

论 著

AI技术联合MSCT对肺腺癌磨玻璃结节浸润性病变的诊断价值分析*

王一超¹ 王 莺¹ 杜红娣¹
 尚海龙¹ 于乐林¹ 徐长贺¹
 叶 娟¹ 王铁强² 沈海林^{1,*}

1.上海交通大学医学院苏州九龙医院
 放射科

2.上海交通大学医学院苏州九龙医院
 超声科 (江苏 苏州 215028)

【摘要】目的 探讨人工智能(AI)技术联合多层螺旋CT(MSCT)对肺腺癌磨玻璃结节(GGN)浸润性病变的诊断价值。**方法** 回顾性分析2018年6月至2023年6月至我院就诊的80例肺腺癌GGN患者(共80个结节)的临床资料,以病理检查结果为“金标准”,判断AI技术、MSCT及两者联合对肺腺癌GGN浸润性病变的诊断效能。根据检查结果将患者分成浸润组与非浸润组,分析两组AI参数及CT参数水平。**结果** 病理检查结果显示浸润性病变患者共38例,设为浸润组,非浸润性病变患者42例,设为非浸润组。单一AI技术、MSCT对肺腺癌GGN浸润性病变的诊断灵敏度、特异度、准确度、阴性预测值及阳性预测值均低于AI技术联合MSCT,分别为92.11%、97.62%、95.00%、97.22%及93.18%。浸润组长径、短径、最大CT值、最大面积及体积均高于非浸润组,最小CT值低于非浸润组,差异有统计学意义($P<0.05$)。浸润性病变患者病变边缘以毛刺或分叶征为主,病变形态以类圆形为主,出现血管集束征、胸膜凹陷征概率高于非浸润性病变患者,差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论** AI技术联合MSCT能有效提高对肺腺癌GGN浸润性病变的诊断效能,病变面积及体积大、长径及短径长、最大CT值高、最小CT值低、边缘毛刺征或分叶征、形态不规则等可作为判断浸润性病变的重要特征。

【关键词】 人工智能技术; 多层螺旋CT; 肺腺癌; 磨玻璃结节; 浸润性病变

【中图分类号】 R563

【文献标识码】 A

【基金项目】 苏州市科技局医学创新应用
 研究项目(SKYD2022028)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.12.016

Diagnostic Value of AI Technology Combined with MSCT in Invasive Lesions of Ground-glass Nodules in Lung Adenocarcinoma*

WANG Yi-chao¹, WANG Ying¹, DU Hong-di¹, SHANG Hai-long¹, YU Le-lin¹, XU Chang-he¹, YE Juan¹,
 WANG Tie-qiang², SHEN Hai-lin^{1,*}

1.Department of Radiology, Suzhou Kowloon Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of
 Medicine, Suzhou 215028, Jiangsu Province, China

2.Department of Ultrasound, Suzhou Kowloon Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of
 Medicine, Suzhou 215028, Jiangsu Province, China

ABSTRACT

Objective To investigate the diagnostic value of artificial intelligence (AI) technology combined with multi-slice spiral CT (MSCT) in invasive lesions of ground-glass nodules (GGN) in lung adenocarcinoma. **Methods** The clinical data of 80 patients with GGN (80 nodules) in lung adenocarcinoma who were treated in the hospital from June 2018 to June 2023 were analyzed retrospectively. With pathological results as the gold standard, the diagnostic efficiencies of AI technology, MSCT, and their combination in invasive lesions of GGN in lung adenocarcinoma were evaluated. According to examination results, the patients were divided into invasive group and non-invasive group. AI and CT parameters in both groups were analyzed. **Results** Pathological results showed that there were 38 patients with invasive lesions and 42 patients with non-invasive lesions. The sensitivity, specificity, accuracy, negative and positive predictive values of AI technology or MSCT for diagnosing invasive lesions of GGN in lung adenocarcinoma were lower than those of AI technology combined with MSCT (92.11%, 97.62%, 95.00%, 97.22% and 93.18%). The long diameter, short diameter, maximum CT value, maximum area and volume in the invasive group were larger than those in the non-invasive group, and the minimum CT value was lower than that in the non-invasive group ($P<0.05$). The proportions of spicule or lobulation signs on the edge, quasi-circular lesions, vessel convergence signs and pleural indentation signs in the invasive group were higher than those in the non-invasive group ($P<0.05$). **Conclusion** The combination of AI technology and MSCT can effectively improve the diagnostic efficiency of invasive lesions of GGN in lung adenocarcinoma. Large lesion area and volume, large long and short diameters, high maximum CT value, low minimum CT value, spicule or lobulation signs on the edge and irregular shape are important features that can help to diagnose invasive lesions.

