

# 基于DECT的足踝部痛风骨侵蚀的危险因素研究

刘金玲, 魏耀宁, 王 锴\*

青岛大学附属医院放射科, 山东 青岛

收稿日期: 2026年3月9日; 录用日期: 2026年4月3日; 发布日期: 2026年4月13日

## 摘 要

目的: 使用双能计算机断层扫描(DECT)分析痛风骨侵蚀(BE)的相关危险因素, 为减缓骨侵蚀的进展提供参考。方法: 回顾性纳入足踝部痛风患者404例, 根据DECT有无BE分为骨侵蚀组( $n = 192$ 例)与非骨侵蚀组( $n = 212$ 例)。比较两组痛风患者的临床数据、实验室指标和DECT测量的单钠尿酸盐(MSU)晶体负荷, 通过多因素logistic回归分析骨侵蚀的独立危险因素, 趋势性检验评估各独立危险因素与骨侵蚀风险的关联趋势。结果: 多因素logistic回归分析显示, MSU晶体体积是骨侵蚀最强的独立危险因素, 体积  $\geq 0.17 \text{ cm}^3$ 者骨侵蚀风险明显升高( $OR = 13.405$ ,  $95\% \text{ CI}: 5.934 \sim 30.282$ ,  $P < 0.001$ )。年龄  $\geq 60$ 岁( $OR = 4.334$ )、近1年急性发病次数  $\geq 4$ 次( $OR = 2.622$ )以及病程  $> 10$ 年( $OR = 3.319$ )同样为骨侵蚀的独立危险因素。且随着年龄增长、近1年急性发病次数增多、病程延长以及MSU晶体负荷增加, 骨侵蚀风险均呈现上升趋势( $P \text{ for trend} < 0.05$ )。结论: 年龄、近1年急性发病次数、病程及MSU晶体负荷是促进骨侵蚀发生与进展的独立危险因素。临床需早期诊断与干预痛风患者以减少晶体沉积, 是预防痛风性骨侵蚀的关键。

## 关键词

骨侵蚀, 痛风, DECT, MSU

# Research on Risk Factors for Bone Erosion in Gout of the Feet and Ankles Based on Dual-Energy Computed Tomography

Jinling Liu, Yaoning Wei, Kai Wang\*

Department of Radiology, The Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao Shandong

Received: March 9, 2026; accepted: April 3, 2026; published: April 13, 2026

\*通讯作者。

文章引用: 刘金玲, 魏耀宁, 王锴. 基于 DECT 的足踝部痛风骨侵蚀的危险因素研究[J]. 临床医学进展, 2026, 16(4): 2555-2562. DOI: [10.12677/acm.2026.1641507](https://doi.org/10.12677/acm.2026.1641507)

## Abstract

**Objective:** To investigate the risk factors associated with bone erosion (BE) in gout using dual-energy computed tomography (DECT), and to provide evidence for delaying the progression of bone erosion. **Methods:** A total of 404 patients with gout involving the feet and ankles were retrospectively enrolled and divided into a bone erosion group (n = 192) and a non-bone erosion group (n = 212) based on the presence or absence of BE on DECT. Clinical characteristics, laboratory parameters, and monosodium urate (MSU) crystal burden measured by DECT were compared between the two groups. Multivariate logistic regression analysis was performed to identify independent risk factors for bone erosion, and trend tests were conducted to evaluate the dose-response relationships between these factors and the risk of bone erosion. **Results:** Multivariate logistic regression analysis revealed that MSU crystal volume was the strongest independent risk factor for bone erosion. Patients with an MSU crystal volume  $\geq 0.17 \text{ cm}^3$  had a significantly increased risk of bone erosion (OR = 13.405, 95% CI: 5.934~30.282,  $P < 0.001$ ). In addition, age  $\geq 60$  years (OR = 4.334), frequency of acute attacks  $\geq 4$  times in the past year (OR = 2.622), and disease duration  $> 10$  years (OR = 3.319) were also identified as independent risk factors for bone erosion. Trend analysis revealed that the risk of BE increased significantly in correlation with advancing age, higher flare frequency, prolonged disease duration, and increased MSU crystal burden (all  $P$  for trend  $< 0.05$ ). **Conclusion:** Age, frequency of acute attacks in the past year, disease duration, and MSU crystal burden are independent risk factors contributing to the development and progression of bone erosion in gout. Early diagnosis and intervention to reduce crystal deposition are crucial for the prevention of gouty bone erosion.

