

论 著 · 胸部

肺癌合并肺部感染CT表现特征及诊断价值*

沈 龙 杨启楠 白汉林*
河南省第二人民医院医学影像科
(河南 郑州 451191)

【摘要】目的 探讨肺癌合并肺部感染CT表现特征及诊断价值。方法 选取2020年8月至2023年7月在本院治疗的89例肺癌，根据有无合并肺部感染将其分为感染组(n=18)和未感染组(n=71)，所有病例均有CT平扫、三维重建和增强扫描，统计其肺癌影像学表现，对差异有统计学意义的特征性征象构建回归模型，通过受试者工作特征(ROC)曲线计算曲线下面积、灵敏度、特异度。结果 感染组和未感染组两组在发生性别、家族史上，差异无统计学意义($P>0.05$)，两组病例在发生年龄、吸烟史上，差异比较有统计学意义($P<0.05$)。感染组和未感染组病例在肿瘤实质密度、形态、血管束征肺癌特征性上，差异无统计学意义($P>0.05$)，两组病例的支气管壁增厚、支气管截断、支气管扩张/扭曲、胸膜凹陷征表现，差异比较有统计学意义($P<0.05$)。支气管壁增厚(OR=3.077, $P<0.05$)、胸膜凹陷征(OR=2.683, $P<0.05$)为诊断肺癌合并感染的独立因素，联合诊断模型，支气管壁增厚和胸膜凹陷征ROC曲线下面积(AUC)分别为0.679和0.658，敏感度分别为61.11%和50.00%，特异度为74.65%和81.69%。结论 CT检测对肺癌合并肺部感染具有较好的诊断价值，结合病变的影像学特征，诊断比较容易且可进一步优化治疗策略。

【关键词】肺癌；肺部感染；影像学特征
【中图分类号】R563
【文献标识码】A
【基金项目】河南省医学科技攻关计划(联合共建)项目(LHGJ20190846)
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.10.016

Imaging Characteristics and Diagnostic Value of CT in Lung Cancer Combined with Lung Infection*

SHEN Long, YANG Qi-nan, BAI Han-lin*
Department of Medical Imaging, the Second People's Hospital of Henan Province, Zhengzhou 451191, Henan Province, China

ABSTRACT

Objective To explore imaging characteristics and diagnostic value of CT in lung cancer combined with lung infection. **Methods** A total of 89 patients with lung cancer treated in the hospital were enrolled between August 2020 and July 2023. According to presence or absence of lung infection, they were divided into infection group (n=18) and non-infection group (n=71). All patients underwent CT plain scan, three-dimensional reconstruction and enhanced scan to statistically analyze imaging findings. The regression model was constructed for characteristic signs with statistical significance, the area under the curve (AUC), sensitivity and specificity were calculated by receiver operating characteristic (ROC) curves. **Results** There was no significant difference in gender or family history of lung cancer between infection group and non-infection group ($P>0.05$), but there were significant differences in age and smoking history ($P<0.05$). There was no significant difference in characteristics of lung cancer (density of tumor parenchyma, shape, vessel convergence sign) between infection group and non-infection group ($P>0.05$), but there were significant differences in bronchial wall thickening, bronchial amputation, bronchiectasis/distortion and pleural indentation sign ($P<0.05$). The bronchial wall thickening (OR=3.077, $P<0.05$) and pleural indentation sign (OR=2.683, $P<0.05$) were independent factors in the diagnosis of lung infection. In the combined diagnosis model, the area under ROC curve (AUC), sensitivity and specificity of bronchial wall thickening and pleural specificity sign were (0.679, 0.658), (61.11%, 50.00%) and (74.65%, 81.69%), respectively. **Conclusion** CT detection has good diagnostic value in lung cancer combined with lung infection. CT combined with imaging characteristics of lesions has higher diagnostic value and can further optimize treatment strategies.

