

论 著

超声造影与高分辨率CT鉴别诊断周围型肺肿物的价值*

梁汝娜^{1,2} 王娟¹ 张伟¹
杨元兴¹ 余珊珊¹ 周琦¹
姜珏^{1,*}1.西安交通大学第二附属医院+超声研究室
(陕西 西安 710004)2.陕西省+安康市中心医院+超声科
(陕西 安康 725000)

【摘要】目的 探讨超声造影与高分辨率CT鉴别诊断周围型肺肿物良恶性的价值。方法 回顾性分析73例(74个病灶)周围型肺肿物患者,观察病灶的二维超声特征、超声造影表现及高分辨率CT影像特征,以病理结果为金标准,分别计算二维超声、CEUS及HRCT诊断的敏感性、特异性、诊断准确率,绘制受试者工作特征(ROC)曲线,评价超声造影与高分辨率CT鉴别周围型肺肿物良恶性的诊断效能。结果 恶性组患者平均年龄高于良性组,病灶好发于右肺上叶,直径较大($P<0.05$);恶性组超声表现为球形或类球形,造影表现为不均匀高增强,向心性灌注,呈慢进快出模式,良性组超声表现为楔形或三角形,造影表现为均匀等或低增强,树枝样灌注,呈快进快出模式($P<0.05$);3种方法受试者工作曲线下面积(AUC)分别为0.627、0.808、0.800,CEUS的灵敏度及诊断准确率(77.6%、79.7%)低于HRCT(95.9%、85.1%),但CEUS的特异度(84.0%)高于HRCT(64.0%)。结论 超声造影鉴别诊断周围型肺肿物的良恶性有一定的价值,且与HRCT诊断效能相当,可作为影像学技术的有效补充检查手段。

【关键词】超声造影;周围型肺肿物;高分辨率CT
【中图分类号】R445.2

【文献标识码】A

【基金项目】基于西北地区人群甲状腺结节患者的多模态超声影像智能诊断的研究
(2021SF-346)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.03.025

Value of Contrast-enhanced Ultrasound and High-resolution CT in Differential Diagnosis of Peripheral Lung Tumors*

LIANG Ru-na^{1,2}, WANG Juan¹, ZHANG Wei¹, YANG Yuan-xing¹, YU Shan-shan¹, ZHOU Qi¹, JIANG Jue^{1,*}.

1.Department of ultrasound Research Office,the Second Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710004, Shanxi Province, China

2.Department of ultrasound, Ankang Central Hospital, Ankang 725000, Shanxi Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the diagnostic value of contrast-enhanced ultrasound (CEUS) and High resolution CT(HRCT) images in the diagnosis of benign and malignant peripheral lung tumors.

Methods Retrospective analysis of 73 patients (74 lesions) with surrounding pulmonoma, Analyze the differences in two-dimensional ultrasound features, contrast-enhanced ultrasound and high-resolution CT image features between benign and malignant lesion, and calculate the sensitivity, specificity, and diagnosis of two-dimensional ultrasound, CEUS, and HRCT respectively Accuracy, positive predictive value, negative predictive value, draw receiver operating characteristic (ROC) curve, and evaluate the diagnostic efficacy of contrast-enhanced ultrasound versus high-resolution CT for benign and malignant peripheral lung tumors. **Results** The average age of the patients in the malignant group was higher than that in the benign group, and the lesions were more likely to occur in the upper lobe of the right lung, with a larger diameter ($P<0.05$); in the malignant group, the ultrasound showed spherical or quasi-spherical shape, and the contrast showed uneven high-enhancement and centripetal perfusion. It was in a slow-in and fast-out mode, the benign group showed a wedge or triangle on ultrasound, and the contrast showed uniform or low-enhancement, tree-like perfusion, in a fast-in and fast-out mode ($P<0.05$); The area under the receiver operating curve (AUC) of the three methods are 0.627, 0.808, and 0.800, respectively. The sensitivity and diagnostic accuracy of CEUS (77.6%, 79.7%) are lower than that of HRCT (95.9%, 85.1%), but CEUS is specific Degree (84.0%) is higher than HRCT (64.0%).

