

双能量CT在乳腺癌肺转移瘤和肺良性结节鉴别诊断中的应用价值

王晋秋

621000 绵阳市中心医院(电子科技大学医学院附属绵阳医院)放射科, 四川 绵阳

doi:10.3969/j.issn.1007-614x.2023.20.032

摘要 目的: 评价双能量CT在乳腺癌肺转移瘤和肺良性结节鉴别诊断中的应用价值。方法: 回顾性分析2020年12月—2022年8月绵阳市中心医院收治的乳腺癌肺转移瘤和肺良性瘤患者98例的影像学资料和临床资料, 以病理检查结果作为诊断“金标准”, 分为良性结节组与转移瘤组。两组患者均进行双能量CT检查。比较两组动脉期和静脉期标准化碘浓度(NIC)、标准化有效原子序数(nZeff)和能谱曲线斜率(λ HU), 分析双能量CT参数对乳腺癌肺转移瘤和肺良性结节的诊断效能。结果: 转移瘤组动脉期、静脉期NIC、nZeff、 λ HU均高于良性结节组, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。双能量CT中NIC、nZeff、 λ HU参数对乳腺癌肺转移瘤及肺良性结节鉴别诊断的AUC均 > 0.70 , 诊断价值较高。结论: 双能量CT在鉴别乳腺癌肺转移瘤和肺良性结节中具有较高的应用价值。

关键词 双能量CT; 乳腺癌; 肺转移瘤; 肺良性结节; 标准化碘浓度

Application Value of Dual-Energy CT in Differential Diagnosis of Breast Cancer Pulmonary Metastases and Benign Pulmonary Nodules

Wang Jinqiu

Department of Radiology, Mianyang Central Hospital (Affiliated Mianyang Hospital, School of Medicine, University of Electronic Science and Technology of China), Mianyang 621000, Sichuan Province, China

Abstract Objective: To evaluate the application value of dual-energy CT in differential diagnosis of breast cancer pulmonary metastases and benign pulmonary nodules. Methods: The imaging data and clinical data of 98 patients with breast cancer pulmonary metastases and benign pulmonary nodules admitted to Mianyang Central Hospital from December 2020 to August 2022 were retrospectively analyzed. The pathological examination results were used as the "gold standard" for diagnosis. The patients were divided into benign nodule group and metastatic tumor group. Dual-energy CT was performed in both groups. The normalized iodine concentration (NIC), normalized effective atomic number (nZeff) and slope of the spectral curve (λ HU) in the arterial and venous phases were compared between two groups. The diagnostic efficacy of dual-energy CT parameters on breast cancer pulmonary metastases and benign pulmonary nodules was analyzed. Results: The NIC, nZeff and λ HU in the arterial and venous phases in the metastatic tumor group were higher than those in the benign nodule group, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). The AUC of NIC, nZeff and λ HU parameters in dual-energy CT for the differential diagnosis of breast cancer pulmonary metastases and benign pulmonary nodules was > 0.70 , and the diagnostic value was high. Conclusion: Dual-energy CT has a high application value in the identification of breast cancer pulmonary metastases and benign pulmonary nodules.

Key words Dual-energy CT; Breast cancer; Pulmonary metastases; Benign pulmonary nodules; Normalized iodine concentration

乳腺癌是临床常见的恶性肿瘤, 患病率和死亡率均较高。肺是乳腺癌常见的转移部位之一, 也是引发预后不良的重要因素。部分早期转移瘤以结节的形式出现, 发病较为隐秘, 难以被察觉, 易与良性结节混淆^[1]。目前, 临床主要通过CT随访和穿刺活体组织检查明确乳腺癌患者肺内结节的性质^[2]。但随访可能导致延迟诊断并增加辐射暴露的风险, 肺部活体组织检查可能引起气胸等并发症。乳腺癌转移的X线表现多样, 如单一或多发结节、淋巴结肿大和淋巴管炎, 同一病例可出现一种或多种肺转移表现, 常表现为混合型^[3]。双能量CT是一种新兴的功能成像技术, 一次扫描就能显示病变的常规CT特征, 还可以量化反映组

织在能量学范畴的差异, 提供诸多反映组织生物学特性的定量参数^[4]。目前, 双能CT已成为有效鉴别良恶性肿瘤、应用广泛的方法。有研究证实, 双能量CT可区分不明来源的肺转移瘤^[5]。本文旨在探讨双能量CT在乳腺癌肺转移瘤和肺良性结节鉴别诊断中的应用价值, 现报告如下。