Keywords: Lung Cancer; Lung Infection; Imaging Characteristic

肺癌是全球范围内最常见的恶性肿瘤之一，严重威胁人类健康和生命^[1]。随着现代医学技术的进步，早期诊断和治疗手段的不断优化，肺癌患者的生存率有所提高^[2]。然而，肺癌患者常合并肺部感染，增加了治疗的复杂性和难度，肺部感染会导致患者发生严重的并发症，加重病情，甚至危及生命^[3-4]。因此，准确识别和诊断肺癌合并肺部感染具有重要的临床意义^[5]。影像学检查中计算机断层扫描(CT)，在肺癌和肺部感染的诊断中发挥着不可或缺的作用^[6]，CT影像不仅能提供肺部病灶的详细解剖结构，还能帮助医生评估病变的性质和范围，从而制定合理的治疗方案^[7]。然而，肺癌合并肺部感染患者的CT影像特征复杂多样，如何通过影像学手段准确区分肺癌和感染病灶，成为临床影像学中的一大挑战。本文旨在探讨肺癌合并肺部感染患者的CT影像学特征及其诊断价值，总结其影像学特征，为临床提供参考，内容如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2020年8月至2023年7月在本院治疗的89例肺癌患者，纳入标准：符合肺癌诊断标准^[8]；患者经影像学检查确诊为肺癌，且为单发结节；患者临床资料完整。排除标准：患者合并有其他器官恶性肿瘤；患者临床资料不全或是影像学检查图像质量不佳；患者合并有精神障碍，难以配合。论文符合《赫尔辛基宣言》相关伦理准则，已免去/已豁免知情同意及伦理审批。

1.2 检查方法 所有患者入院当天均行CT检查，采用西门子64排螺旋CT，检查前指导患者屏气和减慢呼吸，患者取仰卧位，双臂上举伸直。先行DI-CTP扫描：行胸部低剂量常规平扫，明确病灶部位后设定灌注扫描范围，包括肺动脉主干，胸主动脉、左心房及病灶。设置参数：管电压80 kV，管电流80 mA，探测器宽度16 cm，扫描架旋转时间0.5s，层厚0.5 mm，层间距0.5 mm。具体步骤：经肘静脉注入碘海醇注射液(瑞典CE Healthcare AS，批准文号H20160028，规格300 mgI/mL × 500 mL)40 mL，注射速率为5mL/s，注射后行灌注扫描，每隔2s扫描1个序列，共扫描15个序列。

1.3 观察指标

1.3.1 肺癌合并肺部感染病例的CT影像特征 肺部感染诊断依据^[9]：(1)有发热和/或咳嗽咳痰等症状；(2)肺部听诊有细湿罗音；(3)血常规白细胞总数和/或中性粒细胞增高；(4)胸片、CT片显示有阻塞性肺炎、小叶性肺炎等征象；(5)细菌学培养阳性。

1.3.2 感染组和未感染组病例的临床特征比较 比较两组病例的临床特征，包括性别、年龄、吸烟史、肺癌家族史。

1.3.3 感染组和未感染组病例的影像学特征比较 比较两组患者的影像学特征，包括肿瘤

【第一作者】沈 龙，男，主治医师，主要研究方向：影像诊断。E-mail: 15713716543@163.com

【通讯作者】白汉林，男，主任医师，主要研究方向：影像诊断。E-mail: 290750076@qq.com

实质密度、支气管壁增厚情况、形态、支气管截断、支气管扩张/扭曲、胸膜凹陷征、血管束束征。

1.3.4 回归模型建立及诊断效能 将组间差异有统计学意义($P < 0.05$)的征象,即年龄、吸烟史、支气管壁增厚、支气管截断、支气管扩张/扭曲、胸膜凹陷征进行多因素Logistic回归分析,采用向前选择逐步回归建模,模型“-2对数似然值”为65.801, Hosmer-Lemeshow检验 $P = 0.160$,联合诊断模型受试者工作特征(ROC)曲线分析CT征象的诊断效能。

1.4 统计学处理 采用SPSS 22.0分析数据,计量资料采用($\bar{x} \pm s$)表示,采用t检验比较差异,计数资料用率表示,采用 χ^2 检验, $P < 0.05$ 提示有统计学意义,采用回归模型分析肺癌患者合并感染的独立因子,采用ROC 曲线分析CT征象对肺癌合并肺部感染的诊断效能。