## Keywords

Bone Erosion, Gout, Dual-Energy Computed Tomography, Monosodium Urate

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

痛风性关节炎是由嘌呤代谢紊乱和(或)尿酸代谢障碍所致的慢性代谢性疾病, 以急性关节炎反复发作以及关节周围尿酸盐晶体沉积为特征, 是最常见的炎性关节炎之一[1]。近年来, 随着社会经济发展及生活饮食结构的改变, 全球范围内的痛风患病率和发病率明显上升[2], 且呈现年轻化趋势[3]。骨侵蚀是痛风后期重要的病理表现之一, 其发生机制复杂, 是多种细胞及分子因素共同作用的结果。研究表明, 痛风石是由 MSU 晶体核心及其周围慢性炎症组织构成, 且两者都独立地与骨侵蚀相关[4]。一方面, MSU 晶体可直接作用于破骨细胞和成骨细胞, 不仅促进破骨细胞的形成和功能活化, 同时还抑制成骨细胞的存活和分化功能[5], 从而打破骨代谢平衡, 促进骨侵蚀的过程。另一方面, MSU 晶体可激活周围炎症组织中的多种先天性和适应性免疫细胞, 促使其分泌大量促炎细胞因子(如白细胞介素- $1\beta$  等), 间接促进破骨细胞的生成与活化[6], 进一步加剧骨侵蚀的进展。

痛风骨侵蚀一旦形成, 往往导致骨关节结构的不可逆性损伤及关节畸形, 严重影响患者的工作和生活, 增加社会医疗负担。因此, 探索痛风骨侵蚀的发生规律及其危险因素, 对于早期识别高危患者、制

定个体化干预策略具有重要临床意义。双能 CT (DECT)作为一种能够特异性识别并定量评估尿酸盐沉积的无创影像技术,已在痛风诊断及病情监测中展现出独特临床价值。本研究旨在利用 DECT 系统分析足踝部痛风骨侵蚀的相关危险因素,为临床风险评估与个体化治疗提供依据。

## 2. 材料与方法

### 2.1. 研究对象

回顾性收集 2024 年 1 月至 2024 年 8 月期间于我院就诊的原发性痛风患者 404 例,根据 DECT 有无骨侵蚀,分为骨侵蚀组(192 例)与非骨侵蚀组(212 例)。纳入标准:① 符合 2015 年 ACR/EULAR 痛风分类标准;② DECT、临床及实验室资料完整。排除标准:① 存在肿瘤、类风湿关节炎(RA)等其他可能导致骨侵蚀的疾病;② DECT 图像质量差或缺少实验室检查(与 DECT 检查间隔时间 > 72 小时);③ 接受过足踝部手术治疗。本研究经院医学伦理委员会审核批准(QYFYWZLL30101)。

### 2.2. 临床及实验室指标

收集患者以下临床特征和痛风相关实验室数据:年龄、性别、体重指数、近 1 年急性发病次数、疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)、病程、饮酒史、痛风家族史。实验室数据包括血尿酸、血清肌酐、血尿素氮、空腹血糖、甘油三酯和尿 pH 值。

### 2.3. 检查方法

双能 CT (dual-energy CT, DECT)检查采用西门子第 2 代双源 CT 机(SOMATOM Definition Flash, Siemens Healthcare, Germany)对患者进行检查,被检查者取仰卧位、足先进,双膝弯曲、双足底平放于检查床,检查范围包括整个足踝关节。A、B 球管管电压分别为 140 kV、80 kV,有效管电流分别为 125 mAs、250 mAs,螺距 0.8,FOV 260 mm × 260 mm,矩阵 512 × 512。

### 2.4. 图像后处理及评估

DECT 图像分析由两名经过专业培训的放射科医生(各有 5~10 年经验)使用 Dual-Energy Gout 软件包(Syngo Via VB 10B, Siemens Healthcare, Germany)独立进行。利用双能量衰减比率和最小临界密度鉴别 MSU 晶体及周围组织,自动识别并量化 MSU 晶体(以绿色编码显示)。通过设置最佳骨距离与空气距离 [7]来减少伪影(甲床、皮肤、血管钙化和射束硬化等)。重建层厚和重建间隔为 1 mm,双能量衰减比率为 1.36,密度临界值为 150 Hu,骨距离为 10 体素,空气距离为 5 体素。骨侵蚀定义为边缘清晰的骨皮质局灶性丧失区域,在两个平面上可见且至少在一个平面上可以看到骨皮质不连续 [8]。

