

肌骨超声在焦磷酸钙沉积病与痛风性关节炎鉴别诊断中的应用价值

魏敏洁 张 花 孙 玥 徐凤微 冉海涛

摘 要 **目的** 比较焦磷酸钙沉积病(CPPD)与痛风性关节炎(GA)的超声表现,探讨肌骨超声在 CPPD 与 GA 鉴别诊断中的临床应用价值。**方法** 选取我院经临床确诊的 82 例 CPPD 患者(CPPD 组)和 61 例 GA 患者(GA 组),比较两组一般资料、受累关节分布情况、超声直接征象及间接征象的差异。**结果** CPPD 组与 GA 组年龄、性别、血尿酸值比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。CPPD 组最常受累关节依次为膝关节(44%)、肩关节(20%)、腕关节(19%),GA 组最常受累关节依次为第一跖趾关节(34%)、膝关节(28%)、踝关节(22%)。GA 组多关节受累发生率高于 CPPD 组(37.7% vs. 9.8%),但多关节受累患者中 CPPD 组关节对称性受累发生率高于 GA 组(100% vs. 56.5%),差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。两组超声直接征象比较显示, CPPD 组软骨钙化发生率高于 GA 组,双轨征、骨侵蚀、痛风石、肌腱及韧带内强回声发生率均低于 GA 组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。两组超声间接征象比较显示, CPPD 组半月板退行性变、软骨损伤、骨皮质不规则、滑膜炎发生率均高于 GA 组,滑膜炎、软组织肿胀发生率均低于 GA 组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。**结论** CPPD 与 GA 超声表现均具有一定特异性,肌骨超声在二者鉴别诊断中具有较好的应用价值,可为临床诊断提供参考。

关键词 超声检查, 肌骨; 焦磷酸钙沉积病; 痛风性关节炎; 鉴别诊断

[中图分类号] R445.1

[文献标识码] A

Application value of musculoskeletal ultrasound in the differential diagnosis of calcium pyrophosphate deposition disease and gouty arthritis

WEI Minjie, ZHANG Hua, SUN Yue, XU Fengwei, RAN Haitao

Department of Ultrasound, the Second Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400010, China

ABSTRACT **Objective** To compare the ultrasonic manifestations of calcium pyrophosphate deposition disease(CPPD) and gouty arthritis(GA), and to explore the clinical application value of musculoskeletal ultrasound in the differential diagnosis of CPPD and GA. **Methods** Totally 82 CPPD patients(CPPD group) and 61 GA patients(GA group) in our hospital were selected. The general data, distribution of affected joints, direct and indirect signs of ultrasound were compared between the two groups. **Results** There were significant differences in age, gender and serum uric acid between the CPPD group and the GA group(all $P < 0.05$). The most frequently affected joints in CPPD group were knee joint(44%), shoulder joint(20%) and wrist joint(19%). The most frequently affected joints in GA group were first metatarsophalangeal joint(34%), knee joint(28%) and ankle joint(22%). The incidence of multiple joints involvement in GA group was higher than that in CPPD group(37.7% vs. 9.8%), but CPPD group had a more symmetrical tendency of involvement than that in GA group(100% vs. 56.5%), and the differences were statistically significant(both $P < 0.05$). The direct signs of ultrasound showed that, the incidence of cartilage calcification in CPPD group was higher than that in GA group, the incidence of double-track sign, bone erosion, tophi, hyperecho in tendon and ligament in CPPD group were lower than those in GA group, and the differences were statistically significant(all $P < 0.05$). The indirect signs of ultrasound showed that the incidence of meniscus degeneration, cartilage injury, irregular cortical bone and bursitis in CPPD group were higher than those in GA group, and the incidence of synovitis and soft tissue swelling in CPPD group were lower than those in GA group, and the differences were statistically significant(all $P < 0.05$). **Conclusion** The

基金项目:国家自然科学基金项目(82071926)

作者单位:400010 重庆市,重庆医科大学附属第二医院超声科

通讯作者:冉海涛, Email: rht66@163.com

ultrasonic features of CPPD and GA have certain specificity. Musculoskeletal ultrasound has a good value in the differential diagnosis of CPPD and GA, which can provide reference for clinical diagnosis.

