

论 著

薄层CT用于肺亚实性结节动态随访的价值*

孟欢¹ 潘玉坤² 张元立¹
朱合伟^{1*}

1.驻马店市中医院放射科

(河南驻马店 463000)

2.阜外华中心血管病医院放射科

(河南郑州 450000)

【摘要】目的 探析薄层CT在肺亚实性结节(SSN)动态随访中的价值。**方法** 回顾性分析本院2020年10月至2023年10月行薄层CT检查的SSN患者的临床资料, 根据其是否有实性成分分为部分实性结节(PSN)组和磨玻璃结节(GGN)组, 比较两组首次薄层CT影像学表现及动态随访期结节影像学特征的差异, 评价CT在SSN动态随访中的应用价值。**结果** 研究共纳入297例患者, 其中99例为PSN, 198例为GGN。PSN组与GGN组的结节数目、结节长径、结节CT值、CT比值以及6~12月、12~24月复查薄层CT的频率组间比较差异有统计学意义($P<0.05$)。薄层CT在不同时间段内对不同直径PSN的动态变化检出率比较差异均有统计学意义($P<0.05$), 且薄层CT在0~3月、3~6月对直径 >8.0 mm PSN动态变化的检出率明显高于直径 $3.0\sim 8.0$ mm的PSN($P<0.05$)。薄层CT在不同时间段内对直径 $3.0\sim 5.0$ mm GGN动态变化的检出率差异无统计学意义($P>0.05$), 对直径 >5.0 mm的GGN在0~3月和3~6月动态变化的检出率比较差异有统计学意义($P<0.05$)。在PSN与GGN动态随访变化比较上, 薄层CT在0~3月、3~6月及12~24月对PSN的动态变化检出率明显高于GGN组($P<0.05$)。**结论** SSN的薄层CT参数在不同结节类型中存在明显差异, PSN与GGN随访不同阶段表现各异, 使用薄层CT扫描并行动态观察, 对于疾病的早期诊断及治疗策略的选择有重要参考价值。

【关键词】 肺结节; 亚实性结节;
薄层CT; 随访; 影像学特征

【中图分类号】R322.3+5

【文献标识码】A

【基金项目】河南省医学科技攻关计划项目
(LHGJ20220122)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.04.023

Value of Thin-layer CT in Dynamic Follow-up of Pulmonary Subsolid Nodule*

MENG Huan¹, PAN Yu-kun², ZHANG Yuan-li¹, ZHU He-wei^{1*}

1. Department of Radiology, Zhumadian Traditional Chinese Medicine Hospital, Zhumadian 463000, Henan Province, China

2. Department of Radiology, Fuwai Central China Cardiovascular Hospital, Zhengzhou 450000, Henan Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the value of thin-layer CT in dynamic follow-up of pulmonary subsolid nodule (SSN). **Methods** A retrospective analysis was performed on the clinical data of patients with SSN who underwent thin-layer CT examination in the hospital from October 2020 to October 2023. Patients included were divided into partial solid nodule (PSN) group and ground-glass nodule (GGN) group according to the presence or absence of solid component. The first thin-layer CT imaging findings and imaging features of nodules during dynamic follow-up period were compared between the two groups. The application value of CT in dynamic follow-up of SSN was evaluated. **Results** A total of 297 patients were included in this study, including 99 patients with PSN and 198 patients with GGN. There were statistically significant differences between PSN group and GGN group in terms of the number of nodules, long diameter of nodule, CT value of nodule, CT ratio, and thin-layer CT reexamination frequencies during 6-12 months and 12-24 months ($P<0.05$). The percentages of dynamic changes in PSN of $3.0\sim 8.0$ mm and >8.0 mm in diameter during different follow-up periods showed statistically significant differences ($P<0.05$). The percentages of dynamic changes in PSN >8.0 mm in diameter during 0-3 months and 3-6 months were significantly higher compared to PSN of $3.0\sim 8.0$ mm in diameter ($P<0.05$). The percentages of dynamic changes in GGN of $3.0\sim 5.0$ mm in diameter during different follow-up time periods showed no statistically significant difference ($P>0.05$). The percentages of dynamic changes in GGN >5.0 mm in diameter during 0-3 months and 3-6 months showed statistically significant differences ($P<0.05$), but there was no statistically significant difference during the other time periods ($P>0.05$). **Conclusion** There are significant differences in thin-layer CT parameters among different types of nodules. The manifestations of PSN and GGN varies at different stages of follow-up. Using thin-layer CT scan for dynamic observation can provide important reference for early diagnosis of disease and the selection of treatment strategy.

