

论 著

低剂量联合超高分辨率CT在肺磨玻璃结节筛查中的应用分析*

黄翹路¹ 黄冉冉² 李朝蕙¹衣泳洁¹ 张国伟^{2,*}

1.山东省滨州医学院医学影像学院

(山东烟台 264003)

2.山东省滨州医学院附属烟台山医院

影像科(山东烟台 264003)

【摘要】目的 研究低剂量与超高分辨率CT扫描联合用于肺磨玻璃结节的筛查及鉴别诊断价值。方法 回顾性分析97例于我院确诊为肺磨玻璃结节并得到手术病理结果的患者图像及临床资料，所有患者经低剂量CT发现肺磨玻璃结节后，影像科医师根据其大小、形态、内部密度判断其恶性程度，在第1、3、6、12个月随访时对可疑高危肺结节行超高分辨率CT靶扫描，观察低剂量与超高分辨率CT的主要影像征象，统计分析各检查方法单独及联合用于肺磨玻璃结节诊断的敏感度、特异度、准确度差异并进行受试者工作特征(ROC)曲线及曲线下面积(AUC)计算。结果 97例患者均经低剂量、超高分辨率CT扫描，以手术病理结果作为“金标准”，低剂量联合超高分辨率CT诊断的敏感度、特异度、准确度均高于各项单一检测，差异有统计学意义($P<0.05$)。结论 低剂量联合超高分辨率CT扫描可以有效提高肺磨玻璃结节早期良性病变与恶性肿瘤的鉴别诊断准确率，较单一检查更具优势。

【关键词】肺磨玻璃结节；低剂量CT；超高分辨率CT；筛查；鉴别诊断

【中图分类号】R814.42

【文献标识码】A

【基金项目】LDCT、HRCT与AI联合应用对早期肺癌的临床价值(烟台山医院立项：2019YD039)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.12.017

Application Analysis of Low-dose Combined Ultra-high Resolution CT in Pulmonary Ground Glass Nodules Screening*

HUANG Qiao-lu¹, HUANG Ran-ran², LI Zhao-hui¹, YI Yong-jie¹, ZHANG Guowei^{2,*}.

1.School of Medical Imaging, Binzhou Medical University, Yantai 264003, Shandong Province, China

2.Department of Imaging, Affiliated Yantaishan Hospital of Binzhou Medical University, Yantai 264003, Shandong Province, China

ABSTRACT

Objective To investigate the value of low-dose combined with ultra-high-resolution CT scanning in the screening and differential diagnosis of pulmonary ground glass nodules. **Methods** A retrospective analysis was conducted on the images and clinical data of 97 patients confirmed with pulmonary ground glass nodules and who had obtained surgical pathological results in our hospital. After detecting the pulmonary ground glass nodules via low-dose CT, radiologists judged the malignancy level based on their size, morphology, and internal density. During 1, 3, 6, 12 months follow-ups, ultra-high-resolution CT target scanning was performed on the lesions. The main imaging characteristics of low-dose and ultra-high-resolution CT were observed. Statistical analysis was conducted on the differences in sensitivity, specificity, and accuracy of the diagnosis of pulmonary ground glass nodules individually and combined. Receiver Operating Characteristic (ROC) curves and Area Under the Curve (AUC) were calculated. **Results** All 97 patients underwent low-dose and ultra-high-resolution CT scanning. With surgical pathology results as the gold standard, the sensitivity, specificity, and accuracy of the diagnosis using low-dose combined with ultra-high-resolution CT were all higher than those of any single test, with statistically significant differences ($P<0.05$). **Conclusion** Low-dose combined with ultra-high-resolution CT scanning can effectively enhance the accuracy of the differential diagnosis between early benign lesions and malignant tumors in pulmonary ground glass nodules, offering advantages over single modality examination.