## 3. 统计学分析

使用 SPSS 27.0 软件对患者资料进行统计学分析。利用 Shapiro-Wilk 检验对各项指标进行正态性检验。正态分布的连续变量表示为平均值 ± 标准差,并使用两独立样本 t 检验进行组间比较,而非正态分布的数据表示为中位数(Q1、Q3)并使用 Wilcoxon 秩和检验进行分析。分类变量以频率(百分比)的形式表示,并采用  $\chi^2$  检验进行组间比较。采用方差膨胀因子(Variance Inflation Factor, VIF)对所有拟纳入多因素 logistic 回归的自变量进行共线性诊断,以 VIF < 5 作为不存在显著共线性的判断标准。通过多因素 logistic 回归分析研究痛风骨侵蚀的独立危险因素。模型拟合优度通过 Hosmer-Lemeshow 检验评估。通过趋势性检验评估各独立危险因素与骨侵蚀风险的关联趋势 [9]-[11]。使用组内相关系数评估读者间和读者内部关于骨侵蚀评估的一致性。以上均采用双侧检验,检验水准  $\alpha = 0.05$ ,  $P < 0.05$  认为差异有统计学意义。

## 4. 结果

### 4.1. 患者临床资料与影像学特征

本研究共纳入 404 例足踝部痛风患者，其中入组患者大部分为男性，共 398 例(98.5%)，平均年龄为 41 岁。女性患者 6 例(1.5%)，包括骨侵蚀组 1 例，非骨侵蚀组 5 例，平均年龄 48 岁。DECT 图像观察显示多数骨侵蚀灶周围伴有 MSU 晶体沉积，而部分骨侵蚀灶周围则未见明显晶体沉积(典型病例见图 1)。

骨侵蚀组与非骨侵蚀组患者的临床及 DECT 资料对比分析结果如表 1 所示：两组患者在年龄，近 1 年急性发病次数、视觉模拟评分(Visual Analogue Scale, VAS)、病程、痛风石内的 MSU 晶体负荷、血尿素氮、血糖水平上差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。



(图(1a)-(1d))男，27 岁，痛风病史 4 年。(a)-(c) 轴位及冠状位 CT 重建图像显示右足第一跖骨头内侧骨侵蚀(箭头所示)，骨侵蚀周围未见明显 MSU 晶体沉积。(d) 三维容积再现(VR)图像显示 MSU 总体积为 0 cm<sup>3</sup>。(图(2a)-(2d))男，23 岁，痛风病史 2 年。(a)-(c) 轴位及冠状位 CT 重建图像显示右足第一跖骨头骨质侵蚀(箭头所示)，侵蚀周围可见 MSU 晶体沉积(伪彩融合图标记为绿色)(红箭所示)。(d) VR 图像显示 MSU 总体积为 7.99 cm<sup>3</sup>。

**Figure 1.** Representative cases of bone erosion and MSU crystal deposition in the feet and ankles

**图 1.** 足踝部骨侵蚀及 MSU 晶体沉积的典型病例

**Table 1.** Comparison of clinical and laboratory characteristics between gout patients with and without bone erosion

**表 1.** 痛风骨侵蚀组与非骨侵蚀组患者的临床及实验室资料对比分析结果

变量	骨侵蚀组(n = 192)	非骨侵蚀组(n = 212)	$z/\chi^2$	P
年龄(岁)	46 (33.00, 59.75)	36 (29.00, 44.00)	-5.882	<0.001
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	27.41 (24.84, 29.41)	27.68 (25.35, 29.86)	-0.682	0.495
近 1 年急性发病次数	3 (1, 7.75)	2 (1, 3)	-4.867	<0.001
VAS	2 (0, 4)	1 (0, 2)	-3.365	<0.001
病程(年)	8 (4, 10)	3 (1, 6)	-8.335	<0.001
饮酒史(有/无)	105 (54.69%)	120 (56.60%)	0.150	0.699
痛风家族史(有/无)	50 (26.04%)	60 (28.30%)	0.260	0.610
MSU 晶体体积	0.13 (0.03, 0.92)	0.01 (0, 0.04)	-10.487	<0.001
血尿酸(umol/L)	509.58 ± 127.042	506.41 ± 125.455	0.252	0.801
肌酐(umol/L)	85 (77.00, 95.75)	85.5 (77.00, 94.00)	-0.349	0.727
尿素氮(umol/L)	5.2 (4.23, 6.50)	4.6 (3.80, 5.48)	-4.345	0.001