Keywords: Pulmonary Nodule; Subsolid Nodule; Thin-layer CT; Follow-up; Imaging Feature

作为肺结节的一个特殊亚组, 肺亚实性结节(SSN)在生长速度和恶性风险方面与实性结节存在较大差异, 通常被视为原发性肺腺癌的早期影像学表现^[1]。在过去十几年内, 随着医疗技术的日益精进、医疗设备的成熟发展以及国家癌症早诊早治项目的不断推进, 越来越多的肺结节在早期得以发现, 其中SSN因其恶性风险高且增长缓慢引起了临床医师的广泛关注^[2-3]。既往研究证实, 大多数SSN初期定性困难, 因此, 早期、动态、连续地进行跟踪监测, 对临床治疗方案的制定、手术时机的选择以及病程转归均有重要意义^[4]。目前CT筛查是监测、判断SSN生长的唯一途径, 而薄层CT将CT扫描技术的空间分辨率发挥到极致, 能更清晰地显示肺结节内部密度改变和周围微小结构, 并通过细节的分析得出有诊断价值的征象, 进而提高诊断灵敏度^[5]。但目前薄层CT在SSN随访中应用的相关临床报道较少, 故本次研究将薄层CT检查应用于SSN患者的动态随访中, 分析随访期间结节变化特点, 为SSN的诊断及管理提供更合理的建议。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性收集2020年10月至2023年10月于本院行薄层CT检查首次发现肺亚实性结节且随后进行薄层CT复查的患者临床资料。

纳入标准: CT可见 ≥ 3 mm的肺亚实性结节, 恶性风险较低, 不需要立即手术者; 至少进行了2次薄层CT检查, 包括初次及随访薄层CT检查; 随访时间 ≥ 3 个月; 临床及影像学资料齐全者。**排除标准:** 结节周围有明显伪影者; 合并肺出血、间质性肺病、肺纤维化改变等其他肺部疾病者; 合并复发性或转移性肿瘤者; 有肿瘤相关治疗史者; 亚实性结节未经随访者; 年龄 < 18 岁者; 资料不全者。

最终纳入297例患者, 其中男性140例(47.14%), 女性157例(52.86%), 男女比例为1: 1.21; 年龄25~80岁, 平均(60.50 \pm 7.89)岁。参考《肺结节诊治中国专家共识(2018年版)》^[6]将患者分为部分实性结节(PSN)组($n=99$)和磨玻璃结节(GGN)组($n=198$)。

1.2 检查方法 所有患者均接受胸部薄层CT检查, 由于本研究为回顾性研究, 患者的CT扫描方案存在差异。CT扫描仪主要有Siemens、GE和Philips, 扫描参数: 管电流120~200 mA, 管电压120 kVp, 重组厚层1.0~2.5 mm, 重组间隔0.7~2.5 mm, 采用骨算法; 旋转时间0.5~0.6 s, 矩阵 512×512 。取患者肺窗(窗宽1500 HU, 窗位-500 HU)和纵膈窗(窗宽400HU, 窗位40 HU)图像。

