

论 著

SAFIRE重建联合80kV管电压对甲状腺癌CT检查质量及安全性的影响

1.焦作市第二人民医院CT室

(河南 焦作 454001)

2.焦作市第二人民医院核磁共振室

(河南 焦作 454001)

赵 庆^{1,*} 金 艳² 田才智²

【摘要】目的 探讨正弦图确定迭代重建(SAFIRE)联合80kV管电压对甲状腺癌CT检查质量及安全性的影响。**方法** 选取我院疑似甲状腺癌患者(均存在甲状腺结节病变)106例, SAFIRE重建联合80kV管电压检查的53例作为试验组, 滤波反投影法重建联合120kV管电压的53例作为对照组。对比两组辐射剂量参数指标[有效剂量(ED)、剂量长度乘积(DLP)、容积剂量指数(CTDIvol)]、客观图像质量指标[信噪比(SNR)、对比信噪比(CNR)、CT值]水平、主观图像质量评分, 以病理检查结果作为“金标准”, 分析应用SAFIRE重建联合80kV管电压进行CT检查诊断甲状腺癌的符合率。**结果** 试验组ED、DLP、CTDIvol均低于对照组($P<0.05$); 两组图像质量均能满足诊断需要, 且两组主观图像质量评分相比, 差异无统计学意义($P>0.05$); 两组SNR、CNR、CT值相比, 差异无统计学意义($P>0.05$); 病理检查作为“金标准”, 以SAFIRE重建联合80 kV管电压CT检查诊断甲状腺癌的符合率为87.50%(14/16)。**结论** SAFIRE联合80kV管电压实施甲状腺癌CT检查能降低辐射剂量, 保持良好图像质量, 诊断符合率高。

【关键词】 正弦图确定迭代重建; 甲状腺癌; CT检查; 信噪比; 符合率

【中图分类号】 R445.3; R736.1

【文献标识码】 A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2021.02.006

Effect of SAFIRE Reconstruction Combined with 80kV Tube Voltage on the Quality and Safety of CT Examination for Thyroid Cancer

ZHAO Qing^{1,*}, JIN Yan², TIAN Cai-zhi².

1.Department of CT Room, Jiaozuo City Second People's Hospital, Jiaozuo 454001, Henan Province, China

2.Department of MR Room, Jiaozuo City Second People's Hospital, Jiaozuo 454001, Henan Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the effect of sinogram affirmed iterative reconstruction (SAFIRE) combined with 80 kV tube voltage on the quality and safety of CT examination of thyroid cancer. **Methods** A total of 106 patients with suspected thyroid cancer (all with thyroid nodules) were selected in our hospital. 53 cases of SAFIRE reconstruction combined with 80kV tube voltage inspection were used as the test group, and 53 cases of filtered back projection method reconstruction combined with 120kV tube voltage were used as the control group. The radiation dose parameters (effective dose (ED), dose length product (DLP), CT dose index of volume (CTDIvol)), objective image quality index [signal-noise ratio (SNR), contrast to noise ratio (CNR), CT value] level, subjective image quality score were compared between the two groups. The pathological results were used as a gold standard to analyze the application of SAFIRE reconstruction combined with 80kV tube voltage for CT diagnosis of the coincidence rate of thyroidectomy. **Results** ED, DLP, and CTDIvol in the test group were lower than those in the control group ($P<0.05$). The image quality of the two groups could meet the needs of diagnosis, and there was no statistically significant difference between the two groups of subjective image quality scores ($P>0.05$). There were no statistically significant difference in SNR, CNR, and CT values between the two groups ($P>0.05$). Pathological examination was regarded as the gold standard. The coincidence rate of SAFIRE reconstruction combined with 80kV tube voltage CT examination in thyroid cancer diagnosis was 87.50% (14/16). **Conclusion** SAFIRE combined with 80kV tube voltage for CT examination of thyroid cancer can reduce the radiation dose, maintain good image quality, and have a high diagnostic coincidence rate.