Keywords: Artificial Intelligence Technology; Multi-slice Spiral CT; Lung Adenocarcinoma; Ground-glass Nodule; Invasive Lesion

早期肺癌多以磨玻璃结节(GGN)为主要表现,即肺窗上可见局限性磨玻璃样的密度增高区,内部可见肺血管影或支气管影。肺癌是一种发于支气管腺体或黏膜的恶性肿瘤,包括小细胞肺癌与非小细胞肺癌两类,肺腺癌属于后者的亚型之一,近年来发病率逐年上升且发病人群主要为女性及非吸烟者^[1-2]。肺腺癌依据其生长方式又可以分为浸润前病变、微浸润性病变与浸润性病变,目前对于浸润性病变肺腺癌的治疗方式主要以肺叶切除术为主,但患者预后较差,而对于浸润前病变患者采取收拾治疗后5年内生存率明显高于浸润性病变患者^[3-4]。因此,如何准确判断肺腺癌病理亚型对选择治疗方案,判断患者预后具有重要意义。人工智能(AI)能够识别人眼无法辨别的微小病变,更够自动化肺结节参数区分癌症病理类型;多层螺旋CT(MSCT)在肺部肿瘤筛查中应用广泛且辐射剂量较普通CT较少^[5-6]。尽管AI技术与MSCT在肺癌筛查中的应用效果已有报道,但目前有关AI技术联合MSCT的报道较少,基于此,本研究旨在探讨AI技术联合MSCT诊断肺腺癌GGN浸润性病变的可行性。报到如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性收集2018年6月至2023年6月我院收治的80例肺腺癌GGN患者(共80个结节)的临床资料。

纳入标准:满足肺腺癌分类标准^[7];结节长径 $<25\text{mm}$;影像学资料完整。排除标准:合并肝肾功能异常;心脑血管疾病;合并其他恶性肿瘤;CT检查禁忌证;精神系统疾病或(和)认知障碍;妊娠期女性;伴其他肺部疾病如肺结核、肺炎、尘肺等;图像伪影严重。80例患者中男性31例,女性49例;年龄 $24\sim 83(58.24\pm 4.11)$ 岁。本研究经医院伦理委员会审核批准。

1.2 检测方法

1.2.1 MSCT: 仪器使用SIEMENS (SOMATOM Definition AS)128层螺旋CT。所有患者均行胸部检查。检查前嘱患者行深呼吸训练,摘下身上的金属物品,取仰卧姿势,平躺于检查床上。扫描范围为双肺尖至肺底部,扫描参数为层厚 5mm ,层间距 5mm ,管电流 150mA ,管电压 120kV ,进行肺部平扫,待扫描完成后扫描数据运用MSCT工作站进行处理,将患者扫描图像分别进行矢状位、冠状位的重建,选取两名影像科医师进行阅片,并分析所得图像数据,力求意见同意,若意见不统一则由第三方影像科主任医师阅片。

