

论 著

宝石能谱CT成像在乳腺浸润性导管癌淋巴结转移及血供情况的应用

上海市第六人民医院放射科

(上海 200233)

王 雷

【摘要】目的 研究宝石能谱CT成像(GSI)在乳腺浸润性导管癌淋巴结转移及血供情况的应用情况。**方法** 选取2016年1月至2018年8月我院乳甲外科收治的63例经病理确诊的乳腺浸润性导管癌患者作为研究对象,术中均进行腋窝淋巴结清扫术,根据腋窝淋巴结转移情况分为转移组(42枚)和非转移组(98枚)。入选患者均采用GSI扫描,采用ADW4.6工作站及GSI-view软件进行处理,观察软件自动生成的KeV-CT值曲线,记录淋巴结碘基值、CT值以及同层面的主动脉碘基值、CT值等,数据采用SPSS 22.0统计学软件处理。**结果** 40-70KeV区间,转移组KeV-CT值斜率平均值(3.65 ± 0.52),非转移组KeV-CT值斜率平均值(4.98 ± 1.28),转移组淋巴结的KeV-CT值斜率明显低于非转移组,且差异具有统计学意义($P=0.03$),70 KeV以上区间斜率逐渐趋于水平。转移组淋巴结KeV斜率、碘基值、标准化碘基值均显著低于非转移组,且差异均具有统计学意义($P<0.01$)。在不同KeV下转移组和非转移组淋巴结标准化CT值比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。KeV-CT值斜率ROC曲线下AUC=0.801,碘基值AUC=0.779,标准化碘基值AUC=0.884,标准化碘基值诊断率最高。病灶血供显示较清晰。**结论** 宝石能谱CT成像可作为乳腺浸润性导管癌的无创检查手段,对淋巴结转移及血供情况具有重要临床价值。

【关键词】 宝石能谱CT成像; 乳腺浸润性导管癌; 淋巴结转移

【中图分类号】 R737.9

【文献标识码】 A

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2019.02.001

通讯作者: 王 雷

Application of Gemstone Spectral Imaging in the Diagnosis of Lymph Nodes Metastasis and Blood Supply in Patients with Breast Infiltrating Ductal Carcinoma

WANG Lei. Department of Radiology, Shanghai Sixth People's Hospital, Shanghai 200233, China

[Abstract] **Objective** To investigate the application of gemstone spectral imaging (GSI) in the diagnosis of lymph nodes metastasis and blood supply in patients with breast infiltrating ductal carcinoma. **Methods** 63 patients with pathologically confirmed breast infiltrating ductal carcinoma admitted to our hospital from January 2016 to August 2018 were selected as subjects. All patients underwent axillary lymph node dissection, and the nodes were divided into metastasis group ($n=42$) and non-metastasis group ($n=98$) according to axillary lymph node metastasis. All cases underwent GSI scan, and the images were retrospectively analyzed using GSI viewer on ADW 4.6 work station. The KeV-CT value curve was generated by the computer automatically, the iodine-based value and CT value of each lymph node and the corresponding strata of the artery were recorded. Then the SPSS22.0 software was used for statistical analysis. **Results** In 40-70 KeV area, the slope of KeV-CT value curve of metastasis group was significantly lower than that of non-metastasis group [(3.65 ± 0.52) vs (4.98 ± 1.28) , $P=0.13$], and the curve was flattened above the 70 KeV area. The slope of KeV-CT value curve, Iodine-based value and the normalized Iodine-based value of metastasis group were significantly lower than those of non-metastasis group ($P<0.01$), while no statistical difference was found of the normalized CT value between groups ($P>0.05$). The areas under the ROC curve (AUC) of slope of KeV-CT value curve, Iodine-based value and the normalized Iodine-based value were 0.801, 0.779 and 0.884, respectively, indicating that the normalized Iodine-based value had the highest diagnosis rate. The blood supply of lesions was clearly displayed. **Conclusion** GSI as a non-invasive examination is worthy of promotion in the detection of lymph nodes metastasis and blood supply in patients with breast infiltrating ductal carcinoma.

