

- helper type 1 and lineages[J]. Nat Immunol, 2005, 6 (11):1123 - 1132
- 2 Park H, Li Z, Yang XO, *et al.* A distinct lineage of CD4 T cells regulates tissue inflammation by producing interleukin 17[J]. Nat Immunol, 2005, 6(11): 1133 - 1141
- 3 Kolls JK, Linden A. Interleukin - 17 family members and inflammation[J]. Immunity, 2004, 21(4):467 - 476
- 4 Al - Ramli W, Prefontaine D, Chouiali F, *et al.* T (H) 17 - associated cytokines (IL - 17A and IL - 17F) in severe asthma[J]. J Allergy Clin Immunol, 2009, 123(5):1185 - 1187
- 5 Kolls JK, Kanaly ST, Ramsay AJ. Interleukin - 17: an emerging role in lung inflammation[J]. Am J Respir Cell Mol Biol, 2003, 28(1):9 - 11
- 6 Hashimoto T, Akiyama K, Kobayashi N, *et al.* Comparison of IL - 17 production by helper T cells among atopic and nonatopic asthmatics and control subjects[J]. Int Arch Allergy Immunol, 2005, 137 Suppl 1:51 - 54
- 7 马超, 任少敏, 刘春枝. 不同严重程度支气管哮喘儿童诱导痰 IL - 17 含量及炎症细胞百分比变化[J]. 国际儿科学杂志, 2012, 39(3):316 - 318
- 8 Oda N, Canelos PB, Essayan DM, *et al.* Interleukin - 17F induces pulmonary neutrophilia and amplifies antigen - induced allergic response[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2005, 171(1):12 - 18
- 9 Hoshino H, Laan M, Sjostrand M, *et al.* Increased elastase and myeloperoxidase activity associated with neutrophil recruitment by IL - 17 in airways in vivo[J]. J Allergy Clin Immunol, 2000, 105(1):143 - 149
- 10 He R, Oyoshi MK, Jin H, *et al.* Epicutaneous antigen exposure induces a Th 17 response that drives airway inflammation after inhalation challenge[J]. Proc Natl Acad Sci USA, 2007, 104(40):15817 - 15822
- 11 Romagnani S, Maggi E, Liotta F, *et al.* Properties and origin of human Th17 cells[J]. Mol Immunol, 2009, 47(1):3 - 7
- 12 魏然, 刘剑波. 白介素 17 在实验性支气管哮喘小鼠气道杯状细胞化生和黏液分泌中的作用[J]. 国际呼吸杂志, 2009, 29(7):399 - 401
- (收稿日期:2013 - 12 - 11)
- (修回日期:2013 - 12 - 23)

低管电压结合 AIDR 技术在优化婴幼儿胸部 CT 扫描方案中的价值

杨富阁 高剑波 梁盼 刘甲 王芳

摘要 目的 探讨低管电压结合自适应迭代剂量降低算法重建技术(AIDR)在优化婴幼儿胸部 CT 扫描方案中的应用价值。**方法** 回顾性分析笔者医院 2013 年 1~5 月间,从拟行胸部 CT 检查显示正常的、无贫血及其他疾病的 0~1 岁婴幼儿中随机选取 40 例,平均分成 A 与 B 两组,A 组扫描时管电压为 80kV,使用适应迭代剂量降低算法重建技术(AIDR);B 组为 100kV,使用常规滤波反投影(FBP)重建技术。比较两组间气管分枝层面降主动脉的 CT 值与标准差(SD)、信噪比(SNR)、对比信噪比(CNR)、CT 剂量指数(CTDI)及剂量长度乘积(DLP)。**结果** 两组的图像质量评分分别为 4.56 ± 0.48 、 4.61 ± 0.45 ,差异无统计学意义($P > 0.05$)。两组 CT 值、SD 分别为 50.36 ± 5.74 HU、 12.57 ± 4.48 和 45.31 ± 4.71 HU、 10.61 ± 3.48 ,A 组高于 B 组,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。两组 SNR 和 CNR 分别为 3.31 ± 1.02 、 2.68 ± 1.21 和 4.31 ± 1.32 、 2.74 ± 0.92 ,B 组均高于 A 组,两组相比无统计学差异($P > 0.05$)。两组的有效辐射剂量分别为 1.79 ± 0.316 、 5.04 ± 0.19 mSv,A 组较 B 组辐射剂量明显降低,平均减少了 65%。**结论** 320 层 CT 在小儿胸部扫描采用 80kV 管电压扫描加 ADIR 重建,图像质量能达到诊断要求,且辐射剂量可显著降低。

