

· 综述 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2023.17.019

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20230515.1619.004\(2023-05-16\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20230515.1619.004(2023-05-16))

不同影像学检查方式在痛风性关节炎中应用的研究进展*

马俪文¹综述,刘健^{1△},党万太²审校

(成都医学院第一附属医院:1.超声医学科;2.风湿免疫科,成都610000)

[摘要] 痛风性关节炎是由于嘌呤代谢紊乱或肾脏排出尿酸钠减少,导致血清尿酸钠浓度升高进而尿酸钠晶体在关节内及其周围结构中沉积而诱发的炎症性疾病,在晚期可出现关节畸形及功能障碍。随着人们生活条件的改善及饮食结构的改变,痛风的发病率不断升高,早期诊断、及时干预治疗可明显改善患者预后及生活质量。目前应用于痛风的影像学检查有超声、X线平片、双能CT、核磁共振成像等。然而,痛风不同阶段的临床表现复杂多变,给影像学诊断带来挑战。该文将对上述各种影像学检查在痛风诊治中的应用现状做一综述。

[关键词] 痛风性关节炎;超声检查;影像学检查;诊断;综述

[中图分类号] R445.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2023)17-2662-05

Advances in the different imaging methods in gouty arthritis*

MA Liwen¹, LIU Jian^{1△}, DANG Wantai²

(1. Department of Ultrasound; 2. Department of Rheumatology, The First Affiliated Hospital of Chengdu Medical College, Chengdu, Sichuan 610000, China)

[Abstract] Gouty arthritis is an inflammatory disease induced by purine metabolism disorder or decreased excretion of monosodium urate from the kidneys, which leads to an increase in serum sodium uric acid concentration, and then increasing monosodium urate crystals deposited on the joints and periarticular structures. And deformities and dysfunction may be occurred in the later stages. As the living conditions improves and diet structure changes, the incidence of gout is increasing year by year. Therefore early diagnosis and timely intervention can significantly improve the prognosis and patients' quality of life. Currently, the imaging examinations used for gout include ultrasound, plain X-ray, dual-energy computed tomography, and magnetic resonance imaging. However, the clinical manifestations of different stages of gout are complex and variable, which brings challenges to imaging diagnosis. This article reviewed the current application of the different imaging methods in the diagnosis and treatment of gout.

[Key words] gouty arthritis; ultrasound; imaging examinations; diagnosis; review

痛风是嘌呤代谢紊乱和/或尿酸排泄减少导致尿酸水平升高,尿酸钠晶体沉积于组织或器官并引起组织损伤的一组临床综合征。既往研究表明,痛风发病与性别、年龄、地域、种族、遗传等因素相关^[1-2]。与欧美地区的国家相比,中国痛风患病率较低^[3]。男性痛风发病率随着年龄的增长而增加,女性在更年期后雌激素水平下降,发病率也呈上升趋势^[4]。痛风性关节炎(gouty arthritis, GA)是一种人体内尿酸代谢异常和血尿酸水平升高引起的关节炎性疾病,是痛风最常见的并发症,由关节内和周围的尿酸钠晶体沉积引发关节红肿与剧烈疼痛^[5],主要累及下肢关节,晚期可形成不可逆转的关节破坏。因此对于痛风的早期

预防、早期诊断、及时治疗尤为重要。本文就针对不同影像学检查在GA的诊断、治疗过程中的应用现状做以下概述。

1 GA的病理生理机制

尿酸是人体嘌呤代谢的终产物,以单钠尿酸盐形式存在于体内^[6],主要由肝脏代谢产生。尿酸排泄受肾脏和肠道调节,当血清尿酸盐浓度超过其溶解度时,则出现尿酸钠晶体的析出与沉积^[7]。GA的进展可以分为4个病理生理阶段:无症状高尿酸血症的发展、尿酸单钠晶体的沉积、急性痛风发作和以痛风石为特征的晚期痛风。人群中约有20%为无症状高尿酸血症患者,但在血尿酸水平高于9 mg/dL的高尿酸

* 基金项目:国家自然科学基金项目(81603441);四川省卫生健康委员会重点项目(19ZD004);成都医学院第一附属医院科研启动基金项目(CYFY-GQ18)。 作者简介:马俪文(1996—),在读硕士研究生,主要从事肌骨超声研究。 △ 通信作者, E-mail:liujiansh@126.com。

