

论著·胸部

非典型肺结核球HR-CT影像征象及与SPLC的鉴别*

张 晖¹ 范培琨^{2,*} 方伟军¹

1.广州市胸科医院放射科

2.广州市胸科医院信息中心

(广东 广州 510095)

【摘要】目的 分析非典型肺结核球(ATP)和周围型小肺癌(SPLC)的高分辨率计算机断层扫描(HR-CT)的影像学征象,探究HR-CT影像征象对ATP和SPLC的鉴别价值。方法 回顾性分析自2022年3月至2024年3月本院经病理诊断的69例ATP和81例SPLC患者的临床资料,比较ATP和SPLC的HR-CT的影像征象,Logistic回归分析鉴别ATP和SPLC的HR-CT的影像征象,受试者工作曲线(ROC)分析HR-CT影像征象对ATP和SPLC的鉴别价值。结果 ATP患者与SPLC患者在病灶直径、病灶位置、病灶CT值、病灶边界、空泡征、空洞征、钙化、晕征、支气管空气征上比较差异无统计学意义($P>0.05$),在分叶征、血管束征、胸膜凹陷征、毛刺征、卫星征上比较差异有统计学意义($P<0.05$);Logistic回归分析显示,分叶征、血管束征、胸膜凹陷征、毛刺征、卫星征是鉴别ATP和SPLC的独立因素($P<0.05$);ROC结果显示,单项HR-CT征象鉴别ATP和SPLC时,卫星征鉴别的AUC最高为0.706,敏感度为60.87%,特异度为80.25%,联合鉴别ATP和SPLC时,分叶征、血管束征、胸膜凹陷征、毛刺征、卫星征联合鉴别的AUC最高为0.862,敏感度为86.96%,特异度为70.37%。结论 分叶征、血管束征、胸膜凹陷征、毛刺征、卫星征是鉴别ATP和SPLC的独立因素,联合多个HR-CT影像征象能提高鉴别ATP和SPLC的敏感度。

【关键词】非典型肺结核球;
高分辨率计算机断层扫描;
周围型小肺癌

【中图分类号】R563

【文献标识码】A

【基金项目】广州市科技计划项目(2023A03J0536)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.06.016

HR-CT Imaging Signs of Atypical Pulmonary Tuberculoma and Differentiation from SPLC*

ZHANG Hui¹, FAN Pei-min^{2,*}, FANG Wei-jun¹.

1.Department of Radiology, Guangzhou Chest Hospital, Guangzhou 510095, Guangdong Province, China

2.Information Center, Guangzhou Chest Hospital, Guangzhou 510095, Guangdong Province, China

ABSTRACT

Objective To analyze high-resolution computed tomography (HR-CT) imaging signs of atypical pulmonary tuberculoma (ATP), and investigate the value of HR-CT imaging signs in distinguishing ATP from small peripheral lung cancer (SPLC). **Methods** A retrospective analysis was conducted on the clinical data of 69 patients with ATP and 81 patients with SPLC diagnosed by pathology in the hospital from March 2022 to March 2024. HR-CT imaging signs of ATP and SPLC were compared, and logistic regression analysis was used to screen HR-CT imaging signs for distinguishing ATP from SPLC. Receiver operating characteristic (ROC) curves were used to evaluate the value of HR-CT imaging signs in distinguishing ATP from SPLC. **Results** There were no statistically significant differences between patients with ATP and patients with SPLC in terms of lesion diameter, lesion location, lesion CT value, lesion boundary, vacuole sign, cavity sign, calcification, halo sign, and air bronchogram ($P>0.05$). However, there were statistically significant differences in lobulation sign, vessel convergence sign, pleural indentation, spicule sign, and satellite sign ($P<0.05$). Logistic regression analysis showed that lobulation sign, vessel convergence sign, pleural indentation, spicule sign, and satellite sign were independent factors for distinguishing ATP from SPLC ($P<0.05$). ROC curve analysis results showed that when a single HR-CT sign was used to distinguish ATP from SPLC, the AUC of satellite sign was the largest, which was 0.706. Its sensitivity and specificity were 60.87% and 80.25%. When HR-CT signs (lobulation sign, vessel convergence sign, pleural indentation, spicule sign and satellite sign) were used in combination to distinguish ATP from SPLC, the AUC, sensitivity and specificity were 0.862, 86.96% and 70.37%. **Conclusion** Lobulation sign, vessel convergence sign, pleural indentation, spicule sign, and satellite sign are independent factors for distinguishing ATP from SPLC. Combined use of HR-CT imaging signs can improve the sensitivity in distinguishing ATP from SPLC.

