

## IRIS 算法对儿童头颅 CT 图像质量的影响

朱乐, 刘永华, 雷子乔, 田志梁

**【摘要】 目的:**探讨在儿童头颅扫描时迭代图像空间重建算法(IRIS)对图像客观噪声和主观图像质量的影响,评价其在儿童头颅 CT 低剂量扫描中的价值。**方法:**回顾性分析头颅螺旋 CT 诊断报告显示无异常的 80 例儿童病例的原始影像数据,分别采用滤过反投影(FBP)算法和 IRIS 算法进行重建,选择后颅窝颞骨岩部小脑层面和基底节层面为兴趣区来研究两种算法对图像质量的影响。图像客观评价以兴趣区内测量的 CT 值的标准差表示客观图像噪声值,图像主观质量评价由两位放射医师采用 5 分制进行评分。对两组算法的图像客观噪声值与图像主观质量评分进行相关性分析。**结果:**在 IRIS 组和 FBP 组图像客观噪声值中,后颅窝层面分别为(3.65±0.35)和(3.83±0.41)HU,基底节层面分别为(3.58±0.42)和(3.73±0.26)HU,两组算法间差异有统计学意义( $P<0.05$ ),IRIS 组较 FBP 组客观噪声值减低。在 IRIS 组和 FBP 组图像主观质量评分中,后颅窝层面分别为(3.99±0.42)和(3.31±0.57)分,基底节层面分别为(4.15±0.54)和(3.59±0.57)分,两组间差异有统计学意义( $P<0.05$ ),IRIS 组在两个层面的图像质量评分均高于 FBP 组。两组算法的图像客观噪声值与图像主观质量评分之间呈负相关性( $r=-0.730, P=0.001$ ),说明图像客观噪声降低,图像主观质量评分增加。**结论:**在儿童头颅 CT 扫描中运用 IRIS 算法可减低图像客观噪声,提高图像主观评价质量,为儿童头颅低剂量 CT 扫描提供依据。

**【关键词】** 儿童; 图像处理, 计算机辅助; 体层摄影术, X 线计算机

**【中图分类号】** R814.42 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2012)09-1014-03

**The influence of Iterative reconstruction in image space (IRIS) on image quality of cranial CT in children** ZHU Le, LIU Yong-hua, LEI Zi-qiao, et al, Department of Radiology, Xiehe Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, P. R. China

**【Abstract】 Objective:** To evaluate the feasibility of using Iterative reconstruction in image space (IRIS) to reduce image noise and improve subjective image quality in cranial CT in children. **Methods:** Eighty children undergoing cranial CT without abnormal finding were retrospective analyzed. Raw data were reconstructed using standard (Filtered back projection, FBP) and IRIS. Two anatomic levels (posterior fossa, basal ganglia) were collected respectively, and the objective noise of all 320 images as well as subjective classification of image quality (using a scale with five categories) were recorded and analysed statistically. **Results:** The objective noise in the posterior fossa level was (3.65±0.35 in IRIS) and (3.83±0.41 in FBP), while the noise in basal ganglia level was (3.58±0.42) and (3.73±0.26) respectively. The difference between the two groups was statistically significant ( $P<0.05$ ), IRIS images subjective score was better than FBP images in two levels, including the level of the posterior fossa (3.99±0.42) and (3.31±0.57), basal ganglia level showed (4.15±0.54) and (3.59±0.57). The relationship between subjective image quality score and objective noise showed a negative correlation ( $r=-0.730, P=0.001$ ), as the objective noise reducing and subjective image quality score increasing. **Conclusion:** Using IRIS reconstruction can reduce image noise and improve subjective image quality in cranial CT, comparing with standard FBP reconstruction, IRIS reduces image noise in cranial CT thus provides potential for reducing radiation exposure.

**【Key words】** Child; Iterative reconstruction; Image processing, computer-assisted; Tomography, X-ray computed

目前 CT 机主流算法是基于解析重建的滤波反投影(filtered back projection, FBP)算法,其固有特性决定了其成像质量易受 X 线光子统计波动影响。当辐射剂量降低或投影数据采集不足时,重建图像质量差。因此各 CT 制造厂商均在加紧迭代重建算法的研究,2010 年,迭代图像空间重建算法(iterative reconstruction in image space, IRIS)开始应用于临床。电离辐射对儿童的潜在辐射危害比成人大,因此低剂量儿童

CT 检查日益受到放射工作者的关注<sup>[1]</sup>,本研究旨在探讨在儿童头颅 CT 扫描中应用该算法降低图像客观噪声和改善图像主观质量的价值,为开展儿童头颅低剂量 CT 扫描提供参考。

