

论 著 · 骨肌

Revolution CT能谱成像技术对苯溴马隆与非布司他治疗痛风石的疗效评估*

林丽君¹ 杨 晶² 姚勇利^{1,*}
范培云¹ 李亚楠¹ 谢延玲¹

1.青海省人民医院内分泌科

2.青海省人民医院CT室(青海 西宁 810007)

【摘要】目的 探讨Revolution CT能谱成像技术对苯溴马隆与非布司他治疗痛风石的疗效评估,以期临床早期制定相应干预方案提供参考。方法 前瞻性选取我院2022年12月份至2023年12月份就诊的86例痛风患者作为研究对象,采用随机数字表法随机分为两组,苯溴马隆组、非布司他组各43例。比较两组临床疗效、不良反应发生情况及治疗前后血尿酸(UA)、肝肾功能指标[天门冬氨酸转氨酶(AST)、丙氨酸氨基转移酶(ALT)、肌酐(Scr)、尿素氮(BUN)]、尿液相关指标(24小时尿蛋白定量、尿NAG酶)、尿酸盐沉积量、个数、最大尿酸结晶个体体积。结果 非布司他组治疗总有效率95.35%高于苯溴马隆组的81.40%($P<0.05$);非布司他组治疗后血UA、Scr、BUN水平均低于苯溴马隆组($P<0.05$);非布司他组治疗后24小时尿蛋白定量、尿NAG酶水平均低于苯溴马隆组($P<0.05$);非布司他组治疗后尿酸盐沉积量、个数、最大尿酸结晶个体体积均小于苯溴马隆组($P<0.05$);两组不良反应发生率比较无明显差异($P>0.05$)。结论 Revolution CT能谱成像技术对于苯溴马隆与非布司他治疗痛风石的疗效具有良好评估价值,且非布司他优于苯溴马隆,可有效降低血UA水平,改善肾功能。

【关键词】痛风石;苯溴马隆;非布司他;疗效;CT能谱成像

【中图分类号】R445

【文献标识码】A

【基金项目】青海省卫生健康委员会指导性计划项目(2020-wjzdx-25)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.10.055

Evaluation of the Efficacy of Benzbromarone and Febuxostat in Treating Tophus Using Revolution CT Spectral Imaging Technology*

LIN Li-jun¹, YANG Jing², YAO Yong-li^{1,*}, FAN Pei-yun¹, LI Ya-nan¹, XIE Yan-ling¹.

1.Department of Endocrinology, Qinghai Provincial People's Hospital, Xining 810007, Qinghai Province, China

2.Department of Radiology, Qinghai Provincial People's Hospital, Xining 810007, Qinghai Province, China

ABSTRACT

Objective To investigate the efficacy of Revolution CT spectral imaging technology in evaluating the treatment of tophus with benzbromarone and febuxostat, with a view to providing reference for early clinical intervention. **Methods** A prospective study was conducted on 86 patients with tophus who were treated in our hospital from December 2022 to December 2023. The patients were randomly divided into two groups using a random number table method, with 43 cases in the benzbromarone group and 43 cases in the febuxostat group. The clinical efficacy and adverse reactions were compared between the two groups, as well as the changes in blood uric acid (UA), liver and kidney function indicators [aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT), creatinine (Scr), blood urea nitrogen (BUN)], urine-related indicators (24-hour urinary protein quantitation, urine NAG enzyme), urate deposition volume, number, and maximum individual size of uric acid crystals before and after treatment. **Results** The total effective rate of the non-febuxostat group was 95.35%, which was higher than that of the benzbromarone group (81.40%) ($P<0.05$). After treatment, the levels of UA, ALT, AST, Scr and BUN in the febuxostat group were lower than those in the benzbromarone group ($P<0.05$). The 24-hour urinary protein quantitation and NAG enzyme levels in the non-febuxostat group were lower than those in the benzbromarone group after treatment ($P<0.05$). After treatment, the amount of urate deposition, number and maximum volume of individual uric acid crystals in the febuxostat group were all smaller than those in the benzbromarone group ($P<0.05$). There was no significant difference in the incidence of adverse reactions between the two groups ($P>0.05$). **Conclusion** Revolution CT spectral imaging technology has good evaluation value for the efficacy of benzbromarone and febuxostat in treating Tophus. Febuxostat is superior to benzbromarone, which can effectively reduce blood UA levels and improve kidney function.