[Key words] GSI; Breast Infiltrating Ductal Carcinoma; Lymph Nodes Metastasis

乳腺癌是女性常见的恶性肿瘤之一,在我国发病率逐年上升并逐渐年轻化的趋势^[1]。临床上以早发现,早治疗提高患者生存率,腋窝淋巴结癌转移是乳腺癌常见的转移部位,手术治疗方案也是根据乳腺癌转移的分期而进行制定,因此评价乳腺癌腋窝淋巴结转移情况对手术方案有重要临床意义^[2-3]。宝石能谱CT成像(gemstone spectral imaging, GSI)能够获得多种能谱图像并进行多参数定量分析,具有高清成像和物质分离等优点,具有较高的临床诊断准确性,临床上常用于肿瘤的定位、定性诊断,相比常规CT具有明显优势^[4-5]。因此理论上可认为GSI对乳腺癌淋巴结转移及血供情况信息显示更全面,本研究就以我院乳甲外科收治的63例经病理确诊的乳腺浸润性导管癌患者的临床资料进行回顾性研究,探究GSI对乳腺癌患者淋巴结转移及血供情况的临床应用。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2016年1月至2018年8月我院乳甲外科收治

的63例经病理确诊的乳腺浸润性导管癌患者作为研究对象。纳入标准：(1)入选患者均符合第8版《内科学》^[6]上乳腺浸润性导管癌的诊断标准；(2)经病理科穿刺检查确诊；(3)入选患者均为女性；(4)患者均知情并签署知情同意书。排除标准：(1)患者进行过放、化疗治疗；(2)患者伴有其他恶性肿瘤；(3)心肝肾功能严重障碍。乳腺浸润性导管癌患者术中均进行腋窝淋巴结清扫术(140枚淋巴结)，根据腋窝淋巴结转移情况分为转移组(42枚)和非转移组(98枚)。转移组年龄34-65岁，平均年龄(51.4±3.5)岁，体重58-70kg，平均体重(63.4±4.3)kg；非转移组年龄33-68岁，平均年龄(52.3±4.0)岁，体重57-69kg，平均体重(62.6±4.8)kg，两组患者年龄、体重等一般资料比较差异无统计学意义($P>0.05$)，具有可比性。本研究提交我院医学伦理委员会审核并通过。

1.2 仪器与方法 本研究患者均采用GE Discovery CT750 HDCT扫描仪进行扫描，扫描过程患者取仰卧位，双手上举放于头部两侧，手掌置于头顶正上方，经肘静脉注射非离子型对比剂碘海醇350(mgI/mL)80mL，控住阻塞速度约2.9mL/s，于注射完后后33s开始进行扫描，扫描范围由从颈根部往下开始扫描，到达乳房下缘或胸廓下缘为止。扫描仪参数：管电压80KeV和140KeV 瞬时(0.5ms)切换，管电流550mA，螺距1.375:1，转速0.8s/r，扫描视野50cm，重建视野50cm，层厚及层间距均为5mm，能谱数据重建层

厚为1.25mm。

1.3 分析方法 扫描仪扫描后图像后处理采用ADW4.6工作站及GSI-view软件进行处理，由两位我院影像科副主任医师及以上级别的医师进行图像盲评，一位医师进行淋巴结选取，另一位进行淋巴结能谱分析。在每个淋巴结选取3-5个感兴趣区，尽量避开淋巴结边缘及囊变坏死区域，取平均值进行记录，有软件自动生成KeV-CT值曲线，并记录每一枚淋巴结的碘基值和相对应层面主动脉的碘基值，同时在不同KeV值下进行淋巴结CT值以及相对应层面的主动脉CT值。使用软件分别进行制作转移组和非转移组的淋巴结平均KeV-CT值曲线，计算两组患者KeV-CT值曲线斜率 $[K=(HU_{40KeV}-HU_{70KeV})/30]$ ，使用标准化碘基值(淋巴结碘基值/主动脉碘基值)以及在不同KeV值下的标准化CT值(淋巴结CT值/主动脉CT值)来减少因个体差异导致的误差增大，利用最佳单能量进行血管成像(CT angiography, CTA)。

1.4 统计学方法 所有数据均采用SPSS 22.0统计软件进行数据统计分析，计量资料均使用($\bar{x} \pm s$)表示，两独立两本之间比较使用t检验，不符合正态分布采用秩和检验(Z)，记 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。以受试者工作曲线(receiver operating characteristic, ROC)来判断其

预测价值。

2 结果

2.1 两组淋巴结平均KeV-CT值曲线 40-70KeV区间，转移组KeV-CT值斜率平均值(3.65 ± 0.52)，非转移组KeV-CT值斜率平均值(4.98 ± 1.28)，转移组淋巴结的KeV-CT值斜率明显低于非转移组，且差异具有统计学意义($P=0.03$)，70KeV以上区间斜率逐渐趋于水平。

