

间质性肺疾病分类更新与影像学技术临床应用价值

王宇彤¹ 孙凯² (通讯作者)

1.山西医科大学 山西 太原 030001

2.山西医科大学第二医院 CT室 山西 太原 030001

【摘要】：间质性肺疾病（ILDs）属于一类异质性较强的疾病，临床表现与预后差异显著，精准分类与早期诊断是改善患者预后的关键。分子生物学、病理学以及影像学等相关技术取得迅猛发展，推动了ILDs的分类体系得到持续优化与完善，从传统的病因导向分类逐步转向“临床-影像-病理”（CRP）多维度整合分类，其中2025年欧洲呼吸学会（ERS）与美国胸科学会（ATS）共同发布的间质性肺炎（IPs）最新分类标准，更是对原有分类体系进行了重要更新与完善，实现了分类范畴、术语体系及诊断流程的全方位革新。与此同时，影像学技术在ILDs的诊断、鉴别分型、病情评价与治疗效果追踪中均占据关键地位，其发展已从传统胸部X线、普通CT，逐步拓展至高分辨率CT（HRCT）、定量CT（QCT）、磁共振成像（MRI）以及人工智能辅助诊断等多种技术并存的多元化格局，其临床应用价值不断提升。本文结合近年来ILDs分类的最新进展，系统分析各类影像学技术的临床应用价值，为ILDs的精准诊疗提供参考。

【关键词】：间质性肺疾病；分类更新；影像学技术

DOI:10.12417/2705-098X.26.09.097

间质性肺疾病（ILDs）是一类病理改变以肺泡壁、肺泡腔及肺间质出现炎症浸润与纤维化为主要特征的异质性疾病，其病因复杂多样，涵盖两百余种不同致病因素^[1]。ILDs在临床表现上缺乏典型特异性，以渐进性加重的呼吸困难、顽固性干咳为主要症状，部分患者可伴随杵状指、双肺底细湿啰音等体征，肺功能检测多呈现限制性通气功能障碍，同时伴有弥散功能显著下降，这些特征均增加了疾病诊断与分类的难度^[2]。ILDs的分类一直是临床诊疗的重点与难点，传统分类多基于病因或病理单一维度，存在分类不全面、鉴别困难等问题，难以满足临床精准诊疗的需求。影像学技术的快速发展为ILDs的分类鉴别、病情评估提供了重要支撑，HRCT已成为ILDs诊断的“影像学金标准”，QCT、AI辅助诊断等新技术的应用，进一步提升了分类的准确性和诊疗的精准度^[3]。

1 间质性肺疾病分类更新

1.1 分类范畴扩展--从特发性到全域覆盖

最大的突破是打破了既往仅针对“特发性间质性肺炎（IIPs）”的分类局限，将分类范畴扩展至所有间质性肺炎（IPs），包括继发性病因（如结缔组织病、药物暴露、过敏性肺炎、职业接触等）。这构建了“原发性/特发性IP”与“继发性IP”并行的二元框架，强调任何IP诊断均需先排除继发性病因，再考虑特发性诊断，从源头避免病因漏诊，使分类体系更具全面性和临床实用性^[4]。

1.2 术语体系革新--新增三大病理-影像模式

为使病理描述更精准，实现“模式定义”与“病因诊断”的分离，本次更新新增了三大病理-影像模式：一是细支气管中心性间质性肺炎（BIP），作为主要模式引入，取代部分过敏性肺炎（HP）的形态学描述，聚焦气道中心性病变更特征；二是

肺泡巨噬细胞肺炎（AMP），取代“脱屑性间质性肺炎（DIP）”，更准确反映肺泡内巨噬细胞异常聚集的病理本质；三是弥漫性肺泡损伤（DAD），取代“急性间质性肺炎（AIP）”，强调其作为急性肺损伤核心模式的属性^[5]。