Keywords: Tophus; Benzbromarone; Febuxostat; Therapeutic Effect; CT Spectral Imaging

痛风为临床常见的晶体性关节炎,多由嘌呤代谢紊乱、尿酸(UA)排泄减少,UA沉积于关节处引起,可导致关节疼痛、畸形,严重影响患者生活质量^[1-3]。苯溴马隆为目前临床治疗痛风的常用药物,可通过抑制UA重吸收促进UA排泄,从而缓解症状,而非布司他作为一种新型非嘌呤类黄嘌呤氧化酶抑制剂,可有效抑制UA合成,具有良好耐受性^[4-5]。Revolution CT为能谱CT的一种,可利用不同物质在不同能量下X线的衰减值不同,通过后处理软件分析物质成分,清晰显示UA盐结晶沉积的部位、大小等信息^[6-7]。但目前临床鲜有关于Revolution CT评估痛风治疗效果的研究,基于此,本研究试分析Revolution CT能谱成像技术对苯溴马隆与非布司他治疗痛风石的疗效评估价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 前瞻性选取我院2022年12月至2023年12月就诊的86例痛风患者作为研究对象,采用随机数字表法随机分为苯溴马隆组、非布司他组各43例。两组基线资料均均衡可比($P>0.05$)。见表1。

纳入标准:均符合《中国高尿酸血症与痛风诊疗指南(2019)》中痛风相关诊断标准^[8];近2周内无急性痛风性关节炎发作;知晓本研究,并签订同意书。排除标准:合并血液系统疾病者;合并其他严重炎症性疾病者;合并严重脏器功能障碍者;对本研究治疗药物过敏者;合并自身免疫性疾病、感染性疾病者;沟通交流障碍或精神疾病者。

1.2 方法

1.2.1 治疗方案 2组均给予常规基础干预治疗,包括禁烟、禁酒、高嘌呤食物等。苯溴马隆组给予苯溴马隆(广东世信药业公司,批准文号:H20094159)治疗,25mg/次,1次/d,连续治疗4周后,若患者血UA水平仍未降至420mol/L以下,将剂量调整至50mg/次,1次/d。非布司他组给予非布司他(江苏中天药业公司,批准文号:H20213171)治疗,20mg/次,1次/d,连续治疗4周后若患者血UA水平仍未降至420mol/L以下,将剂量调整至40mg/次,1次/d。2组均连续治疗24周。疗效评估:治疗24周后评估疗效,其中治愈:临床症状及体征消失,关节肿大减轻,血UA恢复正常;显效:临床症状基本消失,可参加正常劳动、工作,血UA明显下降;临床主要症状基本消失,生活可自理,血UA值有所下降;无效:未符合上述标准。总有效率=100%-无效率。

1.2.2 血生化指标检测 分别采集治疗前、治疗24周后外周静脉血5mL,经3500r/min、

【第一作者】林丽君,女,副主任医师,主要研究方向:内分泌与代谢病。E-mail: 499542819@qq.com

【通讯作者】姚勇利,男,主任医师,主要研究方向:内分泌与代谢病。E-mail: 2466759918@qq.com

离心半径8cm离心分离血清。采用日立7600—020型全自动生化分析仪测定血UA、肌酐(Scr)、尿素氮(BUN)水平，试剂盒购于上海生工生物工程公司。检测时间控制在4h内。

表1 两组一般资料比较n(%)

组别	例数	性别(男/女)	年龄(岁)	体质量指数(kg/m ²)	病程(年)	合并症		
						高血压	高脂血症	糖尿病
苯溴马隆组	43	25/18	59.41±4.32	23.18±1.02	7.52±1.15	21(48.84)	13(30.23)	8(18.60)
非布司他组	43	27/16	60.54±4.61	23.32±1.14	7.35±1.08	23(53.49)	12(27.91)	10(23.26)
χ ² /t		0.195	1.173	0.600	0.707	0.186	0.056	0.281
P		0.659	0.244	0.550	0.482	0.666	0.812	0.596

1.2.3 Revolution CT扫描 均采用美国GE Revolution能谱CT扫描仪进行检查，采用能谱模式进行扫描(GSI)，并对其进行多参数的定量分析。患者取仰卧位，足先进并固定，扫描范围从足部、踝关节、膝关节延伸至双手关节等多处。参数设置：管电压80 kV/140 kV，螺距0.6，速度24 mm/周，探测器准直64 mm×0.625 mm，球管转速1.8182 r/s，FOV为14.8 cm，扫描层厚与间距均为5 mm，重建层厚1.25 mm。图像处理：均由两位高年资影像科医师共同阅片，意见有分歧时经协商讨论取得一致，图像与数据后处理均采用GEAW 4.6工作站中GSI Viewer软件完成，选用基物质分离图像与定量功能，对于沉积类像素勾勒痛风风结节的体积大小。

