

本文引文格式:韩磊,刘晓林,张同,等.基于大样本研究的双能量CT诊断痛风准确性的Meta分析[J].右江民族医学院学报,2023,45(3):499-504.

【论著与临床报道】

## 基于大样本研究的双能量CT诊断痛风准确性的Meta分析

韩磊<sup>1</sup>, 刘晓林<sup>1,2</sup>, 张同<sup>1</sup>, 杨佳敏<sup>1</sup>, 田洋<sup>1</sup>

(1. 内蒙古医科大学包头临床医学院, 内蒙古 包头 014040;

2. 包头市中心医院, 内蒙古 包头 014040)

**摘要:**目的 本研究通过Meta分析评估基于大样本研究的双能量计算机断层扫描(dual-energy CT, DECT)对痛风的诊断效能。方法 在Web of Science、Embase、PubMed、Cochrane、中国知网(CNKI)、万方和中国生物医学文献数据库(CBM)中收集DECT诊断痛风的临床试验文献,对其进行了筛选、汇总和分析。使用统计学软件对纳入文献进行质量以及偏倚风险评估,并且合并敏感性和特异性、阳性似然比、阴性似然比和诊断比值比(DOR)以及各自95%置信区间(95% CI);绘制综合受试者操作特性曲线(SROC),以获得Cochran Q指数和曲线下面积(AUC);使用敏感性分析及Meta回归探索潜在的异质性来源以及Deek'S漏斗图评估是否存在发表偏倚。结果 共纳入15篇文献,汇总合并灵敏度为0.87(0.86~0.89)、特异度为0.90(0.87~0.92)、阳性似然比为8.68(5.38~13.98)、阴性似然比为0.12(0.09~0.17)、AUC为0.96(0.94~0.97),诊断比值比为78.24(41.08~149.04)。结论 DECT对痛风有着较高的诊断效能,可以作为临床无创筛查方法之一,有着较好的临床应用前景。

**关键词:**痛风;DECT;准确性;诊断;荟萃分析

中图分类号:R589.7

文献标识码:A

文章编号:1001-5817(2023)03-0499-06

doi:10.3969/j.issn.1001-5817.2023.03.025

### A Meta-analysis of the diagnostic accuracy of dual-energy CT for gout based on larger sample studies

Han Lei<sup>1</sup>, Liu Xiaolin<sup>1,2</sup>, Zhang Tong<sup>1</sup>, Yang Jiamin<sup>1</sup>, Tian Yang<sup>1</sup>

(1. Baotou Clinical Medical College of Inner Mongolia Medical University,

Baotou 014040, Inner Mongolia, China;

2. Baotou City Central Hospital, Baotou 014040, Inner Mongolia, China)

**Abstract:** **Objective** To evaluate the diagnostic efficacy of dual-energy CT (DECT) for gout based on large sample studies through Meta-analysis. **Methods** Clinical trial literature on DECT diagnosis of gout was collected from Web of Science, Embase, PubMed, Cochrane, China National Knowledge Infrastructure (CNKI), Wanfang, and China Biomedical Literature Database (CBM). The included literature was screened, summarized, and analyzed. Statistical software was used to assess the quality and bias risk of the included literature, and the sensitivity, specificity, positive likelihood ratio, negative likelihood ratio, diagnostic odds ratio (DOR), and 95% confidence intervals (95% CI) were combined. The summary receiver operating characteristic curve (SROC) was plotted to obtain the Cochran Q index and the area under the curve (AUC); Sensitivity analysis and Meta-regression were used to explore potential sources of heterogeneity, and Deek's funnel plot was used to evaluate the presence of publication bias. **Results** A total of 15 literatures were included. The

基金项目:内蒙古自治区重点研发和成果转化计划项目(2022YFSH0076);包头市卫生健康科技计划项目(wsjkwkj035)

第一作者简介:韩磊(1996-),男,在读硕士研究生,医师,研究方向:痛风影像诊断,E-mail:hll15170@163.com

通讯作者简介:刘晓林(1976-),男,主任医师,硕士研究生导师,研究方向:心脑血管影像诊断与人工智能,E-mail:40742287

@qq.com

combined sensitivity was 0.87 (0.86~0.89), specificity was 0.90 (0.87~0.92), positive likelihood ratio was 8.68 (5.38~13.98), negative likelihood ratio was 0.12 (0.089~0.17), AUC was 0.96 (0.94~0.97), and DOR was 78.24 (41.08~149.04). **Conclusion** DECT demonstrates high diagnostic efficacy for gout and can be considered as a non-invasive screening method with promising clinical applications.

