

非结核分枝杆菌肺病影像诊断专家共识

中国研究型医院学会感染与炎症放射专业委员会 中华医学会放射学分会传染病学组 中国医师协会放射医师分会感染影像专业委员会 中国性病艾滋病防治协会感染(传染病)影像工作委员会 中国医院协会传染病分会传染病影像学组 北京影像诊疗技术创新联盟 中国医药质量管理协会医学影像质量研究委员会

通信作者: 陈步东, 首都医科大学附属北京地坛医院放射科, 北京 100015, Email: budongchen@ccmu.edu.cn; 李宏军, 首都医科大学附属北京佑安医院放射科, 北京 100069, Email: lihongjun00113@ccmu.edu.cn

【摘要】 非结核分枝杆菌(NTM)可通过呼吸道、胃肠道及皮肤等途径侵入人体,肺部是最常见的发病部位之一。近年来,NTM肺病在我国呈快速增多趋势,成为威胁人们健康的重要公共卫生问题。影像学在NTM肺病的早期诊断中发挥着至关重要的作用。为了推动我国NTM肺病诊断与治疗工作规范、有效、安全地开展和推广,结合循证医学的方法学要求,多名感染与炎症、放射学、统计学专家共同参与制定NTM肺病的影像学诊断标准。该标准基于当前最新研究数据,综合临床实际情况,形成最终的影像学诊断推荐意见,以期为临床医师提供明确的诊断依据。

【关键词】 肺疾病;分枝杆菌感染;体层摄影术,X线计算机;诊断

Imaging diagnostic criteria of Non-Tuberculous Mycobacterial lung disease

Radiology Committee on Infectious and Inflammatory Disease, Chinese Research Hospital Association; Infectious Diseases Sub-branch, Radiology Branch, Chinese Medical Association; Committee on Radiology of Infection, Radiologist Branch, Chinese Medical Doctor Association; Radiology Committee on Infectious Disease, Chinese Association of STD and AIDS Prevention and Control; Radiology Sub-branch on Infectious Diseases, Infectious Diseases Branch, Chinese Hospital Association; Beijing Imaging Technology Innovation Alliance; China Quality Association for Pharmaceuticals Medical Imaging Quality Research Committee

Corresponding authors: CHEN Budong, Department of Radiology, Capital Medical University Beijing Ditan Hospital, Beijing 100015, China, Email: budongchen@ccmu.edu.cn; LI Hongjun, Department of Radiology, Capital Medical University Beijing Youan Hospital, Beijing 100069, China, Email: lihongjun00113@ccmu.edu.cn

【Abstract】 Non-Tuberculous Mycobacteria (NTM) can invade the human body through the respiratory tract, gastrointestinal tract, and skin, and the lung is one of the most commonly affected organs. In recent years, the number of patients with NTM lung disease has been increasing rapidly in our country, and it has become a significant public health issue that threatens people's health. Imaging plays a vital role in the early diagnosis of NTM lung disease. In order to promote the standardized, effective, and safe development and promotion of NTM lung disease diagnosis and treatment in our country, combined with the methodological requirements of evidence-based medicine, several infections and inflammation, radiology and statistics experts have jointly participated in the formulation of imaging diagnostic standards for NTM lung disease. This standard is based on the latest research data and comprehensive clinical conditions to form the final recommendations for imaging diagnosis to provide clinicians with a clear diagnosis basis.

【Key words】 Lung diseases; Mycobacterium infections; Tomography, X-ray computed; Diagnosis

非结核分枝杆菌 (non-tuberculous mycobacteria, NTM) 既往被称为非典型分枝杆菌、环境分枝杆菌, 是指分枝杆菌属中除结核分枝杆菌复合群, 即结核分枝杆菌、非洲分枝杆菌、牛分枝杆菌、天书分枝杆菌及麻风分枝杆菌以外的分枝杆菌, 常见类型包括: 鸟-胞内分枝杆菌复合群 (mycobacterium avium-intracellulare complex, MAC)、脓肿分枝杆菌 (mycobacterium abscessus)、堪萨斯分枝杆菌 (mycobacterium kansasii)、蟾蜍分枝杆菌 (mycobacterium xenopi)、偶发分枝杆菌 (mycobacterium fortuitum)、龟分枝杆菌 (mycobacterium chelonae) 等, 多属机会性致病菌, 可通过呼吸道、胃肠道及皮肤等途径侵入人体, 并侵袭肺部、皮肤软组织、淋巴结、骨骼等多部位, 肺部是最常见的发病部位之一^[1-2]。NTM 肺病的分布及患病率在不同国家、不同地区存在明显差异, 既往报道中发达国家较多见, 而发展中国家少见。我国历次结核病流行病学调查资料显示, NTM 分离率从 1990 年的 4.9% 升至 2010 年的 22.9%, 患病率呈明显上升趋势^[3-6]。NTM 肺病诊断金标准是呼吸道分泌物培养出分枝杆菌或抗酸染色检出抗酸杆菌后, 进行菌型鉴定明确为 NTM 感染; 但在临床工作中诊断效能不高, 容易误诊。NTM 肺病病程较长, 影像表现多样, 正确认识其特征性表现, 对明确诊断和改善预后至关重要。

