论 著

双能CT在高尿酸血症患者临床分期诊断中的应用*

1.中山大学附属东华医院放射科
(广东 东莞 523110)
2.中山大学附属东华医院风湿免疫科
(广东 东莞 523110)
3.中山大学附属东华医院介入诊疗科
(广东 东莞 523110)
4.中山大学附属东华医院检验科
(广东 东莞 523110)

李兆勇[1] 梁俊生[1,*] 陈腾云[2]
朱刚明[1] 许团新[1] 陈丽莉[4]
吴绍腾[3] 漆 强[1] 李扬彬[1]

【摘要】**目的** 探讨双能CT在高尿酸血症患者(HUA)临床分期诊断中的应用价值。**方法** 收集我院190例HUA的临床资料、生化指标及双能CT影像资料，并记录尿酸盐结晶及骨侵蚀情况，根据临床分期诊断将研究对象分为3组：无症状高尿酸血症组(Ⅰ期)、亚临床痛风组(Ⅱ期)、痛风组(Ⅲ期)，分析各组间临床资料、生化指标、双能CT影像的差异及临床分期诊断意义。**结果** 190例高尿酸血症患者中Ⅰ期48例，Ⅱ期37例，Ⅲ期105例。Ⅱ期、Ⅲ期患者BMI、血肌酐较Ⅰ期组高，差异有统计学意义(*P*<0.05)，Ⅱ期、Ⅲ期组间差异无统计学意义。Ⅲ期组血尿酸水平较Ⅰ期、Ⅱ期组低，差异有统计学意义(*P*<0.05)，Ⅰ期、Ⅱ期组间差异无统计学意义。Ⅰ期48例患者双侧足踝部均未见尿酸盐结晶沉积，未见骨侵蚀。双能CT共检出尿酸盐结晶106例(106/190)，Ⅱ期20例(20/37)，Ⅲ期86例(86/105)，组间差异有统计学意义(P<0.05)。痛风性骨侵蚀共73例(73/190)，Ⅱ期6例(6/37)，Ⅲ期67例(67/105)，组间差异有统计学意义(P<0.05)。Ⅲ期骨侵蚀处尿酸盐结晶检出率(45.71%)明显高于Ⅱ期(2.70%)，且差异有统计学意义(*P*<0.05)。应用双能CT尿酸盐结晶阳性及其和(或)骨侵蚀两个诊断指标，诊断亚临床痛风的敏感性分别为54.05%、64.86%，特异性均为100% 。**结论** 双能CT能够检测HUA尿酸盐结晶及骨侵蚀情况，对其临床分期诊断有一定的指导意义。

【关键词】双能CT；高尿酸血症；尿酸盐结晶；痛风
【中图分类号】R445.3；R971+.1
【文献标识码】A
【基金项目】广东省东莞市社会科技发展项目(2018507150461268)
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2021.07.055

Application of Dual Energy CT in Clinical Staging Diagnosis of Patients with Hyperuricemia*

LI Zhao-yong[1], LIANG Jun-sheng[1,*], CHEN Teng-yun[2], ZHU Gang-ming[1], XU Tuan-xin[1], CHEN Li-li[4], WU Shao-teng[3], QI Qiang[1], LI Yang-bin[1].
1.Department of Radiology, Tung Wah Hospital Affiliated to Sun Yat-sen University, Dongguan 523110, Guangdong Province, china
2.Department of Rheumatology and Immunology, Tung Wah Hospital Affiliated to Sun Yat-sen University, Dongguan 523110, Guangdong Province, china
3.Department of Interventional Radiology, Tung Wah Hospital Affiliated to Sun Yat-sen University, Dongguan 523110, Guangdong Province, china
4.Department of Laboratory, Tung Wah Hospital Affiliated to Sun Yat-sen University, Dongguan 523110, Guangdong Province, china