**Key words:** gout; dual-energy CT; accuracy; diagnosis; Meta-analysis

痛风是一种炎症性关节炎,以尿酸单钠(monosodium urate crystal, MSU)晶体沉积为特征的慢性疾病,是成人最常见的炎症性关节炎之一。痛风的发病率和患病率在世界范围内都呈上升趋势,最近的数据估计,痛风的患病率在西方国家约为 1%~6.8%,在中国约为 1.1%<sup>[1-2]</sup>。痛风诊断的“金标准”是通过显微镜检测从痛风石或关节滑液中抽吸得到的 MSU 晶体,然而这种检查是侵入性的,并且当关节积液较少时可能难以准确识别,而且也难以多次进行评估;此外,由于疾病早期晶体浓度低,可能会出现假阴性结果。

近年来,随着医学成像技术的快速发展,一些影像学技术,包括超声、CT 等提供了 MSU 晶体沉积的无创识别,它们被认为是痛风诊断的首选无创诊断工具,并纳入 2015 年欧洲风湿病联盟(European league against rheumatology, EULAR)/美国风湿病学会(American college of rheumatology, ACR)痛风分类标准。双能量计算机断层扫描(dual-energy CT, DECT)利用 X 射线在高能和低能级不同光子光谱的两个吸收测量的组织表征信息来识别材料成分,用于区分不同的物质<sup>[3]</sup>。通过 DECT 扫描获取的数据集在所需平面上重建,利用专为特定临床应用设计的双材料分解算法,并使用双能量软件进行处理,以软组织作为基线将 MSU 与钙分离,通过三维渲染重建,痛风石、骨质等就会以不同的颜色显示出来<sup>[5]</sup>,用于区分病变与正常组织。但同时也有研究证明,DECT 诊断痛风方面存在局限性,尤其是在痛风的单个糜烂或混合痛风性病变中诊断准确率存在争议<sup>[6]</sup>。以往荟萃分析对于 DECT 诊断痛风准确性的研究所纳入文献病例数量太少,可能会造成偏倚,同时小样本研究的受试者代表性较低,使得研究质量较低。本研究基于大样本研究的 DECT 诊断痛风的准确性,所纳入文献的研究对象数量均 $\geq 150$ ,旨在使用大样本的研究来进行 Meta 分析,使得汇总结果更为准确、稳定。

## 1 资料与方法

1.1 检索数据库及检索策略 检索数据库: PubMed、Embase、Cochrane、Web of Science、中国知网(CNKI)、万方和中国生物医学文献数据库(CBM),汇总所有 DECT 诊断痛风的诊断性研究。时间限制:建库至 2022 年 10 月。语言限制:中文和英文。采用主题词加自由词的检索方法,并依据不同数据库调整

检索式,中文检索词为:痛风、高尿酸血症、痛风性关节炎、体层摄影术、X 线计算机、双能量 CT、双源 CT、DECT;英文检索词为:Gout、gouts、Tophi、Hyperuricemia、Uric acid、Dual energy CT、DECT、Dual Energy Scanned Projection Radiography、Dual-energy Computed Tomography 等。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准:①所有纳入的研究对象均进行 DECT 扫描检查;②金标准采用 2015EULAR/ACR 或 1977ACR 以及关节腔穿刺确诊(MSU);③纳入研究均可以直接或间接提取四格表资料;④纳入研究的研究对象数量 $\geq 150$ 例。排除标准:①研究对象 $< 150$ 的文献;②不符合金标准;③四格表资料或原文无法获取;④动物实验、综述、会议及不符合研究内容的研究。

1.3 文献筛选与数据提取 两名研究者分别将检索获得的文献导入 NoteExpress 软件进行筛选,严格按照纳入与排除标准进行,当出现分歧时寻求第三位研究者讨论共同决定。将最终纳入文献的基本信息进行提取,包括原始研究的作者、发表年份、机器型号、金标准、年龄、评估方法、四格表资料、敏感度、特异度等。