1.3 阅片方法及诊断标准 由2名具有5年以上工作经验的放射科医师采用双盲法阅片,

【第一作者】孟欢, 女, 副主任医师, 主要研究方向: 影像诊断。E-mail: 17639655926@163.com

【通讯作者】朱合伟, 男, 主任医师, 主要研究方向: 影像诊断。E-mail: zhuhewei126@sina.com

并记录有无内部/边缘征象(毛刺征、胸膜凹陷征、分叶征、气泡、空气支气管征、有无明确边缘等)以及薄层CT测量参数,薄层CT测量参数主要包括结节长径、实性成分长径、结节整体CT值、结节周围正常肺组织CT值及CT值比例。CT值比例=结节CT值/结节周围正常肺组织CT值^[7]。结节类型诊断:病灶内部可见实性成分,并遮蔽正常肺组织和支气管结构,即为PSN;结节内部无实性成分,仅显示出均匀的密度增加,并且没有掩盖支气管结构,即为GGN^[8]。

动态变化诊断标准^[9]: (1)随访薄层CT发现SSN相比首次薄层CT检查长径增加≥2 mm; (2)随访薄层CT发现SSN相比首次薄层CT检查长径缩短≥2 mm; (3)部分实性结节中的实性部分相比首次薄层CT增加≥2 mm; (4)GGN中出现新的实性成分。

1.4 统计学处理 采用SPSS 20.0软件进行数据分析, 计量资料

均符合正态分布,用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示, 两组间比较采用独立t检验; 计数资料采用率表示, 组间比较采用 χ^2 检验; 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基线临床及薄层CT特征 297例患者共检出785个SSN, 结节平均长径3.00~15.00 mm, 平均(9.54±2.82)mm。其中PSN 353枚(44.97%), GGN 432枚(55.03%)。在基线临床资料上, PSN组、GGN组性别、年龄、吸烟史、恶性肿瘤病史比较均无统计学差异($P > 0.05$); 在薄层CT特征上, 除主要病灶位置、实性成分长径、结节周围正常肺组织CT值及复查CT频次外($P > 0.05$), 两组结节数目、结节长径、结节CT值、CT比值以及6~12月、12~24月复查薄层CT频率比较差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表1。

表1 PSN与GGN患者基线临床及其785个SSN薄层CT特征比较[n(%)]

项目	分类	组(n, %)	GGN组(n, %)	χ^2/t	P		
性别	男	45(45.45)	95(47.98)	0.169	0.681		
	女	54(54.55)	103(52.02)				
年龄(岁)		60.74±7.54	60.38±8.92	0.345	0.731		
吸烟史	有	6(6.06)	10(5.05)	0.132	0.716		
	无	93(93.94)	188(94.95)				
恶性肿瘤病史	有	5(5.05)	15(7.58)	0.670	0.413		
	无	94(94.95)	183(92.42)				
结节数目				66.459	<0.01		
结节数量	单发	89(89.90)	79(39.90)				
	多发	10(10.10)	119(60.10)				
主要病灶位置				2.164	0.706		
内部/边缘征象	左上肺	67(18.98)	95(21.99)				
	左下肺	85(24.08)	91(21.06)				
	右上肺	92(26.06)	121(28.01)				
	右中肺	31(8.78)	35(8.10)				
	右下肺	78(22.10)	90(20.83)				
内部/边缘征象				2.782	0.095		
结节长径	有	187(52.97)	203(46.99)				
	无	166(47.03)	229(53.01)				
实性成分长径(mm)	3.0~8.0	155(43.91)	294(68.06)	48.615	<0.001		
	>8.0	198(56.09)	134(31.02)				
	3.0~5.0	8(2.27)	21(4.86)			3.676	0.055
	>5.0	345(97.73)	411(95.14)				
实性成分长径(mm)		8.56±2.37	-	-	-		
结节CT值(HU)		-310.38±101.49	-604.53±60.69		<0.001		
结节周围正常肺组织CT值(HU)		-879.37±45.29	-886.38±49.35		0.237		
CT值比例		0.62±0.17	0.39±0.10		<0.001		
复查频率(月)	0~3	293(83.00)	359(83.10)	0.001	0.971		
	3~6	251(71.10)	328(75.93)				
	6~12	173(49.01)	281(65.05)				
	12~24	106(30.03)	190(43.98)				
	24~	70(19.83)	65(15.05)				