Keywords: Pulmonary Ground Glass Nodules; LDCT; UHRCT; Screening; Differential Diagnosis

肺磨玻璃结节(ground glass nodule, GGN)是一种肺部较为常见的非特异性影像表现，在胸部CT检查中表现为局灶性云雾状密度增高影，邻近支气管、血管结构及小叶间隔清晰可辨^[1-2]；其病理学基础为感染、水肿、纤维化、恶性肿瘤增殖等各种原因导致的肺泡内细胞数量增加、上皮细胞增殖、肺泡间隔增厚、肺泡内含气量减少等^[3-4]。根据GGN是否显示存在实性成分可以将其分为纯磨玻璃结节(pGGN)和混合磨玻璃结节(mGGN)。pGGN常倾向于良性病变，多见于局灶性肺间质纤维化、肺泡出血、慢性炎症、不典型腺瘤样增生(AAH)或原位腺癌(AIS)；mGGN中的实性成分往往是肿瘤侵袭性的指标，通常为微浸润性腺癌(MIA)或浸润性腺癌(IAC)等恶性疾病^[5-6]；因此临床中GGN的鉴别诊断对于确定患者的治疗方案及预后具有重要意义。近年来，随着低剂量CT(low-dose computed tomography, LDCT)的广泛应用，GGN的早期筛查率显著提高，但对于直径较小的GGN局部细节显示不清，在定位和评估其恶性潜力方面存在一定的局限性，还需要联合其他检查技术着重结合病灶形态、密度、内部结构及瘤周特征的改变以达到定性诊断的目的。超高分辨率CT(ultra-high-resolution computed tomography, UHRCT)对病灶影像细节展现的精度和细度都更高，能够精确显示其内部结构及边缘特征，特异性的影像表现可以为早期肺癌的分类及分型提供可靠证据^[7]。结合LDCT与UHRCT的优势，可能提高GGN的检测、定位和恶性潜力评估的准确性有较大价值。在本项研究中，我们旨在分析LDCT联合UHRCT在GGN早期鉴别诊断中的应用价值，探讨其在早期诊断和临床决策中的潜在优势。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾分析初诊为肺磨玻璃结节，并经手术病理证实的97名患者，全部患者在术前均接受LDCT与UHRCT检查，其中男性38名，女性59名；年龄24~70岁；其中22名患者有吸烟史，5名患者有肺癌家族史；结节直径0.5~3.0cm，共101枚。根据手术病理结果分为良性组44例，恶性组57例(炎症、AAH、AIS纳入良性病变，MIA、IAC纳入恶性病变)。本研究方案经烟台市烟台山医院医学伦理委员会审核批准。

纳入标准:均具有完整的临床资料、影像学资料；均接受手术经病理学证实；所有人员及其家属均签署知情同意书自愿参与研究。排除标准:既往有肺癌或其他肺部疾病病史；合并其他恶性肿瘤疾病者；CT图像质量不佳影响观察者。

1.2 设备与方法 所有患者均行同机LDCT与UHRCT检查，检查仪器为Philips ingenuity 128层螺旋CT，检查前协助患者做正确呼吸训练，患者取仰卧位，指导患者上举双臂，吸气末屏气时扫描。LDCT检查的相关参数设置：使用自动管电流调节技术，对于体型较小的受检者($BMI\leq 30\text{kg/m}^2$)，扫描条件为100kVp，管电流上限设置为不超过40mAs，总剂量 $\leq 0.2\text{mSv}$ ；对于体型较大的受检者($BMI> 30\text{kg/m}^2$)，扫描条件为120kVp，管电流上限设置为不超过60mAs，总剂量 $\leq 0.5\text{mSv}$ ；扫描矩阵 512×512 ，

【第一作者】黄翹路，女，在读硕士，主要研究方向：放射影像学。E-mail: hqllqh@yeah.net

【通讯作者】张国伟，男，主任医师，主要研究方向：呼吸系统的CT诊断。E-mail: ytszgw@163.com

FOV: 400mm×400mm, 螺距: 1.0, 扫描层厚及间隔均为1mm, 检查范围从肺尖至膈顶, 包括全肺。依据影像科医师判定的随访时间对所有肺磨玻璃结节患者再行UHRCT靶扫描, 检查的相关参数设置: 采用固定管电流技术, 扫描管电压为120kV, 管电流范围根据患者体型设为200~300mA; 扫描矩阵1024×1024, 应用小视野观察肺磨玻璃结节, FOV: 200mm×200mm, 螺距: 0.6, 扫描层厚为1mm, 50%间隔重建。所有CT图像由两名影像科副主任医师采用盲法共同协商判断GGN的影像征象及影像诊断结果, 共同讨论达成一致, 影像征象包括大小、长径/短径、分叶征、毛刺征、细支气管充气征、胸膜凹陷征、瘤肺界面、肿瘤微血管CT征、实性成分占比等, 影像诊断结果包括良性(炎症、AAH、AIS)和恶性(MIA、IAC)。