Keywords: SAFIRE; Thyroid Cancer; CT Examination; Signal-To-Noise Ratio; Coincidence Rate

甲状腺癌是临床常见内分泌器官恶性疾病之一, 患病率约5~100/万人^[1]。甲状腺癌早期多缺乏典型症状、体征, 常在查体时通过颈部超声及触诊发现甲状腺小肿块, 且约30%~90%患者确诊时已发生淋巴结转移^[2]。临床需积极寻找有效诊断方案以早确诊、早干预, 进而改善预后。CT是检测肿瘤疾病常用影像学手段, 但CT辐射致癌风险备受关注, 尤其是甲状腺对辐射敏感性高, 临床需采取有效措施最大程度降低辐射剂量。降低管电压及自动电流调制技术等方法能降低受检者的辐射剂量, 已在CT血管造影(CT angiography, CTA)检查中得到认可, 但在降低辐射剂量的同时, 还存在图像噪声增加、图像质量不同程度下降等问题^[3]。正弦图确认迭代重组(sinogram affirmed iterative reconstruction, SAFIRE)能弥补管电压降低导致的图像噪声高、曝光不足图像质量低等不足^[4]。本研究选取106例疑似甲状腺癌患者(均存在甲状腺结节病变), 旨在进一步观察SAFIRE联合80kV管电压对甲状腺癌CT检查质量及安全性的影响, 为临床诊断提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2017年9月至2019年5月我院疑似甲状腺癌患者(均存在甲状腺结节病变)106例, 依据检查方法不同分为试验组、对照组, 各53例。两组年龄、性别、体质量指数、病变部位对比, 无显著差异($P>0.05$)。本研究经医学伦理委员会

【第一作者】赵 庆, 男, 副主任医师, 主要研究方向: 肿瘤影像诊断。E-mail: womega@163.com

【通讯作者】赵 庆

审批通过。

纳入标准：经病理诊断确诊；均知情本研究并签署同意书。排除标准：佩戴心脏起搏器者；伴严重肝肾心功能障碍者；存在精神疾病史者。

1.2 方法 试验组采取SAFIRE重建联合80 kV管电压实施检查：CT系统为西门子炫速双源系统，仰卧头先进位，CT平扫，此后增强扫描；于肘前静脉以高压注射器(德国MedradStelant D)注射碘海醇(扬子江药业集团有限公司，国药准字H10970358)对比剂，剂量70mL，流速3mL/s，注射后40、90s双期扫描；启动CARE Dose 4D管电流调节功能，准直宽度24mm×1.2mm，时间0.5s，层厚5mm，Pitch0.9，矩阵512×512，重建层厚2mm，FOV200mm，管电压80kV，扫描范围颅底至胸廓入口。

对照组采取滤波反投影法重建联合120kV管电压实施检查：反投影法重建，其他主要操作同试验组。均由相同影像科高年资医师严格按照影像学检验规程完成，并由2位及以上相同高年资专科医师参与阅片。

1.3 观察指标 (1)对比两组辐射剂量参数指标：有效剂量(effective dose, ED)、剂量长度乘积(dose length product, DLP)、容积剂量指数(CT dose index of volume, CTDIvol)。(2)对比两组主观图像质量评分。由2位及以上头颈影像科主治诊断医师以双盲法评判甲状腺病变，包含甲状腺结节边缘、包膜是否清晰、是否有坏死、出血、钙化情况，参考《64排螺旋CT低剂量扫描甲状腺的图像质量》^[5]评分标准，采用4级评分法评估：甲状腺及病变细节显示模糊，影响诊断，图像质量差计1分；甲状腺及病变细节显示欠佳，轻微影响诊断，图像质量一般计2分；甲状腺及病变细节显示较好，基本不影响诊断，图像质量好计3分；甲状腺及病变细节显示良好，不影响诊断，图像质量优计4分。(3)对比两组客观图像质量指标〔信噪比(signal-noise-ratio, SNR)、对比信噪比(contrast to noise ration, CNR)、CT值〕水平。(4)以病理检查结果作为“金标准”，分析应用SAFIRE重建联合80kV管电压进行CT检查诊断甲状腺癌的符合率。