2.2 薄层CT对PSN与GGN的动态随访变化检出率分析 293个PSN在0~3月期间复查了薄层CT, CT检出42个结节发生了动态变化; 薄层CT在不同时间段内对不同直径PSN的动态变化检出率比较差异均有统计学意义($P<0.05$), 且薄层CT在0~3月、3~6月期间对直径 >8.0 mm PSN的动态变化检出率明显高于直径 $3.0\sim 8.0$ mm的PSN($P<0.05$)。359个GGN在0~3月期间复查了薄层CT, 共检出33个结节发生了动态变化; 薄层CT在不同时间段内对不同直径GGN的动态变化检出率差异无统计学意义($P>0.05$), 薄层CT对直径 >5.0 mm的GGN在0~3月和3~6月的动态变化检出率比较差异有统计学意义($P<0.05$)。见图1, 患者, 女性, 52岁,

图1A~1C首次行薄层CT检查可见右肺上叶后段胸膜下混合磨玻璃结节, 实性成份少, 内见血管束束征及邻近胸膜凹陷征; 分别在6个月、12个月进行薄层CT复查, 6个月时CT显示右肺上叶后段胸膜下混合磨玻璃结节, 病变范围较前大致相仿, 病灶内实性成份较前增多, 仍可见血管束束征及邻近胸膜凹陷征(图1D~1F), 12个月时CT可见右肺上叶后段胸膜下混合磨玻璃结节, 病变范围较前增大, 边缘不规则, 病灶内实性成份较前增多, 可见血管束束征, 邻近胸膜凹陷征较前明显(图1G~1I)。在PSN与GGN动态随访变化组间比较上, 薄层CT在0~3月、3~6月及12~24月对PSN的动态变化检出率明显高于GGN组($P<0.05$)。见表2。

表2 薄层CT对PSN与GGN随访期间动态变化的检出情况分析

组别	结节大小	不同随访时间内结节动态变化的检出情况					χ^2	P
		0~3月	3~6月	6~12月	12~24月	24~月		
PSN	3.0~8.0 mm	9/134(6.72)	23/110(2.91)	23/76(30.26)	6/38(15.79)	3/24(12.50)	23.250	<0.001
	>8.0 mm	33/163(20.25)	54/141(38.30)	19/97(19.59)	6/68(8.82)	2/46(4.43)	37.508	<0.001
	χ^2	11.086	8.786	2.642	-	-		
P		0.001	0.003	0.104	0.342	0.330	-	0.550
GGN	3.0~5.0 mm	5/23(21.74)	5/18(27.78)	2/12(16.67)	0/7(0.00)	0/5(0.00)		
	>5.0 mm	28/336(8.33)	56/310(18.06)	46/269(17.10)	16/183(8.74)	2/60(3.33)	25.709	<0.001
	χ^2	-	-	-	-	-		
P		0.048	0.346	1.000	1.000	1.000		