1.4 质量评价和风险偏倚评价 两名研究者分别使用 Review Manager 5.4 软件中的诊断准确性研究质量评价(quality assessment of diagnostic accuracy studies-2, QUADAS-2),依据病例选择、待评价试验、金标准、病例流程和进展情况以及临床适用性等对所纳入文献进行评价,以“是”“否”“不清楚”对相应评价指标进行表述,当出现分歧寻求第三位研究者共同讨论决定;将最终评价的文献质量分为 3 级:A 级,评价指标均为“是”,表示文献质量存在轻度偏倚风险;B 级,评价指标存在“不清楚”,表示文献质量存在重度偏倚风险;C 级,评价指标存在“否”,表示文献质量存在高度偏倚风险;并且绘制质量评价图与风险评价图。

1.5 数据处理 提取最终纳入原始研究的文献基本信息进行整理,同时提取四格表资料数据,包括真阳性值(true positive, TP)、假阳性值(false positive, FP)、假阴性值(false negative, FN)、真阴性值(true negative, TN),将其整理后导入统计分析软件,进行 Meta 分析。

1.6 统计学方法 所使用到的统计学软件包括: RevMan 5.4,用于绘制纳入文献质量评估图以及风险

偏倚评估图。MetaDiSc 1.4,用于检测阈值效应、合并敏感度、特异度、阳性似然比、阴性似然比、诊断比值比及 95% CI, 阈值效应引起的异质性使用敏感度对数与(1-特异度)对数之间的 Spearman 相关系数进行检测;非阈值效应引起的异质性使用 Cochran-Q 及  $I^2$  检验进行检测,组间异质性较低时 ( $I^2 < 50\%$ ),采用固定效应模型合并指标;组间异质性较高时 ( $I^2 \geq 50\%$ ),采用随机效应模型合并指标。Stata 14.0,使用 midas 相应命令绘制受试者操作特性曲线(SROC)并计算相应的曲线下面积(AUC),根据 AUC 值的大小评价诊断性试验的价值,AUC 为 0.7~0.9 时表示诊断准确性中等,AUC>0.9 时表示诊断准确性较高,并且进行敏感性分析并寻找异质性来源,采用 Deek's 检验法来检验是否存在发表偏倚,以  $P < 0.05$  表示差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 文献筛选结果 两名研究者分别检索 7 大数据库,共检索文献 2 580 篇,严格按照纳入与排除标准进行筛选,两位研究者分别筛选。经过去重、文章题目和摘要判断、全文阅读后,最终纳入符合文献 15 篇<sup>[7-21]</sup>,共纳入患者 2 919 名。文献筛选流程图见图 1。

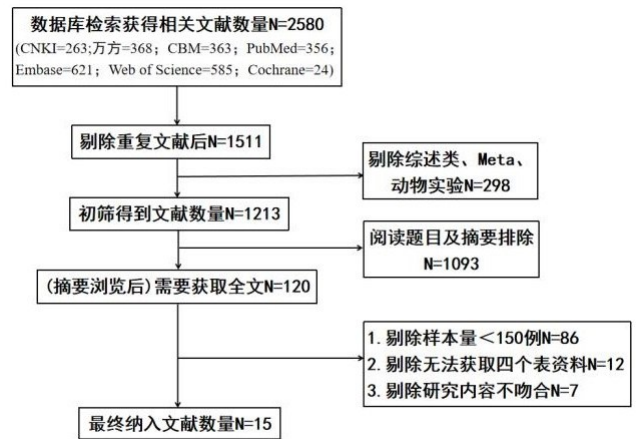


图 1 文献筛选流程图

2.2 纳入文献基本特征及质量评价 共纳入 15 篇文章,发表年份 2012 年至 2022 年,中文 11 篇,英文 4 篇;其中 1 篇研究的机器型号为 GE,其余均为西门子;6 篇研究未说明是否采用双盲法进行评估;有 5 篇研究是回顾性研究,其余均为前瞻性研究;2 篇研究金标准为穿刺后显微镜观察 MSU,其余均为 ACR。采用诊断性 Meta 分析质量评价工具 QUADAS-2 对纳入的 15 篇文章进行质量评估及风险偏倚评估。文献基本特征详见表 1,文献质量偏倚风险图详见图 2。