KEY WORDS Ultrasonography, musculoskeletal; Calcium pyrophosphate deposition disease; Gouty arthritis; Differential diagnosis

痛风性关节炎(gouty arthritis, GA)和焦磷酸钙沉积病(calcium pyrophosphate deposition disease, CPPD)分别是由尿酸钠晶体和焦磷酸钙晶体沉积引起的关节病。CPPD急性期临床症状与痛风相似,故常被称为假性痛风。近年来肌骨超声在关节病中的应用逐渐广泛。GA的主要超声特征为痛风石、双轨征、骨侵蚀、强回声聚集^[1];CPPD的主要超声特征为软骨钙化^[2]。然而,当软骨呈线样钙化时亦可出现类似于GA的双轨征。既往关于肌骨超声诊断CPPD与GA的对比研究较少,本研究通过比较CPPD与GA的超声表现,旨在探讨肌骨超声在CPPD与GA鉴别诊断中的应用价值。

资料与方法

一、研究对象

选取我院2014年11月至2021年7月经临床确诊的82例CPPD患者(CPPD组)和61例GA患者(GA组),所有受检关节均有肿痛病史。CPPD组中男15例,女67例,年龄11~90岁,中位年龄59岁,血尿酸值(262 ± 33) $\mu\text{mol/L}$;均符合CPPD诊断标准^[2],且所有关节均有软骨钙化典型超声表现。GA组中男60例,女1例,年龄18~86岁,中位年龄68岁,血尿酸值(538 ± 110) $\mu\text{mol/L}$;均符合GA诊断标准^[3],且血尿酸值均增高(男性 $>420 \mu\text{mol/L}$,女性 $>360 \mu\text{mol/L}$)。排除标准:①CPPD组中不典型软骨钙化患者,即超声不确定点状强回声是否位于软骨层内;②临床及影像学检查结果不完整的患者;③合并其他种类关节炎病史患者;④因肿瘤、放化疗等其他原因导致的继发性改变患者;⑤CPPD合并GA患者。本研究经我院医学伦理委员会批准,所有患者均知情同意。

二、仪器与方法

1. 超声检查:使用Philips EPIQ 7C和西门子S 2000彩色多普勒超声诊断仪,探头频率5~12 MHz。参照欧洲风湿病协助组超声检查指南^[4]对患者受累关节(疼痛关节)进行检查,观察关节滑囊、滑膜、软骨、关节囊、肌腱及皮下软组织病变。每一部位均行纵切面和横切面检查,检查膝关节股骨滑车处软骨时,膝关节取最大屈曲位,充分暴露股骨滑车处的关节软骨;检

查踝关节和第一跖趾关节(MTP1)时,取中立位与最大跖屈位,尽可能显示更多关节软骨;检查肩关节时,患者双臂下垂,前臂屈曲,放置于腿上,双手外旋,掌面向上,横向扫描肩锁关节及冈下肌外侧;检查腕关节时,患者将双手放于检查桌上,手与手臂在同一平面,对掌侧和背侧行横向扫描和纵向扫描,观察伸肌腱群及屈肌腱群情况。观察两组关节(膝关节、MTP1、腕关节、踝关节、第一至五掌指关节、肘关节、肩关节、第一至五近端指间关节、足跟)受累部位,以及是否出现超声直接征象(软骨钙化、双轨征、痛风石、骨侵蚀、肌腱内强回声、滑膜内强回声、韧带内强回声)和间接征象(滑膜炎、骨赘形成、骨皮质不规则、关节积液、软骨损伤、半月板退行性变、软组织肿胀、腱鞘炎、腱鞘积液、肌腱病、滑囊炎)。以上操作均由同一具有5年以上肌骨超声检查经验的医师完成。