注: -为Fisher精确概率检验。

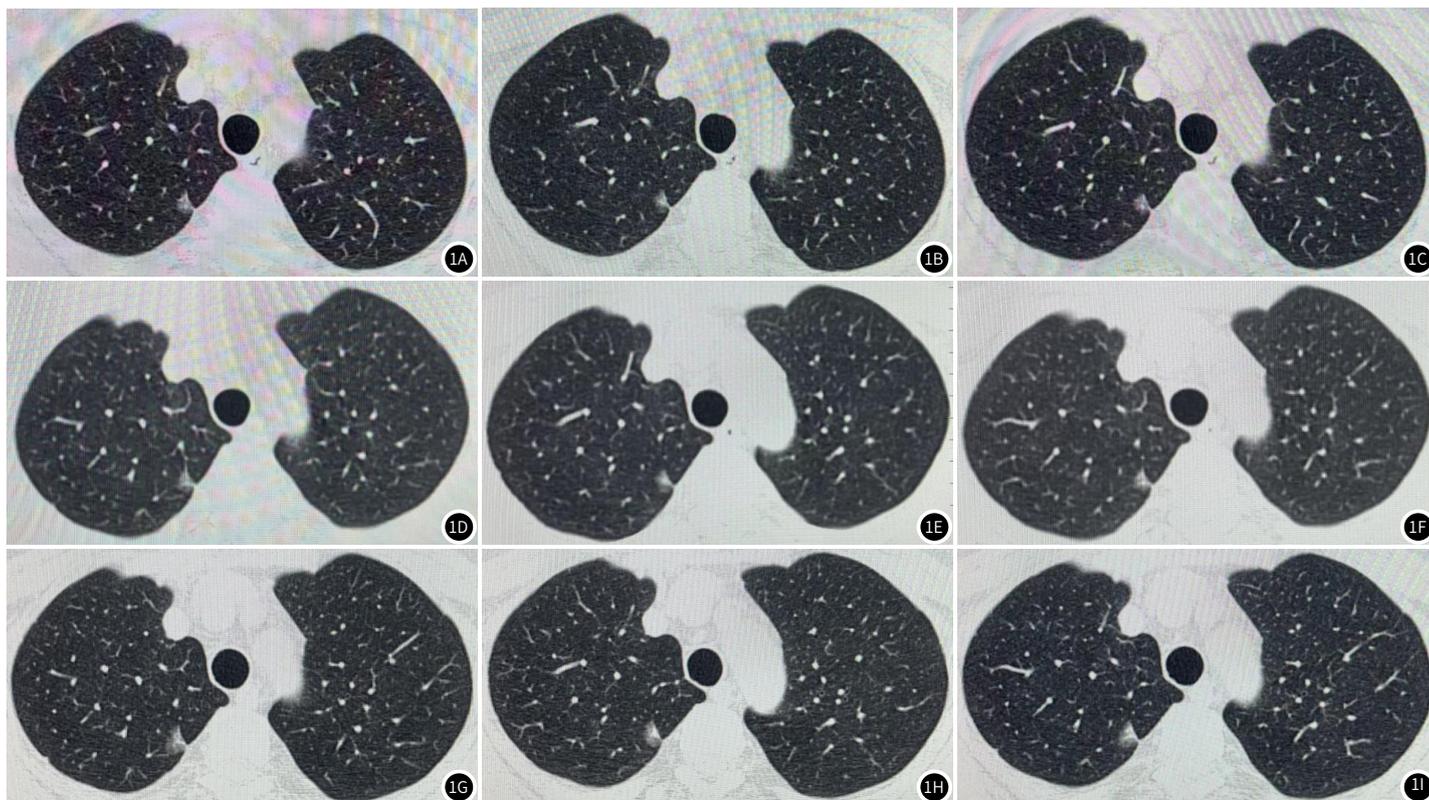


图1A~图1I 患者, 女, 52岁 1A~1C首次薄层CT检查为右肺上叶后段胸膜下混合磨玻璃结节; 1D~1I 6个月、12个月薄层CT复查病灶内实性成份较前增多, 血管束束征及邻近胸膜凹陷征较前明显。