【第一作者】 王一超,男,副主任医师,主要研究方向:AI技术联合MSCT诊断。E-mail: yichaowang0420@126.com

【通讯作者】 沈海林,男,主任医师,主要研究方向:AI技术联合MSCT诊断。E-mail: hailinshen158@126.com

1.2.2 AI技术：与MSCT使用同一仪器，扫描范围同MSCT，扫描参数为层厚5mm，管电压120kV，管电流70~160mAs，螺距1.2，准直器宽度128×0.6mm。扫描完成后对CT图像进行薄层重建，层厚1mm，层距1mm，矩阵512mm×512mm。肺窗窗宽为1200Hu、窗位为-600Hu。将图像数据上传至深睿医疗科技有限公司开发的AI系统中，得到AI相关量化参数。

1.3 观察指标 (1)诊断效能：以病理检查结果为“金标准”，评估AI技术、MSCT及两者联合对肺腺癌GGN浸润性病变的灵敏度、特异度、准确度、阳性预测值及阴性预测值。(2)一般资料：将浸润性病变患者设为浸润组，非浸润性病变患者设为非浸润组，比较两组年龄、性别、吸烟史等一般资料。(3)AI定量参数：比较浸润性病变患者与非浸润性病变患者的结节长径、短径、最大CT值、最小CT值、最大面积及体积。(4)CT征象：分析浸润性病变与非浸润性病变患者病变边界状况、边缘状况、病变位置及病变形态。

1.4 统计学方法 采用SPSS 24.0软件对数据进行统计学分析，计数资料以[n(%)]表示，采用 χ^2 检验；计量资料($\bar{x} \pm s$)表示，采用t检验。以P<0.05为差异具有统计学意义。

2 结果

病理检查结果显示浸润性病变患者共38例，设为浸润组，非浸润性病变患者42例，设为非浸润组。

2.1 AI技术、MSCT及两者联合对肺腺癌GGN浸润性病变的诊断结果 病理检查结果显示肺腺癌GGN浸润性病变38例，AI技术分析肺腺癌GGN浸润性病变32例，MSCT诊出肺腺癌GGN浸润性病变33例，两者联合诊出肺腺癌GGN浸润性病变36例，见表1。

2.2 AI技术、MSCT及两者联合对肺腺癌GGN浸润性病变的诊断效能分析 AI技术联合MSCT诊断灵敏度、特异度、准确度、阳性预测值及阴性预测值最高，分别为92.11%、97.62%、95.00%、97.22%及93.18%，见表2。

2.3 两组一般资料比较 两组一般资料比较，差异不具有统计学意义(P>0.05)，见表3。

2.4 浸润病变患者与非浸润病变患者的AI定量参数比较 浸润组长径、短径、最大CT值、最大面积及体积均高于非浸润组，最小CT值低于非浸润组，差异有统计学意义(P<0.05)，见表4。

表1 AI技术、MSCT及两者联合的诊断结果

AI技术	金标准		合计	MSCT	金标准		合计	AI技术联合MSCT	金标准		合计
	阳性	阴性			阳性	阴性			阳性	阴性	
阳性	30	2	32	阳性	31	3	33	阳性	35	1	36
阴性	8	40	48	阴性	7	39	47	阴性	3	41	44
合计	38	42	80	合计	38	42	80	合计	38	42	80

表2 AI技术、MSCT及两者联合对肺腺癌GGN浸润性病变的诊断效能分析

检查方法	灵敏度	特异度	准确度	阳性预测值	阴性预测值
AI技术	78.95	95.24	87.50	93.75	83.33
MSCT	91.58	92.86	87.50	91.18	84.78
AI技术联合MSCT	92.11	97.62	95.00	97.22	93.18

表3 两组一般资料比较

组别	n	年龄(岁)	吸烟史	肺癌家族史	性别	
					男性	女性
非浸润组	42	58.05±3.84	26(61.90)	11(26.19)	25(59.52)	17(40.48)
浸润组	38	58.45±4.11	20(52.63)	13(34.21)	20(52.63)	18(47.37)
χ^2/t		0.450	0.702	0.611	0.385	
P		0.654	0.402	0.434	0.535	

