

## 论 著

## 能谱CT定量分析在痛风石与增生钙化中的应用\*

杨海云<sup>1,\*</sup> 颜梅<sup>2</sup> 刘刚<sup>1</sup>  
毛旭<sup>1</sup> 李小花<sup>1</sup>1.青海红十字医院放射影像介入科  
(青海 西宁 810000)2.青海大学医学院附属医院放射科  
(青海 西宁 810000)

【摘要】目的 探讨能谱CT在诊断痛风石与增生钙化中的应用价值。方法 选取2019年8月至2020年9月本院收治的98例疑似痛风患者，所有患者均行能谱CT扫描，观察患者痛风石与增生钙化显示情况。结果 98例患者71例确诊为痛风，能谱CT检出痛风石灵敏度95.77%、特异度88.89%、准确率93.88%均高于常规CT的69.01%、62.96%、67.35%，差异有统计学意义( $P<0.05$ )；能谱CT骨质破坏、关节积液、软组织肿胀检出率分别为77.55%、54.08%、29.59%均高于常规CT的64.29%、39.80%、17.35%，差异有统计学意义( $P<0.05$ )。结论 能谱CT定量分析在痛风石与增生钙化诊断中应用价值较高，可提高诊断准确率，帮助临床医师判断病情为治疗提供依据。

【关键词】痛风石；增生钙化；能谱CT；应用价值  
【中图分类号】R445.3  
【文献标识码】A  
【基金项目】青海省科技计划项目(2019-HZ-811)  
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2022.09.066

## Application of Energy Spectrum CT Quantitative Analysis in the Diagnosis of Tophus and Hyperplasia Calcification\*

YANG Hai-yun<sup>1,\*</sup>, YAN Mei<sup>2</sup>, LIU Gang<sup>1</sup>, MAO Xu<sup>1</sup>, LI Xiao-hua<sup>1</sup>.

1.Department of Radiological Intervention, Qinghai Red Cross Hospital, Xining 810000, Qinghai Province, China

2.Department of Radiology, Affiliated Hospital of School of Medicine, Qinghai University, Xining 810000, Qinghai Province, China

## ABSTRACT

**Objective** To investigate the application value of energy spectrum CT in the diagnosis of tophus and hyperplasia calcification. **Methods** 98 patients suspected of gout who were admitted to the hospital from August 2019 to September 2020 were selected. All patients were subjected to energy spectrum CT scanning to observe the tophi and hyperplasia calcification. **Results** 71 of the 98 patients were diagnosed as gout. The sensitivity, specificity and accuracy of energy spectrum CT in detecting tophus were 95.77%, 88.89%, and 93.88%, which were higher than those of conventional CT (69.01%, 62.96%, and 67.35%) ( $P<0.05$ ). The detection rates of bone destruction, joint effusion, and soft tissue swelling by energy spectrum CT were 77.55%, 54.08%, and 29.59%, which were higher than those by conventional CT (64.29%, 39.80%, and 17.35%) ( $P<0.05$ ). **Conclusion** Quantitative analysis of energy spectrum CT is of high value in the diagnosis of tophus and hyperplasia calcification, which can improve the diagnostic accuracy, help clinicians to judge the patients' condition, and provide a basis for treatment.