血症患者中,只有 22% 在 5 年内发生痛风^[8]。随着尿酸水平的不断升高和病程的延长,无症状高尿酸血症进展为 GA 的比例也会大幅增加^[9]。尿酸钠常常沉积于关节周围滑膜、软骨表面、肌腱和韧带,当滑膜的巨噬细胞识别尿酸钠时,就会引发炎症反应,导致痛风的急性发作,但此发作是自限性的。大量尿酸钠晶体微粒在组织中反复诱发炎症反应后形成的异物肉芽肿,被称为痛风石。在尿酸钠不断沉积形成痛风石过程中,不仅会破坏周围骨质,同时降低成骨细胞功能,加剧骨质破坏,进一步形成骨质侵蚀^[10]。

2 不同影像学方式在 GA 中的应用

目前诊断 GA 的金标准为在肿胀和/或疼痛的关节部位中穿刺抽吸出的关节液或痛风石组织中,偏振光学显微镜检测到其内呈负双折射、针状的尿酸钠。但此项检查是一项有创检查,且可因技术与设备限制及取样不当,显微镜无法观察到尿酸钠而造成假阴性结果^[11-12]。随着影像学检查方式的不断发展,2015 年美国风湿病学会/欧洲抗风湿病联盟制定的痛风分类标准及 2018 年欧洲抗风湿病联盟更新的痛风诊断建议均推荐:当 GA 的临床诊断不确定且无法鉴定晶体时,应通过影像学检查来寻找尿酸钠晶体沉积的证据^[13]。常用的影像学检查有超声、X 线片、双能 CT、核磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)等。

2.1 超声在 GA 中的应用

近些年来,超声凭借其检查方便、快捷、有效等优势,已经在肌骨检查中得到广泛应用,常用的技术有常规高频超声、剪切波弹性成像、超声造影、超声介入等。

2.1.1 常规高频超声

2015 年风湿病疗效评估组织发布了痛风病变的常规高频超声相关定义^[14],包括双轨征、痛风石、强回声聚集体和骨侵蚀。常规高频超声通过“双轨征”及痛风石诊断痛风均有较高的灵敏度及特异度^[15],并可作为早期检测尿酸钠晶体沉积的影像学首选检查方式,在膝关节和第一跖趾关节扫查中,比其他检查方式具有更高的效能^[16]。早期高尿酸血症患者仅表现为血尿酸水平的增高^[17],但与 GA 患者可有相同的关节常规高频超声表现,只是严重程度不同^[18]。尿酸钠晶体沉积的常规高频超声特征对早期 GA 诊断具有较高的特异度和阳性预测值,但灵敏度较有限^[19]。既往研究显示,每 1 立方厘米足部沉积物中尿酸钠的体积增加,急性痛风发作的风险增加 2.03 倍^[20]。LIU 等^[18]研发的基于肌肉骨骼超声特征的评分系统可评估 GA 和高尿酸血症患者的关节病变严重程度,其发现即使是高尿酸血症患者,评分越高,关节损伤的严重程度越大,因此患者常规高频早期超声评估关节尿酸钠沉积状况尤为重要^[21]。

既往病程及发作频率是尿酸钠沉积的危险因素,晚期痛风石和骨侵蚀的患病率是痛风严重程度的指

标^[22]。痛风石常规高频超声表现为在骨周围或关节腔内可见的低回声、高回声或混合回声结节,后方多伴声影^[23-24]。双轨征和痛风石都是骨侵蚀的危险因素,骨侵蚀的风险也随着痛风石数量的增多而增加^[25]。常规高频超声在检测 < 2 mm 的骨侵蚀方面优于普通 X 线片^[26]、CT,然而局限性在于与其他关节炎的鉴别诊断相对困难。EBSTEIN 等^[27]研究显示,痛风石大小的变化与痛风复发率有关,因此常规高频超声监测可能有助于预防急性痛风发作,一旦发现双轨征或痛风石,应考虑早期降尿酸盐治疗。