1.3 观察指标 (1)比较两组临床疗效。(2)比较两组治疗前、治疗24周后血UA、肝肾功能指标(ALT、AST、Scr、BUN)。(3)比较两组治疗前、治疗24周后24小时尿蛋白定量、尿NAG酶，记录第1次小便开始至第2天24h，收集24h内所有尿液混匀，取50mL检测蛋白质含量及尿NAG酶。(4)比较两组治疗前、治疗24周后UA盐沉积量(mg/cm³)、个数及最大UA结晶个体体积。(5)比较两组不良反应发生情况。

1.4 统计学方法 采用SPSS28.0软件处理相关数据，符合正态分布的计量资料用($\bar{x} \pm s$)表示，两组间比较采用t检验，组内比较

采用配对t检验，计数资料用n(%)表示，两组间比较行χ²检验，α=0.05。

2 结果

2.1 两组临床疗效比较 非布司他组治疗总有效率95.35%高于苯溴马隆组的81.40%(P<0.05)。见表2。

表2 两组临床疗效比较n(%)

组别	例数	治愈	显效	有效	无效	总有效率
非布司他组	43	8(18.60)	21(48.84)	12(27.91)	2(4.65)	41(95.35)
苯溴马隆组	43	5(11.63)	17(39.53)	13(30.23)	8(18.60)	35(81.40)
χ ²						4.074
P						0.044

2.2 两组血UA、肾功能指标比较 两组治疗前血UA、Scr、BUN水平比较，差异无统计学意义(P>0.05)。非布司他组治疗后血UA、Scr、BUN水平均低于苯溴马隆组(P<0.05)。见表3。

表3 两组血UA、肾功能指标比较

组别	例数	SCr(umol/L)		BUN(mmol/L)		UA(umol/L)	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
非布司他组	43	113.28±10.54	85.36±8.19	8.65±1.22	5.28±0.63	665.38±57.32	362.18±27.36
苯溴马隆组	43	112.52±11.37	94.57±7.36	8.74±1.28	6.67±0.82	667.57±52.19	438.94±35.81
t		0.321	5.485	0.334	8.815	0.185	11.169
P		0.749	<0.001	0.739	<0.001	0.853	<0.001

2.3 两组尿液相关指标比较 两组治疗前24小时尿蛋白定量、尿NAG酶水平比较，差异无统计学意义(P>0.05)。非布司他组治疗后24小时尿蛋白定量、尿NAG酶水平均低于苯溴马隆组(P<0.05)。见表4。

2.4 两组UA盐沉积量、个数、最大UA结晶个体体积比较 两组

治疗前UA盐沉积量、个数、最大UA结晶个体体积比较，差异无统计学意义(P>0.05)。非布司他组治疗后UA盐沉积量、个数、最大UA结晶个体体积均小于苯溴马隆组(P<0.05)。见表5、图1~3。

2.5 两组不良反应发生情况比较 两组不良反应发生率比较差异无统计学意义(P>0.05)。见表6。

表4 两组尿液相关指标比较

组别	例数	24小时尿蛋白定量(mg/L)		尿NAG酶(U/L)	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
非布司他组	43	489.32±58.63	254.93±32.14	26.41±3.58	14.31±1.82
苯溴马隆组	43	492.17±55.18	315.29±38.46	26.15±3.29	19.52±2.14
t		0.232	7.897	0.351	12.161
P		0.817	<0.001	0.727	<0.001

表5 两组UA盐沉积量、个数、最大UA结晶个体体积比较

组别	例数	UA盐沉积量(mg/cm ³)		UA盐沉积个数(个)		最大UA结晶个体体积(cm ³)	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
非布司他组	43	1352.63±85.36	1058.17±62.19	5.93±0.84	1.84±0.42	16.54±2.15	8.35±1.57
苯溴马隆组	43	1347.28±81.29	1215.36±75.38	6.15±0.88	2.73±0.65	16.27±2.28	11.32±1.84
t		0.298	10.548	1.186	7.541	0.565	8.052
P		0.767	<0.001	0.239	<0.001	0.574	<0.001

