

足踝双源CT伪影识别对痛风诊断的临床价值

张艳 王琳 袁慧书

北京大学第三医院放射科, 北京 100191

通信作者:袁慧书, Email: huishuy@bjmu.edu.cn

【摘要】 目的 研究足踝双源CT检查中伪影识别对痛风诊断的临床价值。方法 收集2018年12月至2019年5月于北京大学第三医院临床诊断为痛风患者58例为病例组,男57例、女1例,年龄18~69(39±13)岁。对照组收集同期因运动损伤来诊,明确排除痛风患者37例,男36例、女1例,年龄为16~76(34±14)岁。两组均行单侧足踝部双源CT扫描,病例组选取患侧/症状重侧。并利用痛风软件(Dual-Energy Gout)对所得薄层数据进行尿酸盐分析。比较两组在趾甲、亚毫米点、皮肤、运动影及血管钙化影等影像中检出尿酸盐阳性的差异。应用SPSS 22.0统计软件,采用独立样本 t 检验、非参数Kruskal-Wallis秩和检验对结果进行统计学分析。结果 病例组与对照组阳性趾甲检出率分别为94.8%(55/58)和59.5%(22/37),单个个体阳性趾甲检出个数及阳性趾甲尿酸盐分布差异均有统计学意义(均 $P<0.01$)。病例组与对照组伪彩阳性亚毫米点总检出率分别为81.0%(47/58)和13.5%(5/37),在肌腱韧带的检出率分别为75.9%(44/58)和13.5%(5/37),差异均有统计学意义(均 $P<0.01$)。两组数据在皮肤、运动影及血管钙化影伪彩阳性的检出率方面差异均无统计学意义。结论 趾甲与亚毫米点尿酸盐伪彩阳性对痛风诊断具有较高的临床价值,不应被简单判定为伪影。

【关键词】 体层摄影术, X线计算机; 痛风; 诊断; 双源CT

DOI:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2020.09.012

Clinical value of artifact identification in ankle dual-energy CT for gout diagnosis

Zhang Yan, Wang Lin, Yuan Huishu

Department of Radiology, Peking University Third Hospital, Beijing 100191, China

Corresponding author: Yuan Huishu, Email: huishuy@bjmu.edu.cn

【Abstract】 Objective To investigate the clinical value of artifact identification in ankle dual-energy CT for gout diagnosis. **Methods** A total of 58 patients with gout, who were definitely diagnosed in Peking University Third Hospital from December 2018 to May 2019, were included in the case group, which were composed of 57 males and 1 female. And 37 individuals without gout were regarded as control group, which were composed of 36 males and 1 female. Dual-energy CT was performed for one foot, and the affected side or the more serious side was chosen in the case group. The dual-energy data were used in gout-recognition software to highlight the monosodium urate (MSU) with green-colored. And to compare the difference in MSU relevance ratio on the images of toenail, submillimeter spots, skins, movements and vascular calcification between two groups. **Results** In the case group, 55 patients were revealed with MSU green-colored toenails (relevance ratio 94.8%), while 22 cases in the control groups (relevance ratio 59.5%). There was significantly statistical difference on the mean toenails numbers and the MSU distribution scores in the two groups (all $P<0.01$). In the case group, 47 patients were revealed with green-colored submillimeter spots (relevance ratio 81.0%), while 5 cases in the control group (relevance ratio 13.5%). The relevance ratio of submillimeter spots on tendon and ligament in the case group and control group were 75.9% (44/58) and 13.5% (5/37). There was also significantly statistical difference in the two groups on submillimeter spots (all $P<0.01$). And there was no significantly statistical difference in the two groups on MSU green-colored skins, movements and vascular calcification. **Conclusion** There is great value for gout clinical diagnosis when green-colored MSU is detected on toenails and submillimeter spots, which should not be judged as artifact simply.

