

文章编号 1006-8147(2015)02-0161-03

论著

# 自适应统计迭代重建算法在头部低剂量 CT 扫描中的应用

王欣宇, 李峰坦

(天津医科大学总医院放射科, 天津 300070)

**摘要** 目的:使用自适应统计迭代重建技术(ASiR)算法,在宝石 CT 进行头颅扫描,探讨头部低剂量扫描的可行性。方法:患者 90 例行头部 CT 检查,随机分为 A、B、C 3 组(每组 30 例)。3 组病例扫描参数相同,A 组单纯行滤波反投影算法(FBP)重建;B 组行 FBP 重建后,打开减少剂量因子 DR,设定为 50%;C 组行 ASiR 重建后,打开减少剂量因子 DR,同样设定为 50%,其余扫描条件 3 组相同。对 3 组图像分别测量空气及侧脑室前角脑脊液 CT 值的标准差,取均值作为图像噪声,由 3 位医师对 3 组数据进行评分。对 3 组数据噪声值及评分分别进行方差分析和秩和检验。结果:A 组的容积 CT 剂量指数( $CTDI_{vol}$ )为 45.79 mGy;B 组为 22.75 mGy;C 组为 22.75 mGy,B、C 组较 A 组降低了 50.31%。C 组图像噪声( $1.96 \pm 0.52$ )显著低于 B 组( $2.92 \pm 0.67$ )( $P < 0.001$ ),与 A 组( $2.12 \pm 0.53$ )无显著性差异( $P = 0.294$ )。3 组图像数据均能满足诊断要求,B 组图像评分较低,A 组和 C 组无显著性差异。结论:在颅脑 CT 扫描中使用 ASiR 算法,保证图像质量的同时可以大幅降低辐射剂量。

**关键词** 低剂量 CT 扫描;自适应统计迭代重建技术;图像质量

中图分类号 R445

文献标志码 A

## Application of adaptive statistical iterative reconstruction algorithm in low-dose head CT

WANG Xin-yu, LI Feng-tan

(Department of Radiology, General Hospital, Tianjin Medical University, Tianjin 300070, China)

**Abstract** **Objective:** To explore the feasibility of low-dose scan in head CT using adaptive statistical iterative reconstruction (ASiR) algorithm in gemstone CT. **Methods:** Ninety patients who received head CT scans were included, were randomly divided into three groups ( $n=30$ ). Standard dose scan group and low dose scan group were treated with the same tube current 300 mA and 260 kV, respectively. After applying dose reduction factor (DR) 50% in B and C group, no differences were found in other scanning parameters. Standard dose scans were reconstructed with filter back projection (FBP) (group A) while low dose scans were performed with FBP (group B) and 50% ASiR (group C). For all 3 groups, s values of air and cerebrospinal fluid in anterior horns of lateral ventricles were measured, the mean value was taken as image noises, and all data were scored by 3 radiologists. Noise values and scores of 3 groups were compared by ANOVA and rank sum test. **Results:**  $CTDI_{vol}$  was lowered by 50.31% in low dose group as compared to standard dose group. Noise measured in group C ( $1.96 \pm 0.52$ ) was significantly lower than group B ( $2.92 \pm 0.67$ ) ( $P < 0.001$ ). However, no significant difference ( $P = 0.294$ ) was found between group A ( $2.12 \pm 0.53$ ) and group C. All three sets of data could meet the diagnostic requirements. Group B had a lower imaging score, but no significant difference between group A and group C was found. **Conclusion:** Applying ASiR algorithm in head CT scan can significantly reduce radiation dose while maintaining image quality and meeting diagnostic requirements.

**Key words** low-dose computed tomography; adaptive statistical iterative reconstruction; image quality

随着 CT 技术的发展尤其是多排螺旋 CT 的快速发展,CT 检查在临床诊断的价值越来越大,应用也越来越广泛,已成为临床不可或缺的检查项目,但其辐射剂量也日益受到关注。头部是 CT 检查应用最早、频率最高的检查部位,因此头颅 CT 低剂量检查具有重要意义。自适应性统计迭代重建(adaptive statistical iterative reconstruction, ASiR)是近年来开发较新的 CT 图像重建算法,能有效降低图像噪

声。近年来多有文献报道将 ASiR 技术应用于胸腹部扫描研究,鲜有应用于头部检查。本研究尝试在宝石 CT(GE OPTIMA CT660)平台上,利用 ASiR 算法,探讨头颅低剂量扫描的可行性。

### 1 资料与方法

**1.1 临床资料** 选取 2013 年 5 月在本院行宝石 CT 头颅扫描的患者 90 例,其中男 69 例,女 21 例,年龄中位值为 42 岁。随机将患者分为 A、B、C 3 组,每组 30 例。3 组患者年龄、身高、体质量、体质量指数(BMI)等一般资料比较差异无统计学意义。

**1.2 检查方法** 扫描前嘱受检者去除头部金属异

基金项目 天津市卫生局科研基金资助项目(2010KZ106)