Keywords: Atypical Pulmonary Tuberculoma; High-Resolution Computed Tomography; Small Peripheral Lung Cancer

肺结核球是肺结核的一种特殊形态,分为非典型性、续发型、肺部以外的结核等多种类型,其中非典型肺结核球(ATP)实验室检查、临床表现、影像学表现多样且不典型,同时常合并其他类型的肺病,临床诊断难度较大^[1-2]。周围型小肺癌(SPLC)是原发性肺癌常见的类型,病灶多位于肺段以下支气管,通常无特异性临床表现,尤其是直径<2cm的SPLC,早期诊断困难^[3-4]。APT和SPLC均属于肺内恶性结节,临床对于ATP和SPLC的治疗方法明显不同,预后也存在较大的差异,前者常采用抗结核药物治疗,早期SPLC通常是手术切除治疗,因此尽早鉴别ATP和SPLC对指导患者临床治疗方案和改善患者预后具有重要的临床意义。然而两者常规CT表现常存在重叠,导致误诊。近年来,随着影像学技术的发展,高分辨率计算机断层扫描(HR-CT)广泛应用于临床,能清晰显示病灶周围结构特征,为临床诊断提供更为准确的影像学数据^[5-6]。有学者对比分析ATP和SPLC患者的HR-CT影像征象,SPLC患者出现分叶征、胸膜凹陷征等征象的比例高于ATP患者,指出HR-CT鉴别ATP和SPLC敏感度良好^[7]。鉴于此,本研究将分析ATP和SPLC的影像学征象,并探究HR-CT影像征象对ATP和SPLC的鉴别价值,旨在为ATP和SPLC的临床鉴别提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析自2022年3月至2024年3月本院经病理诊断的69例ATP和81例SPLC患者的临床资料。

纳入标准:有明确病理诊断为ATP或SPLC者;均行HR-CT扫描,且影像学资料完整;单发病灶,且SPLC直径<2 cm;检查前未接受相关治疗者。排除标准:合并其他恶性肿瘤或伴远处肿瘤转移者。69例ATP患者男性38例,女性31例;年龄31~72岁,平均年龄(56.28±7.15)岁。81例SPLC患者中男性43例,女性38例;年龄33~73岁,平均年龄(57.12±7.11)岁;病理类型:腺癌61例,鳞癌18例,其他2例。

1.2 方法 HR-CT检查:首先行常规胸部CT扫描,采用东芝Aquilion64排CT进行扫描。患者取仰卧位,从肺尖扫描至肺底部。设置扫描参数:管电流250 mA,管电压120 kV,螺距1.08:1,矩阵512×512,准直0.625 mm×64,重建层厚5 mm,重建间隔5 mm,视野400 mm,滤过函数C,扫描5 s~7 s。常规平扫后,在病灶区域进行HR-CT扫描,经肘静脉注射350 mgI/mL 碘佛醇造影剂80-100 mL,注射速度为3 mL/s,扫

【第一作者】张 晖,男,副主任医师,主要研究方向:临床影像专业放射医学。E-mail: mm3456_2000@163.com

【通讯作者】范培琨,男,高级工程师,主要研究方向:智慧医院信息建设。E-mail: gzsxkyxxzx@gz.gov.cn

描参数：管电流300 mA，管电压120 kV，螺距0.64:1，矩阵1024×1024，准直0.625 mm×64，重建层厚1 mm，重建间隔1 mm，视野180 mm，滤过函数F，扫描1 s~3 s。