2.1.2 剪切波弹性成像

剪切波弹性成像的原理主要是由于各组织的弹性不同,当多束不同角度的声束聚集在人体组织形成剪切波源时,将不同组织的信号转换为弹性模量绝对值的彩色信号,因此剪切波弹性成像不依赖外力产生剪切波,减少了操作者之间的误差,使结果更具有重复性与可信度。目前 85%~90% 的急性 GA 患者发病始于第一跖趾关节,其次为踝关节、膝关节^[28]。急性发作时,由于肾脏的排泄增加,血清尿酸盐浓度可能正常^[27],因此常规高频超声可检出尿酸钠沉积,与其他关节炎的急性发作鉴别具有重要意义。当临床症状不典型时,剪切波弹性成像可以将关节内沉积的尿酸钠晶体转为数值进行比较,如弹性模量、平均弹性模量、最小弹性模量和弹性模量标准差等参数在 GA 人群中明显高于非 GA 人群^[29]。由于痛风临界期的滑膜硬度高于急性期,因此剪切波弹性成像还提高了痛风急性期和临界间期的诊断效能^[30]。剪切波弹性成像结合二维成像,能全面反映病灶周边、中央、边缘内不同区域的弹性值,从而更敏感、更特异地辅助临床与非 GA 的鉴别诊断,且更客观地反映不同组织的病理状态。近年来,剪切波弹性成像已经在 GA 的诊断中体现出价值,但目前在疗效监测方面应用研究较少。

2.1.3 超声造影

超声造影是一种血池显像技术,用于显示病变区域内部及周围微血管的血流动力学变化,比传统彩色多普勒更容易显示病变区域内部及周围微血管的血流变化,已经成熟地应用于乳腺、肝脏、肾脏等器官疾病,用来明确病灶范围、性质。急性痛风发作时病灶区微血管增生,炎症活动度增高,滑膜内血流丰富,血流速度增快。WANG 等^[29]研究发现,GA 急性期和临界期的常规高频超声没有发现差异,而彩色多普勒血流信号等级高于临界期的彩色多普勒血流信号等级。应用超声造影观察治疗前后受累关节滑膜血流灌注变化,可用于监测 GA 的疗效,且比常规高频超声更加灵敏^[31]。但由于超声造影需要对患者进行造影剂注射,目前在骨骼肌肉系统中应用较少。

2.1.4 超声介入

在关节液或痛风石中穿刺抽吸检查到特异性尿

酸钠晶体是诊断 GA 的金标准,其阳性率受取材部位及操作医师的操作水平影响较大,而在超声常规高频实时引导下进行关节的滑液抽吸,可以大大提高诊断的灵敏度。且对 GA 急性发作期患者行常规高频超声引导下关节腔穿刺术抽液及注射药物治疗,其成功率高,可快速、有效缓解关节肿胀,减轻局部疼痛,恢复关节功能^[32]。

超声常规高频能够方便、长期监测临床降尿酸治疗的效果。双轨征消失是评估降尿酸盐治疗有效的早期征象,痛风石的大小在降尿酸盐治疗 6 个月后变化明显^[33]。通过密切监测尿酸钠沉积的变化有助于医生改进痛风治疗方式,提高患者对降尿酸盐治疗的依从性。

2.2 X 线片在 GA 中的应用

X 线片通常是中晚期痛风患者最常用的影像学检查方式,它能准确显示出患者的骨质破坏。但早期 GA 患者关节 X 线片可无异常改变或仅表现为关节局部周围软组织不对称性肿胀,对于尿酸钠沉积、滑膜炎及轻微骨侵蚀,X 线片难以检测^[34]。在痛风中晚期,典型的 X 线片可表现为边界清楚呈穿凿样的偏心性骨质破坏、关节间隙变窄及特殊的骨质破坏边缘可见悬挂的骨质^[35]。在针对疑似痛风患者的研究中发现,对于平片上的软组织内的稍高密度影、骨侵蚀、痛风石及周围的骨赘形成有助于临床诊断痛风,但有时不能与其他关节疾病引起的骨破坏相鉴别。因此 X 线片对早期痛风诊断灵敏度较低,且具有一定的辐射,已经逐渐被超声和双能 CT 取代,但因其价格低廉,晚期特异度高,仍被用于痛风的检查^[36]。

2.3 双能 CT 在 GA 中的应用

CT 平扫检测滑膜炎、腱鞘炎的能力较差,因此在关节出现痛风石与骨侵蚀之前,CT 平扫的诊断作用不大。双能 CT 与超声在下肢关节的尿酸钠晶体检出率相近,但双能 CT 在上肢关节中的检出率明显高于超声^[37],且在某些特殊部位,如脊柱痛风时,双能 CT 具有更好的效能。双能 CT 已被证明能够以高精度检测到关节及周围组织中最小尺寸为 2 mm 的尿酸钠晶体沉积^[38],在痛风诊断中,它具有高灵敏度和特异度。疾病早期时,尿酸盐大部分以溶质形式存在于关节积液内,而双能 CT 检测的灵敏度与痛风病程及结晶密度呈正相关^[19],仅当浓度 > 20% 时才可能被双能 CT 检出,导致部分早期疾病患者在双能 CT 上没有显示出尿酸钠沉积的证据。双能 CT 能够在症状持续时间 < 6 周的患者中检测到沉积的尿酸钠晶体,但其灵敏度低^[39]。双能 CT 采集三维影像数据,可以直观显示痛风石的大小和位置,后期可通过特定的软件自动识别并计算痛风石的体积,自动化体积评估软件提供了高度准确的尿酸盐定量分析,但痛风石的大小和密度也影响了尿酸钠晶体沉积检测的灵敏度^[40]。此外,定量分析与双能 CT 的 3D 重建特征相结合可以

