

菌阳肺结核的影像研究进展

李星宇, 李建龙

延安大学附属医院, 放射科, 陕西 延安

收稿日期: 2022年7月3日; 录用日期: 2022年8月1日; 发布日期: 2022年8月8日

摘要

菌阳肺结核指在痰液或肺泡灌洗液中检出结核杆菌, 细菌学阳性是诊断活动性肺结核的金标准。既往在对活动性肺结核的诊断中存在细菌学阳性率不高的问题, 因此活动性肺结核的诊断多需要结合胸部影像表现。现对菌阳肺结核的胸部X线片及CT表现的研究进展进行综述, 以明确菌阳肺结核的影像表现。

关键词

菌阳肺结核, 涂阳肺结核, 影像表现, 综述

Progress in Imaging Studies of Bacterial-Positive Pulmonary Tuberculosis

Xingyu Li, Jianlong Li

Department of Imaging, Affiliated Hospital of Yan'an University, Yan'an Shaanxi

Received: Jul. 3rd, 2022; accepted: Aug. 1st, 2022; published: Aug. 8th, 2022

Abstract

Bacterial-positive pulmonary tuberculosis refers to the detection of *Mycobacterium tuberculosis* in sputum or bronchoalveolar lavage fluid, which is the gold standard for diagnosing active pulmonary tuberculosis. In the past, there was a problem of low bacterial positivity in the diagnosis of active pulmonary tuberculosis. Therefore, the diagnosis of active pulmonary tuberculosis often needs to be combined with chest imaging findings. This article reviews the research progress of chest X-ray and CT manifestations of bacterial-positive pulmonary tuberculosis, in order to clarify the imaging manifestations of bacterial-positive pulmonary tuberculosis.

Keywords

Bacterial-Positive Pulmonary Tuberculosis, Smear-Positive Pulmonary Tuberculosis, Imaging Manifestations, Review

Copyright © 2022 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

肺结核(pulmonary tuberculosis)是由结核菌感染引起的一种慢性传染性疾病。结核病的传染源主要是痰菌阳性的结核病患者[1]。世界卫生组织发布的2021年全球结核病报告中指出,在30个结核病高负担国家中,我国估算结核病发病数排第二位。结核病现仍是我国的常见病和多发病之一。菌阳肺结核指在痰液或肺泡灌洗液中检出结核杆菌[2],它是诊断活动性肺结核的金标准。但肺结核患者的细菌学阳性率较低,且在各个基层医疗机构中阳性率差异较大。因此,在临床诊疗中多根据临床症状及影像学表现来诊断或确定疑似结核患者[3]。

影像学在对肺结核的诊断及治疗监测、疗效评估方面有着必不可少的作用[4]。目前,X线胸片主要用于对肺结核的筛查,CT主要用于对活动性肺结核的诊断及治疗监测[5]。笔者综述了免疫功能正常的继发性菌阳肺结核患者病灶的CT特点,旨在明确菌阳肺结核患者的影像特征,客观评价各种CT征象在菌阳肺结核中的诊断价值。

2. 结节

在对肺结核的结节这一征象的研究中,各文章中采用的分类方法并不统一,因此部分研究结果有一定出入。彭程等人的研究中[6],根据结节病灶累及范围对该征象进行了评分,在HRCT扫描上,肺分为6个区(右肺和左肺的上、中、下区)。肺的这些区域被定义为隆突水平以上的“上区”;隆突水平与下肺静脉水平之间的“中区”;以及下肺静脉水平以下的“下区”。HRCT评分是通过目测每个区域的病变程度来确定的。评分基于每个记录的异常的肺实质的百分比:1)受累区域在25%以下;2)25%到50%;3)50%到75%;4)超过75%。给出充盈评分为1到4,然后将每个区域的评分相加,得到每个肺的HRCT总体充盈评分。这也是多数肺结核患者的影像评分方法,这项研究的结果是结节评分与痰涂片分级呈正强相关。Matsuoka S等人[7],根据AFB结果把173例肺结核患者根据痰菌载量多少分为4组:AFB阴性组、AFB可疑阳性组、AFB“+”组、AFB“++”及以上组,结果显示小叶中心结节和微结节在各组间无差异,但它们的分布范围随AFB阳性程度增高而增加,提示有支气管播散。而在Kosaka等人[8]的研究中AFB阳性和AFB阴性患者的小叶中心结节的检出率并没有差异,这可能是样本量较少的原因,这项研究仅纳入了48名患者。在Kim等人[9]的研究中结节是所有痰涂片阳性和阴性的所有患者中最常见的表现,但是两组之间也并没有显著的差异。Yeh[10]的研究显示,簇状结节、支气管周围腺泡影的检出率在阳性组显著高于阴性组,簇状结节的数量大于3在AFB阳性组高于阴性组,而小叶中心结节和树芽征的检出2组差异无统计学意义,并且在进一步的研究中,簇状结节或团块在预测中权重最大,而无小叶中心结节则可作为排除AFB阳性的一个独立预测因子。Ors等人[11]对61名男性肺结核患者HRCT图像的研究也显示结节是总分预测特性的最重要贡献者之一,即直径为4~10mm结节的积分在预测涂片阳性时位于首位,但是微结节(<4mm)在AFB阴性和阳性中的检出率中无显著差别。因此Ors等既往的研究最终认为结节的检出率对判断AFB阳性程度价值不大,尽管,但Ko JM等人[12]检出小叶中心小结节及树芽征的频率和范围,在痰AFB阳性组比AFB阴性组均明显增加,并随着AFB涂片分级的增加,小叶中心微结节、树芽出现的频率和范围也增加。但是也有研究认为树芽在涂阳患者中检出率更高[13]。

