

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2018.22.032

能谱 CT 优化胃肿瘤扫描辐射剂量对肾上腺嗜铬细胞瘤的诊断价值*

曹云太¹ 尹桂秀¹ 栗海龙¹ 严小红² 鲍海华^{1Δ}

(1 青海大学附属医院影像中心 青海 西宁 810001; 2 青海大学附属医院重症医学科 青海 西宁 810001)

摘要 目的:探讨能谱 CT 优化胃肿瘤扫描辐射剂量对肾上腺嗜铬细胞瘤的诊断价值。**方法:**采用回顾性、抽样、随机研究方法选择 2012 年 9 月到 2017 年 2 月在我院诊治的肾上腺嗜铬细胞瘤患者 59 例作为研究对象, 所有患者都给予常规 CT 扫描与能谱 CT 优化胃肿瘤扫描, 记录和比较辐射剂量与图像质量。**结果:**所有病例包膜均完整, 边缘清楚, 肿瘤内见单发或多发低密度区, 肿瘤实质区呈不均匀显著强化。常规 CT 与能谱 CT 的图像质量主观评分分别为 3.89 ± 0.45 分和 4.54 ± 0.34 分; 常规 CT 与能谱 CT 图像的胃肿瘤 CT 值分别为 31.94 ± 6.39 HU 和 35.29 ± 5.19 HU, 对比都有显著差异 ($P < 0.05$)。能谱 CT 图像的膀胱和皮下脂肪图像噪声值都显著低于常规 CT 图像, 对比差异都有统计学意义 ($P < 0.05$); 能谱 CT 扫描的 CTDIvol 和 DLP 分别为 12.39 ± 3.48 mGy 和 624.10 ± 39.19 mGy.cm, 都显著低于常规 CT 扫描的 14.09 ± 4.13 mGy 和 653.92 ± 56.29 mGy.cm ($P < 0.05$)。**结论:**能谱 CT 优化胃肿瘤扫描在肾上腺嗜铬细胞瘤诊断中的应用能有效减少辐射剂量与图像噪声, 提高图像 CT 值与主观质量, 临床应用价值更高。

关键词:能谱 CT; 胃肿瘤扫描; 肾上腺嗜铬细胞瘤; 辐射剂量; 图像噪声

中图分类号: R814.42; R736.6 文献标识码: A 文章编号: 1673-6273(2018)22-4342-04

Diagnostic Value of Spectrum CT Optimized Gastric Tumor Scanning Radiation Dose for Adrenal Pheochromocytoma*

CAO Yun-tai¹, YIN Gui-xiu¹, LI Hai-long¹, YAN Xiao-hong², BAO Hai-hua^{1Δ}

(1 Image Center, Affiliated Hospital of Qinghai University, Xining, Qinghai, 810001, China;

2 Intensive Care Unit, Affiliated Hospital of Qinghai University, Xining, Qinghai, 810001, China)

ABSTRACT Objective: To explore the diagnostic values of spectrum CT optimized gastric tumor scanning radiation dose for adrenal pheochromocytoma. **Methods:** A retrospective, randomized study was performed from September 2012 to February 2017, 59 patients of adrenal pheochromocytoma in our hospital were selected as the research object, all patients were given spectrum CT optimized gastric tumor scanning and conventional CT scanning, the radiation dose and image quality were recorded and compared. **Results:** All patients were showed intact, the edges were clear, single or multiple low density areas were found in the tumor, and the tumor parenchyma were inhomogeneous and significantly enhanced. The subjective scores of image quality of conventional CT and spectrum CT were 3.89 ± 0.45 points and 4.54 ± 0.34 points, respectively. The CT values of gastric tumors in routine CT and spectrum CT images were 31.94 ± 6.39 HU and 35.29 ± 5.19 HU, respectively, with compared were significantly difference ($P < 0.05$). The bladder and subcutaneous fat image noise values in the spectrum image CT were significantly lower than that of the conventional CT image, the difference were statistically significant ($P < 0.05$); The CTDIvol and DLP in the spectrum image CT were 12.39 ± 3.48 mGy and 624.10 ± 9.19 mGy.cm were significantly lower than that of the conventional image CT of 14.09 ± 4.13 mGy and 653.92 ± 56.29 mGy.cm ($P < 0.05$). **Conclusions:** Spectrum CT optimized gastric tumor scanning radiation dose can effectively radiate dose and image noise, improve image CT and subjective quality for adrenal pheochromocytoma, and it has a good application value.