**Keywords:** Tophus; Hyperplasia calcification; Energy spectrum CT; Application value

痛风是临床常见关节炎，男性患病率高于女性，其发病是因长期嘌呤代谢障碍引起致使血尿酸增高而导致组织损伤的一组异质性疾病<sup>[1-2]</sup>。当血尿酸浓度超过人体生理溶解阈值时，则会形成尿酸盐结晶而沉积于关节及周围组织表现为痛风石、关节畸形、关节疼痛等症状<sup>[3-5]</sup>。对痛风石早期确诊有利于痛风诊断治疗，从而降低关节畸形发生率<sup>[6]</sup>。临床主要诊断方式为CT，但常规CT诊断痛风石时常呈现高密度，易与钙化密度、骨质增生、游离体混淆，且对其体积、数量显示效果不佳。能谱CT是一种新型技术，通过利用不同能量X线产生不同吸收获取更多影像信息。相关研究显示，能谱CT对尿酸盐、钙盐特异识别度较高<sup>[7]</sup>。本研究旨在探究能谱CT定量分析在痛风石与增生钙化中的诊断价值，现报道如下。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选取2019年8月至2020年9月本院收治的98例疑似痛风患者为研究对象，其中男100例，女18例；年龄20~75岁，平均年龄(55.36±9.60)岁；病程6个月~7年，平均病程(3.08±0.29)年；体重45~75kg，平均体重(55.23±5.16)kg。

纳入标准：临床表现为关节红、肿、热、痛和活动障碍；临床资料完整；依从性较高者；自愿参与并签署研究知情同意书。排除标准：精神功能、认知功能障碍者；存在CT检查禁忌证者；合并感染性疾病者；妊娠期者；无法完成随访调查者。本研究经院伦理委员会审核并一致通过。

**1.2 方法** 对所有患者怀疑存在痛风石沉积以及外周关节阳性部位进行常规CT、能谱CT检查。常规CT检查：选择美国GE Revolution多排螺旋CT对患者双足、双膝关节进行检查，患者取仰卧位后足先入，参数：电压140/80kV，准直64×0.6mm，重建层厚0.75mm，间隔0.5mm，将扫描获得图像上传至工作站处理，并在Dual Energy模式下进行容积再现、多平面重建以寻找观察病变。能谱CT检查：选择美国GE 宝石DiscoveryCT750 HD单源CT在宝石能谱成像模式(gemstonespectralimaging, GSI)下行能谱扫描，参数：电压70kVp/140kVp，螺距0.984:1，探测器准直64×0.626mm，球管转速0.8s/转，视野15~30cm，扫描层厚、间隔层厚均为5cm，重建层厚1.25mm。将所有扫描获得图像上传至GEAW4.6工作站，利用GSIVIEWER软件分析处理，获取物质分离图像将尿酸盐结晶标记为绿色，钙盐标记为红色。由2名阅片工作经验丰富影像学医师对结果进行分析，以统一意见为诊断结果。

**1.3 观察指标** 以美国风湿病协会痛风诊断标准<sup>[8]</sup>为“金标准”，比较不同检查方式对痛风石的灵敏度、特异度和准确率，以及骨质破坏、关节积液、软组织肿胀情况。

**1.4 统计学处理** SPSS 20.0统计学软件分析和处理，计数资料采取例表示，行 $\chi^2$ 检验，以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 确诊结果** 根据美国风湿病协会痛风诊断标准98例患者共有71例患者确诊为痛风，

【第一作者】杨海云，男，副主任医师，主要研究方向：放射影像介入科。E-mail: yhy2891140@163.com

【通讯作者】杨海云

另外类风湿性关节炎11例，强直性脊柱炎4例，退行性关节炎7例，不明原因关节痛5例。

**2.2 不同检查方式痛风石检出情况** 常规CT检出痛风石49例，痛风石沉积共190处，沉积部位跖趾关节22例，踝关节11例，膝关节6例，腕关节6例，手指关节3例，肘关节1例；单处受累10例，多处受累39例；能谱CT检出痛风石68例，痛风石沉积共263处，沉积部位跖趾关节31例，踝关节15例，膝关节9例，腕关节7例，手指关节5例，肘关节1例；单处受累15例，多处受累53例。见图1~图2。



图1~图2 物质分离图像：患者，男，63岁，右手腕关节、掌指关节及指间关节可见多处红色标记的尿酸盐沉积。

**2.3 不同检查方式诊断痛风石灵敏度、特异度、准确率比较** 常规CT对痛风石检出灵敏度69.01%、特异度62.96%、准确率67.35%，能谱CT对痛风石检出灵敏度95.77%、特异度88.89%、准确率93.88%，两组灵敏度、特异度、准确率比较差异有统计学意义( $P<0.05$ )，见表1~表2。

