

• CT 低剂量影像学专题 •

迭代重建对日常 CT 检查平均辐射剂量的影响

戴丽娟, 王霄英, 郭小超, 高歌

【摘要】 目的:对比 3 台不同 CT 设备的常规检查辐射剂量,探讨迭代重建(ASIR)技术对常规检查辐射剂量的影响效果。**方法:**3 台 CT 扫描仪为 A、B、C,其中 C 设备应用迭代重建技术。A 和 B 扫描仪使用原来常用的每台设备记录一周内成人不同部位扫描的实际辐射剂量,包括容积 CT 剂量指数(CTDI vol)和剂量长度乘积(DLP)。每台设备每个部位记录数据各 40 例。对所有数据进行统计学处理, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。选取不同部位相同层面兴趣区,测量噪声值(SD)并进行统计学分析。**结果:**3 台 CT 设备不同部位常规扫描辐射剂量差异有统计学意义($P < 0.05$)。其中头部辐射剂量比较,B 组比 A 组下降 7%(2.84/45.5),C 组比 A 组下降 5%(2.12/45.5);胸部辐射剂量比较,C 组比 A 组下降 55%(8.1/14.87),C 组比 B 组下降了 62%(10.78/17.55);冠脉 CTA 辐射剂量比较,C 组较 A 组下降了 10%(5.57/53.63),C 组较 B 组下降了 25%(16.46/64.52);腹部辐射剂量比较 B 组较 A 组下降了 12%(269.83/2297.21),C 组较 A 组下降了 7%(171.95/2297.21)。**结论:**三台不同 CT 设备的日常检查辐射剂量有区别,C 设备应用迭代重建技术后辐射剂量低于另外两台 CT 设备,尤其是在胸部和冠脉 CTA 检查中更加明显。

【关键词】 体层摄影术,X 线计算机;辐射剂量;迭代重建

【中图分类号】 R814.42; R815 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2013)03-0291-03

Influence of iterative reconstruction on average radiation dose of daily CT examination DAI Li-juan, WANG Xiao-ying, GUO Xiao-chao, et al. Department of Radiology, Peking University First Hospital, Beijing 100034, P. R. China

【Abstract】 Objective: To explore the influence of CT iterative technique on routine examination radiation dose by comparing the radiation dose of routine examination on three different CT scanners. **Methods:** Among three CT scanners (A, B, C), the scanner C was used with iterative reconstruction technique. The adult scanning radiation dose CTDIvol (volume CT dose index) and DLP (dose length product) of different parts in a week were recorded. Each set of data included forty cases. For statistics processing of all data, $P < 0.05$ difference had statistical significance. Regions of interest at the same level in different parts were selected, the noise value (SD) was measured and the statistical analysis was made. **Results:** The radiation dose difference at different parts of the body shown in the three CT scanners routine scan had statistical significance. In comparing the radiation dose of the head, radiation dose in group B was lower by 7% than that in group A; that in group C was lower by 5% than in group A; in the chest examination, the radiation dose in group C was lower by 55% than that in group A; that in group C was lower by 62% than that in group B; in the coronary CTA examination, the radiation dose in group C was lower by 10% than that in group A, that in group C was lower by 25% than that in group B. In the abdominal examination, the radiation dose in group B was lower by 12% than that in group A, and that in group C was lower by 7% than that in group A. **Conclusion:** The radiation dose of daily examination using these different CT scanners is different. The radiation dose of the scanner C using iterative reconstruction technique is lower than other two scanners using FBP technique, and it is more obvious in the chest and coronary CTA examination especially.

