

论 著

增强CT在乳腺癌诊断、腋窝淋巴结转移诊断中的价值及影像特征观察*

尹峰^{1,*} 沈辉² 张娟³
陈晨²

1.泰安市肿瘤防治院影像科

(山东 泰安 271000)

2.泰安市肿瘤防治院特检科

(山东 泰安 271000)

3.山东第一医科大学第二附属医院影像科

(山东 泰安 271000)

【摘要】目的 探究增强CT在乳腺癌诊断、腋窝淋巴结转移中的价值,分析其影像学特征。方法 回顾收集97例疑似乳腺癌患者临床及影像学资料,对比病理学检查结果,计算增强CT对乳腺癌、乳腺癌腋窝淋巴结转移的诊断效能,分析影像学特征。结果 97例疑似乳腺癌患者经病理组织学检查确诊乳腺癌72例、乳腺良性病变25例,存在乳腺癌腋窝淋巴结转移34例、未转移38例;经增强CT检查诊断乳腺癌敏感度91.67%、特异度88.00%、准确率90.72%,与病理诊断的kappa值为0.767,具有高度的一致性;经增强CT诊断乳腺癌腋窝淋巴结转移的敏感度94.12%、特异度86.84%、准确率90.28%,与病理诊断的kappa值为0.806,具有极高度的一致性;乳腺癌增强CT多见形态不规则(47/72)和边缘不规则(51/72),病灶均有不同程度强化,增强方式以环形强化为主(51/72),血流动力学特征中多呈快进快出型强化(52/72);乳腺癌腋窝淋巴结转移者增强CT的淋巴结最大径、CT值均显著增加,多见淋巴门结构消失。结论 增强CT可有效显示乳腺癌、乳腺癌腋窝淋巴结转移的影像学特征,对乳腺癌、腋窝淋巴结转移均具有较高诊断价值。

【关键词】增强CT; 乳腺癌; 腋窝淋巴结转移; 影像特征

【中图分类号】R737.9

【文献标识码】A

【基金项目】泰山科学技术研究院课题(2020140)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.07.031

Value and Imaging Characteristics of Contrast-enhanced CT in the Diagnosis of Breast Cancer and Axillary Lymph Node Metastasis*

YIN Feng^{1,*}, SHEN Hui², ZHANG Juan³, CHEN Chen².

1.Department of Imaging, Tai'an Cancer Prevention and Treatment Institute, Tai'an 271000, Shandong Province, China

2.Department of Special Inspection, Tai'an Cancer Prevention and Treatment Institute, Tai'an 271000, Shandong Province, China

3.Department of Imaging, The Second Affiliated Hospital of Shandong First Medical University, Tai'an 271000, Shandong Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the value of contrast-enhanced CT in the diagnosis of breast cancer and axillary lymph node metastasis, and to analyze its imaging characteristics. **Methods** The clinical data and imaging data of 97 patients with suspected breast cancer were retrospectively collected and were compared with the results of pathological examination. The diagnostic efficiency of contrast-enhanced CT on breast cancer and axillary lymph node metastasis was calculated, and the imaging characteristics were analyzed. **Results** 72 cases of breast cancer and 25 cases of benign breast lesions were diagnosed by histopathological examination among 97 patients with suspected breast cancer, including 34 cases of axillary lymph node metastasis and 38 cases of non-metastasis. The sensitivity, specificity and accuracy rate of contrast-enhanced CT in the diagnosis of breast cancer were 91.67% 88.00% and 90.72%, and kappa value with pathological diagnosis was 0.767, with high consistency. The sensitivity, specificity, accuracy rate and kappa value with pathological diagnosis of ontrast-enhanced CT in diagnosing axillary lymph node metastasis of breast cancer were 94.12%, 86.84%, 90.28% and 0.806, with high consistency. Contrast-enhanced CT of breast cancer showed irregular shape (47/72) and irregular margin (51/72). All lesions were with enhancements in different degrees, with enhancement mode of mainly ring enhancement (51/72) and hemodynamic characteristic of fast-in and fast-out enhancement (52/72). The maximum diameter and CT value of lymph nodes in patients with axillary lymph node metastasis were significantly increased, and the lymphatic hilum structure disappeared. **Conclusion** Contrast-enhanced CT can effectively display the imaging characteristics of breast cancer and axillary lymph node metastasis, and has high diagnostic value on breast cancer and axillary lymph node metastasis.