表1 常规 CT诊断痛风石情况(例)			
常规CT	美国风湿协会痛风诊断标准		合计
	+	-	
+	49	10	59
-	22	17	39
合计	71	27	98

表2 能谱CT诊断痛风石情况(例)			
能谱CT	美国风湿协会痛风诊断标准		合计
	+	-	
+	68	3	71
-	3	24	27
合计	71	27	98

**2.4 两种检查方式骨质破坏、关节积液、软组织肿胀检出情况比较** 能谱CT骨质破坏、关节积液、软组织肿胀检出率均高于常规CT检出率，差异有统计学意义( $P<0.05$ )，见表3。

表3 两种检查方式骨质破坏、关节积液、软组织肿胀检出情况比较(例, %)				
组别	例数	骨质破坏	关节积液	软组织肿胀
常规CT	98	63(64.29)	39(39.80)	17(17.35)
能谱CT	98	76(77.55)	53(54.08)	29(29.59)
$\chi^2$		4.181	4.015	4.090
P		0.041	0.045	0.043

3 讨论

随着社会发展和生活习惯改变，痛风发病率逐年上升<sup>[9]</sup>。痛风石是痛风发展至慢性期的一种特征性损害，呈淡黄色或白色、大小不一的隆起或赘生物，质地偏硬类似石子，若不及时给予治疗可能导致关节骨质受损进一步引发关节肿痛、僵直、畸形以及骨折，严重影响患者生活质量，故早期诊断治疗临床意义重大<sup>[10]</sup>。临床诊断痛风石常根据血尿酸水平判断，但存在痛风患者血尿酸水平不上升情况，可造成痛风石误诊增加诊断困难。影像学检查是临床诊断痛风石的重要依据，除CT外常见还有MRI、X线，

MRI虽对软组织分辨率较高，对滑膜病变较为敏感，但对于痛风石其显示效果较差，且成本高。而X线平片虽能观察关节周围炎性反应及软组织情况，但密度分辨率较低，特异度较差，可进行确诊时患者痛风已发展至晚期。

能谱CT的应用推动了CT技术快速发展，对头部、全身全方位进行扫描时不仅可保证高清晰度同时可降低扫描剂量，根据不通过物质对不同能量射线衰减系数不同区分不同组织化学成分，使其在传统解剖成像基础上可进一步完成组织成分分析，实现能谱成像<sup>[11-13]</sup>。能谱CT在鉴别显示颅内病灶、肺内病变和肺内栓塞以及肺灌注缺损、冠心病诊断、消化系统病灶、内分泌靶器官病变以及泌尿系病灶中均有应用，有效提升了疾病的评估及监测<sup>[14-18]</sup>。相关研究显示，能谱CT通过采用多种定量分析方法而提供多种参数成像，为痛风石早期诊断提供了综合诊断模式<sup>[19]</sup>。本研究结果显示能谱CT诊断痛风石灵敏度、特异度、准确率显著高于常规CT诊断，且能谱CT显示痛风石沉积部位高于常规CT，提示能谱CT定量分析对于诊断痛风石具有高灵敏度、特异度以及准确率，可有效帮助评估病情。但能谱CT检查时仍存在3例误诊情况，分析原因可能是伪影造成假阳性，与患者在检查过程中未固定好肢体出现随意晃动形成运动伪影有关，还可能是患者存在较厚皮肤表层及角质形成皮肤伪影，以及扫描检查未去除金属异物形成金属伪影等。能谱CT探测器材料为红宝石，其对X线反应较快，可将X线转换为可见光速是一般探测器材料的100倍，且清空速度快4倍，可保证两次高速数据采用之间有足够时间分辨率，不受影响。能谱CT扫描时在80kV和140kV高低峰电压瞬时切换下可获得扫描部位常规混合能量CT图像、单能量CT图像以及物质分离密度图像，在GSI下可提升小病灶、多发灶检出率，对小病灶敏感。痛风患者随着病情进展，可见软组织微小结节、微小钙化，最终软组织结节逐渐增大形成痛风石、骨质破坏，本研究还显示能谱CT骨质破坏、关节积液、软组织肿胀检出率显著高于常规CT，提示能谱CT定量分析对于关节钙化、病理特点检出率较高。

