

论 著

基于人工智能技术的肺部CT扫描在肺结节筛查及良恶性鉴别诊断中的应用分析

刘亚斌¹ 周 围¹ 白 琛¹
周成香^{2,*}1.成都医学院第一附属医院放射科
(四川 成都 610500)2.成都医学院第一附属医院超声科
(四川 成都 610500)

【摘要】目的 分析基于人工智能(AI)技术的肺部X线计算机断层摄影(CT)扫描在肺结节筛查及良恶性鉴别诊断中的应用价值。方法 回顾性分析2017年3月至2019年12月我院127例行肺部CT扫描的肺结节患者临床资料。记录经病理检查及临床判断的肺结节良恶性状况,分析基于AI技术CT扫描与专业医师CT扫描对良恶性肺结节的诊断价值;并由AI技术影像报告及2名专业医师确定真阳性结节,分别比较基于AI技术CT扫描与专业医师CT扫描对真阳性结节的检出情况。结果 127例患者中103例(114个病灶)经病理检查确诊,24例(37个病灶)经临床治疗及随访确诊;基于AI技术CT扫描诊断良恶性肺结节的准确率为95.36%,Kappa值为0.905,完全一致;专业医师CT扫描诊断良恶性肺结节的准确率为96.03%,Kappa值为0.919,完全一致;AI技术及专业医师对良恶性肺结节均具有极高的诊断价值。127例患者共发现548个真阳性结节,基于AI技术CT扫描检出540个(98.54%),专业医师CT扫描检出255个(46.53%),基于AI技术CT扫描对真阳性结节的漏诊率明显低于专业医师($P<0.05$),但误诊率明显高于专业医师($P<0.05$)。专业医师CT扫描对不同直径真阳性结节检出率均低于基于AI技术CT扫描($P<0.05$),对实性和磨玻璃真阳性结节检出率也低于基于AI技术CT扫描($P<0.05$)。结论 基于AI技术CT扫描对肺结节筛查效果较好,虽然假阳性率偏高,但也能有效鉴别良恶性结节,临床应用价值较高。

【关键词】肺结节; CT; AI技术; 筛查

【中图分类号】R445.3; R563

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2022.09.019

Application of Lung CT Scan Based on Artificial Intelligence Technology in Lung Nodule Screening And Benign And Malignant Differential Diagnosis

LIU Ya-bin¹, ZHOU Wei¹, BAI Chen¹, ZHOU Cheng-xiang^{2,*}.

1.Department of Radiology, The First Affiliated Hospital of Chengdu Medical College, Chengdu 610500, Sichuan Province, China

2.Department of Ultrasound, The First Affiliated Hospital of Chengdu Medical College, Chengdu 610500, Sichuan Province, China

ABSTRACT

Objective To analyze the application value of lung X-ray computed tomography (CT) scan based on artificial intelligence (AI) technology in lung nodule screening and benign and malignant differential diagnosis.

Methods The clinical data of 127 patients with lung nodules who underwent lung CT scan from March 2017 to December 2019 in our hospital were retrospectively analyzed. The benign and malignant status of lung nodules after pathological examination and clinical judgment were recorded, and the diagnostic value of CT scan based on AI technology and CT scan by professional physicians on benign and malignant lung nodules was analyzed. The true positive nodules were determined by AI technology imaging report and two professional physicians, and the detection conditions of true positive nodules by CT scan based on AI technology and CT scan by professional physicians were compared. **Results** Among 127 patients, 103 case (114 lesions) were diagnosed by pathological examination, and 24 cases (37 lesions) were diagnosed by clinical treatment and follow-up. The accuracy rate of CT scan based on AI technology was 95.36% in the diagnosis of benign and malignant lung nodules, and the Kappa value was 0.905, with complete consistency. The accuracy rate of CT scan by professional physicians was 96.03% in the diagnosis of benign and malignant lung nodules, and the Kappa value was 0.919, with complete consistency. AI technology and professional physicians had extremely high diagnostic value on benign and malignant lung nodules. A total of 548 true positive nodules were found among 127 patients, and 540 nodules (98.54%) were detected by CT scan based on AI technology and 255 nodules (46.53%) were detected by CT scan by professional physicians. The missed diagnosis rate of CT scan based on AI technology was significantly lower than that of professional physicians ($P<0.05$), but the misdiagnosis rate was significantly higher than that of professional physicians ($P<0.05$). The detection rate of CT scan by professional physicians for true positive nodules of different diameters was lower than that of CT scan based on AI technology ($P<0.05$), and the detection rate of solid and ground-glass true positive nodules was also lower than that of CT scan based on AI technology ($P<0.05$). **Conclusion** CT scan based on AI technology has a good effect on lung nodule screening. Although the false positive rate is high, it can also effectively identify benign and malignant nodules and has a high clinical application value.