在对结节的描述中,部分文献中直接运用了结节这一概念,但是笔者认为这里对征象的描述并不准

确, 因为结节包括小叶中心结节、微结节、腺泡结节、纤维硬结、钙化结节, 它们的病理基础各不相同, 由于结核病的长期病程, 它们可能存在于同一患者的不同疾病时期, 因此可能对研究的结果造成干扰。部分研究将中小叶中心结节与树芽征归为一类, 因为它们都属于支气管播散性病变, 并且在多数研究中小叶中心结节、微结节及树芽征的发生率均与痰涂片结果无明显关系, 但是它的分布范围与痰涂片阳性程度显著相关, 而腺泡结节及直径 4~10 mm 的结节的检出率在两组间均有显著差异, 提示它对涂阳肺结核的预测作用, 进一步表明它与活动性及活动程度密切相关。活动性结核最常见的薄层 CT 表现之一就是小叶中央性微结节模式[14]。

3. 实变

实变是活动性肺结核常见的特异性表现, 在我国学者进行的一项研究中[15], 在痰菌阳性和痰菌阴性组中, 小叶实变、段及亚段实变、叶实变中, 仅段实变在两组间存在差异。在另一些研究中[16], 小叶实变的发生率在菌阳组明显高于菌阴组, 且菌阳组双肺受累者显著多于菌阴组。国外学者 Matsuoka S 等人的研究中[7], 实变随 AFB 数量的增加而增加, 累及 2 个以上肺叶的空洞或累及 3 个以上肺叶的实变均预示 AFB 阳性, 而 AFB 阴性与 AFB 轻微阳性则无法由 CT 表现来区分。并且在 Ors 等人[11]的研究中实变亦是 PTB 患者涂片阳性的预测因素。Yeh 等[10]在研究肺部病变的形态、数量和节段分布与痰涂片的关系时, 发现实变的检出率在阳性组显著高于阴性组, 段或亚段实变的数量大于 2 个肺段者在 AFB 阳性组高于阴性组, 并建立了预测涂片阳性的模型, 得出涉及右上叶前段、右上叶后段或左上叶尖后段的实变及实变累及右下叶或左下叶上段是预测抗酸杆菌(AFB)涂片阳性的独立危险因素。在 Ko JM 的研究中[12]痰涂片阳性及阴性组中发生实变的概率分别为 98% 和 81%, 且两组之间的差异具有统计学意义。

因此在多数研究中实变的发生概率及范围在菌阳和菌阴患者中均存在显著差异。实变在痰菌阳性患者中发生率更高, 但在菌阴组中实变也广泛存在, 同时实变的范围随痰菌阳性程度的增加而增加。