续表

血糖(mmol/L)	5.74 (5.38, 6.29)	5.55 (5.20, 5.99)	-3.171	0.002
甘油三酯(mmol/L)	1.775 (1.22, 2.77)	1.76 (1.22, 2.58)	-0.266	0.790
尿 pH 值	5.57 (5.34, 5.97)	5.62 (5.42, 5.98)	-1.295	0.195

#### 4.2. 痛风骨侵蚀的独立危险因素

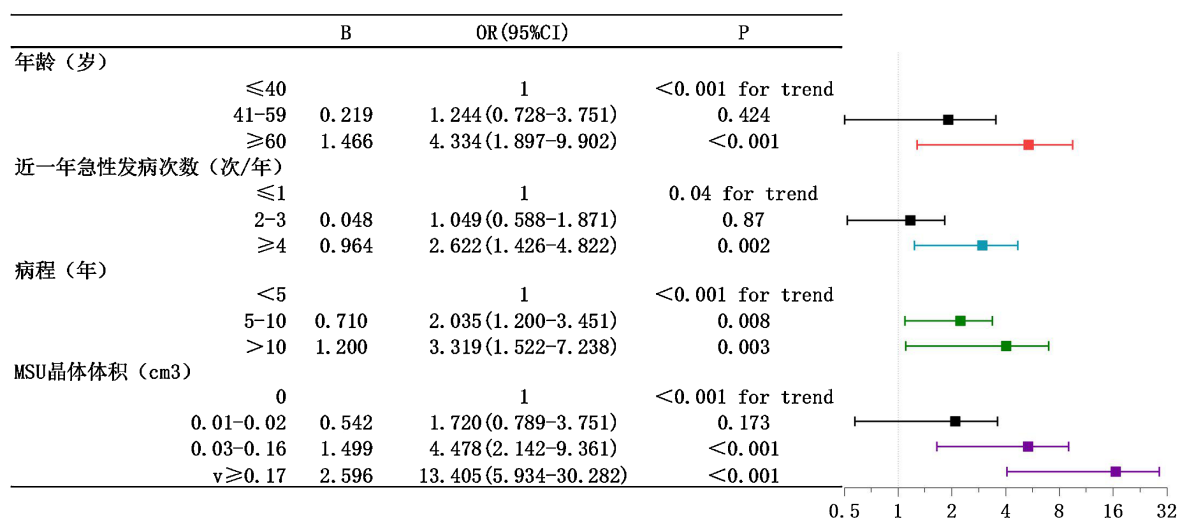
共线性诊断结果显示,上述差异有统计学意义的指标(年龄、近1年急性发病次数、VAS、病程、MSU晶体体积、尿素氮、血糖)VIF值介于1.05至1.37之间,均小于5,提示不存在显著共线性问题。以有无骨侵蚀为因变量(0=无骨侵蚀,1=有骨侵蚀),将上述指标纳入多因素logistic回归模型进行分析,结果如表2所示:年龄、近1年急性发病次数、病程、MSU晶体负荷是痛风骨侵蚀的独立危险因素( $P < 0.05$ )。

为进一步明确以上各危险因素与骨侵蚀风险之间的关联趋势,本研究按照临床意义或四分位数对年龄、近1年急性发病次数、病程和MSU晶体负荷进行分组,并进行了趋势检验(图2)。结果表明,随着年龄增长、近1年急性发病次数增多、病程延长以及MSU晶体负荷增加,骨侵蚀风险均呈现上升趋势( $P$

**Table 2.** Multivariate logistic regression analysis of risk factors for bone erosion in gout patients

**表 2.** 痛风骨侵蚀危险因素的多因素 logistic 回归分析

变量	B	OR (95% CI)	P
年龄(岁)	0.029	1.029 (1.008 - 1.050)	0.006
近1年急性发病次数	0.096	1.101 (1.028 - 1.179)	0.006
VAS	0.110	1.116 (0.995 - 1.252)	0.061
病程(年)	0.121	1.129 (1.067 - 1.194)	0.001
MSU晶体体积( $\text{cm}^3$ )	1.112	3.040 (1.700 - 5.437)	<0.001
尿素氮( $\mu\text{mol/L}$ )	0.098	1.103 (0.953 - 1.276)	0.190
血糖(mmol/L)	0.121	1.129 (0.841 - 1.515)	0.420