表 1 纳入文献基本特征

作者	年份	国家	研究类型	机器型号	金标准	评估方法	样本量	真阳性	假阳性	假阴性	真阴性
尚瑾 <sup>[7]</sup>	2021	中国	回顾性	GE	ACR *	双盲法	196	101	3	45	47
付亚军等 <sup>[8]</sup>	2019	中国	前瞻性	西门子	MSU	X	189	136	0	6	47
渐元修等 <sup>[9]</sup>	2019	中国	回顾性	西门子	MSU	X	200	122	6	22	50
赖超等 <sup>[10]</sup>	2018	中国	前瞻性	西门子	ACR *	双盲法	166	121	5	12	28
文祥明 <sup>[11]</sup>	2018	中国	前瞻性	西门子	ACR	X	150	95	2	7	46
何晓清等 <sup>[12]</sup>	2018	中国	前瞻性	西门子	ACR	双盲法	160	124	0	12	24
杨金玲 <sup>[13]</sup>	2018	中国	前瞻性	西门子	ACR *	双盲法	157	84	4	3	66
刘炜等 <sup>[14]</sup>	2017	中国	回顾性	西门子	ACR	双盲法	220	171	3	19	27
王振杰等 <sup>[15]</sup>	2017	中国	前瞻性	西门子	ACR	X	338	265	1	35	37
徐露 <sup>[16]</sup>	2015	中国	前瞻性	西门子	ACR	双盲法	155	106	4	15	30
邱玲玲 <sup>[17]</sup>	2012	中国	前瞻性	西门子	ACR	X	174	130	8	10	26
HUANG Z F 等 <sup>[18]</sup>	2022	中国	回顾性	西门子	ACR	双盲法	200	140	13	27	20
JIA E T 等 <sup>[19]</sup>	2018	中国	前瞻性	西门子	ACR	双盲法	221	110	10	27	75
HU H J 等 <sup>[20]</sup>	2015	中国	回顾性	西门子	ACR	双盲法	202	121	3	40	38
WU H X 等 <sup>[21]</sup>	2014	中国	前瞻性	西门子	ACR	X	191	140	6	3	42

注:X 为原始文献未说明是否采用双盲法评估;\* 表示采用 2015ACR/EULAR,其余 1977ACR。

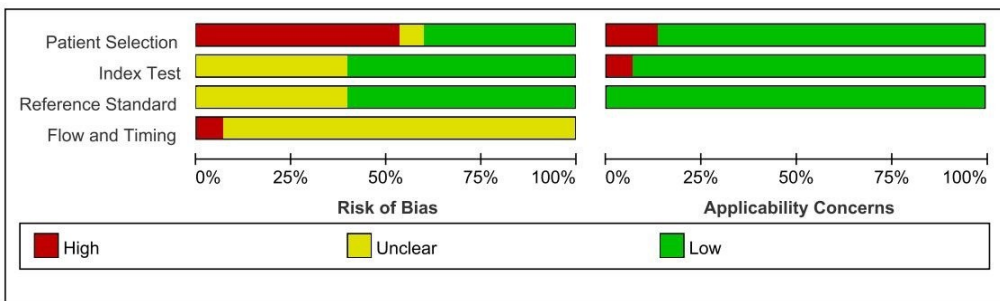


图 2 文献质量评价偏倚风险图

### 2.3 Meta 分析结果

2.3.1 阈值效应 将本次数据导入到 Meta DiSc 1.4 软件进行分析,得出灵敏度对数与(1-特异度)对数之间的 Speraman 相关系数为  $-0.152 (P = 0.589 > 0.05)$ ,意味本次研究不存在阈值效应。进一步,通过 Stata 14.0 绘制对称 SROC 曲线并没有出现“肩臂状”,更进一步说明本次研究无阈值效应。SROC 曲线见图 3。

