DOI:10.19893/j.cnki.ydyxb.2025-0067

定量CT对CTD-ILD诊断价值的Meta分析

王 珂,张 萌,巨文璇,冀韩英,王 雷*

(延安大学附属医院,陕西 延安 716000)

摘 要:目的 通过Meta分析评估现有文献中不同定量CT方法在结缔组织病相关间质性肺病(connective tissue disease-associated interstitial lung disease,CTD-ILD)诊断中的表现,确定定量CT在此领域中的最佳应用策略。**方法** 检索PubMed、Web of Science、Embase、Cochrane Library、中国知网、万方、维普、中国生物医学文献服务系统等中英文数据库,检索自建库至2024年1月14日,关于定量CT在CTD-ILD诊断中的原始研究。2人独立进行文献筛选、数据提取、研究质量评估(QUADAS-2)。使用Stata和Meta-DiSc软件进行Meta分析。**结果** 共纳入9项研究,定量CT在CTD-ILD诊断中的合并敏感度为0.79(95%*CI*:0.69~0.87),特异度为0.84(95%*CI*:0.63~0.94),曲线下面积为0.87(95%*CI*:0.83~0.89),阳性似然比为5.0(95%*CI*:2.0~12.5),阴性似然比为0.25(95%*CI*:0.17~0.36),诊断比值比为21(95%*CI*:7~57)。亚组分析和Meta回归显示金标准差异有统计学意义(*P*<0.05)。**结论** 定量CT对CTD-ILD具有较高的诊断价值,其中直方图分析法优于密度阈值法,以多学科评估为金标准可以提高其诊断敏感度。

关键词:CTD-ILD;定量CT;诊断能力;Meta分析

中图分类号:R593.2;R563.1;R816.41 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-2639(2026)01-0069-09

Meta-analysis for diagnostic value of QCT for CTD-ILD

*WANG Ke, ZHANG Meng, JU Wenxuan, JI Hanying, WANG Lei**

(Yan′an University Affiliated Hospital, Yan′an 716000, China)

Abstract: Objective To evaluate the diagnostic performance of different quantitative computed tomography (QCT) methods in connective tissue disease-associated interstitial lung disease (CTD-ILD) through a meta-analysis and determine the optimal application strategy for QCT in this field. **Methods** PubMed, Web of Science, Embase, Cochrane Library, CNKI, Wanfang, VIP, and the China Biology Medicine Disc (CBM) were systematically searched for original studies on QCT for CTD-ILD diagnosis from database inception to January 14, 2024. Two reviewers independently performed literature screening, data extraction, and study quality assessment using the Quality Assessment of Diagnostic Accuracy Studies-2 (QUADAS-2) tool. Meta-analysis was conducted using Stata and Meta-DiSc software. **Results** A total of nine studies were included. The pooled sensitivity and specificity of QCT for CTD-ILD diagnosis were 0.79 (95%*CI*: 0.69~0.87) and 0.84 (95%*CI*: 0.63~0.94), respectively, with an area under the curve (AUC) of 0.87 (95%*CI*: 0.83~0.89). The positive likelihood ratio (PLR) was 5.0 (95%*CI*: 2.0~12.5), the negative likelihood ratio (NLR) was 0.25 (95%*CI*: 0.17~0.36), and the diagnostic odds ratio (DOR) was 21 (95%*CI*: 7~57). Subgroup analyzes and meta-regression revealed statistically significant differences in reference standards (*P*<0.05). **Conclusion** QCT demonstrates high diagnostic value for CTD-ILD, with histogram analysis outperforming density threshold methods. Using multidisciplinary evaluation as the reference standard enhances diagnostic sensitivity.

Key words: CTD-ILD; Quantitative CT; Diagnostic performance; Meta-analysis

作者简介:王 珂(1999—),女,陕西西安人,在读硕士研究生。研究方向:胸部影像学。

* **通信作者:**王 雷(1991—),男,陕西延安人,主治医师,在读博士研究生。研究方向:胸部影像学。
E-mail:805942896@qq.com

结缔组织病(connective tissue disease，CTD)是一组自身免疫性疾病的统称[1]。而间质性肺病(interstitial lung disease，ILD)是CTD主要肺部并发症和重要死亡原因[2-3]。目前肺功能和高分辨率CT(high-resolution computed tomography，HRCT)是CTD-ILD主要筛查手段[4]，但肺功能结果易受个体差异影响[5]，而HRCT以视觉评估为主，存在医师的主观判断差异[6]。相比之下，定量CT以其客观性和重复性优势，在ILD的评估中展现出潜在应用价值[7-8]。然而，关于哪种定量CT方法对CTD-ILD诊断最为有效仍存在争议。本研究通过Meta分析评估现有文献中不同定量CT方法在CTD-ILD诊断中的表现，旨在确定定量CT在此领域中的最佳应用策略，以便优化CTD-ILD的诊断流程，促进疾病的早期诊断和治疗。

