

论 著

肺结节术前薄层CT征象及定量参数与术后病理对照研究*

高大圣 胡茂能* 岳庆峰

王 晶 刘云峰

安徽省合肥市第三人民医院影像中心
(安徽 合肥 230022)

【摘要】目的 通过肺结节术前薄层CT及术后病理结果对照分析，总结薄层CT征象及定量参数与病变性质的相关性。方法 选取2019年1月至2022年1月我院孤立性肺结节(SPN)患者100例，术前均行薄层CT扫描，术后取得病理结果。比较恶性SPN患者与良性SPN患者一般临床特点、薄层CT征象及定量参数，并分析人工智能(AI)辅助薄层CT对SPN的定性诊断价值。结果 100例SPN患者均经手术病理证实，恶性59例为恶性组，良性41例为良性组；恶性组吸烟史比例(45.76%)高于良性组(24.39%)，年龄大于良性SPN患者($P<0.05$)；征象中，恶性组分叶征、毛刺征、血管束征、位于肺上叶比例在恶性组中的发生率较良性组高，空洞征比例低于良性组($P<0.05$)，量化参数中，恶性组分叶征 >3 比例、毛刺数 >3 比例、结节直径 $8\text{ mm}<D\leq 30\text{ mm}$ 比例高于良性组($P<0.05$)；AI辅助薄层CT定性诊断SPN的敏感度为79.66%(47/59)，特异度为90.24%(37/41)，准确度为84.00%(84/100)。结论 薄层CT征象及征象定量、半定量分析是SPN良恶性鉴别诊断的关键，AI辅助薄层CT在SPN定性诊断中具有重要应用价值。

【关键词】肺结节；薄层CT；征象；定量参数；术后病理

【中图分类号】R445.2

【文献标识码】A

【基金项目】多模态影像学精准诊断尘肺病的研发(J2019Y06)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.06.019

A Controlled Study of CT Signs and Quantitative Parameters and Postoperative Pathology*

GAO Da-sheng, HU Mao-neng*, YUE Qing-feng, WANG Jing, LIU Yun-feng.

Imaging Center of Hefei Third People's Hospital, Hefei 230022, Anhui Province, China

ABSTRACT

Objective To summarize the correlation between the thin-slice CT signs and quantitative parameters and the nature of the lesion through the comparative analysis of preoperative thin-slice CT and postoperative pathological results of pulmonary nodules, in order to provide a basis for better guidance of preoperative evaluation. **Methods** A total of 100 patients with solitary pulmonary nodules (SPN) in our hospital from January 2019 to January 2022 were selected. Thin-slice CT scans were performed before operation, and pathological results were obtained after operation. The general clinical features, thin-slice CT signs and quantitative parameters of malignant SPN patients and benign SPN patients were compared, and the qualitative diagnosis value of artificial intelligence (AI)-assisted thin-slice CT for SPN was analyzed. **Results** 100 SPN patients were confirmed by surgery and pathology, 59 malignant patients were classified as malignant group and 41 benign patients as benign group; the proportion of smoking history in malignant group (45.76%) was higher than that in benign group (24.39%), and the age was older than that of benign SPN patients ($P<0.05$); among the signs, the malignant component of lobe sign, spiculation sign, vascular bundle sign, and the proportion located in the upper lobe of the lung were higher than those of the benign group, and the proportion of cavity sign was lower than that of the benign group ($P<0.05$). Among the quantitative parameters, the malignant component The proportion of leaf signs >3 , the number of burrs >3 , and the nodule diameter of $8\text{ mm}<D\leq 30\text{ mm}$ were higher than those of the benign group ($P<0.05$); the sensitivity of AI-assisted thin-slice CT for qualitative diagnosis of SPN was 79.66% (47/59), the specificity was 90.24% (37/41), and the accuracy was 84.00% (84/100). **Conclusion** Thin-slice CT signs and quantitative and semi-quantitative analysis of signs are the key to differential diagnosis of benign and malignant SPN, and AI-assisted thin-slice CT has important application value in the qualitative diagnosis of SPN.