2 结果

2.1 肺癌合并肺部感染患者CT影像学图片 见图1~3。

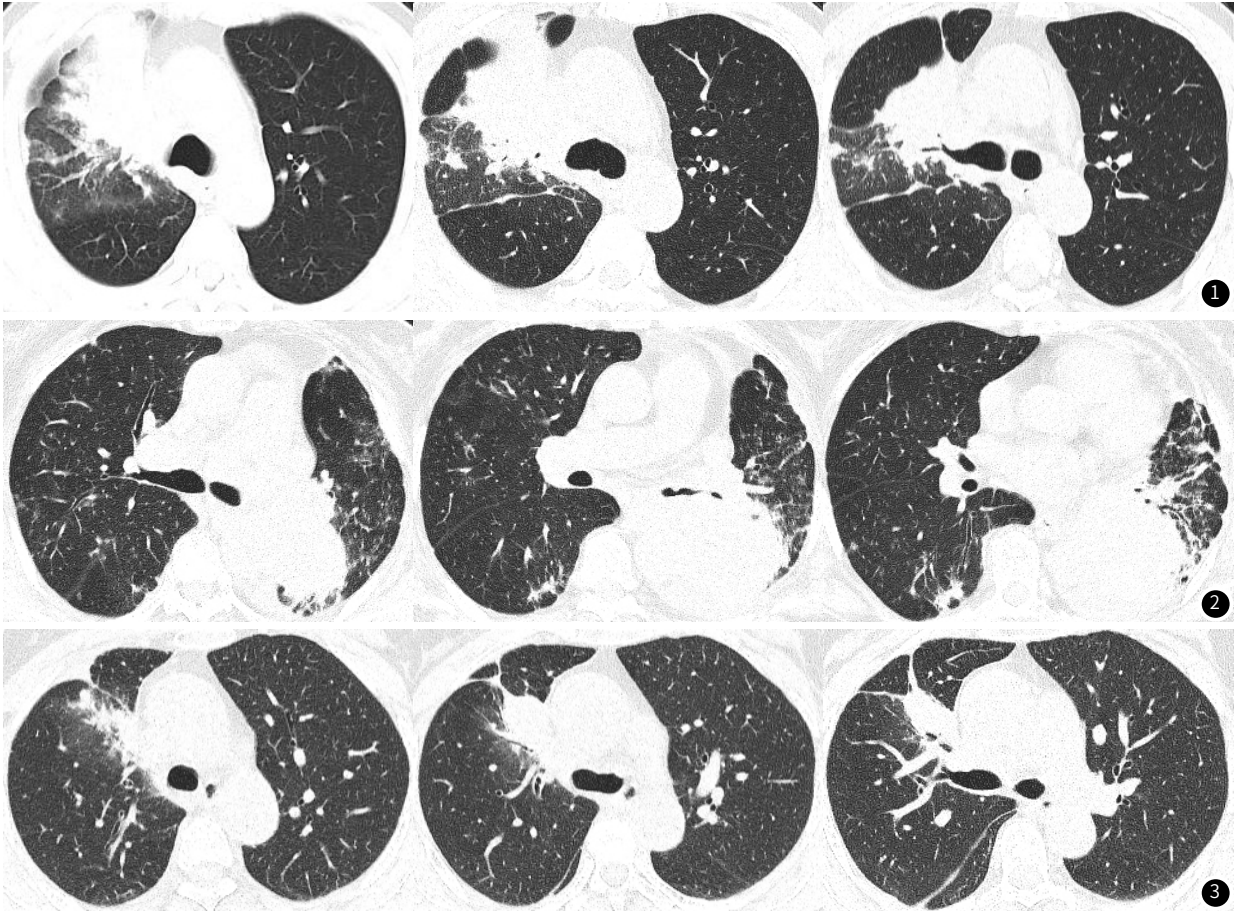


图1 右肺上叶支气管狭窄,右肺门旁见团片状软组织密度影,边缘分叶,周围见多发斑片状密度增高影,边界不清,右侧胸膜增厚、凹陷。
图2 左主支气管及左肺上叶支气管狭窄、闭塞,左肺门见团块状软组织密度影,左肺多发斑片状及结节状高密度影,边界不清,左侧胸膜增厚。
图3 右肺上叶见团块状高密度影,边缘可见毛刺,邻近支气管狭窄,周围见斑片及索条影,边界欠清,邻近胸膜牵拉。

2.2 感染组和未感染组患者的临床特征比较 感染组和未感染组患者的性别、肺癌家族史比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),两组患者的年龄、吸烟史情况,差异比较有统计学意义($P < 0.05$)。见表1。