表4 浸润病变与非浸润病变患者的AI定量参数比较

组别	n	长径(mm)	短径(mm)	最大CT值(Hu)	最小CT值(Hu)	最大面积(mm ²)	体积(mm ³)
非浸润组	42	12.29±3.15	7.08±1.26	206.49±62.05	-920.41±50.18	120.06±7.29	720.16±130.52
浸润组	38	16.57±3.04	7.94±1.48	236.74±65.49	-1045.28±48.73	146.38±8.86	1516.08±148.87
t		6.170	2.806	2.121	11.268	14.562	25.479
P		<0.001	0.006	0.037	<0.001	<0.001	<0.001

2.5 浸润病变患者与非浸润病变患者的MSCT征象比较 两组边界状况、病变位置、空泡征、空气支气管征差异比较不具有统计学意义(P>0.05)；在边缘状况、病变形态、血管束束征、胸膜凹陷征方面差异显著(P<0.05)，浸润性病变患者病变边缘以毛刺或分叶征为主，病变形态以类圆形为主，出现血管束束征、胸膜凹陷征概率高于非浸润性病变患者。见表5。

2.6 典型病例 女，56岁，1月余前出现胸痛，病理诊断：右肺下叶原位腺癌伴微浸润，行胸部CT平扫AI 结节分析技术提示右肺下叶结节；结节大小：约15×13mm；体积：1417mm³；结节类型：磨玻璃；平均CT值：-552Hu；最大CT值：225Hu；最小CT值：-1024Hu；CT值方差：249Hu。

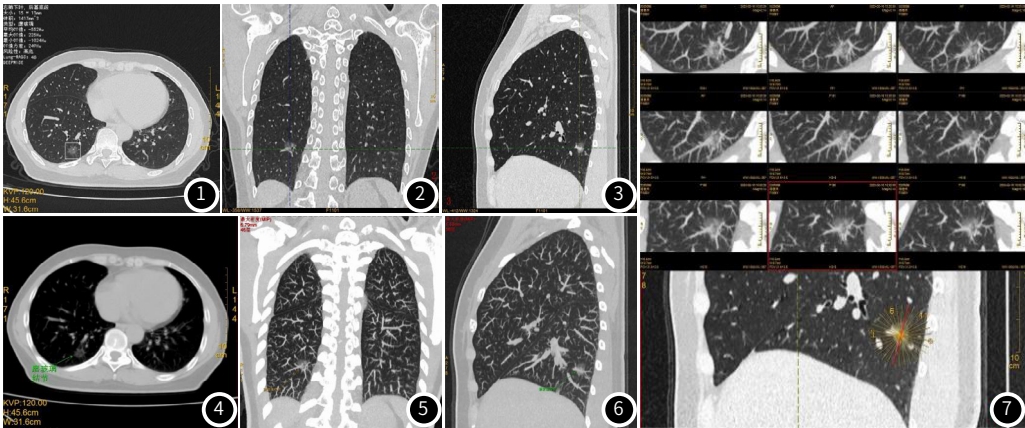


图1 AI结节分析技术+参数-水平位。图2 三位重建图像-冠状位。图3 三位重建图像-矢状位。图4 软组织窗图像-水平位。图5 最大密度投影图-冠状位。图6 最大密度投影图-矢状位。图7 肺结节多平面成像图。

表5 浸润病变与非浸润病变患者的MSCT征象比较[n(%)]

MSCT征象	非浸润组(n=42)	浸润组(n=38)	χ^2	P
边界状况	清晰	28(66.67)	0.326	0.568
	不清晰	14(33.33)		
边缘状况	光滑	32(76.19)	7.071	0.008
	毛刺或分叶征	10(23.81)		
病变位置	左肺上叶	13(30.95)	0.137	0.998
	左肺下叶	5(11.90)		
	右肺上叶	11(26.19)		
	右肺中叶	8(19.05)		
	右肺下叶	5(11.90)		
		4(10.53)		
病变形态	类圆形	19(45.24)	4.357	0.037
	圆形	23(54.76)		
空泡征	14(33.33)	12(31.58)	0.028	0.867
胸膜凹陷征	7(16.67)	14(36.84)	4.195	0.041
血管集束征	12(28.57)	20(52.63)	4.812	0.028
空气支气管征	6(14.29)	5(13.16)	0.021	0.884