Keywords: Pulmonary Nodules; Thin-Slice CT; Signs; Quantitative Parameters; Postoperative Pathology

在所有恶性肿瘤中，肺癌的发病率一致居高不下，研究报道，我国每年新发及死亡肺癌病例数分别达70.5万、50万^[1]。研究数据表明，在接受完全切除术的肺早期微浸润性腺癌和原位腺癌患者5年无病生存率高达百分之百^[2]。而肺癌早期常无明显临床症状，仅表现为孤立性肺结节(SPN)。因此，早期、精确评估SPN良恶性至关重要。CT在SPN定性诊断中相对有效，且应用广泛^[3]。薄层CT选择 $\leq 1\text{ mm}$ 的层厚，将CT空间分辨率发挥到极致，显示结节内部微小结构更为清晰，诊断灵敏度更高^[4-5]。因此，分析薄层CT征象及定量参数与SPN病变性质的相关性具有重要临床意义。另外，近年来，人工智能(AI)辅助诊断系统在SPN影像诊断方面的应用逐渐增多，有助于SPN快速检出及定性诊断^[6]。基于此，本研究通过肺结节术前薄层CT及术后病理结果对照分析，总结薄层CT征象及定量参数与病变性质的相关性，并评估AI辅助薄层CT在SPN定性诊断中的应用价值，以期为更好地指导术前评估提供依据。报道如下。

1 资料和方法

1.1 一般资料 选取2019年1月至2022年1月我院SPN患者100例，术前均行薄层CT扫描，术后取得病理结果。

纳入标准：符合SPN诊断标准^[7]；有明确病理结果；病历资料完整。排除标准：结节直径 $>30\text{ mm}$ ；多发结节；恶性肿瘤病史。

1.2 方法 (1)资料获取：入院时收集所有患者的性别、年龄、慢性肺部疾病(既往确诊有哮喘、慢阻肺、肺结核等)、家族史、临床症状(发热、咳嗽、呼吸困难、胸痛等)等一般资料。(2)薄层CT检查：GE 64排128层Optima，参数：管电流、管电压分别为30 mA、120kV，层间隔5mm，层厚5mm，重建层厚1.25mm。范围：胸廓入口至膈肌，一次屏气下完成扫描。由2位放射科资深医师结合CT影像学特征及患者一般临床特点，并结合我院AI系统对肺结节的预测，独立诊断SPN病变性质，意见不一致时协商一致。

1.3 观察指标 (1)病理结果。(2)恶性组与良性组一般临床特点。(3)恶性组与良性组薄层CT征象及定量参数。(4)诊断价值。

1.4 数据处理 所有数据的分析均在SPSS22.0软件上进行，($\bar{x} \pm s$)用来表示计量资料，两组间行t检验；n(%)用来表示计数资料，行卡方检验。所有检验都是双侧检验， $\alpha=0.05$ 。

2 结 果

2.1 病理结果 本研究中100例SPN患者均经手术病理证实，其中恶性59例为恶性组，良

【第一作者】高大圣，男，副主任医师，主要研究方向：CT核磁共振疾病诊断。E-mail: gaodasheng2028@163.com

【通讯作者】胡茂能，男，主任医师，主要研究方向：尘肺病ct影像学。E-mail: hmn596@163.com

性41例为良性组。

2.2 恶性组与良性组一般临床特点 恶性组吸烟史比例(45.76%)高于良性组(24.39%), 年龄大于良性SPN患者($P<0.05$); 恶性组、良性组性别、慢性肺部疾病、家族史比较, 差异无统计学意义($P>0.05$)。见表1。

2.3 恶性组与良性组薄层CT征象及定量参数 征象中, 恶性组分叶征、毛刺征、血管束束征、结节位于肺上叶比例在恶性组中出现的频率较良性组高, 空洞征出现的频率显著较良性组低($P<0.05$), 量化参数中, 恶性组分叶征象 >3 比例、毛刺数 >3 比例、结节直径 $8\text{ mm}<D\leq 30\text{ mm}$ 比例高于良性组($P<0.05$)。见表2。

2.4 诊断价值 AI辅助薄层CT定性诊断SPN的敏感度为79.66%(47/59), 特异度为90.24%(37/41), 准确度为84.00%(84/100)。见表3。