Key words: Spectrum CT; Gastric tumor scan; Adrenal pheochromocytoma; Radiation dose; Image noise

Chinese Library Classification(CLC): R814.42; R736.6 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2018)22-4342-04

前言

肾上腺嗜铬细胞瘤是一种较少见但危害严重的疾病,也是继发性高血压的常见病因之一^[1,2]。其是一种由嗜铬细胞组成并且分泌儿茶酚胺的腺髓质肿瘤,临床表现多样,不易诊断,但严重者病情凶险,容易进展为恶性肿瘤,需要及时进

早期诊治^[3,4]。CT 是肾上腺嗜铬细胞瘤术前诊断、分期和术后随访的主要影像学手段,但是也存在一定的医源性辐射,容易诱发各种疾病^[5]。

能谱 CT 是一种单源双能 CT, 可以进行高低电压瞬时切换, 也可获得单能量成像(virtual monochromatic spectral, VMS)图像、物质分离(material decomposition, MD)图像, 可以提供多

* 基金项目: 青海省科技厅科研基金项目(2017-SF-158)

作者简介: 曹云太(1986-), 男, 硕士, 主治医师, 研究方向: 肿瘤影像学诊断, E-mail: caoyuntai_1986@papmedline.cn

Δ 通讯作者: 鲍海华(1964-), 女, 硕士, 主任医师, 研究方向: 心脑血管病, E-mail: baohaihua_1964@papmedline.cn

(收稿日期: 2018-02-23 接受日期: 2018-03-18)

参数成像模式,有利于进行临床诊断^[6,7]。特别是能谱 CT 技术以噪声指数为参考,并基于患者的体重指数和基本扫描参数,获得与非能谱成像相似的辐射剂量,可自动获取患者的能谱扫描最佳成像模式^[8,9]。有研究表明能谱 CT 在胃肿瘤扫描中能优化图像密度分辨率,保证图像质量,有利于降低图像噪声,实现个体化、便捷化的能谱成像,从而进一步降低辐射剂量^[11,12]。因此,本研究主要探讨了能谱 CT 优化胃肿瘤扫描辐射剂量对肾上腺嗜铬细胞瘤的诊断价值,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 研究对象

采用回顾性、抽样、随机研究方法选择 2012 年 9 月到 2017 年 2 月在我院诊治的肾上腺嗜铬细胞瘤患者 59 例作为研究对象,纳入标准:得到医院科研伦理委员会审批同意;患者知情同意本研究;病理上诊断为肾上腺嗜铬细胞瘤;心、肺、肝、肾功能良好;无放化疗病史、无手术史;基本信息、临床资料完整;年龄范围 18-80 岁。排除标准:CT 图像不清晰,病灶显示不确切,无法准确测量评估;妊娠及哺乳期妇女;既往行放射治疗与化疗者;神志不清不能配合检查者;重度心、肺、肝、肾功能不全者。

最终入选男 25 例,女 34 例;年龄最小 19 岁,最大 70 岁,平均年龄 47.33 ± 4.19 岁;平均体重指数为 22.99 ± 2.18 kg/m²;肿瘤部位:左侧 20 例,右侧 30 例,双侧 9 例;肿瘤直径最大 10 cm,最小 2 cm,平均为 4.82 ± 1.49 cm;平均收缩压 184.22 ± 15.29 mmHg;平均舒张压为 110.39 ± 45.29 mmHg。

1.2 CT 检查方法

使用 philips256 能谱 CT,取仰卧位,自肝上缘至耻骨联合上缘进行平扫加双期增强扫描。得到定位像之后行常规平扫,增强经肘前静脉留置针使用高压注射器注入碘佛醇(非离子型碘对比剂,浓度 320 mgI/mL),流速 3 mL/s-4mL/S,剂量 1.5 mL/kg。常规扫描:管电压用 120 kV,管电流 350 mA,球管旋转时间 0.6 s,螺距,1.375:1,探测器宽度 0.625× 64 mm。增强成像模式扫描:80 kVp 和 140 kVp 高低管电压瞬时切换,球管旋转时间 0.5s-0.8s,探测器宽度 0.625× 64mm,扫描层厚和层间距均为 5 mm,扫描视野 50 cm。