ABSTRACT
Objective To explore the clinical application value of dual energy CT urate crystal detection technology in hyperuricemia patients. ***Methods*** 190 patients with hyperuricemia were selected for dual energy CT scanning. The clinical data and biochemical indexes of the patients were collected. According to the clinical stage diagnosis, the subjects were divided into three groups: asymptomatic hyperuricemia group (stage Ⅰ), subclinical gout group (stage Ⅱ), and gout group (stage Ⅲ). The differences of clinical data, biochemical indexes and dual energy CT images were statistically analyzed. To evaluate the diagnostic efficacy of dual energy CT. ***Results*** Among 190 cases of hyperuricemia, 48 cases were stage Ⅰ, 37 cases were stage Ⅱ and 105 cases were stage Ⅲ. BMI, serum creatinine, in stage Ⅱ and Ⅲ patients were higher than those in stage Ⅰ group (*P*<0.05). The level of serum uric acid in stage Ⅲ group was lower than that in stage Ⅰ and Ⅱ groups, and the difference was statistically significant (*P*<0.05). In stage Ⅰ, there was no urate crystal deposition and bone erosion in both feet and ankles of 48 patients. There were 106 cases (106/190), 20 cases (20/37) in stage Ⅱ and 86 cases (86/105) in stage Ⅲ detected by dual energy CT, and the difference was statistically significant (*P*<0.05). There were 73 cases (73/190) of gouty bone erosion, 6 cases (6/37) of stage Ⅱ, and 67 cases (67/105) of stage Ⅲ. The difference between the two groups was statistically significant (*P*<0.05). The detection rate of urate crystals in bone erosion in stage Ⅲ (45.71%) was significantly higher than that in stage Ⅱ (2.70%), and the difference was statistically significant (*P*<0.05). The sensitivity and specificity of subclinical gout by urate crystal positive and or bone erosion were 54.05% and 64.86% respectively, and the specificity was 100%. ***Conclusion*** Dual energy CT can detect the urate crystal and bone erosion of Hua, which has a certain guiding significance for the clinical staging diagnosis.

Keywords: Dual energy CT; Hyperuricemia; Monosodium Urate Crystals; Gout

随着新兴影像学技术的发展，尤其近年来双能CT(dual-energy CT，DECT)在临床中的广泛应用，使得无症状高尿酸血症与痛风的界限渐趋模糊，准确的临床分期诊断在高尿酸血症(hyperuricemia，HUA)患者的管理、监测中至关重要[1]。2019版中国高尿酸血症与痛风诊疗指南首次提出亚临床痛风的概念，并引入新的临床分期诊断。近年来国内外学者利用双能CT在痛风诊断方面进行不少有价值的研究[2-6]，而双能CT在新的临床分期诊断中的应用研究较少。因此本研究回顾性分析HUA患者的双能CT及临床资料，重点探讨其在亚临床痛风诊断中的应用价值。

1 资料与方法

1.1 研究对象 收集本院2018年11月至2019年11月我院门诊或住院符合条件的高尿酸血症患者共190例。根据2019版中国高尿酸血症与痛风诊疗指南[1]有关高尿酸血症临床分期诊断，将研究对象分为以下3组：无症状期高尿酸血症组(Ⅰ期组，48例)、亚临床痛风组(Ⅱ期组，37例)、痛风组(Ⅲ期组，105例)。其中痛风诊断根据2015年ACR/EULAR痛风分类标准[7]。亚临床痛风的诊断依据为无症状高尿酸血症患

【第一作者】李兆勇，男，副主任医师，主要研究方向：CT、MRI影像诊断。E-mail：lizhaoyong2003@163.com
【通讯作者】梁俊生，男，主任医师，主要研究方向：骨肌系统影像诊断。E-mail：2581892622@qq.com

者中关节超声、双能CT或X线发现尿酸盐结晶和(或)痛风性骨侵蚀。

纳入标准：无论男性还是女性，非同日2次空腹血尿酸(SUA)>420μmol/L。排除标准：尿毒症、恶性肿瘤、放化疗、药物等所致继发高尿酸血症；既往降尿酸药物治疗史；足踝关节外伤、手术史或内固定术后；双足踝关节不健全者。

研究对象临床基本资料包括年龄、性别，按照标准方法测量的身高、体重，既往病史如高血压、糖尿病、高脂血症等以及相关用药情况等。生化指标包括空腹血糖(FBG)、血肌酐(Scr)、尿素氮(BUN)、血尿酸(SUA)、甘油三酯(TG)和总胆固醇(TC)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)等指标。上述生化检查均于双能CT检查当日上午空腹进行。经我院伦理委员会审查和批准，所有入选患者均充分知情同意并签署知情同意书。