表1 恶性组与良性组一般临床特点

因素	恶性组(n=59)	良性组(n=41)	t/ χ^2	P
性别	男	35(59.32)	0.028	0.868
	女	24(40.68)		
年龄(岁)	59.57 $\pm$ 9.43	46.08 $\pm$ 7.25	7.709	<0.001
慢性肺部疾病	15(25.42)	6(14.63)	1.698	0.193
吸烟史	27(45.76)	10(24.39)	4.740	0.029
家族史	3(5.08)	1(2.44)	0.021	0.885
临床症状	有	37(62.71)	0.441	0.507
	无	22(37.29)		

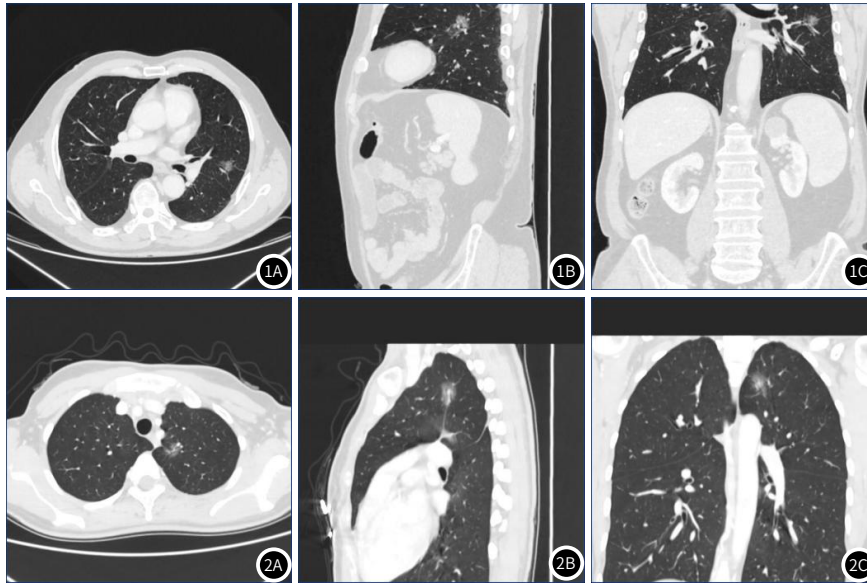


图1 病理类型为腺癌, 左肺上叶见混杂磨玻璃结节, 约 $2.5\times 2.1\times 1.6\text{ cm}$, 边缘毛躁, 边缘见血管束束征, 临近胸膜凹陷。图2 原位腺癌伴微浸润, 左肺上叶见混合磨玻璃结节, 约 $2.0\times 1.5\times 1.2\text{ cm}$, 边缘毛躁, 多发毛刺。

表2 恶性组与良性组薄层CT征象及定量参数

因素	恶性组(n=59)	良性组(n=41)	t/ χ^2	P
分叶征	有	29(49.15)	6.235	0.013
	无	30(50.85)		
毛刺征	有	32(54.24)	4.961	0.026
	无	27(45.76)		
血管束束征	有	29(49.15)	6.235	0.013
	无	30(50.85)		
钙化	有	10(16.95)	0.097	0.756
	无	49(83.05)		
空泡征	有	17(28.81)	1.116	0.291
	无	42(71.19)		
空洞征	有	4(6.78)	9.103	0.003
	无	55(93.22)		
结节位置	肺上叶	38(64.41)	4.128	0.042
	其他	21(35.59)		
密度	实性	38(64.41)	2.149	0.341
	磨玻璃样	12(20.34)		
	混合性结节	9(15.25)		
量化参数	>3	23(79.31)	6.069	0.014
分叶征象	≤ 3	6(20.69)	7(70.00)	
毛刺数	>3	21(65.63)	9.338	0.002
	≤ 3	11(34.38)		
结节直径(mm)	≤ 8	7(11.86)	8.615	0.003
	$8<D\leq 30$	52(88.14)		
平均密度(HU)	27.81 $\pm$ 8.49	26.95 $\pm$ 9.26	0.480	0.632