4. 空洞

空洞缩小或消失是评估肺结核治疗效果的重要指标[14], 作为肺结核的特征表现之一, 空洞一直是结核征象研究中的热点领域。我国的两位学者的研究中[15] [16], 菌阳组空洞的发生率均明显高于菌阴组, 而且主要是厚壁空洞的发生率。Matsuoka S 等人[7]之前的研究中空洞的检出率、数量及最大空洞尺寸在 AFB “++” 及以上组中明显高于其他三组, 而在其余三组间无差异, 空洞发生的频率随着 AFB 数量的增加而增加。但在涂阴组或低痰菌负荷组之间无显著差异。Ors 等人[11]认为空洞及支气管病变与涂阳肺结核显著相关, 并且是涂片阳性的预测因素。其中空洞积分与涂阳程度呈显著正相关($r = 0.62, P = 0.0001$)。涂阳程度与空洞平均直径、涂阳程度与空洞壁厚、涂阳程度与空洞到最近气道的距离均呈正相关($r = 0.6, P = 0.001, r = 0.42, P = 0.03, r = 0.65, P = 0.001$)。涂阳组和涂阴组空洞的平均直径分别为 66.6 mm 和 33.3 mm ($P = 0.31$), 平均空洞壁厚分别为 9.2 mm 和 6.4 mm ($P = 0.054$), 距离支气管距离为 2.9 cm 和 4.3 cm ($P = 0.016$)。因为在这篇文章中空洞的大小及洞壁厚度与痰菌阳性程度呈正相关, 因此厚壁空洞意味着高细菌负荷量, 且空洞与主气管的距离也是预测抗酸杆菌痰涂片阳性程度的因素。国外也有研究认为咳嗽与空洞容积及空洞接近气道相关[17]。而在印度尼西亚的一项基于 X 线胸片的研究中认为空洞的存在而不是空洞的大小对结果具有预测效能[18]。一项以纽约市人口为基础的研究中, 在 CXR 或 CT 上, 痰培养阴性 PTB 患者出现空洞的可能明显低于培养阳性患者[19]。并且在两组中, 胸部 CT 比 CXR 更常发现空洞。我国学者卢水华等人[20]对 83 例短程化疗结束后痰菌阴转的初治痰菌阳性肺结核病例中仍见有空洞及结核球存在的 78 例患者, 在 CT 引导下经皮肺穿刺对空洞壁或空洞内容物或结核球取材, 并进行细菌学检查, 结果 8 例标本为阳性, 其余 75 例均为阴性, 说明痰菌转阴后, 部分病灶仍持续存在结核杆菌。

空洞的检出与结核病灶是否活动没有必然关系。Ko JM 的研究中[12]空洞在痰涂片阳性和阴性组的检出率分别为 86% 和 33%，空洞检出个数两组间分别检出 1.5 ± 1.2 个和 0.4 ± 0.7 个，且两组间差异均有统计学意义。可以看出在检出率和病变范围上涂阳组空洞都要较涂阴组严重。Murthy SE [21]在对涂阳肺结核患者的治疗前胸部 X 光片进行回顾性分析时，发现无空洞患者的中位 TTP 即痰液培养物的阳性时间较有空洞患者的 117 小时(4.88 天)，多 26 小时。表明有空洞患者的细菌学负荷更高。

多个研究均证明，胸部 CT 较 X 线平片对空洞有着更高的检出率[22]，并且研究中空洞在涂阳与涂阴肺结核中存在差异，但是部分研究中只在痰菌负荷大的肺结核患者组与其他组中存在差异，故空洞与痰菌载量有密切关系，在痰菌载量更高时，空洞发生的可能性更大，并倾向于发生多发、更大、壁厚、靠近支气管的空洞。

5. 支气管病变

支气管病变包括支气管壁增厚、狭窄及支气管扩张等，是肺结核的常见表现，并且可能并发气管、支气管结核[1]。我国学者的研究中，气道壁增厚在涂阳组和涂阴组的发生率分别为 52% 和 30% [23]。为 Ors 等人[11]认为支气管病变也是预测痰涂阳性肺结核特性总分的重要贡献者之一。支气管病变可能是 PTB 患者涂片阳性的预测因素，但是由于支气管病变多继发于实变、空洞等，因此不能作为单独因素进行预测。但是因为空洞与主气管的距离也是预测抗酸杆菌痰涂片阳性程度的因素，这同时说明空洞与支气管病变的密切关系。Yeh 等人[10]的研究中，痰菌阳性组结核患者支气管壁增厚的比例显著高于阴性组，但 Yeh 的研究中支气管增厚也不是 AFB 阳性的预测因素。Kim 等人[9]的研究中，在涂阳组中支气管扩张更多见，且他们认为支气管扩张的 PTB 患者可能存在涂阳结核病的风险更高。