1.3 统计学方法 数据采用SPSS 24.0软件处理。(1)临床基本资料: 计量资料($\bar{x} \pm s$)描述, 组间差异采用配对T检验($P<0.05$); 计数资料用百分比表示, 组间差别采用 χ^2 检验($P<0.05$); (2)影像学特征: 计量资料均值±标准差描述, 组间差异采用配对T检验($P<0.05$); 计数资料用百分比表示, 组间差别采用 χ^2 检验($P<0.05$); (3)结合病理结果, 分别计算出LDCT、UHRCT、LDCT联合UHRCT GGN影像诊断的敏感度、特异度、准确度, 并进行受试者工作特征(ROC)曲线及曲线下面积(AUC)分析各检查方式在肺GGN中的诊断价值。

2 结 果

2.1 临床基本资料结果 97名患者检出肺磨玻璃结节101枚, 经手术病理证实良性组44例(包括炎症4例, 不典型腺瘤样增生6例, 原位腺癌34例), 恶性组57例(包括微浸润性腺癌36例, 浸润性腺癌21例)。良恶性GGN在临床资料如性别、年龄、吸烟史、

肺癌家族史差异无统计学意义($P>0.05$), 见表1。

2.2 影像学特征分析 LDCT结果: 97名患者经LDCT检出肺磨玻璃结节101枚, 经手术证实良性44枚, 恶性57枚。结合病理结果, 良恶性GGN的LDCT影像征象分析结果显示毛刺征、胸膜凹陷征、瘤肺界面、肿瘤微血管CT成象征、实性成分差异无统计学意义($P>0.05$); 而恶性GGN的大小、长径/短径、分叶征、细支气管充气征占比均高于良性GGN, 差异有统计学意义($P<0.05$), 见表2。

UHRCT结果: 97名患者经超高分辨率CT扫描检出肺磨玻璃结节101枚, 经手术证实良性44枚, 恶性57枚。结合病理结果, 良恶性GGN的UHRCT影像征象分析结果显示, 在毛刺征、细支气管充气征、胸膜凹陷征、瘤肺界面、肿瘤微血管CT成象征等方面比较差异无统计学意义($P>0.05$); 而恶性GGN的大小、长径/短径、分叶征、实性成分征象占比均高于良性组, 差异有统计学意义($P<0.05$), 见表3。

典型LDCT、UHRCT肺GGN影像对比: 见图1-图3。

2.3 不同检查方法诊断GGN效能 以病理诊断结果为“金标准”, 分析LDCT、UHRCT、LDCT联合UHRCT诊断的效能。联合检查的敏感度、特异度、准确度均大于LDCT、UHRCT单一检查, 差异有统计学意义($P<0.05$)。见表4。

2.4 不同检查方法诊断GGN的ROC曲线 将GGN病理诊断结果恶性作为状态变量, 各种影像检查方法得到的良恶性结果作为检验变量, 绘制ROC曲线图, 得到LDCT、UHRCT、LDCT联合UHRCT诊断肺GGN的曲线下面积分别为0.613(AUC的95%CI: 0.502~0.724)、0.844(AUC的95%CI: 0.762~0.926)、0.913(AUC的95%CI: 0.850~0.977), 其中UHRCT及LDCT联合UHRCT诊断的曲线下面积均 >0.8 , 诊断价值好, 且联合诊断的曲线下面积最大, 较各种方法单一诊断更具价值。见图4。