Keywords: Lung Nodules; CT; AI Technology; Screening

目前, X线计算机断层摄影(CT)已在临床广泛应用,在疾病筛查及诊疗中发挥重要作用,CT对肺结节的定性诊断价值也得到临床的认可^[1]。但多发肺结节在临床较为常见,对于体积较小的肺结节,CT扫描易漏诊,可能造成诊疗延误,影响患者预后^[2]。近年,人工智能(AI)技术逐渐应用于医疗体系,利用AI技术算法诊断肺结节,也是临床关注的热点,该技术能辅助影像科医师快速、准确发现肺结节,降低漏诊率,对肺结节筛查有利^[3]。基于此,本研究回顾性分析我院127例行肺部CT扫描的肺结节患者临床资料,以评估AI技术的应用价值,为肺结节筛查提供新思路,现将研究结果报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2017年3月至2019年12月我院127例行肺部CT扫描的肺结节患者临床资料。

纳入标准:经肺部CT扫描见非钙化结节,经病理检查或临床治疗、随访等确诊;CT图像清晰、病灶明确;临床资料完整。排除标准:伴弥漫性转移、间质性肺病;病灶出现广泛瘢痕形成、纤维化、水肿;CT扫描难以确认病灶或不能进行标记。127例肺结节患者男性75例,女性52例;年龄42~76(62.19±12.39)岁。

1.2 方法 经Siemens somatom definition AS+128排螺旋CT和飞利浦MX 16 EVO螺旋CT行肺部扫描,扫描由胸廓入口至肺底部,扫描均在患者一次吸气后屏气完成;扫描参数,管电压120kV,管电流200mA,层厚5mm,螺距1.375:1,矩阵512×512,视野360mm,重建层厚1.5mm。基于AI技术CT扫描:采用深睿医疗公司生产的AI软件,将患者肺部CT扫描图像导入软件工作站,由系统自动批量完成肺结节识别、标记。专业医师CT扫描:以双盲法,由两名高年资影像科专业医师对原始肺部CT扫描图像进行分析,以2者报告一致视为有效,否则与另一名高年资医师进行探讨后,得出最终结论;肺结节

【第一作者】刘亚斌,男,副主任医师,主要研究方向:呼吸系统常见病与疑难病的影像诊断与鉴别诊断。E-mail: liuyabin198206@163.com

【通讯作者】周成香,女,副主任医师,主要研究方向:超声影像人工智能分析,胸部及浅表器官超声诊断及介入诊治。E-mail: 25889002@qq.com

定性定量判断参考《胸部CT肺结节数据标注与质量控制专家共识(2018)》^[4]相关标准。真阳性结节判断标准：在基于AI技术CT扫描影像图及报告中，两名高年资影像科专业医师在横断面观察，发现可疑病灶后，参考多平面重建、局部三维重建等图像，确定肺结节，以2者报告一致视为有效。