## 材料与方法

### 1. 一般资料

搜集 2010 年 11 月—2011 年 12 月在我院行头颅 CT 检查,且 CT 诊断报告显示无异常的 80 例儿童病例,对其 CT 原始数据进行分析。男 41 例,女 39 例,年龄 2~36 个月,平均年龄(9.6±1.2)个月。此项回顾性研究只对原始影像数据进行重建,因此所有患者

作者单位:430022 武汉,华中科技大学同济医学院附属协和医院放射科

作者简介:朱乐(1985—),男,陕西西安人,硕士研究生,技师,主要从事影像技术临床与教学研究工作。

通讯作者:刘永华, E-mail:liuyonghua9988@163.com

知情权得到豁免。

## 2. 扫描技术和重建

CT扫描采用128层螺旋CT机(Somatom Definition AS+, Siemens AG, Germany),管电压100 kV,管电流80 mAs,扫描层厚1.5 mm,螺距0.8,准直器宽度 $128 \times 0.6$  mm,旋转时间0.75 s/r。患儿取仰卧位,以听眉线为扫描基线。所有病例原始数据同时采用FBP和IRIS算法进行重建,层厚5 mm,层间距5 mm,视野 $18 \text{ cm} \times 18 \text{ cm}$ ,矩阵 $512 \times 512$ ,FBP图像卷积核c30f,IRIS图像卷积核j30f,选择2个解剖层面,分别是幕下后颅窝颞骨岩部小脑层面和幕上基底节层面,研究两种算法对图像质量的影响,共320帧图像。

## 3. 图像客观噪声测量

选择2个兴趣区(ROI),分别为右侧小脑实质层面及基底节区层面的右侧额叶白质区,为减少部分容积效应,测量点应远离颅骨边缘,所有ROI面积均为 $0.50 \text{ cm}^2$ ,测量3次,以CT值标准差的均值作为图像客观噪声值。

## 4. 图像主观质量评分

由两名主治以上职称儿科放射医师对各层面图像从组织分辨力、图像清晰度、显示结构及图像是否满足临床诊断要求等方面进行综合评价,采用盲法对图像质量进行5分制评分,具体分值规定为:不合格,完全不能满足诊断要求为1分;较差,不能满足诊断要求为2分;一般,能满足诊断要求为3分;良好,能满足诊断要求为4分;优,能满足诊断要求为5分。 $\geq 3$ 分被认为符合临床诊断要求,对意见不一致的病例,由两位医生协商统一后得出结论。

## 5. 统计学处理

采用SPSS 19.0统计软件进行数据分析,两种重建算法各层面的图像客观噪声值比较采用配对 $t$ 检验,图像主观质量评分组间比较采用Wilcoxon秩和检验。采用Spearman线性相关分析评估图像客观噪声与图像主观质量评分的相关性,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 结果

### 1. 图像客观噪声

FBP组及IRIS组图像客观噪声值见表1。配对 $t$ 检验结果显示,FBP组和IRIS组客观噪声值比较差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),提示IRIS降低噪声能力优于FBP(图1、2)。

表1 两种算法在各层面的图像客观噪声 (HU)

层面	FBP组	IRIS组	$t$ 值	$P$ 值
后颅窝小脑层面	$3.83 \pm 0.41$	$3.65 \pm 0.35$	4.782	$< 0.001$
基底节区层面	$3.73 \pm 0.26$	$3.58 \pm 0.42$	2.956	0.004

### 2. 图像主观质量评分

FBP组及IRIS组图像主观质量评分见表2。Wilcoxon秩和检验结果显示,两组算法在两个层面的图像质量评分差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),IRIS组图像主观质量评分均高于FBP组。

表2 两种算法在各层面的图像主观质量评分

层面	FBP组	IRIS组	$Z$ 值	$P$ 值
后颅窝小脑层面	$3.31 \pm 0.57$	$3.99 \pm 0.42$	-6.205	$< 0.001$
基底节区层面	$3.59 \pm 0.57$	$4.15 \pm 0.54$	-5.823	$< 0.001$