1.4 统计学方法 数据应用SPSS 21.0处理，计数资料以n(%)表示，进行 χ^2 检验。等级资料采用Ridit检验，计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示，进行t检验。P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 辐射剂量参数指标 由表1可知，试验组ED、DLP、CTDIvol均低于对照组(P<0.05)。

表1 两组辐射剂量参数指标水平比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	ED(mSv)	DLP(mGy·cm)	CTDIvol(mGy)
试验组	53	0.23±0.09	49.19±5.26	3.68±0.27
对照组	53	0.72±0.14	138.64±9.35	9.42±0.59
t		21.434	60.702	64.403
P		0.000	0.000	0.000

2.2 主观图像质量评分 两组图像质量均能满足诊断需要(图1)，由表2可知，两组主观图像质量评分相比，差异无统计学

意义(P>0.05)。

表2 两组主观图像质量评分比较[n(%)]

组别	例数	1分	2分	3分	4分	平均分
试验组	53	0(0.00)	1(18.87)	8(15.09)	44(83.02)	3.83±0.35
对照组	53	0(0.00)	0(0.00)	8(15.09)	45(84.91)	3.85±0.29
t/u				0.194		0.320
P				0.847		0.749

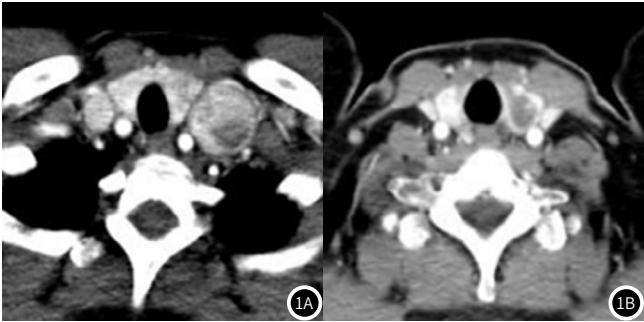


图1 CT影像图。1A：试验组典型病例；1B：对照组典型病例。

2.3 客观图像质量指标水平 由表3可知，两组SNR、CNR、CT值相比，差异无统计学意义(P>0.05)。

表3 两组客观图像质量指标水平比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	SNR	CNR	CT值(HU)
试验组	53	27.52±3.24	17.26±2.39	170.85±19.49
对照组	53	28.10±4.08	17.53±2.95	167.41±20.70
t		0.811	0.518	0.881
P		0.420	0.606	0.380

2.4 SAFIRE重建联合80kV管电压CT检查诊断甲状腺癌的符合率 试验组53例患者经病理检查证实为甲状腺癌32例，结节性甲状腺肿20例，甲状腺瘤17例。应用SAFIRE重建联合80 kV管电压CT检查检出甲状腺癌17例，结节性甲状腺肿18例，甲状腺瘤18例，将病理检查作为金标准，以SAFIRE重建联合80 kV管电压CT检查诊断甲状腺癌的符合率为87.50%(14/16)(表4)。

表4 SAFIRE重建联合80 kV管电压CT检查诊断甲状腺癌的符合率(n=106)

病理检查	SAFIRE重建联合80kV管电压CT检查			合计
	甲状腺癌	结节性甲状腺肿	甲状腺瘤	
甲状腺癌	28	1	3	32
结节性甲状腺肿	2	31	6	39
甲状腺瘤	3	5	27	35
合计	33	37	36	106

3 讨论

甲状腺病变是临床常见疾病之一，目前临床主要采取CT影像学手段检测其病变情况，但甲状腺属电离辐射敏感器官，随着辐射剂量增加，其恶性风险升高^[6-7]。因此，临床要求在CT扫描甲状腺时尽量降低X线剂量。

国外有学者首先提出低剂量概念，即遵照最优化使用剂量原则，在确保图像质量满足诊断需求基础上，最大程度降低电离辐射^[8-9]。目前降低CT辐射剂量主要措施有降低管电流或管电