2. 诊断标准^[5]:关节积液定义为关节腔内的液性无回声区。滑膜血流分级:①0级,仅滑膜增厚,内未见血流;②1级,滑膜内见稀疏点状血流;③2级,滑膜内见点条状血流,但其范围 $<1/2$;④3级,滑膜内血流范围 $\geq 1/2$ 。存在关节积液、滑膜增厚、滑膜内血流即定义为滑膜炎。

三、统计学处理

应用SPSS 25.0统计软件,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用 t 检验;计数资料以例或频数表示,组间比较采用 χ^2 检验或Fisher精确检验;等级资料比较采用非参数检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、两组一般资料和受累关节分布情况比较

CPPD组与GA组年龄、性别、血尿酸值比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。CPPD组共90个关节,GA组共105个关节,两组受累关节分布情况见表1。CPPD组最常受累关节依次为膝关节(44%)、肩关节(20%)、腕关节(19%),GA组最常受累关节依次为MTP1(34%)、膝关节(28%)、踝关节(22%)。CPPD组中,8例患者为多关节受累(8/82, 9.8%),均表现为对称性受累(100%)。GA组中,23例患者为多关节受累(23/61, 37.7%),其中13例(56.5%)表现为对称性受

累。GA 组多关节受累发生率高于 CPPD 组 ($P<0.05$), 但多关节受累患者比较显示, CPPD 组关节对称性受累发生率高于 GA 组 ($P<0.05$)。

二、两组超声特征比较

CPPD 组与 GA 组超声直接和间接征象见图 1~8。

1. 直接征象: CPPD 组软骨钙化发生率高于 GA 组, 双轨征、痛风石、肌腱内强回声、韧带内强回声、骨侵蚀发生率均低于 GA 组, 差异均有统计学意义 (均 $P<0.05$)。两组滑膜内强回声发生率比较差异无统计学意义。GA 组肌腱内强回声共 18 个关节, 分别为

髌腱 8 个, 腕伸肌腱 3 个, 股四头肌腱 2 个, 跟腱 2 个, 腓肌腱、腓骨短肌腱、肱二头肌肌腱各 1 个; CPPD 组肌腱内强回声共 2 个关节, 分别为髌腱、冈上肌腱。见表 2。

2. 间接征象: CPPD 组骨皮质不规则、软骨损伤、半月板退行性变发生率均高于 GA 组, 滑膜炎、软组织肿胀发生率均低于 GA 组, 差异均有统计学意义 (均 $P<0.05$)。两组其余超声间接征象发生率比较差异均无统计学意义。CPPD 组腱鞘积液肱二头肌长头腱最常受累 (6/7), GA 组腱鞘积液腓长屈肌腱最

表 1 两组受累关节分布情况

组别	总关节数	膝关节	MTP1	腕关节	踝关节	MCP1-5	肘关节	肩关节	PIP1-5	足跟
CPPD 组	90	40	2	17	3	2	5	18	1	2
GA 组	105	29	36	8	23	6	1	0	2	0

MTP1: 第一跖趾关节; MCP1-5: 第一至五掌指关节; PIP1-5: 第一至五近端指间关节



图 1 CPPD 组患者 (女, 60 岁) 股骨滑车处横切面示软骨内点状强回声 (箭头示)。MFC: 内侧髌; LFC: 外侧髌



图 2 CPPD 组患者 (女, 60 岁) 声像图示膝关节半月板内点状强回声 (箭头示)

