doi:10.11659/jjssx.11E024087

·临床研究·

多层螺旋CT对不同性质肺结节的诊断价值分析

王 迅[1],涂 雷[2],周思佳[3] (1.南京市职业病防治院放射科,江苏 南京 210000;2.南京市职业病防治院药剂科,江苏 南京 210000;3.铜仁市人民医院放射科,贵州 铜仁 554300)

[摘 要] **目的** 探讨多层螺旋CT对不同性质肺结节的诊断价值。**方法** 收集2022年10月至2023年10月在铜仁市人民医院接受治疗的150例肺结节患者的临床资料进行回顾性研究,所有患者均接受多层螺旋CT检查,并以肺穿刺活检结果进行良恶性分组,对比良性肺结节患者和恶性肺结节患者的CT影像学特征以及CT灌注参数差异,评估多层螺旋CT对良恶性肺结节的诊断价值。**结果** 肺穿刺活检结果显示,150例肺结节患者中恶性结节患者62例(恶性结节组),良性结节患者88例(良性结节组)。恶性结节组患者钙化占比明显低于良性结节组,而空泡征、分叶征、棘状突起、毛刺征占比明显高于良性结节组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。恶性结节组和良性结节组患者平均通过时间(MTT)对比,差异无统计学意义($P>0.05$);恶性结节组患者血流量(BF)、血容量(BV)及表面通透性(PS)明显高于良性结节组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。以肺结节患者肺穿刺活检结果作为金标准,多层螺旋CT对恶性结节的诊断准确度为94.00%,诊断敏感度为95.16%,诊断特异度为93.18%,阳性预测值为90.77%,阴性预测值为96.47%。**结论** 不同性质的肺结节患者CT影像学特征和灌注参数存在显著差异,多层螺旋CT可有效鉴别肺结节良恶性,且具有较好的诊断效能。

[关键词] 多层螺旋CT;肺结节;灌注参数;诊断效能
[中图分类号] R445.3 [文献标志码] A [收稿日期] 2024-11-18

Diagnostic value of multi-slice spiral CT in pulmonary nodules of different properties

WANG Xun[1], TU Lei[2], ZHOU Si-jia[3] (1.Department of Radiology, Nanjing Prevention and Treatment Center for Occupational Diseases, Nanjing Jiangsu 210000, China; 2.Department of Pharmacy, Nanjing Prevention and Treatment Center for Occupational Diseases, Nanjing Jiangsu 210000, China; 3.Department of Radiology, Tongren People's Hospital, Tongren Guizhou 554300, China)

Abstract: Objective To explore the diagnostic value of multi-slice spiral CT in pulmonary nodules of different properties. **Methods** The clinical data of 150 patients with pulmonary nodules who were treated at Tongren People's Hospital from October 2022 to October 2023 were collected for a retrospective study. All patients underwent multi-slice spiral CT examinations, and the benign and malignant grouping was conducted based on the results of lung biopsy. The CT imaging characteristics and CT perfusion parameters of patients with benign pulmonary nodulesand malignant pulmonary nodules were compared, and the diagnostic value of multi-slice spiral CT for benign and malignant pulmonary nodules was evaluated. **Results** The results of lung biopsy showed that among the 150 patients with pulmonary nodules, there were 62 patients with malignant pulmonary nodules (malignant nodule group) and 88 patients with benign pulmonary nodules (benign nodule group). The proportion of calcification patients in the malignant nodule group was significantly lower than that in the benign nodule group, while the proportions of patients with vacuolar sign, lobulation sign, spinous protrusion, and spiculation sign were significantly higher than those in the benign nodule group, and the differences were statistically significant ($P<0.05$). There was no statistically significant difference in the mean transit time (MTT) between the malignant nodule group and the benign nodule group ($P>0.05$). The blood flow (BF), blood volume (BV), and permeability surface(PS) of patients in the malignant nodule group were significantly higher than those in the benign nodule group, and the differences were statistically significant ($P<0.05$). Taking the lung biopsy results of patients with pulmonary nodules as the gold standard, the diagnostic accuracy of multi-slice spiral CT for malignant nodules was 94.00%, the diagnostic sensitivity was 95.16%, the diagnostic specificity was 93.18%, the positive predictive value was 90.77%, and the negative predictive value was 96.47%. **Conclusion** There are significant differences in CT imaging features and perfusion parameters among patients with pulmonary nodules of different properties. Multi-slice spiral CT can effectively distinguish benign and malignant pulmonary nodules and has good diagnostic efficiency.