2.3 感染组和未感染组病例的临床特征比较 感染组和未感染组病例在肿瘤实质密度、形态、血管束束征肺癌特征性上,差异无统计学意义($P > 0.05$),两组病例的支气管壁增厚、支气管截断、支气管扩张/扭曲、胸膜凹陷征情况,差异比较有统计学意义($P < 0.05$)。见表2。

2.4 回归模型建立 结果显示:支气管壁增厚($OR = 3.077, P < 0.05$)、胸膜凹陷征($OR = 2.683, P < 0.05$)为诊断肺癌病例合并感染的独立因子,联合诊断模型,支气管壁增厚和胸膜凹陷征ROC曲线下面积(AUC)分别为0.679和0.658,敏感度分别为61.11%和50.00%,特异度为74.65%和81.69%。见表3~4、图4。

表1 感染组和未感染组病例的临床特征比较

指标	例数(n=89)	感染组(n=18)	未感染组(n=71)	χ^2	P
性别				0.037	0.848
男	61	12(66.67)	49(69.01)		
女	28	6(33.33)	22(30.99)		
年龄				10.370	0.001
≤60岁	45	3(16.16)	42(59.15)		
>60岁	44	15(83.33)	29(40.85)		
吸烟史				4.212	0.040
有	75	18(100.00)	57(80.28)		
无	14	0(0.00)	14(19.72)		
肺癌家族史				1.027	0.311
有	49	8(44.44)	41(57.75)		
无	40	10(55.56)	30(42.25)		

表2 感染组和未感染组病例的临床特征比较

指标	例数(n=89)	感染组(n=18)	未感染组(n=71)	χ^2	P
肿瘤实质密度				2.976	0.226
混杂磨玻璃结节	17	6(33.33)	11(15.49)		
纯磨玻璃结节	11	2(11.11)	9(12.68)		
实性结节	61	10(55.56)	51(71.83)		
支气管壁增厚				6.540	0.011
有	69	18(100.00)	51(71.83)		
无	20	0(0.00)	20(28.17)		
形态				0.932	0.334
圆形/类圆形	72	16(88.89)	56(78.87)		
不规则形	17	2(11.11)	15(21.13)		
支气管截断				46.428	0.000
有	26	17(94.44)	9(12.68)		
无	63	1(5.56)	62(87.32)		
支气管扩张/扭曲				23.218	0.000
有	21	12(66.67)	9(12.68)		
无	68	6(33.33)	62(87.32)		
胸膜凹陷征				44.375	0.000
有	30	18(100.00)	12(16.90)		
无	59	0(0.00)	59(83.10)		
血管集束征				1.626	0.202
有	8	3(16.67)	5(7.04)		
无	81	15(83.33)	66(92.96)		

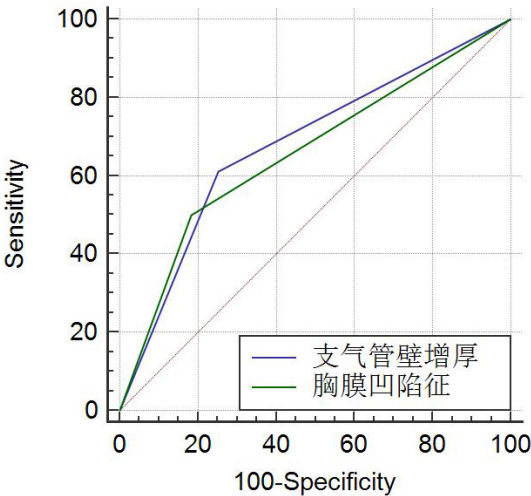


图4 CT征象对肺癌合并肺部感染的诊断曲线。

表4 独立影响因素鉴别肺癌病例感染的曲线数据

变量	截点值	敏感度(%)	特异性(%)	AUC	P
支气管壁增厚	-	61.11	74.65	0.679	0.005
胸膜凹陷征	-	50.00	81.69	0.658	0.015

表3 多因素回归分析肺癌病例感染的独立影响因素

CT征象	β	SE	Wald χ^2	OR	95%CI下限	95%CI上限	P
年龄(岁)	0.912	0.564	2.615	2.489	0.824	7.519	0.107
吸烟史	1.268	0.798	2.525	3.554	0.744	16.981	0.113
支气管壁增厚	1.124	0.266	17.855	3.077	1.827	5.183	0.000
支气管截断	1.365	0.698	3.824	3.916	0.997	15.380	0.051
支气管扩张/扭曲	1.025	0.428	5.735	2.787	1.205	6.449	0.017
胸膜凹陷征	0.987	0.358	7.601	2.683	1.330	5.412	0.006