### 3. 图像主观质量评分与图像客观噪声相关性

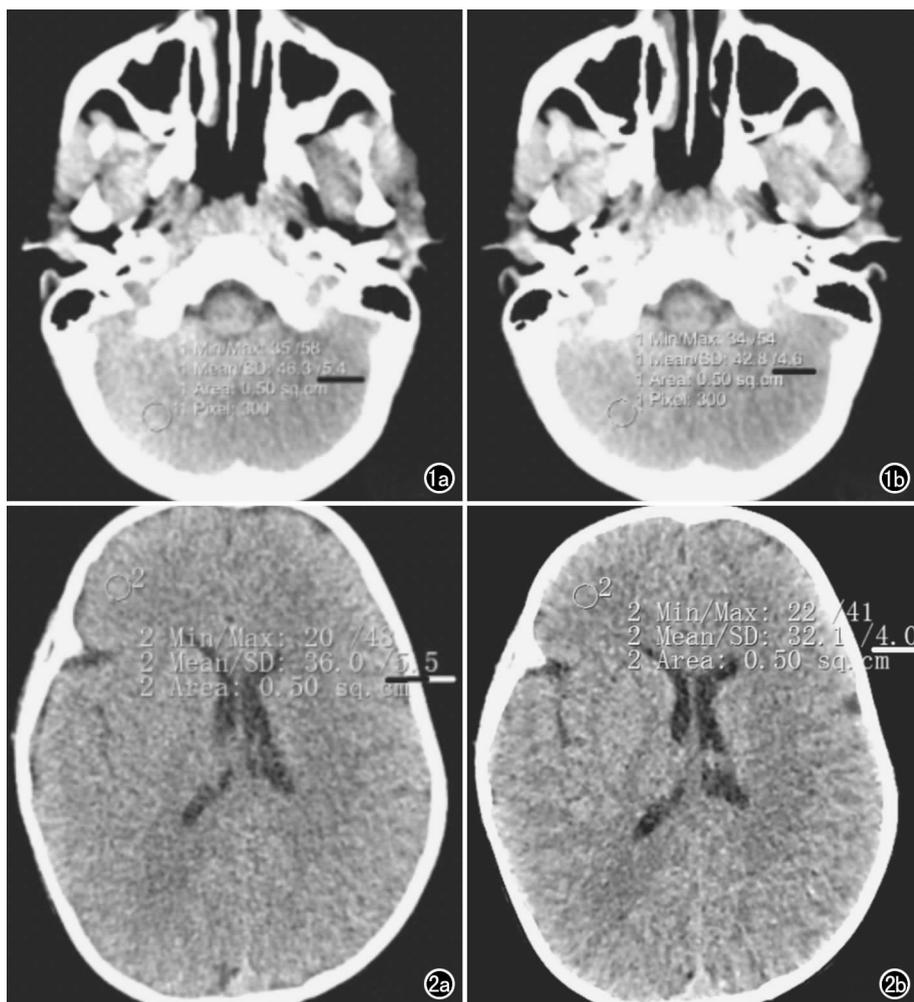


图1 女,20个月,后颅窝层面小脑实质CT值及其标准差的测定。a)用FBP算法进行重建,客观噪声值为5.4;b)用IRIS算法进行重建,客观噪声值为4.6。图2 基底节区层面右侧额叶白质CT值及其标准差的测定。a)用FBP算法进行重建,客观噪声值为5.5;b)用IRIS算法进行重建,客观噪声值为4.0。

两种算法图像的主观质量评分与客观噪声值之间均呈显著负相关( $r = -0.730, P = 0.001$ ),说明客观噪声降低,图像主观质量评分增加。

## 讨论

迭代重建算法最早成功应用于发射断层成像(SPECT、PET),即使发射数据信噪比低,迭代重建仍可以重建出高质量和低噪声的图像<sup>[2]</sup>,但缺点是计算数据量大,是反投影算法的100~1000倍<sup>[3]</sup>,重建速度极慢,阻碍了迭代算法的应用。随着计算机技术的发展,近年来迭代重建算法又成为研究热点<sup>[4]</sup>。2010年,西门子公司开发的迭代重建图像空间算法应用于临床,该技术不以原始图像为参考影像,而以模影像为基础<sup>[5]</sup>,能更加有效地整合探测器几何角度的数据,使笔形探测器变为锥形,潜在数据得到更好的利用,这为降低CT扫描剂量提供了物理基础,本研究即是对该算法在儿童低剂量技术中的应用等问题进行探讨。

目前儿童的低剂量CT扫描技术应用很普及,降低辐射剂量的方法有降低管电压、管电流,提高螺距、自动管电流调节技术(automatic tube current modulation, ATCM)及减少扫描范围等<sup>[6]</sup>。应用降低图像噪声的滤过方法,在大幅降低曝光量的情况下,改善图像质量,使低曝光量也可得到低噪声影像,降低了辐射剂量<sup>[7-8]</sup>。有文献指出,在不同的毫安秒扫描模式下,影响婴幼儿头颅低剂量CT扫描图像质量的客观因素主要是小脑层面固有高噪声及头颅最大前后径(maximum anteroposterior diameter, MAPD)<sup>[9]</sup>,但尚未见同一扫描模式下,比较不同重建算法对图像质量影响的临床应用报道。