资料与方法

分析2020年12月—2022年8月绵阳市中心医院收治的乳腺癌肺转移瘤和肺良性结节患者98例的影像学资料和临床资料, 以病理检查结果作为诊断“金标准”, 分为良性结节组与转移瘤组。良性结节组57例,

均为女性；年龄59~70岁，平均(64.25±5.12)岁；体重指数(BMI)19.5~23.44 kg/m²，平均(21.47±1.97)kg/m²。转移瘤组41例，均为女性；年龄60~71岁，平均(65.34±5.30)岁；BMI 19~22.74 kg/m²，平均(20.87±1.87)kg/m²。两组患者基本资料比较，差异无统计学意义($P>0.05$)，具有可比性。

纳入标准：①术前2周内接受双能量CT检查；②CT检查前未进行放疗及药物治疗；③图像质量满足观察和分析要求；④经病理检查确诊为乳腺癌。

排除标准：①无法配合检查者；②有其他恶性肿瘤者；③伴有严重传染性疾病者。

方法：两组患者均进行双能量CT检查。检查前做好屏气训练，患者取仰卧位，双臂上举。采用德国SIEMENS SOMATOM Force双源CT行胸部常规平扫及增强双能量扫描，扫描范围为胸廓入口至肺底。扫描时，选择对比剂350 mgI/mL碘海醇(80 mg)，经肘正中静脉或手背静脉注射，注射速率为3.0 mL/s。注射对比剂后33 s行动脉期扫描，65 s行静脉期扫描。双能量扫描设置管电压组合90 kV/sn50 kV，管电流CAREdose4D自动毫安，矩阵512×512，准直器宽度(192×0.6 mm)。重建设置层厚及重建增量0.6 mm，卷积核Qr40。将两期双能增强扫描数据传入Syngo.via后处理工作站，切换到肺结节模式，由2名经验丰富的医生盲测。在双能量CT图像上勾画兴趣区(ROI)，选择结节最大层面，避免钙化、坏死、空洞，不同参数ROI位置保持一致。在双能量CT的碘图中获取动、静脉期肺结节及同层面主动脉的碘浓度(IC)，计算标准化碘浓度(NIC)， $NIC=IC_{\text{结节}}/IC_{\text{同层面主动脉}}$ ，在

有效原子序数图中获取结节及同层面主动脉有效原子序数(Z_{eff})并计算标准化有效原子序数(nZ_{eff})； $nZ_{\text{eff}}=Z_{\text{eff}}_{\text{结节}}/Z_{\text{eff}}_{\text{同层面主动脉}}$ ，生成病灶动、静脉期的能谱曲线，计算能谱曲线斜率(λHU)， $\lambda\text{HU}=(\text{CT值}40\text{ keV}-\text{CT值}100\text{ keV})/60$ 。所有数值测量3次取平均值。

观察指标：①比较两组动脉期和静脉期NIC、 nZ_{eff} 以及 λHU 。②比较双能量CT参数对乳腺癌肺转移瘤和肺良性结节的诊断效能。

统计学方法：数据应用SPSS 25.0统计学软件分析；采用K-S和Levene检验评价数据的正态性和方差齐性，符合正态分布的数据以 $\bar{x}\pm s$ 表示，采用 t 检验；不符合正态分布的数据以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示，采用Kruskal-Wallis秩和检验。采用受试者操作特征(ROC)曲线评估动、静脉期双能量CT参数诊断肺转移瘤的效能并计算曲线下面积(AUC)，取约登指数最大时对应的截断点作为诊断阈值，计算灵敏度、特异度和准确度，AUC的比较采用DeLong检验； $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

结果

动脉期和静脉期NIC、 nZ_{eff} 以及 λHU 比较：转移瘤组动脉期和静脉期NIC、 nZ_{eff} 、 λHU 均高于良性结节组，差异有统计学意义($P<0.05$)。见表1。

双能量CT参数对乳腺癌肺转移瘤和肺良性结节的诊断效能比较：将双能CT参数作为检验变量，乳腺癌肺转移瘤作为状态变量(1=乳腺癌肺转移瘤，0=肺良性结节)，绘制ROC曲线，计算AUC。见图1~2。双能CT中NIC、 nZ_{eff} 、 λHU 参数对乳腺癌肺转移瘤及肺良性结节鉴别诊断的AUC均 >0.70 ，诊断价值较高。见表2。