表3 AI辅助薄层CT诊断结果

CEUS结合SWE	病理结果		合计
	恶性	良性	
恶性	47	4	51
良性	12	37	49
合计	59	41	100

段。薄层CT选择 $\leq 1\text{ mm}$ 的层厚, 可对图像进行重建, 更加清晰地观察SPN位置、大小、密度、形态等细节特征, 已成为SPN定性诊断不可或缺的方法之一^[9]。因此, 对SPN薄层CT征象及定量参数的分析具有重要临床价值。

薄层CT可更好显示SPN微小结构, 并将这些征象及定量参数用作定性诊断依据。但相当一部分影像学征象在良恶性SPN中同时存在^[10], 因此, 为进一步评估薄层CT在SPN诊断中的作用, 精确分析结节大小、位置、内部特征等特点十分必要。分叶征被认为是肿瘤生长速度不一致所致, 并与结节恶性风险存在密切关系。毛刺是肿瘤直接侵入邻近局部淋巴结或支气管血管鞘而形成。研究表明, 分叶、毛刺是恶性SPN独立危险因素^[11]。Yang等^[12]研究显示, 118例有毛刺、分叶的SPN中, 恶性SPN率达94.07%(111/118)。因此, 有毛刺、分叶的SPN极值得临床重视。本研究中, 除了恶性SPN分叶外, 其毛刺出现率及毛刺数 >3 的比例都较良性SPN高, 与上述研究报道一致。血管束束是SPN定性诊断的重要指标之一。恶性SPN血供相对丰富, 供血血管通常明显增粗、增多或迂曲扩张, 而良性SPN血供较少, 因此, 恶性SPN更易出现血管束束征^[13]。本研究中, 41例良性SPN中10例出现此征象, 其中炎性肌纤维母细胞瘤6例, 结核球4例, 出现率为24.39%(10/41); 59例恶性SPN中, 29例出现此征象, 出现

3 讨论

随影像技术发展, SPN检出率越来越高, 但其良恶性鉴别诊断仍存在一定困难^[8]。目前, CT仍是SPN主要筛查和鉴别诊断手

率为49.15%(29/59), 恶性SPN血管束束征出现率显著高于良性SPN。恶性与良性SPN均可见钙化, 本研究中, 恶性与良性SPN在钙化方面未显示出统计学差异, 与牟干^[14]报道一致。在SPN病灶内出现的点状透亮影, 直径约为1~2mm, 被定义为空泡征, 研究认为, 空泡征可作为判断SPN为恶性征象, 且多见于肺腺癌^[15]。而本研究显示, 59例恶性SPN中, 17例出现此征象, 出现率为28.81%(17/59), 41例良性SPN中8例出现此征象, 出现率为29.27%(8/41); 良性组、恶性组空泡征出现率无显著差异, 这可能与样本量差异有关。空洞主要由病灶内部出现缺血性坏死所形成, 有学者认为, 空洞征可以作为SPN良恶性判断的一个指标^[16]。本研究结果显示, 29.27%(12/41)的良性SPN见空洞征, 显著高于恶性组6.78%(4/59), 与上述结果一致, 这可能是由于恶性SPN血供非常丰富的原因。结节大小是鉴别SPN良恶性的重要指标之一, 研究认为, SPN直径越大, 恶变风险就越大^[17]。本研究结果表明, 恶性SPN的结节直径8 mm < D≤30 mm比例显著高于良性组(P<0.05), 与先前报道类似。目前, 关于SPN位于上叶是否为恶性SPN危险因素尚存在争议。有学者指出, 肺上叶结节癌变风险显著高于其余位置, 可能与呼吸时上叶支气管气流较大, 吸入空气中致癌物较多有关^[18]。也有研究认为, 肺叶位置与SPN良恶性无关^[19]。本研究显示, 恶性SPN更多见于肺上叶, 与相关报道肺癌多见于肺上叶相符。因此, 肺上叶SPN怀疑恶性征象时, 应给予充分重视。