1　材料与方法

本研究已在系统综述和Meta分析(PRISMA)系统中登记，注册号为CRD42024499907。

1.1　数据来源与检索策略

本文检索了PubMed、Web of Science、Embase、Cochrane Library、中国知网、万方、维普、中国生物医学文献服务系统等中英文数据库，检索日期自各库建立至2024年1月14日。中文检索词："间质性疾病""间质性肺病变""间质性肺部病变""间质性肺炎""计算机断层扫描""CT""高分辨率CT""HRCT"、定量；英文检索词：以"Lung Diseases，Interstitial""Tomography，X-Ray Computed"和"quantit*"为主题词，结合自由词，检索语言限定为中文或英文。

1.2　患者选择

研究纳入标准基于PICOS原则：① 研究对象：CTD-ILD患者。② 干预：实验组ILD采用定量CT诊断。③ 对照组ILD采用HRCT或多学科会诊诊断。④ 结果：定量CT对CTD-ILD的诊断价值。⑤ 研究设计：不限制研究类型。纳入符合上述条件且可提取真阳性(true positive，TP)、假阳性(false positive，FP)、假阴性(false negative，FN)和真阴性(true negative，TN)结果的研究。排除动物或其他类型ILD研究，排除重复、病例报告、综述、社论、荟萃分析、信件和会议报告。

1.3　数据提取与质量评估

分别由2人独立进行第一作者、发表年份、研究对象、定量方法、金标准及真阳性、假阳性、假阴性和真阴性数据提取，使用QUADAS-2工具[9]对纳入研究进行质量评估。该工具从病例筛选、评估试验设计、病历流程完整性及金标准可靠性4个方面，使用"是"(+1分)、"否"(-1分)、"不清楚"(0分)回答，并在量表上的14个项目中对每一个项目进行评分(满分14分)。

1.4　数据分析

使用Review Manager(5.4)评估纳入文章质量，Stata(14.0)和Meta-DiSc(1.4)软件进行Meta分析。通过ROC曲线形态和Spearman相关系数评估阈值效应，若ROC曲线呈现"肩臂状"或Spearman系数>0.6表明存在阈值效应[10]，可直接计算合并灵敏度、特异度、阳性似然比(positive likelihood ratio，PLR)、阴性似然比(negative likelihood ratio，NLR)、诊断比值比(diagnostic odds ratio，DOR)、曲线下面积(area under the curve，AUC)。利用Cochran-Q和I^2检验判定异质性[11]，I^2>50%时采用双变量随机效应模型，反之用固定效应模型。通过敏感性分析寻找异质性来源，Deeks漏斗图评估发表偏倚，以有无对照、定量方法、金标准、疾病类型进行分组，进行亚组分析和Meta回归。使用Fagan柱状图评估了定量CT对诊断CTD-ILD的临床价值。以P<0.05为差异具有统计学意义。

2　结果

2.1　文献检索结果

初步检索得到1 811篇相关文献。按照排除标准筛选，初步得到59篇。阅读全文，排除17篇无法提取相关数据的文章，最终纳入9篇用于后续的定性分析。筛选流程如图1所示。

2.2　文献基本特征

如表1和表2所示，研究包括日本、意大利、美国、中国和葡萄牙等国家，疾病类型包括皮肌炎(dermatomyositis / polymyositis，DM/PM)、系统性硬化症(systemic sclerosis，SSC)、干燥综合征(sjögren's syndrome，SS)和类风湿性关节炎(rheumatoid arthritis，RA)。使用定量方法包括密度阈值法、直方图分析法和纹理分析法。

2.3　偏倚风险评估

采用QUADAS-2量表并借助RevMan 5.4软件对纳入文献质量进行评估(图2)，结果显示Xu等人[20]的研究中发现文本偏倚高风险。

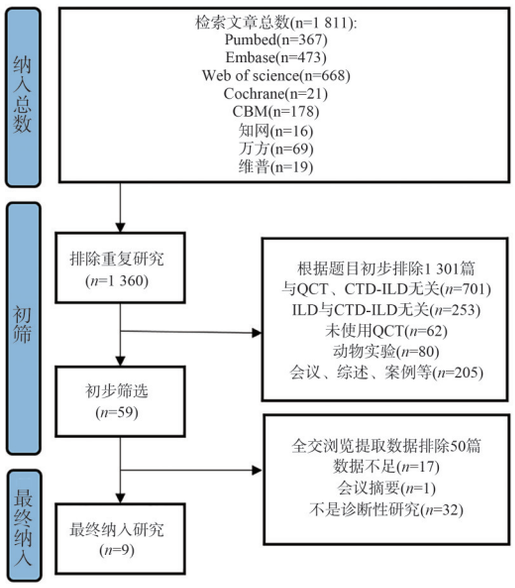
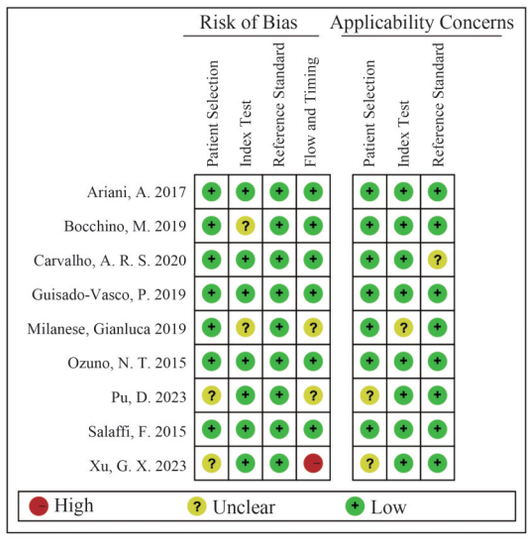