3 讨论

近年来,公众自我保健意识的增强、多层螺旋CT的普及以及人工智能的辅助,促使肺结节的检出率不断增多。据统计,每年新发现的肺结节患者占筛查总人数的29.89%~72.90%,在筛查发现的肺结节中3.48%的患者确诊肺癌^[10-11]。SSN是在CT下不能完全遮盖肺实质的结节状密度增高影,可由肿瘤、炎症反应、不典型增生、肺纤维化等多种病理状态造成的肺泡含气量降低或肺泡不完全充填而形成,有良恶性之分^[12]。良性SSN通常考虑是局灶性间质纤维化、炎症渗出、肺炎等,部分患者在随访3个月或经对症治疗消失;而经过一段时间随访稳定存在的SSN被认为与早期肺癌密切相关,不典型腺癌样增生、原位腺癌、浸润性腺癌是其主要病理类型^[13]。不同于实性肺结节,SSN的惰性行为学特点,导致其自然病变更缓慢且相对较长,尤其是GGN,而临床上对于SSN的判断在很大程度上依赖于检查技术和临床医师的主观认识,因此,其初期定性诊断难度较大。从临床实践角度看,对于首次行CT扫描征象不典型的SSN患者进行随访,并在随访阶段通过影像学特征准确鉴别结节类型、预测其病理侵袭性对于干预措施的选择具有重要的参考价值。

薄层CT选择 ≤ 1 mm的厚层,将常规CT扫描后获得的原始数据采用后处理方法进行多面重建,对图像细节的显示效果更好,现已越来越多地应用于早期肺癌的发现和诊断中^[14-15]。本次研究中,297例患者中99例为PSN,198例为GGN,两组患者基线临床特征比较均无显著性差异,但从基线薄层CT特征看,两组在结节数目、结节长径、结节CT值、CT比值以及6~12月、12~24月复查薄层CT频率上比较均差异显著,与此前胡容等^[16]的研究结果基本吻合。目前,临床对于结节性质的判断主要根据结节大小和随访期间的变化而定,一般而言,小结节发生恶性肿瘤的可能性较低,但随着结节增大,恶性几率随之增加,因此早期明确结节的大小和变化显得尤为重要^[17]。国内外相关指南^[18-19]亦指出,对于SSN处理,除了首次诊断时根据结节影像特征判断恶性风险并选择进一步检查或治疗外,随访是最常用的方法,临床应采取科学的随访和管理方法,通过定期监测,可避免过度诊断和过度治疗造成患者的负担,同时在最恰当的时机提示治疗干预信号。本研究中,297例患者经薄层CT扫描共检出785个SSN,其中PSN、GGN占比相当。在不同随访时间段内,薄层CT对不同直径PSN动态变化的检出率比较差异均有统计学意义,这与SSN惰性、缓慢生长的特点是吻合的^[4]。另外,本次研究中薄层CT在0~3月、3~6月对直径 > 8.0 mm PSN动态变化的检出率明显高于直径3.0~8.0 mm的PSN,提示薄层CT对直径 > 8.0 mm PSN的早期变化显示率更高,使用薄层CT有助于及早发现PSN自然病程中间隔生长、实性成分增多等动态变化。国内相关专家共识^[6]针对纯GGN的评估以5 mm为界进行分类观察,对于直径 ≤ 5 mm的患者,建议6个月随访胸部CT,随后年度随访;对于直径 > 5 mm的患者,建议3个月随访胸部CT,随后年度随访。本次研究中,薄层CT在不同时间段内对直径3.0~5.0 mm GGN动态变化的检出率比较无显著性差异,但对直径 > 5.0 mm的GGN在0~3月和3~6月动态变化的检出率比较差异显著,说明直径 ≤ 5.0 mm的GGN在随访期间内相对稳定,使用薄层CT有助于发现直径 > 5.0 mm GGN的早期动态改变,为临床干预提供指导,该研究结果也提示,临床对于直径 > 5.0 mm的GGN患者,除了指南建议的3个月影像随访外,还

应增加3~6个月的影像随访。

综上所述,PSN与GGN的自然进程存在差异,薄层CT可用于动态随访SSN直径增大或缩小、实性成分增多等情况,缓解患者因初次诊断的不确定性导致的焦虑情绪,同时也为临床SSN治疗策略的选择提供参考。但本研究属回顾性研究,患者薄层CT随访的间隔时间可能存在差异,此外,本研究中患者均源于同一单位,样本缺乏代表性,可能影响结果的推广。建议今后扩大样本纳入范围,开展前瞻性研究进一步论证。