Conclusion Contrast-enhanced ultrasound has a certain value of good malignant peripheral lungs and is comparable to HRCT diagnostic efficacy, and can be used as an effective supplemental inspection method for imaging technology.

Keywords: Contrast-Enhanced Ultrasound; Pulmonary Peripheral Mass; High Resolution CT

最新公布的全球癌症数据(GLOBO CANCER 2020)显示,肺癌是世界范围内癌症发病率第二的疾病,也是导致癌症死亡的首要原因^[1-2]。大多周围型肺癌患者确诊时多为中晚期,错过最佳手术时间导致无法切除,故早期确诊周围型肺癌对提高患者生存率并改善其预后具有重要价值。目前肺部肿物主要检查方法以X线、CT、纤维支气管镜为主,但均有各自的局限性。CT具有良好的空间分辨率^[3],可以清晰显示病灶的位置、形态和细微结构,是肺部疾病检查首选方式,但是由于具有电离辐射、伪影(呼吸或金属所致)及碘造影剂不良反应等缺点,在孕妇、碘造影剂过敏、呼吸配合差及体内含金属异物等人群中不适用。因此我们需要一种更为安全简便的检查手段在术前对外周型肺肿物进行评估。既往超声在诊断肺部疾病领域应用较少,但对于贴近胸壁的周围型肺肿物,超声则能够很好的显示,随着超声引导下穿刺活检术在周围型肺疾病中的广泛应用以及超声造影在评判病灶微灌注方面体现的巨大优势,超声凭借其无辐射、可重复、安全、可床旁操作等优点,为不适宜CT检查的周围型肺肿物患者提供了更多优质的检查方案,同时超声对于外周型肺肿物的诊断效能也引起了较多关注。本文旨在回顾性分析我院周围型肺肿物患者二维超声(Two-dimensional ultrasound,2D)、超声造影(Contrast-enhanced ultrasound, CEUS)、高分辨率CT(High resolution CT,HRCT)等影像学资料,以病理结果为金标准,探讨超声造影与HRCT鉴别诊断周围型肺肿物良恶性的价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2020年1月至2021年1月我院手术或经皮肺穿刺活检并经病理学证实的73例外周型肺肿物患者(74个病灶)。纳入标准:均行CEUS及HRCT检查;靠近胸壁且二维超声显示良好的周围型肺肿物;经病理学明确证实的外周型肺肿物。排除标准:不能配合CEUS及HRCT检查或存在相关检查禁忌证者;HRCT或超声图像质量不佳者;影像学资料不完善者。

1.2 仪器和方法 HRCT采用SIEMENS SOMATOM Definition Flash 双源CT扫描仪,患者取仰卧位,吸气后屏气自肺底向肺尖进行胸部扫描,管电压120 kV,参考管电流110 mAs,层厚与层间距均为1.0mm。由2名具有3年以上工作经验的CT诊断医师共同阅片,观察并记录外周型肺肿物的影像学特征,并诊断病灶性质,意见不一致时经协商达成共识。超声采用Siemens acuson sequoia型彩色多普勒超声仪,使用凸阵探头(1.0-5.7MHz)。患

【第一作者】梁汝娜,女,初级,主要研究方向:浅表器官疾病的超声诊断。E-mail: 243483802@qq.com

【通讯作者】姜珏,男,主任医师,主要研究方向:超声介入及浅表器官疾病的超声研究。E-mail: 13720721677@163.com

者取便于检查的体位,使用常规超声避开肺气选择最佳透声窗探查病灶。患者建立左肘部静脉通道,启用超声造影成像软件,5 mL 0.9% 氯化钠注射液注入造影剂(SonoVue)冻干粉内,充分溶解后抽取2.4mL,经肘静脉以1.5mL/min的速率快速团注,后注射5mL生理盐水进行冲管,即刻进行录像5min。由2位主治医师进行评估并对比病灶与周围正常组织,记录超声造影表现,意见不一致时经协商达成共识。