1.3 统计学方法 采用SPSS 22.0软件分析数据，计数资料以n(%)表示，比较采用 χ^2 检验或精确概率法；计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示；使用Kappa值评估一致性，0.81~1.00完全一致，0.61~0.80基本一致，0.41~0.60中等一致，0.21~0.40一般一致，0.00~0.20轻度一致； $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基于AI技术CT扫描与专业医师CT扫描对良恶性肺结节的诊断价值 127例患者中103例(114个病灶)经病理检查确诊，24例(37个病灶)经临床治疗及随访确诊；基于AI技术CT扫描诊断良恶性肺结节的准确率为95.36%，Kappa值为0.905，完全一致；专业医师CT扫描诊断良恶性肺结节的准确率为96.03%，Kappa值为0.919，完全一致；AI技术及专业医师对良恶性肺结节均具有极高的诊断价值，见表1~表2。

表1 基于AI技术CT扫描对良恶性肺结节的诊断价值

AI技术	确诊		合计
	恶性	良性	
恶性	84	5	89
良性	2	60	62
合计	86	65	151

表2 专业医师CT扫描对良恶性肺结节的诊断价值

专业医师	确诊		合计
	恶性	良性	
恶性	83	3	86
良性	3	62	65
合计	86	65	151

2.2 基于AI技术CT扫描与专业医师CT扫描对真阳性结节的诊断价值 127例患者共发现548个真阳性结节，基于AI技术CT扫描

描检出540个(98.54%)，专业医师CT扫描检出255个(46.53%)，基于AI技术CT扫描对真阳性结节的漏诊率明显低于专业医师($P < 0.05$)，但误诊率明显高于专业医师($P < 0.05$)，见表3。

2.3 基于AI技术CT扫描与专业医师CT扫描对不同直径真阳性结节的诊断价值 专业医师CT扫描对直径 >10 mm真阳性结节检出率最高，对直径 <5 mm真阳性结节检出率最低，但对不同直径真阳性结节检出率均低于基于AI技术CT扫描($P < 0.05$)，见表4。

2.4 基于AI技术CT扫描与专业医师CT扫描对不同性质真阳性结节的诊断价值 专业医师CT扫描对部分实性真阳性结节检出率最高，对实性真阳性结节检出率最低，且对实性和磨玻璃真阳性结节检出率均低于基于AI技术CT扫描($P < 0.05$)，见表5。

表3 基于AI技术CT扫描与专业医师CT扫描对真阳性结节的诊断价值

项目	检出	漏诊	误诊	合计
AI技术	540(98.54)	8(1.46)	559(50.50)	1107
专业医师	255(46.53)	293(53.47)	2(0.36)	550
χ^2	372.020		412.392	
P	< 0.001		< 0.001	

表4 基于AI技术CT扫描与专业医师CT扫描对不同直径真阳性结节的诊断价值

直径	个数	AI技术检出	专业医师检出	χ^2	P
<5 mm	251	243(96.81)	51(20.32)	302.619	< 0.001
5~10mm	174	174(100.00)	87(50.00)	116.00	< 0.001
>10 mm	123	123(100.00)	117(95.12)	-	0.015

注：“-”为精确概率法

表5 基于AI技术CT扫描与专业医师CT扫描对不同性质真阳性结节的诊断价值

性质	个数	AI技术检出	专业医师检出	χ^2	P
实性	306	299(97.71)	121(39.54)	240.459	< 0.001
磨玻璃	191	190(99.48)	84(43.98)	145.044	< 0.001
部分实性	51	51(100.00)	50(98.04)	-	0.500