支气管壁增厚及支气管扩张多被认为在涂阳肺结核中发生率更高，且支气管病变在 Ors 等人的研究中，在多因素分析中，是对涂阳程度的预测因素之一，但同时这项研究中支气管病变几乎均同时与实变或其他 HRCT 异常发现同时发生，因此该研究认为支气管病变继发于相关的异常，不能对其单独进行考虑，但笔者目前尚未发现文章将这一征象与其他指标结合起来预测，这也可能是对于支气管病变进一步研究的方向。

6. 磨玻璃影

磨玻璃病变对活动性肺结核的诊断具有一定价值[24]，我国一学者在对 100 例肺结核患者的研究中发现涂阳组与涂阴组在磨玻璃病灶的发生率方面存在差异[25]。Ors 等人[11]对 61 名男性肺结核患者的 HRCT 图像研究中，磨玻璃影与涂阳 PTB 显著相关。Kosaka [8]和 Yeh [10]等人的研究中，磨玻璃影在阳性组的检出率也显著高于阴性组，因此磨玻璃影这一 HRCT 表现与涂阳肺结核显著相关。这与既往研究中认为磨玻璃影与病变活动性显著相关的结论一致，但是，磨玻璃影多提示为实变周围的非特异性炎症，它同样常见于各种感染性病变如病毒性肺炎，因此磨玻璃病变并非肺结核的特征性表现。

7. 结语

痰抗酸杆菌涂片是肺结核诊断中最常规的检查项目之一，痰涂片阳性程度与肺结核感染的程度及疾病的严重程度相关，部分研究认为影像学在一定程度上可反映痰菌的有无及其负荷量。总体而言，在多数研究中涂阳肺结核患者的胸部 X 光片及胸部 CT 的放射学严重程度与细菌负荷具有一定的相关。尤其是在结节、实变、空洞、支气管病变及磨玻璃病变这五种典型表现中，痰菌阳性患者的发生率及累及范围较痰菌阴性患者更高，部分表现的存在甚至是涂阳的预测因素。也有部分研究认为涂阳肺结核与涂阴肺结核中各种影像表现没有质的差别，只有量的差异[26]。因此，一定程度上放射学严重程度确实反映了

