

论 著

CT影像学特征与亚厘米肺结节病理诊断的相关性研究*

张艾红^{1,*} 夏俊博² 巴 建¹刘亚梅¹ 于占江¹

1.河南省职工医院影像科

2.河南省职工医院神经内科

(河南 郑州 450002)

【摘要】目的 研究CT影像学特征与亚厘米肺结节病理诊断的相关性。方法 回顾性分析2020年至2023年在我院行手术切除的208例亚厘米肺小结节患者的临床资料,按照病理结果分为良性病变(BL)、肺部不典型腺瘤样增生(AAH)18例、肺部原位癌(AIS)65例、肺部微浸润腺癌46例、肺部浸润性腺癌(IAC)51例,所有患者均接受常规CT及增强CT检查,分析CT形态特征分类以及肺结节尺寸和增强程度与临床病理的关系。结果 208例亚厘米肺小结节患者均为单发结节,根据不同形态特征可分为I型90例、II型38例、III型16例、IV型51例、V型13例,BL组、AAH组、AIS组、MIA组、IAC组I型、II型、III型、IV型、V型形态特征分类比较差异有统计学意义($\chi^2=107.282$, $P<0.001$);BL组、AAH组、AIS组、MIA组、IAC组亚厘米肺小结节尺寸大小比较,差异有统计学意义($F=14.562$, $P<0.001$),其中IAC组的亚厘米肺小结节尺寸最大,均高于其他组,AAH组、AIS组、MIA组、IAC组肺小结节尺寸均大于BL组,差异有统计学意义($P<0.05$)。BL组、AAH组、AIS组、MIA组、IAC组亚厘米肺小结节增强程度比较差异有统计学意义($\chi^2=52.338$, $P<0.001$),IAC组肺结节显著增强的比例最高,为58.82%,高于其他4组,差异有统计学意义($P<0.05$)。结论 常规CT形态特征分类以及增强CT下的肺结节尺寸和增强程度对亚厘米肺小结节的定性诊断有着较大价值。

【关键词】CT; 影像学特征; 亚厘米肺小结节; 浸润性肺腺癌; 病理诊断

【中图分类号】R445.3

【文献标识码】A

【基金项目】河南省科技厅项目(232102310239)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.02.024

The Study of the Correlation Between CT Imaging Features and the Pathological Diagnosis of Sub-centimeter Pulmonary Nodules*

ZHANG Ai-hong^{1,*}, XIA Jun-bo², BA Jian¹, LIU Ya-mei¹, YU Zhan-jiang¹.

1.Department of Imaging, Henan General Hospital, Zhengzhou 450002, Henan Province, China

2.Department of Neurology, Henan General Hospital, Zhengzhou 450002, Henan Province, China

ABSTRACT

Objective To study the correlation between T imaging features and the pathological diagnosis of subcentimeter pulmonary nodules. **Methods** The clinical data of 208 patients with small cm pulmonary nodules from our hospital from 2020 to 2023, according to the pathological results were divided into benign lesions (BL), 18 cases of pulmonary atypical adenoma hyperplasia (AAH), 65 cases of pulmonary carcinoma in situ (AIS), 46 cases of pulmonary microinvasive adenocarcinoma, 51 cases of pulmonary invasive adenocarcinoma (IAC), all patients received conventional CT and enhanced CT examination, analyze CT morphological classification of characteristics and the relationship between the size and enhancement of pulmonary nodules and clinical pathology. **Results** All 208 patients with subcentimeter pulmonary nodules were single nodules, According to different morphological characteristics, type I can be divided into 90,38,16,51,13 V, Between BL, AAH, AIS, MIA, types I, type, V and IAC ($\chi^2=107.282$, $P<0.001$); Comparison of size of subcentimeter pulmonary nodules in BL, AAH, AIS, MIA and IAC groups, Statistically significant difference ($F=14.562$, $P<0.001$). Of the subcentimeter pulmonary nodules were the largest in the IAC group, Are higher than those in the other groups, The size of pulmonary nodules in AAH, AIS, MIA and IAC groups were larger than those in BL group, The difference was statistically significant ($P<0.05$). The difference of subcentimeter lung nodules in the BL, AAH, AIS, MIA, and IAC groups ($\chi^2=52.338$, $P<0.001$), and the IAC group was 58.82%, higher than the other four groups ($P<0.05$). **Conclusion** The conventional classification of CT morphological features and the size and enhancement of pulmonary nodules under enhanced CT are of great value for the qualitative diagnosis of subcentimeter pulmonary nodules.

