gout crystal volume on both hands and mean gout crystal number on both hands (P<0.05). Dual-energy CT detected GA in 43 cases, ESR detected GA in 58 cases, UA detected GA in 52 cases, dual-energy CT combined with serum ESR and UA detected GA in 50 cases (P<0.05). The diagnostic sensitivity and accuracy of dual-energy CT combined with serum ESR and UA were higher than those of dual-energy CT, ESR and UA (P<0.05). The diagnostic specificity of dual-energy CT combined with serum ESR and UA was higher than that of ESR and UA (P<0.05). **Conclusion** Dual-energy CT combined with serum ESR and UA can improve the sensitivity, specificity and accuracy of GA diagnosis, effectively differentiate GA from non-GA, and provide objective reference for the diagnosis and treatment of GA.
Keywords: Dual-energy CT; ESR; UA; Gouty Aarthritis

我国痛风性关节炎(GA)多见于40~50岁,患病率约为1%~3%,男性多于女性,近年来患病逐步年轻化,并呈逐年上升趋势^[1-2]。随着GA病情推进和尿酸盐晶体逐渐在关节软骨、关节囊、关节滑膜等析出沉积,刺激并诱导产生多种炎症激活因子,引起滑膜软组织红肿、关节软骨破坏等,出现难以忍受的虫咬样或刀割样疼痛、红肿、热等,致残率较高,早诊断早治疗对防治GA不良病情转归意义重大^[3]。X线片、CT影像技术、肌骨超声是诊断GA常用影像工具,其中X线检查敏感度低^[4];CT能观察关节病变,但腔内病变显示不佳,难以满足临床诊断需求^[5];肌骨超声诊断GA特异度较高,但敏感度偏低,且对操作者依赖性比较大^[6];双能量CT是近年来评价GA的新工具,能快速、可靠、自动化检测尿酸盐结晶,是现阶段唯一能直接观测组织内尿酸盐沉积的非侵入性先进影像学工具^[7-8]。血沉(ESR)是临床上常用的炎症监测指标之一,与骨组织损伤及其严重程度密切相关^[9]。尿酸(UA)水平升高是尿酸盐形成结晶介导关节炎症反应的基础病理,能提高对GA诊断敏感性^[10]。本研究探讨双能量CT联合血清ESR、UA在GA与非GA中的鉴别诊断价值,为GA的预防和诊治提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 按照1:1选取2022年9月至2023年11月我院收治的50例GA患者(GA组)、50例非GA患者(非GA组)作为研究对象,其中GA组急性期39例,间歇期11例;非GA组包括骨性关节炎18例,类风湿关节炎28例,银屑病关节炎4例。

纳入标准:满足GA的诊断^[11];自愿参加并签署同意书;意识清晰并且能正常沟通。排除标准:伴急危重症,不能配合研究;合并血液系统疾病者;精神疾病者;癌症;由其他疾病引起的继发性GA;合并心、肝、肾器质性疾病者。

1.2 方法

1.2.1 双能量CT检测 双能量CT仪(西门子,双源64排128层),扫描条件为:A球管电压140kV,矩阵512×512,B球管电压80kV,层距0.75mm,管电流65~234mAs,层厚

【第一作者】张 伟,男,副主任医师,主要研究方向:骨肌系统影像诊断。E-mail: ddph202@163.com
【通讯作者】张 伟

0.75mm，螺距0.7。扫描完毕后加载入配套软件内，重建横断面、矢状面、冠状面图像，自动分析尿酸盐。由两位经验丰富放射科医生在盲态下阅片，取两者一致意见作为最终诊断结果；若两者意见不一致，则请高级别的放射科医生协助判断，直至意见一致。

1.2.2 血清ESR、UA检测 就诊时采集空腹5mL静脉血，用全自动生化分析仪测定UA水平；用血沉动态分析仪检测ESR水平。UA阳性标准为>420μmol/L；ESR正常值男性：0~15mm/h，女性：0~20mm/h。