1.3 观察指标

1.3.1 二维超声 二维超声下记录分析病灶位置、大小和超声征象,超声征象包括形态(球形或类球形、楔形或三角形和不规则形),病灶边缘(光整或不光整),病灶内部回声(无回声、低回声和混合回声),病灶内部是否存在空气支气管征(有空气支气管征和无空气支气管征),病灶内部是否存在坏死区(有坏死区或无坏死区)。

1.3.2 超声造影 逐帧分析造影图像,对周围型肺肿物的始增时间及增强表现进行判断:(1)增强强度:病灶增强强度与周围组织对比,比周围组织低为低增强,反之为高增强,与周围组织接近为等增强。(2)强化均匀度:病灶增强强度一致为均匀增强,反之为不均匀增强。(3)增强模式:病灶始增时间比周围组织早为快进,相反则为慢进;病灶造影剂消退时间比周围组织早为快出,相反则为慢出;病灶与周围组织同时增强,同时消退,为同进同出。(4)造影灌注模式:由病灶周边向中心灌注为向心性增强,反之为离心性增强;造影剂呈树枝样灌注为树枝状灌注;具有两种或两种以上灌注模式为混合性灌注。

1.3.3 HRCT 对外周型肺肿物的HRCT影像学征象进行描述,主要包括病灶内部结构以及周围特征性表现,病灶内部结构分为有空泡征和无空泡征、有钙化和无钙化,周围特征性表现分为有毛刺征和无毛刺征、有分叶征和无分叶征。

1.4 统计学处理 统计学处理应用软件SPSS 25.0进行统计学分析,计数资料组间比较采用卡方检验,计量资料采取均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,根据资料的分布是否符合正态分布采用t检验或者Mann-Whitney U 检验。分别计算二维超声、CEUS及HRCT诊断的敏感性、特异性、诊断准确率、阳性预测值、阴性预测值,绘制受试者工作特征(ROC)曲线,评估3种方法(二维超声、CEUS及HRCT)诊断效能。以 $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

病理结果示:74例周围型肺肿物,25例良性,49例恶性。良性组病理类型为:炎性21例(84.0%),结核1例(4.0%),神经鞘瘤1例(4.0%),海绵状血管瘤1例(4.0%),腺纤维瘤1例(4.0%);恶性组病理类型为:腺癌19例(38.8%),鳞癌17例(34.7%),小细胞癌8例(16.3%),非小细胞癌2例(4.1%),肉瘤1例(2.0%),转移癌1例(2.0%),支气管肺泡癌1例(2.0%)。

2.1 二维超声分析结果 通过对74例周围型肺肿物的二维超声分析,结果显示肿物的形态、大小、发生的位置及患者的年龄在良恶性组间具有统计学意义($P < 0.05$)。恶性组:年龄15~87岁,平均(65.5±10.3)岁,平均最大长径(5.86±3.43)cm;良性组:年龄22~85岁,平均(56.8±14.1)岁,平均最大长径(4.19±1.98)cm。恶性组病灶多发于右肺上叶(32.3%),平均年龄和病灶大小均高于良性组,病灶呈球形或类球形(见表1)。

2.2 CEUS特征分析结果 通过对73例患者(74个病灶)造影特征分析,良性组始增时间(9.032±2.106)s,呈快进快出模式(80.0%),表现为均匀等增强,树枝状灌注(52.0%)(图1);恶性组始增时间(11.512±2.952)s,呈慢进快出模式(75.5%),表现为不

均匀高增强,向心性灌注(69.4%)。两组之间差异具有显著统计学意义($P < 0.05$)。(图2)(见表2)。

2.3 HRCT影像学特征分析结果 HRCT影像学特征分析结果显示病灶毛刺征、分叶征、空泡征在良恶性组间具有统计学意义($P < 0.05$)(见表3)。

2.4 二维超声、CEUS及HRCT对诊断周围型肺肿物良恶性的诊断效能比较 二维超声、CEUS及HRCT诊断周围型肺肿物良恶性的敏感性、特异性及诊断准确率分别为69.4%、56.0%、64.9%, 77.6%、84.0%、79.7%和95.9%、64.0%、85.1%, 3种方法受试者工作曲线下面积(AUC)分别为0.627、0.808、0.800(图3)(见表4)。

表1 两组患者二维超声特征比较(例)

