

论 著

机器学习(人工智能)在经病理证实的肺结核病灶中的应用*

1.北京大学深圳医院医学影像科

(广东 深圳 518036)

2.深圳大学医学部生物医学工程学院

(广东 深圳 518060)

闫明艳¹ 李 娇¹ 戚玉龙¹刘维湘² 成官迅^{1,*}

【摘要】目的 采用经过机器学习的肺结节检测分析系统(0.4.2.1版本)和放射诊断医师两种方式, 分别对有病理结果的肺结核瘤病灶进行判读, 探讨当前人工智能在肺结核瘤病灶中的应用价值。方法 2014年4月至2018年10月期间就诊于北京大学深圳医院, 行胸部高分辨CT平扫且经病理证实, 共11例作为研究对象。(1)共纳入的11处病灶, 经过人工智能及传统放射医师两种方法对CT图像进行判读, 分为A、B两组。A组为AI组, B组采用2名胸部影像诊断方向的放射诊断医师。统计分析A、B两组对肺结核瘤病灶的检出情况。(2)对CT图像对应的病灶进行良恶性判断, 其中σ-Discover/Lung肺结节检测分析系统(0.4.2.1版本)以大于50%作为高恶性判断标准。结果 本研究共纳入11例肺结核患者, 共11处病灶。A组一共检出11处病灶, 其中4处结核病灶被诊断为高恶性, 漏检0处; B组一共检出10处病灶, 其中1处误判, 3处病灶未定性, 漏检1处病灶。肺结节检测分析系统(0.4.2.1版本)判断一共4处病灶恶性概率大于50%, 36.36%的肺结核病灶分析为高恶性概率。结论 肺结节检测分析系统对肺结核瘤病灶的检出具有较好的能力, 对肺结核瘤病灶的误判率有所减低但是仍高于放射诊断医师组。

【关键词】人工智能; 机器学习; 肺结节检测系统; 肺结核瘤; 检出率; 良恶性

【中图分类号】R521

【文献标识码】A

【基金项目】深圳市科创委基金项目

(JCYJ20160422113119640)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2021.08.022

Application of Machine learning in Pathologically Confirmed Tuberculosis Lesions*

YAN Ming-yan¹, LI Jiao¹, QI Yu-long¹, LIU Wei-xiang², CHENG Guan-xun^{1,*}.

1.Department of Medical Image, Peking University Shenzhen Hospital, Shenzhen 518036, Guangdong Province, China

2.School of Biomedical Engineering, Health Science Center, Shenzhen University, Shenzhen 518060, Guangdong Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the application value of machine learning in diagnosing pathologically confirmed pulmonary tuberculosis lesions. **Methods** A retrospective analysis was conducted to analysis the computed tomography images of patients with tuberculosis patients from April 2014 to October 2018 in Peking University Shenzhen hospital. CT images were retrospectively analyzed by two methods and divided into two groups, A and B. The group A was analyzed by σ-Discover/Lung pulmonary nodule detection and analysis system (0.4.2.1) (more than 50% as a high malignant criterion). The group B was analyzed by two experienced chest radiologists. **Results** A total of 11 patients with pulmonary tuberculosis were enrolled in the study, with a total of 11 lesions. All lesions were detected in the group A. Ten lesions were detected in the group B and one lesion was missed. The detection rate of lesions in the group A was 100%, and the rate of false positive diagnosis was 36.36%. The detection rate of lesions in the group B was 90.91%, the rate of false positive diagnosis was 10.00%, and the rate of missed diagnosis was 9.09%. The pulmonary nodule detection and analysis system judged that the total malignant probability of 4 lesions was greater than 50%, and 36.36% of benign lung lesions were analyzed for high malignant probability. **Conclusion** The pulmonary nodule detection and analysis system has a good ability to detect the lesions of pulmonary tuberculosis patients. The current accuracy of diagnosis of benign lesions is reduced but still higher than radiologists.