Keywords: Contrast-enhanced CT; Breast Cancer; Axillary Lymph Node Metastasis; Imaging Characteristics

乳腺癌是女性最常见的癌症,病因未明,具有高度异质性、高发病率、高死亡率特点^[1]。相关数据显示,2020年全球新增癌症1929万人,其中乳腺癌新增病例达226万,已取代肺癌成为全球第一大癌症^[2]。随着乳腺癌发病率的不断增长,乳腺癌的预防和治疗成为临床关注的焦点,临床普遍认为尽早确诊、尽早治疗是改善乳腺癌患者预后的关键^[3]。肿瘤局限在乳房中或扩散到腋窝淋巴结时的早期乳腺癌被认为是可治愈的,而当乳腺癌转移至其他器官则直接导致患者死亡率大大增加,预后较差^[4]。肿瘤转移途径包括局部浸润、淋巴转移、血行转移等,而3/4的乳房淋巴液由腋窝淋巴结引流,使淋巴转移成为乳腺癌最重要的转移途径且多转移至腋窝区域,因此评估乳腺癌腋窝淋巴结转移对临床治疗及患者预后具有重要意义^[5]。影像学检查是乳腺癌筛查的重要方法,包括乳腺X线摄影、超声、PET/CT及增强CT等等,均可为乳腺癌检出、鉴别诊断、疗效评估等提供有效的影像学信息^[6]。但在乳腺癌腋窝淋巴结转移筛查中,乳腺X线摄影检出率低,超声仅对表浅淋巴结有诊断意义,PET/CT筛查效能较好但其检查花费高昂、临床应用较少,增强CT则能够清晰观察病灶、评估病灶血流动力学特征做出鉴别诊断,在乳腺癌术前检查中逐渐普及,成为筛查、诊断乳腺癌、乳腺癌腋窝淋巴结转移最有潜力的检查手段^[7]。基于此,本研究分析增强CT在乳腺癌诊断、腋窝淋巴结转移诊断中的价值,分析其影像特征,供临床参考,报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2020年1月至2022年1月我院收治的97例疑似乳腺癌患者临床及影像学资料。

纳入标准:单侧存在乳腺肿块、乳头溢液、皮肤改变等表现疑似乳腺癌;接受标准穿刺活检或乳腺肿块手术切除及腋窝淋巴结清扫,有完整病理检查结果;术前1周接受增强CT检查且图像质量合格;临床及影像学资料完整。排除标准:有抗肿瘤治疗史;既往有乳腺疾病史;临床资料缺失或CT图像与淋巴结病理检查结果无法对应。97例患者均

【第一作者】尹峰,男,主治医师,主要研究方向:肿瘤影像诊断。E-mail: yfwzsq@163.com

【通讯作者】尹峰

为女性，年龄31~74(48.53±7.96)岁，左乳肿物41例、右乳肿物56例。

1.2 方法 CT增强扫描检查设备为飞利浦64排128层螺旋CT机。检查前对患者进行呼吸训练，检查时患者取头先进、仰卧位，双臂上举过头顶，暴露乳房及双侧腋窝，扫描范围取隔顶至锁骨上，先行平扫，参数设置：管电压120kV，管电流150~170mA，层厚、层距均为5mm，扫描0.4s/rot，标准重建算法；平扫后行增强扫描，应用高压注射器经前时静脉注射对比剂碘海醇注射液(300 mg I/mL)，剂量1.5 mL/kg，注射速率3.0mL/s，延时30、65s行动脉期及门脉期扫描。

收集患者CT检查图像资料，由2位资深的放射科医师分别进行双盲复核评估，总结分析图像特征，诊断结果取二者一致意见，有异议则共同讨论决定一致意见。

1.3 统计学方法 本研究数据均应用统计学软件SPSS 22.0进行检验，计数资料的统计学描述形式为n(%)或构成比(%)，检验方法为 χ^2 检验， $P<0.05$ 即有显著差异及统计学意义，参照病理学检查结果(金标准)，计算增强CT诊断乳腺癌、乳腺癌腋窝淋巴结转移的效能。

2 结果

2.1 病理诊断结果 97例疑似乳腺癌患者经病理组织学检查确诊乳腺癌72例、乳腺良性病变25例，72例乳腺癌患者病理学类型包括浸润性导管癌47例、浸润性小叶癌15例、导管原位癌10例，47例浸润性导管癌中病理分级Ⅰ级4例、Ⅱ级34例、Ⅲ级9例；72例乳腺癌患者病理检查证实存在腋窝淋巴结转移34例、未转移38例。

