

论 著

单源双能量CT扫描单能谱成像技术基物质图像在痛风结节中的应用

江苏省如皋市人民医院放射科
(江苏 如皋 226500)钱小建* 杨志勇 姜艳丽
肖志锋

【摘要】目的 探讨单源双能量CT扫描单能谱成像技术基物质图像在痛风结节诊断中的应用价值。方法 选取本院2017年1月至2019年1月收治的77例高度怀疑痛风患者，均进行单源双能量扫描及尿酸基图和钙基图的分拆、重建，同时结合常规能量扫描进行诊断。以美国风湿病协会制定的痛风诊断标准为基准，计算单源双能量CT诊断痛风结节的敏感度、特异度与准确率。结果 根据美国风湿病协会制定的痛风诊断标准，77例患者中57例患者确诊为痛风结节。共56例患者经单源双能量CT扫描检测到痛风结节，其中11例为单关节受累，45例为多关节受累。单源双能量CT诊断痛风的敏感度为91.23%，特异度为80.00%，准确率为87.18%；常规CT诊断痛风的敏感度为77.19%，特异度为60.00%，准确率为72.73%。单源双能量CT诊断痛风的敏感度、准确率显著高于常规CT ($P<0.05$)。单源双能量CT共检出痛风结节131处，直径0.1~14.7cm；常规CT共检出痛风结节104处，直径0.4~14.7cm，0.1~0.3cm痛风结节未能显示。结论 单源双能量CT扫描操作简单、费用低，可利用单能谱成像技术基物质图像上的结晶标记颜色鉴别尿酸和非尿酸结晶沉积，痛风结节诊断的敏感度与准确率较高，且可检出较小痛风结节，值得在痛风的临床诊断中推广应用。

【关键词】痛风结节；单源双能量CT；单能谱成像技术；基物质图像；结晶沉积

【中图分类号】R593.27；R445.3

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2021.02.050

Application of Single-Source Dual-Energy CT Scanning Single-Energy Imaging Technique in the Imaging of Gout Nodules

QIAN Xiao-jian*, YANG Zhi-yong, JIANG Yan-li, XIAO Zhi-feng.

Department of Radiology, Rugao People's Hospital, Rugao 226500, Jiangsu Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the application value of single-source dual-energy CT scanning single-energy imaging technique in diagnosing gout nodules. **Methods** The 77 patients with highly suspected gout admitted to our hospital from January to September 2019 were enrolled in this study. All patients underwent single-source dual-energy CT mixed energy scanning and separation and reconstruction of uric acid-base map and calcium base map, combined with conventional energy scan for diagnosis. The sensitivity, specificity and accuracy of single-source dual-energy CT in gout nodules diagnosis based on the gout diagnostic criteria developed by the American College of Rheumatology. **Results** According to the gout diagnostic criteria established by the American College of Rheumatology, 57 of the 77 patients were diagnosed with gout nodules. A total of 56 patients had gout nodules detected by a single-source dual-energy CT scan, 11 of which were single joint involvement and 45 were multiple joint involvement. The sensitivity of single-source dual-energy CT in gout diagnosis was 91.23%, specificity was 80.00%, and accuracy was 87.18%. The sensitivity of conventional CT for gout diagnosis was 77.19%, the specificity was 60.00%, and the accuracy was 72.73%. The sensitivity and accuracy of single-source dual-energy CT in gout diagnosis were significantly higher than those in conventional CT ($P<0.05$). Single-source dual-energy CT scanning detected 131 gout nodules with a diameter of 0.1 to 14.7 cm. A total of 104 gout nodules were detected by conventional CT, with a diameter of 0.4 to 14.7 cm, and a gout nodule of 0.1 to 0.3 cm was not shown. **Conclusion** Single-source dual-energy CT scanning is low-cost and straightforward. It can identify the deposition of uric acid and non-uric acid crystals by the color of crystalline markers on the image of single-energy imaging technology. The sensitivity and accuracy of gout nodule diagnosis are high. Smaller gout nodules can be detected, which is worthy of promotion in the clinical diagnosis of gout.