图1　文献筛选流程图



绿色、红色和黄色分别表示低、高或不明确的偏倚风险。

图2　纳入文章质量评价图

表1　纳入研究的基本特点

作者	年份	国家	研究类型	单/多中心	金标准	疾病类型	患者人数	有无对照	TP	FP	FN	TN
Ozuno, N. T.[12]	2015	日本	回顾性	单	CT	DM/PM	12	有	11	1	1	7
Salaffi, F.[13]	2015	意大利	回顾性	单	MDT	SSC	79	无	14	1	24	40
Ariani, A.[14]	2017	意大利	回顾性	单	MDT	SSC	63	无	9	6	4	44
Milanese, Gianluca.[15]	2019	美国	回顾性	单	CT	SSC	62	有	19	3	1	38
Bocchino, M.[16]	2019	意大利	前瞻性	单	CT	SSC	83	无	32	15	7	29
Guisado-Vasco, P.[17]	2019	美国	回顾性	多	CT	SS	102	无	30	13	6	53
Carvalho, A. R. S.[18]	2020	葡萄牙	回顾性	多	CT	SSC	94	有	78	6	16	67
Pu, D.[19]	2023	中国	回顾性	单	CT	RA	150	有	89	3	27	31
Xu, G. X.[20]	2023	中国	回顾性	单	MDT	DM/PM	61	有	52	54	9	6

注：DM/PM，皮肌炎；SSC，系统性硬化症；SS，干燥综合征；RA，类风湿关节炎；FN，假阴性；FP，假阳性；TN，真阴性；TP，真阳性。

表2　纳入研究中定量分析方法及相关指标汇总表

作者	年份	疾病类型	定量方法	定量软件	定量指标	ILD阈值范围
Ozuno, N. T.[12]	2015	DM/PM	密度阈值法	AZE	400~-301HU	-700~+99HU
Salaffi, F.[13]	2015	SSC	密度阈值法	OsiriX	20%CaM	-700~-500HU
Ariani, A.[14]	2017	SSC	直方图分析法	OsiriX	Kurt	-
Milanese, Gianluca.[15]	2019	SSC	纹理分析法	MaZda	FBP-LDCT	-
Bocchino, M.[16]	2019	SSC	直方图分析法	Image J	CLL	-
Guisado-Vasco, P.[17]	2019	SS	直方图分析法	HOROS	tskew	-
Carvalho, A. R. S.[18]	2020	SSC	密度阈值法	QUALI	TLV	LW(-500~+50HU)/LW(-1 000~+50HU)
Pu, D.[19]	2023	RA	密度阈值法	数字肺	TAV	-700~-200HU
Xu, G. X.[20]	2023	DM/PM	密度阈值法	3D Slicer	GGO%	GGO%　-700~-500HU F%　-500~-200HU

注：20%CaM，计算机辅助方法(CaM)评估SSc-ILD设定的最佳病变范围阈值是20%；Kurt，峰度；FBP-LDCT，反滤波投射-低剂量CT；CLL，计算机化综合指数(主成分分析合并MLA、偏度和峰度)；tskew，偏度；TLV，肺总容积；TAV，血管横截面积；GGO%，磨玻璃密度占百分比；F%，纤维化密度百分比；$LW(g)=\left[\frac{(HU-HUair)}{(HUaorta-HUair)}\right]X\ voxel\ volume\ X\ 1.04\frac{g}{ml}$，$HU_{Air}$是气管内空气平均密度，$HU_{aorta}$降主动脉中血液的平均密度，$HU_{Air}$=-1000 HU和$HU_{aorta}$=+50 HU，1.04 mg/ml表示肺组织密度。

2.4　定量评价方法

2.4.1　阈值效应　灵敏度对数和1-特异度对数的Spearman相关系数为0.267，P=0.488（P>0.05），表明不存在阈值效应，可直接合并效应量。

2.4.2　Meta分析汇总结果　诊断效应值如图3所示，合并灵敏度为0.79（95%CI：0.69~0.87），合并特异性为0.84（95%CI：0.63~0.94），合并ROC曲线下面积（图4）为0.87（95%CI：0.83~0.89）。NLP为5.0（95%CI：2.0~12.5），PLR为0.25（95%CI：0.17~0.36），DOR为21（95%CI：7~57）。