Keywords: multi-slice spiral CT; pulmonary nodules; perfusion parameters; diagnostic efficiency

肺结节是指在肺部组织内出现的直径不大于3 cm的局部圆形或类圆形致密影。肺结节分为良性和恶性两种类型,良性肺结节生长缓慢,形状规则,无侵袭性及转移性;而恶性肺结节生长快速,形状不规则,有

[基金项目] 江苏省卫生健康委2020年度医学科研立项项目(Z2020047)

侵袭和转移倾向,同时也是肺癌的一种表现形式[1]。据报道,肺结节恶变率为10%~20%[2-4]。目前肺结节的发生机制虽然尚未完全明确,但普遍认为与免疫功能紊乱密切相关[5]。由于肺结节起病缓慢,累及器官存在差异,加之患者早期缺乏特异性临床症状,仅偶尔伴有乏力、盗汗以及少量咯血等症状,早期难以识别。此外,受肺结节自身特征(大小、密度、位置等)影响,普通CT检查易漏诊,继而导致病情进展,病变范围扩大,最终发展为肺癌[6]。早期诊治是延缓病情进展,增强临床疗效,改善患者预后的关键措施[7-8]。病理诊断是肺结节良恶性诊断的金标准,但该方法具有一定创伤性、滞后性,以肺穿刺组织样本为例,因需进行侵入性操作,故不可避免地存在一定并发症风险,此外,常规HE染色的实验室处理需要1~2 d,如需开展免疫组化检测则会延长至3~4 d,时效性不高[9]。多层螺旋CT是一种计算机断层扫描技术,能够同时进行多层次扫描,且具有较高的空间分辨率,与传统单层扫描相比,能够在短时间内获取更全面、更细致的图像信息,目前已经被广泛应用于胸部、脑部疾病等的诊断[10-12]。但多层螺旋CT检查用于肺结节良恶性鉴别诊断的效果仍未明确,基于此,本研究以肺穿刺活检结果作为金标准,分析不同性质肺部结节患者的多层螺旋CT相关影像特征,并评估多层螺旋CT对不同性质肺结节的诊断价值,以期为提高恶性肺结节的诊断准确性提供参考。

1 资料与方法

1.1 临床资料

收集2022年10月至2023年10月在铜仁市人民医院接受治疗的150例肺结节患者的临床资料进行回顾性研究,其中男73例,女77例;平均年龄(53.08±3.49)岁;居住地农村71例,城镇79例;平均体质量指数(23.02±2.27)kg/m^2。所有患者均接受多层螺旋CT检查,以肺穿刺活检结果作为金标准并进行良恶性分组。根据肺穿刺活检结果,将62例恶性结节(阳性)患者纳入恶性结节组,将88例良性结节(阴性)患者纳入良性结节组。2组患者性别、年龄、居住地、体质量指数等资料对比,差异无统计学意义(P>0.05)。纳入标准:①通过肺穿刺活检确诊为良性或恶性结节;②入组前未进行放化疗;③临床资料齐全。排除标准:①对造影剂过敏;②有多层螺旋CT检查禁忌证;③存在胸腔手术史;④处于妊娠期或伴有精神类疾病。本研究已通过铜仁市人民医院医学伦理委员会批准(批准号:铜医伦[2025]第159号)。