1.3 统计学方法 采用SPSS 27.0软件，计数资料用n(%)表示、 χ^2 检验；计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示，t检验；以Pearson分析血清ESR、UA与双能量CT参数的相关性。 $\alpha=0.05$ 。

2 结 果

2.1 两组基线资料比较 GA组一般人口学资料、既往史、病程、白细胞、血小板、血红蛋白、血清白蛋白、C反应蛋白与非GA比较，差异无统计学意义($P>0.05$)；GA组ESR、UA高于非GA组($P<0.05$)。见表1。

2.2 两组双能量CT结果比较 GA患者尿酸盐结晶部位主要在双足、双手，共发现尿酸盐结晶786处，其中足部及踝关节296处，手部及腕关节261处；尿酸盐结晶多以不规则形态出现，体积0.10~17.60cm³，见图1。GA组各部位尿酸盐结晶数目、双足平均痛风结晶体积、双足平均痛风结晶数目、双手平均痛风结晶体积、双手平均痛风结晶数目均高于非GA组($P<0.05$)。见表2、图1-2。

表2 两组双能量CT结果比较[n(%)]

组别	GA组(50例)	非GA组(50例)	统计值	P
尿酸盐结晶				
膝关节	185(11.77)	0(0)	370.000	<0.001
足部及踝关节	296(18.83)	5(10.00)	562.664	<0.001
肘关节	44(2.80)	0(0)	88.000	<0.001
手部及腕关节	261(16.60)	4(8.00)	498.483	<0.001
双足平均痛风结晶体积(cm ³)	9.00±2.64	0.10±0.03	23.837	<0.001
双足平均痛风结晶数目(个)	14.98±4.25	0.05±0.02	24.840	<0.001
双手平均痛风结晶体积(cm ³)	9.82±3.00	0.12±0.04	22.861	<0.001
双手平均痛风结晶数目(个)	15.82±4.07	0.04±0.01	27.416	<0.001

2.3 血清ESR、UA与双能量CT参数的相关性 血清ESR与双足平均痛风结晶体积、双足平均痛风结晶数目、双手平均痛风结晶体积、双手平均痛风结晶数目均呈正相关($r=0.668$ 、 0.676 、 0.728 、 0.756 ， $P<0.05$)；血清UA与双足平均痛风结晶体积、双足平均痛风结晶数目、双手平均痛风结晶体积、双手平均痛风结晶数目均呈正相关($r=0.772$ 、 0.683 、 0.713 、 0.649 ， $P<0.05$)。见图3。

表1 两组基线资料比较

资料	GA组(50例)	非GA组(50例)	统计值	P
年龄			1.421	0.841
<30岁	2(4.00)	1(2.00)		
30岁~	5(10.00)	3(6.00)		
40岁~	21(42.00)	22(44.00)		
50岁~	15(30.00)	14(28.00)		
60岁~	7(14.00)	10(20.00)		
性别			1.604	0.205
男	36(72.00)	30(60.00)		
女	14(28.00)	20(40.00)		
体质指数(kg/m ²)			3.669	0.300
偏瘦	1(2.00)	4(8.00)		
正常	18(36.00)	23(46.00)		
超重	20(40.00)	14(28.00)		
肥胖	11(22.00)	9(18.00)		
既往史				
糖尿病	4(8.00)	1(2.00)	0.842	0.359
乙肝	2(4.00)	5(10.00)	0.614	0.433
肝硬化	0(0)	1(2.00)	1.010	0.315
高血压	1(2.00)	3(6.00)	0.260	0.610
冠心病	4(8.00)	2(4.00)	0.177	0.674
病程(年)	4.82±1.52	4.95±1.60	0.417	0.678
白细胞($\times 10^9/L$)	5.16±0.30	5.07±0.25	1.630	0.106
血小板($\times 10^9/L$)	186.47±33.48	190.13±28.74	0.587	0.559
血红蛋白(g/L)	112.26±11.56	114.08±13.59	0.721	0.472
血清白蛋白(g/L)	34.20±1.33	34.48±0.97	1.203	0.232
C反应蛋白(mg/L)	10.02±1.82	9.59±2.03	1.115	0.267
ESR(mm/h)	22.38±4.07	9.60±2.51	18.899	<0.001
UA(μmol/L)	518.77±63.56	308.29±54.68	17.751	<0.001