能够 CT 优化扫描:除扫描图像外,重建 70 keV 单能量图像,层厚和层间距为 5 mm,采用 40%自适应统计迭代重建算法

进行重建,重建窗位 40 HU,窗宽 400 HU。

1.3 图像分析

主观分析:由两名放射科医师(工作经验分别为 5 年、10 年)对所有图像主观质量及灶显示清晰程度采用 5 分制法进行评估,图像评分达到 3 分或以上水平,表明图像能够满足诊断要求。1 分,解剖结构不清楚,不能诊断,噪声及伪影严重;2 分,解剖结构不清楚,噪声及伪影非常明显;3 分,大部分解剖结构清楚,噪声及伪影明显但可接受;4 分,解剖结构较清楚,噪声、伪影增多;5 分,解剖结构清晰,噪声、伪影不明显。在转移诊断意见不同的情况下需两位医师商讨再作统一判断,评估图像时可根据具体情况对图窗宽、窗位等进行适当调整。

客观测量:由一名工作经验在 5 年以上的放射科医生完成。绘制感兴趣区(region of interest,ROI),所有 ROI 的大小、形态及位置在所有图像中均保持一致。记录不同扫描条件下膀胱和皮下脂肪的图像噪声值(膀胱为膀胱区的测量噪声,N 脂肪为皮下脂肪的测量噪声)。记录胃肿瘤 CT 值的相对强化值,所有数据均测量 3 次并取平均值。

1.4 辐射剂量计算

记录不同扫描条件下的容积 CT 剂量指数 (CT dose index volume,CTDIvol)、剂量长度乘积(dose-length product,DLP)。

1.5 统计学分析

选择 SPSS22.00 软件进行,计量数据与计数数据采用平均值± 标准差、百分比表示,对比方法分别为 t 检验和 χ^2 检验,以 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 主观评分对比

所有病例包膜均完整,边缘清楚,肿瘤内见单发或多发低密度区,肿瘤实质区呈不均匀显著强化。常规 CT 与能谱 CT 的图像质量主观评分分别为 3.89 ± 0.45 分和 4.54 ± 0.34 分,对比差异有统计学意义($P<0.05$)。

2.2 CT 值对比

常规 CT 与能谱 CT 图像的胃肿瘤 CT 值分别为 31.94 ± 6.39 HU 和 35.29 ± 5.19 HU,对比也有显著差异($P<0.05$)。

2.3 图像噪声对比

能谱 CT 图像的膀胱和皮下脂肪图像噪声值都显著低于常规 CT 图像,对比差异都有统计学意义($P<0.05$),见表 1。

表 1 不同 CT 扫描方案间图像噪声的比较(HU, $\bar{x} \pm s$)

Table 1 Comparison of image noise between different CT scanning schemes (HU, $\bar{x} \pm s$)

Scanning schemes	Cases (n)	Bladder	Subcutaneous adipose tissue
Conventional CT	59	11.67 ± 1.98	8.29 ± 1.64
Spectrum CT	59	8.83 ± 1.17	6.30 ± 1.35
t		9.194	7.552
P		<0.05	<0.05

2.4 辐射剂量对比

能谱 CT 扫描的 CTDIvol 和 DLP 分别为 12.39 ± 3.48 mGy 和 624.10 ± 39.19 mGy.cm,都显著低于常规 CT 扫描的 14.09 ± 4.13 mGy 和 653.92 ± 56.29 mGy.cm($P<0.05$),见表 2。

3 讨论

嗜铬细胞瘤主要分布在肾上腺髓质,其次是副交感神经节、交感神经节,肾上腺嗜铬细胞瘤可持续或间断地释放大

表 2 不同 CT 扫描方案间辐射剂量对比($\bar{x} \pm s$)Table 2 Comparison of radiation dose between different CT scanning schemes ($\bar{x} \pm s$)

Scanning schemes	Cases (n)	CTDIvol	DLP
Conventional CT	59	14.09± 4.13mGy	653.92± 56.29
Spectrum CT	59	12.39± 3.48	624.10± 39.19
<i>P</i>		<0.05	<0.05