压、增加螺距等,有学者研究指出,X线辐射剂量与管电流、管电压呈正相关,降低管电流、管电压能显著减少X线辐射剂量,且二者同时降低效果更显著,并已在心脑血管CTA诊断中证实^[10-12]。陈海波等^[13]在动物实验中指出,电离辐射剂量最低,且能满足诊断要求的软组织扫描参数是90kV、100mA,其与常规扫描参数(120kV、200mA)相比,辐射剂量降低了78.06%。相关研究发现,甲状腺正常组织与病变区域间CT差值随管电压升高而增加,适宜降低管电压会增加X线、患者间光电效应比例,致不同密度组织、高原子序数组织间吸收差别加大,提升组织间对比度高,更利于发现微小病灶^[14-16]。但单纯降低管电压会致CT图像质量降低,不利于临床观察评估,SAFIRE重建能弥补管电压降低导致的图像噪声高、曝光不足、图像质量低等不足。本研究在以往研究基础上,将SAFIRE重建联合80kV管电压应用于甲状腺癌CT检查,结果发现,试验组ED、DLP、CTDIvol均低于对照组($P<0.05$),与常雯等^[17]、李青青等^[18]研究结果近似,证实该诊断方案能显著降低电离辐射剂量。

此外,本研究结果显示,两组图像质量均能满足诊断需要,主观图像质量评分及客观图像质量指标SNR、CNR、CT值相比,差异无统计学意义($P>0.05$),提示SAFIRE重建联合80kV管电压进行甲状腺癌CT检查能确保图像质量需求。SAFIRE重建通过对原始数据实施高保真、高分辨率主重建,能最大程度保留图像细节信息,但有学者提出,其存在高噪声缺陷^[19-20]。SAFIRE重建联合80kV管电压甲状腺癌CT检查中首先将不完善图像投影到原始数据域,与投影数据实施比对以消除图像投影中伪影、数据误差,再采取校正后投影数据获得新图像,不仅能显著提升图像域迭代消除噪声的性能,且辅助基于原始数据迭代伪影消除技术,能进一步提升图像质量,利于判断病变特征^[21-22]。本研究结果显示,试验组53例患者经病理检查证实为甲状腺癌16例,结节性甲状腺肿20例,甲状腺瘤17例。应用SAFIRE重建联合80kV管电压CT检查检出甲状腺癌17例,结节性甲状腺肿18例,甲状腺瘤18例,将病理检查作为“金标准”,以SAFIRE重建联合80kV管电压CT检查诊断甲状腺癌的符合率为87.50%,说明SAFIRE重建联合80kV管电压实施甲状腺癌CT检查符合率高,可为临床针对性治疗提供数据支持。

综上所述,SAFIRE联合80kV管电压实施甲状腺癌CT检查能降低辐射剂量,保持良好图像质量,诊断符合率高,可为临床早期确诊提供新检测方案。

参考文献

- [1] 王良友,林海江,赵璐璐,等. 2010-2014年浙江省台州市甲状腺癌发病和死亡趋势分析[J]. 中国慢性病预防与控制, 2016, 24(5): 396-398.
- [2] Han P A, Kim H, Cho S, et al. Association of BRAFV600E mutation and MicroRNA expression with central lymph node metastases in papillary thyroid cancer: A prospective study from four endocrine surgery centers[J]. Thyroid, 2016, 26(4): 532-542.
- [3] 王莹,王晓华,张艳,等. 自动管电压调制技术与迭代重建算法在冠状动脉CTA检查中应用[J]. 医学影像学杂志, 2015, 25(12): 2134-2140.
- [4] 张芮,高剑波,刘杰,等. 自动管电压选择联合正弦图确定迭代重组技术对双源CT腹部增强扫描图像质量和辐射剂量的影响[J]. 中华放射学