Keywords: Machine Learning; Pulmonary Nodule Detection and Analysis System; Tuberculosis; Detection Rate; the Rate of Missed Diagnosis; Benign and Malignant

结核病是世界上最古老、最严重的传染病之一, 尽管它是一种可治愈的疾病, 但是二十世纪以来结核病一直被列为全球十大死因之一, 其中肺结核占总病例的80%^[1-2]。将结核病灶及时准确地检出对患者的健康大有裨益。人工智能, 意味着通过机器学习使用计算机以最少的人为干预来模拟智能行为, 已经广泛应用于各种医学领域, 如机器人、医学诊断、医学统计和人类生物学。医学中的人工智能有两个主要分支: 虚拟和物理, 其中在医学影像学的应用-计算机辅助诊断系统, 如胸片、乳腺X线摄影、肝脏、脑胶质瘤、心脏成像, 就属于虚拟分支^[3-7]。基于此, 本研究将探索目前深度学习在CT图像上能否自动判断肺结核(TB-AI-CT), 将病理证实的病灶分别经AI及胸部影像诊断医师检测分析, 结果进行比较, 以评估目前TB-AI-CT的诊断效果。

1 资料与方法

1.1 研究对象 将北京大学深圳医院从2014年4月至2018年10月收治的肺结核患者作为研究对象, 共纳入11例患者(男8例, 女3例), 年龄27~66岁, 平均年龄(45.8±11.3)岁。

纳入标准: 行胸部HRCT平扫检查; 病灶直径≤3cm; 病理诊断为肺结核。排除标准: 剔除肺炎等大片状阴影的病例。

1.2 研究方法

1.2.1 肺结核瘤病灶的检出 回顾性分析11例患者的CT图像, 采用A、B两组不同方式。A组为AI组, 采用经过机器学习的σ-Discover/Lung肺结节检测分析系统

【第一作者】闫明艳, 女, 主要研究方向: 心胸影像诊断。E-mail: yanmingyan611@163.com

【通讯作者】成官迅, 男, 主任医师, 主要研究方向: 心胸影像诊断。E-mail: chengguanxun@outlook.com

(0.4.2.1版本)对病灶进行检测分析，B组为放射诊断医师组，由2名胸部影像诊断方向的放射诊断医师共同阅片。统计分析A、B两组对肺结核瘤病灶的检出情况。

1.2.2 肺结核瘤病灶良恶性的判定 两组分别回顾性判阅病灶的CT图像，其中σ-Discover/Lung肺结节检测分析系统(0.4.2.1版本)以恶性概率>50%作为高恶性判断标准。

1.3 统计学分析 所有数据采用SPSS 22.0软件进行分析处理，计量资料(年龄)采用($\bar{x} \pm s$)表示。计数资料以%表示，计算病灶检出率、误判率和漏诊率。

2 结果

2.1 肺结核瘤病灶检出情况 共11处病灶被纳入纳入。经检测分析，A组一共检出11处病灶，漏检0处；B组一共检出10处病灶，漏检1处。A组对肺结核瘤病灶的检出率为100%，漏诊率为0%；B组对病灶的检出率为90.91%，漏诊率为9.09%，见表1。

2.2 肺结核瘤病灶良恶性的判定 AI组肺结节检测分析系统判断病灶恶性概率分布如表2所示，11处病灶中一共4处病灶

恶性概率大于50%，36.36%的肺结核病灶被分析为高恶性概率。放射诊断医师组将1处病灶考虑为恶性肿瘤病灶，4处病灶未定性，误判率为10%，40%的病灶未定性。

表2 病灶良恶性判定分布情况

患者编号	病灶恶性概率(%)
1	38
2	30
3	45
4	58
5	90
6	46
7	25
8	58
9	37
10	1
11	90

表1 A、B两组病灶检出情况

组别	检出病灶个数	误判病灶个数	漏检病灶个数	总计	检出率(%)	误判率(%)	漏诊率(%)
A组	11	4	0	11	100	36.36	0
B组	10	1	1	11	90.91	10.00	9.09