2.2 两组淋巴结各指标比较 转移组淋巴结KeV斜率、碘基值、标准化碘基值均显著低于非转移组，且差异均具有统计学意义($P<0.01$)，见表1。

2.3 两组淋巴结标准化CT值差异性检验 在不同KeV下转移组和非转移组淋巴结标准化CT值比较，差异均无统计学意义($P>0.05$)，见表2。

2.4 各指标对转移淋巴结诊断能力 KeV-CT值斜率ROC曲线下 $AUC=0.801$ ，碘基值 $AUC=0.779$ ，标准化碘基值 $AUC=0.884$ ，标准化碘基值诊断率最高，见表3、图1。

2.5 GSI对病灶及肿瘤供血 63例患者中病理检测病灶93处，GSI共检测出87处，检测率93.5%。最佳单能量图像KeV值在65-70之间，碘/水基物质图、毛刺、胸壁侵犯、水/脂基物质图对

表1 两组淋巴结各指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

指标	转移组 (n=42)	非转移组 (n=98)	t	P
KeV斜率	3.65 ± 0.52	4.98 ± 1.28	6.497	<0.001
碘基值	17.98 ± 3.38	24.69 ± 4.64	8.452	<0.001
标准化碘基值	0.15 ± 0.01	0.22 ± 0.01	37.955	<0.001

表2 两组淋巴结标准化CT值差异性检验 ($\bar{x} \pm s$)

标准化CT值	40KeV	50KeV	60 KeV	70 KeV	80 KeV	90 KeV	100 KeV	110 KeV
转移组 (n=42)	0.20 ± 0.02	0.19 ± 0.02	0.11 ± 0.02	0.21 ± 0.04	0.023 ± 0.05	0.27 ± 0.06	0.29 ± 0.08	0.35 ± 0.11
非转移组 (n=42)	0.22 ± 0.04	0.18 ± 0.04	0.18 ± 0.04	0.18 ± 0.04	0.23 ± 0.05	0.27 ± 0.07	0.28 ± 0.07	0.31 ± 0.09
P	0.140	0.081	0.314	0.895	0.982	0.926	0.531	0.267

表3 各指标对转移淋巴结诊断能力

指标	阈值	AUC	敏感性(%)	特异度(%)	阳性预测(%)	阴性预测(%)
KeV-CT值斜率	3.86	0.801	61.90	90.12	74.29	84.76
碘基值	19.38	0.779	85.71	56.12	45.57	90.16
标准化碘基值	0.172	0.884	88.10	90.82	80.43	94.68

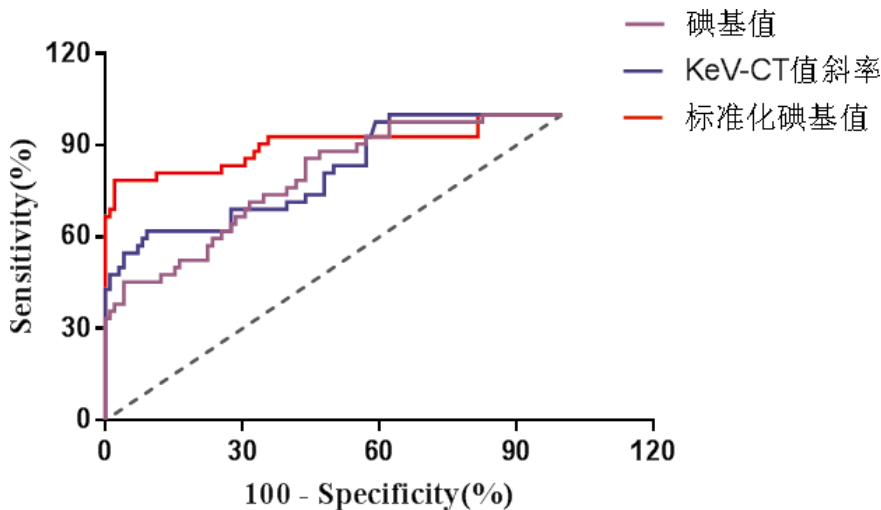


图1 各指标对转移淋巴结诊断的ROC曲线。

浸润性导管癌病灶范围及腋窝淋巴结转移显示更清晰,见图2-7。

3 讨论

目前乳腺癌在临床上常见的检查方案多以钼靶X线及超声检查为主,而乳腺X线是首选的乳腺癌筛查手段,超声同时具有无创、简便等优点能够检查出X线不能显示的致密性病灶,两者联合具有高度互补性^[7-8]。但对于乳腺癌组织超声和X线均会出现重叠现象,可能出现误诊和漏诊现象,并且两种方法对肿瘤浸润,淋巴结转移等检查具有局限性^[9-10]。MRI对乳腺癌检出敏感性较高,可显示X线钼靶无法发现的部位,但检查禁忌症较多,耗费过大^[11]。常规CT检查只有对淋巴结转移形态进行性质判断,数据较单一,诊断时主观性较强,对于淋巴结转移评估具有局限性。GSI具有多参数定量成像模式,可定性、定量进行判断淋巴结性质,具有较高的纯度和通透性,通过图像处理可