儿茶酚胺,引起持续性高血压,从而危及患者生命^[12,13]。肾上腺嗜铬细胞瘤可发生于任何年龄,多见于 30-50 岁,女性多于男性,其病因尚不清楚,可能与遗传有关^[14,15]。

传统对于肾上腺嗜铬细胞瘤的诊断主要依据临床表现与实验室检查。随着影像学技术的发展,当前 MRI、CT 已经得到了广泛应用,有助于显示肿物细节和制定手术计划^[16,17]。多层螺旋 CT 可明显缩短扫描时间,可以借助工作站进行多平面薄层三维重建技术,有效减少了运动伪影的干扰,清楚显示肿瘤的大小、形态及内部结构,图像质量明显提高,而且患者更易接受^[18,19],患者的 CT 辐射剂量也得到了广泛应用。目前,临床降低 CT 检查中辐射剂量的方法有很多种,包括个体化扫描、参数优化、自动管电流调整、重建算法等,都有一定的效果,但是都存在一定的缺陷^[20,21]。能谱 CT 技术利用能谱 CT 成像的重建后处理技术,能提供有效原子序数图像、基物质图像、单能量图像等。有研究显示能谱 CT 优化空间分辨率、对比噪声比、图像噪声方面具有很好的效果,可以准确的观察到组织内小的钙化灶、脂肪和出血^[22,23]。

本研究结果显示所有病例包膜均完整,边缘清楚,肿瘤内见单发或多发低密度区,肿瘤实质区呈不均匀显著强化。常规 CT 与能谱 CT 的图像质量主观评分分别为 3.89± 0.45 分和 4.54± 0.34 分;常规 CT 与能谱 CT 图像的胃肿瘤 CT 值分别为 31.94± 6.39HU 和 35.29± 5.19HU,对比都有显著差异。从机制上分析,能谱 CT 采用双球管系统双源成像,避免了因呼吸引起的扫描位置偏差,使得各个像素与增强图像的精准对应,低数据测量误差,得到更加精确的图像^[24,25]。肾上腺嗜铬细胞瘤血供丰富,CT 增强扫描多显示不均匀显著强化、静脉期持续强化,实性部分动脉期强化明显;结合临床表现及实验室检查,一般均可确诊为嗜铬细胞瘤。但 CT 检查被认为是医源性辐射的最主要因素,故在满足临床诊断要求、确保 CT 图像质量的情况下尽量降低辐射剂量^[26]。

常规优化 CT 扫描参数的方式均能一定程度的降低患者的辐射剂量,但是可也影响图像质量和病变的诊断。比如减少扫描期相、降低管电压和管电流、使用降噪滤波器等均可以降低辐射剂量,但是在临床上的应用需要结合技师的临床经验,因此临床应用受限^[27]。本研究显示能谱 CT 图像的膀胱和皮下脂肪图像噪声值都显著低于常规 CT 图像,且能谱 CT 扫描的 CTDIvol 和 DLP 分别为 12.39± 3.48 mGy 和 624.10± 39.19 mGy.cm,都显著低于常规 CT 扫描的 14.09± 4.13mGy 和 653.92± 56.29 mGy.cm ($P<0.05$)。从机制上分析,能谱 CT 技术以高低电压瞬时切换技术为核心,单次扫描即可同时获得混合能量图像、单能量图像、基物质图像、有效原子序数成像,可以优化图像质量,降低对比剂使用量、辐射剂量^[28]。特别是相对于

常规 120kVp 扫描,能谱 CT 技术在未使用迭代技术条件下,其 65keV 单能量图像的图像噪声更低^[29]。但本研究没有分析不同体重指数条件下能谱 CT 扫描和常规扫描间辐射剂量的差异,有待于在今后的研究中进一步阐述。

总之,能谱 CT 优化胃肿瘤扫描在肾上腺嗜铬细胞瘤诊断中的应用能有效减少辐射剂量与图像噪声,提高图像 CT 值与主观质量,临床应用价值更高。

参考文献(References)