表1 磨玻璃结节临床基本资料

资料/病理结果		良性	恶性	T/ χ^2	P
性别	男	17(38.6%)	23(40.4%)	0.031	0.861
	女	27(61.4%)	34(59.6%)		
年龄(岁)		52.23±10.76	55.39±12.72	-1.236	0.219
吸烟	是	10(22.7%)	13(22.8%)	0.000	0.992
	否	34(77.3%)	44(77.2%)		
家族史	是	4(9.1%)	1(1.8%)	2.812	0.094
	否	40(90.9%)	56(98.2%)		

表3 病理结果分组 UHRCT

资料/病理结果		良性	恶性	T/ χ^2	P
长径(cm)		0.64±0.23	1.01±0.47	-4.733	0.000
短径(cm)		0.54±0.17	0.79±0.33	-4.535	0.000
长径/短径		1.18±0.15	1.28±0.28	-2.167	0.033
分叶	是	9(19%)	24(42.1%)	5.291	0.021
	否	35(81%)	33(57.9%)		
毛刺	是	2(4.8%)	11(19.3%)	3.593	0.058
	否	42(95.2%)	46(80.7%)		
细支气管充气征	是	20(45.2%)	36(63.2%)	3.150	0.076
	否	24(54.8%)	21(36.8%)		
胸膜凹陷征	是	14(31%)	20(35.1%)	0.119	0.730
	否	30(69%)	37(64.9%)		
瘤肺界面	清楚	33(73.8%)	43(75.4%)	0.003	0.960
	模糊	11(26.2%)	14(24.6%)		
肿瘤微血管CT征	有	25(59.5%)	35(61.4%)	0.216	0.641
	无	19(40.5%)	22(38.6%)		
成分	纯磨玻璃	39(88.1%)	39(68.4%)	5.77	0.016
	混合磨玻璃	5(11.9%)	18(31.6%)		

表2 病理结果分组 LDCT

资料/病理结果		良性	恶性	T/ χ^2	P
长径(cm)		0.66±0.27	1.00±0.47	-4.299	0.000
短径(cm)		0.56±0.19	0.78±0.32	-4.009	0.000
长径/短径		1.18±0.15	1.29±0.28	-2.327	0.022
分叶	是	8(18.2%)	21(36.8%)	4.224	0.040
	否	36(81.8%)	36(63.2%)		
毛刺	是	3(6.8%)	9(15.8%)	1.148	0.284
	否	41(93.2%)	48(84.2%)		
细支气管充气征	是	37(84.1%)	27(47.4%)	11.005	0.000
	否	7(15.9%)	30(52.6%)		
胸膜凹陷征	是	14(31.8%)	18(31.6%)	0.001	0.980
	否	30(68.2%)	39(68.4%)		
瘤肺界面	清楚	24(54.5%)	38(66.7%)	1.539	0.215
	模糊	20(45.5%)	19(33.3%)		
肿瘤微血管CT征	有	1(2.3%)	3(5.3%)	0.062	0.803
	无	43(97.7%)	54(94.7%)		
成分	纯磨玻璃	37(84.1%)	42(73.7%)	1.578	0.209
	混合磨玻璃	7(15.9%)	15(26.3%)		

表4

检查方法	敏感度	特异度	准确度	阳性预测值	阴性预测值	约登指数
LDCT	54.4%(31/57)	68.2%(30/44)	60.4%(61/101)	68.9%(31/45)	53.6%(30/56)	0.23
UHRCT	82.5%(47/57)	86.4%(38/44)	84.2%(85/101)	88.7%(47/53)	79.2%(38/48)	0.69
LDCT+UHRCT	89.5%(51/57)	93.2%(41/44)	91.1%(92/101)	94.4%(51/54)	87.2%(41/47)	0.83
χ^2 或F值	21.209	10.215	31.064	13.403	16.130	
P值	0.000	0.006	0.000	0.001	0.000	