表1 动脉期和静脉期NIC、 nZ_{eff} 以及 λHU 比较($\bar{x}\pm s$)

组别	n	动脉期			静脉期		
		NIC	nZ_{eff}	λHU	NIC	nZ_{eff}	λHU
转移瘤组	41	0.18±0.06	0.75±0.04	1.02±0.61	0.52±0.16	0.85±0.04	1.92±0.41
良性结节组	57	0.15±0.05	0.71±0.03	0.98±0.48	0.41±0.15	0.81±0.03	1.32±0.35
t		3.221	3.554	3.895	4.493	2.842	8.350
P		0.005	0.001	<0.001	<0.001	0.007	<0.001

表2 双能量CT参数对乳腺癌肺转移瘤和肺良性结节的诊断效能比较

参数	AUC	cut-off值	AUC的95%CI	P	特异度	灵敏度	约登指数
动脉期	NIC	0.15	0.670~0.867	<0.001	0.702	0.732	0.434
	nZ_{eff}	0.71	0.688~0.887	<0.001	0.681	0.780	0.461
	λHU	0.92	0.652~0.856	<0.001	0.702	0.683	0.385
静脉期	NIC	0.47	0.602~0.819	<0.001	0.596	0.707	0.303
	nZ_{eff}	0.83	0.603~0.819	<0.001	0.638	0.683	0.321
	λHU	1.54	0.725~0.898	<0.001	0.660	0.780	0.440

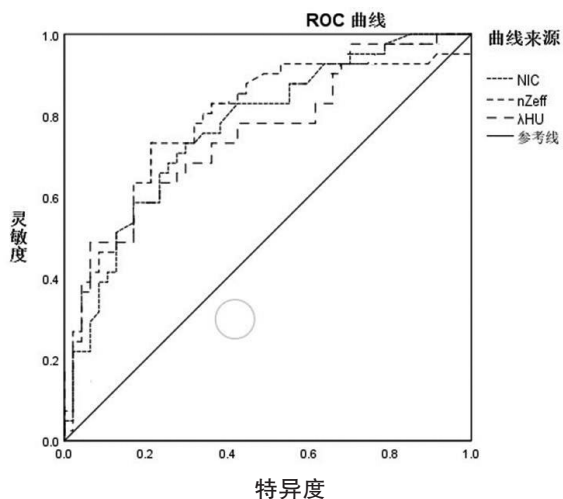


图1 双能量CT动脉期对乳腺癌肺转移瘤和肺良性结节诊断效能的ROC图

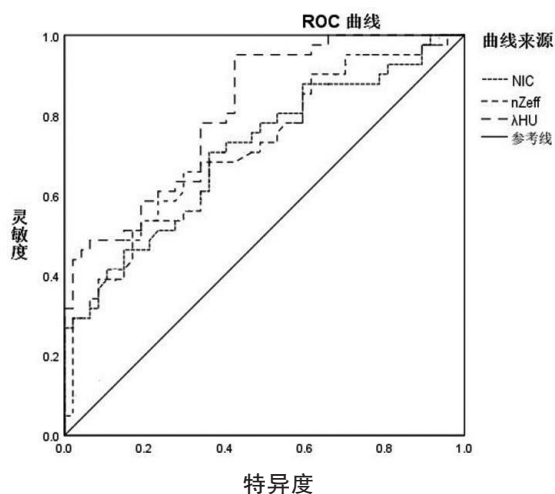


图2 双能量CT静脉期对乳腺癌肺转移瘤和肺良性结节诊断效能的ROC图

讨论

临床对于乳腺癌的治疗以手术切除为主,但若发生转移则难以实施手术切除治疗。肺为转移性肿瘤多发部位,早期对乳腺癌肺转移瘤进行诊断,对患者临床治疗方案的制定及提高患者的生存率有重要作用。

识别乳腺癌肺转移瘤较困难,原发性肺癌为单独的结节合并纵隔淋巴结,而肺转移肿瘤则是典型的多个边界清晰的结节。在未见纵隔淋巴结增大的乳腺癌患者中,诊断结节非常困难^[6]。高密度实性成分会导致转移性快速增长,并在肺组织内迅速填充,乳腺癌肺转移瘤纤维化率较高,因此常规CT检查中转移结节显示较少的毛玻璃部分和更多的实性部分,双能量CT可以准确显示病灶部位和血液循环,准确度高^[7]。当肺内结节数量较少、体积较小时,仅依靠常规CT特征难以准确鉴别肺转移瘤与良性结节^[8]。双能量CT克服参数单一的局限性,为明确肺内结节性质提供崭