1.2 检查方法

患者均采用SEMENS Definition AS 128层螺旋CT进行平扫和增强扫描。CT平扫:电压设为120 kV,电流设为150 mAs,螺距设为1.0 mm,层厚设为0.6 mm。患者在扫描前先行呼吸训练,扫描时取仰卧位,待患者屏气时扫描胸腔,扫描过程中患者需保持呼吸平稳定,完成扫描后获取数据并进行图像重建。CT增强扫描:患者完成CT平扫后,通过肘部静脉注射80 mL对比剂,注射速率约为3.5 mL/s,延迟6 s开展动脉期扫描,延迟30 s开展静脉期扫描,完成扫描后获取数据并进行图像重建。所有患者的图像数据均通过配套软件处理后保存,由2名经验丰富的放射科医师分别进行阅片并做出诊断,若2名射科医师结论不同,则经双方讨论后统一诊断意见。

1.3 观察指标

记录2组患者的影像学特征,包括钙化、空泡征、分叶征、棘状突起、毛刺征等;记录患者灌注参数,包括平均通过时间(mean transit time,MTT)、血流量(blood flow,BF)、血容量(blood volume,BV)、表面通透性(permeability surface,PS)等;计算多层螺旋CT诊断良恶性肺结节的准确度、敏感度、特异度、阳性预测值、阴性预测值。

1.4 统计学方法

数据采用SPSS 24.0软件进行统计学分析,计量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用独立样本t检验;计数资料以率(%)表示,采用χ^2检验。P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2组患者多层螺旋CT影像学特征对比

恶性结节组患者钙化占比明显低于良性结节组,而空泡征、分叶征、棘状突起、毛刺征占比明显高于良性结节组,差异均有统计学意义(P<0.05),见表1。

表1 2组患者多层螺旋CT影像学特征对比[例(%)]

组别	n	钙化	空泡征	分叶征	棘状突起	毛刺征
恶性结节组	62	5(8.06)	60(96.77)	54(87.10)	57(91.94)	53(85.48)
良性结节组	88	76(86.36)	30(34.09)	31(35.23)	37(42.05)	40(45.45)
χ^2		89.773	59.549	39.853	38.697	24.738
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

2.2 2组患者多层螺旋CT灌注参数对比

恶性结节组和良性结节组患者MTT对比，差异无统计学意义（$P>0.05$）；恶性结节组患者BF、BV及PS明显高于良性结节组，差异均有统计学意义（$P<0.05$），见表2。

表2 2组患者多层螺旋CT灌注参数对比（$\bar{x}\pm s$）

组别	n	MTT(s)	BF(mL·100 mL^{-1}·min^{-1})	BV(mL·100 mL^{-1})	PS(mL·100 mL^{-1}·min^{-1})
恶性结节组	62	6.38±0.87	84.24±5.62	10.52±1.94	30.42±2.53
良性结节组	88	6.24±0.83	31.28±4.42	4.67±1.35	4.71±2.76
t		0.997	64.526	21.786	57.674
P		0.320	<0.001	<0.001	<0.001

2.3 多层螺旋CT的诊断效能

以肺结节患者肺穿刺活检结果作为金标准（恶性结节患者62例，良性结节患者88例），多层螺旋CT检出良性结节患者85例，恶性结节患者65例，其对恶性结节的诊断准确度为94.00%（141/150），诊断敏感度为95.16%（59/62），诊断特异度为93.18%（82/88），阳性预测值为90.77%（59/65），阴性预测值为96.47%（82/85），见表3。

表3 多层螺旋CT检查与穿刺活检结果对比(例)