1.2 双能CT检查设备、方法 所有入选患者均行飞利浦256层Brilliance iCT双侧足踝关节双能CT检查，使用Dual-Energy后处理工作站。患者采取仰卧、脚先进，足底垂直于检查床。主要扫描参数：管电压80kV、电流500mAs，管电压140kV、电流100mAs，螺距0.66，床速132.8mm/s，球管转速0.4s/r，准直器宽度128mm×0.625mm，扫描层厚1mm，层间距1mm，螺距0.66，FOV(field of view)为230mm×230mm，Filter B，迭代重建级别 iDose(3)，采用软组织算法及骨算法。扫描完成后将DECT原始数据传至Dual-Energy工作站，加载尿酸盐结晶检测分析软件对数据进行处理，采用MPR、VR进行图像多方位重建，斜率设为1.25，自动分析生成尿酸盐结晶的彩色标记图，绿色编码为尿酸盐结晶。

1.3 影像资料分析 所有图像均由两位资深CT影像诊断医师采用双盲法阅片，对照两人的诊断结果，不同之处经过协商得出统一结论，记录在统一设计的表格内。通过MPR、VR观察有无尿酸盐结晶，排除伪影，并记录尿酸盐结晶沉积的部位、数目、大小以及伴随的骨质破坏、关节积液、软组织肿胀等情况。根据放射科阅片习惯及肌骨组影像诊断专家的意见，将足踝部分为四个区域，即第一跖趾关节、其他脚趾关节(即第二至五跖趾关节和趾间关节)、踝关节和中足、肌腱(扫描范围内足踝部所有肌腱)。

1.4 统计学方法 使用SPSS 21.0软件进行统计学分析，建立数据资料库，计量资料采用$(\bar{x}\pm s)$表示，经描述性分析，正态分布或近似正态分布数据组间比较采用独立样本t检验，计数资料以样本量(%)表示采用χ^2检验，多组数据的分析采用单因素方差分析，P<0.05时具有统计学差异。诊断效能应用四格表计算相应的敏感度、特异度等。

2 结　果

2.1 高尿酸血症患者临床资料和生化指标对比分析 不同临床阶段高尿酸血症患者组间临床资料及生化指标对比详见表1，临床生化指标对比见表2。三组间BMI、高血压病、高脂血症、血尿酸、血肌酐差异存在统计学意义(P<0.05)，提示亚临床痛风患者、痛风患者BMI及血肌酐较无症状HUA患者高；亚临床痛风患者与高尿酸血症痛风患者上述差异无统计学意义。痛风患者血尿酸水平较亚临床痛风、无症状HUA患者低，但后两者差异无统计学意义。

表1 无症状高尿酸血症组、亚临床痛风组及痛风组的临床资料和生化指标对比分析

组别	例数	性别		年龄(岁)	BMI(kg/m²)	高血压病[n(%)]	糖尿病[n(%)]	高脂血症[n(%)]
		男	女					
Ⅰ期	48	36	7	43.21±12.14	24.13±5.26	8(16.67)	3(6.25)	17(35.41)
Ⅱ期	37	31	5	45.67±10.59	28.57±6.39*	6(16.21)	2(5.41)	20(54.05)*
Ⅲ期	105	90	15	48.32±14.59	30.35±4.13*	50(47.61)*,#	5(4.76)	48(45.71)*,#
χ^2/F		3.561		-2.837	-3.698	43.316	2.62	4.15
P		0.146		0.169	0.037	0.000	0.276	0.038

组别	例数	SUA(μmoL/L)	FBG(mmoL/L)	TC(mmoL/L)	TG(mmoL/L)	HDL-C(mmoL/L)	LDL-C(mmoL/L)	Scr(mmoL/L)
Ⅰ期	48	517.18±51.23	6.12±1.46	5.35±1.08	2.18±1.21	1.15±0.32	2.93±0.59	90.35±37.65
Ⅱ期	37	508.28±53.36	5.93±1.72	5.32±1.05	2.32±1.03	1.07±0.25	3.01±0.82	102.31±55.43*
Ⅲ期	105	438.07±21.53*,#	5.89±1.38	5.03±1.26	2.05±1.13	1.15±0.46	3.03±0.72	104.53±47.38*
t		2.453	0.347	-0.365	0.438	0.581	-0.392	-2.531
P		0.031	0.659	0.527	0.563	0.642	0.541	0.039