2018 年 7 月至 2019 年 9 月, 首都医科大学附属北京佑安医院联合首都医科大学附属北京地坛医院等国内多家医院, 通过广泛征求有关专家与学者的意见并反复讨论, 综合文献报道和临床实际情况, 对 NTM 肺病的影像检查方法、表现及诊断依据等进行归纳总结形成共识, 以期在本病的影像诊断中发挥支撑作用。

一、影像检查方法

1. CT 检查: CT 平扫时, 患者多采用仰卧位, 身体置于床中间, 两臂上举抱头。扫描方式: 横断面连续扫描。扫描范围: 自胸廓入口至肺下界膈面。扫描参数: 管电压 120 kV; 管电流为自动毫安; 层厚 5.0 mm, 层间距 5.0 mm, 螺距 ≤ 1 。软组织窗和肺窗重建, 重建层厚 0.6 ~ 1.5 mm, 层间距 0.6 ~ 1.5 mm, 软组织窗采用软组织算法或标准算法, 肺窗采用肺或细节算法。软组织窗位 30 ~ 50 HU, 窗宽 250 ~ 350 HU; 肺窗窗位 -500 ~ -600 HU, 窗宽 1500 ~ 1700 HU; 必

要时骨窗重建, 窗位 300 ~ 600 HU, 窗宽 2000 ~ 3000 HU。CT 增强扫描: 对比剂用量成人采用 80 ~ 100 ml 非离子型含碘对比剂; 儿童按体质量 2 ml/kg 计算。注射方式用压力注射器静脉团注或快速手推加压团注。注射流率为 2.0 ~ 4.0 ml/s。注射对比剂后 20 s 开始扫描。其他扫描程序、参数与 CT 平扫相同。延迟扫描: 根据需要可在注射含碘对比剂后 60 s 及 90 s 延迟扫描。

2. 胸部 X 线检查: 嘱患者立位后前位。腹式呼吸深吸气后屏气曝光摄影。X 线中心线对应 T₆ 高度。摄影距离: 180 cm, 减小放大率。准直器: 采用复式准直器, 光野与照射野保持一致性。管电压: 100 ~ 125 kV, 常用 120 kV。使用滤线栅。

二、NTM 肺病的临床表现以及常规检查

1. 临床表现: NTM 肺病临床表现为咳嗽、咳痰、咯血、发热、气促或呼吸困难、乏力、盗汗、胸痛、体重减轻等, 无特异性, 部分患者无症状, 可于体检中发现肺内病变^[1-8]。本病好发于老年人、免疫功能低下者, 肺部已有结构性基础疾病患者多见, 如慢性阻塞性肺疾病、支气管扩张症、囊性纤维化、尘肺病、既往结核治疗史、肺泡蛋白沉着症患者等; 有吸烟史患者较多; 可合并糖尿病、肝病、肾病患者; 亦可见于恶性肿瘤患者、合并免疫缺陷或自身免疫疾病患者。

2. 实验室检查: 患者痰和 (或) 支气管肺泡灌洗液涂片染色检出抗酸杆菌, 通过分离培养、菌型鉴定、高效液相色谱法以及分子生物学鉴定 NTM^[1-2]。

3. 病理检查: 对穿刺或手术取得的标本进行病理检查, 检出抗酸杆菌, 可采用聚合酶链式反应、原位杂交或免疫组织化学进行菌型鉴定为 NTM。

三、影像表现

根据 NTM 肺病的影像征象主要分为以下类型^[9-52]。

1. 支气管扩张及结节为主型: 肺内病变以支气管扩张伴周围小叶中心结节为主 (图 1,2), 可合并空洞、斑片影、纤维条索灶及其他征象。支气管扩张及结节通常见于右肺中叶、左肺舌段, 常累及 3 个或以上肺叶, 也可无明显叶段倾向性; 结节以小叶中心结节为主, 对位于胸膜下; 支气管扩张与小叶中心结节同时存在, 多为小叶中心型柱状扩张, 管壁增厚, 扩张管腔内可有黏液栓, 周围可伴斑片影, 周围肺组织结构扭曲变形不明显。