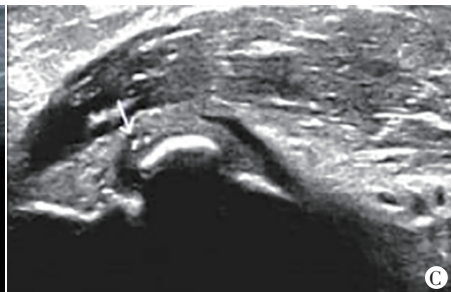


图 3 CPPD 组患者 (男, 68 岁) 声像图示肘关节增生滑膜内点状强回声 (箭头示)



图 4 CPPD 组患者 (女, 71 岁) 声像图示肩关节肱骨大结节骨皮质粗糙不规则, 并可见骨侵蚀致回声中断 (箭头示)



图 5 GA 组患者 (男, 38 岁) 股骨滑车处横切面显示软骨表面线状强回声 (箭头示), 呈双轨征

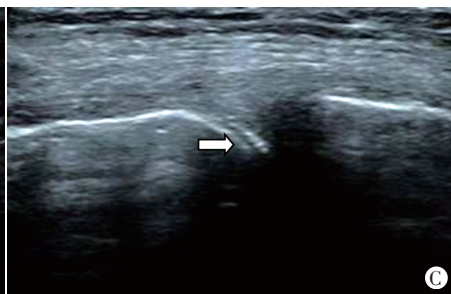


图 6 GA 组患者 (男, 31 岁) 声像图示膝关节内侧髌软骨表面线状强回声 (箭头示), 呈双轨征

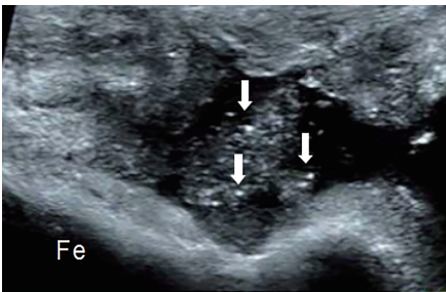


图 7 GA 组患者 (男, 74 岁) 声像图示膝关节髌上囊滑膜内点状强回声 (箭头示)。Fe: 股骨

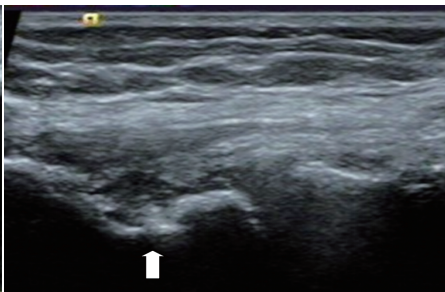


图 8 GA 组患者 (男, 45 岁) 声像图示膝关节外区骨侵蚀 (箭头示)

常受累 (5/9)。CPPD 组肌腱病中股四头肌腱 (5/14, 35.71%)、髌腱 (5/14, 35.71%)、肩胛下肌腱 (4/14, 28.57%) 最常受累。GA 组肌腱病中髌腱最常受累 (7/11, 63.64%)。两组滑膜血流分级情况比较差异无统计学意义 ($Z=-0.123, P=0.902$)。见表 3, 4。

表 2 两组超声直接征象比较

个

组别	总关节数	软骨钙化	双轨征	痛风石	肌腱内强回声	韧带内强回声	骨侵蚀	滑膜内强回声
CPPD 组	90	90	0	0	2	0	2	1
GA 组	105	1	81	53	18	6	45	6
χ^2 值	-	191.00	97.40	62.38	11.72	5.31	43.74	41.50
P 值	-	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	>0.05

表 3 两组超声间接征象比较

个

组别	总关节数	滑膜炎	关节积液	骨赘形成	骨皮质不规则	软骨损伤	半月板退行性变	软组织肿胀	腱鞘炎	腱鞘积液	肌腱病	滑囊炎
CPPD 组	90	38	34	19	23	9	20	2	7	7	14	13
GA 组	105	62	42	13	4	3	0	12	3	9	11	5
χ^2/Z 值	-	5.49	0.10	2.69	19.20	4.28	26.00	6.16	1.51	2.27	1.11	5.40
P 值	-	<0.05	>0.05	>0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	>0.05	>0.05	>0.05	<0.05