【Key words】 Tomography, X-ray computed; Radiation dose; Iterative reconstruction

随着 CT 检查普遍性提高,人们对 CT 检查的辐射剂量越来越关心。人们希望在不影响诊断效果的情况下,所接受的辐射剂量越来越少。CT 设备技术的进步及软件开发使辐射剂量减低成为可能。本研究通过对比三台不同 CT 设备的常规检查辐射剂量,探讨 CT 设备应用迭代重建(adaptive statistical iterative reconstruction, ASIR)技术对日常 CT 检查平均辐射剂量的影响。

材料与方法

A、B、C 三台 CT 设备分别为 Philips Brilliance 64 排、GE Lightspeed vCT 64 排 CT 以及 GE Discovery CT750 HD 宝石 CT 机,其中 C 设备应用迭代重建技术。从扫描程序设定栏和检查后的资料栏,记录一周内每台设备成人不同部位各受检者接受的剂量容积 CT 剂量指数(volume CT dose index, CTDI_{vol})和剂量长度乘积(dose length product, DLP)。每台设备每个部位记录 40 例数据。三台设备的主要扫描参数及重建方法见表 1。

三台设备图像质量客观采用评估用噪声值:每个

作者单位:100034 北京,北京大学第一医院医学影像科(戴丽娟、王霄英、郭小超、高歌);050000 石家庄,河北医科大学附属第四医院 CT 室(戴丽娟)

作者简介:戴丽娟(1979—),女,河北唐山人,硕士,主治医师,主要从事肿瘤影像诊断工作。

表 1 三台设备主要扫描及重建参数

扫描参数	A 组	B 组	C 组
头部			
电流	330mAs	300mAs	300mAs
电压	120kV	120kV	120kV
重建算法	FBP	FBP	ASIR
胸部			
电流	350mAs	350mAs	自动触发
电压	120kV	120kV	120kV
重建算法	FBP	FBP	ASIR
冠脉 CTA			
电流	自动触发	自动触发	自动触发
电压	120kV	120kV	120kV
重建算法	FBP	FBP	ASIR
腹部			
电流	350mAs	300mAs	300mAs
电压	120kV	120kV	120kV
重建算法	FBP	FBP	ASIR

部位均选取同一层面同一大小的兴趣区(直径 8mm),测量其 CT 值的标准差(SD),即代表噪声。头部选取半卵圆中心脑白质,胸部选取测主动脉弓层面皮下脂肪,腹部选取测肝门层面皮下脂肪,冠脉 CTA 选取四腔心层面皮下脂肪。

观察指标用均数±标准差表示。使用统计软件 SPSS 12.0 进行数据处理,多样本均数两两比较应用 One-Way Anova 方差分析 LSD 法。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

三台 CT 设备不同部位辐射剂量测量结果及比较见表 2。

三台 CT 设备头部扫描辐射剂量(CTDIvol 和 DLP)比较,三组间两两比较 A 组与 B 组、A 组与 C 组差异有统计学意义($P<0.05$),而 B 组与 C 组间差异无统计学意义($P>0.05$)。其中 B 组比 A 组辐射剂量下降 7%(2.84/45.5),C 组比 A 组辐射剂量下降 5%(2.12/45.5)。

三台 CT 设备胸部扫描辐射剂量(CTDIvol 与

DLP)比较结果显示,B 组与 C 组之间、A 组与 C 组之间差异有统计学意义($P<0.05$);A 组与 B 组间差异无统计学意义($P>0.05$)。其中 C 组比 A 组辐射剂量下降 55%(8.1/14.87);C 组比 B 组辐射剂量值下降了 62%(10.78/17.55)。说明 C 设备在胸部平扫中辐射剂量明显降低(表 2)。

三台 CT 设备冠脉扫描辐射剂量(CTDIvol 与 DLP)比较结果显示,B 组与 C 组之间、A 组与 C 组之间差异有统计学意义($P<0.05$);A 组与 B 组之间差异无统计学意义($P>0.05$)。其中 C 组较 A 组辐射剂量下降了 10%(5.57/53.63),C 组较 B 组辐射剂量下降了 25%(16.46/64.52,表 2)。

三台 CT 设备腹部三期扫描辐射剂量(CTDIvol 与 DLP)比较结果显示,A 组与 B 组之间、A 组与 C 组之间差异有统计学意义($P<0.05$),而 B 组与 C 组比较差异无统计学意义($P>0.05$)。其中 B 组较 A 组辐射剂量下降了 12%(269.83/2297.21),C 组较 A 辐射剂量下降了 7%(171.95/2297.21,表 2)。