Keywords: Gout Nodule; Single-Source Dual Energy CT; Single Energy Spectrum Imaging Technique; Base Material Image; Crystal Deposition

痛风属于关节病，亦被称为“代谢性关节炎”，多由嘌呤代谢障碍引起。除高尿酸血症外，痛风结节形成也是痛风患者的常见表现^[1]。研究表明，痛风结节多是尿酸盐结晶沉积而成，可出现于任何部位，其中以四肢关节周围的软组织最为常见^[2]。血尿酸升高是以往诊断痛风的主要依据，但随着研究的深入，有研究发现，慢性痛风及部分急性发作的患者血尿酸水平可不出现异常^[3]。而痛风结节的诊断往往需通过有创操作获得尿酸盐结晶，不易被患者接受^[4]。双源CT双能量成像可通过2个不同管电压的球管发出不同能量射线扫描机体，根据尿酸盐结晶的不同能量衰减检测其分布范围。但双源CT成本高、费用昂贵，难以在基层医院推广及普及^[5]。而单源CT双能量扫描可在80kV与130kV下进行2次扫描，对病变进行能量分析，操作简单，且相对于双源CT而言，费用大幅下降，在痛风结节的临床诊断中有较大应用前景^[6]。因此，本研究对77例痛风疑似患者进行单源双能量CT扫描，通过单能谱成像技术基物质图像对患者进行诊断，探讨其在痛风患者中的诊断价值。

1 资料与方法

1.1 临床资料 本院2017年1月至2019年1月共收治77例高度怀疑痛风患者，其中男45例、女32例；年龄37~76岁，平均年龄(47.98±9.36)岁；体质指数19~24kg/m²，平均(22.01±1.05)kg/m²；病程3个月~7年，平均病程(1.30±0.34)年；疼痛部位：腕关节21例、膝关节30例、足踝关节53例；实验室检查：血尿酸增高67例、正常10例。

【第一作者】钱小建，男，主管技师，主要研究方向：放射影像。E-mail: kdlk8898@126.com

【通讯作者】钱小建

纳入标准：因关节部位红肿、热、痛和功能障碍入院，怀疑痛风结节；年龄大于18岁；同意接受单源双能量CT扫描；签署知情同意书。

排除标准：伴有严重高血压、糖尿病者；伴有脏器功能不全者；伴有神经精神类疾病、无法配合检查者。

1.2 方法 所用设备为西门子SOMATOM Definition AS 128 CT，进行连续2次不同能量的扫描，用能谱物质分离同时获得尿酸基(钙)图和钙基(尿酸)图，对尿酸基图和钙基图进行分拆重建，并结合常规扫描进行诊断。

双能量扫描：管电压80kV与140kV，螺距0.6，扫描速度24mm/周，探测器准直64mm×0.625mm，球管转速0.55s，FOV14.8cm，扫描层厚与间距均5mm，重建层厚1.25mm。常规扫描：管电压120kV，电流240mA。于西门子Syngo.Via工作站上用Dual Energy软件进行图像处理，选择结节最大层面，感兴趣区面积为最大层面的2/3左右。单能谱成像(40~140keV，间隔5keV)，软组织窗下(窗宽350HU、窗位50HU)测量单能量成像与120kV混合能量成像的CT值。寻找关节周围高密度的尿酸盐沉积区，用伪彩标记显示痛风结晶，骨质标记蓝紫色，尿酸盐结晶标记绿色。

由2位临床经验丰富的放射科主治医师进行不记名独立诊断，观察关节、周围滑膜、肌腱韧带走行区是否存在绿色标记，统计痛风结节的数量与位置。结论不同时协商给出最终结果。以美国风湿病协会制定的痛风诊断标准^[7]计算单源双能量CT诊断痛风结节的敏感度、特异度与准确率。

1.3 统计学方法 采用SPSS 19.0处理数据，计量资料用($\bar{x} \pm s$)表示；计数资料采取 χ^2 检验， $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 最终诊断结果 根据美国风湿病协会制定的痛风诊断标准作为最终诊断结果，77例患者中57例患者确诊，其他20例中11例为退行性骨关节炎，6例为类风湿性关节炎，3例为强直性脊柱炎。

2.2 单源双能量CT诊断结果 由表1可知，77例患者中，共有56例患者经单源双能量CT扫描检测到痛风结节，其中11例为单关节受累，45例为多关节受累。

2.3 单源双能量CT与常规CT诊断痛风比较 由表2可知，单源双能量CT诊断痛风的敏感度为91.23%，特异度为80.00%，准确率为87.18%；常规CT诊断痛风的敏感度为77.19%，特异度

表1 单源双能量CT与美国风湿病协会诊断结果的对照

最终诊断结果	例数	单源双能量CT		常规CT	
		阳性	阴性	阳性	阴性
阳性	57	52	5	44	13
阴性	20	4	16	8	12
合计	77	56	21	52	25