监测痛风石的大小变化,用来评估降尿酸盐治疗的疗效^[37]。双能 CT 发现双轨征和痛风石的灵敏度和特异度较高^[41],因此也是诊断痛风的重要检查方式,且双能 CT 可检测痛风患者冠状动脉和主动脉中的心血管尿酸钠沉积物,已被证明可以预测新发心脏代谢疾病^[42]。

2.4 MRI 在 GA 中的应用

MRI 对肌肉、滑膜、软骨、骨组织有很好的对比度和分辨率,可以很好地了解双能 CT 所不能显示的关节周围软组织肿胀、滑膜增生、关节腔积液、骨质破坏和骨髓水肿等情况。类风湿关节炎(rheumatoid arthritis, RA)常需要与尿酸水平正常的痛风患者进行鉴别,但两者 MRI 均可表现为滑膜炎、骨髓水肿、周围软组织肿胀或骨破坏等,这些数据表明常规 MRI 显示的上述症状无较高特异度,因此不同特征集纹理分析对于鉴别 RA 与 GA 具有一定价值^[43]。较多痛风患者和 X 线片显示正常的患者存在隐匿性破坏性关节病,只能通过 MRI 检测到。然而, MRI 在诊断痛风患者骨侵蚀和痛风石方面优于超声和双能 CT。MRI 可检测痛风石及其内的尿酸钠晶体和周围因炎症反应而生成的肉芽肿组织;同时, MRI 还可测量痛风石的体积,使 MRI 也可以指导临床治疗痛风并阻止疾病进展。但 MRI 测量时需要操作者进行手工描画、检查时间长、费用高、患者接受能力差,因此不作为诊断痛风的常规检查。

3 小结与展望

近年来不断发展的影像学检查技术已经大大提高了痛风诊断的灵敏度和特异度,不同检查技术各有优势,且超声和双能 CT 在痛风的诊断及监测降尿酸盐的治疗阶段显示出优势。但需要注意的是,在疾病的早期,超声或双能 CT 上均没有发现尿酸钠晶体沉积并不能排除痛风。因此,多种影像学检查技术联合使用有助于提高诊断效能。在降尿酸盐治疗过程中,对于指导临床用药、评估治疗效果、提高患者治疗依从性,超声是更方便、无创的检查方法^[44-45]。但所有的检查方式都受到了检查者、阅片者的经验限制,因此规范的扫查流程与较高水平的阅片能力有助于提高影像学检查在整个痛风诊疗过程中的应用价值。

参考文献

- [1] CHENX M, YOKOSE C, RAI S K, et al. Contemporary prevalence of gout and hyperuricemia in the united states and decadal trends: the national health and nutrition examination survey, 2007 - 2016 [J]. *Arthritis Rheumatol*, 2019, 71(6):991-999.
- [2] KUO C F, GRAINGE M J, MALLEEN C, et al. Rising burden of gout in the UK but continuing