2.3 部分病例展示 典型病例系统影像分析结果见图1~图4。例一：AI组良恶性判断错误。52岁，男性。影像诊断：左肺上叶尖后段结节，未见明确强化，结核球可能。肺结节检测分析系统报告：左肺上叶见实性结节一枚，未见中心性钙化；肺癌可能性：90%，高度风险，见图1。例二：两组都判断正确。

27岁，女性。影像诊断：双肺上叶感染性病变，结核可能，并右上叶结核球形成，建议进一步检查。肺结节检测分析系统报告：右肺上叶见实性结节一枚，未见中心性钙化；肺癌可能性：45%，中度风险，见图2。例三：放射诊断医师组漏诊。48岁，女性。放射诊断医师组漏诊。肺结节检测分析系统报

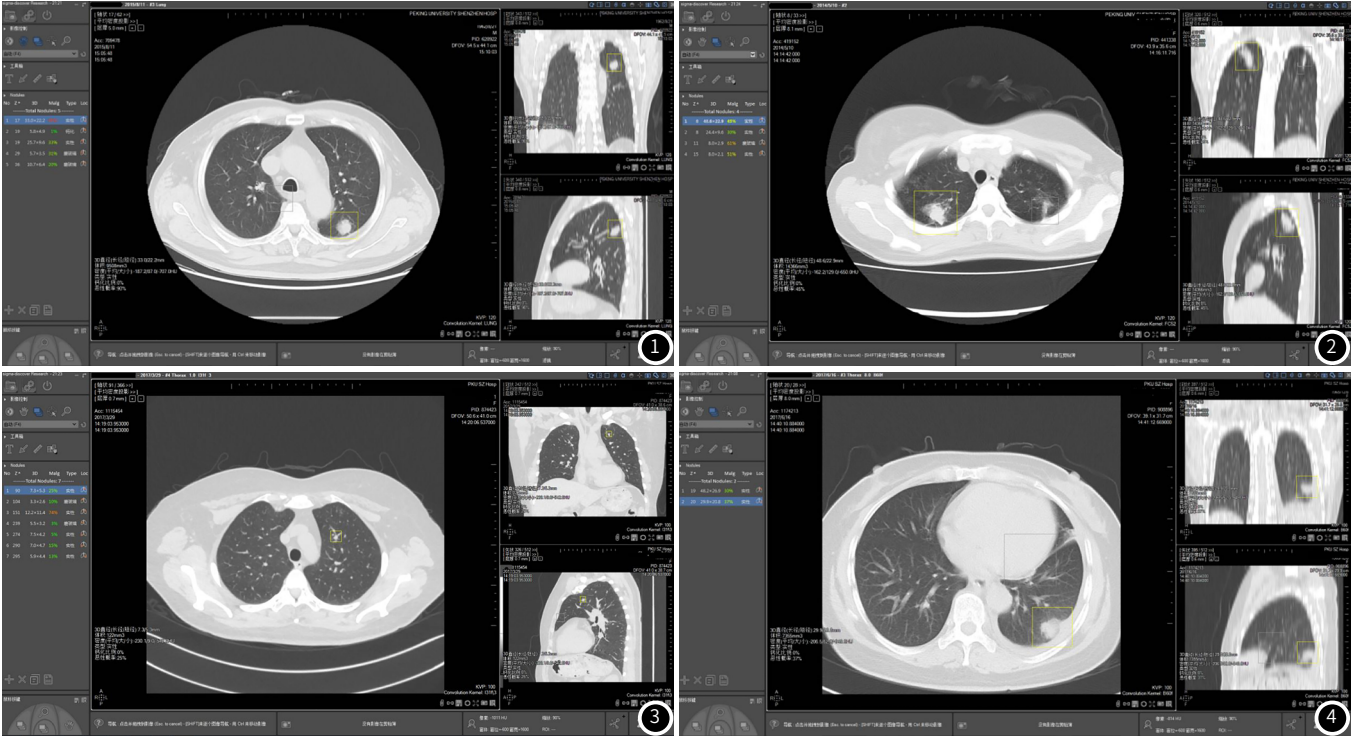


图1 肺结节检测分析系统判定左肺上叶尖后段病灶有90%的恶性概率。图2 右肺上叶结核。图3 左肺上叶结核。图4 左肺下叶结核。

告：左肺上叶见实性结节一枚,未见中心性钙化。恶性风险：25% 低等风险,见图3。例四：放射诊断医师组良恶性判断错误。51岁,女性。影像诊断：左肺下叶后基底段占位,考虑恶性肿瘤性病变,建议穿刺活检。肺结节检测分析系统报告：左肺下叶见实性结节一枚,未见中心性钙化。恶性风险：37% 中等风险,见图4。