Keywords: CT; Imaging Features; Subcentimeter Pulmonary Nodules; Invasive Lung Adenocarcinoma; Pathological Diagnosis

肺癌是目前全球范围内第二大常见癌症和癌症死亡的主要原因^[1]。肺癌发病隐匿,缺乏典型症状,患者往往会因未及早明确诊断而错失最佳治疗机会。推进肺癌及相关病变的快速精准诊疗是目前临床工作的重点。直径<1cm的肺结节被称为亚厘米肺小结节,其通常为良性,但仍有少部分由恶性进展为肺癌的风险^[2]。因此,亚厘米肺小结节的良恶性鉴别是十分重要的。经胸穿刺是诊断亚厘米肺小结节的“金标准”,但其操作难度大、成本高,并具有一定的侵入性风险^[3]。近年来,胸部CT被更多用于肺部病变检查中,具有安全无创、可对病变特征进行可重复和更详细的评估等优势。研究报道,CT对亚厘米肺小结节检出率较高,且亚厘米肺小结节在CT图像中表现出了不同大小、边缘和密度上的形态差异,利用这些特征对肺结节的定性诊断及肺癌早期诊断有着较大的潜在价值^[4]。本研究将通过回顾性分析,深入探讨CT影像学特征与亚厘米肺结节病理诊断的相关性,旨在为临床提供参考,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 研究对象 回顾性分析2020年至2023年在我院行手术切除的208例亚厘米肺小结节患者的临床资料,其中男性172例、女性36例;年龄18~76岁,平均(60.42±5.85)岁。

纳入标准:所有患者均在手术切除前2周内进行胸部CT检查;CT影像学检查显示肺结节,结节最大直径≤10mm;年龄≥18岁,均知情同意。排除标准:合并多发性肺结节;哺乳期或妊娠期女性;肺结节合并周围间质性肺炎、肺门肿大以及纵膈淋巴结肿大;合并心肝肾肺等器官障碍,以及恶性肿瘤、认知障碍、言语交流障碍等疾病;CT图像质量欠佳;影像学、病理或临床资料缺失或不全。

1.2 方法

1.2.1 CT检查方法 患者取仰卧位在屏气状态下使用飞利浦64层128排CT机进行胸部CT扫描,扫描范围自胸廓至肋膈角,包括胸壁和腋窝,参数设置如下管电压:120 kV、管电流:40~60mA、层厚和层间距:均1.0mm,螺距0.95。而后行增强CT扫描,使用高压注射器以3~5mL/s的流速将60~80mL的碘佛醇(江苏恒瑞药业有限公司)推注到肘窝静脉中。在注射完成后65s开始增强扫描,完成后以病灶为中心进行多平面重建和薄层重建,将图像上传至工作站,由2名具有15年以上工作经验的影像学医师进行阅片和分析诊断。

1.2.2 病理诊断方法 所有病理标本均在手术切除后获得,将标本固定在10%福尔马林

【第一作者】张艾红,女,副主任医师,主要研究方向:中枢神经系统及胸部。E-mail: Baby2827@sina.com

【通讯作者】张艾红

中，石蜡包埋，并用苏木精和伊红染色。按照2011年国际肺癌研究协会、美国胸科学会以及欧洲呼吸协会发表的肺腺癌国际多学科分类意见，对良性病变(BL)、肺部不典型腺瘤样增生(AAH)、肺部原位癌(AIS)、肺部微浸润腺癌(MIA)、肺部浸润性腺癌(IAC)进行病理分类诊断。以上结果由具有15年以上工作经验的病理医师确定。