2.2 增强CT的乳腺癌诊断结果 97例疑似乳腺癌患者经增强CT诊断乳腺癌69例、乳腺良性病变29例，诊断敏感度91.67%、特异度88.00%、准确率90.72%、阳性预测值95.65%、阴性预测值78.57%，增强CT与病理组织学检查诊断乳腺癌的kappa值为0.767，具有高度的一致性，见表1。

2.3 增强CT的乳腺癌腋窝淋巴结诊断结果 经病理确诊的72例乳腺癌患者中，经增强CT诊断乳腺癌腋窝淋巴结转移37例、未转移35例，增强CT诊断乳腺癌腋窝淋巴结转移的敏感度94.12%、

特异度86.84%、准确率90.28%、阳性预测值86.49%、阴性预测值94.28%，增强CT与病理组织学检查诊断乳腺癌腋窝淋巴结转移的kappa值为0.806，具有极高度的一致性，见表2。

2.4 乳腺癌、腋窝淋巴结转移的增强CT影像特征分析 经CT增强扫描，72例乳腺癌均为肿块型，多见形态不规则(47/72)和边缘不规则(51/72)，病灶均有不同程度强化，增强方式中，环形强化、不均匀强化、均匀强化分别为51例、6例、15例；血流动力学特征中，快进快出型强化、平台型强化、线性强化分别为52例、13例、7例。34例淋巴结转移乳腺癌患者淋巴结最大径均18~25(21.53±1.79)mm，动脉期平均CT值(65.79±12.33)HU，延迟期平均CT值(81.32±18.05)HU，淋巴结周围脂肪密度增高、模糊，淋巴门结构消失29例；38例淋巴结未转移者淋巴结最大径15~22(19.88±1.52)mm，动脉期平均CT值(49.52±10.24)HU，延迟期平均CT值(67.49±17.16)HU，淋巴门结构消失2例，乳腺癌淋巴结转移者淋巴结最大径、CT值均显著增加，多见淋巴门结构消失($P<0.05$)。

表1 增强CT乳腺癌诊断结果与病理结果对比

增强CT	病理结果		合计
	乳腺癌	乳腺良性病变	
乳腺癌	66	3	69
乳腺良性病变	6	22	29
合计	72	25	97

表2 增强CT诊断乳腺癌腋窝淋巴结转移与病理结果的对比

增强CT	病理结果		合计
	转移	未转移	
转移	32	5	37
未转移	2	33	35
合计	34	38	72

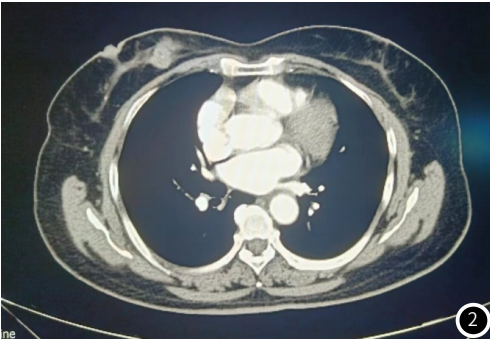
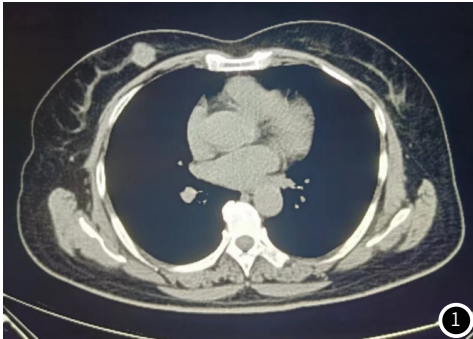


图1~图2 同一患者图像，右乳上象限分叶状软组织结节、边界清晰(图1)，增强扫描可见不均匀强化(图2)。病理证实为浸润性乳腺癌，癌组织侵及周围脂肪组织。

3 讨论

目前乳腺癌、乳腺癌腋窝淋巴结转移的诊断金标准仍是组织病理学检查，能够提供最为完整、准确的病理信息，但其为有创检查，还存在并发症风险^[8]。近年来，无创性的影像学检查方法已广泛应用于乳腺癌、乳腺癌腋窝淋巴结转移的诊断中。无创的影像学检查可在一定程度上避免不必要的病理学检查，尤其是乳腺癌术前通过影像学评估可减少腋窝淋巴结清扫范围、减少并发症，有利于在保障治疗效果的同时改善患者预后^[9]。