新视角。有研究表明,双能量CT有助于区分良性结节和原发性肺癌^[9]。本研究尝试探索双能量CT鉴别乳腺癌肺转移瘤和肺良性结节的价值。

碘浓度可以揭示肿瘤新生血管的增加,而 λ HU和Zeff可以提供关于组织成分的定量信息^[10]。本研究中,肺转移瘤动脉期和静脉期NIC、nZeff和 λ HU均高于良性结节,可能是这些参数在肺转移病灶中具有相似的生物学和病理生理学改变,即内部活跃的细胞增殖促进更多的新生血管形成^[11]。不同的组织具有不同的能谱衰减曲线,从该曲线建立的 λ HU可以作为表征组织的重要指标,且有助于反映组织之间的差异。本研究发现,静脉期 λ HU是鉴别肺良性与转移瘤的最佳参数。为进一步证实双能CT参数对乳腺癌肺转移瘤及肺良性结节的鉴别诊断价值,本研究经ROC曲线分析,结果显示,双能CT中NIC、nZeff、 λ HU参数对乳腺癌肺转移瘤及肺良性结节鉴别诊断的AUC均 >0.70 ,诊断价值较高。

本研究存在的局限性:①本研究为回顾性研究,虽然经过纳入和排除标准的严格筛选,但还是不能避免一定程度的选择偏倚;②样本量较小,未来将进一步扩大样本量,加以验证结论的准确性;③绘制ROC曲线时存在主观因素及经验的影响。

综上所述,双能量CT对乳腺癌肺转移瘤和肺良性结节的鉴别诊断价值较高。

参考文献

- [1] 邹红焯,左敏静.双能量CT在肺癌中的应用进展[J].放射学实践,2021,36(1):133-136.
- [2] 黄琰,王哲,肖勤,等.CT组学在预测乳腺癌同时性肺结节治疗转归中的研究[J].中华放射学杂志,2020,54(5):474-478.
- [3] 吕敏,肖恩华.双能量CT在肝实质弥漫性疾病中的应用进展[J].国际医学放射学杂志,2021,44(4):442-445.
- [4] 严福华,金征宇.开辟双能量CT临床应用的新时代[J].中华放射学杂志,2020,54(6):505-507.
- [5] Deniffel D,Sauter A,Dangelmaier J,et al.Differentiating intrapulmonary metastases from different primary tumors via quantitative dual-energy CT based iodine concentration and conventional CT attenuation[J].Eur J Radiol,2019,111:6-13.
- [6] 万泽安,谈伍平,苗贵华,等.应用双源CT双能量肺灌注成像评估急性肺栓塞患者病情程度及右心功能的可行性分析[J].中国CT和MRI杂志,2021,19(8):77-78.
- [7] 李真真,李强,耿云平等.双源CT双能量对肺部纯磨玻璃结节侵袭性肺腺癌的诊断价值[J].中国实用医刊,2021,48(18):72-75.

(下转第99页)

突出,能够观察到圆顶状运动^[12]。二维超声检测还可明确二尖瓣的继发改变。应用M型超声心动图进行诊断时,可发现二尖瓣曲线呈现城墙样改变,该特征主要在二尖瓣前叶舒张期出现,同时二尖瓣的前叶及后叶运动为同一个方向^[13]。应用彩色多普勒超声进行检查时,可观察到血流动力学的改变,舒张期可观察到二尖瓣口的血流速度呈现高速射流,血流速度较快,同时在二尖瓣左室能发现血流汇聚的情况。使用频谱多普勒进行检查的过程中,可发现宽带血流频谱出现于二尖瓣口,未发现频谱A、E峰的存在^[14]。

本次研究结果显示,超声心动图诊断风湿性心脏病的敏感度为92.86%,特异度为100.00%,准确度为93.33%,且与综合诊断的一致性良好。超声心动图对轻、中、重度狭窄的检出率与临床综合诊断无明显差异。说明超声心动图应用于风湿性心脏病二尖瓣狭窄的诊断中,可获取较好的检查结果。超声心动图可测量二尖瓣的面积,进而评估二尖瓣的狭窄程度。在风湿性心脏病二尖瓣狭窄患者中,应用超声心动图进行检查,能够观察二尖瓣瓣膜、乳头肌等结构,明确相关结构有无瓣膜增厚、纤维化、钙化、交界粘连以及活动受限等情况,进而为疾病诊断提供可靠依据,促进患者治疗效果及生活质量的提升^[15]。