注：*表示与Ⅰ期组比，差异具有统计学意义(P<0.05)；#表示与Ⅱ期组比(P<0.05)。

2.2 高尿酸血症患者双能CT表现 190例高尿酸血症患者中48例Ⅰ期患者双侧足踝部均未见尿酸盐结晶沉积，未见痛风性骨侵蚀。双能CT尿酸盐检测技术共检出尿酸盐结晶阳性患者106例，其中Ⅱ期20例，多为单侧受累(18/20)，伪彩图显示为点状、小结节状、斑片状绿色结晶，伴或不伴软组织肿胀；Ⅲ期86例，多为双侧多部位受累(69/86)，伪彩图见多发团块状、结节状绿色结晶(图1)，多伴邻近软组织肿胀。痛风性骨侵蚀

表2 不同临床分期尿酸盐结晶沉积及痛风性骨侵蚀DECT检查情况[n(%)]

双能CT征象	合计	临床分期		
		Ⅰ期(n=48)	Ⅱ期(n=37)	Ⅲ期(n=105)
尿酸盐结晶阳性	106	0	20(54.05)	86(81.90)#
骨侵蚀阳性	73	0	6(16.22)	67(63.81)#
骨侵蚀外尿酸盐结晶阳性	4	0	1(2.70)	4(3.81)
骨侵蚀处尿酸盐结晶阳性	49	0	1(2.70)	48(45.71)#
仅骨侵蚀	20	0	4(10.81)	16(15.24)