综上所述，能谱CT检测痛风石灵敏度、特异度以及准确率均较高，且具有无创、扫描快、操作简便等优势，并可通过检测尿酸盐结晶来观察骨质破坏情况，对于病理特点检出率高，有利于患者病情评估以及为后续治疗提供支撑。

参考文献

[1] 邓超,李谦华,杨莉娟,等.痛风患者身体成分特征及其临床意义[J].中华内科杂志,2019,58(10):751-757.  
[2] 黄玉琴,熊琴,何欣,等.自噬在痛风免疫机制中的研究进展[J].中华风湿病学杂志,2020,24(4):281-285.  
[3] 唐平太,李传旺,丘洪林,等.能谱CT扫描及量化分析在老年性痛风结节诊断中的价值[J].中国老年学杂志,2019,39(20):5033-5036.  
[4] Major T J,Dalbeth N,Stahl E A,et al.An update on the genetics of hyperuricaemia and gout[J].Nat Rev Rheumatol,2018,14(6):341-353.  
[5] Dalbeth N,Phipps-Green 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.  
[6] 项文静,张玮婧,金志斌,等.痛风石形成的影响因素分析[J].中华风湿病学杂志,2018,22(10):675-679.  
[7] 唐栋,王晓媛,戚乐,等.双能CT成像技术检测尿酸盐结晶对痛风诊断的临床价值研究[J].中华全科医师杂志,2019,18(1):52-56.  
[8] FitzGerald J D,Dalbeth N,Mikuls T,et al.2020 American college of rheumatology guideline for the management of gout[J].Arthritis Rheumatol,2020,72(6):879-895.  
[9] 史亚夫,姚雪莲,黄小方,等.痛风的分子机制与中药治疗研究进展[J].中药新药与临床药理,2018,29(5):673-678.  
[10] 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.  
[11] 刘梦珂,秦健,李长勤.CT及MRI对骨质疏松的定量研究进展[J].中国矫形外科杂志,2020,28(21):1972-1975.  
[12] 李白鸽,梁东风,邢宁,等.宝石能谱CT检测不同痛风患者足踝关节尿酸盐沉积的临床价值[J].解放军医学院学报,2017,38(8):741-744.  
[13] 张卫萍,甘泉,郭化明,等.Revolution能谱CT技术原理与临床应用[J].医疗卫生装备,2018,39(3):99-102.  
[14] 刘良进,毕俊英,曾艳妮,等.能谱CT成像对颈动脉粥样硬化斑块性质评估及其与卒中发生率的关系[J].中国CT和MRI杂志,2021,19(1):44-46.  
[15] 岑人丽,倪志文,黄媛丹,等.能谱CT在急性肺动脉栓塞诊断及随访中的应用价值[J].临床放射学杂志,2020,39(9):1749-1753.  
[16] 马雅丽,王贵生,陈晓霞,等.能谱CT门静脉成像对肝硬化食管胃底静脉曲张出血的预测分析[J].实用放射学杂志,2019,35(3):451-454.  
[17] 李勤祥,潘爱珍,徐志锋,等.CaSR986基因多态性与能谱CT泌尿系结石成分分析及临床特征的相关性[J].中国临床医学影像杂志,2020,31(2):119-122,127.  
[18] 许定华,樊益瞻,朱新进,等.能谱CT增强扫描对甲状腺结节良恶性诊断的价值[J].临床放射学杂志,2019,38(10):1825-1828.  
[19] Xu Q,Li M,Li M,et al.Energy spectrum CT image detection based dimensionality reduction with phase congruency[J].J Med Syst,2018,42(3):1-14.

(收稿日期:2021-07-05)