作者简介 王欣宇(1986-),男,初级技师,学士,研究方向:医学影像学;通信作者:李峰坦,E-mail:left9999@sina.com。

物,仰卧位头先进,平静呼吸,扫描范围从颅底至颅顶层面,常规剂量扫描参数为:Axial 模式,管电压为 260 kV,管电流为 300 mA,旋转时间 0.5 s/r,层厚 5 mm,层间隔 5 mm。3 组病例扫描参数相同,A 组单纯行滤波反投影(FBP)重建,B 组行 FBP 重建后,打开减少剂量因子(dose reduction,DR),设定为 50%,C 组行 ASiR 重建后,打开 DR,同样设定为 50%,其余扫描条件 3 组相同。

1.3 辐射有效剂量计算方法 记录 3 组受检患者接受 X 线辐射的有效剂量(effective dose,ED)。对于 3 组患者数据,在扫描结束后,CT 机会自动给出

容积 CT 剂量指数(CT dose index,CTDI<sub>vol</sub>)和剂量长度乘积(dose length product,DLP)。DLP=CTDI<sub>vol</sub>×Scan length(mGy);而 ED=DLP×影响因子(W)(mSv)。根据辐射剂量计算公式,ED 与 CTDI<sub>vol</sub>成正比关系。

1.4 图像分析方法 3 组图像扫描野空气区域左右各划定感兴趣区(region of interest,ROI),大小为(50±5)mm,记录感兴趣区内 CT 值的标准差;然后再在双侧侧脑室前脚脑脊液内划定感兴趣区,大小为(10±5)mm,记录感兴趣区内 CT 值的标准差;所取得 4 个标准差的均值,代表图像噪声水平。见图 1。

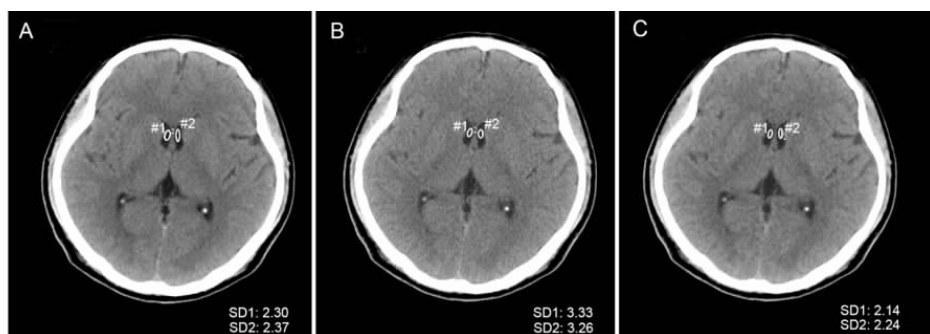


图 1 3 组数据轴位图像比较

Fig 1 Comparison among 3 groups at the axial

1.5 统计学方法 应用统计学 SPSS 16.0 软件,采用单因素方差分析进行比较。

## 2 结果

2.1 辐射剂量 A 组 CTDI<sub>vol</sub> 为 45.79 mGy;B 组 CTDI<sub>vol</sub> 为 22.75 mGy;C 组 CTDI<sub>vol</sub> 为 22.75 mGy。B、C 组的 CTDI<sub>vol</sub> 较 A 组降低了 50.31%。根据辐射剂量公式可知,B、C 组病例的 ED 较 A 组降低约 50%。

2.2 图像质量评估 C 组图像噪声显著低于 B 组( $P<0.001$ ),与 A 组无显著性差异( $P=0.294$ )(表 1)。并且 3 组数据均能满足诊断要求。

表 1 3 组图像噪声水平比较( $\bar{x}\pm s$ )

Tab 1 Comparison among 3 groups the level of image noise( $\bar{x}\pm s$ )

组别	气体噪声 (右)	气体噪声 (左)	脑脊液噪 声(右)	脑脊液噪 声(左)	平均噪 声值
A	1.81±0.59	1.93±0.64	2.44±0.87	2.33±0.97	2.12±0.53
B	2.33±0.52	2.40±0.74	3.54±1.12	3.39±1.04	2.92±0.67
C	1.78±0.49	1.86±0.74	2.21±0.84	2.03±0.74	1.96±0.52
F	9.665	5.033	16.102	17.138	22.57
P	<0.001	0.009	<0.001	<0.001	<0.001

## 3 讨论

随着 CT 技术的发展尤其是多排螺旋 CT 的快速发展,CT 图像重建技术也比以前有了质的飞跃。

迭代算法在 CT 应用的早期就已经出现,但由于计算机落后而迭代算法要求的大计算量,使其无法广泛地应用于临床 CT 检查中。近年来,得益于计算机技术的突飞猛进,迭代算法又重新进入了大家的视野。