1.3 分类框架重构--基于CT表型的二元分型

基于高分辨率CT（HRCT）表现，将IP分为两大模式，更贴合临床影像学实践，便于早期识别和分层管理。其一为间质性模式，包括UIP、NSIP、BIP、DAD、PPFE、LIP等，以纤维化病变为主，多与进展性肺纤维化相关，预后相对较差；其二为肺泡充盈模式，包括机化性肺炎（OP）、呼吸性细支气管炎-间质性肺病（RB-ILD）、AMP等，以细胞或液体异常充盈肺泡为主，部分对治疗反应较好。这种基于CT表型的分类方式，实现了分类与影像学技术的深度融合，为临床快速诊断和治疗决策提供了便利。

1.4 诊断流程规范--引入置信度等级

首次提出诊断置信度分级标准，将诊断结果分为明确诊断（≥90%）、临时诊断（51-89%）、无法分类（≤50%）三个等级，并强调多学科讨论（MDD）的重要性^[6]。即使是无法分类的ILD，也需记录鉴别诊断列表，为后续诊疗提供方向。这一规范使诊断过程从经验判断转向量化评估，降低了诊断变异性，进一步提升了分类诊断的准确性和规范性。

2 间质性肺疾病常用影像学技术及临床应用

2.1 传统影像学技术--基础筛查与初步评估

2.1.1 胸部X线检查

胸部X线作为ILDs筛查中最为基础的检查方式，凭借操作便捷、成本较低及无创性等优点，能够对肺间质病变的累及范围与基本形态进行初步判断。ILDs的X线典型表现为双肺

弥漫性网格状、条索状阴影，部分患者可出现磨玻璃影、结节影或蜂窝状改变，病变多分布于双肺中下叶或胸膜下区域。但胸部X线检查的空间分辨率较低，难以显示早期轻微的肺间质病变，对于磨玻璃影、细微网格影等早期特征性表现的识别能力有限，且无法区分不同亚型的ILDs，仅能作为ILDs的初步筛查工具，不能用于分类鉴别和早期诊断。在2025年新分类中，胸部X线主要用于ILDs的初步排查，对于X线检查异常者，需进一步行HRCT检查明确诊断和分类^[7]。

2.1.2 常规胸部CT检查

相较于传统胸部X线检查，常规胸部CT具备更高的空间分辨率，能够更为清晰地呈现肺间质病变的形态特征、分布区域及累及范围，可有效检出X线难以辨识的早期病变，例如轻度网格影与磨玻璃影等。在间质性肺疾病患者中，常规CT常表现为双肺弥漫分布的网格影、条索影，同时可伴随磨玻璃影、结节影、蜂窝样改变以及牵拉性支气管扩张等典型影像学征象，部分亚型可表现出特征性的分布特点。但常规CT的层厚较厚，难以显示肺小叶水平的细微结构，对于早期ILDs的诊断和亚型分类仍存在局限性^[8]。

2.1.3 高分辨率CT (HRCT) --ILDs 分类鉴别与诊断的金标准

HRCT采用薄层扫描和高空间频率算法重建，能清晰显示肺小叶水平的细微结构，包括小叶间隔、小叶内间质、肺泡壁等，是目前ILDs诊断、分类鉴别和病情评估的“金标准”，也是2025年ILDs新分类中明确推荐的核心影像学检查手段。HRCT不仅能准确识别ILDs的特征性影像学表现，还能结合病变的分布、形态和组合特征，为ILDs的亚型分类提供重要依据，与2025年新分类中基于CT表型的二元分型高度契合。

2.2 定量CT (QCT) --ILDs 量化评估的新手段

2.2.1 QCT 的核心量化指标

QCT用于ILDs评估的核心量化指标主要包括以下几类：

(1) 肺组织密度指标：包括平均肺密度(MLD)、肺密度直方图、低密度区(-950~-700HU)占比、高密度区(-700~-500HU)占比等^[9]。ILDs患者肺组织密度升高，MLD增大，高密度区占比增加，低密度区占比减少，这些指标可量化反映肺间质炎症和纤维化的程度。