1.3 CT影像学特征及评价标准^[5-8] (1)常规CT扫描下，在肺窗(窗宽1500HU，窗位-500HU)和纵膈窗(窗宽350HU，窗位50HU)中观察亚厘米肺小结节。亚厘米肺小结节根据整体形态特征分为以下5种类型，I型：病变表现为圆形或椭圆形结节、单纯性磨玻璃结节、混合型磨玻璃结节，整体形状近似于棉球；II型：病变表现为圆形或椭圆形的实心结节，边缘可见针刺突起；III型：病变表现为圆形或椭圆形的实心结节，边缘光滑；IV型：病灶主要为磨玻璃结节，部分固体成分分布在结节的中心或外围，或呈颗粒状分布；V型：病变主要特征为单个或多个空泡形成。(2)增强CT扫描下，在肺窗(窗宽1500HU，窗位-500HU)观察亚厘米小结节。肺结节的宽度和长度在结节最大横截面积的放大图像上进行测量，结节尺寸大小以长度和宽度平均值进行估算。此外增强扫描后图像表现出≥15HU的增强，则认为结节显著增强。

1.4 统计学方法 采用SPSS 21.0统计软件进行数据处理。符合正态分布的计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示，组间比较采用单因素方差分析，进一步两两比较采用Bonferroni法。计数资料采用例(%)表示，采用 χ^2 检验进行整体检验，再进一步两两比较。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 病理结果及CT形态特征分类结果 208例亚厘米肺小结节患者经病理检查提示良性病变(BL)28例(13.46%)，其中炎症假瘤20例(9.62%)、肺结核1例(0.48%)、肺内淋巴结1例(0.48%)、肺错构瘤例4例(1.92%)、支气管腺瘤2例(0.96%)，肺部不典型腺瘤样增生(AAH)18例(8.65%)、肺部原位癌(AIS)65例(31.25%)、肺部微浸润腺癌(MIA)46例(22.12%)、肺部浸润性腺癌(IAC)51例(24.52%)。208例亚厘米肺小结节患者均为单发结节，根据不同

形态特征可分为I型90例(43.27%)、II型38例(18.18%)、III型16例(7.69%)、IV型51例(24.52%)、V型13例(6.25%)。

2.2 CT形态特征分类与病理结果关系 I型特征中以肺癌和癌前病变较为多见，共有86例(11例AAH+48例AIS、20例MIA+7例IAC)，占比高达95.56%；I型特征中以IAC最为多见，占比为57.89%；III型特征中以BL最为多见，占比为68.75%；I型特征中以肺癌较为多见，共有39例(11例AIS+13例MIA+15例IAC)，占比为82.35%，其中浸润性腺癌共有28例，占比为54.90%；V型特征以肺癌和癌前病变较为多见，共有12例，占比高达92.31%。BL组、AAH组、AAH组、AIS组、MIA组、IAC组I型、II型、III型、IV型、V型形态特征分类比较差异有统计学意义($\chi^2=107.282$, $P<0.001$)。见表1。

2.3 增强CT与病理结果关系 BL组、AAH组、AIS组、MIA组、IAC组亚厘米肺小结节尺寸大小比较，差异有统计学意义($F=14.562$, $P<0.001$)，其中IAC组的亚厘米肺小结节尺寸最大，均高于其他组，AAH组、AIS组、MIA组、IAC组肺小结节尺寸均大于BL组，差异有统计学意义($P<0.05$)。BL组、AAH组、AIS组、MIA组、IAC组亚厘米肺小结节增强程度比较差异有统计学意义($\chi^2=52.338$, $P<0.001$)，IAC组肺结节显著增强的比例最高，为58.82%，高于其他4组，差异有统计学意义($P<0.05$)。见表2。

2.4 部分影像学特点和病理对照 患者1，男，32岁，经检查提示肺内淋巴结，图1，右肺上叶前段水平裂旁小结节，术后为淋巴结；患者2，女，28岁，经检查提示AAH，图2中右肺上叶后段磨玻璃密度小结节，术后为炎性并局部肺泡上皮增生；患者3，男，45岁，图3，左肺上叶下舌段实性小结节，术后为硬化性血管瘤；患者4，女，68岁，图4，右肺尖微小小结节，术后为错构瘤；患者5，女，71岁，行肺段切除术，图5，右肺上叶前段磨玻璃密度结节，术后病理原位癌；患者6，男，39岁，行肺楔形切除术，图6，左肺上叶上舌段胸膜下混杂密度结节，可见毛刺及小泡征，术后微浸润癌；患者7，女，48岁，行肺叶切除及淋巴结清扫，图7中左肺上叶下舌段结节，明显见分叶、毛刺及胸膜牵拉征象，术后为浸润癌。图8，增强CT扫描下磨玻璃密度结节强化，增强后CT值增加约70hu。