组别	恶性(n=25)	良性(n=49)	χ^2	P
位置				
左肺				
上叶	9(36.0%)	7(14.3%)	10.240	0.037
下叶	4(16.0%)	12(24.5%)		
右肺				
上叶	3(12.0%)	19(38.8%)		
中叶	2(8.0%)	1(2.0%)		
下叶	7(28.0%)	9(18.4%)		
形状				
球形/类球形	4(16.0%)	29(59.2%)	23.073	<0.001
楔形/三角形	13(52.0%)	3(6.1%)		
不规则形	8(32.0%)	17(34.7%)		
边缘				
光滑	9(36.0%)	20(40.8%)	0.161	0.688
不光滑	16(64.0%)	29(59.2%)		
回声				
低回声	23(92.0%)	41(83.7%)	0.399	0.528
混合回声	2(8.0%)	8(16.3%)		
空气支气管征				
无	17(68.0%)	38(77.6%)	0.791	0.374
有	8(32.0%)	11(22.4%)		
坏死区				
无	14(56.0%)	20(40.8%)	1.537	0.215
有	11(44.0%)	29(59.2%)		

注:组间比较具有统计学意义, $P < 0.05$

表2 两组患者CEUS特征比较(例)

组别	良性(n=25)	恶性(n=49)	χ^2	P
造影剂分布				
均匀	13(52.0%)	13(26.5%)	4.712	0.030
不均匀	12(48.0%)	36(73.5%)		
增强强度				
低增强	6(24.0%)	3(6.1%)	7.528	0.023
等增强	8(32.0%)	10(20.4%)		
高增强	11(44.0%)	36(73.5%)		
增强模式				
慢进快出	4(16.0%)	37(75.5%)	24.337	<0.001
快进快出	20(80.0%)	12(24.5%)		
同进同出	1(4.0%)	0(0%)		
造影剂灌注方式				
向心性	6(24.0%)	34(69.4%)	18.325	<0.001
离心性	1(4.0%)	2(4.1%)		
树枝样	13(52.0%)	5(10.2%)		
混合性	5(20.0%)	8(16.3%)		

注:组间比较具有统计学意义, $P < 0.05$

表3 两组患者HRCT影像学特征比较(例)

组别	毛刺征	分叶征	空泡征	钙化
良性(n=25)	5(20.0%)	6(24.0%)	3(12.0%)	2(8.0%)
恶性(n=49)	30(61.2%)	27(55.1%)	20(40.8%)	8(16.3%)
χ^2	11.286	6.481	5.142	0.399
P	0.001	0.011	0.023	0.528

注:组间比较具有统计学意义, $P < 0.05$

表4 二维超声、CEUS及HRCT诊断良恶性周围型肺肿物的效能比较(%)

组别		病理		灵敏度	特异度	诊断准确率	阳性预测值	阴性预测值	AUC	P
		良性(n=25)	恶性(n=49)							
二维超声	良性	14	15	69.4	56.0	64.9	75.6	48.3	0.627	0.076
	恶性	11	34							
CEUS	良性	21	11	77.6	84.0	79.7	90.5	65.6	0.808	<0.001
	恶性	4	38							
HRCT	良性	16	2	95.9	64.0	85.1	83.9	88.9	0.800	<0.001
	恶性	9	47							