- suboptimal management: a nationwide population study[J]. *Ann Rheum Dis*, 2015, 74(4): 661-667.
- [3] LIU R, HAN C, WU D, et al. Prevalence of hyperuricemia and gout in Mainland China from 2000 to 2014: a systematic review and meta-analysis[J]. *Biomed Res Int*, 2015, 2015: 762820.
- [4] DEHLIN M, JACOBSSON L, RODDY E. Global epidemiology of gout: prevalence, incidence, treatment patterns and risk factors[J]. *Nat Rev Rheumatol*, 2020, 16(7): 380-390.
- [5] DALBETH N, GOSLING A L, GAFFO A, et al. Gout[J]. *Lancet*, 2021, 397(10287): 1843-1855.
- [6] DALBETH N, CHOI H K, JOOSTEN L, et al. Gout[J]. *Nat Rev Dis Primers*, 2019, 5(1): 69.
- [7] MAJOR T J, TOPLESS R K, DALBETH N, et al. Evaluation of the diet wide contribution to serum urate levels: meta-analysis of population based cohorts[J]. *BMJ*, 2018, 363: k3951.
- [8] DALBETH N, PHIPPSG A, FRAMPTON C, et al. Relationship between serum urate concentration and clinically evident incident gout: an individual participant data analysis [J]. *Ann Rheum Dis*, 2018, 77(7): 1048-1052.
- [9] CHHANA A, LEE G, DALBETH N. Factors influencing the crystallization of monosodium urate: a systematic literature review[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2015, 16: 296.
- [10] CHHANA A, POOL B, CALLON K E, et al. Monosodium urate crystals reduce osteocyte viability and indirectly promote a shift in osteocyte function towards a proinflammatory and proresorptive state [J]. *Arthritis Res Ther*, 2018, 20(1): 208.
- [11] RICHETTE P, DOHERTY M, PASCUAL E, et al. 2018 updated European League Against Rheumatism evidence-based recommendations for the diagnosis of gout[J]. *Ann Rheum Dis*, 2020, 79(1): 31-38.
- [12] XIE Y, LI L, LUO R, et al. Diagnostic efficacy of joint ultrasonography, dual-energy computed tomography and minimally invasive arthroscopy on knee gouty arthritis, a comparative study [J]. *Br J Radiol*, 2021, 94(1121): 20200493.
- [13] 胡静, 刘健, 党万太. 超声在痛风性关节炎中的应用现状及进展[J]. *成都医学院学报*, 2020, 15(6): 804-806.
- [14] NEOGI T, JANSEN T L, DALBETH N, et al. 2015 Gout classification criteria: an American College of Rheumatology/European League Against Rheumatism collaborative initiative[J]. *Ann Rheum Dis*, 2015, 74(10): 1789-1798.
- [15] OGDIE A, TAYLOR W J, NEOGI T, et al. Performance of ultrasound in the diagnosis of gout in a multicenter study: comparison with monosodium urate monohydrate crystal analysis as the gold standard[J]. *Arthritis Rheumatol*, 2017, 69(2): 429-438.
- [16] WANG Y, DENG X, XU Y, et al. Detection of uric acid crystal deposition by ultrasonography and dual-energy computed tomography: a cross-sectional study in patients with clinically diagnosed gout[J]. *Medicine*, 2018, 97(42): e12834.
- [17] NORKUVIENE E, PETRAITIS M, APANAVICIENE I, et al. An optimal ultrasonographic diagnostic test for early gout: a prospective controlled study[J]. *J Int Med Res*, 2017, 45(4): 1417-1429.
- [18] LIU F, CHEN S, HU Z, et al. Musculoskeletal ultrasound features-based scoring system can evaluate the severity of gout and asymptomatic hyperuricaemia [J]. *Ther Adv Musculoskelet Dis*, 2021, 13: 1759720-211006985.
- [19] ZHANG B, YANG M, WANG H. Diagnostic value of ultrasound versus dual-energy computed tomography in patients with different stages of acute gouty arthritis[J]. *Clin Rheumatol*, 2020, 39(5): 1649-1653.
- [20] ZHANG X, TANG Y, WANG M, et al. The clinical efficacy of urate-lowering therapy in acute gout: a meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Clin Rheumatol*, 2021, 40(2): 701-710.
- [21] CAO L, ZHAO T, XIE C, et al. Performance of ultrasound in the clinical evaluation of gout and hyperuricemia[J]. *J Immunol Res*, 2021, 2021: 5550626.
- [22] 王昱, 邓雪蓉, 季兰岚, 等. 超声检测痛风患者肌腱受累的危险因素和诊断价值[J]. *北京大学学报(医学版)*, 2021, 53(1): 143-149.
- [23] SUN C, QI X, TIAN Y, et al. Risk factors for the formation of double-contour sign and tophi in gout[J]. *J Orthop Surg Res*, 2019, 14(1): 239.
- [24] LU B, LU Q, HUANG B, et al. Risk factors of ultrasound-detected tophi in patients with gout [J]. *Clin Rheumatol*, 2020, 39(6): 1953-1960.
- [25] WU M, LIU F J, CHEN J, et al. Prevalence and factors associated with bone erosion in patients