涂阳肺结核病的总体疾病严重程度,但我们仍然建议临床医生在解释放射学疾病程度的重要性时应谨慎,需进一步结合临床表现及其他检查。

参考文献

- [1] 中华医学会, 中华医学会杂志社, 中华医学会全科医学分会, 等. 肺结核基层诊疗指南(2018年) [J]. 中华全科医师杂志, 2019, 18(8): 709-717.
- [2] 肺结核诊断 WS 288-2017[J]. 中国感染控制杂志, 2018, 17(7): 642-652.
- [3] 陈大川(综述), 王在义(审校). 肺结核诊断的研究进展[J]. 临床肺科杂志, 2016(1): 145-148.
- [4] 宋其生, 路希伟, 王镇山, 等. CT 在肺结核疗效判断与随访观察中的应用评价[J]. 国际呼吸杂志, 2008, 28(24): 1482-1486.
- [5] 何玉麟, 许传军. 肺结核影像诊断标准[J]. 新发传染病电子杂志, 2021, 6(1): 1-6.
- [6] 彭程, 杨倩婷, 陆普选, 等. 涂阳活动性肺结核患者 HRCT 评分与细菌学及免疫学相关性分析[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2009, 7(2): 26-29.
- [7] Matsuoka, S., Uchiyama, K., Shima, H., *et al.* (2004) Relationship between CT Findings of Pulmonary Tuberculosis and the Number of Acid-Fast Bacilli on Sputum Smears. *Clinical Imaging*, **28**, 119-123. [https://doi.org/10.1016/S0899-7071\(03\)00148-7](https://doi.org/10.1016/S0899-7071(03)00148-7)
- [8] Kosaka, N., Sakai, T., Uematsu, H., *et al.* (2005) Specific High-Resolution Computed Tomography Findings Associated with Sputum Smear-Positive Pulmonary Tuberculosis. *Journal of Computer Assisted Tomography*, **29**, 801-804. <https://doi.org/10.1097/01.rct.0000184642.19421.a9>
- [9] Kim, J., Kim, M. and Ham, S.J.M. (2019) Clinical Characteristics and Chest Computed Tomography Findings of Smear-Positive and Smear-Negative Pulmonary Tuberculosis in Hospitalized Adult Patients. *Medicine (Baltimore)*, **98**, e16921. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000016921>
- [10] Yeh, J., Yu, J., Teng, W., *et al.* (2012) High-Resolution CT for Identify Patients with Smear-Positive, Active Pulmonary Tuberculosis. *European Journal of Radiology*, **81**, 195-201. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2010.09.040>
- [11] Ors, F., Deniz, O., Bozlar, U., *et al.* (2007) High-Resolution CT Findings in Patients with Pulmonary Tuberculosis: Correlation with the Degree of Smear Positivity. *Journal of Thoracic Imaging*, **22**, 154-159. <https://doi.org/10.1097/01.rti.0000213590.29472.ce>
- [12] Ko, J., Park, H., Kim, C., *et al.* (2015) The Relation between CT Findings and Sputum Microbiology Studies in Active Pulmonary Tuberculosis. *European Journal of Radiology*, **84**, 2339-2344. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2015.07.032>
- [13] 张蕊. 继发性初治涂阳与涂阴活动性肺结核的 CT 影像对照分析[J]. 中国保健营养, 2019, 29(5): 283.
- [14] 侯代伦, 谢汝明, 袁小东, 等. 肺结核病影像学诊断新进展[J]. 中国医疗设备, 2014(7): 1-6.
- [15] 路希伟, 伍建林, 张国庆, 等. 涂阴、涂阳活动性肺结核 CT 征象的对照研究[J]. 中国医学影像技术, 2007, 23(9): 1337-1341.
- [16] 熊艳. CT 在活动性菌阳肺结核与菌阴肺结核鉴别诊断中的应用价值[J]. 现代医学与健康研究(电子版), 2022, 6(9): 98-101.
- [17] Proaño, A., Bui, D., López, J., *et al.* (2018) Cough Frequency during Treatment Associated with Baseline Cavitory Volume and Proximity to the Airway in Pulmonary TB. *Chest*, **153**, 1358-1367. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2018.03.006>
- [18] Ralph, A., Ardian, M., Wiguna, A., *et al.* (2010) A Simple, Valid, Numerical Score for Grading Chest X-Ray Severity in Adult Smear-Positive Pulmonary Tuberculosis. *Thorax*, **65**, 863-869. <https://doi.org/10.1136/thx.2010.136242>
- [19] Nguyen, M., Levy, N., Ahuja, S., *et al.* (2019) Factors Associated with Sputum Culture-Negative vs Culture-Positive Diagnosis of Pulmonary Tuberculosis. *JAMA Network Open*, **2**, e187617. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2018.7617>
- [20] 卢水华, 王婷萍, 吕伟, 杜荣辉, 王汉香, 汪自然. 初治痰菌阳性肺结核疗程结束时空洞或结核球内细菌学分析 [J]. 中华结核和呼吸杂志, 2006, 29(12): 832-834.
- [21] Murthy, S., Chatterjee, F., Crook, A., *et al.* (2018) Pretreatment Chest X-Ray Severity and Its Relation to Bacterial Burden In Smear Positive Pulmonary Tuberculosis. *BMC Medicine*, **16**, Article No. 73. <https://doi.org/10.1186/s12916-018-1053-3>
- [22] Hernandez-Romieu, A., Little, B., Bernheim, A., *et al.* (2019) Increasing Number and Volume of Cavitory Lesions on

Chest Computed Tomography Are Associated with Prolonged Time to Culture Conversion in Pulmonary Tuberculosis. *Open Forum Infectious Diseases*, **6**, ofz232. <https://doi.org/10.1093/ofid/ofz232>

- [23] 蒙柳东, 赵艳兰, 熊文明, 等. 继发性初治涂阳与涂阴活动性肺结核 CT 影像对比分析[J]. 影像研究与医学应用, 2019, 3(14): 109-110.
- [24] 沈玉军. 活动性肺结核 CT 表现规律及其征象群在涂阴和涂阳活动性肺结核诊断中的价值[J]. 影像研究与医学应用, 2019, 3(3): 146-147.
- [25] 李刚毅, 杨正军, 黄华宇, 等. 继发性初治涂阳与涂阴活动性肺结核 CT 影像对比分析[J]. 影像研究与医学应用, 2021, 5(11): 191-192.
- [26] 张天华, 袁吉欣, 汤艳, 等. 继发性初治涂阳与涂阴活动性肺结核 CT 影像对比分析[J]. 临床肺科杂志, 2009, 14(10): 1285-1287.