3 讨论

在临床检查诊断中，CT影像中若肺部存在GGN结节需提高警惕引起重视，一旦存在时间超过3个月未被吸收则属于持续存在，为肺部癌变的可能性极大^[8]。肺腺癌主要包括浸润前病变与浸润性病变，但从前者发展至后者需要多个基因共同作用，因此选择一种最佳的检查方式鉴别肺腺癌的病变性质对疾病的治疗及预后具有重要价值。

本研究中，病理检查确诊肺腺癌GGN浸润性病变患者共38例，非浸润性病变患者42例，AI技术显示浸润性病变患者共32例，诊断灵敏度、特异度、准确度、阳性预测值及阴性预测值分别为78.95%、95.24%、87.50%、93.75%及83.33%；MSCT显示浸润性病变患者共33例，诊断灵敏度、特异度、准确度、阳性预测值及阴性预测值分别为91.58%、92.86%、87.50%、91.18%及84.78%；两者联合诊出浸润性病变36例，诊断灵敏度、特异度、准确度、阳性预测值及阴性预测值分别为92.11%、97.62%、95.00%、97.22%及93.18%，高于单一检查，这表明AI技术联合MSCT能有效提高对肺腺癌GGN浸润性病变的诊断准确率。常规CT平扫主要依赖于影像学征象对病变类型进行鉴别，但存在一定局限性，有研究指出量化肺结节参数能有效预测肿瘤恶性程度，但手动测量误差较大，可重复性较差^[9]。而本研究通过运用AI技术，能够继续学习、识别人肉眼无法识别的微小病变，从而提高浸润性病变的检出率；而MSCT较常规CT平扫具有更高的分辨率，能清除显示GGN内部与边缘形态，且MSCT通过对低显示度图像进行多平面重建，便于从多方面观察到病变状况，从而提高浸润性病变的检出率^[10-12]。本研究通过对浸润性病变患者与非浸润病变患者AI测量参数进行比较，结果显示浸润性病变患者长径、短径、最大CT值、最大面积及体积均高于非浸润性病变患者，最小CT值低于非浸润性病变患者，这与国内研究结果相似^[13]。肿瘤细胞沿着肺泡壁生长，可随着浸润程度的发展导致肿瘤密度与形态发生变化，这体现在结节三围尺寸与密度上，以往有学者指出，病变大小可作为判断癌症恶性程度的独立预测因子之一，病变大小与病变恶性程度呈正相关^[14]。CT值是反映肺

腺癌GGN浸润性发展的重要指标，能有效反应肿瘤实性成分，有学者指出肿瘤实性成分越多，GGN恶性倾向越显著^[15]；当肿瘤细胞沿着肺泡壁不断增殖并填充肺泡腔时，肺泡腔内的空气含量逐渐减少，则表现为密度增高，CT值增高。本研究中，浸润性病变患者与非浸润性病变患者在边缘状况、病变形态、血管集束征、胸膜凹陷征方面差异显著，浸润病变边缘以毛刺或分叶征为主，这与Yu等^[16]研究一致。癌症主要由肿瘤细胞生长堆积而成，肺正常组织与癌变组织之间缺少移行带，非浸润性病变CT可见病变边缘清晰，伴随癌症发展，浸润性逐渐递增，边缘会逐渐不清晰，加之肿瘤内细胞不断拉扯周围组织结构，而支气管、血管会阻碍其生长，导致肿瘤易出现不规则形态，出现毛刺征或分叶征^[17]。而浸润性病变形态以类圆形为主，这主要是由于浸润性生长多为膨胀性的生长方式，较不规则；而伴随肿瘤的浸润性生长，出现纤维化或肺泡壁塌陷，拉扯胸膜，周围血管聚集移位后可出现血管集束征、胸膜凹陷征，本研究中浸润性病变华攒着出现此种征象概率高于非浸润性病变患者。