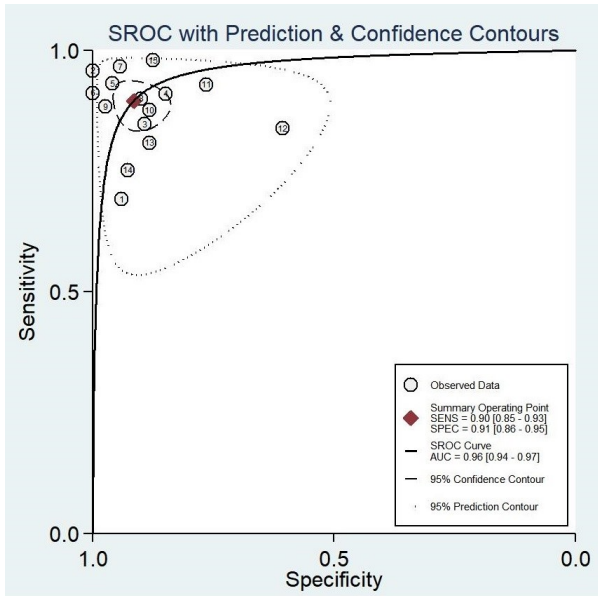


图 3 DECT 诊断痛风的 SROC 曲线

2.3.2 非阈值效应、Meta 回归 诊断比值比 (DOR) 的 Cochran-Q 检验得出  $Cochran-Q = 54.15, P < 0.001$ ,意味着本研究存在非阈值效应引起的异质性,更进一步,本次研究的灵敏度、特异度、阳性似然比、阴性似然比、诊断比值比的  $I^2$  分别 = 87.6%、72.0%、75.4%、87.5%、74.1%,由于  $I^2 > 50%$ ,所以采用随机效应模型进行以上五个效应量进行合并。分别以发表年份、试验设计类型及样本量是否  $\geq 200$  作为变量进行回归分析,结果表明试验设计类型为异质性来源 ( $P = 0.01 < 0.05$ )。汇总灵敏度、特异度、阳性似然比、阴性似然比、诊断比值比分别见图 4、图 5。

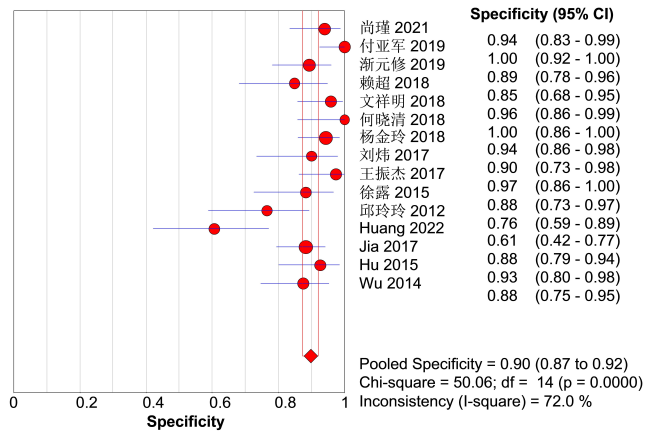


图 4 DECT 诊断痛风的合并敏感度和特异度

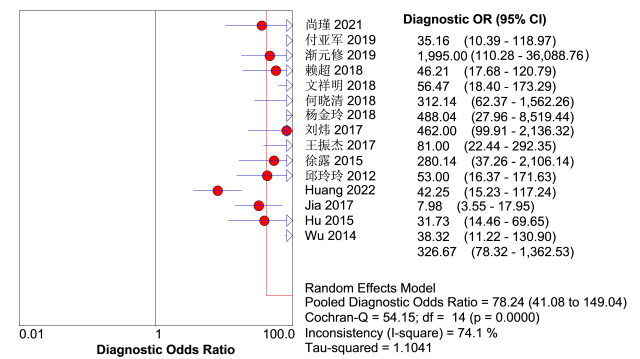
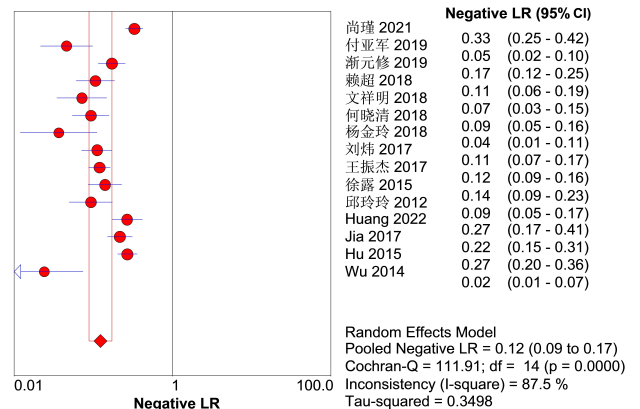
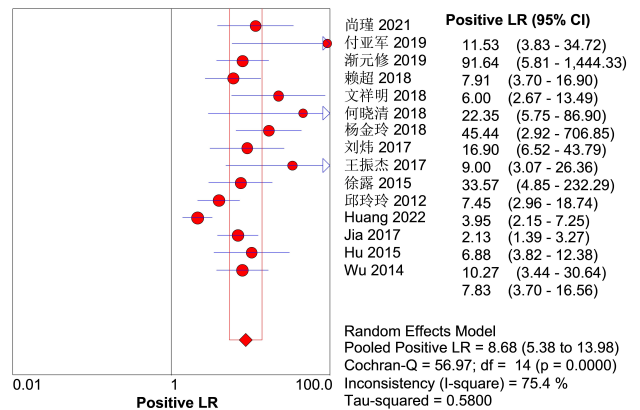
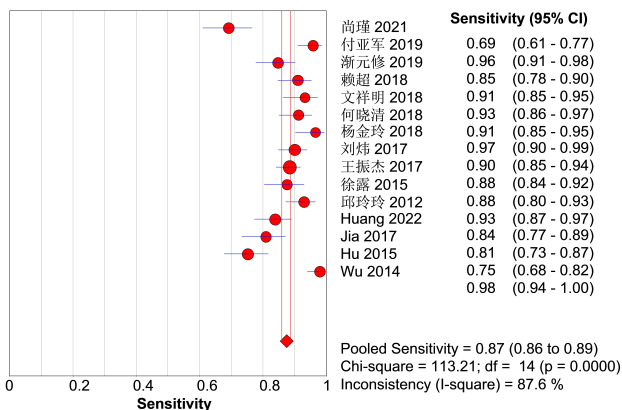