优化图像质量,并且可以自主选择最佳单能量图像,有利于减少CT产生的线束硬化伪影,从而提高图像噪声对比^[12-15]。GSI可以直接测定碘含量和平均碘含量,在不同浓度对比剂下的测定值和真实值相关,从而可间接反映出不同病变组织的血供情况^[16]。

在不同KeV值下癌组织都对应一个CT值,根据不同能量水平和所测得的CT值就可在二维坐标系中生成KeV-CT曲线,KeV-CT曲线可以反映组织的质量吸收系数与不同能量之间的关系^[17]。本研究发现,40-70KeV区间,转移组KeV-CT值斜率平均值(3.65±0.52),非转移组KeV-CT值斜率平均值(4.98±1.28),转移组淋巴结的KeV-CT值斜率明显低于非转移组,且差异具有统计学意义(P<0.05),70KeV以上区间斜率逐渐趋于水平。因此本研究选取40-70KeV的斜率进行研究,并发现转移组淋巴结斜率小于非转移组。在周静宜等人^[18]在对肺癌的淋巴结转移中发现,发

生肺癌转移的淋巴结中KeV斜率低于未发生肺癌转移的淋巴结,该结果与本实验结果基本一致。碘基图可以反映组织中碘浓度情况,从而间接反映出组织血供水平。本研究发现,转移组淋巴结KeV斜率、碘基值、标准化碘基值均显著低于非转移组,且差异均具有统计学意义(P<0.05),而在不同KeV下转移组和非转移组淋巴结标准化CT值比较,差异均无统计学意义(P>0.05)。表明标准化碘基值比标准化CT值更能反映较多的诊断信息。李辉等人^[19]研究发现在肺癌淋巴结转移中转移淋巴结的碘基值小于非转移淋巴结,本研究结果与其一致。同时本研究对KeV-CT值斜率、碘基值、标准化碘基值进行诊断能力评价,AUC面积分别为0.801、0.779、0.884,结果显示标准化碘基值诊断率最高。陈学力等人^[20]研究发现,通过DSA血管造影发现乳腺癌组织位置与供血动脉有关,在乳腺外侧象限以胸外侧动脉供血,乳腺内侧象限多以胸廓内动脉供血。本研究利用软件进行最佳单能量血管重建,结果显示肿瘤血动脉明显增粗,并且肿瘤供血动脉多以胸外侧动脉、胸廓内动脉为主,与陈学力研究基本一致。

综上所述,GSI能够提供精确的单能量图像、能谱曲线等定量指标,在形态学和功能学上都能够提供全面的病理学信息,对于乳腺癌的早期发现及诊断具有显著临床意义。

参考文献

- [1]何川东,黄丹,刘启榆,等. 宝石能谱CT成像对乳腺浸润性导管癌的诊疗价值[J]. 现代肿瘤医学, 2016, 24(19): 3124-3128.
- [2]Qi-Yu, Chuan-Dong, Ying, et

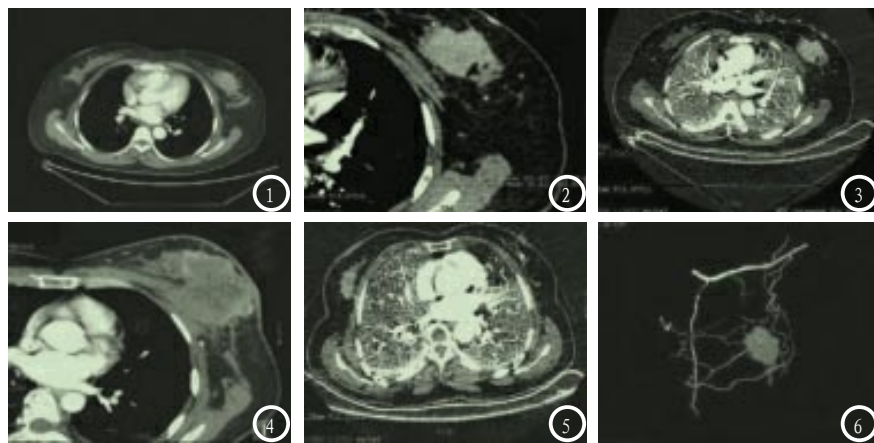


图2-7 GSI对病灶及肿瘤血管供血。图2: 常规增强CT, 病灶分界欠清晰; 图3: 67KeV单能量图像, 病灶边界显示清晰; 图4: 水/脂基物质图; 图5: 单能量65KeV显示病灶向胸壁侵犯, 胸大肌受侵; 图6: 水/脂基物质发现左侧高密度小病灶; 图7: 40KeV下CTA肿瘤血供主要来自于胸廓内动脉及胸外侧动脉。