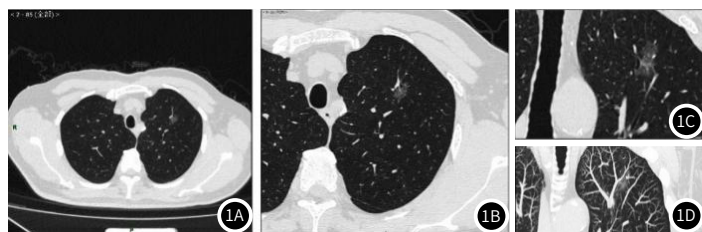


图1A-图1D 男性, 60岁, LDCT左肺上叶见一磨玻璃结节, 横切面直径8mm, 病灶边缘模糊, 与小血管关系密切; 12个月复查时于UHRCT冠状位图像见左肺上叶亚实性结节灶, 最大长径22mm, 瘤肺界面清晰, 病灶见分叶、毛刺、空气支气管征, MIP图像见肿瘤微血管CT成像征, 拟诊恶性结节。(病理结果: 微浸润性腺癌)

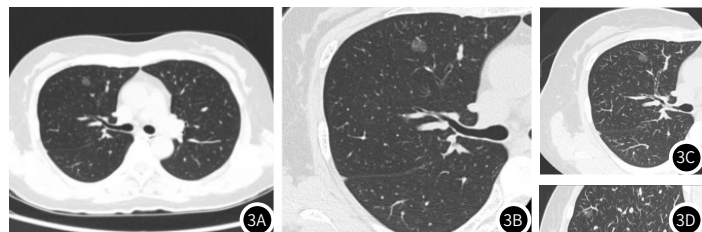


图3A-图3D 女性, 50岁, LDCT右肺上叶磨玻璃结节, 横切面直径9mm, 边缘局部分叶毛糙; 3个月复查时UHRCT图像见浅分叶及少许毛刺, 其内可见血管进入, 拟诊良性结节。(病理结果: 原位腺癌)

3 讨论

肺癌是中国乃至全球发病率与病死率较高的恶性肿瘤之一, 多数患者在初诊时已达中晚期甚至发生了远处转移, 故其5年生存率低于20%^[8-9]。GGN作为肺癌的早期表现, 随着LDCT的广泛应用, 其检出率显著增加, 对肺癌进行早期诊断和治疗可以明显减低患者的死亡率^[10-11]。LDCT通过调节管电流或管电压、增加螺距、自动曝光控制、图像滤波技术等手段, 辐射剂量低于常规剂量CT, 诊断效能却与之相当, 已成为目前公认的早期肺癌筛查手段^[12]。广泛应用于肺部筛查、肺结节评估、支气管病变显示、随访等^[13]。但其也存在一定的不足, 对于直径较小的GGN、沿身体纵轴生长的GGN不能清晰观察、判断CT特征, 常导致漏诊、误诊等^[14-15], 如图1A-D。张晓菊等人^[16]提出的肺亚实性结节诊治中国专家共识中, 细化了肺结节分级诊治随访策略, 对高危人群推荐行LDCT筛查、肿瘤标志物等相关检查, 对于直径 ≤ 5 mm的pGGN, 建议6个月随访, 随后行年度胸部CT随访; 直径 ≤ 5 mm的pGGN, 则建议3个月随访后行常规年度随访。对于直径 ≤ 8 mm的mGGN, 建议3、6、12和24个月进行影像随访, 无变化者再转为常规年度复查; 直径超过8mm的mGGN, 则建议3个月随访, 若持续存在再采用PET-CT、穿刺活检或手术评估, 对提高肺GGN的良恶性鉴别诊断具有重要意义。刘士远等人^[17]建议有条件的医院优先选择1024 $\times$ 1024矩阵、1mm薄层重建, 以避免漏诊与误诊。

本研究中采用的UHRCT, 较512 $\times$ 512矩阵的HRCT有更小的探测器元件和X射线管焦点尺寸, 其涵括的像素是常规HRCT的四倍, 对肺GGN及其与支气管的关系显示的更清晰。本文图1所提供的病例中, 经LDCT横轴位扫描检出左肺上叶8mm磨玻璃结节, 缺乏整体性与立体性, 通过UHRCT靶扫描及重建, 于多方位观察其沿上下方向斜行顺应血管、支气管束生长, 建立了清晰直观的GGN-血管细支气管2D图像, 测得其最大长径22mm。对于横轴位不能显示GGN最大直径的病例, UHRCT可在矢状位或冠状位上观察和测量, 最大密度投影(MaxIP)有利于显示GGN的实性成分、内部血管分布走行情况; 最小密度投影(MinIP)更好地显示GGN-肺界面与细支气管间的关系。这与赵红等人^[18]的研究结果一致, UHRCT靶扫描联合MPR、CPR、MaxIP、MinIP重建, 能准确判定结节的实际大小及与周围细微结构的关系, 有效指导支气管镜活检规划路径。