表 4 两组滑膜血流分级情况比较

个

组别	总数	0 级	1 级	2 级	3 级
CPPD 组	38	21	11	6	0
GA 组	62	35	14	13	0

讨 论

CPPD 和 GA 均可导致关节急性或慢性疼痛,早期发现并及时治疗对缓解 CPPD 与 GA 病情进展至关重要。近年来肌骨超声技术快速发展,其在 CPPD 与 GA 的诊断及鉴别诊断上具有重要作用。但目前超声医师对 CPPD 认识不足,临床诊断中漏诊率较高,且 CPPD 与 GA 可出现异病同像的超声征象。本研究通过对比两者超声征象,旨在为临床鉴别诊断提供思路。

GA 可因饮酒和食用富含嘌呤的食物引发,而 CPPD 与高龄、骨关节炎、关节创伤及代谢性疾病相关^[6]。高龄是 CPPD 发病的独立危险因素^[7],本研究中 CPPD 患者平均年龄(56.9±15.5)岁,符合高龄易发的特点。本研究 GA 患者中男性占比更高,而 CPPD 患者中女性占比更高,差异有统计学意义($P<0.05$)。与 Filippou 等^[8]研究结论一致,提示焦磷酸钙晶体沉积可能与雌激素、孕激素有关。

本研究结果显示, CPPD 组最常受累关节依次为膝关节(44%)、肩关节(20%)、腕关节(19%),原因可能为上述 3 处关节的软骨体积较大,位置浅,更容易探查至软骨内的点状高回声,因此建议临床将其纳入常规筛查可能会提高 CPPD 的检出率。Song 等^[9]研究发现 CPPD 有多关节受累趋势,但 CPPD 急性期仅 5% 患者为多关节受累,大多仅累及单个关节,本研究中 CPPD 患者多关节受累占比为 9.8%。本研究 GA 组多关节受累发生率高于 CPPD 组,差异有统计学意义($P<0.05$),表明对患者进行多关节扫查可提高 GA 的检出率。值得注意的是,本研究中 CPPD 组多关节受累均表现为

对称性受累,表明对患者进行双侧关节对比扫查可能会提高 CPPD 的检出率。

本研究两组直接超声征象比较显示,软骨钙化是 CPPD 的特征性表现,双轨征、痛风石均是 GA 的特征性表现。CPPD 软骨钙化通常表现为软骨内的点状或线状强回声,但当焦磷酸钙弥漫沉积且位于软骨边缘时则可形成类似于 GA 的双轨征。Löfller 等^[10]研究发现双轨征在 GA 与 CPPD 出现的可能性相当(55.2%、44.8%),若具有双轨征的患者血尿酸值正常或仅为 1 级滑膜炎的情况下,需分析滑液才能明确诊断。Vele 等^[11]发现 CPPD 患者半月板钙化较关节软骨钙化更常见,但本研究中半月板钙化仅 11 例(11/40, 27.5%),而关节软骨 29 例(29/40, 72.5%),分析原因可能为半月板较滑车软骨位置更深,范围较小,扫查时难度大,故存在漏诊可能。乔璐等^[12]发现 GA 患者双轨征主要分布在股骨滑车软骨,本研究结论与其与一致。本研究中 GA 组痛风石发生率为 50.5%(53/105),可能因纳入患者尿酸值较高,病程较长,且均为肿痛关节。Khmelskii 等^[13]发现焦磷酸钙可沉积于关节周围软组织,若呈瘤样形态,则可类似于痛风石。Hajri 等^[14]发现部分 CPPD 患者虽未发生软骨钙化,但痛风石中可见焦磷酸钙晶体,且患者年龄更大,痛风病史更长,故认为尿酸钠晶体可作为焦磷酸钙晶体的成核剂,而长期的巨细胞反应和细胞外基质损伤可促进焦磷酸钙晶体形成。CPPD 与 GA 均可出现肌腱、韧带、滑膜内强回声,为晶体沉积于软组织中而引起。本研究中 GA 较 CPPD 更易累及肌腱和韧带,提示 GA 患者运动能力较 CPPD 更易下降,需警惕自发或运动产生的肌腱或韧带损伤。本研究中 GA 组髌腱为最常受累肌腱,与 Ventura-Ríos 等^[15]研究结论一致,而另有研究^[11]发现腓肌腱起始部为最常受累肌腱。原因可能为髌腱范围较大,位置较浅,故检出率较高,而腓肌