注:组间比较具有统计学意义, $P < 0.05$ 。

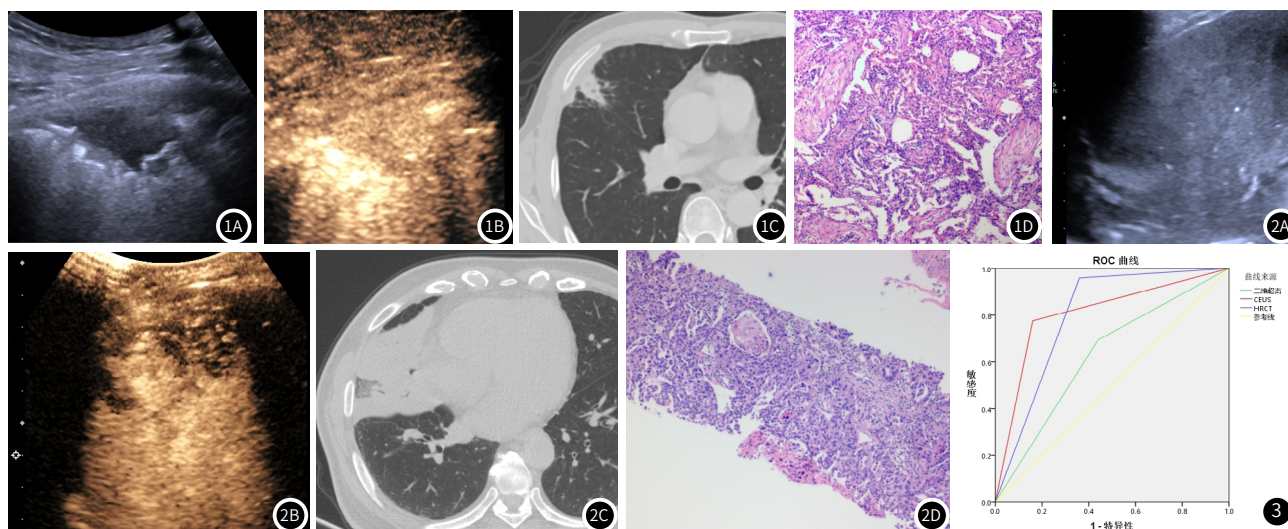


图1 肺组织慢性炎二维超声、CEUS、HRCT及病理图。图1A、图1B: 楔形病灶, 造影后呈均匀高增强; 图1C: 肺组织慢性炎HRCT影像图; 图1D: 病理图: 病理结果为肺组织慢性炎。**图2** 非小细胞性肺癌二维超声、CEUS、HRCT及病理图。图2A、图2B: 类球形病灶, 造影后呈不均匀高增强; 图2C: 肺癌HRCT影像图; 图2D: 病理图, 病理结果为非小细胞性肺癌。**图3** 二维超声、CEUS及HRCT诊断良恶性外周型肺肿物的ROC曲线图。

3 讨论

肺癌的病情进展和治疗反应在不同的患者中差异很大, 术前准确诊断对患者的治疗决策和预后具有指导意义^[4]。近年来, 在国外尤其是发达国家, 应用超声成像技术诊断肺周围型疾病已成为临床研究及应用热点。Sperandeo M、Ca Remani M等学者研究^[5-6]证实超声造影是一种有效鉴别外周型肺肿物良恶性的检查手段。

本研究中恶性组好发于右肺上叶, 恶性组病灶直径较良性组大, 超声表现为球形或类球形, 良性组表现为楔形结构, 组间差异具有统计学意义, 与既往研究^[7-11]一致。在PanCan试验中^[12], 上叶结节的位置被确定为一个危险因素, 其原因可能为: (1)由于右支气管较宽、较短, 呼吸开始时, 朝向右上叶支气管气流量最大, 从而增加了吸入致癌物的暴露, 特别是对于吸烟者。(2)男性以腹部呼吸方式为主, 肺叶上部通气不足, 致肺上叶发病率较高^[13]。可能是由于肺内病变细胞异常增生, 肿瘤组织呈膨胀性或浸润性生长, 其二维声像图常表现为球形或类球形; 良性病变由于炎性渗出累及肺段或整个肺叶, 因肺组织解剖学特点, 病灶表现为周边宽、尖端向内的楔形结构。而在本研究中病灶边缘、内部回声及是否有空气支气管征无统计学意义, 这与杨瑞静、胡美娟及陈娟等学者研究不符^[8, 14-15], 可能与不同病变的病理分型、同一病变的不同时期及分化程度有关, 且受超声医师主观性及患者呼吸移动等因素影响。故二维超声对于鉴别良恶性外周型肺肿物的价值有限。