2.4 双能量CT联合血清ESR、UA检出GA情况 双能量CT检出GA 43例，ESR检出GA 58例，UA检出GA 52例，双能量CT联合血清ESR、UA检出GA 50例($P<0.05$)。见表3。

2.5 双能量CT联合血清ESR、UA鉴别诊断GA效能 UA诊断准确度和特异度高于ESR($P<0.05$)；双能量CT联合血清ESR、UA诊断灵敏度和准确度高于双能量CT、ESR、UA($P<0.05$)；双能量CT联合血清ESR、UA诊断特异度高于ESR、UA($P<0.05$)，见表4。

表3 双能量CT联合血清ESR、UA检出GA情况

临床诊断	双能量CT		ESR		UA		双能量CT联合血清ESR、UA		总计
	GA	非GA	GA	非GA	GA	非GA	GA	非GA	
GA	41	9	39	11	42	8	50	0	50
非GA	2	48	19	31	10	40	0	50	50
总计	43	57	58	42	52	48	50	50	100

表4 双能量CT联合血清ESR、UA鉴别诊断GA效能n(%)

项目	灵敏度	准确度	特异度
双能量CT	82.00%(41/50) ^a	89.00%(89/100) ^a	96.00%(48/50)
ESR	78.00%(39/50) ^a	70.00%(70/100) ^{ab}	62.00%(31/50) ^{ab}
UA	84.00%(42/50) ^a	82.00%(82/100) ^a	80.00%(40/50) ^a
双能量CT联合血清ESR、UA	100.00%(50/50)	100.00%(100/100)	100.00%(50/50)
χ^2	11.628	37.755	34.320
P	0.009	<0.001	<0.001

注：与双能量CT联合血清ESR、UA比较，^a $P<0.05$ ；与UA比较，^b $P<0.05$ 。



图1A-图1C 病例1双能量CT图片。男，34岁，右足第1跖趾关节痛风性关节炎伴痛风结晶形成4年，图1A为右足CT平扫，显示右足第1跖趾关节溶骨性骨质破坏，周围软组织混杂密度增高影；图1B为右足DECT伪彩图，图1C为右足VR图像伪彩图，显示右足第1跖趾关节及其周围尿酸盐沉积（绿色伪彩影）。
图2A-图2B 病例2双能量CT图片。男，44岁，右手关节多发性痛风石3年，图2A为手DECT伪彩图，图2B为手VR图像伪彩图，右掌腕关节、右手指间关节周围软组织多发尿酸盐沉积（绿色伪彩影）。