表1 不同病理分组中的CT形态特征分类[例(%)]

分组	I型(90例)	II型(38例)	III型(16例)	IV型(51例)	V型(13例)
BL组(28例)	4(14.29)	3(10.71)	11(39.29)	9(32.14)	1(3.57)
AAH组(18例)	11(61.11)	3(11.11)	1(5.56)	3(16.67)	1(5.56)
AIS组(65例)	48(73.85)	1(1.54)	0(0.00)	11(16.92)	5(10.42)
MIA组(46例)	20(43.48)	9(19.57)	2(4.35)	13(28.26)	2(4.35)
IAC组(51例)	7(13.73)	22(43.14)	2(5.88)	15(29.41)	4(7.84)

表2 不同病理分组中的增强CT下肺结节尺寸大小及增强程度比较

分组	尺寸大小(mm)	增强程度	
		显著	不显著
BL组(28例)	7.36±0.59	9(31.14)	19(67.86)
AAH组(18例)	7.80±0.55	4(22.22)	14(77.78)
AIS组(65例)	7.99±0.62	10(15.38)	55(84.62)
MIA组(46例)	8.45±0.75	17(36.97)	29(63.03)
IAC组(51例)	9.05±0.82	30(58.82)	21(41.18)

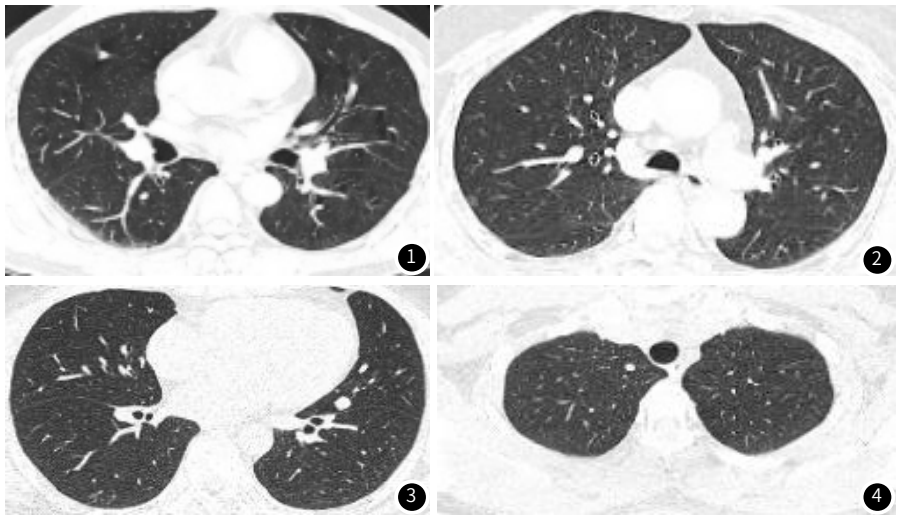


图1 右肺上叶小结节，病理良性结节。图2 磨玻璃密度小结节，病理良性(炎性并局部肺泡上皮增生)。图3 实性小结节，病理良性(硬化性血管瘤)。图4 微小小结节，病理肺错构瘤。

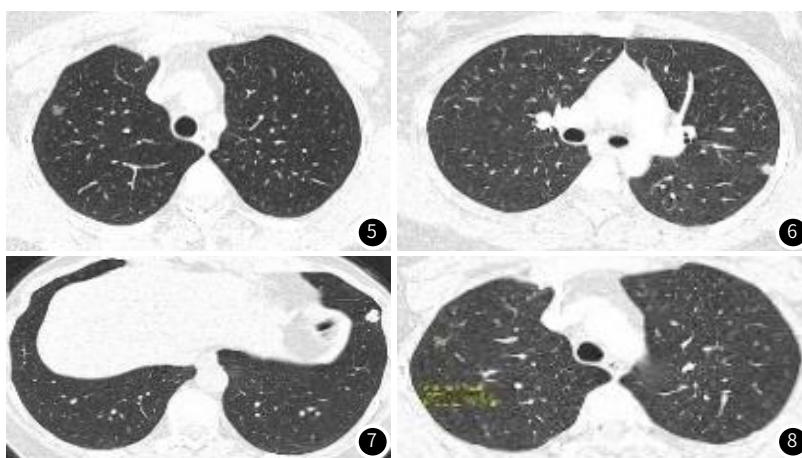


图5 磨玻璃密度结节,病理AIS。图6 混杂密度结节,可见毛刺及小泡征,病理MIA。
图7 分叶、毛刺及胸膜牵拉,病理IAC。图8 磨玻璃密度结节强化,增强CT。