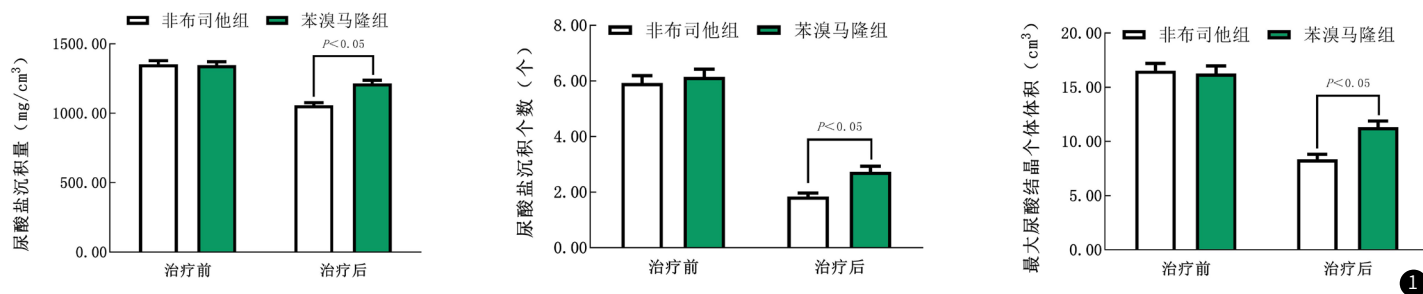


图1 两组UA盐沉积量、个数、最大UA结晶个体体积比较。

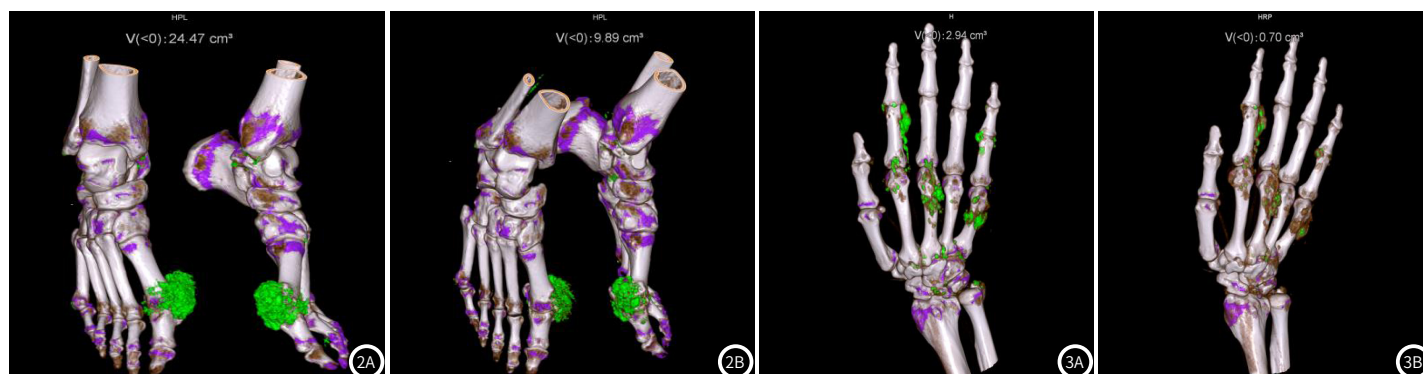


图2A~2B 非布司他组治疗后Revolution CT扫描图。一名48岁男性，经非布司他40mg/d治疗24周后，尿酸盐沉积量显著减少。
 图3A~3B 苯溴马隆组治疗后Revolution CT扫描图。一名56岁男性，经苯溴马隆50mg/d治疗24周后，尿酸盐沉积量显著减少。

表6 两组不良反应发生情况比较n(%)

组别	例数	肠胃不适	皮肤瘙痒	肝功能异常	肾功能异常	总发生率
非布司他组	43	2(4.65)	1(2.33)	1(2.33)	0(0.00)	4(9.30)
苯溴马隆组	43	3(6.98)	3(6.98)	2(4.65)	1(2.33)	9(20.93)
χ^2						2.266
P						0.132

3 讨论

痛风为常见的嘌呤代谢异常性疾病，好发于男性，其发病是由民族、遗传背景、饮食习惯、肥胖及相关共病等多种因素共同作用的结果^[9]，并具有易复发、难治愈等特征，可引起关节肿胀疼痛，随病情进展可导致痛风性关节炎。痛风性关节炎的核心病理环节在于尿酸盐在细胞外液达到饱和状态，进而析出并沉积于关节，所形成的尿酸盐微晶体可激活局部固有免疫系统，诱发