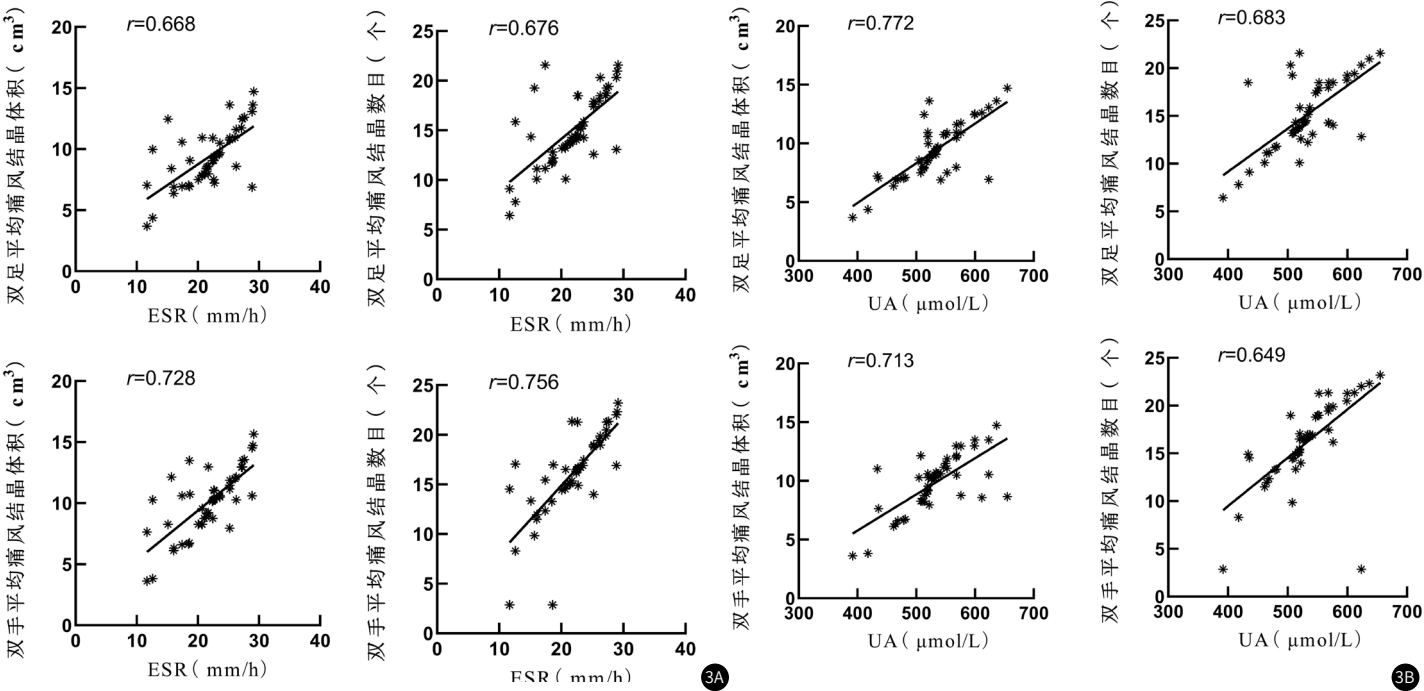


图3A-图3B 血清ESR、UA与双能量CT参数的相关性。

3 讨论

当前关节穿刺液镜检是诊断GA的“金标准”，但具有有创性，可能导致假阳性患者受到额外不必要的创伤，因此研究GA的无创、有效诊断方法是必要的^[12]。现阶段已普遍认同，高尿酸血症是GA的基础，机体长期处于高尿酸血症状态，可造成单钠尿酸

盐晶体析出沉积，介导持续的关节炎症反应，所以UA是诊断GA的一个重要参考指标^[13]。本研究结果显示，血清UA与双足平均痛风结晶体积、双足平均痛风结晶数目、双手平均痛风结晶体积、双手平均痛风结晶数目均呈正相关，揭示了UA在GA诊治中的指

导意义。根据罗莉等^[14]报道,GA患者UA明显升高,与本研究结论一致,但其诊断GA的敏感度为67.30%,特异度为55.10%,与本研究的具体数据存在差异,考虑与纳入患者数量及体质有关。尽管UA与GA易感性密切相关,但并非全部高尿酸血症人群均会出现GA,且UA易受饮食、吸烟、肥胖等多种因素的影响,故单独依赖UA诊断GA具有一定局限性^[15]。

ESR是疾病活动度常用血生化指标,机体出现炎症时可致红细胞聚集,引起ESR升高^[16]。GA患者存在骨关节的炎症反应,骨组织破坏处于活跃状态,ESR水平异常升高^[17]。李芟慧等^[18]报道,ESR与GA患者肌骨超声表现有关,并与病情活动度有关。薛杨等^[19]研究发现,ESR与尿酸盐浓度呈正相关。本研究结果显示,GA患者ESR高于非GA患者,与双足平均痛风结晶体体积、双足平均痛风结晶数目、双手平均痛风结晶体体积、双手平均痛风结晶数目均呈正相关,提示ESR对GA的标志物作用。但ESR诊断GA的灵敏度为78.00%,特异度为62.00%,准确度为70.00%,不能作为单独的诊断方法。

