

能谱CT增强扫描对乳腺恶性肿瘤的应用价值探索

苟晓燕

(遂宁市中心医院放射科, 四川省遂宁市, 629099; 3179290994@qq.com)

摘要: 目的: 探讨能谱CT增强扫描对乳腺癌患者的应用价值。方法: 回顾性分析98例乳腺恶性肿瘤患者能谱CT增强扫描及临床相关资料。包括辐射剂量、CT值、碘浓度、有效原子序数Z及K(40keV-70keV)值斜率等。并对乳腺癌的独立危险因素进行多因素Logistic回归分析, 明确乳腺癌的独立危险因素。结果: ①增强双期VNC图像与常规CT图像比较, 图像CNR无明显差异($P>0.05$), SNR、剂量长度乘积(DLP)、有效剂量ED均高于常规平扫(均 $P<0.05$), 平均每人可减少2.22mSv ED。②与正常组织相比, 病变部位动脉期CT值、碘浓度、有效原子序数及K值; 能谱各参数均较高, 具有统计学意义($P=0.000$), 静脉期得出一致结论。多因素Logistic回归分析显示乳腺癌患者病理分化程度、动静脉期CT值、碘浓度、有效原子序数、K值为乳腺癌的独立危险因素(均 $P<0.05$)。结论: 能谱CT增强检查对乳腺癌患者具有一定的实用价值, 减少了辐射剂量, 对乳腺癌患者的诊断提供了一定的参考依据。

关键词: 能谱CT; 乳腺癌; CT增强扫描; 碘浓度; 有效原子序数

引言

乳腺癌是全球女性最常见的恶性肿瘤之一, 发病呈越来越年轻化趋势, 据2023年最新流行病学统计, 其发病率约为51.17%, 且呈逐年上升趋势[1]。早发现 and 诊断对于降低乳腺癌相关死亡率至关重要。在乳腺癌的最新影像指南中提出: 乳腺X线钼靶检查仍然是《乳腺癌诊治指南》的首要推荐检查方式[2]。磁共振成像(Magnetic Resonance Imaging, MRI)和超声对乳腺癌在对乳腺具有不同的优势。目前CT已经广泛运用于乳腺癌的检查中, 但只能简单获得该病变的CT值, 对乳腺小病变及病灶初期显示意义不大[3]。能谱CT是一种新型CT技术, 其分辨率和图像质量更高, 可通过能量衰减曲线斜率(Slope of Energy Attenuation Curve, K值)、CT值、碘浓度等进行分析, 来获得血流动力学、碘流量及能量衰减等信息, 帮助提高诊断准确度[4, 5]。因此, 针对以上问题, 本文拟初步探究能谱CT对乳腺恶性肿瘤患者的相关诊断价值。

1. 资料与方法

1.1. 一般资料

选择2022年11月-2023年6月在我院证实为乳腺恶性肿瘤的78例女性患者为研究对象, 年龄为29-75岁, 平均(52 ± 12)岁, 纳入标准: ①术前1周内接受胸部能谱CT增强检查, 图像质量好; ②具有术后病理诊断HCC及MVI状态, 且镜下未见血管内癌栓; ③同时具有MRI和DR检查结果。排除标准: ①存在大血管侵犯; ②接受HCC相关抗肿瘤治疗; ③患严重全身性疾病; ④肿瘤破裂或出血。

1.2. 检查方法

所有患者均使用GE Revolution 256排CT成像(生产厂家: 美国通用电气公司, 设备编号: 082421230469)。扫描前: 嘱咐患者脱去带有金属衣物, 向患者交代检查过程中的相关注意事项以及锻炼患者的呼吸。扫描中: ①患者平卧头先进位, 双上肢上举头部, 扫描范围: 肺尖至肺底。采用GSI胸部双期增强序列(平扫、动脉期及静脉期)。②增强扫描使用高压注射器, 从外周静脉注射碘海醇对比剂(生产厂家: 通用电气药业(上海)有限公司; 批准文号: 国药准字H20000595)于体内, 按1.2mL/kg计算, 射入流速3.0-4.5mL/s, 注射造影剂后追注30ml生理盐水, 对比剂注射后, 10s行动脉期扫描, 30s行静脉期扫描。扫描条件: X线管旋转时间0.5s/周, 准直器宽度40mm, 扫描层厚5mm, 层间隔5mm, 自动毫安, 80~140kVp瞬间切