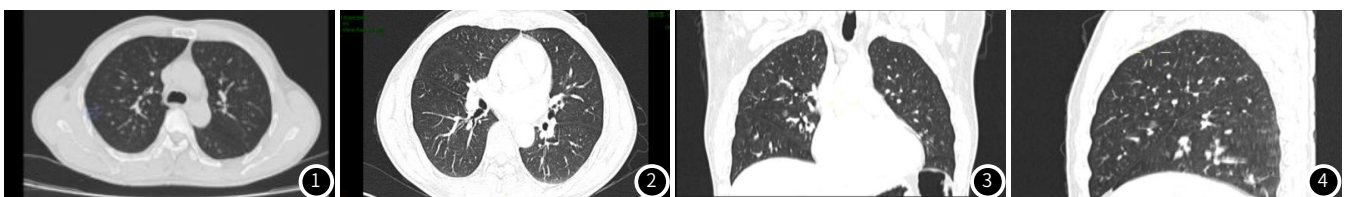


图1~图4 为同一患者行CT扫描后AI诊断和专业医师诊断结果：AI技术发现肺部10个结节，医师人工诊断发现4个结节，术后病理证实右肺中叶结节为恶性：浸润性腺癌。(图1：AI技术发现10个肺部结节，提示两个结节为恶性；图2：右肺中叶结节横断面图像，专业医师诊断提示右肺中叶结节为恶性；图3：右肺中叶结节冠状位重组图像，利于观察病变特征；图4：右肺中叶结节矢状位重组图像，利于观察病变特征)。

3 讨论

CT在恶性肿瘤诊断中均有良好应用价值，对于肺结节，CT也能根据不同征象准确判断良恶性结节^[5]。不规则形态、磨玻璃影及边缘棘突征、毛刺征等均为胸部CT对肺结节定性判断的重要依据，此类征象与恶性肿瘤细胞增殖快、并向邻近支气管或淋巴管浸润相关，使CT能定性判断肺结节^[6]。本研究结果也显示，基于AI技术CT扫描及专业医师CT扫描诊断良恶性肺结节的准确率分别为95.36%、96.03%，与病理、临床确诊结果一致性极高。提示CT扫描对肺结节定性诊断价值较高。但此类经病理、临床确诊的肺结节多为体积较大结节，对于体积较小结节，临床筛查难度较大。

据文献报道^[7]，单发直径 >8 mm的实性结节、单发直径 ≥ 6 mm的磨玻璃结节及直径 >6 mm的部分实性结节，均有恶性可能，临床也应及早检出，并制定按时复查方案，以尽早确定恶

性病变。本研究也发现，专业医师CT扫描对真阳性结节检出率为46.53%，显著低于基于AI技术CT扫描的98.54%。这也说明，人工CT扫描存在漏诊、误诊的缺陷。考虑该结果与部分微、小结节及位置特殊结节，医师易忽略，造成漏诊及误诊，而AI技术能有效标记微、小结节，减少漏诊有关^[8]。但基于AI技术CT扫描对真阳性结节的误诊率明显高于专业医师。这也说明，AI技术软件设置的检出结节大小阈值低，对血管局部交叉点、饱满的血管分叉处等血管部分也易判断为结节，导致假阳性率较高^[9]。AI技术CT扫描假阳性率较高这一缺点，也造成临床工作量升高，进一步增加医疗负担。

另外，专业医师CT扫描对部分实性真阳性结节检出率较高，可达到与AI技术相当的水平，但对实性和磨玻璃真阳性结节检出率仍低于基于AI技术CT扫描。这也表明，基于AI技术CT扫描对肺结节的检出率高，能尽可能检出不同性质肺结节。不仅如此，专

业医师CT扫描对不同直径真阳性结节检出率均低于基于AI技术CT扫描,但专业医师CT扫描对直径>10mm真阳性结节检出率可达95.12%。提示,专业医师虽然对体积较小的结节易漏诊,但对恶性程度较高的直径>10mm结节检出率也高,且专业医师临床经验丰富,误诊率低,对肺结节临床判断有利。

综上所述,基于AI技术CT扫描对肺结节诊断价值较高,真阳性结节检出率较高,漏诊率低,但误诊率较高,临床可进一步设置判断参数,以降低误诊率。

参考文献

- [1]徐铭,陈小刚.多层螺旋CT诊断肺部单发结节临床分析[J].医学影像学杂志,2019,29(7):1233-1236.
[2]王小铭,郑钦允.低剂量多层螺旋CT对717例健康体检者的肺结节筛查分析[J].肿瘤