- [1] Romanet P, Guerin C, Pedini P, et al. Pathological and Genetic Characterization of Bilateral Adrenomedullary Hyperplasia in a Patient with Germline MAX Mutation[J]. *Endocr Pathol*, 2017, 28(4): 302-307
- [2] McDermott S, McCarthy C J, Blake M A. Images of pheochromocytoma in adrenal glands [J]. *Gland Surg*, 2015, 4 (4): 350-358
- [3] Stacy G S, Lo R, Montag A. Infarct-Associated Bone Sarcomas: Multimodality Imaging Findings [J]. *Ajr American Journal of Roentgenology*, 2015, 205(4): 432-441
- [4] Brito J P, Asi N, Gionfriddo M R, et al. The incremental benefit of functional imaging in pheochromocytoma/paraganglioma: a systematic review[J]. *Endocrine*, 2015, 50(1): 176-186
- [5] Valentini MC, Mellai M, Annovazzi L, et al. Comparison among conventional and advanced MRI, ¹⁸F-FDG PET/CT, phenotype and genotype in glioblastoma[J]. *Oncotarget*, 2017, 8(53): 91636-91653
- [6] Bodei L, Ćwikla JB, Kidd M, et al. The role of peptide receptor radionuclide therapy in advanced/metastatic thoracic neuroendocrine tumors[J]. *J Thorac Dis*, 2017, 9(Suppl 15): S1511-S1523
- [7] Shroff G S, Benveniste M F, Carter B W, et al. Imaging of Metastases in the Chest: Mechanisms of Spread and Potential Pitfalls [J]. *Semin Ultrasound CT MR*, 2017, 38(6): 594-603
- [8] Odisio E G, Marom E M, Shroff G S, et al. Malignant Pleural Mesothelioma: Diagnosis, Staging, Pitfalls and Follow-up [J]. *Semin Ultrasound CT MR*, 2017, 38(6): 559-570
- [9] Yaghobi J A, Azadeh P. Von Hippel-Lindau Disease with Multi-Organ Involvement: A Case Report and 8-Year Clinical Course With Follow-Up[J]. *Am J Case Rep*, 2017, 17(18): 1220-1224
- [10] Heuvelmans M A, Walter J E, Peters R B, et al. Relationship between nodule count and lung cancer probability in baseline CT lung cancer screening: The NELSON study[J]. *Lung Cancer*, 2017, 11(113): 45-50
- [11] Uchida S, Suzuki K, Uno M, et al. Mucin-poor and aggressive mucinous tubular and spindle cell carcinoma of the kidney: Two case reports[J]. *Mol Clin Oncol*, 2017, 7(5): 777-782
- [12] Choi H H, Manning M A, Mehrotra A K, et al. Primary Hepatic Neoplasms of Vascular Origin: Key Imaging Features and Differential