1.3 HR-CT图像分析 将影像学图像上传至工作站进行重建，肺窗窗位为520 HU，窗宽为1450 HU，纵隔窗窗位为40 HU，窗宽为350 HU。分析HRCT图像影像征象，包括病灶直径、位置、病灶CT值、分叶征、血管集束征、胸膜凹陷征、毛刺征、空洞征等。由2名高年资医师采用双盲法对HR-CT检查图像进行分析，当意见不一时，交由上级医师进行评定。

1.4 统计学分析 本研究数据录入SPSS 28.0软件分析。计数资料以例(%)表示，行 χ^2 检验；计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示，行t检验；Logistic回归分析鉴别ATP和SPLCHR-CT的影像征象，受试者工作曲线(ROC)分析HR-CT影像征象对ATP和SPLC的鉴别价值，检验标准： $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 ATP和SPLC在HR-CT中的影像征象比较 ATP患者与SPLC患者在病灶直径、病灶位置、病灶CT值、病灶边界、空洞征、空洞征、钙化、晕征、支气管空气征上比较差异无统计学意义($P>0.05$)，在分叶征、血管集束征、胸膜凹陷征、毛刺征、卫星征上比较差异有统计学意义($P<0.05$)，见表1。

2.2 ATP和SPLC在HR-CT中的影像征象Logistic回归分析 以ATP=0、SPLC=1作为因变量，将单因素分析中具有统计学意义的资料作为自变量，并对其赋值，分叶征(有=1，无=0)、血管集束征(有=1，无=0)、胸膜凹陷征(有=1，无=0)、毛刺征(有=1，无=0)、卫星征(有=1，无=0)，Logistic回归分析显示，分叶征、血管集束征、胸膜凹陷征、毛刺征、卫星征是鉴别ATP和SPLC的独立因素($P<0.05$)，见表2。

2.3 HR-CT影像征象对ATP和SPLC的鉴别价值 以ATP和SPLC为分类变量，分叶征(有=1，无=0)、血管集束征(有=1，无=0)、胸膜凹陷征(有=1，无=0)、毛刺征(有=1，无=0)、卫星征(有=1，无=0)为检验变量进行ROC分析，结果显示，单项HR-CT征象鉴别ATP和SPLC时，卫星征鉴别的AUC最高为0.706，敏感度为60.87%，特异度为80.25%，联合鉴别ATP和SPLC时，分叶征、血管集束征、胸膜凹陷征、毛刺征、卫星征联合鉴别的AUC最高为0.862，敏感度为86.96%，特异度为70.37%，见表3，图1。

表1 ATP和SPLC在HR-CT中的影像征象比较(例)

HR-CT的影像征象	ATP(n=69)	SPLC(n=81)	t/ χ^2	P
病灶直径(mm)	15.29±3.15	14.61±2.27	1.532	0.128
病灶位置			1.973	0.741
右肺上叶	27(39.13)	29(35.80)		
右肺下叶	10(14.49)	17(20.99)		
右肺中叶	1(1.45)	3(3.70)		
左肺上叶	14(20.29)	15(18.52)		
左肺下叶	17(24.64)	17(20.99)		
病灶CT值	31.58±6.56	30.09±6.27	1.420	0.158
病灶边界			0.772	0.380
清晰	43(62.32)	56(69.14)		
不清晰	26(37.68)	25(30.86)		
分叶征	13(18.84)	45(55.56)	28.102	0.000
血管集束征	21(30.43)	44(54.32)	8.657	0.003
胸膜凹陷征	21(30.43)	49(60.49)	12.234	0.001
空泡征	16(23.19)	29(35.80)	3.046	0.081
毛刺征	18(26.09)	46(56.79)	10.154	0.001
空洞征	15(21.74)	21(25.93)	1.453	0.228
钙化	12(17.39)	16(19.75)	0.137	0.711
晕征	21(30.43)	29(35.80)	0.483	0.487
卫星征	42(37.68)	16(19.75)	26.561	0.000
支气管空气征	13(18.84)	24(29.)	2.334	0.127