**Figure 2.** Forest plot of multivariate logistic regression analysis for the association of age, frequency of acute attacks in the past year, disease duration, and MSU crystal burden with the risk of bone erosion

**图 2.** 年龄、近1年急性发病次数、病程以及MSU晶体负荷与骨侵蚀风险的多因素 logistic 回归森林图

for trend < 0.05)。与≤40岁患者相比,41~59岁患者骨侵蚀风险无显著变化( $P = 0.424$ ),而≥60岁者骨侵蚀风险显著增加( $OR = 4.334$ , 95% CI: 1.897~9.902,  $P < 0.001$ )。近1年急性发病次数≥4次者骨侵蚀风险显著高于年发作≤1次的患者( $OR = 2.622$ , 95% CI: 1.426~4.822,  $P = 0.002$ )。与病程<5年者相比,病程超过10年者骨侵蚀风险显著增加( $OR = 3.319$ , 95% CI: 1.522~7.238,  $P = 0.003$ )。根据MSU晶体体积四分位数分为4组[11],与无晶体沉积者相比,晶体体积在0.01~0.02 cm<sup>3</sup>范围内者骨侵蚀风险无显著变化(95% CI: 1.058~2.500),  $P = 0.027$ ),在0.03~0.16 cm<sup>3</sup>范围内者风险增加至4.478倍(95% CI: 2.142~9.361,  $P < 0.001$ ),而体积≥0.17 cm<sup>3</sup>的患者风险明显升高至13.405倍(95% CI: 5.934~30.282,  $P < 0.001$ ),表明MSU晶体负荷是骨侵蚀最强的独立危险因素。

## 5. 讨论

本研究综合临床及DECT分析了足踝部痛风骨侵蚀的危险因素,探索侵蚀背后可能的机制。一项基于超声的研究发现,骨侵蚀与痛风石的数量有关而与其大小无关[12]。然而,超声波对骨骼的穿透力不足,且皮下脂肪可能掩盖小痛风石,这可能导致痛风石数量的假阴性结果[13],同时超声只能测量整个痛风石的体积而不能对MSU晶体进行量化[14]。DECT能特异性识别并自动计算整个扫描范围内的MSU晶体体积[15],同时能够多方位观察骨侵蚀,已被纳入美国风湿病学会/欧洲抗风湿病联盟2015分类标准[16]。本研究利用DECT探究了定量MSU晶体负荷与骨侵蚀的关系,结果表明,痛风石内的MSU晶体负荷是骨侵蚀的独立危险因素,且随着MSU晶体体积增大,骨侵蚀风险显著增加,当晶体体积≥0.17 cm<sup>3</sup>时,骨侵蚀风险明显升高至13.41倍,进一步支持了MSU是驱动骨侵蚀的最关键因素[17]。提示临床应重视MSU晶体沉积,尤其是其体积超过0.17 cm<sup>3</sup>时,应警惕骨侵蚀的风险,强调了早期、强化降尿酸治疗以达到并维持晶体溶解目标可能对于预防不可逆性骨结构损伤的重要性。

此外,本研究发现有些骨侵蚀周围并无明显的MSU晶体沉积。这可能是由于既往骨质旁的晶体沉积导致了骨侵蚀的发生,之后经过降尿酸等治疗使得晶体逐渐溶解,而骨侵蚀在短时间内并未发生大的变化[18];也可能是由于DECT分辨率难以检测到与微小骨侵蚀相关的微量MSU晶体沉积所致[19]。