刘成荫等人^[19]的研究结果表明, UHRCT在影像学表现上与CT存在显著差异, 有意义的征象有血管束束征、胸膜凹陷征、支气管充气征、分叶征、毛刺征等, 诊断肺内良恶性结节的能力明显优于CT。既往研究显示, UHRCT提供的信息量明显多于常规CT及HRCT^[20], 对血流分布、组织结构、恶性肿瘤与周围组织的关系均有更细致的显示, 吴昊等人^[21]的研究结果表明, UHRCT检出的结节个数较常规CT更多, 直径更大, 实性成分占比、毛刺征、血管扩张征、血管束束征更多。本文研究中比较了所有肺GGN患者的LDCT与UHRCT征象, UHRCT检出的分叶征、毛刺征、细支气管充气征、胸膜凹陷征、肿瘤微血管CT征、mGGN较LDCT更多, 与

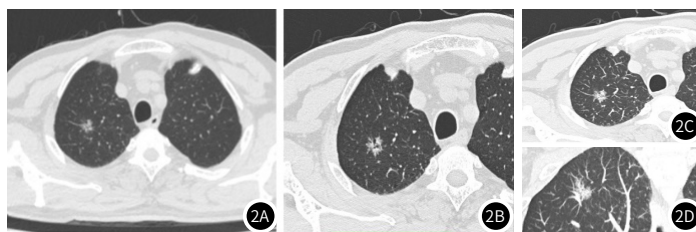


图2A-图2D 男性, 60岁, LDCT右肺上叶磨玻璃结节, 横切面直径15mm, 边缘毛糙; 3个月复查时UHRCT图像见分叶、毛刺、血管束束征, 内见牵拉扩张支气管影, 管壁僵硬, MIP图像可见肿瘤微血管CT成像征, 拟诊恶性结节。(病理结果: 浸润性腺癌)

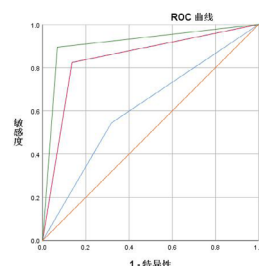


图4 磨玻璃结节ROC曲线及曲线下AUC面积。

(注: LDCT: 低剂量CT; HRCT: 超高分辨率CT; LDHR: 低剂量联合超高分辨率CT)

既往的研究结果基本一致。UHRCT扫描技术也存在一定的局限, 为避免延长扫描时间, LDCT联合UHRCT靶向扫描过程中需精准定位, 对影像技师的要求较高; 另一方面, 虽然UHRCT对结节细微征象有较高的分辨力, 但易受呼吸、心脏搏动的影响, 因此在心脏周围, 尤其是左肺下叶、左肺上叶下舌段的结节, 可能出现图像伪影, 需要配合心电门控使用, 才能保障图像质量。

本文中所存在的不足: 样本选取人数较少, 临床可进一步扩大观察样本数量, 以提升普遍性; 在第1、3、6、12个月随访时, 由于病灶生长导致体积和密度变化, 可能会使两次CT检查结果比较存在信息偏差, 限制了研究结果的准确性。