注：#表示与Ⅱ期组比，差异具有统计学意义(P<0.05)。

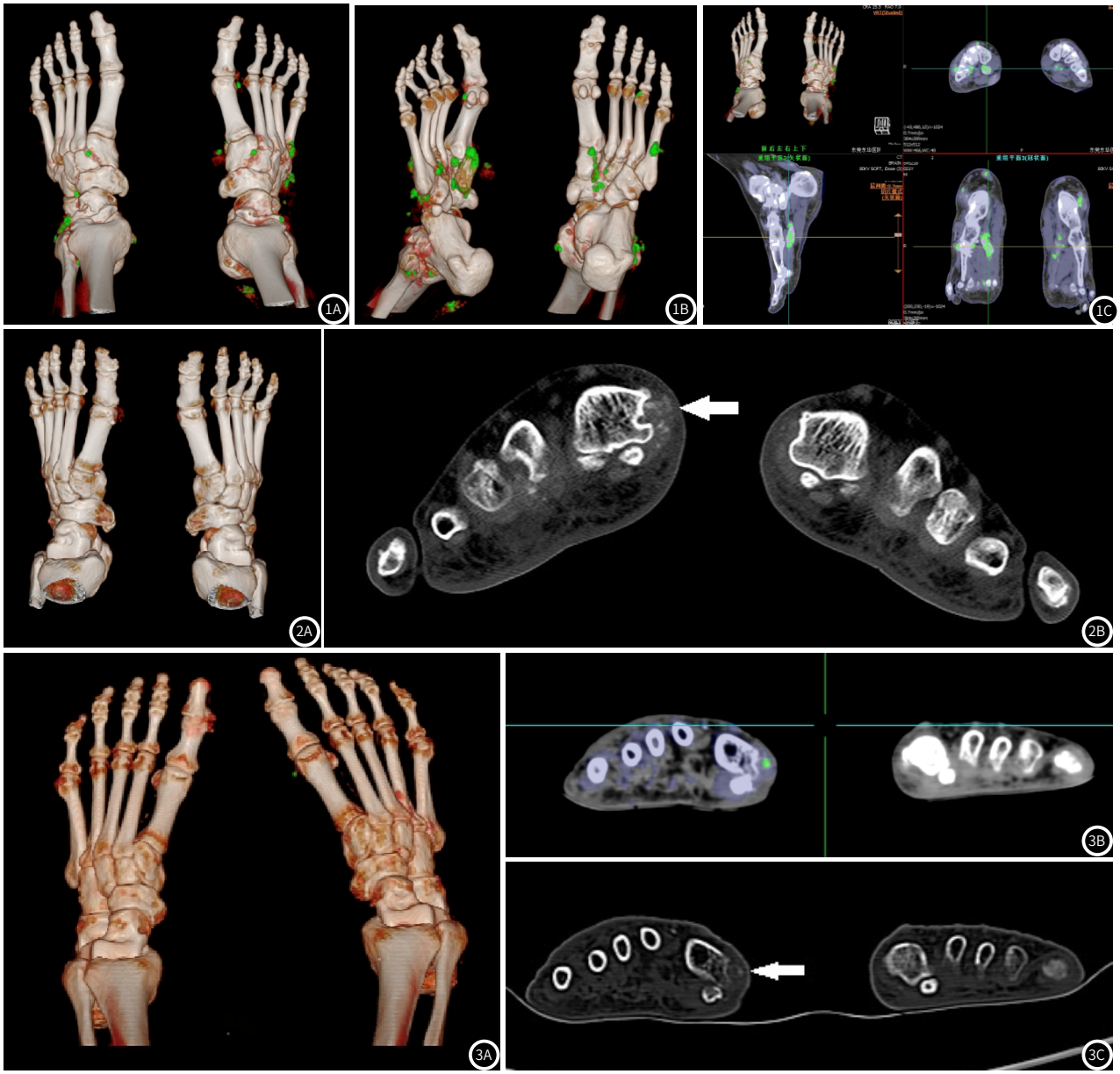

图1 男，36岁，痛风患者(Ⅲ期)，SUA=465μmoL/L，DECT显示尿酸盐结晶阳性，无骨侵蚀。VR足背侧视角(图1A)、足掌侧视角(图1B)示双足踝部散在多发尿酸盐结晶。MPR示(图1C)尿酸盐结晶多位于肌腱、韧带、皮下及骨关节旁。**图2** 女57岁，亚临床痛风患者(Ⅱ期)，SUA=624μmoL/L，DECT显示仅骨侵蚀。图2A VR示未见尿酸盐结晶；图2B CT横断面图显示典型骨侵蚀(白箭)。**图3** 男46岁，痛风患者(Ⅲ期)，SUA=437μmoL/L，骨侵蚀处尿酸盐结晶。图3A VR及图3B右足第一跖趾关节处绿色标记尿酸盐结晶；图3C CT横断面骨窗提示典型痛风骨侵蚀(白箭)。

73例，Ⅱ期6例，其中1例骨质破坏区见点状尿酸盐结晶，4例仅表现为骨侵蚀无尿酸盐结晶(图2)；Ⅲ期67例，其中52例有尿酸盐结晶沉积，49例见骨质破坏区内尿酸盐沉积(图3)，15例仅表现为骨质破坏而无尿酸盐结晶。不同临床分期高血症患者足踝部尿酸盐结晶沉积及痛风性骨侵蚀情况对比分析详见表2。表2提示尿酸盐结晶及骨质破坏情况Ⅲ期检出率均高于Ⅱ期，其中Ⅲ期骨侵蚀处尿酸盐结晶检出率明显高于Ⅱ期，且差异有统计学意义($P<0.05$)。

2.3 双能CT诊断亚临床痛风的灵敏度 根据双侧足踝部DECT检查结果，37例亚临床痛风患者，尿酸盐结晶阳性20例，阴性17例，双能CT尿酸盐结晶、骨侵蚀共检出24例，13例未见骨质破坏、尿酸盐结晶；而48例无症状高尿酸血症组均未见骨侵蚀及尿酸盐结晶。因此以尿酸盐结晶阳性、尿酸盐结晶阳性和(或者)骨侵蚀两个诊断指标，诊断无症状高尿酸患者亚临床痛风的敏感性分别为54.05%、64.86%，特异性为100%。

3 讨 论

目前具有全球影响力2012年ACR和2015年ACR/EULAR制订的痛风诊疗指南中均未涉及无症状高尿酸血症[7]。随着影像技术的发展，部分无症状高尿酸血症患者中可检测出尿酸盐结晶。因此无症状HUA在新的分期中开始引起临床的重视[8]，并逐步引入亚临床痛风的概念[1]，传统认识上无症状的高尿酸血症无需治疗的误区也将转变。