目前CT在在乳腺疾病筛查、术前评估、术后随访中作用重大，其具有操作简便、无创、检查快速、已被患者接受等多种优势。增强CT检查利用对比剂还可显示不同局部组织的密度变化特征、血流动力学特征，提高诊断效能，已被美国国立综合癌症网络指南列入乳腺癌患者术前常规检查项目之一^[10]。本研究分析增强CT对乳腺癌的诊断敏感度、特异度为91.67%、88.00%，与病理诊断结果具有高度的一致性，对腺癌腋窝淋巴结转移敏感度、

特异度为94.12%、86.84%，具有极高度的一致性，诊断效能与既往研究^[11-12]结果相近。增强CT用于乳腺癌及腋窝淋巴结转移诊断评估中的优势在于：其可具有高密度分辨率，可清晰显示肿瘤、淋巴结的形态特征与周围组织的关系，能够发现有密度改变的细微病变；可利用强大的后处理技术观察肿瘤血管情况，观察血管结构和血管性病变，直观显示肿瘤转移途径和范围、腋窝淋巴结转移情况；相较于钼靶、超声等其他检查不受检查者经验、患者脂肪厚度、摄片位置等影响^[13-15]。但目前增强CT对乳腺癌、淋巴结转移的判定仍缺乏统一标准，需临床总结归纳影像学特征。

本研究分析乳腺癌增强CT影像特征发现：乳腺癌增强CT多见形态不规则和边缘不规则，反映肿瘤浸润性、不均衡生长；病灶均有不同程度强化，反映肿瘤病灶内血供丰富；强化方式以环形强化为主，增强扫描CT值多为快进快出型强化，这与本研究乳腺癌主要为浸润性癌有关，浸润性癌病灶周缘区微血管较中央区更

(下转第102页)

手术治疗后复发甚至死亡^[11]。

近几十年来,包括超声、计算机断层扫描(CT)和MRI在内的无创成像方式在评估肝细胞癌方面发挥了关键作用,一些临床实践指南也建议将无创成像方法作为肝癌筛查、诊断、分期和监测的一线工具^[12]。MRI主要利用核磁共振的原理,依据释放能量在不同物质内部中不同的衰减,检测发出的电磁波即可得知此物体原子核的种类及位置,以此为依据绘制物体内部结构图,进而实现疾病诊断,在疾病诊断及预后评估中具有成本效益^[13-14]。研究显示,肿瘤影像学中形态不规则,边缘为毛刺或不规则者,伴有淋巴结转移且浸润性生长的可能性较大^[15]。本研究首先筛选了与原发性肝癌患者预后相关的MRI影像学指标,发现肿块边缘与预后有关。说明影像学上显示肿块边缘为毛刺或不规则高度提示肝癌复发的可能性大,其边缘不规则可能与淋巴结转移有关。肝脏肿瘤一般情况下不接受门静脉供血,其主要通过肝动脉供血,这同时也是造影增强诊断肝脏肿瘤的基础^[16]。研究表明,肿瘤影像学中强化类型与肿瘤血管及肿瘤大小有一定联系,肿瘤直径较小的肝癌血管相对较小,很少发生坏死,因此影像显示强化均匀;而肿瘤直径较大的肝癌血管相对较大,中心坏死使得液化多见,因此影像显示强化不均匀^[17]。本研究结果中,血管侵犯、内部坏死、环形强化是影响原发性肝癌预后的MRI影像特征。提示MRI显示肿瘤内部有环形强化、中央坏死、周围新生血管密集、血管侵犯时,患者的肿瘤更具有侵袭和转移性,死亡概率相对较高。

本研究进一步对有贡献度的MRI影像指标通过Logistic回归分析进行量化,并校正了性别、年龄等混杂因素,得到联合检测因子预测模型 $\text{Logit}(P)=-8.324+0.984X_2+1.004X_4+0.957X_5+1.027X_6$ 。通过进一步分析发现,该预测模型的预测特异度显著高于各协变量单独预测特异度,且预测AUC为0.882(95%CI: 0.820-0.944)。该模型可避免单一影像指标或随意组合检测受多种混杂因素影响的缺陷,进一步减少误诊和漏诊的发生,模型预测效能较高,有利于在原发性肝癌患者中及早发现死亡风险较大的患者。