(2) 病变范围指标：借助计算机智能软件对病灶区域进行自动分割与提取，能够对磨玻璃影、网格影、蜂窝影等病变的体积及其在全肺体积中的占比开展定量分析，从而实现对病变累及范围与严重程度的精准评价，有效降低了传统主观定性评估所带来的偏差与误差。

(3) 纤维化相关指标：包括肺纤维化指数(FI)、牵拉性支气管扩张的数量和程度、蜂窝影的数量和大小等，可量化反映肺纤维化的进展情况，为预后判断提供依据。

2.2.2 QCT 的临床应用价值

(1) 分类鉴别：QCT可通过量化指标区分不同亚型的ILDs。例如，IPF患者的蜂窝影数量、纤维化指数明显高于NSIP患者，而NSIP患者的磨玻璃影占比明显高于IPF患者；过敏性肺炎患者的小叶中心性结节数量和密度可通过QCT量化，与其他ILDs亚型进行鉴别。此外，QCT还可辅助区分特发性与继发性ILDs，为2025年新分类中“病因优先”的诊断原则提供支撑。

(2) 病情评估与预后判断：QCT所获取的各项量化指标，与间质性肺疾病患者的肺功能状态、临床症状表现及远期预后均存在显著相关性。以肺纤维化指数为例，其数值水平越高，通常提示患者肺组织受损程度越重，整体预后也相对更差；磨玻璃影占比越高，提示病变活动性越强，对治疗的反应可能越好。借助QCT相关量化指标的动态追踪与变化分析，能够在疾病早期及时发现病情进展趋势，为临床及时优化治疗策略、提升患者远期预后提供重要支撑。

2.3 磁共振成像 (MRI) --补充诊断与功能评估

2.3.1 MRI 的影像学表现

ILDs的MRI表现与HRCT相似，主要表现为双肺弥漫性网格状、条索状高信号影，磨玻璃样高信号影、蜂窝状高信号影及牵拉性支气管扩张等^[10]。T1WI序列可清晰显示肺间质的纤维化改变，T2WI序列可显示肺间质的炎症和水肿，增强扫描可显示病变的血供情况，有助于区分活动性炎症与陈旧性纤维化。

2.3.2 MRI 的临床应用价值

(1) 补充诊断：对于HRCT检查无法明确诊断或存在禁忌证的患者，MRI可作为补充手段，辅助ILDs的诊断和分类。例如，对于儿童ILDs患者，MRI可避免CT辐射对身体的损伤，同时显示病变的大致范围和形态，辅助分类鉴别；对于合并肺部血管病变的ILDs患者，MRI血管成像(MRA)可同时评估肺部血管情况，为病因诊断提供线索。

(2) 肺功能评估：MRI可通过动态成像技术(如肺动态MRI)评估肺的通气功能和弥散功能，量化肺的容积变化和通气不均匀性，为ILDs患者的肺功能评估提供补充，与肺功能检查相结合，可更全面地评估患者的病情。

(3) 疗效监测：MRI可动态观察治疗前后病变的信号变化，如磨玻璃样高信号影的吸收、网格状高信号影的稳定或减少，提示治疗有效，可作为HRCT的补充手段，用于长期随访患者的疗效监测，减少辐射暴露。

2.4 人工智能 (AI) 辅助诊断技术--ILDs 精准诊疗的新方向

2.4.1 AI 辅助诊断技术的核心应用场景

(1) 自动识别与分类鉴别：人工智能算法能够基于海量

ILDs 患者的 HRCT 影像数据进行深度学习, 自动识别并提取磨玻璃影、网格影、蜂窝影等具有诊断价值的典型影像学征象, 并根据影像学模式对 ILDs 进行亚型分类, 如区分 IPF、NSIP、COP 等。(2) 病变量化与病情评估: AI 技术可自动分割 ILDs 病变区域, 精准量化病变范围、纤维化程度等指标, 与 QCT 相比, AI 量化更快速、更精准, 可避免人为分割的误差。(3) 预后预测: AI 算法可结合 ILDs 患者的影像学特征、临床资料(如年龄、性别、肺功能指标)和实验室检查结果, 构建预后预测模型, 预测患者的疾病进展风险和生存期。