图 5 DECT 诊断痛风的合并效应量:合并阳性似然比、阴性似然比、诊断比值比



2.3.3 DECT 诊断痛风的评价指标 使用 Meta DiSc1.4 软件合并灵敏度为 0.87 (0.86~0.89)、特异

度为 0.90(0.87~0.92)、阳性似然比为 8.68(5.38~13.98)、阴性似然比为 0.12(0.089~0.17)、合并的 AUC 为 0.96(0.94~0.97)、Q 指数为 0.8982,合并诊断比值比为 78.24(41.08~149.04)。

2.3.4 敏感性分析 使用 State 14.0 软件对本研究的数据进行敏感性分析,结果如下:从图中(见图 6)可以看到,有 3 篇原始研究存在较强敏感性,在逐一剔除文献以及 3 篇文献均剔除后,AUC 分别为 0.95(0.93~0.97)、0.96(0.94~0.98)、0.95(0.93~0.97)、0.95(0.93~0.97),所得结果与原始结果变化不大,所以综合来看,本研究结果较为稳定。

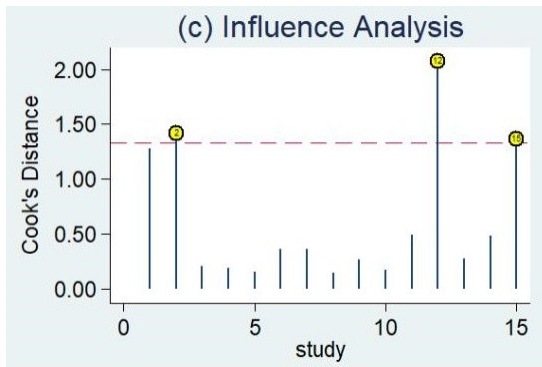


图 6 纳入文献的敏感性分析

2.3.5 Deek's 漏斗图发表偏倚检验 选择 State 14.0 软件对本研究的数据进行发表偏倚检验,结果如下图(见图 7):从图中的结果清晰的看到, $P = 0.95 > 0.05$ ,意味着漏斗图对称,本次研究不存在发表偏倚。

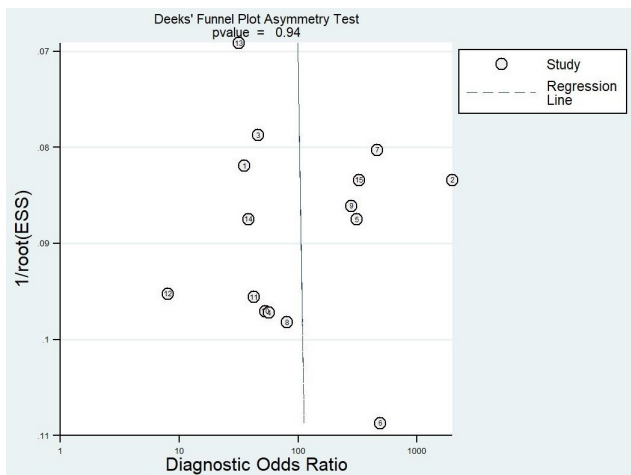


图 7 DECT 诊断痛风的 Deek's 漏斗图

### 3 讨论

DECT 使用两个彼此成  $90^\circ$  的 X 射线管(即双源扫描仪)和两个相应的探测器,能够在两个不同的能量水平下同时采集图像,提供两个数据集。图像通过使用 3D 材料分解算法进行分析,该算法将尿酸(分配特