- 杂志, 2014, 48(5): 413-417.
- [5] 杜海,张凤翔. 64排螺旋CT低剂量扫描甲状腺的图像质量[J]. 山东医药, 2016, 56(3): 105-106.
- [6] 苏垠平,肖国兵,陈俊波,等. 头、胸部CT扫描所致儿童甲状腺剂量估算及其癌症风险预测[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2015, 35(11): 854-858.
- [7] Wu X Y, Fan R T, Yan X H, et al. Endoplasmic reticulum stress protects human thyroid carcinoma cell lines against ionizing radiation-induced apoptosis[J]. Mol Med Rep, 2015, 11(3): 2341-2347.
- [8] Jepperson M A, Cernigliaro J G, Elsh I, et al. In Vivo Comparison of radiation exposure of dual-energy CT versus low-dose CT versus standard CT for imaging urinary calculi[J]. J Endourol, 2015, 29(2): 141-146.
- [9] Ippolito D, Lombardi S, Trattenero C, et al. CT enterography: Diagnostic value of 4th generation iterative reconstruction algorithm in low dose studies in comparison with standard dose protocol for follow-up of patients with Crohn's disease[J]. Eur J Radiol, 2016, 85(1): 268-273.
- [10] 赵洪波,曲良勇,张沉石,等. DR摄片管电压与影像质量和辐射剂量的相关性研究[J]. 医疗卫生装备, 2013, 34(5): 108-110.
- [11] Noto D, Funama Y, Utsunomiya D, et al. Patient-specific tube-voltage selection at coronary CT angiography based on the combination of X-ray attenuation on scout views and body mass index: how can appropriate radiation dose be achieved[J]. Acta Radiol, 2015, 56(10): 1171-1179.
- [12] 贾永军,于楠,杨创勃,等. 基于模型的迭代重建中降噪设置对减小CT血管成像辐射剂量的实验研究[J]. 中国医学影像学杂志, 2017, 25(11): 872-875, 880.
- [13] 陈海波,施丹,余日胜. 颈部低剂量CT检查实验及临床应用[J]. 浙江医学, 2013, 35(15): 1428-1431.
- [14] 朱玉春,邢伟,王建良,等. 不同管电压下CT尿路成像辐射剂量与图像质量对照研究[J]. 临床放射学杂志, 2015, 34(1): 132-136.
- [15] Lim J, Park E A, Lee W, et al. Image quality and radiation reduction of 320-row area detector CT coronary angiography with optimal tube voltage selection and an automatic exposure control system: comparison with body mass index-adapted protocol[J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2015, 31(Suppl1): 23-30.
- [16] 刘学玲,周建军,陈宏伟,等. 双能CT双期增强扫描不同管电压图像对小透明细胞肾癌的诊断价值[J]. 中华放射学杂志, 2013, 47(11): 997-1001.
- [17] 常雯,赵雯,沈莎莎,等. 低管电压联合迭代重建技术在甲状腺CT检查中的可行性[J]. 中国医学影像学杂志, 2017, 25(12): 889-891, 893.
- [18] 李青青,赵卫,李德艳,等. 低管电流联合SAFIRE重建在颈部肿大淋巴结的双能量CT扫描中的应用[J]. 实用放射学杂志, 2016, 32(4): 607-609, 617.
- [19] 杨斌,赵卫,雷静,等. 智能最佳kV技术联合SAFIRE迭代重建在体检人群胸部CT检查中的图像质量评估[J]. 实用放射学杂志, 2014, 30(1): 138-142.
- [20] Chen C Y, Hsu J S, Jaw T S, et al. Lowering radiation dose during dedicated colorectal cancer MDCT: comparison of low tube voltage and sinogram-affirmed iterative reconstruction at 80kV pversus blended dual-energy images in a population of patients with low body mass index[J]. Abdom Imaging, 2015, 40(7): 2867-2876.
- [21] 孙云凤,周洋,方芳,等. 应用反向滤过及迭代重建方法评估标准放射剂量与低剂量颈椎CT图像质量的对比研究[J]. 现代生物医学进展, 2014, 14(4): 726-730.
- [22] 杨尚文,邵明冉,杨献峰,等. “三低”技术联合全模型迭代重建算法在头颈部CT血管成像中的可行性研究[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2017, 37(1): 62-67.

(收稿日期: 2019-04-25)