关键词 自适应迭代剂量降低算法重建 体层摄影术,X 线计算机 辐射剂量
[中图分类号] R44 [文献标识码] A

Application Value of Low Kilovoltage and Adaptive Iterative Dose Reduction for Optimizing Infant Chest CT Scanning. Yang Fuge, Gao Jianbo, Liang Pan, Liu Jia, Wang Fang. Department of Radiology, The First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Henan 450052, China

Abstract Objective To explore the application value of low kilovoltage and adaptive iterative dose reduction(AIDR) for optimizing infant chest CT scanning. **Methods** This retrospective study included 40 infant patients (0 - 1 year) who clinically diagnosed pulmonary infection underwent chest CT examination between January and May in 2013. All patients were normal and randomly divided into two groups. A group (low - dose group) underwent chest CT examination with 80 kV and AIDR reconstruction, while other 20 patients with 100 kV and FBP reconstruction. The parameters as the mean CT values, SD, signal - to - noise ratio(SNR), contrast - to - noise

ratio(CNR), effective radiation dose(E) and image quality score measured in group A were compared with those in group B. **Results** There was no significant difference in mean image quality scores between two groups(4.56 ± 0.48 in group A, vs. 4.61 ± 0.45 in group B, $P > 0.05$). The values of CT and SD in group A were 50.36 ± 5.74 HU, 12.57 ± 4.48 , and in group B 45.31 ± 4.71 HU, 10.61 ± 3.48 . The values of CT and SD in group A were higher than those in group B ($P > 0.05$). The values of SNR and CNR in group A were 3.31 ± 1.02 , 2.68 ± 1.21 , and in group B 4.31 ± 1.32 , 2.74 ± 0.92 . The values of SNR and CNR in group A were lower than those in group B ($P < 0.05$). The value of ED in group A 1.79 ± 0.316 mSv was decreased by 65% compared to group B 5.04 ± 0.19 mSv ($P > 0.05$). **Conclusion** The images of infant chest CT scanning with 80 kV tube voltage and ADIR reconstruction can obtain optimal images quality for diagnosis requirement, and the radiation dose can obviously reduced.

Key words Sinogram-affirmed iterative reconstruction; Tomography, X-ray computed; Radiation dose

以往 X 线片是胸部疾病主要的评价方法,但其提供的诊断信息较少,且容易受到外来因素的干扰,很难满足临床的实际需求。随着 CT 软硬件技术的不断发展,CT 检查在为临床提供丰富影像信息的同时,不可避免地增加了受检者的辐射剂量^[1]。如何在保证图像质量的前提下有效降低辐射剂量,对于临床患者尤其是婴幼儿患者意义重大。降低管电压在一定程度上可降低辐射剂量,但同时可使图像噪声增加。自适应迭代剂量降低算法(adaptive iterative dose reduction, AIDR)重建技术能不同程度地减少图像噪声,改善图像质量,目前多用于冠状脉动血管以及肺灌注等方面的研究,已取得一定进展^[2]。然而低管电压结合 AIDR 重建技术在婴幼儿常规胸部 CT 图像质量控制方面的研究,迄今国内外尚未见相关报道。本研究管电压采用 80kV 扫描,探讨低管电压结合 AIDR 重建技术在优化婴幼儿胸部 CT 扫描方案中的可行性及价值,旨在探索一种简单易行并能降低辐射剂量的扫描方法。

资料与方法

1. 一般资料:2013 年 1~5 月间,连续选取笔者医院 40 例行常规胸部 CT 平扫显示正常的,无贫血及其他疾病的婴幼儿患者,根据数字表法随机分为两组:A 组(低剂量组)20 例,男性 11 例,女性 9 例,年龄 0~1 岁,中位年龄 0.5 岁;另 20 例为 B 组(对照组),男性 10 例,女性 10 例,年龄 0~0.6 岁,中位年龄 0.3 岁。

2. 扫描设备及方案:采用 Toshiba Aquilion one 320 层螺旋 CT。两组患者管电压分别设置为 80kV、100kV,管电流采用自动剂量调制技术;设置范围 30~150 mAs。转速为 0.35 秒/圈,探测器准直为 320×0.5 mm。扫描结束后自动重建生成层厚与层间距均为 5 mm 的图像。A 组采用 AIDR 算法重建,FC 值=51;B 组采用 FBP 算法重建。