综上所述，AI技术联合MSCT对肺腺癌GGN浸润性病变具有较高诊断价值，临床可通过AI测量参数与MSCT征象对病变类型进行有效区分，具有较高应用价值。

参考文献

[1]Howlader N,Forjaz G,Mooradian MJ,et al.The effect of advances in lung-cancer treatment on population mortality[J].N Engl J Med, 2020, 383 (7): 640-649.

[2]Ganti AK,Klein AB,Cotarla I,et al.Update of incidence,prevalence,survival,and initial treatment in patients with non-small cell lung cancer in the US[J].JAMA Oncol,2021,7 (12): 1824-1832.

[3]龚海鹏,司海峰,邢金丽,等.MSCT多平面重建技术用于磨玻璃结节样肺腺癌的鉴别诊断价值研究[J].中国CT和MRI杂志,2023,21 (2): 52-54.

[4]付丹阳,张捷.肺腺癌诊断的研究进展[J].中国实验诊断学,2019,23 (1): 172-174.

[5]吴小林.表现为单纯磨玻璃结节的原位腺癌(AIS)与微浸润腺癌(MIA)在低剂量MSCT中诊断分析[J].中国急救医学,2018,38 (z1): 87.

[6]周小君,马玲,盛林丽,等.人工智能量化参数预测磨玻璃结节早期肺癌浸润性的临床初探[J].实用放射学杂志,2021,37 (3): 388-391.

[7]刘伟.肺腺癌2011年国际新分类[J].实用癌症杂志,2012,27 (4): 432-434.

[8]李海艳,韩琨,贾子睿.纯磨玻璃密度结节浸润性肺腺癌MSCT征象及与浸润前病变的鉴别诊断[J].中国CT和MRI杂志,2022 (7): 40-42.

[9]陈琦,朱全新,郁义星,等.肺部单发微小磨玻璃结节(<10mm) MSCT特征对肺腺癌病理亚型的诊断价值[J].放射学实践,2019,34 (7): 778-783.

[10]李欣菱,郭芳芳,周振,等.基于深度学习的人工智能胸部CT肺结节检测效能评估[J].中国肺癌杂志,2019,22 (6): 336-340.

[11]Zhao W,Yang J,Sun Y,et al.3D deep learning from ct scans predicts tumor invasiveness of subcentimeter pulmonary adenocarcinomas[J].Cancer Res,2018,78 (24): 6881-6889.

[12]王军,赵霞,李海飞,等.MSCT影像学特征对结节型肺腺癌亚型的临床诊断价值[J].国际肿瘤学杂志,2021,48 (9): 537-543.

[13]胡帅,葛莹,李梦颖,等.薄层CT用于纯磨玻璃结节中浸润性肺腺癌的定量评价[J].实用放射学杂志,2019,35 (4): 544-548.

[14]樊兴海,杨欢欢,许秀春,等.3cm以下纯磨玻璃结节肺腺癌的组织学与CT扫描值的相关性研究[J].中国临床医生杂志,2018,46 (3): 307-310.

[15]郑曼,黄先敏.基于CT定量参数评估肺部磨玻璃样结节的侵袭程度[J].中国CT和MRI杂志,2019,17 (8): 61-64.

[16]Yu Y,Wang X,Shi C,et al.Spectral computed tomography imaging in the differential diagnosis of lung cancer and inflammatory myofibroblastic tumor[J].J Comput Assist Tomogr,2019,43 (2): 338-344.

[17]范恒鑫.肺纯磨玻璃结节CT定量分析研究进展[J].肿瘤学杂志,2019,25 (3): 252-255.

(收稿日期: 2024-01-03)
(校对编辑: 江丽华)