3 讨论

随着人口老龄化和环境污染的加剧，肺癌的发病率和死亡率逐年上升，已成为全球范围内的重大公共卫生问题^[10]。肺癌患者因免疫力低下和长时间接受放化疗，易发生肺部感染，使得本已严峻的病情更加复杂和危险^[11]。肺部感染不仅增加了肺癌患者的住院时间和治疗费用^[12]，还可能导致严重的并发症，影响预后^[13]。因此，早期、准确地诊断肺癌合并肺部感染，对于改善患者预后、提高治疗效果具有重要意义。CT作为一种非侵入性影像学检查手段^[14]，广泛应用于肺部疾病的诊断中，能够清晰显示肺部结构及病变，为肺癌及其并发症的诊断提供了重要依据^[15]。然而，肺癌合并肺部感染的CT影像表现复杂，既有恶性肿瘤的特征，又有感染性病变的影像学表现，二者在影像学上的鉴别诊断具有一定的难度。本论文旨在系统分析肺癌合并肺部感染患者的CT影像学特征，探讨其在临床诊断中的价值，提炼出具有诊断意义的影像学特征，以期为临床医生提供有力的诊断依据，提升肺癌合并肺部感染的诊断水平，优化患者的治疗方案，提高整体预后效果，论文结果报道如下。

本论文结果显示，两组病例的性别、肺癌家族史、肿瘤实质密度、形态、血管集束征肺癌特征性比较无统计学差异。分析为性别和家族史作为基因和环境的因素，主要影响肺癌的发生风险，而与是否合并肺部感染关系不大，因此无显著差异。患者肿瘤实质密度和形态主要反映的是肺癌本身的病灶特征，而非感染状态^[16]，感染与肿瘤的肿瘤实质密度和形态的改变并无直接关联，血管集束征象主要反映肿瘤的血供特点，与感染无直接关系，感染主要影响气道和肺实质^[17]，可能不会显著改变血管集束征，因此上述指标差异均无统计学意义。本论文结果显示，两组年龄、吸烟史、支气管壁增厚、支气管截断、支气管扩张/扭曲、胸膜凹陷征情况差异有统计学意义。年龄是影响免疫系统功能的重要因素，较年长的患者免疫功能较弱，更易发生感染^[18]。吸烟所引起的气道和肺组织损伤，使得感染更易发生，是肺部感染和肺癌的共同危险因素。支气管壁增厚反映长期慢性炎症和气道重塑，易于引起继发性感染，因而在感染组中更为常见。支气管截断和支气管扩张/扭曲征象表明支气管结构发生改变，可能是由于

感染引起的支气管炎和纤维化导致的。胸膜凹陷征征象说明与肿瘤和炎症导致的肺组织收缩和纤维化有关，故在感染组中更为常见。

本论文结果说明，支气管壁增厚和胸膜凹陷征为诊断肺癌患者合并感染的独立因子，分析为炎症引起的支气管壁增厚在感染组中更为显著，表明这一征象在诊断肺部感染时具有较高的敏感度和特异度，与肺癌相关的胸膜凹陷在感染组中更为常见，可能是因为感染导致的纤维化加重了这一征象。本论文结果说明，支气管壁增厚和胸膜凹陷征的AUC分别为0.679和0.658，表明这些征象在诊断肺癌合并感染时具有中等的诊断价值。支气管壁增厚的敏感度为61.11%，特异度为74.65%；胸膜凹陷征的敏感度为50.00%，特异度为81.69%。这些结果表明，虽然支气管壁增厚和胸膜凹陷征在诊断肺部感染时有一定的价值，但单独使用可能存在一定的漏诊和误诊风险，联合使用可以提高诊断的准确性。

综上所述，肺癌患者的CT影像学特征对其合并肺部感染具有一定的诊断价值，尤其是支气管壁增厚和胸膜凹陷征，这些特征在感染组中更为显著，可以作为诊断肺部感染的独立因子，可以在临床实践中结合其他诊断方法和患者的临床表现，以提高诊断的准确性。