3. 图像质量评价:由两名副主任医师职称的影像诊断医师分别对两组图像行主观评价,主要观察纵隔、大血管、胸膜、胸壁软组织、肺段、亚段支气管显示的清晰度、解剖结构细节、颗粒大小及伪影。图像质量分级采用 5 分制:图像不合格,完

全不能达到诊断要求为 1 分;图像较差、尚不能达到诊断要求为 2 分;图像质量一般、能达到诊断要求为 3 分;图像质量好为 4 分;图像质量优为 5 分。得分 ≥ 3 分即认为图像能满足诊断要求。客观评价采用气管分叉层面降主动脉平均强化 CT 值、标准差(SD)、信号噪声比(signal to noise ratio, SNR)和对比噪声比(contrast to noise ratio, CNR)。感兴趣区面积应尽可能大,范围为 $250 \sim 300$ mm²,注意避开血管壁,在连续层面上重复测量 3 次,取平均数作为各参数值最终结果。

4. 辐射剂量的统计:记录两组扫描模式的检查辐射剂量,包括 CT 容积剂量指数(CT dose index volume, CTDIvol)、剂量长度乘积(dose length product, DLP)、扫描时间(均于 CT 扫描后自动生成),并根据有效剂量(effective dose, ED) = $DLP \times K$ ^[3],计算 ED 值 [$K = 0.039$ mSv/(mGy·cm)]。

5. 统计学方法:采用 SPSS 17.0 统计软件,所有资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示。两组图像的 CTDI、DLP 及剂量、降主动脉 CT 值以及 SD 比较应用独立样本 *t* 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。应用 Kappa 检验分析医师评分结果之间的一致性, $Kappa \geq 0.75$ 为一致性较好, $0.40 \sim 0.74$ 为一致性中等, < 0.40 为一致性较差^[3]。

结 果

1. 图像质量评价:所有患者的图像质量评价均为 3 分以上,能够满足诊断要求。其中, A 组中 5 分共 11 例,占 55%; 4 分共 7 例,占 35%; 3 分共 2 例占 10%。 B 组中 5 分共 9 例,占 45%; 4 分共 8 例,占 40%; 3 分共 3 例,占 15%。2 名医师对图像质量评分的一致性较好 ($Kappa = 0.895$, $P > 0.05$)。两组图像质量评分相比无统计学差异 ($P > 0.05$)。A 组患者在气管分叉层面测量降主动脉的 CT 值与 SD 值均高于 B 组,差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。而 B 组图像的 SNR 和 CNR 均高于 A 组,差异有统计学意义 ($P > 0.05$)。

2. 辐射剂量比较: B 组(DLP)为 129.3 ± 4.9 mGy/cm、A 组为 46.00 ± 8.10 mGy/cm,两组相比差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。B 组(CTDI)为 5.53 ± 0.51 , A 组为 2.92 ± 0.40 ,差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。A 组较 B 组辐射剂量明显降低,平均减少了 65%。

表 1 两组图像质量各评分参数的比较

组别	<i>n</i>	重建方法	SI (HU)	SD	SNR	CNR	图像质量评分
A 组	20	AIDR	50.36 ± 5.74	12.57 ± 4.48	3.31 ± 1.02	2.68 ± 1.21	4.56 ± 0.48
B 组	20	FBP	45.31 ± 4.71	10.61 ± 3.48	4.31 ± 1.32	2.74 ± 0.92	4.61 ± 0.45
<i>t</i>			1.142	2.80	-1.03	-0.59	-2.58
<i>P</i>			>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05

SI. 气管分叉层面降主动脉平均强化 CT 值;SD. 标准差;SNR. 信号噪声比;CNR. 对比噪声比

表 2 两组图像辐射剂量的比较

组别	电压 (kV)	DLP(mGy/cm)	CTDIvol	ED
A 组	80	46.00 ± 8.10	2.92 ± 0.40	1.79 ± 0.316
B 组	100	129.3 ± 4.9	5.53 ± 0.51	5.04 ± 0.19
<i>t</i>		-15.99	-6.983	-15.99
<i>P</i>		<0.05	<0.05	<0.05