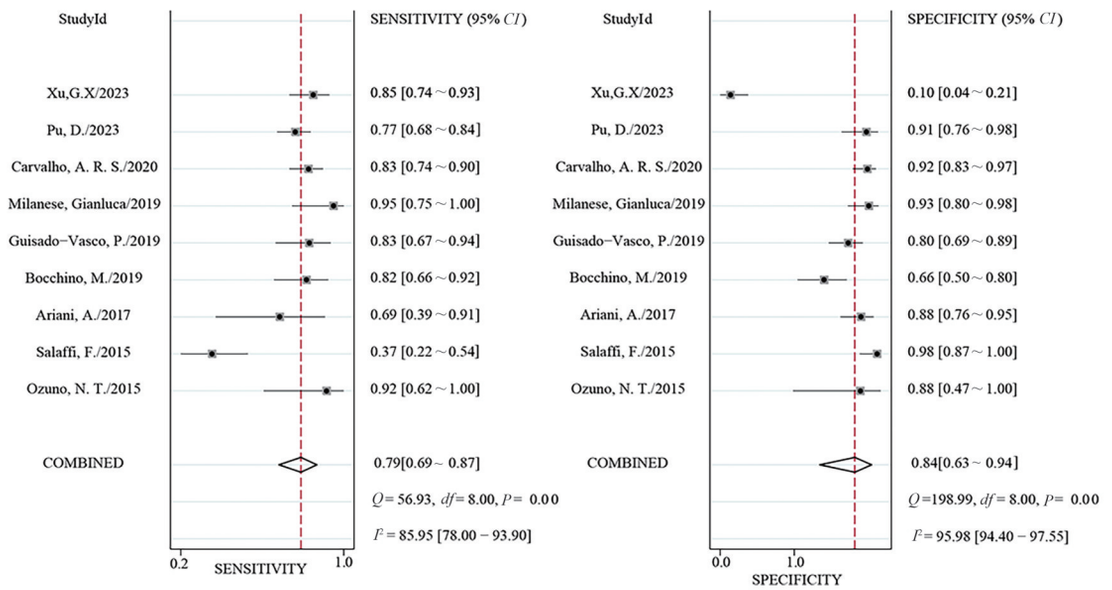


图3　定量CT诊断CTD-ILD灵敏度、特异度森林图

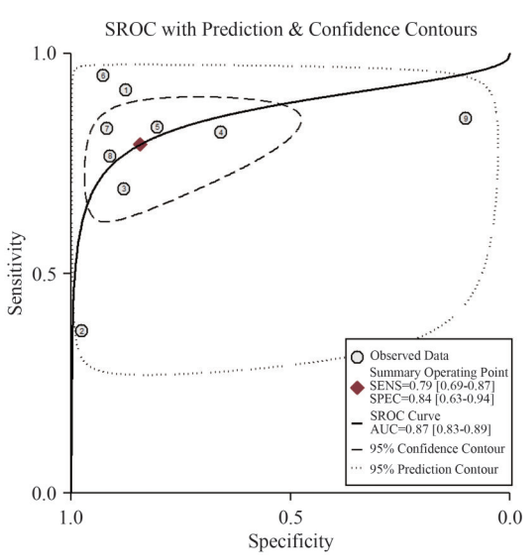
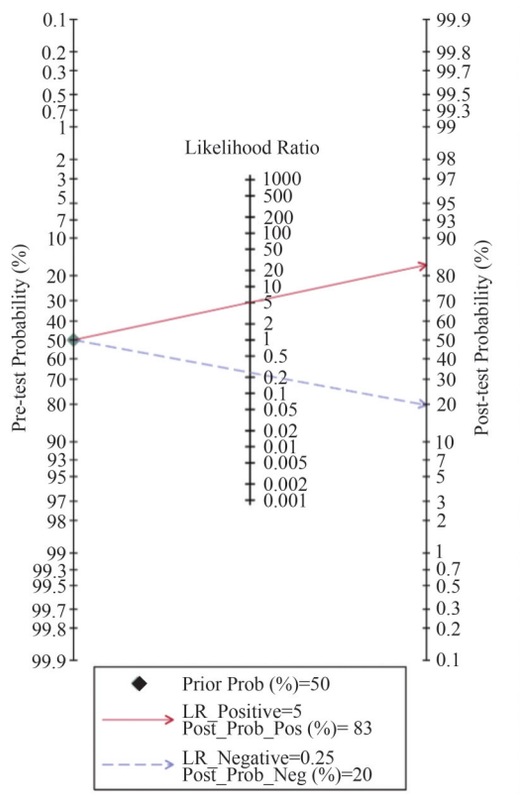