参考文献

[1]Cao W,Chen HD,Yu YW,et al.Changing profiles of cancer burden worldwide and in China:a secondary analysis of the global cancer statistics 2020[J].Chin Med J (Engl), 2021,134 (7): 783-791.
[2]杨菊菊,徐志巧.化疗基础上加以经气管镜微创介入治疗对中心型肺癌患者临床症状改善情况及生活质量的影响[J].罕少疾病杂志,2023,30 (7): 29-31.
[3]刘瑞,赵敏,孟曼曼,等.慢性心力衰竭合并肺部感染病原学及MCP-1、miR-21、lncRNA NEAT1的预测价值[J].中华医院感染学杂志,2024,34 (01): 32-36.



(上接第48页)

[2]Wang Z,Wang Y,Chang M,et al.Single-cell transcriptomic analyses provide insights into the cellular origins and drivers of brain metastasis from lung adenocarcinoma[J].Neuro Oncol,2023,25 (7): 1262-1274.
[3]Qu F,Brough SC,Michno W,et al.Crosstalk between small-cell lung cancer cells and astrocytes mimics brain development to promote brain metastasis[J].Nat Cell Biol,2023,25 (10): 1506-1519.
[4]杨厚义,巩贵忠,徐菁,等.基于MR 3D-ASL灌注成像进行肺癌脑转移瘤病理类型预测的研究[J].临床放射学杂志,2023,42 (7): 1066-1071.
[5]辛鑫,梁志伟,余会敏,等.支气管动脉化疗栓塞术联合贝伐珠单抗治疗中晚期非小细胞肺癌患者的疗效及其对血浆miR-200a和miR-375表达水平的影响研究[J].实用心脑血管病杂志,2022,30 (4): 37-41.
[6]Wang Y,Chen R,Wa Y,et al.Tumor immune microenvironment and immunotherapy in brain metastasis from non-small cell lung cancer[J].Front Immunol,2022,13 (9): 82-85.
[7]Duan W,Liu W,Xia S,et al.Warburg effect enhanced by AKR1B10 promotes acquired resistance to pemetrexed in lung cancer-derived brain metastasis[J].J Transl Med,2023,21 (1): 547.
[8]Yazbeck V,Alesi E,Myers J,et al.An overview of chemotoxicity and radiation toxicity in cancer therapy[J].Adv Cancer Res,2022,155 (9): 1-27.
[9]胡小龙,傅春生,杨进.奥希替尼联合放疗治疗晚期非小细胞肺癌患者的临床研究[J].中国临床药理学杂志,2023,39 (15): 2150-2153.
[10]Wong LY,Kapula N,He H,et al.Risk of developing subsequent primary lung cancer after receiving radiation for breast cancer[J].JTCVS Open,2023,16 (9): 919-928.
[11]李双红,陈玲,张金环,等.3D-ASL和APT成像鉴别高级别胶质瘤与脑转移瘤的临床应用[J].放射学实践,2023 (8): 959-963.
[12]冯梦薇,方明,王国华.3D-ASL与DCE-MRI在鉴别诊断脑高级别胶质瘤与脑转移瘤中的应用价值[J].中国临床医学影像杂志,2021,32 (8): 574-578.