综上所述,超声心动图对风湿性心脏病二尖瓣狭窄的诊断效能显著,有助于明确疾病的具体情况,判断二尖瓣的狭窄程度,为临床治疗提供科学依据。

参考文献

- [1] 校王莉,贾贝.超声影像学及实验室指标联合预测风湿性心脏病发生左心房血栓风险的价值[J].医学临床研究,2022,39(11):1650-1653.
- [2] 赵亚西,曹礼庭,顾鹏,等.基于三维斑点追踪成像技术评价风湿性心脏病患者二尖瓣置换术后左心室功能研究[J].实用心脑血管病杂志,2021,29(10):36-41.
- [3] 王心宇,陈旭,苏茂龙.超声三维斑点追踪成像技术在风湿性心脏病诊断及预测评估中的应用[J].中国医学装备,2020,17(11):64-68.
- [4] 吴雪云,刘真.慢性风湿性心脏病患者运用彩色多普勒超声心动图检查诊断的临床价值[J].影像技术,2021,33(6):12-16.
- [5] 文佳,张敏,潘丽,等.多普勒超声心动图评估轻度二尖瓣狭窄患者的收缩期和舒张期右心室功能[J].影像科学与光化学,2020,38(6):1061-1064.
- [6] 罗福建,罗艳.超声监测呼吸对风湿性心脏病患者二尖瓣血流速度的影响[J].实用中西医结合临床,2020,20(1):112-113.
- [7] 刘红艳,熊皮利,谢小明.心脏彩色多普勒超声联合心电图在风湿性心脏瓣膜病患者诊断中的应用[J].现代电生理学杂志,2021,28(3):182-184.
- [8] 葛洪波.彩色多普勒超声心动图诊断慢性风湿性心脏瓣膜病的临床价值研究[J].影像研究与医学应用,2022,6(13):158-160.
- [9] 吴雪云,刘真.慢性风湿性心脏病患者运用彩色多普勒超声心动图检查诊断的临床价值[J].影像技术,2021,33(6):12-16.
- [10] 黄莉梅,张燕妮,陈惠娴,等.超声心动图在慢性风湿性心脏瓣膜病二尖瓣狭窄的应用研究[J].影像研究与医学应用,2020,4(13):191-192.
- [11] 王波,匡涌,孙倩,等.超声心动图在慢性风湿性心脏病诊断中的效果及符合率观察[J].影像科学与光化学,2020,38(3):578-583.
- [12] 夏佩佩,王欢.超声心动图对风湿性心脏病二尖瓣狭窄及左房功能的诊断价值[J].贵州医科大学学报,2022,47(6):693-698.
- [13] 冯立锋,殷传军,赵阳,等.二尖瓣置换术与二尖瓣成形术治疗风湿性二尖瓣病变临床疗效比较分析[J].山西医药杂志,2021,50(15):2302-2305.
- [14] 麦晓丽.分析慢性风湿性心脏病瓣膜(瓣膜病)的超声诊断及临床应用价值[J].影像研究与医学应用,2020,4(20):225-227.
- [15] 陈妹花,黄吁宁,张秋元,等.超声心动图在评估二尖瓣机械瓣置换术后短期疗效的价值[J].医学影像学杂志,2020,30(7):1166-1168.

(上接第96页)

- [8] Ha T, Kim W, Cha J, et al. Differentiating pulmonary metastasis from benign lung nodules in thyroid cancer patients using dual-energy CT parameters[J]. Eur Radiol, 2022, 32(3): 1902-1911.
- [9] Chen ML, Li XT, Wei YY, et al. Can spectral computed tomography imaging improve the differentiation between malignant and benign pulmonary lesions manifesting as solitary pure ground glass, mixed ground glass, and solid nodules? [J]. Thorac Cancer, 2019, 10(2): 234-242.
- [10] Lennartz S, Le Blanc M, Zopf D, et al. Dual-energy CT-derived iodine maps: Use in assessing pleural carcinomatosis[J]. Radiology, 2019, 290(3): 796-804.
- [11] Lennartz S, Mager A, Grobe Hokamp N, et al. Texture analysis of iodine maps and conventional images for k-nearest neighbor classification of benign and metastatic lung nodules[J]. Cancer Imaging, 2021, 21(1): 17.