显著的炎症级联反应，最终导致组织损伤。因此，血清UA水平与该病的发生与发展呈密切关联。若病情迁延不愈，其危害可超越关节本身，导致肾功能进行性损伤，并增加罹患冠心病的风险，对患者生活质量、身体健康造成严重影响^[10-12]。目前临床对于痛风主要通过降UA治疗，可有效促使痛风石缩小、逐渐溶解，目前临床常用降UA药物包括减少UA生成药物非布司他和促进UA排泄药物苯溴马隆^[13]。但关于二者对痛风石溶解程度的研究较少，因此本研究试分析苯溴马隆与非布司他治疗痛风石的疗效。

苯溴马隆为近曲小管可逆性UA-阴离子交换剂，可阻断肾小管再吸收UA，从而降低UA浓度，而非布司他可直接通过抑制黄嘌呤氧化酶的活性来减少UA的生成，从而改善血UA水平^[14-15]。本研究结果显示，非布司他组临床疗效及治疗24周后血UA、肾功能均优于苯溴马隆组，说明非布司他对于痛风疗效显著，可有效降低血UA水平，改善肾功能。有研究表明^[16-17]，苯溴马隆通过抑制UA/阴离子转运蛋白(URAT1)可产生强大的促UA排泄作用，

服用苯溴马隆25-200mg治疗1至3周后，血UA水平可下降33%至70%。而非布司他作为一种黄嘌呤氧化酶抑制剂，其对黄嘌呤氧化酶相较于苯溴马隆具有更高选择性，且不影响嘧啶、嘌呤合成，从而避免对酶类抑制引起的不良反应^[18-19]。有报道显示^[20-21]，非布司他能持续、高效地抑制血UA合成，与黄嘌呤氧化酶形成的复合物稳定性极高，且非布司他40mg qd血UA达标率45%~86%，因此其疗效较苯溴马隆更强。蛋白尿可导致肾小球硬化萎缩，继发肾小管重吸收，导致肾小管损伤变性，影响肾功能，尿NAG酶为评估肾小管损伤的敏感指标，可作为反映肾小管损伤的定位标志物^[22]。而本研究发现，非布司他组治疗后24小时尿蛋白定量、尿NAG酶水平均低于苯溴马隆组，进一步说明非布司他可减缓、抑制痛风患者肾功能下降。

影像学检查目前已广泛应用于痛风诊断及疗效评估中，其中能谱CT扫描为一种综合诊断模式，可将CT技术的高清晰度与高特异度进行结合，可进行高速、低剂量、低对比剂扫描，成像质量佳，能特异性识别单钠UA盐结晶的存在，显示UA盐沉积的彩色图谱^[23-24]。本研究结果显示，经Revolution CT扫描结果显示，非布司他组治疗后UA盐沉积量、个数、最大UA结晶个体体积均小于苯溴马隆组，说明Revolution CT对于痛风疗效评估具有一定价值。报道显示^[25]，能谱CT可提供更丰富的参数信息，如能谱曲线、单能量图像对比等，可通过利用基物质配对法，对物质进行定量分析，从而对病灶性质进行分析，判断组织成分。有学者研究发现^[26]，通过双源CT测量痛风患者治疗前后痛风石体积变化，发现治疗后痛风石体积明显缩小，说明双源CT对于痛风疗效具有良好监测效果。因此，Revolution CT能谱成像技术对苯溴马隆与非布司他治疗痛风石的疗效具有一定评估价值。

综上所述，非布司他对于痛风石治疗效果优于苯溴马隆，可有效降低血UA水平，改善肾功能，临床可通过Revolution CT能谱成像技术评估疗效，以制定后续干预方案。