3.1 高尿酸血症与代谢综合征的关系 高尿酸血症是嘌呤代谢紊乱引起的代谢异常。研究表明高尿酸血症与代谢综合征的重要组分肥胖、血压、血糖和血脂异常等密切相关[9-11]。本研究显示不同临床分期HUA的BMI、血压、血脂有所差异，但也存在交叉。三组间BMI、高血压、高脂血症、血尿酸、血肌酐差异存在统计学意义($P<0.05$)。亚临床痛风患者、痛风患者BMI、血肌酐、血脂较无症状HUA患者高，而亚临床痛风患者

与高尿酸血症痛风患者间BMI、血肌酐差异无统计学意义，痛风患者血压高于亚临床痛风及无症状高尿酸血症患者。三组间性别、年龄、糖尿病情况差异无统计学意义(*P*>0.05)。因此对于合并高血压、高血脂、肥胖的患者需尽早确定临床分期，早期干预。既往多数研究[12]认为血尿酸是诊断痛风性关节炎的一项重要指标，但不具有特征性，其含量高低并不能直接证实痛风，很多HUA患者并未发展为痛风，而一些痛风发作患者血尿酸不高。本研究结果显示，Ⅲ期患者较Ⅰ期、Ⅱ期组患者血尿酸水平低。究其原因可能由于痛风急性发作时，促肾上腺皮质激素释放因子增加，使尿酸排泄增多导致部分患者血尿酸反而不高。也可能与本研究行双能CT检查的无症状高尿酸血症患者整体血尿酸水平偏高有关。笔者认为单靠生化指标判断临床分期非常困难，尤其对于临床上无典型痛风发作、血尿酸水平不高的患者。因此本研究进一步探讨双能CT在其临床分期中的诊断价值。

3.2 双能CT在高尿酸血症患者临床分期诊断中的应用 双能CT可以通过伪彩图直观显示尿酸盐结晶的沉积情况，并且能够准确发现骨质破坏等伴随征象，可以在临床未发现痛风石之前为诊断痛风提供依据[13]，研究证实双能CT对早期痛风检查具有较高的敏感性和特异性[14]。Baker等[15]研究通过关节镜检查发现部分没有痛风病史患者关节软骨表面可见尿酸晶体存在。近期一些研究也证实了长期无症状HUA患者关节和肌腱内可检测出尿酸盐结晶[16-17]。 Sun等[18]基于双能CT研究发现22例无症状HUA患者中19例有尿酸盐结晶。本研究190例高尿酸血症患者中双能CT尿酸盐检测技术共检出尿酸盐结晶106例(55.78%)，基于最新临床分期分组，其中Ⅱ期20例，Ⅲ期86例，Ⅱ期组尿酸盐结晶检出率(54.05%)低于Ⅲ期组(81.90%)，而Ⅰ期组未见尿酸盐结晶及骨侵蚀。因此对于Ⅰ期、Ⅱ期组临床分期诊断双能CT尿酸盐结晶技术诊断特异性100%，可达到影像确诊亚临床痛风的标准，但是相应的敏感度不高(54.05%)，结合其能够准确发现骨侵蚀的情况，敏感度可提高到64.86%。本研究发现尿酸盐结晶及骨质破坏情况Ⅲ期检出率均高于Ⅱ期，其中Ⅲ期骨侵蚀处尿酸盐结晶检出率(45.71%)明显高于Ⅱ期(2.70%)，且差异有统计学意义(*P*<0.05)，对于Ⅱ、Ⅲ期的准确临床分期仍需结合临床，并不是所有在双能CT成像中发现的尿酸盐结晶都与关节痛发作有关，对于临床痛风发作不典型的病例骨侵蚀处尿酸盐结晶的检出对临床有重要的参考价值。这也提示尿酸盐晶体的沉积出现在痛风发作之前，痛风只不过是前期沉积的尿酸盐结晶沉积诱发了炎症性反应，进而出现痛风性骨侵蚀，尽管部分病例骨质破坏区并未检测到尿酸盐结晶，这在临床分期中有着重要的意义。因此，双能CT检查一旦出现尿酸盐结晶和(或)骨侵蚀，无症状高尿酸血症患者即进入亚临床痛风状态，不管临床有明确的痛风发作，均需及早进行干预。因此笔者认为对于临床症状不典型者拟或无症状者应该更多参考双能CT检查结果进行准确分期，以免延误治疗。