综上所述, 血管侵犯、肿块边缘、内部坏死、环形强化是影响原发性肝癌患者死亡的独立危险因素, 基于上述指标建立的联合检测因子预测模型对原发性肝癌预后具有一定的临床价值。联合检测因子预测模型主要基于MRI影像指标, 数据简单易测且符合目前的医学思维, 有利于原发性肝癌患者术后早期获得进一步治疗, 进而改善预后。

(上接第94页)

丰富, 增强扫描后病灶周围早期迅速强化再逐渐向中央区推进。分析乳腺癌腋窝淋巴结转移的增强CT影像特征发现: 出现腋窝淋巴结转移后, 淋巴结最大径增大, 部分研究以淋巴结长径/短径比值评估淋巴结转移情况, 比值为2及以上可认为转移, 有一定诊断价值; 此外, 腋窝淋巴结转移者增强扫描动脉期和延迟期的CT值均会显著增加, 原因在于, 随着肿瘤向腋窝淋巴结转移, 新生血管不断生成, 血供愈加丰富, 反映在增强扫描中即CT值增加; 淋巴门结构消失也是腋窝淋巴结转移的指标, 淋巴门结构消失即淋巴结边缘模糊、邻近脂肪混浊或浸润, 原因在于肿瘤向腋窝淋巴结转移后会导致淋巴门低密度区消失。但值得注意的是, 部分因炎症增生变大的肿大淋巴结可能造成假阳性判断, 早期未转移时淋巴结形态尚未出现明显变化、新生血管生成较少时可能造成假阴性判断。

综上所述,增强CT可作为乳腺癌筛查诊断和术前评估腋窝淋巴结转移情况的有效检查手段,为乳腺癌筛查和治疗选择提供有效参考信息。但本研究纳入病例较少,且乳腺癌患者组织病理学类型较少,仍存在一定局限性。

参考文献

- [1]李翠琴,杨琦,王荣福,等.乳腺癌的分子核医学研究进展[J].中国肿瘤临
床,2022,49(4):193-196
- [2]Sung H,Ferlay J,Siegel RL,et al.Global cancer statistics 2020:GLOBOCAN
estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185
countries[J].CA Cancer J Clin,2021,71(3):209-249.

参考文献

- [1] Liu X, Yang W, Petrick JL, et al. Higher intake of whole grains and dietary fiber are associated with lower risk of liver cancer and chronic liver disease mortality[J]. Nat Commun, 2021, 12(1): 6388-6401.
- [2] 张永珍. 血清中细胞因子TNF- α 、IL-10、TGF- β 1的水平在肝病患者中的表达意义[J]. 罕少疾病杂志, 2022, 29(8): 53-54.
- [3] Yuan Y, Yang F, Wang Y, et al. Factors associated with liver cancer prognosis after hepatectomy: A retrospective cohort study[J]. Medicine (Baltimore), 2021, 100(42): 1-7.
- [4] Li Q, Che F, Wei Y, et al. Role of noninvasive imaging in the evaluation of intrahepatic cholangiocarcinoma: from diagnosis and prognosis to treatment response[J]. Expert Rev Gastroenterol Hepatol, 2021, 15(11): 1267-1279.
- [5] 王翔, 郭兴华, 王晋君, 等. 磁共振动态增强成像与弥散加权成像在原发性肝癌诊断中的应用价值[J]. 中国药物与临床, 2021, 21(8): 1301-1303.
- [6] Kim DH, Kim B, Youn SY, et al. Diagnostic performance of KLCA-NCC 2018 criteria for hepatocellular carcinoma using magnetic resonance imaging: a systematic review and meta-analysis[J]. Diagnostics (Basel), 2021, 11(10): 1763-1773.
- [7] 中华人民共和国国家卫生健康委员会医政司. 原发性肝癌诊疗指南(2022年版)[J]. 肝癌电子杂志, 2022, 9(1): 1-22.
- [8] 王怡琳, 张海涛, 韦敏. 原发性肝癌假包膜影像表现与病理分级的对照研究[J]. 罕少疾病杂志, 2021, 28(2): 65-67.
- [9] Zhang X, Wang Z, Tang W, et al. Ultrasensitive and affordable assay for early detection of primary liver cancer using plasma cell-free DNA fragmentomics[J]. Hepatology, 2022, 76(2): 317-329.
- [10] Wang L, Sheng J, Zhang H, et al. The association between long noncoding RNA over expression and poor prognosis of liver cancer: a meta-analysis[J]. J Healthc Eng, 2021, 24(1): 1-11.
- [11] van Keulen AM, Buettner S, Besselink MG, et al. Primary and secondary liver failure after major liver resection for perihilar cholangiocarcinoma[J]. Surgery, 2021, 170(4): 1024-1030.
- [12] 王琦, 翟琪琪, 徐珂. CT和MRI对原发性肝癌TACE术后残留及新发病灶的诊断价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(6): 107-109.
- [13] Hill CE, Biasioli L, Robson MD, et al. Emerging artificial intelligence applications in liver magnetic resonance imaging[J]. World J Gastroenterol, 2021, 27(40): 6825-6843.
- [14] 欧文, 李成杰, 任鸿萍, 等. 原发性肝癌MRI检查图像特征分析及联合血清AFP、TK1、DKK1的诊断价值研究[J]. 现代生物医学进展, 2021, 21(9): 1777-1780.
- [15] 陈兵阳. 原发性肝癌患者的MRI影像学特征及与预后之间的关系分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2020, 18(12): 80-83.
- [16] Yuan H, Lu H, Zeng J, et al. Comparison of radiation doses between hepatic artery infusion chemotherapy and transarterial chemoembolization for liver cancer[J]. J Interv Med, 2021, 4(4): 184-189.
- [17] Park J, Lee JM, Kim TH, et al. Imaging diagnosis of hepatocellular carcinoma: Future directions with special emphasis on hepatobiliary magnetic resonance imaging and contrast-enhanced ultrasound[J]. Clin Mol Hepatol. 2022. 28(3): 362-379.