2. 空洞为主型：肺内病变以空洞为主（图3,4），可合并支气管扩张、小叶中心结节、斑片影、纤维条索灶及其他征象。空洞通常多位于双肺上叶，以肺尖为主、胸膜下肺外带较多；空洞壁薄或厚薄不均匀，以薄壁多见，内壁不规则但较为光滑；空洞周围支气管非牵拉性扩张较多，卫星灶较少。

3. 实变为主型：以肺内斑片影及支气管播散灶为主（图5~8），可合并空洞、支气管扩张等。特点如下：斑片影及支气管播散灶多叶段受累，以双肺上叶尖后段、下叶背段为主；可合并支气管扩张，斑片影内可有空洞形成。

4. 其他特殊类型：（1）“热水浴”肺表现，为弥漫小叶中心性微结节和（或）磨玻璃影、肺内气体潴留，多是由于吸入被NTM污染的热水蒸汽引起的过敏性肺炎；（2）孤立结节型，较少见，肺内孤立性结节，无特异性表现；（3）合并获得性免疫缺陷综合征，肺内病灶具有明显播散性，斑片影、支气管播散灶、粟粒结节弥漫性分布较多，可合并纵隔和肺门淋巴结轻度肿大，胸腔积液少见。

四、诊断标准

1. 疑似NTM肺病：同时符合上述诊断依据中典型病史、临床表现，胸部影像检查发现肺内有支气管扩张、结节、空洞、斑片影、纤维条索灶等病变；痰和（或）支气管肺泡灌洗液涂片染色检出抗酸杆菌，或对穿刺或手术标本进行病理检查，抗酸

杆菌阳性，且接受正规抗结核治疗无效、多次痰检阳性的患者。

2. 影像诊断NTM肺病：（1）肺内病变符合支气管扩张及结节为主型的典型特点，即肺内病变以支气管扩张伴周围小叶中心结节为主，可合并空洞、斑片影、纤维条索灶及其他，经抗细菌治疗无效；（2）肺内病变符合空洞为主型的典型特点，即肺内病变以空洞为主，可合并支气管扩张、小叶中心结节、斑片影、纤维条索灶及其他征象；或同时符合支气管扩张及结节和空洞为主的典型特点；（3）肺内病变符合实变为主的典型特点，即肺内病变以斑片影及支气管播散灶为主，可合并空洞、支气管扩张，且经抗细菌治疗无效；（4）痰和（或）支气管肺泡灌洗液中涂片染色检出抗酸杆菌，接受正规抗结核治疗无效而反复排菌，或未经抗结核治疗，肺内病变进展缓慢。

3. 确诊NTM肺病：符合影像诊断NTM肺病患者，在确保标本无外源性污染的前提下，经实验室分离培养、菌型鉴定、高效液相色谱法以及分子生物学方法菌型鉴定证实为NTM感染。