换。扫描后：将能谱CT成像采集的动脉期和静脉期原始图像分别建立虚拟平扫图像，并将其传输至Aw4.7工作站进行相关图像后处理。

1.3. 图像分析

统计增强双期构建的虚拟平扫及正常平扫三组图像对乳腺钙化及异常结节的检出情况。找到乳腺肿瘤病变部位，连续测量乳腺病变及同层面对侧正常腺体部位3个层面以上的腺体、脂肪平均CT值；评价三者图像质量，计算其信噪比（SNR），比较辐射剂量等。基于能谱CTAW4.7后处理测量动、静脉期乳腺癌病灶及对侧正常乳腺腺体平均CT值（HU）、碘（水）浓度（mg/c）、有效原子序数及能量曲线（40keV~70keV水平下的曲线斜率），并将其标准化处理。①ROI大小尽量为病灶的1/2~3/4。②同一患者常规平扫TNC和VNC图选择同一层面，同一位置，ROI大小一致,尽量避开血管、钙化、空腔及液化区。③所有测量均重复三次。④勾画ROI时，做Histogram曲线评估ROI勾画区域是具有可靠性。

1.4. 统计学方法

使用SPSS25.0软件进行统计分析，测量数据前，对数据进行拟合曲线分析处理，筛除误差较大的数据。所有测量值均表示为平均值±标准差（mean±SD）。采用独立样本t检验对MVI（+）组和MVI（-）组之间的IC、NIC、Slope、RIG,P-Vp、40keV和70keY虚拟单能量图像的CT值等定量参数的差异进行统计分析。P值<0.05被认为具有统计学意义。进行接受者操作特征（ROC）分析以建立阈值并计算ROC曲线的曲线下面积（AUC）值，以及用于区分有或无微血管侵犯的HCC的敏感性和特异性。

2. 结果

2.1. 双期VNC与常规CT的图像质量与辐射剂量比较

增强双期VNC图像与常规CT图像比较，图像CNR无明显差异（P>0.05），SNR高于常规平扫（P<0.05）；容积CT剂量指数（CTDIvol）、剂量长度乘积（DLP）、有效剂量ED均高于常规平扫（P<0.05），平均每人可减少2.22mSv ED（表1）。

表1 不同虚拟平扫组和常规平扫组的相关图像质量指标

	TNC组	A-VNC组	V-VNC组	P值
腺体平均CT值（HU）	24.51±2.07	24.32±2.87	25±3.11	0.25 ^a
脂肪平均CT值	-102.83±22.30	-100.51±25.46	-101.33±24.23	0.31 ^a
病灶SNR	1.65±0.42	2.02±0.47	2.11±0.45	0.002 ^a
病灶CNR	0.73±0.36	0.72±0.27	0.73±0.45	0.000 ^a
DLP（mGy*cm）	1219.18±54.24	790.03±54.24	790.03±54.24	0.000 ^a
ED（mSv）	17.07±1.16	11.06±0.76	11.06±0.76	0.000 ^a

表注：SNR=CT值病灶/SD值病灶；CNR=（CT值病灶-CT值竖脊肌）/SD值竖脊肌ED=DLP×0.014；A-VNC组、V-VNC组与TNC组比较。a：方差齐，独立样本T检验

2.2. 病变组织与正常组织的能谱参数比较

与正常组织相比，病变部位的动脉期及静脉期中CT值、碘浓度、有效原子序数及K值能谱各参数均较高，具有统计学意义（P=0.000）（表2）；为了减少血流动力学影响，将增强双期各值同主动脉进行标准化处理后，得到一致结论（表2）。

表2 乳腺癌病灶和正常腺体在增强脉双期的相关能谱参数

		动脉期	检验值	P值	静脉期	检验值	P值
正常腺体	CT值	31.21±8.53	139.03 ^a	0.000	40.19±9.86	120.18 ^a	0.000
乳腺癌		75.75±14.1			77.20±14.16		
正常腺体	碘浓度	8.14±3.45	18.26 ^a	0.000	7.01±2.56	28.10 ^b	0.000
乳腺癌		17.55±6.25			21.35±7.23		
正常腺体	有效原子序数Z	7.94±0.65	24.97 ^a	0.003	8.06±0.28	28.57 ^a	0.000
乳腺癌		8.6±0.36			8.85±0.39		
正常腺体	K值	1.48±0.66	41.84 ^a	0.000	1.56±0.37	5.30 ^b	0.000
乳腺癌		3.3±0.97			3.53±0.93		

注：a，方差齐，独立样本T检验；b，方差不齐，非参数检验

表3 能谱参数标准化处理后比较

		动脉期	检验值	P值	静脉期	检验值	P值
正常腺体	相对CT值	0.12±0.08	15.50 ^a	0.000	0.26±0.07	41.41 ^a	0.000
乳腺癌		0.26±0.11			0.51±0.08		
正常腺体	相对碘浓度	0.07±0.05	13.20 ^a	0.000	0.15±0.06	4.56 ^b	0.000
乳腺癌		0.19±0.09			0.44±0.07		
正常腺体	相对有效原子序数Z	0.69±0.07	0.51 ^a	0.04	0.78±0.06	4.08 ^b	0.000
乳腺癌		0.74±0.08			0.87±0.05		