临床因素中,年龄、近1年急性发病次数和病程被证实是骨侵蚀的独立危险因素。且随着年龄增长(尤其是≥60岁者)、病程延长(>10年)及近1年急性发病次数增多(≥4次),骨侵蚀风险显著增加。值得注意的是,这三者与MSU晶体负荷之间并非独立存在,而是相互关联、协同作用于骨侵蚀的发生与发展,反映了骨侵蚀背后可能涉及复杂的生物学机制。年龄增长不仅意味着更长的MSU晶体暴露时间,还伴随骨骼微环境(如血供、修复能力、关节退变)的改变,可能使得尿酸盐晶体更易通过由外而内的机制侵入邻近骨质[20]。同样,病程延长和急性发病次数增加使得尿酸盐晶体持续沉积和大量炎性介质反复释放,骨关节结构频繁受到刺激,加速骨侵蚀的进程。这符合痛风自然病史,长期未控制的痛风易导致骨关节结构损害。反映了早期诊断和干预对于预防痛风骨侵蚀的重要性。关于血尿酸与骨侵蚀间的关系有不同的报道,本研究结果显示血尿酸水平并非骨侵蚀的独立危险因素,可能由于骨侵蚀是一个长期过程,而血尿酸水平在短期内会受多种因素影响。两者间关系复杂,尚待进一步研究明确。降尿酸治疗虽可降低血尿酸,但若未能有效清除已沉积的晶体,骨侵蚀风险仍持续存在。

## 6. 结论

综上,本研究表明年龄、近1年急性发病次数、病程以及尿酸盐晶体负荷是足踝部痛风骨侵蚀的独立危险因素,且随着年龄增长、近1年急性发病次数增多、病程延长以及MSU晶体负荷增加,骨侵蚀风险均呈现上升趋势。本研究为痛风性骨侵蚀的早期识别、高危患者风险分层及治疗干预提供了重要的影像学及量化依据,有助于优化痛风管理。