3.1 重建算法的原理与区别 常用的 CT 图像重建算法主要有两类:解析算法(analytic reconstruction, AR)和迭代算法(iterative reconstruction, IR)。解析算法具有分辨率高、成像速度快等优点。在解析算法中,应用最多的就是 FBP 技术,目前大多数螺旋 CT 都采用这种重建算法。FBP 技术其优点是快速、可靠,每秒可达 30~40 幅图像。但是 FBP 技术忽略了采集过程中噪声对投影数据的污染,并把噪声带到病人的重建图像中,有时甚至会把噪声放大,从而掩盖了病变和有价值的诊断信息,特别是对低剂量扫描时,它对噪声和伪影都更加敏感,因此限制了其辐射剂量的降低<sup>[1-3]</sup>。

ASiR 技术是一种新的自适应统计迭代重建技术,是在投影数据空间和图像数据空间一种迭代重建算法,它首先从 FBP 算法中得到图像重建的信息,并将它作为图像重建的原始模型。通过研究模型的噪声特性以及数据采集对象的特性,运用统计迭代算法来减少投影噪声的影响,从而在原始数据上尽可能地消除图像噪声,明显提高图像密度分辨

率及图像质量,但基于过于计算耗时,过去只能应用于PET和SPECT图像重建。由于近年来计算机的计算能力大幅提升,使这项技术才可以用于临床CT扫描<sup>[4-6]</sup>。

ASiR技术的优势是,即使采样数据不足和低信噪比的原始数据重建时,利用FBP算法重建处理后得到的图像质量较差时,应用自适应性统计迭代重建算法后,依然可以重建出低噪声、少伪影的较高质量的图像。

**3.2 ASiR技术在头部CT扫描中的意义** 目前,CT检查已成为临床不可替代的检查项目。但CT检查的辐射剂量相对较高,Fujii等<sup>[7]</sup>提供的数据表明,单次头部CT扫描剂量约为5.1~11.1 mSv。美国科学院(national academy of sciences,NAS)于2005年发布的BEIR-VII报告指出,一次CT检查辐射剂量大约为10 mSv。而国际放射防护委员会(international commission on radiological protection,ICRP)估计10 mSv辐射剂量可能导致的癌症发生风险是1/2 000<sup>[8]</sup>。所以,在不影响图像质量的情况下,使检查患者接受最低的辐射剂量是每一个放射工作者共同的理想与目标。目前,低剂量ASiR技术广泛应用于胸部、腹部CT扫描;冠状动脉、肺动脉CTA扫描等报道也较多。Maffei等<sup>[9]</sup>研究认为,使用迭代重建算法行冠状动脉成像扫描,图像质量明显提高,其准确度可以与动脉造影相比拟,同时辐射剂量明显减低。Leipsic等<sup>[10]</sup>在胸部低剂量CT扫描中,发现ASiR技术与FBP技术相比图像质量更好,噪声更低。而本文旨在研究ASiR技术与FBP技术在头部CT扫描中的应用对比,寻求一种高图像质量和低辐射剂量

的CT检查方法,得出结论为ASiR技术比FBP技术具有更加乐观的应用前景。

#### 参考文献:

- [1] Smith P R, Peters T M. RHT:image reconstruction from finite numbers of projections[J]. J Phys, 1973, 6: 361
  - [2] 胡德纯.优质X线影像密度标准的监测及标准值[J].中外医用放射技术,1993,4(3):5
  - [3] Kristina T F, Amyk H, Silva A C. Reducing the radiation dose for CT colonography using adaptive statistical iterative reconstruction:a pilot study[J]. AJR,2010,195(1):126
  - [4] Thibault J B, Sauer K D, Bouman C A, et al. A three-dimensional statistical approach to improved image quality for multislice helical CT[J]. Med Phys, 2007, 34(11): 4526
  - [5] Singh S, Kalra M K, Hsieh J, et al. Abdominal CT: comparison of adaptive statistical iterative and filtered back projection Reconstruction techniques[J]. Radiology, 2010, 257(2): 373
  - [6] 杨尚文,何健,杨献峰,等.ASiR算法结合自动管电流调制技术在胸部低剂量CT中的应用研究[J].医学影像学杂志,2012,22(1):58
  - [7] Fujii K, Aoyama T, Koyama S, et al. Comparative evaluation of organ and effective doses for paediatric patients with those for adults in chest and abdominal CT examinations [J]. Br J Radiol, 2007, 80(956): 657
  - [8] Flicek K T, Hara A K, Silva A C, et al. Reducing the radiation dose for CT colonography using adaptive statistical iterative Reconstruction: A pilot study[J]. AJR Am J Roentgenol, 2010, 195(1): 126
  - [9] Maffei E, Martini C, Rossi A, et al. Diagnostic accuracy of second-generation dual-source computed tomography coronary angiography with iterative reconstructions: a real-world experience[J]. Radiol Med, 2012, 117(5): 725
  - [10] Leipsic J, Nguyen G, Brown J, et al. A prospective evaluation of dose reduction and image quality in chest CT using adaptive statistical iterative reconstruction[J]. AJR Am J Roentgenol, 2010, 195(5): 1095
- (2014-07-07 收稿)