3 结论

间质性肺疾病具备高度异质性特征, 对其开展精准分型与早期识别, 是优化患者临床预后的核心环节。2025 年 ERS/ATS

联合发布的 ILDs 分类更新, 实现了分类范畴、术语体系、分类框架和诊断流程的全方位革新, 构建了“临床-影像-病理”多维度整合的分类体系, 为 ILDs 的精准化诊疗构建了更科学、系统的实施体系。影像学技术作为 ILDs 分类鉴别、病情评估和疗效监测的核心手段, 随着 HRCT、QCT、MRI 及 AI 辅助诊断技术的不断发展, 其临床应用价值不断提升。HRCT 作为“金标准”, 可精准识别 ILDs 的特征性影像学模式, 为分类鉴别提供重要依据; QCT 实现了病变的客观量化评估, 为病情评估和预后判断提供支撑; MRI 作为补充手段, 可避免辐射暴露, 辅助特殊人群的诊断和随访; 人工智能辅助诊断技术能够显著提升临床诊疗的效率与准确性, 已逐渐成为 ILDs 实现精准诊疗的重要发展方向。

参考文献:

- [1] Zhou Chengzhi, Deng Haiyi, Yang Yilin, et al. Cancer therapy-related interstitial lung disease[J]. 中华医学杂志英文版, 2025, 138(3): 264-277.
- [2] Brixey, Anupama Gupta, Oh, Andrea S., Alsamarraie, Aseel, et al. Pictorial Review of Fibrotic Interstitial Lung Disease on High-Resolution CT Scan and Updated Classification[J]. Chest: The Journal of Circulation, Respiration and Related Systems, 2024, 165(4): 908-923.
- [3] 张春芳, 刘王琰, 徐怡, 等. 多参数胸部 CT 在评估结缔组织疾病相关肺动脉高压预后中的价值[J]. 医学影像学杂志, 2025, 35(1): 53-57.
- [4] 张明霞, 李玲, 高兰, 等. 抗 Ro-52 抗体阳性与阴性特发性炎性肌病胸部高分辨率 CT 表现对照研究[J]. 中国医学影像学杂志, 2025, 33(1): 48-52, 62.
- [5] 高慧, 刘勇彬, 肖旻, 等. 肺间质性疾病 CT 严重度分级及与肺功能的相关性研究[J]. CT 理论与应用研究, 2025, 34(4): 598-603.
- [6] 柳洪亚, 祝洁, 刘晨, 等. 高分辨率 CT 影像组学分类诊断类风湿关节炎相关间质性肺疾病的效能[J]. 陆军军医大学学报, 2024, 46(8): 878-885.
- [7] 王珂, 冀韩英, 黄晓旗, 等. 定量 CT 对 CTD-ILA/ILD 的诊断效能[J]. CT 理论与应用研究, 2025, 34(4): 611-620.
- [8] Kris Lami, Mutsumi Ozasa, Xiangqian Che, et al. Enhancing Interstitial Lung Disease Diagnoses Through Multimodal AI Integration of Histopathological and CT Image Data[J]. Respirology, 2025, 30(8): 726-735.
- [9] Yann, Gaillandre, Alain, Duhamel, Thomas, Flohr, et al. Ultra-high resolution CT imaging of interstitial lung disease: impact of photon-counting CT in 112 patients[J]. European radiology, 2023, 33(8): 5528-5539.
- [10] 马震忠, 盛亚丹, 杨凯, 等. 皮肤炎/多发性肌炎相关间质性肺病高分辨率 CT 特征[J]. CT 理论与应用研究, 2024, 33(4): 497-502.