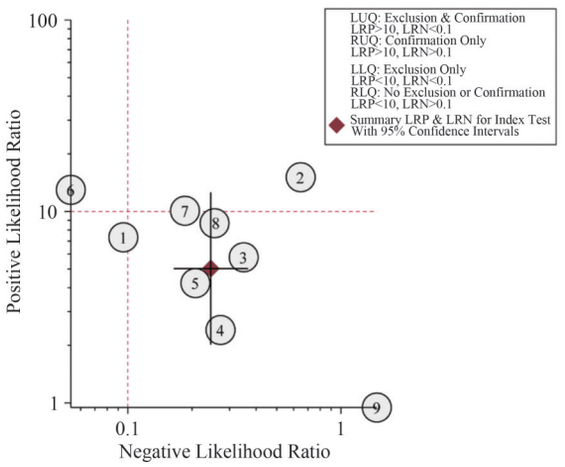
图4　定量CT诊断CTD-ILD合并ROC图

2.4.3　临床适用性评价　Fagan图显示（图5），当定量CT呈现ILD阳性特征时，患者实际患病的概率可提升至83%，而定量CT结果为阴性时患病概率则显著降至20%。象限图显示（图6），研究1和研究6展现出较高的诊断准确性（PLR>10，NLR<0.1），但多项研究的合并数据点集中于右下象限，提示整体诊断效能存在提升空间。



LRN阴性似然比；LRP阳性似然比；LL、LUQ、LQR、RUQ：左下象限、左上象限、右下象限、右上象限。

图5　定量CT诊断CTD-ILD Fagan图



neg，阴性；prob，概率；pos，阳性。

图6　定量CT诊断CTD-ILD象限图

2.4.4　亚组分析和Meta回归　以有无对照、定量方法、金标准、疾病类型分组，进行亚组分析（表3）和Meta回归（表4），结果显示亚组之间的金标准差异具有统计学上的显著性意义（$P<0.05$）。

2.4.5　异质性检验和敏感性分析　异质性检验显示各项研究的灵敏度、特异度等$I^2>50\%$（$P<0.01$），存在显著异质性。因此，采用随机效应模型分析。

敏感性分析显示，拟合优度（图7A）较好，符合双变量正态性（图7B）。影响分析图（图7C）和离群值检测图（图7D）显示，研究2、9可能会影响结论的稳健性。剔除这两篇文章后AUC值下降不显著（0.87降到0.83，$P<0.05$）。因此可以认为保留该文章不会对结果产生较大影响。

2.4.6　发表偏倚　Deeks漏斗图（图8）显示各研究不存在发表偏倚（$P>0.05$）。

3　讨论

本研究证实定量CT在ILD诊断中较传统HRCT具有显著优势，其合并AUC达0.87，具备可靠的鉴别能力。与既往Meta分析[21]相比，本研究使用阳性似然比、阴性似然比、诊断比值比、Fagan图等评估定量CT在CTD-ILD诊断中的准确性、临床适用性及不同定量方法的诊断差异，此前鲜有研究涉及。

CTD并发ILD导致病情恶化，一旦肺部广泛纤维化，临床治疗效果受限[22]。因此，早期诊断对延缓肺纤维化至关重要。临床上常用HRCT筛查ILD[23-24]，但视觉评估对早期病变易漏诊[25]。而定量CT能够克服这些局限性。但目前有多种定量软件且不同的定量方法之间也存在差异，关于哪种定量方法对CTD-ILD的诊断价值最高存在争议。因此，采用Meta分析探究不同定量方法对CTD-ILD的诊断价值。

表3　定量CT诊断CTD-ILD的亚组分析结果

特征	研究	灵敏度（95%*CI*）	特异度（95%*CI*）	PLR（95%*CI*）	NLR（95%*CI*）	AUC	I^2	*P*
定量CT方法								
密度阈值法	5	0.76（0.71~0.81）	0.70（0.63~0.76）	6.07（0.31~117.25）	0.37（0.18~0.78）	0.858	90.2%	0.001
直方图分析法	3	0.84（0.73~0.92）	0.86（0.80~0.91）	5.90（3.25~10.70）	0.21（0.10~0.47）	0.933	51.6%	0.127
有无对照								
有	4	0.67（0.58~0.76）	0.88（0.83~0.92）	6.39（3.54~11.51）	0.27（0.08~0.86）	0.922	27.2%	0.249
无	5	0.81（0.77~0.85）	0.64（0.57~0.70）	4.14（0.70~24.40）	0.30（0.17~0.53）	0.889	90.1%	0.001
金标准								
CT	6	0.82（0.77~0.86）	0.85（0.80~0.89）	6.02（3.11~11.67）	0.22（3.11~11.67）	0.903	53.4%	0.006
其他方法	3	0.67（0.57~0.76）	0.60（0.51~0.68）	3.92（0.41~37.57）	0.66（0.36~1.20）	0.756	97.9%	0.001
疾病类型								
SSC	5	0.74（0.68~0.80）	0.85（0.80~0.89）	5.14（2.70~9.77）	0.30（0.14~0.64）	0.882	37.3%	0.173
DM/PM+RA+SS	4	0.82（0.76~0.87）	0.57（0.49~0.66）	5.19（0.24~112.15）	0.26（0.07~0.90）	0.937	91.6%	0.001

注：CI，置信区间；PLR，阳性似然比；NLR，阴性似然比；AUC，曲线下面积；I^2值表示研究结果之间的异质性程度，值越高表示异质性越大。

异质性检验显示各项存在显著异质性。因此，采用亚组分析和Meta回归探寻异质性潜在来源。亚组分析结果表明，直方图分析法在灵敏度和特异度上均优于密度阈值法，与Higazi等人[26]研究一致。直方图分析法是通过计算ILD患者CT图像中不同密度范围内的像素数量或比例，提取包括峰度、偏