五、鉴别诊断

NTM肺病的鉴别要点详见表1，影像诊断流程图9。

1. 继发性肺结核：（1）病灶多见于双肺上叶尖后段和（或）下叶背段，病变形态以浸润性实变、气道播散灶、空洞、纤维条索及支气管扩张

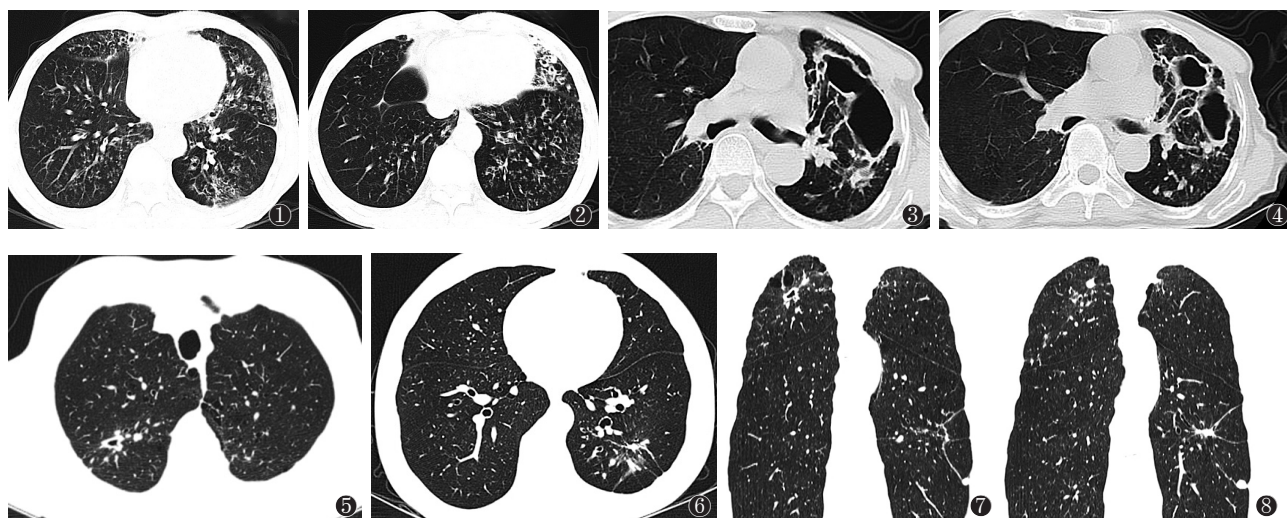


图1.2 支气管扩张及结节为主型NTM肺病胸部CT平扫，肺窗示双肺多发细支气管扩张，伴多发小叶中心结节，部分呈树芽征，右肺中叶、左舌叶及双肺下叶受累。图1显示左肺下叶及左舌叶可见斑片状磨玻璃密度影，右肺中叶可见斑片状实变影，其内伴细支气管扩张；图2显示左舌叶扩张细支气管管壁增厚。图3,4 空洞为主型NTM肺病胸部CT平扫，图3示引流支气管柱状扩张，余肺内无明显渗出性病灶和支气管播散灶；图4示左肺上叶薄壁空洞，内壁不规则但较为光滑。图5~8 实变为主型NTM肺病胸部CT平扫，图5、6横轴面肺窗；图7、8冠状面多平面重组（MPR）；右肺上叶尖后段（图5）和左肺下叶背段（图6）示多发斑片状实变，伴空洞形成，周围多发条索和卫星灶。

表1 NTM肺病与继发性肺结核和支气管扩张合并感染的影像表现鉴别

影像表现	NTM肺病	继发性肺结核	支气管扩张合并感染
常见征象	空洞、支气管扩张、小叶中心结节、浸润性实变	浸润性实变、气道播散灶、空洞、纤维条索、支气管扩张	支气管扩张、细支气管炎、小叶中心结节
空洞分布	双肺上叶为主，肺外周部分为主	双肺上叶尖后段、下叶背段为主	—
空洞形态特点	薄壁多见，可发展为厚壁空洞	厚壁多见	—
空洞周围肺野	浸润性病变少见、支气管播散灶少见	常在浸润性病变内形成空洞，或空洞周围伴较多支气管播散灶	—
支扩分布	≥3个肺叶，可以中叶及舌段为主，也可无叶段倾向性	以双肺上叶尖后段、下叶背段为主	受累肺叶较少，以中叶、舌段多见
支扩形态特点	柱状支扩为主，无周围肺结构扭曲	牵拉性支气管扩张为主，伴周围纤维条索、肺结构扭曲	柱状、囊状支扩可同时存在，无倾向性
浸润性病变特点	分布广泛，以双肺上叶为主，可合并空洞、支气管扩张	分布广泛，以双肺上叶尖后段、下叶背段为主，可合并空洞、纤维条索、支气管扩张	分布以扩张支气管周围、叶段性分布为主
胸膜肥厚	以肺内病变相邻部位胸膜增厚为主，基底部胸膜受累少见	胸膜可广泛受累	少见
胸腔积液	少见，几乎均合并胸膜增厚	常见	少见
纵隔、肺门淋巴结肿大	少见	常见	少见
肺内病变钙化	少见	常见	扩张支气管管壁可广泛钙化