3 讨 论

肺结节是最常见的肺部疾病,虽然大多数肺结节为良性,只有一小部分可进展为肺癌,但考虑到肺癌的高死亡率,明确肺结节良恶性是十分重要的。亚厘米肺小结节由于临床无明显症状,结节体积小以及患者恐惧开胸手术等原因^[9],其定性诊断更为困难。CT常用于快速清晰的胸部体积成像,在检测小结节和肺癌方面具有极大的临床价值^[10]。目前,CT在亚厘米肺小结节的鉴别诊断中已得到了广泛应用,研究发现当亚厘米肺小结节出现分叶征、空泡征、毛刺征或胸膜凹陷征时,可高度怀疑为恶性^[11-12],但仍有较多患者的CT特征并不典型,使用单一特征容易造成肺癌的漏诊或误诊。最新研究提出,利用CT影像学特征的组合对肺结节进行分类,或加强对肺结节增强模式差异的分析,可能更有助于肺结节的定性诊断^[13]。

本研究采取CT形态特征分类。I型为圆形或椭圆形结节、单纯型磨玻璃结节、混合型磨玻璃结节,形态整体近似于棉球状,是一种患者预后较好的类型^[14]。II型和III型由于其肺泡腔内充满细胞或细胞分泌物,多呈实心状,但两者病变边缘的针刺形成有所不同,II型边缘可见针刺突起,III型边缘则相对光滑,这主要与炎症反应、结缔组织增生或癌组织沿血管和支气管的外部侵袭有关^[15]。IV型主要为混合密度磨玻璃结节,这种特征的形成主要是因为一些肿瘤细胞会沿着肺泡壁生长,但不会完全充满肺泡腔,而其他细胞和分泌的黏液会充满剩余空间^[16]。同时,纤维组织增殖逐渐增加,导致肺泡结构塌陷。V型主要特征为单个或多个空泡形成,这很大程度上是由于肿瘤细胞的生长破坏了肺的支架组织,导致液泡的形成,而多个小液泡可以合并形成较大的液泡^[17]。

本研究结果显示,208例亚厘米肺小结节患者病理诊断为肺癌及癌前病变共有180例,占比为86.58%,提示亚厘米肺小结节有着较高的恶病风险,CT影像学特征分类为II型有90例。提示亚厘米肺小结节影像学特征较为复杂。进一步研究结果显示,I型特征主要表现为AAH、AIS和MIA(79例),少部分为IAC(7例)、BL(4例),提示I型特征表现为相对规则的形态更可能预示癌前病变的出现^[18]。I型特征大部分为IAC(22例),提示实心中小结节边缘毛刺的形成更倾向于肺癌的发生。III型特征中以BL(11例)多见,提示CT图像上边实心中小结节边缘光滑通常提示良性病变。IV型大多数为AIS、MIA、IAC(39例),并更多为浸润性肺腺癌(28例),提示IV型特征可高度提示恶性肿瘤和侵袭性。V型特征中以肺癌和癌前病变较为多见,共12例,提示V型特征是一种有意义的恶性特征。

对于CT成像类似,难以鉴别的良恶性的肺小结节患者予以进一步增强CT检查是十分必要的。本研究结果显示,BL组、AAH组、AIS组、MIA组、IAC组亚厘米肺小结节尺寸大小比较差异有统计学意义($P<0.05$)。其中IAC组的亚厘米肺小结节尺寸最大,均高于其他组,AAH组、AIS组、MIA组、IAC组肺小结节尺寸均大于BL组。提示随着亚厘米结节的尺寸增长,其恶性率可呈现出初步增大的趋势^[19]。另外,本研究结果显示各组亚厘米肺小结节增