三台 CT 设备不同部位图像噪声值及比较结果见表 3。三组间头部噪声比较差异无统计学意义($P>0.05$);②胸部噪声比较,A 组与 B 组间差异无统计学意义($P>0.05$),A 组与 C 组、B 组与 C 组间差异有统计学意义($P<0.05$);③冠脉 CTA 图像噪声,B 组与 C 组比较差异无统计学意义($P>0.05$),A 组与 B 组、A 组与 C 组比较差异有统计学意义($P<0.05$);④腹部三期扫描中各组之间两两比较差异无统计学意义($P>0.05$)。

表 3 三台机器不同部位噪声比较 (HU)

部位	A 组	B 组	C 组	F 值 [#]	P 值
头部	3.82±0.49	3.83±0.47	3.74±0.56	0.197	0.822
胸部	6.00±1.71*	6.70±1.94*	8.44±1.61	1.014	<0.001
冠脉	28.27±2.01	19.24±1.03*	18.99±3.27*	17.38	<0.001
腹部	7.93±1.23	8.33±2.13	8.00±2.27	0.241	0.787

注: # 单因素方差分析, * 两两比较差异有统计学意义($P<0.05$)。

表 2 三台 CT 设备不同部位平扫辐射剂量比较

指标	A 组	B 组	C 组	P 值 [#]
头部				
CTDIvol (mGy)	45.50±4.26	42.66±1.30*	43.38±1.06*	<0.001
DLP (mGy·cm)	582.50±51.71	528.00±0.00*	536.61±0.00*	<0.001
胸部				
CTDIvol (mGy)	14.87±3.51*	17.55±4.96*	6.77±3.45	<0.001
DLP (mGy·cm)	586.48±165.95*	594.93±172.82*	224.81±113.22	<0.001
冠脉 CTA				
CTDIvol (mGy)	53.63±4.89*	64.52±6.67*	48.06±3.61	0.002
DLP (mGy·cm)	937.33±115.24*	983.81±124.96*	729.92±88.23	<0.001
腹部				
CTDIvol (mGy)	19.54±0.86	19.82±1.29*	19.03±66*	0.002
DLP (mGy·cm)	2297.21±225.24	2027.38±256.56*	2125.26±198.07*	<0.001

注: # 单因素方差分析, $P<0.05$ 为 3 组间差异有统计学意义; * 为 3 组间两两比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。

讨 论

CT 扫描时分析辐射剂量的指标主要有 CTDIvol 和 DLP。CTDIvol 代表在 CT 扫描时某个方向上某点的平均吸收剂量分布,是单次曝光电辐射植入能量的一种方法^[1]。多层螺旋 CT 剂量长度乘积的定义为所设定扫描方案中受照部位所接受的总剂量,其表达式:

$$DLP = CTDIvol \times \text{扫描长度(cm)} \quad (1)$$

本研究通过比较三台 CT 设备的常规检查辐射剂量,发现 C 设备应用新迭代重建技术后,明显降低了日常工作中的辐射剂量,其中以胸部及冠脉 CTA 检查时辐射剂量下降明显。

在胸部平扫中,C 设备比 A 设备和 B 设备辐射剂量分别下降了 55% 和 62%,但噪声较前两者分别增加了约 33%。有研究显示,与传统重建算法 FBP 法相比,应用 ASIR 技术可使胸部 CT 辐射剂量降低 50% 以上,而图像噪声无明显改变^[2-3]。本研究中胸部扫描辐射剂量下降程度与上述报道一致,但噪声较前者增加。

本研究中冠脉 CTA 扫描中 C 设备较 A 设备和 B 设备辐射剂量分别下降了 10% 和 25%,而 C 设备比 A 设备噪声下降达 36%。C 设备管电流为自动触发模式,这样较其它 CT 设备大大降低了管电流 mAs,同时 ASIR 技术的应用也是降低辐射剂量的有效方法之一。与传统算法如 FBP 法相比,C 设备应用 ASIR 技术可在辐射剂量降低 27% 的情况下不影响冠状动脉 CTA 的图像质量和诊断效果^[4]。本研究结论与文献报道一致。