参考文献

[1]Zhang Y,Chen S,Yuan M,et al.Gout and diet:a comprehensive review of mechanisms and management[J].Nutrients,2022,14(17):3525.
[2]Ashiq K,Bajwa MA,Tanveer S,et al.A comprehensive review on gout:the epidemiological trends,pathophysiology,clinical presentation,diagnosis and treatment[J].J Pak Med Assoc,2021,71(4):1234-1238.
[3]Terkeltaub R.Emerging urate-lowering drugs and pharmacologic treatment strategies for gout:a narrative review[J].Drugs,2023,83(16):1501-1521.
[4]章慧玲,黄传旺.红外红光治疗仪联合苯溴马隆对急性痛风性关节炎患者关节康复的影响[J].医学理论与实践,2024,37(1):71-73.
[5]张志明,齐张旸,宋榕斌,等.非布司他联合苯溴马隆对痛风性关节炎患者血清炎症因子水平及近期预后的影响[J].北方药学,2024,21(2):149-151.
[6]Baffour FI,Ferrero A,Aird GA,et al.Evolving role of dual-energy CT in the clinical workup of gout:a retrospective study[J].AJR Am J Roentgenol,2022,218(6):1041-1050.
[7]Li X,Wang LP,Ou LL,et al.Revolution spectral CT for urinary stone with a single/mixed composition in vivo:a large sample analysis[J].World J Urol,2021,39(9):3631-3642.

[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]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.
[10]Gao L,Wang B,Pan Y,et al.Cardiovascular safety of febuxostat compared to allopurinol for the treatment of gout:a systematic and meta-analysis[J].Clin Cardiol,2021,44(7):907-916.
[11]Kannuthurai V,Gaffo A.Management of patients with gout and kidney disease:a review of available therapies and common missteps[J].Kidney360,2023,4(9):1332-1340.
[12]孙丽萍,胡洋洋,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(02):151-153.
[13]卢晓静,周志安,苏彬,等.痛风性关节炎患者苯溴马隆联合糖皮质激素治疗对患者临床效果与AST ALT UA水平的影响[J].河北医学,2021,27(1):125-128.
[14]梁丽莉,梅志敏,李晓佳.美洛昔康联合苯溴马隆对痛风性关节炎患者炎症水平及关节功能的影响[J].河南医学研究,2022,31(18):3393-3396.
[15]周伯炜.苯溴马隆联合小剂量非布司他对高尿酸血症合并痛风患者sCD163 NLRP3水平的影响[J].河北医学,2021,27(11):1912-1916.
[16]郭玉婷.苯溴马隆与秋水仙碱联合地塞米松治疗痛风性关节炎患者的疗效比较[J].中国药物与临床,2022,22(3):265-268.
[17]李国明.苯溴马隆联合糖皮质激素对痛风性关节炎谷草转氨酶、谷丙转氨酶及尿酸水平的影响[J].吉林医学,2023,44(9):2545-2548.
[18]张怡,高一丹,陈莉莉.坦索罗辛联合非布司他治疗尿酸结石合并痛风患者的效果及对其LDL、GSH-Px水平的影响[J].医学理论与实践,2024,37(4):589-591.
[19]李治纲,刘珊珊,潘明珍,等.不同剂量非布司他治疗痛风伴高尿酸血症的疗效观察及影响因素分析[J].中国医院用药评价与分析,2023,23(5):539-542.
[20]李燕,李涛,刘江南,等.双醋瑞因胶囊联合醋氯芬酸肠溶片和非布司他片治疗慢性痛风性关节炎80例临床观察[J].风湿病与关节炎,2023,12(6):18-22.
[21]雷雨欣,刘萍,张薇,等.小剂量秋水仙碱联合非布司他治疗高尿酸血症痛风的效果及对疼痛程度、炎症因子的影响[J].解放军医药杂志,2022,34(9):82-85,100.
[22]华晓堂,尤晓红,王晓晨.非布司他联合依托考昔联合治疗急性痛风性关节炎的临床效果及对NALP3炎症体信号通路的影响[J].中国急救复苏与灾害医学杂志,2022,17(11):1462-1465.
[23]Shang J,Zhou LP,Wang H,et al.Diagnostic performance of dual-energy CT versus ultrasonography in gout:a meta-analysis[J].Acad Radiol,2022,29(1):56-68.
[24]Baffour FI,Ferrero A,Aird GA,et al.Evolving role of dual-energy CT in the clinical workup of gout:a retrospective study[J].AJR Am J Roentgenol,2022,218(6):1041-1050.
[25]Baffour FI,Glazebrook KN,Ferrero A,et al.Photon-counting detector CT for musculoskeletal imaging:a clinical perspective[J].AJR Am J Roentgenol,2023,220(4):551-560.
[26]王阳阳,潘元飞.双源CT双能量成像在痛风性关节炎诊断中的价值[J].影像研究与医学应用,2024,8(13):149-151.

(收稿日期: 2024-09-06)
(校对编辑: 翁佳鸿、韩敏求)