多层螺旋CT	穿刺活检结果		合计
	恶性	良性	
恶性	59	6	65
良性	3	82	85
合计	62	88	150

3 讨论

肺结节是一种肉芽肿性疾病，与体液免疫功能和细胞免疫功能异常相关，可影响机体多个系统和器官[13]。根据肺结节结构特征可分为部分实性结节、实性结节以及磨玻璃结节，呈半圆形或圆形病变[14-15]。据相关文献报道，肺结节发病率约为35.5%，其中被确诊为肺癌的肺结节患者约占1.1%，结节直径小于5 mm者癌变率约为0.4%，而结节直径大于15 mm的患者癌变率可达91.5%[16]。由于肺癌发病早期的临床症状与肺良性结节相似，因而很难区分肺癌和肺良性结节[17]。手术是早期肺癌患者的首选治疗方案，也是唯一可行的治愈方案，通过切除局部肿瘤可达到延缓肿瘤进展、延长患者生存期的目的[18]。但有统计数据显示，美国每年约有16万人死于肺癌，我国肺癌发病率和病死率也在不断上升，现已成为威胁大众健康的一大公共卫生问题[19]。虽然超声、CT等影像学检查手段对于肺部疾病的早期诊断和临床治疗具有重要的指导作用，但仍存在肺癌早期检出率低的问题，进而影响疾病的早期治疗[20]。因此，早期鉴别良性肺结节和恶性肺结节对降低肺癌发生率和病死率具有重要意义。

穿刺活检是目前诊断良恶性肺结节的金标准，该方法通过经皮穿刺采集患者肺部的病灶组织样本，并通过病理学检查分析组织样本的细胞学特征、组织结构、细胞增殖等情况，从而明确肺结节的病变性质[21-22]。然而，该过程涉及的穿刺及组织样本采集具有一定创伤性，且病理诊断结果的等待时间较长，通常需要数天甚至数周时间，具有一定滞后性。因此，为了降低诊断风险，寻找无创且准确的诊断方法具有重要意义。多层螺旋CT是一种分辨率更高、覆盖范围更广的CT影像技术，其可通过多个探测器阵列同时获取多个平行层面的图像，从而提供更详细和准确的解剖信息[23]。在肺结节的诊断中，多层螺旋CT具有的高时间分辨率和高空间分辨率使其可捕捉到更细微的肺结节；同时，多层螺旋CT还可以提供三维重建图像，使医生能够更好地了解病变的形态和位置，从而更准确地做出诊断；此外，通过使用造影剂，多层螺旋CT还可以增强肺结节的对比度，进一步提高诊断准确性。

恶性结节在多层螺旋CT上常具有空泡征、分叶征、棘状突起和毛刺征等影像学特征。空泡征是指结节内部存在空洞或液体积聚，提示恶性肿瘤内部可能发生坏死；分叶征是指结节表面或内部出现分层结构，提示恶性肿瘤不规则生长；棘状突起是指结节表面出现突起的不规则边缘，提示恶性肿瘤浸润生长；毛刺征是指结节边缘出现细小的尖刺状影像，提示恶性肿瘤出现侵袭性生长。本研究结果显示，恶性结节组患者空泡征、分叶征、棘状突起、毛刺征占比均明显高于良性结节组。恶性结节通常具有更高的细胞活性和增殖能力，故恶性结节患者CT图像上会显示出更多的空泡征、分叶征、棘状突起、毛刺征，因此，上述特征具有重要的临床诊断价值。既往也有研究表明，毛刺征、分叶征、空泡征等征象均与恶性结节的不规则生长和侵犯周围组织密切相关，可帮助临床鉴别肺结节良恶性[24]。

本研究通过对比恶性结节组和良性结节组患者的多层螺旋CT灌注参数发现，恶性结节组患者BF、

BV以及PS明显高于良性结节组,与既往研究[25]结果相符。恶性结节组织的血流信号具有典型特征,血管密度较高,细胞增殖速度快,加之恶性细胞的异常分裂和生长需要更多的营养物质和氧气供应,故恶性结节的BF相对较大,血流速度也相对较快;同时,恶性结节组织中的血管壁异常脆弱,继而导致恶性结节的MTT、BF、BV、PS等血流动力学参数均明显高于良性结节。