- 学杂志,2018,24(11):1129-1131.
[3]韩志萍,唐兴,杨庭义,等.人工智能时代下的影像组学在肺癌中的应用研究进展[J].国际呼吸杂志,2019,39(9):692-695.
[4]中国食品药品检定研究院,中华医学会放射学分会心胸学组.胸部CT肺结节数据标注与质量控制专家共识(2018)[J].中华放射学杂志,2019,53(1):9-15.
[5]王万勤,刘斌,周勇,等.良恶性肺结节多排CT征象分析[J].安徽医药,2018,22(8):1491-1496.
[6]姜博,王建,曾小松,等.中央型和周围型鳞癌患者临床特点及CT影像学特征研究[J].中国CT和MRI杂志,2019,17(7):67-70.
[7]邱志新,李为民.肺结节的诊断及处理进展[J].华西医学,2018,33(1):8-14.
[8]刘珮君.人工智能优化算法对提高大体型患者低剂量扫描冠状动脉图像质量的价值[J].放射学实践,2019,34(7):760-766.
[9]金广予,所世腾,冯建兴,等.肺结节的智能影像筛查新模式[J].中国医疗器械杂志,2019,43(3):226-229.

(收稿日期:2020-04-11)

(上接第51页)

复合物。吴琼等^[13]研究发现CA125在部分恶性肿瘤患者血清中高表达,在预测术后复发率上有价值。周舟等^[14]研究发现CA125含量在恶性肿瘤患者血清中及正常人血清中的表达明显不同,其CA125含量明显增加。且恶性程度与CA125含量呈明显正相关性。CT是诊断肺癌及肺结核的重要方法。既往研究认为CT在诊断肺癌及肺结核征象上存有一定异同。相同点是肺癌及肺结核聚均有肿块、分叶征、毛刺征、胸腔积液、空洞征存在,且肺结核合并肺癌共同出现以上的征象的可能性更大。不同点在于肺结核患者可见钙化征象,但肺结核合并肺癌患者少见。CT扫描肺部疾病具有以下优势^[15]:(1)能清晰显示肺部是否出现钙化情况;(2)能清楚反映直径较大的肿瘤及周围组织的卫星病灶、转移、空洞内壁等情况。(3)亦可反映卫星病灶及空洞内壁是否光滑平整。现有研究结果证实,CT能观察到非活动性肺结核斑片状、高密度的条状影子,且能较好反映合并肺癌时出现的大面积阴影及空洞征象,且伴有空洞壁厚度不均且粗糙的显像。

对于高度怀疑肺结核患者肺部病灶癌变的患者进行CT扫描及肿瘤标志物检查在反映病情、占位、鉴别上均有一定价值。肺结核CT征象以渗出性、增殖纤维化同时存在为主要表现,其病理组织表现为渗出、增殖及空洞等。早期肺结核CT图像是云雾状、片状、斑片状密度增高影。随着病情发展肺癌突变区相互融合,CT图像会呈结节状或团块影,伴有毛刺征。增强扫描发现肺内结节影或肿块表现为高密度病灶影,但肺结核内很多出现强化现象。肺结核患者CEA、CA125含量不及肺癌患者、合并肺癌患者。这与病情严重性有关。本文研究结果显示,合并组患者的CEA、CA125水平高于单纯组,说明肺结核合并肺癌患者血清CEA、CA125含量明显高于单纯肺结核患者,提示CEA、CA125水平能预测肺疾病癌变,有利于临床制定个性化预防方案。合并组患者CT征象中以肿块、分叶征、毛刺征、胸腔积液常见,空洞征较少,说明空洞征很可能是鉴别肺结核、肺结核合并肺癌CT特征。肺部病灶的形态学变化是临床肺部疾病CT诊断主要依据。以往肺结核CT在诊断中有多灶性、多态性、多钙化性、少肿块、少增强性特点。多灶性肺结核主要三分部机制与干酪样物质进行支气管发生传播有关。肺癌CT征象以血管集束征、分叶征、毛刺征为主。周围型肺癌CT影像特征中孤立性结节或肿块影的形态欠规则,肿块密度增强,伴有肺门及纵隔淋巴结肿大。CT所表现出的血管集束征与病灶发生的纤维化有关,说明该肿瘤块恶性度较大。CT通过鉴别支气管影或肿块本身是否有支气管影为阳性支气管充气征象,如果出现则表示该肿块为恶性。我们研究认为周围型结核合并肺癌征象及中心型结核合并肺癌在CT征象上有相似之