参考文献

- [1]Mazzone PJ,Lam L.Evaluating the patient with a pulmonary nodule:a review[J].JAMA,2022,327(3):264-273.
- [2]陈疆红,钟朝辉,王大为,等.能谱CT虚拟平扫在肺结节AI辅助诊断系统预测亚实性结节恶性概率中的应用[J].放射学实践,2020,35(8):972-977.
- [3]Zhang Z,Zhou L,Min X,et al.Long-term follow-up of persistent pulmonary subsolid nodules:natural course of pure,heterogeneous,and real part-solid ground-glass nodules[J].Thorac Cancer,2023,14(12):1059-1070.
- [4]刘梦雯,张丽.肺亚实性结节生长的临床影像研究进展[J].放射学实践,2023,38(2):235-240.
- [5]高大圣,胡茂能,岳庆峰,等.肺结节术前薄层CT征象及定量参数与术后病理对照研究[J].中国CT和MRI杂志,2023,21(6):58-60.
- [6]中华医学会呼吸病学分会肺癌学组,中国肺癌防治联盟专家组.肺结节诊治中国专家共识(2018年版)[J].中华结核和呼吸杂志,2018,41(10):763-771.
- [7]Qi LL,Wu BT,Tang W,et al.Long-term follow-up of persistent pulmonary pure ground-glass nodules with deep learning-assisted nodule segmentation[J].Eur Radiol,2020,30(2):744-755.
- [8]Bueno J,Landaras L,Chung JH.Updated fleischner society guidelines for managing incidental pulmonary nodules:common questions and challenging scenarios[J].Radiographics,2018,38(5):1337-1350.
- [9]Bankier AA,MacMahon H,Goo JM,et al.Recommendations for measuring pulmonary nodules at CT:a statement from the fleischner society[J].Radiology,2017,285(2):584-600.
- [10]赵俊松,崔利,何江波,等.上海22351例无症状体检者低剂量CT肺癌筛查及随访结果初步分析[J].诊断学理论与实践,2019,18(2):183-188.
- [11]张晓战,张振荣,程鲲,等.在中国澳门吸烟人群中的肺癌筛查研究[J].中国肺癌杂志,2021,24(8):548-556.
- [12]张菁,马靖,王广发.实性和亚实性肺结节临床处理——ACCP最新肺结节诊疗指南简介[J].中华结核和呼吸杂志,2014,37(3):202-205.
- [13]陈疆红,钟朝辉,江桂莲,等.人工智能肺结节辅助诊断系统预测亚实性肺结节恶性概率[J].中国医学影像技术,2020,36(4):535-539.
- [14]苏雷,张毅,高艳,等.基于薄层CT扫描肺磨玻璃结节的病理分析[J].医学研究杂志,2022,51(7):22-26,30.
- [15]陈琦,朱全新,顾佳伟,等.生理通气辅助下HRCT靶扫描与薄层CT靶重建在肺磨玻璃样小结节诊断中的价值对比[J].中国医学计算机成像杂志,2023,29(1):26-31.
- [16]胡容,陈昌美,曾宪春,等.肺部亚实性结节的CT随访方案探讨[J].中国CT和MRI杂志,2023,21(4):44-46,61.
- [17]王东,李凤芝,毕永民,等.飞行人员肺结节影像分析[J].空军医学杂志,2021,37(6):472-477.
- [18]Ricciardi S,Bootton R,Petersen RH,et al.Managing of screening-detected sub-solid nodules—a European perspective[J].Transl Lung Cancer Res,2021,10(5):2368-2377.
- [19]Sato M,Yang SM,Tian D,et al.Managing screening-detected subsolid nodules—the Asian perspective[J].Transl Lung Cancer Res,2021,10(5):2323-2334.

(收稿日期:2024-06-19)

(校对编辑:翁佳鸿)