【Key words】 Tomography, X-ray computed; Gout; Diagnosis; Dual-energy CT
DOI:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2020.09.012

痛风是因嘌呤代谢紊乱,尿酸排泄障碍以尿酸盐形式沉积体内而引起的组织异物炎性反应^[1]。痛风双源 CT(dual-energy CT, DECT)尿酸盐检测广泛应用于临床,已被美国风湿病学会(ACR)和欧洲风湿病防治联盟(EULAR)共同纳入 2015 年版痛风分类标准^[2-3]。然而,对于尿酸盐检测过程中伪影的鉴别及其临床意义,业界尚存争议。Mallinson 等^[4]定义痛风双源 CT 成像中常见伪影,如:趾甲伪影、皮肤伪影、亚毫米伪影、运动伪影以及血管钙化伪影等。Roddy 等^[5-8]诸多学者则认为趾甲伪影阳性、肌腱中聚集样亚毫米点等对临床有指导意义。本研究分析痛风患者与非痛风患者足踝双源 CT 尿酸盐检测结果,就以上所述常见伪影进行分类比较,探讨足踝双源 CT 尿酸盐检测伪影识别对痛风临床诊断的价值。

一、对象与方法

1. 患者:收集 2018 年 12 月至 2019 年 5 月于北京大学第三医院临床诊断为痛风患者 58 例作为病例组,男 57 例、女 1 例,年龄 18~69(39±13)岁。对照组收集同期运动损伤来诊患者 37 例,男 36 例、女 1 例,年龄为 16~76(34±14)岁。对照组临床诊断韧带损伤,明确排除痛风,不会对尿酸盐分析结果产生影响。两组病例性别及年龄差异均无统计学意义。痛风患者中 30 例病程为 6 周内,28 例病程超过 3 年。病例组与对照组分别有 37 例与 6 例尿酸盐水平有不同程度升高。痛风诊断符合 ACR/EULAR 2015 年痛风分类标准。两组病例均无金属置入术史,并排除其他弥漫性结缔组织疾病。研究得到北京大学第三医院伦理委员会批准,所有患者均对检查知情同意,并签署知情同意书。

2. 检查及后处理方法:采用西门子二代双源 CT(Somatom Definition Flash)设备完成 CT 扫描。两组病例均行单侧足踝部双源 CT 扫描,病例组选择患侧或症状重侧足踝,对照组任选单侧足踝。患者仰卧位。扫描范围包括全足及踝关节。将扫描所得薄层数据(层厚/间距:0.6 mm/0.4 mm)传输至工作站 Syngo MMWP VE23A,运行 Dual-Energy Gout 软件进行尿酸盐检测后处理。参数设置为:软组织 140 kV、80 kV CT 值 50 HU,比率为 1.36,CT 值计算范围 150~500 HU,范围为 5,空气距离为 5,骨

距离为 10。后处理得到多平面重组(MPR)灰度及同层面灰度伪彩融合图像,以及容积再现(VR)图像。其中伪彩图像中尿酸盐检测以绿色标识。

3. 尿酸盐结果分析:由两名从事骨肌影像诊断 10 年以上经验的影像科医师就两组尿酸盐检测伪彩结果进行独立解读。当两者意见不一致时,共同协商达成一致。足踝部任何解剖位置出现绿色标识,均判定为伪彩阳性,并依据 Mallinson PI 伪影分类,比较两组间几类伪影检出情况差异。研究内容如下:阳性趾甲个数与尿酸盐分布范围、阳性亚毫米点检出情况与解剖分布、以及皮肤、运动影、血管钙化影伪彩阳性的检出情况。阳性趾甲尿酸盐分布范围评分标准如下,0 分:趾甲甲背及甲沟处均无尿酸盐沉积;1 分:趾甲甲背无尿酸盐沉积,甲沟有不连贯、散在、点状尿酸盐沉积;2 分:趾甲甲背无尿酸盐沉积,甲沟处有连贯、条片状尿酸盐沉积;3 分:趾甲甲背、甲沟均有片状尿酸盐沉积(图 1~4)。本研究中亚毫米点的统计首先排除视野内均匀分布的系统噪声所致^[9],并对肌腱韧带与籽骨的亚毫米点检出情况分别统计。根据小腿肌肉及足肌止点解剖位置将肌腱韧带的解剖分区简单划分为:足背与小腿前群、小腿后群、小腿外侧群以及足底肌群四个区域,其中跟腱附着点独立于小腿后群肌进行单独统计。

4. 统计学方法:应用 SPSS 22.0 统计软件进行统计学分析,定量资料以 $\bar{x} \pm s$ 的形式表示。采用 χ^2 检验比较患者性别及分类计数资料。对符合正态分布定量资料数据使用两组独立样本 t 检验,不符合正态分布的定量数据使用两独立样本比较的秩和检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