双能量CT能多部位扫描,准确观察尿酸盐沉积,尤其是非典型发病和取检困难部位,呈现出广阔的应用前景^[20]。本研究结果显示,双能量CT诊断灵敏度为82.00%,特异度为96.00%,准确度为89.00%,相较于UA、ESR,诊断价值明显提升。双能量CT采用绿色伪彩标记尿酸盐沉积后进行定量,保证判断结果的准确性与可靠性,并能观察骨质破坏、关节腔积液等情况,以辅助诊断GA^[21]。且本研究还发现,GA组各部位尿酸盐结晶数目、双足平均痛风结晶体体积、双足平均痛风结晶数目、双手平均痛风结晶体体积、双手平均痛风结晶数目均高于非GA组,提示双能量CT能判断GA病情。循证资料^[22]显示,双能量CT对尿酸盐体积的测量可重复性良好,不同放射科医生之间具有良好的一致性。Sanghavi N等^[23]报道,双能量CT能区分痛风与其他炎性关节病,并能测量尿酸盐沉积部位、范围、对骨质的侵犯等,对普通X线未能显示的痛风石周边微小骨质破坏亦具有优势,为临床诊治提供决策支持,本研究观点与之类似。值得注意的是,双能量CT对早期或无痛风石的患者检出率较低,且亦有假阳性的可能,同时当钙与单钠尿酸盐共存时,含钙的紫色彩色编码区,可能掩盖单钠尿酸盐,使单钠尿酸盐检测不到或被低估^[24-25]。

为进一步提升诊断价值,本研究尝试将双能量CT联合血清ESR、UA用于GA的诊断,结果表明双能量CT联合血清ESR、UA诊断灵敏度和准确度高于双能量CT、ESR、UA,双能量CT联合血清ESR、UA诊断特异度高于ESR、UA,提示双能量CT联合血清ESR、UA能提高对GA的鉴别诊断能力,能为精准诊疗GA提供科学依据,具有重要的实际意义。双能量CT联合血清ESR、UA不仅能利用血清学指标的高灵敏度的特点,弥补双能量CT在早期或无痛风石的患者中灵敏度较低的不足,还能利用双能量CT特异度高的特点,弥补血清学指标特异度低的缺点,优势互补,从而提高对GA的鉴别诊断能力。

综上所述,双能量CT联合血清ESR、UA能提高诊断GA的灵敏度、特异度和准确度,有效鉴别GA与非GA,为GA诊治提供客观参考。

参考文献

- [1] 中华医学会风湿病学分会. 痛风诊疗规范 (2023年) [J]. 中华内科杂志, 2023, 62 (9): 1068-1076.
- [2] Sun Y, Wang L, Jr CG, et al. Gouty arthritis with acromioclavicular joint pain as the first predictor [J]. Asian J Surg, 2023, 46 (12): 5974-5975.