度、平均肺密度等量化指标。而密度阈值法是通过设定特定的密度阈值,将ILD患者CT图像的像素分为不同的类别(如正常肺组织、纤维化区域等),并计算各类别像素的数量或比例来评估ILD的严重程度。但研究发现密度阈值法诊断CTD-ILD的研究中关于ILD诊断阈值存在争议。一些文献[20]指出阈值范围为-200~-700 HU,也有报道为-500~-700HU[13,19]、-700~+99 HU[12]。这种不一致性源于多个因素:不同研究使用CT扫描仪和定量软件[17-24]不同;其次,CTD-ILD存在异质性,不同类型CTD影像特征不同[27];此外,评估标准的多样性也是导致阈值差异的重要原因,例如,Ufuk等[28]发现-260~-600 HU与视觉半定量评分具有较好的相关性。Yabuuchi等[29]指出-500~-800 HU与治疗效果最为显著。因此,未来研究需综合考虑这些因素,以建立统一、可靠的诊断阈值。

表4　定量CT诊断CTD-ILD的Meta回归结果

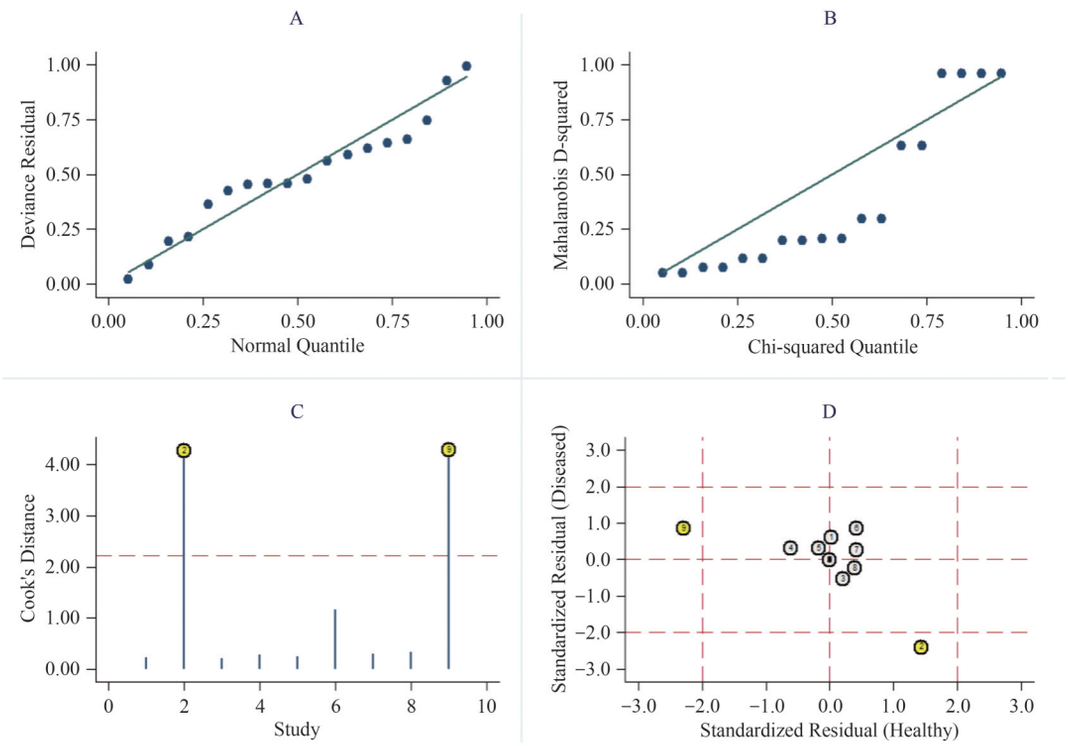
特征	研究数量	灵敏度	*P*1	特异度	*P*2
定量CT方法					
密度阈值法	5	0.76(0.64~0.88)	0.63	0.84(0.62~1.00)	0.83
直方图分析法+纹理分析法	4	0.84(0.72~0.95)		0.84(0.62~1.00)	
是否设置对照组					
是	4	0.72(0.57~0.88)	0.81	0.92(0.82~1.00)	0.16
否	5	0.83(0.74~0.92)		0.73(0.46~0.99)	
金标准					
CT	6	0.83(0.76~0.91	0.00		0.63
MDT	3	0.64(0.46~0.81)		0.76(0.42~1.00)	
疾病类型					
SSC	5	0.74(0.61~0.87)	0.92	0.89(0.75~1.00)	0.44
DM/PM+RA+SS	4	0.86(0.75~0.96)		0.75(0.45~1.00)	
研究类型					
回顾性	8	0.79(0.69~0.88)	0.87	0.85(0.69~1.00)	0.65
前瞻性	1	0.84(0.62~1.00)		0.81(0.31~1.00)	
单/多中心					
单中心	2	0.87(0.74~0.99)	0.97	0.93(0.77~1.00)	0.14
多中心	7	0.76(0.66~0.86)		0.80(0.61~1.00)	