二、结果

1. 尿酸盐伪彩阳性趾甲结果:病例组 58 例痛风患者与对照组 37 例非痛风患者尿酸盐伪彩阳性趾甲检出率分别为 94.8%(55/58)和 59.5%(22/37),其中病例组与对照组单个个体阳性趾甲检出个数分别为(2.0±1.1)和(1.2±1.4)个,阳性趾甲尿酸盐分布范围评分分别为(1.8±0.9)与(1.0±1.1),差异均有统计学意义(均 $P < 0.01$)(表 1)。

2. 尿酸盐伪彩阳性亚毫米点结果:病例组与对照组阳性趾甲检出率分别为 81.0%(47/58)和

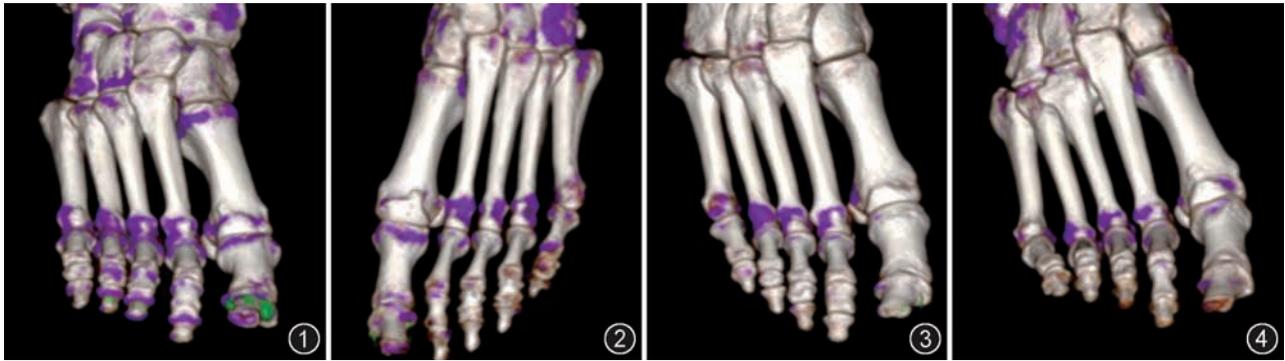


图1~4 痛风患者阳性趾尿酸盐 图1,阳性趾尿酸盐分布3分病例;图2,阳性趾尿酸盐分布2分病例;图3,阳性趾尿酸盐分布1分病例;图4,阳性趾尿酸盐分布0分病例

表1 痛风患者和对照组足踝双源CT尿酸盐伪彩阳性趾甲检出比较

组别	例数	阳性趾甲个数($\bar{x} \pm s$)	阳性趾尿酸盐分布范围[例(%)]				阳性趾尿酸盐分布范围评分($\bar{x} \pm s$)
			0分	1分	2分	3分	
病例组	58	2.0±1.1	3(5.2)	21(36.2)	16(27.6)	18(31.0)	1.8±0.9
对照组	37	1.2±1.4	15(40.5)	12(32.4)	3(8.1)	7(18.9)	1.0±1.1
检验值		-3.539 ^a		20.551 ^b			
P值		<0.01		<0.01			

注:^aZ值,^b χ^2 值

13.5%(5/37),在肌腱韧带的检出率分别为75.9%(44/58)和13.5%(5/37),差异均有统计学意义(均 $P<0.01$)(表2)(图5~7)。

3. 皮肤、运动影、血管钙化影伪彩阳性结果:在皮肤、运动影、血管钙化影伪彩阳性检出方面,两组差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)(表3)。

三、讨论

痛风双源CT尿酸盐检测凭借其快速、无创以及高敏感性和高特异性^[10],近年来广泛应用于痛风的临床诊断。通过绿色伪彩标识显示尿酸盐分布,较传统CT灰度图像及MR图像更直观醒目。但尿酸盐检测过程中伪影的鉴别及其临床价值,国内外学者间尚存争议。本研究对比了痛风患者与非痛风患者足踝部双源CT检出尿酸盐情况,分析伪影识别对痛风诊断的临床价值。