- [3] Keller SF, Mandell BF. Management and cure of gouty arthritis [J]. Rheum Dis Clin North Am, 2022, 48 (2): 479-492.
- [4] 马陋文. 不同影像学检查方式在痛风性关节炎中应用的研究进展 [J]. 重庆医学, 2023, 52 (17): 2662-2666.
- [5] 王成达, 刘欣, 张言巧子, 等. 平扫CT和双能量CT联合应用对早期痛风的诊断价值 [J]. 实用放射学杂志, 2022, 38 (12): 2047-2050.
- [6] Singh JA, Budzik JF, Becce F, et al. Dual-energy computed tomography vs ultrasound, alone or combined, for the diagnosis of gout: a prospective study of accuracy [J]. Rheumatology (Oxford), 2021, 60 (10): 4861-4867.
- [7] Pascart T, Carpentier P, Choi HK, et al. Identification and characterization of peripheral vascular color-coded DECT lesions in gout and non-gout patients: the VASURATE study [J]. Semin Arthritis Rheum, 2021, 51 (4): 895-902.
- [8] Pascart T, Budzik JF. Dual-energy computed tomography in crystalline arthritis: knowns and unknowns [J]. Curr Opin Rheumatol, 2022, 34 (2): 103-110.
- [9] 冯延冰, 李刚. 膝关节痛风性关节炎的MRI表现及其与血清IL-1 β 、ESR、IL-8水平的关系探究 [J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19 (8): 163-165.
- [10] 王辉, 曾昊, 吴奇平, 等. 痛风急性发作期高尿酸血症与尿酸水平正常的临床特点对比研究 [J]. 临床内科杂志, 2023, 40 (10): 704-706.
- [11] 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.
- [12] 中国中西医结合学会风湿类疾病专业委员会. 痛风及高尿酸血症中西医结合诊疗指南 [J]. 中医杂志, 2023, 64 (1): 98-106.
- [13] Zhu KJ, Deng GS, Zhang LY, et al. Association of neutrophil-to-lymphocyte ratio with renal impairment among patients with acute gouty arthritis [J]. Int Urol Nephrol, 2022, 54 (11): 2995-3000.
- [14] 罗莉, 张光对, 林远瑶, 等. 高频超声联合UA、CRP及COX-2检测在痛风性关节炎诊断中的应用分析 [J]. 解放军医药杂志, 2022, 34 (7): 94-97.
- [15] Lee YH, Song GG. Efficacy of initiating urate-lowering therapy during an acute gout episode: a meta-analysis [J]. Z Rheumatol, 2023, 82 (9): 763-769.
- [16] Choi YS, Oh JB, Chang MJ, et al. Delayed normalization of C-Reactive protein and erythrocyte sedimentation rate was not associated with inferior clinical outcomes after total knee arthroplasty [J]. J Orthop Sci, 2023, 28 (3): 589-596.
- [17] 彭桂芳, 余孔清, 李梅, 等. 不同浓度医用三氧自体血回输治疗急性痛风性关节炎效果比较 [J]. 山东医药, 2021, 61 (5): 79-81.
- [18] 李芟慧, 李玉宏, 葛丽丽. 急性痛风性关节炎患者肌骨超声半定量评分与红细胞沉降率、白细胞介素-6水平及疾病活动度相关性分析 [J]. 陕西医学杂志, 2022, 51 (3): 318-321.
- [19] 薛杨, 卢山. 能谱CT不同指标对痛风诊断价值的比较研究 [J]. 国际内分泌代谢杂志, 2022, 42 (4): 298-302.
- [20] Døssing A, Müller FC, Becce F, et al. Dual-energy computed tomography for detection and characterization of monosodium urate, calcium pyrophosphate, and hydroxyapatite: a phantom study on diagnostic performance [J]. Invest Radiol, 2021, 56 (7): 417-424.
- [21] Huang Z, Li Z, Xiao J, et al. Dual-energy computed tomography for the diagnosis of acute gouty arthritis [J]. Curr Med Imaging, 2022, 18 (3): 305-311.
- [22] Khanna I, Pietro R, Ali Y. What has dual energy CT taught us about gout [J]. Curr Rheumatol Rep, 2021, 23 (9): 71.
- [23] Sanghavi N, Korem S, Dey S, et al. Dual-energy computed tomography (DECT) resolves the diagnostic dilemma in an atypically presenting case of gout [J]. Cureus, 2023, 15 (4): e38247.
- [24] Ahn SJ, Zhang D, Levine BD, et al. Limitations of dual-energy CT in the detection of monosodium urate deposition in dense liquid tophi and calcified tophi [J]. Skeletal Radiol, 2021, 50 (8): 1667-1675.
- [25] Shang J, Li XH, Lu SQ, et al. Gout of feet and ankles in different disease durations: diagnostic value of single-source DECT and evaluation of urate deposition with a novel semi-quantitative DECT scoring system [J]. Adv Rheumatol, 2021, 61 (1): 36.

(收稿日期: 2024-03-29)

(校对编辑: 韩敏求)