表2 ATP和SPLC在HR-CT中的影像征象Logistic回归分析

变量	β	SE	wald	OR	95%CI	95%CI	P
分叶征	1.274	0.461	7.656	0.280	0.113	0.689	0.006
血管集束征	1.459	0.453	10.367	0.232	0.096	0.565	0.001
胸膜凹陷征	1.177	0.439	7.177	0.308	0.130	0.729	0.007
毛刺征	1.396	0.449	9.679	0.248	0.103	0.6597	0.002
卫星征	-1.728	0.453	14.574	5.632	2.319	143.678	0.000

表3 HR-CT影像征象对ATP和SPLC的鉴别ROC曲线分析

指标	AUC(95%CI)	Z/P	约登指数	临界值	敏感度(%)	特异度(%)
分叶征	0.684(0.603-0.757)	4.196/0.000	0.367	1	81.16	55.56
血管集束征	0.619(0.537-0.697)	2.600/0.009	0.239	1	69.57	54.32
胸膜凹陷征	0.650(0.568-0.726)	3.329/0.001	0.301	1	69.57	60.49
毛刺征	0.660(0.578-0.735)	3.568/0.000	0.319	1	73.91	58.02
卫星征	0.706(0.626-0.777)	4.717/.000	0.411	1	60.87	80.25
联合	0.862(0.796-0.913)	12.118/0.000	0.573		86.96	70.37

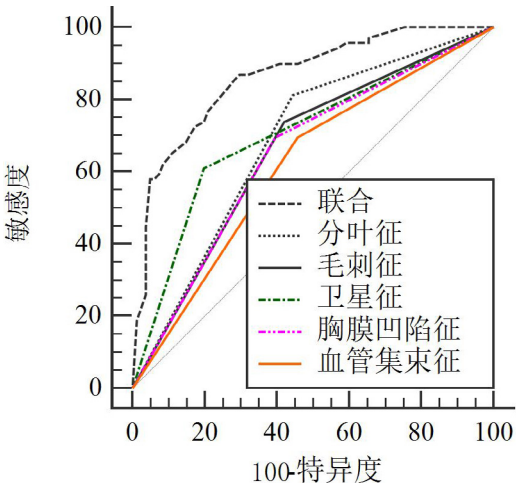


图1 HR-CT影像征象鉴别ATP和SPLC的ROC曲线图。

2.4 影像学特征分析 见图2-5。



图2 横断面肺窗显示右上肺叶尖段可见大小约1.8cm×2.2cm结节影，边缘部分尚清，可见分叶及短毛刺征。
图3 横断面纵隔窗增强后示右上肺尖段结节影中等程度不均匀强化，其边缘小支气管截断。
图4 冠状位肺窗显示右上肺叶结节影可见分叶及短毛刺征，与邻近胸膜少许粘连牵拉，其下缘小支气管截断改变。
图5 冠状位纵隔窗增强后示右上肺叶结节影内可见小斑片状低密度区。

3 讨论

有研究指出^[8]，肺结核患者免疫力低下，加之长期炎症刺激肺部组织损伤，可能会增加上皮细胞基因炎症突变和恶性增殖的风险，进而促进肺癌的发生。而ATP和SPLC的临床表现均有咳嗽、咳痰、呼吸困难等，因此需进一步对两者进行鉴别。目前临床对于ATP患者HR-CT的鉴别方法主要为CT检查，通过分析病灶的形态结果和内部特征以鉴别疾病，但其不具备立体性和直观性，临床鉴别效果欠佳^[9]。HR-CT因具有薄层、高分辨率等优点，被广泛应用于肺部疾病的诊断中，能弥补常规CT扫描的不足，临床诊断准确率更高^[10]。鉴于此，本研究将探究HR-CT对ATP和SPLC的鉴别价值。