定颜色)的特征与钙和软组织(分配其他颜色)进行对比<sup>[22]</sup>,通过不同的颜色显示,能够准确地检测 MSU 晶体,也表明 DECT 对于痛风的诊断具有较高的特异度。SOTNICZUK M 等<sup>[23]</sup>在研究中发现,痛风 2015 年 ACR/EULAR 诊断标准中加入 DECT 参考后,诊断的 AUC 由 0.926 增加到 0.953,说明 DECT 能够提高痛风的诊断价值。以往研究证实 DECT 在慢性痛风的诊断准确率较高<sup>[24-25]</sup>,也有研究<sup>[26]</sup>表明,DECT 诊断首次痛风患者的敏感性和特异性分别为 0.90(95% CI: 0.76~0.97)和 0.83(95% CI: 0.68~0.93),说明 DECT 在早期痛风诊断中也有着较好的应用价值。本文对大样本研究的文献进行汇总分析,受试者代表性更高、更加全面及更低的发表偏倚等优势。

本研究汇总纳入 15 篇文献,每篇文献研究对象均  $\geq 150$  例,共 2 919 名患者,合并所得到的 AUC 为 0.96  $> 0.90$ ,表明 DECT 诊断痛风的准确性较高,与 SHANG J 等<sup>[27]</sup>的研究结果较为相近。本研究的汇总的敏感度、特异度分别为 87%、90%,说明 DECT 在诊断痛风存在 13% 漏诊率、10% 的误诊率,表明 DECT 诊断痛风时,即使结果较为准确,但也存在漏诊和误诊,可以结合一些临床资料综合分析,可使得准确性更高。在敏感性分析过程中,有 3 篇研究有着较强的敏感性,逐一及全部剔除后并不影响整体结果。Meta 回归探究异质性来源,结果表明试验设计类型为异质性来源( $P = 0.01 < 0.05$ )。以 Deek's 漏斗图检验  $P > 0.05$ ,表明本研究不存在发表偏倚。综合来说,即使单独使用 DECT,依旧对痛风具有较高的诊断价值。

本研究也存在一定的局限性:①文献来源全部为中国,可能有地区偏倚;② 1 篇研究使用异于其他研究的型号机器,可能存在异质性;③部分研究并未使用盲法进行评判。这些都会是异质性的来源。未来仍然需要的大量研究去证实 DECT 对痛风诊断的准确性,包括不同型号的机器、不同部位的痛风以及痛风发病的时间等。

综上所述,经过 Meta 分析评估 DECT 对痛风的诊断效能,诊断价值较为理想,说明 DECT 能够作为痛风的无创筛查手段之一。

### 参考文献:

- [1] CHEN-XU M, YOKOSE C, RAI S K, et al. Contemporary prevalence of gout and hyperuricemia in the United States and decadal trends: the national health and nutrition examination survey, 2007-2016[J]. Arthritis Rheumatol, 2019, 71(6): 991-999.
- [2] DEHLIN M, JACOBSSON L, RODDY E. Global epidemiology of gout: prevalence, incidence, treatment patterns