注：—为无影像表现

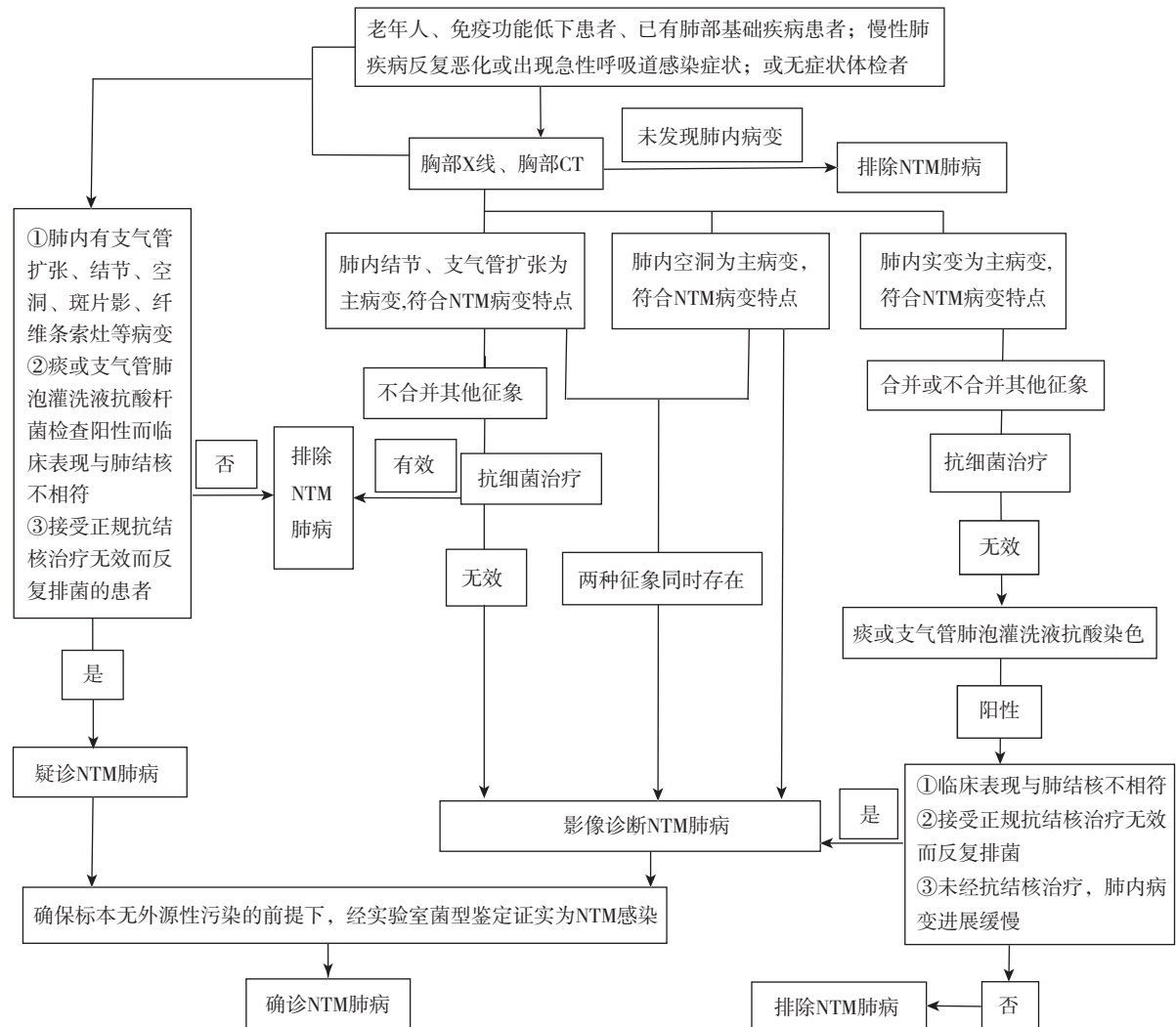


图9 NTM肺病影像诊断流程

多见^[25,53]; (2) 空洞多为厚壁, 且常于浸润性实变内形成空洞, 或空洞周围伴有较多支气管播散灶^[24-25,38,53]; (3) 支气管扩张以病变周围, 即双肺上叶尖后段和(或)下叶背段为主, 多为牵拉性支气管扩张, 伴周围纤维条索、肺组织结构扭曲^[25,38,53]; (4) 继发性肺结核浸润性实变分布广泛^[25,38,53], 胸膜受累广泛, 胸腔积液常见, 易合并纵隔、肺门淋巴结肿大; (5) 肺内病灶钙化多见。

2. 支气管扩张合并感染: NTM肺病结节支气管扩张型需与支气管扩张合并感染鉴别。(1) 支气管扩张合并感染表现为支气管扩张、细支气管炎及小叶中心结节^[29,43,46,52]。(2) 受累肺叶常较少, 以中叶、舌段多见, 柱状、囊状支气管扩张可同时存在, 无明显倾向性, 结节及浸润性病变分布以扩张支气管周围、叶段性分布为主^[29,43,46,52]。(3) 一般不合并胸膜肥厚、胸腔积液及纵隔、肺门淋巴结肿大。(4) 经短期抗感染治疗后肺内病变可明显好转。