[4]郑迈克,郭艳玲,马尚,等.肺癌患者合并肺部真菌感染的危险因素及其耐药性的Meta分析[J].中华医院感染学杂志,2024,34 (04): 531-537.
[5]张海波,黄勇,翁光平,等.PIK3CA蛋白在肺癌合并肺部感染中的预测价值[J].中华医院感染学杂志,2020,30 (24): 3726-3729.
[6]盛玉杰,王泽静,冯长超.18F-FDG PET/CT显像在肺癌术前分期诊断及复发转移预测中的应用价值[J].中国CT和MRI杂志,2024,22 (3): 61-63.
[7]杨金荣,谭伟,杨帆.基于胸部CT的肺外多器官机会性筛查:综述与应用前景[J].临床放射学杂志,2023,42 (12): 2006-2010.
[8]国家卫生健康委办公厅.原发性肺癌诊疗指南(2022年版)[J].协和医学杂志,2022,13 (4): 549-570.
[9]《协和呼吸病学》第二版[J].国际呼吸杂志,2016,36 (24): 1881-1881.
[10]支修益,师建国,田艳涛,等.《2022年中国肺癌患者生存质量白皮书》要点解读[J].中国胸心血管外科临床杂志,2023,30 (08): 1083-1088.
[11]莫楠楠,蔡峰,宋耀文,等.肺癌化疗感染患者肠道菌群和免疫细胞变化[J].中华医院感染学杂志,2022,32 (11): 1663-1667.
[12]张方圆,刘丽峰.预康复在肺癌患者中应用的研究进展[J].军事护理,2024,41 (01): 40-42,60.
[13]林承奎,朱成圣,王宇.CEA、CYFRA21-1联合影像学对肺癌患者预后判断的临床研究[J].中国临床药理学杂志,2024,40 (10): 1405-1408.
[14]汤秋菊,陈松.人工智能和PET/CT影像学组在非小细胞型肺癌诊疗中的应用[J].临床放射学杂志,2024,43 (5): 714-717.
[15]谢娟英,张凯云.SOSNet:一种非对称编码器-解码器结构的非小细胞肺癌CT图像分割模型[J].电子学报,2024,52 (3): 824-837.
[16]何应梅.囊腔型肺癌MSCT征象与病理对照分析[J].罕少疾病杂志,2024,31 (6): 50-52.
[17]王璐,易坤明,毛锐利,等.大叶性肺炎与肺炎型肺癌患者的CT影像分析[J].中华医院感染学杂志,2018,28 (23): 3568-3571.
[18]张小曼,张伟华,房翠.影响肺癌化疗患者发生肺部感染的危险因素分析[J].罕少疾病杂志,2024,31 (9): 42-44.

(收稿日期: 2024-06-29) (校对编辑: 姚丽娜、赵望淇)

[13]侯传珂,巩贵忠,王丽臻,等.三维动脉自旋标记成像量化脑转移瘤放疗前后灌注变化的研究[J].中国肿瘤临床,2020,47 (1): 18-23.
[14]王燕停,陈安强,郭凯,等.基于酰胺质子转移加权成像、DWI不匹配评估醒后脑卒中患者缺血半暗带的可行性研究[J].中华神经医学杂志,2023,22 (12): 1255-1259.
[15]侯传珂,巩贵忠,王丽臻,等.基于MR灌注成像进行脑转移瘤亚靶区分割的研究[J].中华放射肿瘤学杂志,2021,30 (10): 1047-1053.
[16]刘杨,张涛,张学琴,等.QSM、APT联合3D-ASL对血流灌注与代谢状态相关性的研究[J].中国CT和MRI杂志,2023,21 (10): 42-45.
[17]陈世林,王丽英,王莉,等.3D-ASL与DSC-PWI在脑肿瘤灌注成像中的一致性分析[J].南方医科大学学报,2021,41 (8): 1283-1286.
[18]李双红,张金环,陈玲,等.酰胺质子转移成像、三维动脉自旋标记成像鉴别诊断胶质瘤复发与治疗后的改变的应用[J].实用放射学杂志,2023,39 (10): 1565-1568.
[19]王颖.3D-ASL灌注成像技术诊断颅脑肿瘤的临床价值研究[J].医药论坛杂志,2019,40 (3): 49-51.
[20]杜林,张逊,陈峰,等.帕博利珠单抗辅助治疗非小细胞肺癌伴脑转移患者的疗效及对血清CA9与miR-375水平的影响[J].中国处方药,2022,20 (8): 92-94.
[21]王大鹏,夏庆欣.微RNA-375对非小细胞肺癌脑转移的诊断价值[J].安徽医药,2020,24 (1): 38-41.
[22]王攀实,任宏,王华,等.miR-375、miR-92b靶向NLK对非小细胞肺癌细胞生物学功能及上皮间质转化的影响[J].山西医科大学学报,2022,53 (8): 915-921.
[23]Du S,Qu H,Zhang Y,et al.MiR-375 promotes cisplatin sensitivity of lung adenocarcinoma[J].Pathol Res Pract,2023,249 (8): 15-18.
[24]Zeng S,Lin C,Huang Y.MiR-375 Combined with SHOX2 Methylation has Higher Diagnostic Efficacy for Non-Small-Cell Lung Cancer[J].Mol Biotechnol,2023,65 (7): 1187-1197.

(收稿日期: 2024-08-16) (校对编辑: 姚丽娜、赵望淇)