注:*P*1代表两组间敏感性差异,*P*2代表两组间特异性差异。

Meta回归显示金标准是异质性的主要来源(*P*<0.05)。以HRCT为金标准时灵敏度为0.64,而以多学科会诊(multidisciplinary team discussion, MDT)为金标准时,灵敏度显著提升至0.83 (*P*<0.001)。Ageely等[30]发现MDT改变了37% (47/126)病例的原始诊断,尤其在特发性肺纤维化(idiopathic pulmonary fibrosis, IPF)之外的其他肺纤维化疾病中诊断修正率更高。澳大利亚和新西兰胸科学会[31]提出结合临床、血清学和CT表现,以及多学科会诊讨论是准确诊断CTD-ILD的关键。然而,由于缺乏专家资源或组织上的难度(如参与者之间的地理距离或时间限制),对所有患者实现多学科会诊似乎不太现实。因此,推荐将CT检查作为间质性肺疾病的一线筛查手段。当CT检查无法明确疾病诊断时,建议进一步采用多学科会诊模式,以提升诊断的准确性与可靠性。

尽管进行全面检索,但仅纳入1篇关于纹理分析的CTD-ILD文章。Chae等[32]已证实纹理分析在灵敏度和特异性方面的优势。此外,Kim等[25]发现,纹理分析对轻度ILD患者有更为准确的定量评估。Ohno等[33]将纹理分析与专家评分对比,发现纹理分析指标与疾病状态变化相关性更强。未来,纹理分析可能是更有前景的方向[34]。目前关于深度学习和影像组学的CTD-ILD文章较少。但研究证实该方法能区分经病理学证实的普通型间质性肺炎(usual interstitial pneumonia, UIP)、非特异性间质性肺炎(nonspe-

cific interstitial pneumonia，NSIP）和慢性过敏性肺炎（chronic hypersensitivity pneumonitis，CHP）[35]，不同类型ILD治疗和预后存在巨大差异[36-38]，精确分类有助于延缓肺纤维化进展，对ILD的治疗至关重要。



A：拟合优度检测；B：双变量正态性检测；C：影响分析检测；D：离群值检测。

图7　敏感性分析图

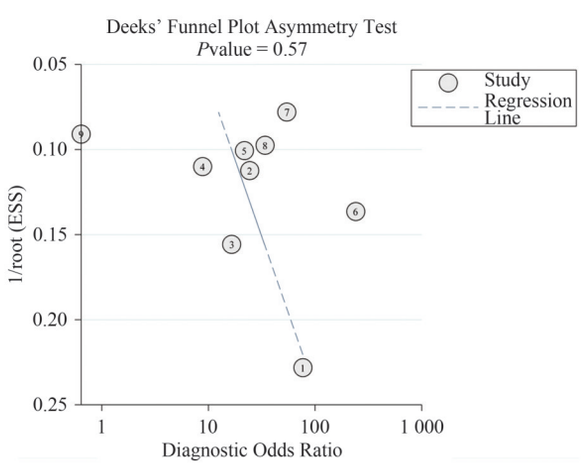


图8　Deeks漏斗图

当前研究存在以下局限：首先，纳入研究数量较少，可能影响结果的全面性和准确性。其次，纳入研究在ILD的分割阈值方面缺乏统一标准，受限于研究数量，无法进行亚组分析确定最佳分割阈值。最后，关于CTD-ILD纹理分析、深度学习和影像组学的文章大多没有提供诊断相关数据，且不符合纳入标准，导致无法全面评估其相较于直方图分析法及密度阈值法的优劣。后续可增加研究数量进一步分析。

综上所述，本研究系统评估了定量CT对CTD-ILD的诊断价值，发现直方图分析法在敏感度和特异度上均优于密度阈值法，而以多学科会诊为金标准时灵敏度显著提升。未来，定量CT纹理分析可能是更有前景的方向，而深度学习和影像组学对于CTD-ILD精确分类具有重要意义。

参考文献：

[1]FISCHER A，DU BOIS R. Interstitial lung disease in connective tissue disorders[J]. The Lancet，2012，380(9842)：689-698.

[2]OLIVEIRA R P，RIBEIRO R，MELO L，et al. Connective tissue disease-associated interstitial lung disease[J]. Pulmonology，2022，28(2)：113-118.

[3]LARIA A，LURATI A M，ZIZZO G，et al. Interstitial lung disease in rheumatoid arthritis：A practical review [J]. Frontiers in Medicine，2022，9：837133.