强程度比较差异有统计学意义($P<0.05$)。其中IAC组肺结节显著增强的比例最高,为58.82%。提示CT增强>15 HU对于检测恶性亚厘米肺小结节有着较大潜在价值。

综上所述,常规CT形态特征分类以及增强CT下的结节尺寸和增强程度对亚厘米肺小结节的定性诊断有着较大价值。但本研究仅为回顾性研究,纳入样本较少,CT形态特征分类标准仍需优化,相关结论还有待进一步扩大研究论证。

参考文献

- [1] 冷雪春, 尤振兵, 徐克平, 等. 同侧多发性亚厘米肺结节影像学特征同临床病理相关研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(4): 41-43.
- [2] Kawakatsu S, Mise Y, Hiratsuka M, et al. Clinical significance of subcentimeter pulmonary nodules in patients undergoing hepatectomy for colorectal liver metastases[J]. J Surg Oncol, 2020, 122(3): 523-528.
- [3] Chen C, Geng Q, Song G, et al. A comprehensive nomogram combining CT-based radiomics with clinical features for differentiation of benign and malignant lung subcentimeter solid nodules[J]. Front Oncol, 2023, 13: 1066360.
- [4] 陈跃, 杜坤, 沈蕾. 亚厘米磨玻璃结节CT特点与临床病理的关系[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(5): 4.
- [5] 李林杰, 韩志峰, 赵维. 74例肺亚厘米结节患者影像学特点及临床病理分析[J]. 中国实验诊断学, 2022, 26(6): 918-921.
- [6] 王建功, 周洋, 王雨薇, 等. 3D打印双面穿刺模板在肺亚厘米结节穿刺中的临床应用[J]. 医学研究杂志, 2022(2): 051.
- [7] 林芮羽, 吕发金, 付彬洁, 等. 灶周肺组织密度改变在亚厘米肺实性结节鉴别诊断中的价值[J]. 临床放射学杂志, 2022(3): 041.
- [8] 廖发超, 翟越, 蔡文清, 等. 对比CT引导肺结节定位针与弹簧圈定位针术前定位亚厘米肺结节效果[J]. 中国介入影像与治疗学, 2023.
- [9] Hu X, Ye W, Li Z, et al. Non-invasive evaluation for benign and malignant subcentimeter pulmonary ground-glass nodules (≤ 1 cm) based on CT texture analysis[J]. Br J Radiol, 2020, 93(1114): 20190762.
- [10] Portela de Oliveira E, Souza CA, Inacio JR, et al. Imaging-guided percutaneous biopsy of nodules ≤ 1 cm: study of diagnostic performance and risk factors associated with biopsy failure[J]. J Thorac Imaging, 2020, 35(2): 123-128.
- [11] 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.
- [12] 刘参军, 赵家莹, 王剑. 非实性肺结节独立危险因素分析及良恶性预测模型建立[J]. 中国医药导报, 2022, 19(4): 4.
- [13] 刘士远. 重视肺结节临床处理中的过度诊疗问题[J]. 中华放射学杂志, 2021, 55(11): 4.
- [14] 于裕, 章斌, 程亮, 等. 单孔胸腔镜肺结节手术后使用猪尾巴导管作为胸腔引流的效果评价[J]. 中华生物医学工程杂志, 2022, 28(1): 4.
- [15] 张升雄, 时国朝. 手术后病理证实为良性肺结节288例临床病例分析[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2021, 44(5): 6.
- [16] Hu B, Ren W, Feng Z, et al. Correlation between CT imaging characteristics and pathological diagnosis for subcentimeter pulmonary nodules[J]. Thorac Cancer, 2022, 13(7): 1067-1075.
- [17] 颜林军, 郭成伟. 320排CT双输入模型灌注成像在肺结节穿刺活检中的临床应用研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(4): 47-49.
- [18] Chen X, Feng B, Chen Y, et al. A CT-based radiomics nomogram for prediction of lung adenocarcinomas and granulomatous lesions in patient with solitary sub-centimeter solid nodules[J]. Cancer Imaging, 2020, 20(1): 45.
- [19] Liang W, Chen Z, Li C, et al. Accurate diagnosis of pulmonary nodules using a noninvasive DNA methylation test[J]. J Clin Invest, 2021, 131(10): e145973.

(收稿日期: 2024-01-26)

(校对编辑: 姚丽娜)