腱起始部位置较深,扫查难度较大,故漏诊率高。Filippou 等^[2]研究发现 CPPD 患者肌腱受累率亦较高,但本研究 CPPD 组仅 2 个关节肌腱受累(髌腱、冈上肌腱),可能因为 CPPD 沉积在肌腱中多表现为低回声,且多在后期沉积于肌腱,故极易漏诊^[16]。本研究中 GA 组骨侵蚀发生率明显高于 CPPD 组($P<0.05$)。De 等^[17]发现 GA 骨质破坏主要由于痛风石形成后导致炎症细胞释放特异性溶解酶,从而使骨与软骨下基质发生降解,同时还可能与滑膜炎有关^[18];而 CPPD 较少发生骨侵蚀,本研究中仅有 2 个关节出现骨侵蚀。故骨侵蚀的存在可提示 GA。

本研究两组超声间接征象比较显示, CPPD 组骨质不规则、软骨损伤、半月板退行性变发生率均高于 GA 组,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。Rosenthal 和 Ryan^[19]研究发现焦磷酸钙晶体产生后可加快关节软骨破坏的速度,对软骨破坏表现为“从内向外”的进程^[7],故软骨破坏早且重。GA 尿酸盐晶体首先在关节腔析出,故对软骨破坏表现为“从外向内”的进程,对软骨破坏晚且轻^[20]。本研究中 GA 组滑膜炎发生率高于 CPPD 组($P<0.05$),分析原因可能为尿酸盐晶体较焦磷酸钙晶体更易沉积于滑膜而导致滑膜炎,而 CPPD 主要发生于软骨,焦磷酸钙晶体渗出较尿酸盐晶体少。另外, CPPD 和 GA 还可累及肌腱、腱鞘,本研究中 CPPD 组腱鞘积液中肱二头肌长头腱最常受累;而 GA 肌腱病中髌腱最常受累。腱鞘积液和肌腱病均累及肌腱,可导致疼痛和运动受限,本研究对其进行对比可发现二者对患者运动系统影响的部位,为临床治疗提供参考。

综上所述,GA 与 CPPD 的超声表现具有一定特异性,肌骨超声在二者鉴别诊断上具有较好价值,可为临床诊断提供参考。但本研究纳入患者均有关节肿痛病史,未纳入无症状患者,且未与 MRI、CT 等其他影像学检查对疾病诊断的作用进行比较,今后需进一步探讨。