- Diagnoses With Radiology-Pathology Correlation [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2017, 209(6): W350-W359
- [13] Couto P P, Bastos R L, Schayek H, et al. Spectrum of germline mutations in smokers and non-smokers in Brazilian non-small-cell lung cancer (NSCLC) patients [J]. *Carcinogenesis*, 2017, 38(11): 1112-1118
- [14] Götz T I, Lahmer G, Strnad V, et al. A tool to automatically analyze electromagnetic tracking data from high dose rate brachytherapy of breast cancer patients[J]. *PLoS One*, 2017, 12(9): e0183608
- [15] Hall LT, Titz B, Robins HI, et al. PET/CT imaging of the diapeutic alkylphosphocholine analog (124)I-CLR1404 in high and low-grade brain tumors[J]. *Am J Nucl Med Mol Imaging*, 2017, 7(4): 157-166
- [16] Younan Y, Martínez A, Reimer N, et al. Combined classical spindle cell/pleomorphic lipoma spectrum imaging and clinical data [J]. *Skeletal Radiol*, 2018, 47(1): 51-59
- [17] Schultz T D, Zepeda N, Moore R B. Post-transplant lymphoproliferative disorder and management of residual mass post chemotherapy: Case report [J]. *Int J Surg Case Rep*, 2017, 9(38): 115-118
- [18] Shakir M, Hanif S, Alam M F, et al. Hybrid pharmacophore approach for bio-relevant di-imines based homobimetallic complexes incorporating functionalized dicarboxylates as co-ligands: Synthesis, spectral and structural activity dependent biological insights (in-vitro DNA and HSA binding, antioxidant and cytotoxicity)[J]. *J Photochem Photobiol B*, 2017, 9(174): 106-125
- [19] Krug K B, Houbois C, Grinstein O, et al. Focal Breast Lesions in Clinical CT Examinations of the Chest: A Retrospective Analysis[J]. *Rofo*, 2017, 189(10): 977-989
- [20] Tu S H, Hsieh Y C, Huang L C, et al. A rapid and quantitative method to detect human circulating tumor cells in a preclinical animal model[J]. *BMC Cancer*, 2017, 17(1): 440
- [21] Heuvelmans M A, Vliegthart R, Koning H J, et al. Quantification of growth patterns of screen-detected lung cancers: The NELSON study[J]. *Lung Cancer*, 2017, 7(108): 48-54
- [22] Krupa R, Zielonka T M, Hadzik B M, et al. Lung Lesions During Fever of Unknown Origin[J]. *Adv Exp Med Biol*, 2017, 10(22): 35-43
- [23] Tassi R A, Todeschini P, Siegel E R, et al. FOXM1 expression is significantly associated with chemotherapy resistance and adverse prognosis in non-serous epithelial ovarian cancer patients [J]. *J Exp Clin Cancer Res*, 2017, 36(1): 63-69
- [24] Planells P V, Hazazi A, Feichtinger J, et al. Human germ/stem cell-specific gene TEX19 influences cancer cell proliferation and cancer prognosis[J]. *Mol Cancer*, 2017, 16(1): 84-89
- [25] Bhatt S, Sumbul M, Rajpal R, et al. Value of "Three Dimensional Multidetector CT Hysterosalpingography" in Infertile Patients with Non-Contributory Hysterosalpingography: A Prospective Study [J]. *J Reprod Infertil*, 2017, 18(3): 323-332
- [26] Jelvehgaran P, Alderliesten T, Weda JJA, et al. Visibility of fiducial markers used for image-guided radiation therapy on optical coherence tomography for registration with CT: An esophageal phantom study [J]. *Med Phys*, 2017, 44(12): 6570-6582
- [27] Mansor S, Pfäehler E, Heijtel D, et al. Impact of PET/CT system, reconstruction protocol, data analysis method, and repositioning on PET/CT precision: An experimental evaluation using an oncology and brain phantom[J]. *Med Phys*, 2017, 44(12): 6413-6424
- [28] Teoh E J, McGowan D R, Macpherson R E, et al. Phantom and Clinical Evaluation of the Bayesian Penalized Likelihood Reconstruction Algorithm Q. Clear on an LYSO PET/CT System[J]. *Journal of Nuclear Medicine Official Publication Society of Nuclear Medicine*, 2015, 56(9): 1447-1452
- [29] Samarin A, Kuhn F P, Brandsberg F, et al. Image registration accuracy of an in-house developed patient transport system for PET/CT+MR and SPECT+CT imaging [J]. *Nuclear Medicine Communications*, 2015, 36(2): 194-200

(上接第 4349 页)

- [27] Hassan A, Dohi T, Miyauchi K, et al. Prognostic impact of homocysteine levels and homocysteine thiolactonase activity on long-term clinical outcomes in patients undergoing percutaneous coronary intervention[J]. *J Cardiol*, 2017, 69(6): 830-835
- [28] Joo HJ, Cho SA, Cho JY, et al. Brachial-Ankle Pulse Wave Velocity is Associated with Composite Carotid and Coronary Atherosclerosis in a Middle-Aged Asymptomatic Population [J]. *J Atheroscler Thromb*, 2016, 23(9): 1033-1046
- [29] Rico Martín S, de Nicolás Jiménez JM, Moyano Calvente SL, et al. Pulse wave velocity of the leg minus that of the arm measured with a custom device correlates to the coronary calcium quantification [J]. *Rev Clin Esp*, 2016, 216(4): 191-197
- [30] Pytel E, Jackowska P, Chwatko G, et al. Intensive statin therapy, used alone or in combination with ezetimibe, improves homocysteine level and lipid peroxidation to a similar degree in patients with coronary artery diseases[J]. *Pharmacol Rep*, 2016, 68(2): 344-348