头部及腹部扫描的辐射剂量,C 设备较其他两台设备也有不同程度下降,而图像噪声差异并无统计学意义,进一步说明 C 设备应用 ASIR 新技术后,对不同部位 CT 检查时的辐射剂量均有不同程度降低。Hara 等^[5]对 12 例患者进行初步研究,发现与常规 FBP 重建法相比,在辐射剂量降低 32%~65% 的同时使用 ASIR 技术仍可明显减少图像噪声,虽然图像的空间分辨力和边缘锐利度有所降低,但整体图像质量无明显差异。Sagara 等^[6]进一步研究腹部增强扫描,发现使用 ASIR 技术可在辐射剂量平均降低 33% 的情况下大幅减少图像噪声,诊断可接受性基本一致,但图像锐利度有所下降。本研究中腹部增强扫描时 C 设备日常检查辐射剂量较其它两台 CT 设备降低约 12%,

但图像质量无明显差异,与文献报道一致^[6]。

本研究具有一定局限性。不同 CT 设备扫描条件会不同,尤其是在冠脉 CTA 扫描中 C 设备应用自动触发模式,其具体管电流会有不同,但本研究只是针对日常工作当中不同部位常规检查进行统计分析,来探讨 CT 设备应用迭代重建技术后是否能在保证图像质量的情况下降低辐射剂量。目前螺旋 CT 设备将自动显示与扫描参数相对应的 CTDIvol、DLP 等数值,但这些数值是以 32cm 水模(成人体部)或 16 cm 水模(成人头部)为测量模具的计算值,而不是直接测量的受检者所接受的辐射剂量^[7-8],但这些数值可以间接反映患者接受的相对辐射剂量,可以为不同 CT 设备或同一设备不同技术参数组合的辐射剂量提供量化标准。

总之,CT 迭代重建技术的应用会在保证图像质量的情况下使辐射剂量不同程度降低。这是我们所期望的结果,也会对我们今后的工作有重要指导意义。

参考文献:

- [1] 陈渝晖,杨亚英,韩丹. CT 低剂量在临床应用中的研究进展[J]. 昆明医学院学报,2009,3(2):276-279.
- [2] 贾楠,王新江,惠萍,等. 适应性统计迭代重建技术降低胸部 CT 扫描剂量的初步临床研究[J]. 中国医学影像学杂志,2010,18(6):551-553.
- [3] Leipsic J, Labounty TM, Heilbron B, et al. Estimated radiation dose reduction using adaptive statistical iterative reconstruction in coronary CT angiography: The RASIR study[J]. AJR, 2010, 195(3):655-660.
- [4] Nelson RC, Feuerlein S, Boll DT. New iterative reconstruction techniques for cardiovascular computed tomography: How do they work, and what are the advantages and disadvantages[J]. Cardio-vasc Comput Tomogr, 2011, 5(5):286-292.
- [5] Hara AK, Paden RG, Silva AC, et al. Iterative reconstruction technique for reducing body radiation dose at CT: feasibility study[J]. AJR, 2009, 193(3):764-771.
- [6] Sagara Y, Hara AK, Pavlicek W, et al. Abdominal CT: comparison of low-dose CT with adaptive statistical iterative reconstruction and routine-dose CT with filtered back projection in 53 patients[J]. AJR, 2010, 195(3):713-719.
- [7] 黄伟,张艳,徐益明. 迭代重建技术在临床低剂量 CT 扫描中的应用进展[J]. 中国介入影像与治疗学,2012,9(5):392-395.
- [8] Kilic K, Erbas G, Guryildirim M, et al. Lowering the dose in head CT using adaptive statistical iterative reconstruction[J]. AJNR, 2011, 32(9):1578-1582.

(收稿日期:2013-01-23 修回日期:2012-02-27)