本研究超声造影分析结果显示: 恶性病灶始增时间迟于良性病灶, 始增时间大于10s, 表现为不均匀高增强, 呈慢进快出, 向心性灌注。这些特征在鉴别外周型肺肿物良恶性中具有显著统计学意义, 与Gorg、张红霞、唐敏等学者研究结果一致^[16-19]。因恶性肿瘤常存在迂曲紊乱新生血管、动静脉吻合、血管阻塞、组织血供不足缺血坏死等^[18], 导致造影剂不均匀进入, 呈高增强。肺是双重供血器官, 正常肺组织的血供来自于支气管动脉和肺动脉, 肺炎等良性病灶大多是肺动脉供血, 而恶性病灶血供主要来自支气管动脉。造影剂注入后流经肺组织-肺静脉-左心房-主动脉-支气管动脉, 故支气管动脉供血区增强时间迟于肺动脉供血区, 表现为增强延迟, 而造影剂经支气管动脉及其分支到达肺组织, 通过肺毛细血管与肺泡之间的血液气体交换迅速从血液中清除, 因而恶性肿块廓清时间短, 表现为慢进快出^[17]。良性病灶微血管主要为正常的毛细血管, 由于肺血管走行的特点, 多呈“树枝状”, 恶性病灶可侵蚀正常肺动脉, 其生长依赖于新生血管, 新生血管增生杂乱, 分布不均匀, 走行迂曲, 近边缘处微血管分布较多, 多呈向心性灌注^[20]。由于恶性病灶支气管动脉与肺动脉之间吻合支开放, 病灶具有肺动脉及支气管动脉的双重供血, 因此解释了恶性病灶的混合性灌注模式。

本研究中周围型肺肿物HRCT影像学特征结果显示病灶的毛刺征、分叶征、空泡征在良恶性组间具有统计学意义, 我们与其他学者研究均表明HRCT在鉴别肺部病灶良恶性中具有较好的诊断价值^[21-22]。CEUS作为真正的“血池”造影, 比其他成像方式具有更

高的时间分辨率^[23], 不仅增加了病灶的可视性, 还可观察病灶内坏死区及血供情况, 指导肺组织穿刺活检, 提高穿刺成功率^[24]。本研究发现部分伴有内部坏死的肺肿物CEUS后呈不均匀增强, 而常规超声检查时不易观察到坏死区, 在CEUS时可明显显示, 因此CEUS在观察肺部病灶坏死区方面具有一定优势。在本研究中CEUS与HRCT诊断效能比较显示, CEUS的灵敏度及诊断准确率(77.6%、79.7%)低于HRCT(95.9%、85.1%), 但CEUS的特异度(84.0%)高于HRCT(64.0%), 同时CEUS与HRCT受试者工作曲线下面积(AUC)相近(分别为0.808、0.800), 提示HRCT可用于外周型肺肿物的筛查, CEUS可提高恶性病灶的特异性。在临床鉴别外周型肺肿物良恶性时, 可结合CEUS与HRCT进行综合分析。

本研究尚存在一定局限性: 超声造影样本量较少; 未对不同病理类型外周型肺肿物的超声造影特征进行分析; 二维超声、HRCT影像特征及CEUS的各项参数判断存在一定的主观性。

综上所述, 超声造影更加简便、快捷、无辐射、成本低, 对鉴别周围型肺肿物良恶性有一定的诊断价值, 为不适宜CT检查的患者提供了实用可行的辅助检查手段, 值得推广应用。