3 讨论

肺结核仍是世界范围内的主要公共卫生问题,病灶最早的检出及正确判断良恶性对患者的治疗方式有极大的影响。本研究采用回顾性研究方法,分析经病理证实的病灶的胸部HRCT图像,对比AI组和放射诊断医师组对结核瘤的检出及对病灶良恶性判定能力。本研究结果显示,A组对病变的检出率稍高于B组,但是其误判率明显高于B组。A组判断有4处(共11处)病变恶性概率大于50%,36.36%的肺良性病变分析为高恶性概率。

本研究结果表明,目前经过进一步机器学习的 σ -Discover/Lung肺结节检测分析系统(0.4.2.1版本)对肺结核瘤病变有良好的检出率,在良恶性的判别仍有进步空间,但是已经比 σ -Discover/Lung肺结节检测分析系统(0.2版本)57.10%的误判率有了明显提高^[8],可以看到结核病灶检出及良恶性判定的能力有了进步。计算机深度学习算法可以随着数据而扩展,本研究结果说明该系统可能需要继续增加学习数目,学习算法进一步改进升级,进而减轻放射诊断医师繁重的工作量,提高阅片效率。

本研究弥补了上一次研究的部分不足,新增病理报告结果,但是同时也存在不足,限于临床现状,本研究有病理结果的病例数量较少。

综上所述,经过机器学习的肺结节检测分析系统(0.4.2.1版本)对肺结核瘤病变的检出具有较好的能力,误判率高于放

射诊断医生,但是与上一版本相比有了明显进步。通过机器深度学习,计算机辅助诊断系统在肺结核病变中的应用(TB-AI-CT)会有长足的进步,通过“AI+放射诊断医生”的阅片模式,在兼顾敏感性和特异性的情况下提高阅片效率。

参考文献

- [1] Cunha L, Rodrigues S, Rosa D A, et al. Inhalable chitosan microparticles for simultaneous delivery of isoniazid and rifabutin in lung tuberculosis treatment [J]. Drug Dev Ind Pharm, 2019, 45 (8): 1313-1320.
- [2] Liang Z, Ni R, Zhou J, et al. Recent advances in controlled pulmonary drug delivery [J]. Drug Discov Today, 2015, 20 (3): 380-389.
- [3] Holmes J H, Sacchi L, Bellazzi R, et al. Artificial intelligence in medicine AIME 2015 [J]. Artif Intell Med, 2017, 81: 1-2.
- [4] Lakhani P, Sundaram B. Deep learning at chest radiography: Automated classification of pulmonary tuberculosis by using convolutional neural networks [J]. Radiology, 2017, 284 (2): 574-582.
- [5] Nishikawa R M. Current status and future directions of computer-aided diagnosis in mammography [J]. Comput Med Imaging Graph, 2007, 31 (4-5): 224-235.
- [6] Kligerman S, Cai L, White C S. The effect of computer-aided detection on radiologist performance in the detection of lung cancers previously missed on a chest radiograph [J]. J Thorac Imaging, 2013, 28 (4): 244-252.
- [7] Massalha S, Clarkin O, Thornhill R, et al. Decision support tools, systems, and artificial intelligence in cardiac imaging [J]. Can J Cardiol, 2018, 34 (7): 827-838.
- [8] 闫明艳, 陈根铭, 赖超, 等. 人工智能对肺结核患者病变检出及定性诊断价值研究 [J]. 新发传染病电子杂志, 2018, 3 (4): 214-217.

(收稿日期: 2019-07-09)