此外,本研究结果显示,多层螺旋CT对恶性结节的诊断准确度、敏感度、特异度、阳性预测值、阴性预测值均较高,说明多层螺旋CT检查在良恶性肺结节的识别中具有较好的诊断效能,这可能是由于多层螺旋CT检查具有较高的空间分辨率。需要注意的是,尽管多层螺旋CT在诊断恶性结节方面表现出较高的准确度,但仍存在一定误诊率。因此,在实际临床应用中,针对多层螺旋CT检查提示恶性肺结节的患者,可结合病理学检查等方式进一步确认。

综上所述,不同性质肺结节的患者在多层螺旋CT成像上存在显著差异,其影像学特征有助于诊断肺结节的良恶性,且具有较好的诊断效能。然而本研究为单中心研究,样本量较为有限,因而有关多层螺旋CT对不同性质肺结节的诊断价值仍需在今后的研究中进一步验证。

[参考文献]

[1] 冯旭霞,张 梅,吴丙琳,等. 高分辨CT联合血清CEA、NSE在鉴别诊断良恶性孤立性肺结节中的应用价值[J]. 中国CT和MRI杂志,2020,18(6):38-40. doi:10.3969/j.issn.1672-5131.2020.06.012.

[2] Ma ZJ, Ma ZX, Sun YL, et al. Prediction of subsolid pulmonary nodule growth rate using radiomics[J]. BMC Med Imaging, 2023, 23(1): 177. doi:10.1186/s12880-023-01143-x.

[3] 喻 晖,齐 佳. PET/CT联合血清肿瘤标志物检测对孤立性肺结节良恶性的诊断价值[J]. 中国CT和MRI杂志,2022,20(7):61-63. doi:10.3969/j.issn.1672-5131.2022.07.020.

[4] Fu BJ, Lv FJ, Li WJ, et al. Significance of intra-nodular vessel sign in differentiating benign and malignant pulmonary ground-glass nodules [J]. Insights Imaging, 2021, 12(1): 65. doi: 10.1186/s13244-021-01012-7.

[5] 陈风芳,马 俊,王 琳,等. Ⅱ期结节病中SACE与免疫炎症指标、影像表现及肺功能的相关性研究[J]. 国际呼吸杂志,2020,40(12):922-928. doi:10.3760/cma.j.cn131368-20191226-00039.

[6] Zhang R, Tian P, Qiu Z, et al. The growth feature and its diagnostic value for benign and malignant pulmonary nodules met in routine clinical practice [J]. J Thorac Dis, 2020, 12(5): 2019-2030. doi: 10.21037/jtd-19-3591.

[7] 鄢骑兵,喻茂文,谭 辉. 良恶性肺结节患者的CT影像学指标、血清学指标及呼出气体中VOCs的差异[J]. 影像科学与光化学,2023,41(1):147-152. doi:10.7517/issn.1674-0475.221005.

[8] 曹冠杰,史志涛,王彩华,等. CT放射组学联合血清肿瘤标志物对不确定性质肺结节恶性风险的预测价值[J]. 临床肺科杂志,2023,28(9):1321-1326. doi:10.3969/j.issn.1009-6663.2023.09.005.

[9] 张啸波,肖越勇,张 肖,等. 针道封堵技术预防CT引导下经皮穿刺肺结节射频消融同步活检出血[J]. 中国介入影像与治疗学,2021,18(1):13-17. doi:10.13929/j.issn.1672-8475.2021.01.004.

[10] Zhao X, Xia Y, Li C, et al. Efficacy evaluation on the color Doppler ultrasound, multislice spiral CT combined with serum markers in diagnosis of primary hepatic carcinoma [J]. Iran J Public Health, 2021, 50(8): 1603-1612. doi: 10.21037/jtd-19-3591.