- al. Application of gemstone spectral imaging for efficacy evaluation in hepatocellular carcinoma after transarterial chemoembolization[J]. World journal of gastroenterology, 2016, 22(11): 3242.
- [3] Dunet V, Bernasconi M, Hajdu S D, et al. Impact of metal artifact reduction software on image quality of gemstone spectral imaging dual-energy cerebral CT angiography after intracranial aneurysm clipping[J]. Neuroradiology, 2017, 59(9): 1-8.
- [4] 田妍, 周平辉, 侯朝钊, 等. VTIQ在肉芽肿性小叶性乳腺炎与浸润性乳腺癌鉴别诊断中的价值[J]. 西部医学, 2018, 6(4): 58-59.
- [5] Cheng C L, Chang H H, Ko S C, et al. Dual-Energy Computed Tomography Gemstone Spectral Imaging: A Novel Technique to Determine Human Cardiac Calcium Composition[J]. Journal of Computer Assisted Tomography, 2016, 40(2): 78-79.
- [6] 葛均波, 徐永健. 内科学. 第8版[M]. 人民卫生出版社, 2013, 68-69.
- [7] Wang Y, Jiang C, He W, et al. Targeted Imaging of Damaged Bone in Vivo with Gemstone Spectral Computed Tomography[J]. Acs Nano, 2016, 10(4): 4164-4165.
- [8] 林映汐, 陶华林. 血浆外泌体非编码RNA MALAT1在乳腺癌中的诊断价值[J]. 西南医科大学学报, 2018, 6(2): 56-58.
- [9] 李钊, 吕丹. 乳腺钼靶联合超声检查在早期乳腺癌筛查中的应用[J]. 保健医学研究与实践, 2018, 15(1): 80-82.
- [10] Reynoso E, Capunay C, Rasumoff A, et al. Periprosthetic Artifact Reduction Using Virtual Monochromatic Imaging Derived From Gemstone Dual-Energy Computed Tomography and Dedicated Software[J]. Journal of Computer Assisted Tomography, 2016, 40(4): 649-651.
- [11] Aoki M, Hirose K, Sato M, et al. Prognostic impact of average iodine density assessed by dual-energy spectral imaging for predicting lung tumor recurrence after stereotactic body radiotherapy[J]. Journal of Radiation Research, 2016, 57(4): 381-386.
- [12] 田小荀. 宝石能谱CT成像结合血清标志物在冠状动脉粥样硬化斑块特征分析中的应用[J]. 临床与病理杂志, 2018, 3(4): 78-79.
- [13] Ma G, He T, Yong Y, et al. Improving Image Quality of Bronchial Arteries with Virtual Monochromatic Spectral CT Images[J]. Plos One, 2016, 11(3): 85-87.
- [14] 陆中元, 陈兵, 刘淼, 等. CT能谱曲线对非小细胞肺癌胸内淋巴结转移诊断价值[J]. 临床军医杂志, 2016, 6(2): 200-201.
- [15] 何川东, 周莹, 黄丹, 等. 宝石CT能谱成像在肝癌经皮肝动脉化疗栓塞术后疗效评估及随访中的应用价值[J]. 介入放射学杂志, 2016, 25(1): 34-39.
- [16] Chen X H, Ren K, Liang P, et al. Spectral computed tomography in advanced gastric cancer: Can iodine concentration non-invasively assess angiogenesis[J]. World Journal of Gastroenterology, 2017, 23(9): 166-167.
- [17] Hamersvelt R W V, Eijsvoegel N G, Muhl C, et al. Contrast agent concentration optimization in CTA using low tube voltage and dual-energy CT in multiple vendors: a phantom study[J]. International Journal of Cardiovascular Imaging, 2018, 9(51): 1-11.
- [18] 周静宜. 宝石能谱CT在肺癌诊断及分型中的应用价值[J]. 海南医学, 2017, 28(9): 1478-1480.
- [19] 李辉. 宝石能谱CT对辨别中央型肺癌与阻塞性肺实变的诊断价值[J]. 陕西医学杂志, 2017, 46(4): 440-441.
- [20] 陈学力, 王战. 宝石能谱CT低剂量扫描对早期肺癌诊断的临床价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2018, 6(3): 126-127.

(本文编辑: 谢婷婷)

【收稿日期】2018-11-23