论　著

自适应统计迭代重建技术在儿内科患儿胸部CT检查中的应用

1.深圳市宝安区松岗人民医院儿科
（广东 深圳 518015）
2.香港大学深圳医院儿科
（广东 深圳 518053）
胡光玉[1]　童和平[1]　叶永灿[1]
吴丽萍[2]

【摘要】**目的** 探究自适应统计迭代重建(ASIR)技术在儿内科患儿胸部CT检查中的应用价值。**方法** 纳入于我院儿内科行胸部CT检查的患儿60例，随机分为研究组与对照组，各30例。研究组胸部CT检查采用ASIR技术重建图像，对照组采用传统滤波反投影(FBP)技术重建图像。选择2名高年资儿内科影像医师双盲法阅片，采用5分制法主观评价图像质量，测量左心室最大层面及同层面背部竖脊肌客观噪声值，并比较两组容积CT剂量指数(CTDIvol)及剂量长度乘积(DLP)。**结果** 两组图像质量评分、客观噪声比较差异无统计学意义(P＞0.05)；研究组CTDIvol、DLP显著低于对照组，差异有统计学意义(P＜0.05)；2名医师对图像质量评估的一致性较好(Kappa=0.65)，所有图像质量均能满足诊断要求标准。**结论** 在儿内科患儿胸部CT检查中应用ASIR技术可在确保图像质量的同时降低辐射剂量，具较高水平应用价值。

【关键词】自适应统计迭代重建技术；滤波反投影技术；儿内科；胸部CT
【中图分类号】R733
【文献标识码】A
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2020.11.019

通讯作者：胡光玉

Application of Adaptive Statistical Iterative Reconstruction Technique in Chest CT Examination of Children in Pediatric Internal Medicine Department

HU Guang-yu, TONG He-ping, YE Yong-can, et al., Department of Pediatrics, Songgang People's hospital of Shenzhen, Shenzhen 518015, Guangdong Province, China

[Abstract] ***Objective*** To explore the value of adaptive statistical iterative reconstruction (ASIR) technique in chest CT examination of children in pediatric internal medicine department. ***Methods*** Sixty children undergoing chest CT examination in pediatric internal medicine department of the hospital were randomly divided into the study group and the control group, 30 cases in each group. The images of chest CT scan for the study group were reconstructed with ASIR technique while the images of the control group were reconstructed by traditional filtered back projection (FBP) technique. Two experienced imaging physicians in pediatric internal medicine department were selected for double-blind reading. The image quality was subjectively evaluated by the 5-point method. The objective noise values of the maximum level of left ventricle and the erector spinae muscles at the same level were measured. The volumetric CT dose index (CTDIvol) and dose length product (DLP) were compared between the two groups. ***Results*** There was no significant difference in image quality score or objective noise between the two groups (P＞0.05). The CTDIvol and DLP in the study group were significantly lower than those in the control group (P＜0.05). The consistency of the assessment of image quality by the two physicians was good (Kappa=0.65) and all image quality met the diagnostic requirements. ***Conclusion*** The application of ASIR technique in chest CT examination of children in pediatric internal medicine department helps reduce the radiation dose while ensuring image quality, with application value.

[Key words] Adaptive Statistical Iterative Reconstruction Technique; Filtered Back Projection Technique; Pediatric Internal Medicine Department; Chest CT

CT检查是临床常用影像学检查方法，适用于胸部多种疾病的检出，应用日益广泛[1]。随着人们对电离辐射认知的增加，特别是对于儿童来说，其器官、功能尚未发育完善，对电离辐射更为敏感，辐射致癌风险大幅提高，如何在明确疾病诊断的前提下避免过多放射剂量成为临床研究的重点[2]。自适应统计迭代重建(ASIR)技术是基于图像数据空间与投影数据空间的一种新型CT重建算法，与传统的滤波反投影(FBP)技术比较，可在保证CT重建后图像质量及不影响临床诊断的前提下，大幅降低辐射剂量[3-4]。本研究旨在探究在儿内科患儿胸部CT检查中应用ASIR技术的价值，评价其应用可行性。报道如下。

1　资料与方法

1.1 一般资料　纳入2016年9月至2018年9月于我院儿内科行胸部CT检查的患儿60例，均为1个月～6岁发育正常患儿，患儿家属自愿签署知情同意书，且排除严重心脏疾病、胸部肿瘤、胸廓畸形及肥胖患儿。随机分为研究组与对照组，各30例。研究组男16例、女14例；年龄1个月～6岁，平均(2.43±0.59)岁。对照组男18例、女12例；年龄2个月～5岁，平均(2.30±0.47)岁。本研究经医院伦理委员会批准，两组患儿性别、年龄比较无统计学差异(P＞0.05)。