[11] Wang SQ, Ren FY, Wang JH, et al. Diagnostic value of multislice spiral computed tomography (CT) combined with CT angiography for intra-abdominal undescended testis secondary seminomas[J]. Cancer Imaging, 2019, 19(1): 24. doi: 10.1186/s40644-019-0210-z.

[12] 马 宇. 慢性脑供血不足患者脑血流变化的多层螺旋CT灌注成像研究[J]. 影像技术,2023,35(1):16-20.

[13] 曾小飞,吴鹏举,伍治强,等. CT引导下肺结节定位针定位在肺结节中的应用研究[J]. 局解手术学杂志,2022,31(9):804-808. doi:10.11659/jjssx.03E022041.

[14] 潘亚男,桑银洲,马永峰,等. Myrian影像后处理系统在孤立性肺结节定性诊断中的应用及影像学特征分析[J]. 影像研究与医学应用,2021,5(17):66-67. doi:10.3969/j.issn.1672-5131.2022.09.025.

[15] 李勇平,雷傲利,李文革,等. 应用MSCT三维重建提高对良、恶性孤立性肺结节诊断准确率研究[J]. 中国CT和MRI杂志,2022,20(2):51-52. doi:10.3969/j.issn.1672-5131.2022.02.017.

[16] 张有智,郝显华,赵空军,等. 老年人CT引导下经皮肺穿刺活检术的临床应用价值探讨[J]. 中国实用医药,2022,17(1):12-15. doi:10.14163/j.cnki.11-5547/r.2022.01.004.

[17] Tsoi KM, Lowe M, Tsuda Y, et al. How are indeterminate pulmonary nodules at diagnosis associated with survival in patients with high-grade osteosarcoma[J]. Clin Orthop Relat Res, 2021, 479(2): 298-308. doi:10.1097/CORR.0000000000001491.

[18] 周 研,张建平,耿仲伟,等. 解剖性肺段切除术与肺叶切除术治疗磨玻璃结节样非小细胞肺癌的疗效分析[J]. 局解手术学杂志,2022,31(3):198-201. doi:10.11659/jjssx.07E021056.

[19] Fu Y, Zhang YY, Cui LG, et al. Ultrasound-guided biopsy of pleural-based pulmonary lesions by injection of contrast-enhancing drugs[J]. Front Pharmacol, 2019, 10(1): 960. doi: 10.3389/fphar.2019.00960.

[20] Yankelevitz DF, Yip R, Henschke CI. Impact of duration of diagnostic workup on prognosis for early lung cancer[J]. J Thorac Oncol, 2023, 18(4):527-537. doi:10.1016/j.jtho.2022.12.020.

[21] 王晓燕,肖继伟,万钰磊,等. 多层螺旋CT对肺小结节的诊断价值分析[J]. 中华肺部疾病杂志(电子版),2019,12(2):197-199. doi:10.3969/j.issn.1005-1457.2019.02.008.

[22] 钱 坤,赵 昕,谭晓刚,等. 电子计算机断层扫描引导下经皮肺穿刺活检磨玻璃结节的诊断价值[J]. 首都医科大学学报,2022,43(4):558-563. doi:10.3969/j.issn.1006-7795.2022.04.008.

[23] 张玉霖,敖 平,朱 丽,等. 基于多层螺旋CT对康北地区藏族人群叉状肋骨的研究[J]. 局解手术学杂志,2024,33(5):404-407. doi:10.11659/jjssx.08E023052.

[24] 韩 莉,赵云景. 多层螺旋CT对肺部结节影像诊断价值分析[J]. 中国实用医药,2023,18(15):88-91. doi:10.14163/j.cnki.11-5547/r.2023.15.024.

[25] Zegadło A, Różyk A, Żabicka M, et al. Dual-energy computed tomography as a lower radiation dose alternative to perfusion computed tomography in tumor viability assessment[J]. Sci Rep, 2023, 13(1): 120. doi:10.1038/s41598-022-27221-8.

(编辑:魏 源)