本研究中两组尿酸盐伪彩阳性趾甲检出率差异有统计学意义(均 $P<0.01$),且病例组阳性趾尿酸盐分布范围多于对照组。多数学者认为生物力

学和尿酸盐沉积部位存在相关性^[7,11]。由于人体直立行走负重以及与鞋反复摩擦,更容易造成足趾处尿酸盐的沉积。因此,痛风患者尿酸盐伪彩阳性趾甲不能简单视为伪影。

表3 痛风患者和对照组皮肤、运动影、血管钙化影伪彩阳性检出情况(例)

组别	例数	皮肤		运动伪影		血管钙化影	
		-	+	-	+	-	+
病例组	58	55	3	57	1	58	0
对照组	37	36	1	37	0	37	0
χ^2 值		0.004		0		0	
P值		0.592		1		1	

国内外学者普遍认为双源CT尿酸盐检测在痛风患者首次发病(6周内)期间的敏感性明显低于痛风石形成的慢性痛风性关节炎阶段^[12-14],且各报道间敏感性差异颇大。Garner等^[14],Glazebrook等^[15]认为双源CT能够检测出尿酸盐结晶最小尺寸

表2 痛风患者和对照组足踝双源CT尿酸盐伪彩阳性趾甲亚毫米点检出比较(例)

组别	例数	亚毫米点检出		籽骨		肌腱韧带		足背和小腿前裙		小腿后群		小腿外侧群		足底		跟腱	
		-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
病例组	58	11	47	50	8	14	44	57	1	30	28	47	11	44	14	35	23
对照组	37	32	5	37	0	32	5	36	1	33	4	36	1	34	3	36	1
χ^2 值		41.568		3.928		35.160		0		14.194		4.040		3.951		16.337	
P值		<0.01		<0.05		<0.01		1		<0.01		<0.05		<0.05		<0.01	

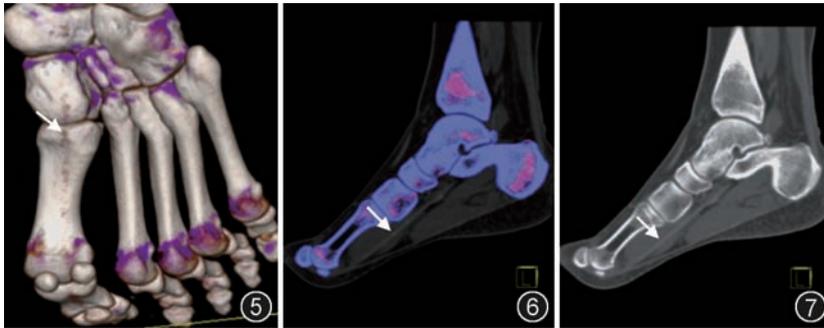


图 5-7 痛风患者肌腱亚毫米尿酸盐结晶显像 患者男, 32 岁, 痛风首次发作, 图 5、6 可见沿拇长屈肌腱散在绿色亚毫米尿酸盐结晶(箭头); 图 5 同一患者容积再现图像; 图 6 同一患者矢状位灰度伪彩融合图像, 沿拇长伸肌腱分布多处亚毫米尿酸盐结晶可见; 图 7 同一患者同一角度矢状位灰度图像, 亚毫米尿酸盐结晶不可见(箭头)

(2 mm)限制了其在痛风首次发病期的敏感性。Dual-Energy Gout 中定义参与运算体素范围的参数(空气距离/骨距离)以及定义平滑滤过的参数(范围),均以体素为基本单位。而单个体素空间尺寸取决于像素,因此像素大小不仅决定了图像的空间分辨率,更成为影响尿酸盐检测敏感性的关键。本研究中用于尿酸盐结晶分析的 A、B 两组双能图像层厚为最小值 0.6 mm,保证了尿酸盐结晶的亚毫米级分辨率。因此,我们认为提高双能图像分辨率能够提高尿酸盐亚毫米级结晶的检出率。本研究中,病例组阳性亚毫米点在运动负重较大的肌腱及韧带分布明显多于对照组,这与 Dalbath 等^[7]的研究结论一致。

病例组与对照组在皮肤、运动伪影、血管钙化影伪彩阳性的检出率上差异无统计学意义。以上三种情况较易识别,可直接判定为伪影。

本研究尚有不足之处:(1)双源 CT 尿酸盐伪彩阳性亚毫米点的检出与痛风临床分期,特别是与无症状高尿酸血症期的关系,有待深入研究。(2)病例组亚毫米点的籽骨分布略多于对照组,是否与负重有关,尚需进一步研究。

总之,正确识别痛风双源 CT 成像中的伪影,有助于提高诊断的准确率。错误识别伪影不仅可以造成痛风诊断的假阳性,也会导致假阴性,甚至漏诊、误诊。趾甲与亚毫米尿酸盐伪彩阳性对痛风诊断具有较高的临床价值,不应被简单判定为伪影。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

[1] Roddy E, Choi HK. Epidemiology of gout[J]. *Rheum Dis Clin North Am*, 2014, 40(2): 155-175. DOI: 10.1016 / j.rdc.2014.01.001.