表2 单源双能量CT与常规CT诊断痛风的效能比较[% (n)]

检查方法	敏感度	特异度	准确率
单源双能量CT	91.23(52/57)	80.00(16/20)	87.18(68/77)
常规CT	77.1%(44/57)	60.00(12/20)	72.73(56/77)
χ^2	4.222	1.905	5.961
P	0.040	0.168	0.015

度为60.00%，准确率为72.73%。单源双能量CT诊断痛风的敏感度、准确率显著高于常规CT ($P < 0.05$)。

2.4 痛风结节检出情况 单源双能量CT共检出痛风结节131处，以累及足踝关节最常见，结节直径在0.1~14.7cm。常规CT共检出痛风结节104处，结节直径在0.4~14.7cm，结节直径在0.1~0.3cm的未能显示。

2.5 典型病例的CT能谱图像分析 患者，男，46岁，有关节疼痛史6年，入院后血液检查尿酸含量485.36 μ mol/L，经单源双能量CT扫描后诊断为左踝关节周围痛风结节形成。在能谱CT曲线，随扫描能量的增大，CT值呈先降低后上升的变化(图1A)；常规CT扫描发现左踝关节周围软组织肿胀，可见多发高密度结节影，踝关节面下可见小囊样低密度影(图1B)；尿酸基图上，痛风结节呈稍高密度影(图1C)；钙基图上痛风结节呈低密度影(图1D)。

3 讨论

从受累关节中抽取关节液进行偏正光显微镜检查是目前痛风诊断的“金标准”，但其有创伤性，且操作复杂，临床应用受限^[8]。痛风诊断标准与分类标准较多，以美国风湿病学会制订的急性痛风性关节炎分类标准最为常用，但该标准仅适用于急性发作期患者，对慢性期、间歇期的诊断效力不理想。因此，美国风湿病学会和欧洲抗风湿联盟将痛风影像学检查纳入痛风诊断标准中，从临床特点、实验室检查、影像学3个方面重新制定痛风诊断标准，在慢性期患者中的适用性更高^[9]。X线平片可显示关节结构，但关节结构发生变化通常代表关节病变已不可逆，难以发现早期病变^[10]；CT可通过

(下转第 171 页)

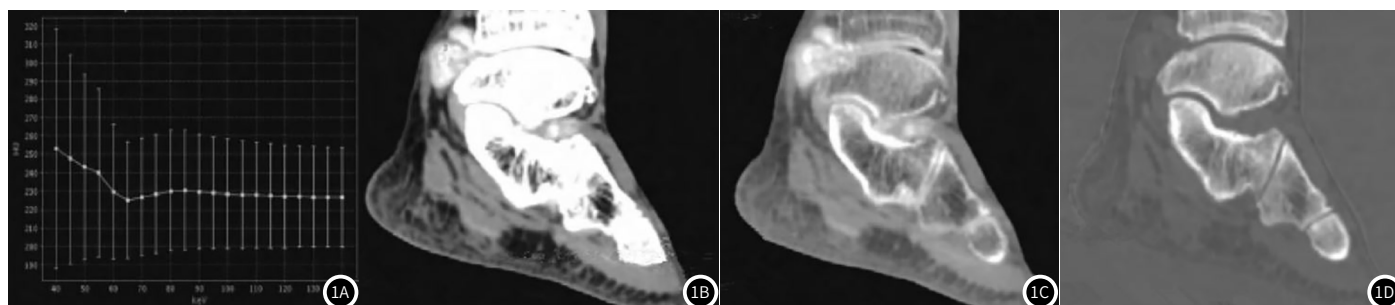


图1 典型病例的CT能谱图像。1A为能谱CT曲线；1B为常规CT扫描；1C为尿酸基图；1D为钙基图。

(上接第 155 页)

痛风结节成像显示痛风结节,并显示骨质破坏及软组织改变,但对组织钙化、骨质增生与痛风结节的鉴别有较大难度^[11]。MRI有利于评估滑膜炎,但对骨质结构显示效果不理想,以准确评估痛风结节骨质浸润情况^[12]。