3.3 本研究不足之处以及有待继续探讨的问题 本研究重点探讨了最新临床分期中亚临床痛风的双能CT尿酸盐结晶检测技术的应用，无症状高尿酸血症患者双能CT的阳性发现应引起临床的重视。但由于该研究亚临床痛风样本量偏少，双能CT在临床分期诊断的价值仍需大量的临床多中心研究佐证。对亚临床痛风尿酸盐结晶沉积特点有待样本量扩充后进一步分析。双能ＣＴ在痛风患者的长期治疗管理及疗效评估中的作用有待后续进一步深入探讨。

综上所述，无症状性HUA患者可发生尿酸盐结晶沉积，双能CT能够检测其尿酸盐结晶，并且还能分析常规CT的骨侵蚀及软组织情况，是新的临床分期诊断中亚临床痛风的重要参考依据。双能CT尿酸盐结晶检测技术应用于无症状高尿酸血症患者诊断亚临床痛风的特异性高，但敏感性差，需结合临床综合判断。

参考文献

[1]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.

[2]刘勇玲,范红燕,赵庆,等.双源CT双能量成像在痛风尿酸盐结晶检测中应用价值[J].中国CT和MRI杂志,2019,17(2):143-145.

[3]李文智,罗林,杨昆良,等.双能量CT对痛风性关节炎的诊断价值[J].实用放射学杂志,2016,32(6):915-919.

[4]Lee Y H,Song G G.Diagnostic accuracy of dual-energy computed tomography in patients with gout:A meta-analysis[J].Semin Arthritis Rheum,2017,47(1):95-101.

[5]Rech H J,Cavallaro A.Dual-energy computed tomography diagnostics for gout[J].Z Rheumatol,2017,76(7):580-588.

[6]Chhana A,Doyle A,Sevao A,et al.Advanced imaging assessment of gout: comparison of dual-energy CT and MRI with anatomical pathology[J].Ann Rheum Dis,2018,77(4):629-630.

[7]邵苗,张学武.2015年欧洲抗风湿病联盟/美国风湿病学会痛风分类新标准[J].中华风湿病学杂志,2015,19(12):854-855.

[8]Dalbeth N,Stamp L.Hyperuricaemia and gout: time for a newstaging system[J].Ann Rheum Dis,2014,73(9):1598-1600.

[9]Mazza A,Lenti S,Schiavon L,et al.A symptomatic hyperuricemia is a strong risk factor for resistant hypertension[J].Biomed Pharmacother,2017,86(4):590-594.

[10]张亚弟,赵丽,张翻弟,等.银川市某体检人群高尿酸血症与代谢综合征的相关性分析[J].宁夏医科大学学报,2017,39(4):433-435.

[11]Acevedo A,Benavides J,Chowdhury M,et al.Hyperuricemia and cardiovascular disease in patients with hypertension[J].Conn Med,2016,80(2):85-90.

[12]刘培英,闻海丰,牛晓东,等.痛风及高尿酸血症的研究进展[J].河北医药,2019,41(8):1241-1245,1250.

[13]胡慧娟,廖美焱,田志雄,等.双源CT痛风识别技术在检测尿酸盐沉积中的应用[J].中华放射学杂志,2012,46(12):1101-1104.

[14]王亚洲,李艳若,王道清,等.双能CT在早期痛风尿酸盐结晶检测中的应用价值[J].临床放射学杂志,2016,35(8):1244-1247.

[15]Baker J F,Synnott K A.Clinical Images:Gout revealed on arthroscopy after minor injury[J].Arthritis Rheum,2010,62(3):895.

[16]Liote F,Pascart T.From hyperuricaemia to gout:what are the missing links[J].Nat Rev Rheumatol,2018,14:448-449.

[17]Pascart T,Liote F.Gout:state of the art after a decade of developments[J].Rheumatology (Oxford),2019,58:27-44.

[18]Sun Y,Ma L,Zhou Y,et al.Features of urate deposition in patients with gouty arthritis of the foot using dual-energy computed tomography[J].Int J Rheum Dis,2015,18(5):560-567.

（收稿日期：2020-04-25）