执笔人员(按照姓氏拼音顺序排列): 陈步东(首都医科大学附属北京地坛医院); 陈辉(首都医科大学附属北京地坛医院); 杜艳妮(首都医科大学附属北京地坛医院); 谢汝明(首都医科大学附属北京地坛医院); 官宛华(广州市第八人民医院); 闫铄(首都医科大学附属北京地坛医院)

专家组成员(按照姓氏拼音顺序排列): 边杰(大连医科大学附属第二医院); 陈步东(首都医科大学附属北京地坛医院); 陈昊(南京中医药大学); 陈卉(首都医科大学); 崔光彬(空军军医大学唐都医院); 方伟军(广州市胸科医院); 冯艳玲(上海市公共卫生临床中心); 贺伟(首都医科大学附属北京胸科医院); 李宏军(首都医科大学附属北京佑安医院); 李莉(首都医科大学附属北京佑安医院); 李敏(江苏省苏州市第五人民医院); 刘晋新(广州市第八人民医院); 刘晶哲(清华大学第一附属医院); 刘强(山东省医学影像学研究所); 陆普选(深圳市慢性病防治中心); 路希维(大连市结核病医院); 吕岩(首都医科大学附属北京胸科医院); 邱小伟(南京第二医院汤山分院); 施裕新(上海市公共卫生临床中心); 谢海柱(烟台毓璜顶医院); 谢汝明(首都医科大学附属北京地坛医院); 许建荣(上海交通大学附属仁济医院); 殷小平(河北大学附属医院); 张娜(成都市公共卫生临床医疗中心); 周新华(首都医科大学附属北京胸科医院)

工作人员(按照姓氏拼音顺序排列): 关春爽(首都

医科大学附属北京地坛医院); 孙君(首都医科大学附属北京佑安医院); 王苏丹(首都医科大学附属北京佑安医院); 张紫欣(首都医科大学附属北京地坛医院)

参 考 文 献

- [1] 中华医学会结核病学分会, 中华结核和呼吸杂志编辑委员会. 非结核分枝杆菌病诊断与治疗专家共识[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2012, 35(8):572-580.
- [2] 唐神结. 非结核分枝杆菌病诊断与治疗专家共识解读[J]. 中国医刊, 2016, 51(3):21-24.
- [3] 全国结核病流行病学抽样调查技术指导组, 全国结核病流行病学抽样调查办公室. 2000年全国结核病流行病学抽样调查报告[J]. 中国防痨杂志, 2002, 24(2):18-22.
- [4] 王宇. 全国第五次结核病流行病学抽样调查资料汇编[M]. 北京: 军事医学科学出版社, 2011:15-18.
- [5] Bryant JM, Grogono DM, Rodriguez-Rincon D, et al. Emergence and spread of a human-transmissible multidrug-resistant nontuberculous mycobacterium[J]. Science, 2016, 354(6313):751-757.
- [6] Lai CC, Tan CK, Cheng A, et al. Nontuberculous mycobacterial infections in cancer patients in a medical center in Taiwan, 2005-2008[J]. Diagn Microbiol Infect Dis, 2012, 72(2):161-165.
- [7] Busatto C, Vianna JS, da Silva LV Junior, et al. Mycobacterium avium: an overview[J]. Tuberculosis (Edinb), 2019, 114:127-134.
- [8] Hsiao CH, Lin YT, Lai CC, et al. Clinicopathologic characteristics of nontuberculous mycobacterial lung disease in Taiwan[J]. Diagn Microbiol Infect Dis, 2010, 68(3):228-235.
- [9] 贺伟, 潘纪成, 周新华. 非结核分枝杆菌肺病的影像学表现[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2004, 27(8):53-56.
- [10] 吕平欣, 马大庆. 常见非结核分枝杆菌肺病的CT表现[J]. 中华放射学杂志, 2015, 49(3):238-240.
- [11] 冯峰, 张志勇, 施裕新, 等. AIDS合并结核与非结核分枝杆菌肺病CT影像表现[J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2012, 26(5):446-448.
- [12] 陈根铭, 赵双全, 朱少乾, 等. HRCT在非结核分枝杆菌肺病诊断及随访中的价值[J]. 放射学实践, 2013, 28(3):315-318.
- [13] 刘晋新, 唐小平, 张烈光, 等. 艾滋病合并非结核分枝杆菌肺病的胸部影像表现[J]. 中华放射学杂志, 2010, 44(9):937-939.
- [14] 朱莹, 张志勇, 施裕新, 等. 艾滋病合并分枝杆菌肺病的CT研究[J]. 中华放射学杂志, 2013, 47(1):23-27.
- [15] 官宛华, 刘晋新, 张烈光, 等. 艾滋病合并鸟-胞内分枝杆菌感染的胸部影像表现[J]. 中华放射学杂志, 2015, 49(1):33-36.
- [16] 姚岚, 郝晓晖, 唐神结, 等. 非结核分枝杆菌肺病144例的影像学特点分析[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2012, 35(8):615-616.
- [17] 宁峻岩, 刘新忠, 徐伟. 非结核分枝杆菌肺病与培阳肺结核的影像学表现对照分析[J]. 临床放射学杂志, 2016, 34(9):1406-1409.
- [18] 陈露, 史河水, 曲世林, 等. 非结核分枝杆菌肺病的MSCT表现[J]. 放射学实践, 2018, 33(2):161-165.
- [19] 宋敏, 刘文, 方伟军, 等. 非结核分枝杆菌肺病的MSCT