DLP. 剂量长度乘积;CTDIvol. CT 容积剂量指数;ED. 有效剂量

讨 论

婴幼儿免疫功能低下,是肺部感染性疾病的好发年龄,平均发生率为 0.18/10 万。婴幼儿处于生长发育高峰期,细胞分裂更新速度迅速,对放射线的敏感度约是成年人的 10 倍^[4]。有研究证实,致癌危险性与受照射的年龄呈正相关,且辐射剂量可随着检查次数的增加而不断累积^[5]。迄今,多层螺旋 CT 成像在鉴别肺部肿块良恶性、评价临床疗效以及治疗后随访过程的临床价值,逐渐得到广泛的认可。然而,常规 CT 扫描会增加受检者的受辐射损害,因此进一步优化检查方案,采用低剂量 CT 扫描至关重要。

管电压与辐射剂量呈正相关,通过调节管电压可降低辐射剂量^[6]。本研究 A 组扫描管电压降至 80kV,辐射剂量较常规 100kV 减少约 65%。这与潘宇宁等^[2]报道较为一致。潘宇宁等^[2]采用 100 kV 管电压行冠状动脉成像,与 120kV 管电压扫描相比,辐射剂量平均减少 78%。但两者存在一定的差异,可能与管电压选择、扫描部位及检查方式不同等因素有关。X 线穿透作用高低取决于管电压,降低管电压可使不同密度组织光电效应增加、吸收差异增大,图像的 CT 值得到提高,但由于有效光子数量减少,重组图像的噪声也将有所增加^[2]。本研究中,两组气管分叉层面降主动脉平均强化 CT 值、SD 相比,A 组平均强化 CT 值增加约 10%。以往 CT 图像重建技术多应用 FBP 算法,其对辐射剂量变化较敏感,容易产生甚至放大噪声和伪影,影响图像质量^[7]。吴瑶媛等^[7]采用 FBP、ASIR 重建算法评估常规剂量的胸部 CT 图像质量,结果显示 FBP 组的图像噪声最大,CNR

最小,图像质量评分也最低。ASIR 算法在不影响图像空间分辨力的前提下,通过迭代方法在原始数据空间中抑制数据的统计噪声性质,达到降低图像噪声的效果,可明显提高图像质量^[8]。王艳等^[3]认为经 ASIR 重建后可降低图像噪声,能更好地显示细小结构及病变。A 组图像经 ASIR 算法重建后,图像主观评分与 B 组相比无明显差异,且 SNR 与 CNR 两组患者相比差别不大,A 组仅轻度高于 B 组,可能与低剂量 CT 扫描可同时增加平均 CT 值和 SD,导致两者比值差异不大有关。

综上所述,采用低管电压结合 ADIR 重建技术能在保证图像质量的同时有效降低辐射剂量,低剂量 CT 扫描较常规 CT 检查可安全应用于婴幼儿胸部成像。

参考文献

- Yuan R, Shuman WP, Earls JP, *et al.* Reduced iodine load at CT pulmonary angiography with dual - energy monochromatic imaging: comparison with standard CT pulmonary angiography - a prospective randomized trial[J]. Radiology, 2012, 290 - 297
- 潘宇宁, 黄求理, 任大卫, 等. 320 层容积 CT 超低剂量扫描在冠状动脉成像中的应用[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2012, 32 (4): 420 - 424
- 王艳, 史大鹏, 朱绍成, 等. 比较以自适应性统计迭代重建技术和滤过反投影重建的低剂量腹部 CT 的图像质量[J]. 中国医学影像技术, 2012, 28 (10): 904 - 906
- 侯志辉, 吕滨, 唐翔, 等. 儿童先天性心脏病双源 CT 胸部增强扫描剂量分析[J]. 中华放射学杂志, 2011, 45 (1): 18 - 21
- David JG, Carl DE, Eric JH, *et al.* Estimated risks of radiation induced fatal cancer from pediatric CT[J]. AJR, 2001, 176: 289 - 296
- 张建生, 孟晓春, 郭宁, 等. Aquilion ONE VOLUM 低剂量扫描技术在儿科的应用价值[J]. 临床医学工程, 2010, 17 (9): 28 - 29
- 吴瑶媛, 王万勤, 刘斌. FBP、ASIR 和 VEO 三种重建算法对常规剂量胸部 CT 图像质量的影响[J]. 中国医学影像技术, 2012, 28 (3): 578 - 575
- Gervaise A, Osemont B, Lecocq S, *et al.* CT image quality improvement using adaptive iterative dose reduction with wide - volume acquisition on 320 - detector CT[J]. Eur Radiol, 2012, 22 (2): 295 - 301

(收稿日期:2013 - 11 - 04)

(修回日期:2013 - 11 - 14)