本研究采用两种重建算法对具有代表性的儿童头颅CT图像的后颅窝、基底节层面进行比较,图像主观质量评分用于评估颅底伪影、小脑结构、基底节层面灰、白质对比度、颅骨边界、脑沟锐利度等,研究结果显示IRIS和FBP算法的图像主观质量评分后颅窝层面分别为 $(3.99 \pm 0.42)$ 和 $(3.31 \pm 0.57)$ 分,基底节层面分别为 $(4.15 \pm 0.54)$ 和 $(3.59 \pm 0.57)$ 分;IRIS算法图像评分均高于同层面的FBP算法,差异均有统计学意义( $Z = -6.205, P < 0.001; Z = -5.823, P < 0.001$ )。以上结果表明,在对儿童头颅CT图像的同—原始数据采用两种算法进行重建时,各层面的图像主观质量是有差异的,IRIS算法组图像主观质量优于FBP组,表明通过IRIS算法获得的图像能够得到更高的主观诊断评分。

在本研究中,IRIS和FBP算法在各层面的图像客观噪声值后颅窝层面分别为 $(3.65 \pm 0.35)$ 和 $(3.83 \pm 0.41)$ HU,基底节层面分别为 $(3.58 \pm 0.42)$

和 $(3.73 \pm 0.26)$ HU;结果显示两种算法客观图像噪声值的差异有统计学意义( $t = 4.782, P < 0.001; t = 4.782, P = 0.004$ ),IRIS算法组图像客观噪声小于FBP组,表明在用IRIS算法进行重建时,降低了客观图像噪声值。

在本研究中,笔者对图像主观质量评分和图像客观噪声值进行了相关性分析,结果显示两者之间呈负相关( $r = -0.730, P = 0.001$ ),研究表明图像客观噪声值降低,主观质量评分增加,提示通过IRIS算法获得的图像既能降低图像噪声,又能兼顾诊断质量评分,平衡了噪声与诊断评分之间的关系;这也说明儿童颅脑CT原始数据经过IRIS算法重建后,适度地降低了客观噪声,对诊断医师阅片影响显著,提高了诊断质量,也为病变的显示及诊断的准确性提供了有利的依据。

综上所述,IRIS算法相对于FBP算法有降低客观噪声的优势,为进一步降低CT辐射剂量提供了依据。由于本研究没有验证在不同千伏、毫安秒的CT扫描模式下采用IRIS算法是否可以得到与常规剂量的FBP算法相同的图像质量,这个问题需要更进一步的研究。

致谢:感染梁斌博士、王勇博士给予的帮助。

## 参考文献:

- [1] 杨珂,李连波,于夕荣.儿童CT扫描剂量估算与辐射危险度评价[J].中放射医学与防护杂志,2008,28(6):668-670.
- [2] Liow JS, Strother SC, Rehm K, et al. Improved resolution for PET volume imaging through three-dimensional iterative reconstruction[J]. J Nucl Med, 1997, 38(10):1623-1631.
- [3] Wang G, Yu H, DeMan B, et al. An outlook on X-ray CT research and development[J]. Med Phys, 2008, 35(3):1051-1064.
- [4] Marin D, Nelson RC, Schindera ST, et al. Low-tube-voltage, high-tube-current multidetector abdominal CT: improved image quality and decreased radiation dose with adaptive statistical iterative reconstruction algorithm-initial clinical experience[J]. Radiology, 2010, 254(1):145-153.
- [5] Bittencourt MS, Schmidt B, Seltmann M, et al. Iterative reconstruction in image space (IRIS) in cardiac computed tomography: initial experience[J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2011, 27(7):1081-1087.
- [6] Kalra MK, Maher MM, Toth TL, et al. Strategies for CT radiation dose optimization[J]. Radiology, 2004, 230(3):619-628.
- [7] Achenbach S, Giesler T, Ropers D, et al. Comparison of image quality in contrast-enhanced coronary-artery visualization by electron-beam tomography and retrospectively electrocardiogram-gated multislice spiral computed tomography[J]. Invest Radiol, 2003, 38(2):119-128.
- [8] Linton OW, Mettler FA Jr. National conference on dose reduction in CT with an emphasis on paediatric patients[J]. AJR, 2003, 181(2):321-329.
- [9] 谢娜,干芸根,王宏伟,等.影响儿童头颅低剂量CT图像质量的客观因素的研究[J].中放射医学与防护杂志,2010,30(4):472-474.

(收稿日期:2012-01-06 修回日期:2012-02-10)