- 表现特点分析[J].实用放射学杂志, 2012, 28(9):1345-1349,1375.
- [20] 姚景江, 贺亚琼, 张亚林. 非结核分枝杆菌肺病的临床与MSCT表现[J].中国医学影像技术, 2017, 33(3):414-418.
- [21] 郭新枝, 王志刚, 陈裕, 等. 非结核分枝杆菌肺病的影像学特点[J].北京医学, 2012, 34(12):1087,1090.
- [22] 史景云. 非结核分枝杆菌肺病的影像学表现[C].2007年中国防痨协会全国学术会议论文集, 2007:126.
- [23] 吕圣秀. 非结核分枝杆菌肺病24例的CT表现[J].临床肺科杂志, 2008, 13(5):631-632.
- [24] 吕圣秀, 蒋克珉. 非结核分枝杆菌肺病39例X线征象[J].临床肺科杂志, 2003, 8(2):145.
- [25] 戴洁, 史景云, 梁莉, 等. 非结核分枝杆菌肺病的CT表现: 与继发性肺结核CT表现比较[J].中国防痨杂志, 2014, 36(8):706-709.
- [26] 马骏, 朱晓华, 孙希文, 等. 肺非结核分支杆菌病的CT征象分析[J].临床放射学杂志, 2008, 27(5):619-622.
- [27] 余庭山, 沈晓兰, 龙显荣, 等. 非结核分枝杆菌肺病与耐多药肺结核的CT影像对比分析[J].天津医药, 2017, 45(6):628-631.
- [28] 贾慧军. 非结核分枝杆菌肺病与肺结核的HRCT影像对照研究[D].广州:广州医科大学, 2015.
- [29] Koh WJ, Lee KS, Kwon OJ, et al. Bilateral bronchiectasis and bronchiolitis at thin-section CT: diagnostic implications in nontuberculous mycobacterial pulmonary infection[J]. Radiology, 2005, 235(1):282-288.
- [30] Chu HQ, Li B, Zhao L, et al. Chest imaging comparison between non-tuberculous and tuberculosis mycobacteria in sputum acid fast bacilli smear-positive patients[J]. Eur Rev Med Pharmacol Sci, 2015, 19(13):2429-2439.
- [31] Matveychuk A, Fuks L, Priess R, et al. Clinical and radiological features of *Mycobacterium kansasii* and other NTM infections[J]. Respir Med, 2012, 106(10):1472-1477.
- [32] Shu CC, Lee CH, Hsu CL, et al. Clinical characteristics and prognosis of nontuberculous mycobacterial lung disease with different radiographic patterns[J]. Lung, 2011, 189(6):467-474.
- [33] Okumura M, Iwai K, Ogata H, et al. Clinical factors on cavitary and nodular bronchiectatic types in pulmonary *Mycobacterium avium* complex disease[J]. Intern Med, 2008, 47(16):1465-1472.
- [34] Kim YK, Hahn S, Uh Y, et al. Comparable characteristics of tuberculous and non-tuberculous mycobacterial cavitary lung diseases[J]. Int J Tuberc Lung Dis, 2014, 18(6):725-729.
- [35] Hollings NP, Wells AU, Wilson R, et al. Comparative appearances of non-tuberculous mycobacteria species: a CT study[J]. Eur Radiol, 2002, 12(9):2211-2217.
- [36] Yuan MK, Chang CY, Tsai PH, et al. Comparative chest computed tomography findings of non-tuberculous mycobacterial lung diseases and pulmonary tuberculosis in patients with acid fast bacilli smear-positive sputum[J]. BMC Pulm Med, 2014, 14(1):65.
- [37] dos Santos RP, Scheid KL, Willers DM, et al. Comparative radiological features of disseminated disease due to *Mycobacterium tuberculosis* vs non-tuberculosis mycobacteria among AIDS patients in Brazil[J]. BMC Infect Dis, 2008, 8(2):24.
- [38] Kim C, Park SH, Oh SY, et al. Comparison of chest CT findings in nontuberculous mycobacterial diseases vs. *Mycobacterium tuberculosis* lung disease in HIV-negative patients with cavities[J]. PLoS One, 2017, 12(3): e0174240.