处,也有不同之处。相同点是均有肿块、分叶征、毛刺征、胸腔积液、空洞征,但较容易鉴别。最后联合诊断的敏感度、特异度及阳性率最高,说明联合诊断价值最佳。联合诊断拟补了单纯血清肿瘤标志物、影像学诊断的缺陷,期待在大量数据背景下再次进行更为详细的探究。

综上所述,CT联合CEA、CA125能提升肺结核合并肺癌患者的临床诊断价值,有利于鉴别诊断,推荐使用。

参考文献

- [1]翟春霞.血清CA125、CEA及TAM联合检测在妇科肿瘤的临床诊断中的应用价值[J].实用癌症杂志,2018,41(6):1028-1030.
[2]Zhang Y, Ni J, Wei K, et al. CT, MRI, and F-18 FDG PET for the detection of non-small-cell lung cancer (NSCLC): A protocol for a network meta-analysis of diagnostic test accuracy [J]. Medicine, 2018, 97(38): e12387.
[3]Griffiths P, Brockelsby C, Frost F, et al. Diagnostic accuracy of routine coded versus 72-hour CT reporting in lung cancer [J]. Lung Cancer, 2018, 115: S14.
[4]杨颖,何肇晴,李婧,等.血清肿瘤标志物联合检测在肺癌诊断中的价值研究[J].癌症进展,2019,18(11):251-252.
[5]张利祥,潘静,赵洁,等.痰液基细胞学检查与血清CYFRA21-1、CEA、NSE联合检测对肺癌的诊断价值[J].现代检验医学杂志,2019,20(3):99-103.
[6]王玲,申鸿.癌胚抗原、糖类抗原、CA125、血管生成素、细胞角蛋白19片段及甲胎蛋白检测在肺癌诊断中的临床研究[J].陕西医学杂志,2019,48(8):471-472.
[7]荆利民,李东,李振强,等.低剂量CT联合血清肿瘤标志物诊断肺结节的临床价值[J].医学影像学杂志,2019,14(3):207-208.
[8]黄媛,阮振曦,崔巍,等.血清CA19-9、CA125、CEA、CYFRA21-1、CA15-3和Galectin-3在胰腺癌鉴别诊断中的作用[J].标记免疫分析与临床,2019,26(5):351-352.
[9]魏玮,王艺,杨旭光. CA19-9、CEA对不同CRP水平晚期胰腺癌患者预后判断的临床价值[J].中华胰腺病杂志,2018,18(6):384.
[10]Gaddy F, Quaesat L, Eveilleau C, et al. Pulmonary granuloma in an immunodepressed patient [J]. Revue des Maladies Respiratoires, 2018, 35(1): 74-77.
[11]Walter J E, Heuvelmans M A, Bock G H D, et al. Characteristics of new solid nodules detected in incidence screening rounds of low-dose CT lung cancer screening: The NELSON study [J]. Thorax, 2018, 73(8): 32-33.
[12]李云峰,刘贵林,徐宝静,等. CT影像学检查联合肿瘤标志物检测在肺结核合并肺癌中的诊断效能分析[J].中国临床医生杂志,2019,18(7):800-801.
[13]吴琼,马海洋,王雪臣,等.血清肿瘤标志物在非小细胞肺癌骨转移中的诊断价值[J].国际肿瘤学杂志,2018,45(6):337-340.
[14]周舟,王道清.胸部CT联合肿瘤标志物对早期老年人肺癌的诊断价值[J].中华老年医学杂志,2018,37(5):536-538.
[15]黄琳惠,黄奕江. CT联合血清CEA、ADAM8检测在老年肺癌诊断中的价值[J].中国医药导报,2018,15(19):151-152.

(收稿日期:2020-03-11)