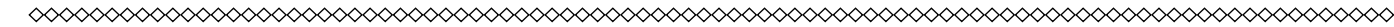
采用薄层CT进行SPN良恶性鉴别诊断时, 应考虑肺癌高危因素, 包括年龄、吸烟史、慢性肺部疾病、家族史等^[20-21]。高龄、吸烟被认为是肺癌主要危险因素, 本研究也发现, 恶性SPN患者吸烟史比例(45.76%)高于良性SPN患者(24.39%), 年龄大于良性SPN患者。但良恶性SPN患者慢性肺部疾病比例、家族史比例无显著差异, 可能与样本量小有关, 有待后续大样本数据进一步研究。

智能医学在未来医学的发展过程中扮演着非常重要的作用, 就目前的发展趋势而言, 医学影像将会是AI技术在未来医学中发展的重要应用之一^[22]。本研究中, AI辅助薄层CT定性诊断SPN的敏感度为79.66%(47/59), 特异度为90.24%(37/41), 准确度为84.00%(84/100), 提示薄层CT对SPN良恶性的诊断具有较高的准确性, 进而为肺癌早期筛查提供参考。

综上所述, 当SPN薄层CT特征表现为毛刺征、分叶征、血管束束征、位于肺上叶及分叶征象>3比例、毛刺数>3、直径>8 mm时, 应高度警惕恶性结节的可能, AI辅助薄层CT在SPN定性诊断中具有重要应用价值, 值得临床推广。

参考文献

[1]王启俊, 祝伟星, 关炜库. 北京市肺癌发病率、死亡率和生存率分析[J]. 中华流行病学杂志, 1991, 12 (4): 205-207.



(上接第51页)

参考文献

[1]朱林. 256层螺旋CTA对颈动脉狭窄及颈动脉粥样硬化斑块形态的评估价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2017, 15 (06): 12-14.
[2]Yoshida K, Endo H, Sadamasa N, et al. Evaluation of carotid artery atherosclerotic plaque distribution by using long-axis high-resolution black-blood magnetic resonance imaging[J]. J Neurosurg, 2008, 109 (6): 1042-1048.
[3]黎计明, 罗伟良. 血管内超声在颈动脉粥样硬化中的应用现状[J]. 中国医学影像学杂志, 2015, 26 (2): 156-160.
[4]Gupta A, Mtui EE, Baradaran H, et al. CT angiographic features of symptom-producing plaque in moderate-grade carotid artery stenosis[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2015, 36 (2): 349-354.
[5]North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators. Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high grade carotid stenosis[J]. J Engl j med 1991, 325 (7): 445-453.
[6]跃勇, 邹利光, 陈林, 等. 多层螺旋CT血管成像在颈内动脉起始部介入治疗中的应用价值[J]. 介入放射学杂志, 2007, 16 (10): 652-655.
[7]陈爱国. 基于随机森林算法的颈动脉支架植入术后残留预测模型构建分析[J]. 卒中与神经疾病, 2022, 29 (04): 338-343.
[8]张伟生, 陈景南. CT与MRI对颈动脉狭窄和粥样硬化斑块特征的评估价值[J]. 医学影像学杂志, 2022, 32 (05): 765-768.
[9]刘晓伟, 陈科宇, 徐学君. 颈动脉支架植入术中低血流动力学紊乱相关危险因素[J]. 中国介入影像与治疗学, 2022, 19 (02): 65-69.