参考文献

- [1] Sung H, Ferlay J, Siegel R, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin*, 2021, 71(3): 209-249.
- [2] Lin H, T. Liu F, C. Wu C, Y. et al. Epidemiology and survival outcomes of lung cancer: A population-based study [J]. *BioMed Research International*, 2019, 2019(4): 1-19.
- [3] 张占超, 王玉恒, 张凯, 等. CT联合超声造影诊断早期肝癌的效能评估 [J]. *罕少疾病杂志*, 2021, 28(2): 63-64.
- [4] 冯时, 滕晓东. 人工智能在肺癌病理精准诊断中的研究进展 [J]. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2021, 28(5): 592-596.
- [5] Sperandeo M, Sperandeo G, Varriale A, et al. Contrast-enhanced ultrasound (CEUS) for the study of peripheral lung lesions: A preliminary study [J]. *Ultrasound in Medicine & Biology*, 2006, 32(10): 1467-1472.
- [6] Ca Remani M, Benci A, Lapini L, et al. Contrast enhanced ultrasonography (CEUS) in peripheral lung lesions: A study of 60 cases [J]. *Journal of Ultrasound*, 2008, 11(3): 89-96.
- [7] 耿祥亮, 袁芳, 贾英杰, 等. 超声造影在肺周围型局灶病变中的应用价值 [J]. *中国超声医学杂志*, 2015, 31(8): 687-689.
- [8] 杨瑞静, 杨一林, 阮福超, 等. 超声在肺周围型病变良恶性判定中的诊断价值 [J]. *临床超声医学杂志*, 2012, 14(7): 454-456.
- [9] 周微微, 段云友, 曹铁生. 二维超声及彩色多普勒在肺肿瘤中的应用价值 [J]. *中国超声医学杂志*, 1997, 013(8): 35-37.
- [10] Macmahon H, Naidich D, P. Goo J, M. et al. Guidelines for management of incidental pulmonary nodules detected on CT images: from the Fleischner society 2017 [J]. *Radiology*, 2017, 284(1): 228-243.
- [11] Cruickshank A, Stieler G, Ameer F. Evaluation of the solitary pulmonary nodule [J]. *Internal Medicine Journal*, 2019, 49(3): 306-315.
- [12] McWilliams A, Tammemagi M, Mayo J, R. et al. Probability of cancer in pulmonary nodules detected on first screening CT [J]. *New England Journal of Medicine*, 2013, 369(10): 910-919.
- [13] Parkash O. Lung cancer: A statistical study based on autopsy data from 1928 to 1972 [J]. *Respiration*, 1977, 34(5): 295-304.
- [14] 胡美娟, 张诚, 周爱云, 等. 常规超声及CEUS诊断肺周围型病变 [J]. *中国介入影像学与治疗学*, 2018, 15(4): 234-237.
- [15] 陈娟, 宋建琼, 郑小雪, 等. 富血供肺周围型病变的超声造影实时分析 [J]. *中国超声医学杂志*, 2019, 35(9): 776-779.
- [16] GORG C. Transcutaneous contrast-enhanced sonography of pleural based pulmonary lesions [J]. *Eur J Radiol*, 2007, 64(2): 213-221.
- [17] 王丹, 廖锦堂, 李芬穗. 超声造影在肺外周良恶性肿块鉴别诊断中的应用 [J]. *中国现代医学杂志*, 2016, 26(10): 75-79.
- [18] 张红霞, 何文, 程令刚, 等. 超声造影在肺占位病变诊断中的价值 [J]. *首都医科大学学报*, 2014, 35(2): 150-154.
- [19] 唐敏, 宋建琼, 郑小雪, 等. 富血供肺周围型病变的超声造影实时分析 [J]. *中国超声医学杂志*, 2019, 35(9): 776-779.
- [20] Nguyen-Kim T, D. Fraunfelder T, Strobel K, et al. Assessment of bronchial and pulmonary blood supply in non-small cell lung cancer subtypes using computed tomography perfusion [J]. *Investigative Radiology*, 2015, 50(3): 179-186.
- [21] 黄玲珍, 吴敏, 吴敏, 等. 胸部平扫CT的深度深度学习模型对肺结节良恶性的鉴别诊断价值 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2021, 146(12): 53-56.
- [22] 刘亚玲, 吕增波, 刘美艳. 肺磨玻璃样结节的CT表现及良、恶性的相关性分析 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2022, 147(1): 76-78.
- [23] Claudon M, Cosgrove D, Albrecht T, et al. Guidelines and good clinical practice recommendations for contrast enhanced Ultrasound (CEUS) in the Liver—Update 2012 [J]. *Ultraschall in der Medizin - European Journal of Ultrasound*, 2018, 29(1): 28-44.
- [24] 毛帆, 李正标, 金赞杰, 等. 常规超声与超声造影引导下周围型肺肿块穿刺活检的对比研究 [J]. *中国超声医学杂志*, 2020, 36(8): 691-694.

(收稿日期: 2022-01-05) (校对编辑: 朱丹丹)