注：a，方差齐，独立样本T检验；b，方差不齐，非参数检验

2.3. 能谱相关参数对乳腺癌的诊断效能

能谱CT相关后处理参数（相对CT值、有效原子序数、相对碘浓度及K值）对乳腺癌的诊断具有一定价值（P<0.001）（图1）。

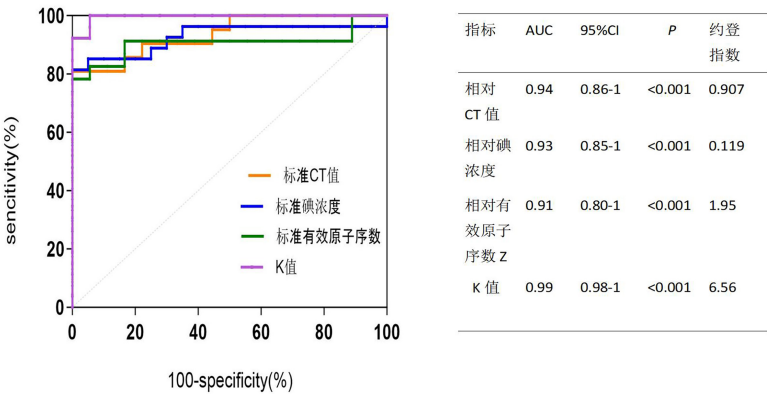


图1 能谱参数对乳腺癌的诊断效能

2.4. 病例分析

具体病例分析影像见下图2（①-⑥）。

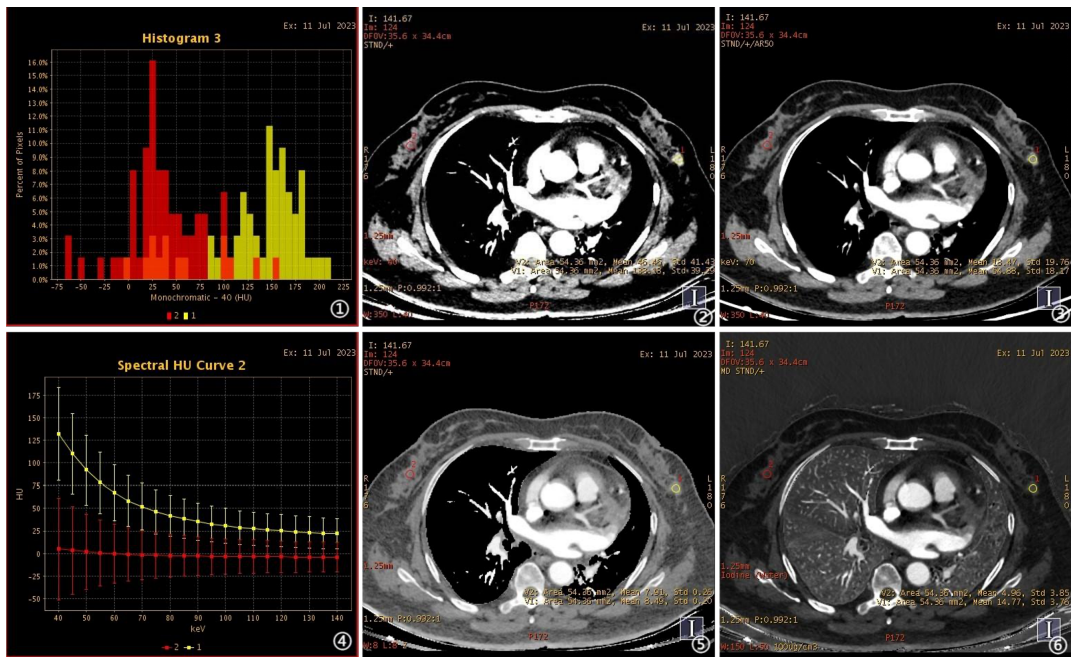


图2 病例分析影像

注：均为动脉期图像：①病灶和正常勾画ROI的分布情况；② 病灶组和正常组的40keV条件下的CT值；③病灶组和正常组的70keV条件下的CT值；④病灶组和正常组的曲线斜率；⑤病灶组和正常组的有效原子序数Z；⑥病灶组和正常组的碘水图。