1.2 CT检查方法 患儿取仰卧位，平静呼吸下进行扫描，扫描范围自胸廓入口至膈肌水平。对于无法配合的低龄患儿，检查前给予10%水合氯醛(0.5mL/kg)口服。研究组采用美国GE公司宝石能谱CT(Discovery CT750HD)扫描仪，扫描参数：管电压120kV，螺距1.375:1，转速0.8s/r，自动管电流调节技术(ATCM)设置管电流10～350mA。根据患儿年龄设置噪声指数(NI)，1～12个月NI值11，1～3岁NI值13，4～6岁NI值15。所得原始数据通过30% ASIR与70% FBP混合重建图像。对照组采用美国GE公司Lightspeed VCT扫描仪，扫描范围、参数同研究组，噪声指数8HU。所得原始数据采用FBP技术重建图像。

1.3 图像评价 将重建后图像传至GE AW 4.6CT工作站，隐藏扫描参数及患儿信息。图像以肺窗(窗宽1400HU，窗位-600HU)和纵膈窗(窗宽350HU，窗位50HU)显示。由2名高年资且工作经验丰富的儿内科影像医师对图像质量进行评估与分析。①主观评价：2名医师采用双盲法结合肺窗及纵膈窗图像进行质量评分，评分标准：解剖结构、病灶与周围关系显示清晰，信噪比好，无伪影，可完全满足诊断要求为5分；解剖结构及病灶与周围关系显示基本清晰，信噪比较好，伪影少，可满足诊断要求为4分；解剖结构及病灶与周围关系显示略模糊，信噪比欠佳，可见伪影，基本满足诊断要求为3分；解剖结构及病灶与周围关系显示较差，信噪比较差，可见明显伪影，不能满足诊断要求为2分；解剖结构及病灶与周围关系显示模糊难以辨认，不合格，信噪比差，可见明显伪影，无法满足诊断要求为1分。②客观评价：2名医师在每份病例纵膈窗左心室最大层面设置ROI(20～120mm^2)测量CT值及标准差，ROI大小设定为同层面降主动脉截面面积1/2大小，并测量同层面背部竖脊肌CT值及标准差(确保ROI大小尽量一致)，取该标准差平均值作为图像的客观噪声，测量3次取平均值。

1.4 分析指标 记录两组患儿辐射剂量参数，包括容积CT剂量指数(CTDIvol)及剂量长度乘积(DLP)。

1.5 统计学分析 借助SPSS 20.0软件整合研究数据，图像质量评分、客观噪声、CTDIvol、DLP通过($\bar{x}\pm s$)呈现，行t检验。借助Kappa检验评价不同观察者评定结果的一致性，Kappa＜0.4为一致性较差，0.4≤Kappa＜0.6为一致性一般，0.6≤Kappa＜0.8为一致性良好，Kappa≥0.8为一致性好。P＜0.05为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 图像质量评分、客观噪声、CTDIvol、DLP比较 两组图像质量评分、客观噪声比较差异无统计学意义(P＞0.05)；研究组CTDIvol、DLP显著低于对照组(P＜0.05)，见表1。

2.2 图像诊断接受率及主观图像噪声盲法评价结果 2名医师对图像质量评估的一致性较好(Kappa=0.65)。研究组纵膈窗主观诊断接受率高于肺窗，而对照组纵膈窗主观诊断接受率低于肺窗，研究组图像平均噪声高于对照组；以纵膈窗为判断标准，研究组平均接受率为3.90，对照组平均接受率为3.98，提示所有图像质量均符合诊断要求，见表2。

2.3 示范病例 见图1-4。

3 讨 论

CT具有电离辐射。处于生长发育期的儿童各器官及功能发育尚不完善，其细胞分裂更新速度以及对射线的敏感性均远高于成人(约为成人的10多倍)，因此其吸收CT剂量更高，相应损伤及致癌风险亦大幅增加[5-6]。故如何控制儿内科患儿CT检查辐射剂量已成为临床研究的热点。低剂量扫描由Naidich等在1990年首次提出，近年来随着降低管电压、管电流等方法研究的深入，应用于临床的辐射剂量已显著降低[7]。ASIR等迭代重建(IR)技术是通过迭代法比较理论投影值与实测投