既往有研究指出^[11]，ATP和SPLC的病灶部位不同，ATP常见于肺下叶，而SPLC多见于两肺上叶。而本研究中，ATP患者与SPLC患者在病灶位置无显著性差异，考虑可能与本研究样本量小有关。本研究结果显示，ATP患者与SPLC患者在病灶直径、病灶CT值、病灶边界、空泡征、空洞征、钙化、晕征、支气管空气征上比较差异无统计学意义，在分叶征、血管集束征、胸膜凹陷征、毛刺征、卫星征上比较差异有统计学意义，Logistic回归分析也提示分叶征、血管集束征、胸膜凹陷征、毛刺征、卫星征是鉴别ATP和SPLC的独立因素，ATP患者HR-CT影像征象更容易出现卫星征，SPLC患者HR-CT影像征象更容易出现分叶征、血管集束征、胸膜凹陷征、毛刺征。

分叶征表现为结节边缘不光滑，是SPLC的基本征象，是由于肿瘤向各个方向生长，由于扩散的过程中遇到的阻力不同，进而导致结节边缘凹凸不平，分叶越明显，肿瘤恶性程度越高，因此SPLC患者HR-CT影像征象更容易出现分叶征^[12-13]。血管集束征表现为病灶周围的大血管和小支气管直接或间接与病灶相连，病灶周围血管靠近病灶区增粗，表明病灶具有侵袭性^[14-15]；本研究中

44例SPLC患者出现血管集束征象，是由于肿瘤血管代偿性增粗形成的；21例ATP患者也出现血管集束征，考虑可能与病灶内纤维增生反应牵拉周围血管引起的。胸膜凹陷征为自最靠近胸膜面的病灶边缘，呈边缘锐利的条状致密线影^[16-17]；本研究中49例SPLC患者出现胸膜凹陷征，是由于病灶内的瘢痕组织牵拉与其相邻的脏层胸膜，导致胸膜凹陷；21例ATP出现胸膜凹陷征，考虑可能是由于病灶组织炎症反应或充血，胸膜受累时可能出现局部凹陷。毛刺征是指有细短毛刺样存在病灶组织边缘^[18]，本研究中45例SPLC患者出现毛刺征，是由于肿瘤细胞沿血管、淋巴管等浸润生长形成的；13例ATP出现毛刺征，考虑可能是由于炎症反应或病灶纤维反应导致的。卫星征是病灶周围出现的小病灶，是结核球的特征性表现，而在个别SPLC病灶周围存在微结节样灶^[19]。

为进一步分析HR-CT影像征象对ATP和SPLC的鉴别价值，绘制ROC曲线，结果显示，单项HR-CT征象鉴别ATP和SPLC时，卫星征鉴别的AUC最高为0.706，敏感度为60.87%，特异度为80.25%，联合鉴别ATP和SPLC时，分叶征、血管集束征、胸膜凹陷征、毛刺征、卫星征联合鉴别的AUC最高为0.862，敏感度为86.96%，特异度为70.37%，表明分叶征、血管集束征、胸膜凹陷征、毛刺征、卫星征联合能提高鉴别ATP和SPLC的敏感度。因此在临床ATP和SPLC的鉴别中，应结合多个HR-CT影像征象进行综合鉴别，以提高临床鉴别的敏感度。

综上所述，ATP患者HR-CT影像征象更容易出现卫星征，SPLC患者HR-CT影像征象更容易出现分叶征、血管集束征、胸膜凹陷征、毛刺征，HR-CT影像征象中分叶征、血管集束征、胸膜凹陷征、毛刺征、卫星征联合能提高鉴别ATP和SPLC的敏感度。

(下转第63页)