3. 讨论

当今乳腺癌发病人群越来越年轻化，早期乳腺癌无明显症状，或易于由激素期引发的乳腺结节增生等混淆，大多发现见于晚期。目前常用的乳腺影像检查方法包括：超声、X线摄影、CT和MRI。超声检查受操作者主观因素影响较大，乳腺全面显像欠佳，对钙化灶显示不佳 [6-7]。X 线摄影对于致密型腺体显示有局限性，难发现乳腺导管内微小病变 [8]。除此，部分病人难以接受该检查的疼痛感。MRI费用较高、检查时间较长。且部分检查禁忌患者无法进行MRI检查 [9-13]。单一的胸部平扫因辐射大、层厚较厚容易漏诊，较少运用于乳腺癌的评估中 [14, 15]。CT能谱成像通过高、低双能瞬时切换，采样两组数据，在原始数据空间进行能谱解析，再通过能谱成像的后处理软件提供多参数图像，如虚拟单能量图像、碘浓度图像、增强曲线斜率图及有效原子序数图像等 [16]。较传统CT成像，单能量虚拟图像质量和信噪比明显提升，对微小病灶检出、肿瘤鉴别诊断以及转移性淋巴结的诊断均具有重要价值。本研究证实了能谱CT后处理参数可以为乳腺癌的相关诊断提供依据，能谱CT低KEV技术可帮助手术中确定小病变及相关供血动脉的定位。本研究也存在一定的不足：①病例数较少，②临床相关资料较为片面，大部分集中于能谱CT后处理相关参数③缺乏对病人对比剂注射的个性化设计。

参考文献

[1] Zheng R S, Chen R, Han B F, et al.Cancer incidence and mortality in China [J], 2022. Chinese journal of oncology 2024, 46(3): 221-231.

[2] Ray K M, Price E R, Joe B N: Evidence to Support Screening Women in Their 40s [J]. Radiologic clinics of North America 2017, 55(3): 429-439.

[3] Salvatore M, Margolies L, Kale M, et al. Breast density: comparison of chest CT with mammography [J]. Radiology 2014, 270(1): 67-73.

[4] 田双凤, 夏建国. 能谱CT在肺癌中的应用进展 [J]. 中国医学影像学杂志. 2024, 32(2): 199-203.

[5] 周广敏, 王芳, 陈伟, 等. 能谱CT成像技术在肿瘤中的应用研究进展 [J]. 临床放射学杂志. 2024, 43(2): 300-303.

[6] Redmond C E, Healy G M, Murphy C F, et al.The use of ultrasonography and digital mammography in women under 40 years with symptomatic breast cancer: a 7-year Irish experience [J]. Irish journal of medical science 2017, 186(1): 63-67.

- [7] Su X, Lin Q, Cui C, et al. Non-calcified ductal carcinoma in situ of the breast: comparison of diagnostic accuracy of digital breast tomosynthesis, digital mammography, and ultrasonography [J]. Breast cancer (Tokyo, Japan) 2017, 24(4): 562-570.
- [8] 司丽芳, 刘小娟, 杨开颜, 等. 乳腺X线摄影与MRI对乳腺原发局部结构扭曲伴微小钙化病变诊断价值的对比研究 [J]. 实用放射学杂志. 2015, 31(12): 1956-1959, 1991.
- [9] Scheel J R, Kim E, Partridge S C, et al. MRI, Clinical Examination, and Mammography for Preoperative Assessment of Residual Disease and Pathologic Complete Response After Neoadjuvant Chemotherapy for Breast Cancer: ACRIN 6657 Trial [J]. AJR American journal of roentgenology 2018, 210(6): 1376-1385.
- [10] Bouzón A, Acea B, Soler R, et al. García A: Diagnostic accuracy of MRI to evaluate tumour response and residual tumour size after neoadjuvant chemotherapy in breast cancer patients [J]. Radiology and oncology 2016, 50(1): 73-79.
- [11] 中华医学会放射学分会乳腺学组. 乳腺MRI检查共识 [J]. 中华放射学杂志. 2014, 48(9): 723-725.
- [12] Kim S Y, Cho N: Breast Magnetic Resonance Imaging for Patients With Newly Diagnosed Breast Cancer: A Review [J]. Journal of breast cancer 2022, 25(4): 263-277.
- [13] 马睿涵, 陈婷, 何豆豆, 等. MRI动态增强TIC联合DWI在乳腺癌诊断中的应用价值 [J]. 中国CT和MRI杂志, 2025, 23(1): 100-102.
- [14] 黄玲. 彩色多普勒超声与CT扫描在乳腺癌中的诊断价值分析 [J]. 中国CT和MRI杂志. 2019, 17(9): 95-97.
- [15] 李莹, 徐向阳, 周瑞, 程明强. 乳腺MRI、超声以及X线三者联合在乳腺疾病诊断及乳腺癌术式选择中的作用 [J]. 中国CT和MRI杂志, 2024, 22(4): 76-79.
- [16] Li Z, Chen Y, Zhang Y, et al. Quantitative energy spectrum CT in differential diagnosis of aldosterone-producing adenoma and cortisol-producing adenoma [J]. Quantitative imaging in medicine and surgery 2023, 13(8): 5012-5021.