- with gout[J]. *Arthritis Care Res*, 2019, 71(12): 1653-1659.
- [26] GARNER H W, WESSELL D E. Gout; update on dual-energy computed tomography with emphasis on artifact identification[J]. *Curr Rheumatol Rep*, 2018, 20(12): 86.
- [27] EBSTEIN E, FORIEN M, NORKUVIENE E, et al. UltraSound evaluation in follow-up of Urate-lowering Therapy in Gout Phase 2 (USEFUL-2): duration of flare prophylaxis[J]. *Joint Bone Spine*, 2020, 87(6): 647-651.
- [28] 张艳, 董晓征, 袁慧书. 急性痛风性关节炎首次发作患者双能 CT 尿酸盐沉积研究[J]. *中华医学杂志*, 2020, 106(31): 2441-2445.
- [29] WANG Q, GUO L H, LI X L, et al. Differentiating the acute phase of gout from the intercritical phase with ultrasound and quantitative shear wave elastography[J]. *Eur Radiol*, 2018, 28(12): 5316-5327.
- [30] 王撬, 徐辉雄. 二维剪切波弹性技术对痛风性关节炎临床分期的初步研究[C]. // 中国超声医学工程学会第十一届全国腹部超声学术会议论文集. 2016: 466.
- [31] 张玮婧, 金志斌, 孔文韬, 等. 超声造影对类风湿性关节炎目标治疗前后滑膜血流灌注变化的评估[J]. *中国超声医学杂志*, 2019, 35(8): 764-767.
- [32] 李翠蓉, 魏华, 刘丹, 等. 超声引导下关节腔穿刺术在痛风性关节炎急性发作期治疗中的价值[J]. *中华实用诊断与治疗杂志*, 2021, 35(9): 946-948.
- [33] EBSTEIN E, FORIEN M, NORKUVIENE E, et al. Ultrasound evaluation in follow-up of urate-lowering therapy in gout; the USEFUL study[J]. *Rheumatology*, 2019, 58(3): 410-417.
- [34] ABDELLATIF W, DING J, KHORSHED D, et al. Unravelling the mysteries of gout by multimodality imaging[J]. *Semin Arthritis Rheum*, 2020, 50(Suppl. 3): 17-23.
- [35] GARNER H W, WESSELL D E. Gout; update on dual-energy computed tomography with emphasis on artifact identification[J]. *Curr Rheumatol Rep*, 2018, 20(12): 86.
- [36] SHANG J, LI X H, LU S Q, 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.
- [37] PASCART T, GRANDJEAN A, NORBERCIAK L, et al. Ultrasonography and dual-energy computed tomography provide different quantification of urate burden in gout; results from a cross-sectional study[J]. *Arthritis Res Ther*, 2017, 19(1): 171.
- [38] OGDIE A, TAYLOR W J, WEATHERALL M, et al. Imaging modalities for the classification of gout; systematic literature review and meta-analysis[J]. *Ann Rheum Dis*, 2015, 74(10): 1868-1874.
- [39] 雷萍, 刘健, 党万太. 影像学检查在评估痛风患者心血管系统损害中的研究进展[J]. *成都医学院学报*, 2022, 17(5): 672-675.
- [40] 李响. X 线诊断痛风性关节炎患者的临床诊断准确性探讨[J]. *影像研究与医学应用*, 2022, 6(17): 170-172.
- [41] 朱聪聪, 杨青. 痛风性关节炎的影像学研究进展[J]. *中国医学影像学杂志*, 2020, 28(2): 156-160.
- [42] 张学武. 影像学检查在痛风性关节炎中的应用[J]. *中国临床新医学*, 2021, 14(11): 1076-1079.
- [43] 刘欣, 杨海涛, 王琪琪, 等. MR T2WI 单序列纹理分析对类风湿性关节炎和痛风性关节炎的鉴别诊断价值[J]. *磁共振成像*, 2021, 12(5): 50-54.
- [44] HAMMER H B, KAROLIUSSEN L, TERSLEV L, et al. Ultrasound shows rapid reduction of crystal depositions during a treat-to-target approach in gout patients; 12-month results from the NOR-Gout study[J]. *Ann Rheum Dis*, 2020, 79(11): 1500-1505.
- [45] UHLIG T, ESKILD T, KAROLIUSSEN L F, et al. Two-year reduction of dual-energy CT urate depositions during a treat-to-target strategy in gout in the NOR-Gout longitudinal study[J]. *Rheumatology*, 2022, 61(S1): 181-185.

(收稿日期: 2022-12-22 修回日期: 2023-05-22)

(编辑: 袁皓伟)