表1 两组图像质量评分、客观噪声、CTDIvol、DLP比较($\bar{x}\pm s$)

组别	图像质量评分(分)	客观噪声	CTDIvol(mGy)	DLP(mGy-cm)
研究组	3.50±0.71	10.45±3.64	0.81±0.28	26.20±7.16
对照组	3.60±0.62	9.15±2.51	1.75±0.72	56.00±22.71
t	0.581	1.610	6.665	6.855
P	0.563	0.113	＜0.001	＜0.001

表2 两组图像诊断接受率及主观图像噪声盲法评价结果

组别		诊断接受率		主观噪声	
		肺窗	纵膈窗	肺窗	纵膈窗
研究组	医师1	3.25	3.88	3.55	3.72
	医师2	3.37	3.90	3.60	3.58
对照组	医师1	4.18	4.04	4.15	3.80
	医师2	4.12	3.95	4.26	3.61

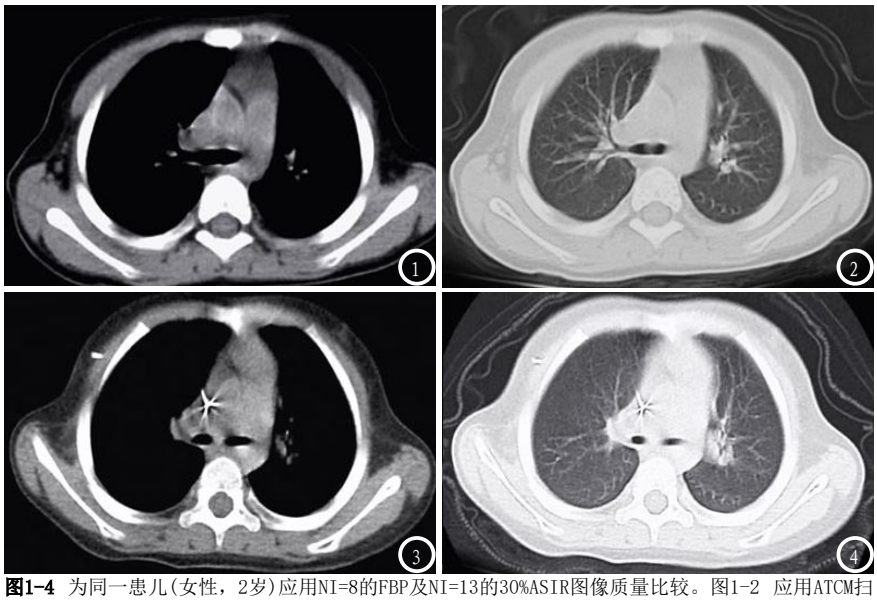

图1-4 为同一患儿(女性，2岁)应用NI=8的FBP及NI=13的30%ASIR图像质量比较。图1-2 应用ATCM扫描，NI=8，CTDI=2.44，DLP=74.34；图3-4 应用NI=13的30%ASIR扫描，CTDI=0.84，DLP=19.28。与图1-2比较，图3-4图像噪声略有增高，点状噪声增多，但纵膈组织分界及肺纹理显示清晰，图像质量并无明显降低，不影响诊断标准。

影值，修正实测投影数据，获取最优投影数据以重建CT图像的新型技术方法，可在降低辐射剂量的同时保证图像质量[8]，现已被广泛应用于临床。传统的FBP重建要求每次投影测量数据都是精确定量、完全的，故当辐射剂量降低时，重建的图像质量会明显降低，影响诊断结果[9]。而IR重建不同，其利用矩阵代数可计算出预期图像投影，并与实际投影进行比较校正，对校正后的对象进行新的迭代过程，生成最后图像，所需投影数较少，可改善噪声，在数据不完全及低剂量条件下获得高质量图像。国内外许多研究表明，IR重建技术在减少辐射扫描剂量的同时，提高扫描图像质量[10-11]，证实了IR重建技术应用于全身多器官扫描的可行性。