综上所述, 低剂量CT联合超高分辨率CT扫描可以有效提升肺磨玻璃结节的诊断效能, 较单一诊断更具优势, 为临床诊治提供了新思路。

参考文献

- [1] 王俊, 曹庆华, 李永红, 等. CT影像学检查对肺部磨玻璃样小结节样良、恶性的鉴别诊断价值及影响因素分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(6): 62-64.
- [2] 张宏, 丁必彪, 魏恒乐, 等. 高分辨率CT对肺磨玻璃结节侵袭性的预测价值[J]. 临床放射学杂志, 2019, 38(3): 436-440.
- [3] 胡红梅, 冯峰. 肺磨玻璃结节CT影像学组学研究进展[J]. 放射学实践, 2020, 35(11): 1472-1475.
- [4] 陈琦, 杨文广, 郁义星, 等. 肺部单发微小磨玻璃结节内部血管及支气管改变对肺腺癌侵袭性的诊断预测价值[J]. 临床放射学杂志, 2019, 38(12): 2322-2327.
- [5] Chu ZG, Li WJ, Fu BJ, et al. CT characteristics for predicting invasiveness in pulmonary pure ground-glass nodules[J]. AJR Am J Roentgenol, 2020, 215(2): 351-358.
- [6] 刘志, 华晨辰, 范国华. 肺磨玻璃结节HRCT影像特征与肺腺癌病理分型的相关性研究[J]. 医学影像学杂志, 2020, 30(4): 588-592.
- [7] Hata A, Yanagawa M, Honda O, et al. Effect of matrix size on the image quality of ultra-high-resolution CT of the lung: Comparison of 512 $\times$ 512, 1024 $\times$ 1024, and 2048 $\times$ 2048[J]. Acad Radiol, 2018, 25(7): 869-876.
- [8] 臧汉杰, 郭浩东, 王之悦, 等. 良、恶性肺磨玻璃结节的CT鉴别诊断: 形态学特征和CT纹理分析的对比如联合应用[J]. 临床放射学杂志, 2022, 41(4): 628-634.
- [9] 何花, 胡文滕, 商瑞江, 等. CT特征联合肿瘤标志物预测肺磨玻璃结节肿瘤浸润性的回顾性队列研究[J]. 中国胸心血管外科临床杂志, 2022, 29(9): 1113-1119.
- [10] Park J, Doo KW, Sung YE, et al. Computed tomography findings for predicting invasiveness of lung adenocarcinomas manifesting as pure ground-glass nodules [published online ahead of print, 2022 Jul 15]. J. Can Assoc Radiol J, 2022: 846537122110913.
- [11] Hu H, Wang Q, Tang H, et al. Multi-slice computed tomography characteristics of solitary pulmonary ground-glass nodules: differences between malignant and benign[J]. Thorac Cancer, 2016, 7(1): 80-87.
- [12] 石锋, 舒松, 吴明, 等. 低剂量CT扫描在诊断直径 < 2.0 cm孤立性肺结节的临床价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(7): 67-69.
- [13] 刘琦, 王成伟. 多层螺旋CT低剂量扫描在胸部的临床应用[J]. 放射学实践, 2011, 26(6): 672-674.
- [14] 孟瑞瑞, 刘圆圆, 青浩渺, 等. 肺癌高危人群低剂量螺旋CT筛查的临床分析[J]. 放射学实践, 2021, 36(1): 71-75.
- [15] 刘东明, 殷瑞根, 王冬青, 等. 周围型肺癌CT征象对比分析: 高分辨率CT与薄层低剂量CT[J]. 实用放射学杂志, 2005(12): 1256-1258.
- [16] 张晓菊, 白莉, 金发光, 等. 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.
- [17] 刘士远. 肺亚实性结节影像处理专家共识[J]. 中华放射学杂志, 2015, 49(4): 254-258.
- [18] 赵红, 齐银萍, 陈俊波. UHRCT靶扫描重建在超细支气管镜肺外周结节检查中的应用[J]. 医学影像学杂志, 2015, 25(05): 934-936.
- [19] 刘成荫, 张震辉. 超高分辨率CT在肺部小结节诊断中的应用分析[J]. 现代医学影像学, 2020, 29(1): 59-60.
- [20] 岳贤文, 马永红, 叶剑定, 等. 微浸润性肺腺癌超高分辨率CT表现的回顾性分析[J]. 临床放射学杂志, 2017, 36(2): 223-226.
- [21] 吴昊, 邱晓峰, 章晖庆. 超高分辨率CT诊断中小型肺磨玻璃密度结节的作用分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(9): 65-66, 75.

(收稿日期: 2023-07-24)

(校对编辑: 孙晓晴)