(收稿日期：2022-09-25)

(校对编辑：朱丹丹)

- [3] 李江, 杨珂璐, 蔡依彤, 等. 全球乳腺癌筛查指南质量评价[J]. 中华流行病学杂志, 2021, 42(2): 219-226
- [4] Harbeck N, Penault-Llorca F, Cortes J, et al. Breast cancer[J]. Nat Rev Dis Primers, 2019, 5(1): 66.
- [5] 张波, 李德刚, 李航, 等. 乳腺癌腋窝淋巴结转移危险因素分析及预测模型的建立[J]. 中华实验外科杂志, 2019, 36(5): 958-961.
- [6] 辛灵, 刘荫华. 乳腺癌诊断与外科治疗的基本问题[J]. 中华外科杂志, 2019, 57(2): 153-155.
- [7] 林周宜, 张群霞, 冉海涛. 乳腺癌腋窝淋巴结转移影像学诊断的研究进展[J]. 中国医学影像学杂志, 2018, 26(7): 552-555, 560.
- [8] 马丽娜, 哈宗兰, 汪生颜. MRI影像组学在早期浸润性乳腺癌腋窝淋巴结转移诊断的价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(7): 88-91.
- [9] 刘源源, 王琳琳, 敖锋. 128层螺旋CT联合1.5T MRI动态增强对老年乳腺癌术后腋窝淋巴结转移的术前评估价值[J]. 中国老年学杂志, 2022, 42(1): 45-49.
- [10] 苟军, 袁玲华, 何京宇, 邓晓琼, 潘青. MRI与MSCT动态增强诊断乳腺癌的价值比较[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(6): 86-88.
- [11] 肖正远, 陈润青, 傅建梅, 等. MSCT增强扫描对非特殊型乳腺癌腋窝淋巴结转移的诊断价值[J]. 重庆医学, 2022, 51(3): 438-441.
- [12] 马小开, 郭飞, 朱金海, 等. CT三维重建在评估乳腺癌前哨淋巴结状态及其引流通路中的应用研究[J]. 天津医药, 2022, 50(3): 291-295.
- [13] 李英, 唐磊, 付佳, 等. 多层螺旋CT的肿瘤优势供血动脉征对胰胃间隙外生型肿瘤的定位诊断价值[J]. 中华放射学杂志, 2019, 53(7): 564-568.
- [14] 张亮, 代向党, 王赢, 等. 彩色多普勒超声联合CT对乳腺癌的诊断价值研究[J]. 癌症进展, 2022, 20(5): 461-463, 468.
- [15] 聂悦, 舒健, 杨春梅, 等. 基于CT增强影像的影像组学模型评估乳腺癌腋窝淋巴结转移[J]. 放射学实践, 2021, 36(4): 489-493.

(收稿日期：2022-09-25)

(校对编辑：孙晓晴)