参考文献

- [1] Gutierrez M, Schmidt W, Thiele R, et al. International Consensus for ultrasound lesions in gout: results of Delphi process and web-reliability exercise [J]. *Rheumatology (Oxford)*, 2015, 54(10): 1797-1805.
- [2] Filippou G, Scirè C, Damjanov N, et al. Definition and reliability assessment of elementary ultrasonographic findings in calcium pyrophosphate deposition disease: a study by the OMERACT Calcium Pyrophosphate Deposition Disease Ultrasound Subtask Force [J]. *Rheumatology*, 2017, 44(11): 1744-1749.
- [3] Neogi T, Neogi T, Jansen T, 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.
- [4] Backhaus M, Burmester GR, Gerber T, et al. Guidelines for musculoskeletal ultrasound in rheumatology [J]. *Ann Rheum Dis*, 2001, 60(7): 641-649.
- [5] Szkudlarek M, Court Payen M, Strandberg C, et al. Contrast-enhanced power Doppler ultrasonography of the metacarpophalangeal joints in rheumatoid arthritis [J]. *Eur Radiol*, 2003, 13(1): 163-168.
- [6] McCarthy GM, Dunne A. Calcium crystal deposition diseases—beyond gout [J]. *Nat Rev Rheumatol*, 2018, 14(10): 592-602.
- [7] Kleiber Balderrama C, Rosenthal AK, Lans D, et al. Calcium pyrophosphate deposition disease and associated medical comorbidities: a national cross-sectional study of us veterans [J]. *Arthritis Care Res*, 2016, 69(9): 1400-1406.
- [8] Filippou G, Scanu A, Adinolfi A, et al. Criterion validity of ultrasound in the identification of calcium pyrophosphate crystal deposits at the knee: an OMERACT ultrasound study [J]. *Ann Rheum Dis*, 2021, 80(2): 261-267.
- [9] Song JS, Lee YH, Kim SS, et al. A case of calcium pyrophosphate dihydrate crystal deposition disease presenting as an acute polyarthritis [J]. *J Korean Med Sci*, 2002, 17(3): 423-425.
- [10] Löffler C, Sattler H, Peters L, et al. Distinguishing gouty arthritis from calcium pyrophosphate disease and other arthritides [J]. *J Rheumatol*, 2015, 42(3): 513-520.
- [11] Vele P, Simon SP, Damian L, et al. Clinical and ultrasound findings in patients with calcium pyrophosphate dihydrate deposition disease [J]. *Med Ultrason*, 2018, 20(2): 159-163.
- [12] 乔璐, 刘艳慧, 吕发勤, 等. 痛风性关节炎尿酸盐沉积的超声分布规律 [J]. *中国医学影像学杂志*, 2019, 27(3): 202-205, 210.
- [13] Khmelinskii N, da Silva Dinis J, Teixeira V, et al. Pseudotumor of the odontoid process in calcium pyrophosphate deposition disease [J]. *J Clin Rheumatol*, 2019, 25(7): 107-108.
- [14] Hajri R, Hajdu SD, Hügle T, et al. Dual-energy computed tomography for the noninvasive diagnosis of coexisting gout and calcium pyrophosphate deposition disease [J]. *Arthritis Rheumatol*, 2019, 71(8): 1392.
- [15] Ventura-Ríos L, Sánchez-Bringas G, Pineda C, et al. Tendon involvement in patients with gout: an ultrasound study of prevalence [J]. *Clin Rheumatol*, 2016, 35(8): 2039-2044.
- [16] Filippou G, Adinolfi A, Iagnocco A, et al. Ultrasound in the diagnosis of calcium pyrophosphate dihydrate deposition disease. A systematic literature review and a Meta-analysis [J]. *Osteoarthritis Cartilage*, 2016, 24(6): 973-981.
- [17] De A, Bergamaschi SB, Rodrigues TC, et al. Relevant aspects of imaging in the diagnosis and management of gout [J]. *Rev Bras Reumatol Engl Ed*, 2017, 57(1): 64-72.
- [18] 邓雪蓉, 耿研, 张卓莉. 不同时期痛风性关节炎的超声特征比较 [J]. *中华风湿病学杂志*, 2016, 20(1): 23-27.
- [19] Rosenthal AK, Ryan LM. Calcium pyrophosphate deposition disease [J]. *N Engl J Med*, 2016, 374(26): 2575-2584.
- [20] Towiwat P, Doyle AJ, Gamble GD, et al. Urate crystal deposition and bone erosion in gout: 'inside-out' or 'outside-in'? A dual-energy computed tomography study [J]. *Arthritis Res Ther*, 2016, 18(1): 208.

(收稿日期: 2022-05-01)