[2] Mallinson PI, Reagan AC, Coupal T, et al. The distribution of urate deposition within the extremities in gout: a review of 148 dual-energy CT cases[J]. *Skeletal Radiol*, 2014, 43(3): 277-281. DOI: 10.1007 / s00256-013-1771-8.

[3] Neogi T, Jansen TL, Dalbeth N, et al. 2015 Gout Classification Criteria: an American College of Rheumatology / European League Against Rheumatism collaborative initiative[J]. *Arthritis Rheumatol*, 2015, 67(10): 2557-2568. DOI: 10.1002 / art.39254.

[4] Mallinson PI, Coupal T, Reisinger C, et al. Artifacts in dual-energy CT gout protocol: a review of 50 suspected cases with an artifact identification guide[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2014, 203(1): W103-W109. DOI:10.2214/AJR.13.11396.

[5] Roddy E, Doherty M. Epidemiology of gout[J]. *Arthritis Res Ther*, 2010, 12(6):223. DOI:10.1186/ar3199.

[6] 李会侠,屈瑾,展影,等. 双源 CT 痛风识别技术中足趾甲周绿色伪彩的临床价值[J]. *中华医学杂志*, 2015, 95(39): 3220-3222. DOI:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2015.39.015.

[7] Dalbeth N, Kalluru R, Aati O, et al. Tendon involvement in the feet of patients with gout: a dual-energy CT study[J]. *Ann Rheum Dis*, 2013, 72(9): 1545-1548. DOI: 10.1136 / annrheumdis-2012-202786.

[8] Glazebrook KN, Guimaraes LS, Murthy NS, et al. Identification of intraarticular and periarticular uric acid crystals with dualenergy CT: initial evaluation[J]. *Radiology*, 2011, 261(2):516-524. DOI:10.1148/radiol.11102485.

[9] Coupal TM, Mallinson PI, Gershony SL, et al. Getting the most from your dual-energy scanner: recognizing, reducing, and eliminating artifacts[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2016, 206(1): 119-128. DOI:10.2214/AJR.14.13901.

[10] Choi HK, Burns LC, Shojania K, et al. Dual energy CT in gout: a prospective validation study[J]. *Ann Rheum Dis*, 2012, 71(9): 1466-1471. DOI:10.1136/annrheumdis-2011-200976.

[11] 崔炎,刘阳,张榜. 尿酸盐检测沉积与手足着力部位的关系[J]. *中国中西医结合外科杂志*, 2014, 20(1): 102-103. DOI: 10.3969/j.issn.1007-6948.2014.01.042.

[12] Bongartz T, Glazebrook KN, Kavros SJ, et al. Dual-energy CT for the diagnosis of gout: an accuracy and diagnostic yield study[J]. *Ann Rheum Dis*, 2015, 74(6): 1072-1077. DOI: 10.1136/annrheumdis-2013-205095.

[13] Jia E, Zhu J, Huang W, et al. Dual-energy computed tomography has limited diagnostic sensitivity for short-term gout[J]. *Clin Rheumatol*, 2018, 37(3): 773-777. DOI: 10.1007 / s10067-017-3753-z.

[14] Garner HW, Wessell DE. Gout: update on dual-energy computed tomography with emphasis on artifact identification [J]. *Curr Rheumatol Rep*, 2018, 20(12): 86. DOI: 10.1007 / s11926-018-0783-8.

[15] Glazebrook KN, Kakar S, Ida CM, et al. False-negative dual-energy computed tomography in a patient with acute gout [J]. *J Clin Rheumatol*, 2012, 18(3): 138-141. DOI: 10.1097 / RHU.0b013e318253aa5e.

(收稿日期:2019-07-07)

(本文编辑:刘雪松)