- [39] Park HY, Suh GY, Chung MP, et al. Comparison of clinical and radiographic characteristics between nodular bronchiectatic form of nontuberculous mycobacterial lung disease and diffuse panbronchiolitis[J]. J Korean Med Sci, 2009, 24(3):427-432.
- [40] Chung MJ, Lee KS, Koh WJ, et al. Drug-sensitive tuberculosis, multidrug-resistant tuberculosis, and nontuberculous mycobacterial pulmonary disease in non AIDS adults: comparisons of thin-section CT findings[J]. Eur Radiol, 2006, 16(9):1934-1941.
- [41] Carrillo MC, Patsios D, Wagnetz U, et al. Comparison of the spectrum of radiologic and clinical manifestations of pulmonary disease caused by *Mycobacterium avium* complex and *Mycobacterium xenopi*[J]. Can Assoc Radiol J, 2014, 65(3):207-213.
- [42] Polverosi R, Guarise A, Balestro E, et al. High-resolution CT of nontuberculous mycobacteria pulmonary infection in immunocompetent, non-HIV-positive patients[J]. Radiol Med, 2010, 115(2):191-204.
- [43] Ferrara I, Cappabianca S, Brunese L, et al. HRCT in detection of pulmonary infections from nontuberculous mycobacteria: personal experience[J]. Radiol Med, 2009, 114(3):376-389.
- [44] Kahkouee S, Esmi E, Moghadam A, et al. Multidrug resistant tuberculosis versus non-tuberculous mycobacterial infections: a CT-scan challenge[J]. Braz J Infect Dis, 2013, 17(2):137-142.
- [45] Takahashi M, Tsukamoto H, Kawamura T, et al. *Mycobacterium kansasii* pulmonary infection: CT findings in 29 cases[J]. Jpn J Radiol, 2012, 30(5):398-406.
- [46] Tsuji T, Tanaka E, Yasuda I, et al. Nontuberculous mycobacteria in diffuse panbronchiolitis[J]. Respirology, 2015, 20(1):80-86.
- [47] Jeong YJ, Lee KS, Koh WJ, et al. Nontuberculous mycobacterial pulmonary infection in immunocompetent patients: comparison of thin-section CT and histopathologic findings[J]. Radiology, 2004, 231(3):880-886.
- [48] Kwak N, Lee CH, Lee HJ, et al. Non-tuberculous mycobacterial lung disease: diagnosis based on computed tomography of the chest[J]. Eur Radiol, 2016, 26(12):4449-4456.
- [49] Lam DL, Kapnadak SG, Godwin JD, et al. Radiologic computed tomography features of *Mycobacterium abscessus* in cystic fibrosis[J]. Clin Respir J, 2018, 12(2):459-466.
- [50] Tanaka E, Amitani R, Niimi A, et al. Yield of computed tomography and bronchoscopy for the diagnosis of *Mycobacterium avium* complex pulmonary disease[J]. Am J Respir Crit Care Med, 1997, 155(6):2041-2046.
- [51] Miller WT Jr, Chatzkel J, Hewitt MG. Expiratory air trapping on thoracic computed tomography. A diagnostic subclassification[J]. Ann Am Thorac Soc, 2014, 11(6):874-881.
- [52] Miller WT Jr, Panosian JS. Causes and imaging patterns of tree-in-bud opacities[J]. Chest, 2013, 144(6):1883-1892.
- [53] 田佳枫, 许邦, 李奕, 等. 多层螺旋CT对非结核分枝杆菌肺病与活动性肺结核对照研究[J].右江民族医学院学报, 2020, 42(3):294-298.