[2]Ordridge KL, Gandy N, Arshad MA, et al. Interobserver agreement of the visual Herder scale for the assessment of solitary pulmonary nodules on 18F Fluorodeoxyglucose PET/computed tomography[J]. Nucl Med Commun, 2020, 41 (3): 235-240.
[3]马宁, 赵铭, 田蓉蓉, 等. 对比基于PET/CT的不同方法定性诊断孤立性肺结节的效能[J]. 中国介入影像与治疗学, 2020, 17 (4): 233-237.
[4]Chilet-Rosell E, Parker LA, Hernández-Aguado I, et al. The determinants of lung cancer after detecting a solitary pulmonary nodule are different in men and women, for both chest radiograph and CT[J]. PLoS ONE, 2019, 14 (9): e0221134.
[5]陈国强, 苏福, 王卫星, 等. 18F-FDG PET/CT联合薄层螺旋CT三维重建诊断孤立性肺结节[J]. 中国医学影像技术, 2020, 36 (1): 86-90.
[6]Venkadesh KV, Setio A, Schreuder A, et al. Deep Learning for Malignancy Risk Estimation of Pulmonary Nodules Detected at Low-Dose Screening CT[J]. Radiology, 2021, 300 (2): 438-447.
[7]刘海玲, 陈国萍, 陶景山, 等. CT薄层影像特征制定的肺结节分级评估系统区分良恶性肺结节的应用价值[J]. 临床肺科杂志, 2022, 27 (1): 102-105, 123.
[8]Xiaofeng L, Han J, Zhiyong P, et al. Lung Cancer and Granuloma Identification Using a Deep Learning Model to Extract 3-Dimensional Radiomics Features in CT Imaging[J]. Clin lung cancer, 2021, 22 (5): e756-e766.
[9]Tu SJ, Wang CW, Pan KT, et al. Localized thin-section CT with radiomics feature extraction and machine learning to classify early-detected pulmonary nodules from lung cancer screening[J]. Phys Med Biol, 2018, 63 (6): 65005.
[10]牟干, 官莉, 马潇霖, 等. 薄层CT扫描联合血清肿瘤标志物在孤立性肺结节良恶性诊断中的应用价值研究[J]. 实用心脑血管病杂志, 2021, 29 (5): 104-108.
[11]盛翠云, 陈斌, 高德宏, 等. 孤立性肺结节患者血清CEA、NSE、Cyfra21-1水平与结节直径的关系及联合高分辨率CT的诊断价值研究[J]. 现代生物医学进展, 2021, 21 (14): 2708-2712.
[12]Yang L, Zhang Q, Bai L, et al. Assessment of the cancer risk factors of solitary pulmonary nodules[J]. Oncotarget, 2017, 8 (17): 29318-29327.
[13]孔芳, 段艳华, 宋学林, 等. 高分辨率CT鉴别诊断良、恶性实性孤立性肺结节[J]. 中国医学影像技术, 2021, 37 (8): 1168-1172.
[14]牟干. 薄层CT联合肿瘤标志物及髓鞘菌荚膜抗原在肺结节良恶性鉴别诊断中的临床研究[D]. 湖北: 三峡大学, 2021.
[15]刘智, 张帆, 蒋宇婷, 等. 孤立性肺结节的良恶性与临床及高分辨率CT特征相关性分析[J]. 实用放射学杂志, 2020, 36 (12): 1928-1932.
[16]Cui S, Ming S, Lin Y, et al. Development and clinical application of deep learning model for lung nodules screening on CT images[J]. Sci Rep, 2020, 10 (1): 13657.
[17]李宗, 朱远, 朱辉, 等. 99mTc-MIBI SPECT/CT单独及其联合MSCT在孤立性肺结节定性诊断中的应用价值[J]. 广西医学, 2020, 42 (6): 694-697, 744.
[18]李勇平, 雷微利, 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 (2): 51-52, 92.
[19]肖景兴, 王东, 叶静, 等. 18F-FDG PET/CT联合HRCT及血清肿瘤标志物诊断孤立性肺结节的价值[J]. 临床放射学杂志, 2020, 39 (2): 303-307.
[20]Ricciardi S, Davini F, Manca G, et al. Radio-guided surgery, a cost-effective strategy treating solitary pulmonary nodule: 20-year experience of a single centre[J]. Clin Lung Cancer, 2020, 21 (5): e417-e422.
[21]周森, 马学进, 江林, 等. 增强CT扫描和99mTc-MIBI-SPECT/CT同机融合显像鉴别孤立性肺结节的临床研究[J]. 临床放射学杂志, 2021, 40 (7): 1303-1307.
[22]Mastouri R, Khelifa N, Neji H, et al. Deep learning-based CAD schemes for the detection and classification of lung nodules from CT images: A survey[J]. J X-Ray Sci Technol, 2020, 28 (4): 591-617.

(收稿日期: 2022-09-25)

(校对编辑: 谢诗婷)

(收稿日期: 2022-10-28)

(校对编辑: 谢诗婷)