能谱CT问世后获得较大认可,与螺旋CT相比,其提供了多种定量分析方法与参数成像,是一种综合诊断模式^[13]。目前认为,单能量图像、基物质图像对比等可将痛风结节病变与CT领域高清晰相结合,有利于提高诊断准确率^[14]。本研究采用单源双能量扫描对患者进行检查,并分拆重建尿酸基图和钙基图,同时结合常规能量扫描进行诊断,在以美国风湿病协会痛风诊断标准作为基准的前提下,敏感度为91.23%,特异度80.00%,准确率为87.18%,均明显高于常规CT扫描,体现出对痛风结节诊断相对更高的临床价值。单源双能量CT诊断痛风结节的优势在于其利用不同物质在不同能量下X线衰减系数的不同识别并区分组织和物体,形成基物质图像,同时进行标记,有利于鉴别尿酸和非尿酸结晶沉积^[15]。此外,本研究结果表明,单源双能量CT对较小痛风结节的显示优于常规CT,具体表现为单源双能量CT可显示0.1~0.3cm的痛风结节,而常规CT未能显示。本研究认为,这一结果与单源双能量CT的GSI扫描技术的能谱成像有关,该技术对发病灶的敏感性可与PET相媲美,大幅提高了较小痛风结节的检出率^[16]。

综上,单源双能量CT扫描操作简单、费用低,可同时扫描多个关节,其中单能谱成像技术基物质图像可通过结晶标记颜色鉴别尿酸和非尿酸结晶沉积,有利于痛风结节的诊断,且敏感度与准确率较高,可检出较小痛风结节,为痛风患者的早期诊断提供了一种无创检查方法。

参考文献

[1] 于飞,叶丛,涂巍,等.影响痛风患者降尿酸治疗疗效的因素分析

- [J]. 中华风湿病学杂志, 2017, 21 (2): 110-113.
- [2] 赵维彦,张海欧,朱春雷,等.手足部痛风石结合三维CT重建图像的手术治疗[J]. 中华手外科杂志, 2016, 32 (6): 466-467.
- [3] 罗是是,王振平,陈峰,等.痛风性膝关节炎的MRI诊断[J]. 实用医学杂志, 2018, 34 (4): 645-648.
- [4] 段艳峰,李炜,杨威,等.双源CT双能量成像诊断痛风结节沉积的价值分析[J]. 重庆医学, 2017, 46 (4): 491-493.
- [5] 梁俊珂.双源CT在62例痛风结节中的临床应用[J]. 影像研究与医学应用, 2018, 2 (2): 158-159.
- [6] 林亚辉.单源能谱CT对急性痛风性关节炎的诊断价值及对尿酸盐沉积特点的分析[J]. 现代医用影像学, 2017, 26 (5): 1221-1224.
- [7] 陈翔,朱庆强,吴晶涛,等.能谱CT基物质图像结合能谱曲线对痛风早期尿酸盐沉积的诊断价值[J]. 中华消化病与影像杂志(电子版), 2016, 6 (4): 165-169.
- [8] 袁伶俐,徐斌,张跃,等.MRI与关节镜对痛风性膝关节炎的诊断比较[J]. 中国现代医学杂志, 2018, 28 (17): 109-114.
- [9] 凡娜,邢芬,胡慧娟,等.痛风性关节炎的双能量CT影像学诊断[J]. 武汉大学学报(医学版), 2015, 36 (5): 805-808.
- [10] 汪飞,李梁.双能量CT对痛风的诊断及评价[J]. 中国医学影像学杂志, 2014, 22 (1): 53-55.
- [11] 袁健祥,张家雄,方挺松,等.膝关节痛风性关节炎的CT与MRI分析[J]. CT理论与应用研究, 2014, 23 (3): 489-496.
- [12] 陈对梅,汪青山,陈文静,等.MRI对痛风性关节炎的诊断[J]. 放射学实践, 2015, 30 (10): 1040-1043.
- [13] 陈谦,陈兴国,冯源,等.痛风患者足部痛风石沉积特点的双能量CT研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2017, 15 (2): 113-115.
- [14] 刘贯清,李晓,左敏静,等.CT双能量成像在痛风诊断中的临床应用[J]. 江西医药, 2015, 50 (11): 1153-1156.
- [15] 柴瑞平,张红,崔家梅,等.双源CT双能量技术在检测痛风患者四肢关节尿酸盐沉积中应用研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2017, 15 (12): 133-135.
- [16] 罗敏,颜森森,岑秀雅,等.单源能谱CT鉴别骨关节旁增生钙化与痛风石的价值[J]. 中国基层医药, 2016, 23 (5): 679-682.

(收稿日期: 2019-04-03)