- and risk factors[J]. *Nat Rev Rheumatol*, 2020, 16(7): 380-390.
- [3] NEOGI T, JANSEN T L, DALBETH N, et al. 2015 Gout classification criteria; an American College of Rheumatology/European League Against Rheumatism collaborative initiative[J]. *Ann Rheum Dis*, 2015, 74(10): 1789-1798.
- [4] HAJ-MIRZAIAN A, KADIVAR A, KAMEL I R, et al. Updates on imaging of liver tumors[J]. *Curr Oncol Rep*, 2020, 22(5): 46.
- [5] CHOU H, CHIN T Y, PEH W C. Dual-energy CT in gout—a review of current concepts and applications[J]. *J Med Radiat Sci*, 2017, 64(1): 41-51.
- [6] BAER A N, KURANO T, THAKUR U J, et al. Dual-energy computed tomography has limited sensitivity for non-tophaceous gout: a comparison study with tophaceous gout [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2016, 17: 91.
- [7] 尚瑾. 足踝痛风: 基于能谱成像技术的单源 DECT 对不同病程中疑似痛风性关节炎患者的价值[D]. 合肥: 安徽医科大学, 2021.
- [8] 付亚军, 余飞, 何其舟. 炫速双源 CT 双能量成像技术对于痛风性关节炎的诊断价值研究[J]. *影像研究与医学应用*, 2019, 3(17): 102-103.
- [9] 渐元修, 龚亮, 张笑. 第一跖趾关节 DECT 在诊断痛风性关节炎尿酸盐结晶沉积中的应用[J]. *河北医药*, 2019, 41(6): 888-890, 894.
- [10] 赖超, 余辉, 向子云, 等. 双能量 CT 痛风识别技术评估痛风性关节炎的临床应用研究[J]. *医学信息*, 2018, 31(24): 52-58, 62.
- [11] 文祥明. 探讨双源 CT、MRI 在痛风性关节炎中的诊断价值及对比研究[D]. 芜湖: 皖南医学院, 2018.
- [12] 何晓清, 朱万寿, 梁汉欢, 等. 双源 CT 双能量成像在痛风性关节炎诊断中的价值[J]. *CT 理论与应用研究*, 2018, 27(2): 171-177.
- [13] 杨金玲. 双源 CT 双能量技术在痛风诊断中的作用分析[J]. *甘肃医药*, 2018, 37(6): 526-527.
- [14] 刘炜, 葛晓敏, 许轶群, 等. 双能量 CT 处理技术对痛风性关节炎尿酸盐结晶沉积的诊断价值[J]. *中国现代医学杂志*, 2017, 27(27): 86-90.
- [15] 王振杰, 王菁, 郭培霞, 等. 双源 CT 双能量成像与血清超敏 C 反应蛋白在老年痛风诊断中的价值[J]. *中国老年学杂志*, 2017, 37(11): 2781-2782.
- [16] 徐露. 双能量 CT 评估痛风性关节炎尿酸盐沉积的临床应用研究[D]. 广州: 南方医科大学, 2015.
- [17] 邱玲玲. 双源 CT 痛风识别技术对痛风性关节炎患者的临床诊断价值评估[D]. 杭州: 浙江大学, 2012.
- [18] HUANG Z F, LI Z Q, XIAO J W, et al. Dual-energy computed tomography for the diagnosis of acute gouty arthritis[J]. *Curr Med Imaging*, 2022, 18(3): 305-311.
- [19] JIA E T, ZHU J Q, HUANG W H, et al. Dual-energy computed tomography has limited diagnostic sensitivity for short-term gout[J]. *Clin Rheumatol*, 2018, 37(3): 773-777.
- [20] HU H J, LIAO M Y, XU L Y. Clinical utility of dual-energy CT for gout diagnosis[J]. *Clin Imaging*, 2015, 39(5): 880-885.
- [21] WU H X, XUE J, YE L, et al. The application of dual-energy computed tomography in the diagnosis of acute gouty arthritis[J]. *Clin Rheumatol*, 2014, 33(7): 975-979.
- [22] NICOLAOU S, YONG-HING C J, GALEA-SOLER S, et al. Dual-energy CT as a potential new diagnostic tool in the management of gout in the acute setting[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2010, 194: 1072-1078.
- [23] SOTNICZUK M, NOWAKOWSKA-PLAZA A, WROŃSKI J, et al. The clinical utility of dual-energy computed tomography in the diagnosis of gout—a cross-sectional study[J]. *J Clin Med*, 2022, 11(17): 5249.
- [24] CAROTTI M, SALAFFI F, FILIPPUCCI E, et al. Clinical utility of dual energy computed tomography in gout: current concepts and applications [J]. *Acta Biomed*, 2020, 91(8-S): 116-124.
- [25] GAMALA M, JACOBS J W G, VAN LAAR J M. The diagnostic performance of dual energy CT for diagnosing gout: a systematic literature review and meta-analysis [J]. *Rheumatology (Oxford)*, 2019, 58(12): 2117-2121.
- [26] BONGARTZ T, GLAZEBROOK K N, KAVROS S J, 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.
- [27] SHANG J, ZHOU L P, WANG H, et al. Diagnostic performance of dual-energy ct versus ultrasonography in gout: a meta-analysis[J]. *Acad Radiol*, 2022, 29(1): 56-68.

收稿日期: 2022-12-08; 修回日期: 2023-02-02