## 参考文献

- [1] Dehlin, M., Jacobsson, L. and Roddy, E. (2020) Global Epidemiology of Gout: Prevalence, Incidence, Treatment Patterns and Risk Factors. *Nature Reviews Rheumatology*, **16**, 380-390. <https://doi.org/10.1038/s41584-020-0441-1>
- [2] Singh, J.A. and Gaffo, A. (2020) Gout Epidemiology and Comorbidities. *Seminars in Arthritis and Rheumatism*, **50**, S11-S16. <https://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2020.04.008>
- [3] 马利丹, 刘甜, 陈颖, 程晓宇, 孙瑞霞, 辛颖, 李长贵, 贾兆通. 青年痛风石患者临床特点及相关危险因素的研究[J]. *中华风湿病学杂志*, 2021, 25(9): 590-596.
- [4] Sapsford, M., Gamble, G.D., Aati, O., Knight, J., Horne, A., Doyle, A.J., *et al.* (2017) Relationship of Bone Erosion with the Urate and Soft Tissue Components of the Tophus in Gout: A Dual Energy Computed Tomography Study. *Rheumatology (Oxford, England)*, **56**, 129-133. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/kew383>
- [5] Chhana, A., Pool, B., Callon, K.E., Tay, M.L., Musson, D., Naot, D., *et al.* (2018) Monosodium Urate Crystals Reduce Osteocyte Viability and Indirectly Promote a Shift in Osteocyte Function Towards a Proinflammatory and Proresorptive State. *Arthritis Research & Therapy*, **20**, Article No. 208. <https://doi.org/10.1186/s13075-018-1704-y>
- [6] Naot, D., Pool, B., Chhana, A., Gao, R., Munro, J.T., Cornish, J., *et al.* (2022) Factors Secreted by Monosodium Urate Crystal-Stimulated Macrophages Promote a Proinflammatory State in Osteoblasts: A Potential Indirect Mechanism of Bone Erosion in Gout. *Arthritis Research & Therapy*, **24**, Article No. 212. <https://doi.org/10.1186/s13075-022-02900-z>
- [7] Mallinson, P.I., Coupal, T., Reisinger, C., Chou, H., Munk, P.L., Nicolaou, S., *et al.* (2014) Artifacts in Dual-Energy CT Gout Protocol: A Review of 50 Suspected Cases with an Artifact Identification Guide. *American Journal of Roentgenology*, **203**, W103-W109. <https://doi.org/10.2214/ajr.13.11396>
- [8] Chabernaud Negrier, A., Taihi, L., Vicaut, E., Richette, P., Bardin, T., Lioté, F., *et al.* (2021) Distribution of Bony Erosions in Feet and Performance of Two Bone Erosion Scores: A Dual-Energy Computed Tomography Study of 61 Patients with Gout. *PLOS ONE*, **16**, e0259194. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259194>
- [9] Liao, Y., Zuo, M., Xu, T., Zhu, Y., Tang, J., Fan, L., *et al.* (2025) Estimated Glucose Disposal Rate and Risk of Incident Hyperuricemia: Insights from CHARLS. *Scientific Reports*, **15**, Article No. 39439. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-22952-w>
- [10] Zhong, L., Li, D., Xu, F., Wu, Y. and Zhang, Y. (2025) Higher Cardiometabolic Index Elevates the Risk of Hyperuricemia in the Elderly: Findings from the China Health and Retirement Longitudinal Study. *Annals of Medicine*, **57**, Article ID: 2572309. <https://doi.org/10.1080/07853890.2025.2572309>
- [11] Yagi, Y., Matsumoto, T., Uchio, A., Takeda, R., Iidaka, T., Horii, C., *et al.* (2025) Radiographic Prevalence and Associated Factors of Hallux Rigidus in a Large-Scale Population-Based Cohort. *Osteoarthritis and Cartilage Open*, **7**, Article ID: 100695. <https://doi.org/10.1016/j.ocarto.2025.100695>
- [12] Wu, M., Liu, F.J., Chen, J., Chen, L., Wei, C., Hu, Z.M., *et al.* (2019) Prevalence and Factors Associated with Bone Erosion in Patients with Gout. *Arthritis Care & Research*, **71**, 1653-1659. <https://doi.org/10.1002/acr.23816>
- [13] Ma, L., Sun, R., Jia, Z., Zou, Y., Xin, Y., Cheng, X., *et al.* (2018) Clinical Characteristics Associated with Subcutaneous Tophi Formation in Chinese Gout Patients: A Retrospective Study. *Clinical Rheumatology*, **37**, 1359-1365. <https://doi.org/10.1007/s10067-017-3969-y>
- [14] Pascart, T., Grandjean, A., Norberciak, L., Ducoulombier, V., Motte, M., Luraschi, H., *et al.* (2017) Ultrasonography and Dual-Energy Computed Tomography Provide Different Quantification of Urate Burden in Gout: Results from a Cross-Sectional Study. *Arthritis Research & Therapy*, **19**, Article No. 171. <https://doi.org/10.1186/s13075-017-1381-2>
- [15] Dalbeth, N. and Doyle, A.J. (2018) Imaging Tools to Measure Treatment Response in Gout. *Rheumatology (Oxford, England)*, **57**, i27-i34. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/kex445>
- [16] Neogi, T., Jansen, T.L.T.A., Dalbeth, N., Fransen, J., Schumacher, H.R., Berendsen, D., *et al.* (2015) 2015 Gout Classification Criteria: An American College of Rheumatology/European League against Rheumatism Collaborative Initiative. *Arthritis & Rheumatology*, **67**, 2557-2568. <https://doi.org/10.1002/art.39254>
- [17] Dalbeth, N., Clark, B., Gregory, K., Gamble, G., Sheehan, T., Doyle, A., *et al.* (2009) Mechanisms of Bone Erosion in Gout: A Quantitative Analysis Using Plain Radiography and Computed Tomography. *Annals of the Rheumatic Diseases*, **68**, 1290-1295. <https://doi.org/10.1136/ard.2008.094201>
- [18] Dalbeth, N., Doyle, A.J., Billington, K., Gamble, G.D., Tan, P., Latto, K., *et al.* (2022) Intensive Serum Urate Lowering with Oral Urate-Lowering Therapy for Erosive Gout: A Randomized Double-Blind Controlled Trial. *Arthritis & Rheumatology*, **74**, 1059-1069. <https://doi.org/10.1002/art.42055>
- [19] Weaver, J.S., Vina, E.R., Munk, P.L., Klauser, A.S., Elifritz, J.M. and Taljanovic, M.S. (2021) Gouty Arthropathy: Review of Clinical Manifestations and Treatment, with Emphasis on Imaging. *Journal of Clinical Medicine*, **11**, Article No. 166. <https://doi.org/10.3390/jcm11010166>

- [20] Towiwat, P., Doyle, A.J., Gamble, G.D., Tan, P., Aati, O., Horne, A., *et al.* (2016) Urate Crystal Deposition and Bone Erosion in Gout: “Inside-Out” or “Outside-In”? A Dual-Energy Computed Tomography Study. *Arthritis Research & Therapy*, **18**, Article No. 208. <https://doi.org/10.1186/s13075-016-1105-z>