[4]KUWANA M，BANDO M，KAWAHITO Y，et al. Identification and management of connective tissue disease-associated interstitial lung disease：Evidence-based Japanese consensus statements [J]. Expert Review of Respiratory Medicine，

2023,17(1):71-80.
[5]CARON M,HOA S,HUDSON M,et al. Pulmonary function tests as outcomes for systemic sclerosis interstitial lung disease[J]. European Respiratory Review,2018,27(148):170102.
[6]WATADANI T,SAKAI F,JOHKOH T,et al. Interobserver variability in the CT assessment of honeycombing in the lungs[J]. Radiology,2013,266(3):936-944.
[7]WALSH S L F,DE BACKER J,PROSCH H,et al. Towards the adoption of quantitative computed tomography in the management of interstitial lung disease [J]. European Respiratory Review,2024,33(171):230055.
[8]SUMAN G,KOO C W. Recent advancements in computed tomography assessment of fibrotic interstitial lung diseases[J]. Journal of Thoracic Imaging,2023,38(Suppl 1):S7-S18.
[9]MOONS K G M,WOLFF R F,RILEY R D,et al. PROBAST:A tool to assess risk of bias and applicability of prediction model studies:Explanation and elaboration[J]. Annals of Internal Medicine,2019,170(1):W1-W33.
[10]DEVILLÉ W L,BUNTINX F,BOUTER L M,et al. Conducting systematic reviews of diagnostic studies:Didactic guidelines[J]. BMC Medical Research Methodology,2002,2(1):9.
[11]MELSEN W G,BOOTSMA M C J,ROVERS M M,et al. The effects of clinical and statistical heterogeneity on the predictive values of results from meta-analyses[J]. Clinical Microbiology and Infection,2014,20(2):123-129.
[12]- OZUNO N T,AKAMATSU H,TAKAHASHI H,et al. Quantitative diagnosis of connective tissue disease-associated interstitial pneumonia using thoracic computed tomography images [J]. Clinical Rheumatology,2015,34(12):2113-2118.
[13]SALAFFI F,CAROTTI M,BOSELLO S,et al. Computer-aided quantification of interstitial lung disease from high resolution computed tomography images in systemic sclerosis:Correlation with visual reader-based score and physiologic tests [J]. BioMed Research International,2015,2015:834262.
[14]ARIANI A,AIELLO M,SILVA M,et al. Quantitative CT indexes are significantly associated with exercise oxygen desaturation in interstitial lung disease related to systemic sclerosis [J]. The Clinical Respiratory Journal,2017,11(6):983-989.
[15]BOCCHINO M,BRUZZESE D,D'ALTO M,et al. Performance of a new quantitative computed tomography index for interstitial lung disease assessment in systemic sclerosis[J]. Scientific Reports,2019,9:9468.
[16]GUISADO-VASCO P,SILVA M,DUARTE-MILLÁN M A,et al. Quantitative assessment of interstitial lung disease in Sjögren's syndrome [J]. PLoS One,2019,14(11):e0224772.
[17]MILANESE G,MANNIL M,MARTINI K,et al. Quantitative CT texture analysis for diagnosing systemic sclerosis:Effect of iterative reconstructions and radiation doses[J]. Medicine,2019,98(29):e16423.
[18]CARVALHO A R S,GUIMARÃES A R,SZTAJNBOK F R,et al. Automatic quantification of interstitial lung disease from chest computed tomography in systemic sclerosis[J]. Frontiers in Medicine,2020,7:577739.
[19]PU D D,YUAN H,MA G M,et al. CT quantitative analysis of pulmonary changes in rheumatoid arthritis[J]. Journal of X-Ray Science and Technology,2023,31(3):545-553.
[20]徐光兴,俞咏梅,徐亮,等.皮肌炎/多发性肌炎并发间质性肺病的CT定量分析与肺功能的相关性研究[J].放射学实践,2023,38(5):565-570.
[21]VAN ROYEN F S,MOLL S A,VAN LAAR J M,et al. Automated CT quantification methods for the assessment of interstitial lung disease in collagen vascular diseases:A systematic review [J]. European Journal of Radiology,2019,112:200-206.
[22]AHMED S,KHANDURI S,HUSAIN M,et al. Diagnostic accuracy of multidetector CT in detection of early interstitial lung disease with its role in characterization[J]. Cureus,2020,12(5):e8253.
[23]NATHAN S D,PASTRE J,KSOVRELI I,et al. HRCT evaluation of patients with interstitial lung disease:Comparison of the 2018 and 2011 diagnostic guidelines[J]. Therapeutic Advances in Respiratory Disease,2020,14:1753466620968496.
[24]HOFFMANN T,OELZNER P,FRANZ M,et al. Assessing the diagnostic value of a potential screening tool for detecting early interstitial lung disease at the onset of inflammatory rheumatic diseases[J]. Arthritis Research & Therapy,2022,24(1):107.
[25]KIM M S,CHOE J,HWANG H J,et al. Interstitial lung abnormalities (ILA) on routine chest CT:Comparison of radiologists' visual evaluation and automated quantification [J]. European Journal of Radiology,2022,157:110564.
[26]HIGAZI M M,ALI ABDELGAWAD E,KASEEM A H,et al. Computer-aided analysis in evaluation and grading of interstitial lung diseases in correlation with CT-based visual scoring and pulmonary function tests[J]. Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine,2020,51(1):80.

(下转第 85 页)