心脏是纵膈窗所能显示的具有最大面积均匀的物质[12]，故临床通常选择左心室最大截面获取噪声值，并且测量同层面、同大小背部肌肉的噪声值，计算平均值获得图像客观噪声。本研究针对儿童发育的特点，选择同层面降主动脉面面积1/2大小的ROI进行测量，结果显示两组客观噪声比较无统计学差异。本研究主要通过对纵膈窗及肺窗进行主观评分评价图像质量。对于低年龄患儿，由于其脂肪成分相对缺乏，无法准确区分纵膈内大血管、淋巴结等结构[13]，结果表明两组均可评价纵膈和肺门形态，但无法分辨是否存在淋巴结。提示噪声增加对图像质量的影响有限，随着脂肪含量的增加，年龄较大的儿童可清楚地区分纵膈内结构。另外值得关注的是，部分患儿不能明确区分室间隔、心肌与心腔内结构，无法进一步提示心室内病变。临床诊疗肺部病变主要通过对比病变与周围正常组织和判断图像噪声水平，由于肺组织含气量多，天然对比良好，X线吸收率低，其低密度病变区的显示相比其他组织更为明显。但本研究发现，研究组肺窗诊断接受率明显低于对照组，其噪声值评分也明显下降。分析其原因，笔者认为可能是因为随着辐射剂量的减少，一些小肺间质的量子噪声增大，影响了肺窗的观察质量。ASIR技术应用过程中两个最重要的参数是调整IR权重值和适当降低扫描条件，以获得满足诊断要求的图像[14]。国内外针对权重值的研究较多，但关于儿童肺部CT检查的研究较少，关于成人的研究学者们多推荐30%～50%权重，以对获得图像最小的影响减少辐射剂量[15]。国内外研究人员对不同权重ASIR噪声的研究，认为30%的权重实际上可以减少约20%的噪声，故本研究据此适当提高了NI值，以降低患儿辐射剂量。

综上所述，在儿内科患儿胸部CT检查中应用ASIR技术有助于在确保图像质量的同时降低辐射剂量。

参考文献

[1]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.

[2]Weir V,Zhang J.SU-F-P-45:Clinical Experience with Radiation Dose Reduction of CT Examinations Using Iterative Reconstruction Algorithms[J].Medical Physics,2016,43(6):3368.

[3]Brady SL,Moore BM,Yee BS,et al.Pediatric CT:implementation of ASIR for substantial radiation dose reduction while maintaining pre-ASIR image noise[J].Radiology,2014,270(1):223-231.

[4]侯超,张晓东,刘建新,等.59521例CT检查辐射剂量分析[J].放射学实践,2016,31(12):1155-1158.

[5]顾建华,卓维海.降低儿童X射线CT检查辐射剂量的研究进展[J].中国医学物理学杂志,2014,31(5):5105-5108,5113.

[6]Kubo T,OhnoY,Kauczor H U,et al.Radiation dose reduction in chest CT--review of available options[J].European Journal of Radiology,2014,83(10):1953-1961.

[7]Komlosi P,Zhang Y,Leiva-Salinas C,et al.Adaptive statistical iterative reconstruction reduces patient radiation dose in neuroradiology CT studies[J].Neuroradiology,2014,56(3):187-193.
[8]董继伟.CT迭代重建技术原理及其研究进展[J].中国医学装备,2016,13(10):128-133.
[9]许书聪,闫淯淳,郭宏伟,等.自适应迭代重建技术在儿童胸部低剂量CT扫描中的应用价值[J].生物医学工程与临床,2017,21(2):155-158.
[10]Schäfer M L,Lüdemann L,Böning G,et al.Radiation dose reduction in CT with adaptive statistical iterative reconstruction (ASIR) for patients with bronchial carcinoma and intrapulmonary metastases.[J].Clinical Radiology,2016,71(5):442-449.
[11]高军,于彤,刘志敏,等.自适应迭代重建算法在儿童低剂量颈椎CT检查中的应用价值[J].中华放射学杂志,2016,50(1):37-40.
[12]孙记航,彭芸,张祺丰,等.儿童低剂量胸部CT中自适应迭代重建权重最佳阈值的初步研究[J].临床放射学杂志,2014,33(4):604-608.
[13]孙记航,王帆宁,段晓岷,等.自适应迭代重建技术结合高分辨算法提高儿童低剂量胸部CT肺脏病变显示的能力[J].中国医学影像技术,2017,33(5):773-777.
[14]Kim H G,Lee H J,Lee S K,et al.Head CT:Image quality improvement with ASIR-V using a reduced radiation dose protocol for children[J].European Radiology,2017,27(9):3609-3617.
[15]颜利辉,陈飞,姚立正,等.前置自适应统计迭代重建技术对胸部CT辐射剂量和图像质量的影响:体模与临床研究[J].中国医学影像技术,2017,33(3):468-472.

(本文编辑:谢婷婷)

【收稿日期】2018-11-24