

• CT 低剂量影像学专题 •

适应性统计迭代重建在头颅 CT 检查中的应用研究

曹新鸣, 郭小超, 王霄英, 刘建新, 赵凯

【摘要】 目的:探讨适应性统计迭代重建(ASIR)技术联合自动管电流技术在降低头颅 CT 扫描辐射剂量中的作用。

方法:选取行头颅 CT 扫描的 100 例患者,分成两组:A 组 50 例,采取常规剂量扫描(管电压 120 kVp,管电流 350 mA),采用传统滤波反投影法(FBP)进行图像重建;B 组 50 例,采取自动管电流技术(管电压 120 kVp,管电流 100~400 mA,噪声指数 4),采取 30% ASIR 进行图像重建。比较两组患者的 CT 剂量指数(CTDI)、剂量长度乘积(DLP)及体型特异性剂量评估(SSDE)。全部图像由一位影像医师进行主观评价。在双侧基底节层面测量两组患者正常脑白质、脑灰质核团及脑脊液的 CT 值,兴趣区面积为 10~20 mm²。**结果:**两组患者 CTDI、DLP 及 SSDE 比较,B 组均较 A 组显著降低,差异均有高度统计学意义($P<0.01$)。两组图像均符合诊断要求。两组脑白质、脑灰质及脑脊液 CT 值比较差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论:**在头颅 CT 检查中,与常规 FBP 相比,适应性统计迭代重建技术(30% ASIR)联合自动管电流调制技术对 CT 值测量没有影响,在不降低图像质量的同时,可降低辐射剂量。

【关键词】 体层摄影术,X 线计算机;辐射量;图像处理,计算机辅助**【中图分类号】** R814.42 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2013)05-0486-03

Application of adaptive statistical iterative reconstruction (ASIR) in brain CT scan CAO Xin-ming, GUO Xiao-chao, WANG Xiao-ying, et al. Department of Radiology, Peking University First Hospital, Beijing 100034, P. R. China

【Abstract】 Objective: To study the application of a new CT reconstruction algorithm, adaptive statistical iterative reconstruction (ASIR) plus automatic tube current modulation technique, to reduce radiation dose in brain CT scan. **Methods:** One hundred patients (from Mar 2012 to Jun 2012) were included in this study, randomly divided into two groups. Group A: 50 patients underwent conventional brain CT scan (120kVp, 350mA) with filtered back projection reconstruction. Group B: 50 patients underwent brain CT scan (120kVp, modulate tube current) with 30% ASIR technique. The radiation doses of the two groups (CTDI, DLP, SSDE) were compared. The image quality was analyzed by an experienced radiologist. CT value of normal white matter, gray matter and cerebrospinal fluid were measured at basal nuclei level. For each patient, the ROIs (10~20mm²) were settled in the same location. **Results:** The radiation doses (CTDI, DLP and SSDE) of group A were much lower than those of group B ($P<0.01$). All the images could satisfy diagnostic acceptability. There was no significant difference in CT value of normal white matter, gray matter and cerebrospinal fluid of the two groups ($P>0.05$). **Conclusion:** In brain CT scan, ASIR combined with automatic tube current modulation technique, compared with conventional FBP, can provide same image quality and reduce the radiation dose without having effect on CT value.

【Key words】 Tomography, X-ray computed; Radiation dose; Image processing, computer-assisted

近年来随着 CT 检查的不断增加,CT 检查的辐射剂量也越来越受到人们的关注^[1-2]。降低 CT 检查辐射剂量受制于目前使用的传统重建算法-滤过反投影法(filtered back projection, FBP),当扫描条件降低时会增加图像的噪声,进而影响诊断^[3]。适应性统计迭代重建(adaptive statistical iterative reconstruction, ASIR)技术通过噪声模型对图像进行迭代重建,降低图像噪声^[4-6]。本研究通过与传统 FBP 法比较,探索 ASIR 联合自动管电流技术降低头颅 CT 扫描辐射剂量的价值。

材料与方 法

1. 一般资料

搜集 2012 年 3 月—2012 年 6 月在我院接受头颅 CT 检查的患者 100 例,其中男 50 例,平均年龄 61.3 岁。

2. 扫描参数

检查设备采用 GE Discovery CT750 HD (Ge Healthcare, Milwaukee, USA) 扫描仪。将 100 例患者随机分为两组, A 组 50 例采用常规剂量扫描(管电压 120 kVp,管电流 350 mA,转速 1 s/r),采用传统 FBP 重建; B 组 50 例采用自动管电流技术扫描(管电压 120 kVp,管电流 100~400 mA,噪声指数为 4,转速 1 s/r), ASIR 重建比例设定为 30%。

记录两组患者头颅检查的 CT 剂量指数(CT dose index, CTDI)与剂量长度乘积(dose length product, DLP),并计算体型特异性剂量评估(size specific dose estimates, SSDE)值^[7]。

3. 图像分析

作者单位:100034 北京,北京大学第一医院医学影像科
作者简介:曹新鸣(1974—),男,北京人,技师,主要从事 CT 检查及辅助科研工作。
通讯作者:郭小超, E-mail: guoxiaochao1985@163.com

由一位高年资影像诊断医师对两组图像进行盲法阅片,根据图像空间分辨力、噪声水平及伪影程度对图像质量进行主观评价,分为三级:1级,图像质量好,灰白质分界清晰,无伪影,可进行诊断;2级,图像质量中等,灰白质分界可以分辨,存在少量伪影,不影响诊断;3级,图像质量差,灰白质难以分辨,伪影明显,影响诊断。

全部受检者选取基底节层面图像,采用头颅标准重建算法,层厚 5 mm,窗宽 80 HU,窗位 40 HU,分别测量侧脑室前脚旁脑白质、豆状核及侧脑室内脑脊液 CT 值,ROI 面积 10~20 mm²,注意避开脑梗死及钙化区域(图 1)。

4. 统计学分析

统计学处理采用 SPSS 13.0 统计软件,采用独立样本 *t* 检验比较两组图像脑白质、脑灰质及脑脊液 CT 值及辐射剂量;采用非参数检验 Wilcoxon 法比较两组图像质量是否存在差异。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

A 组平均 CTDI 为 (65.76 ± 2.32) mGy, DLP 为 (827.28 ± 38.30) mGy·cm, SSDE 为 (64.86 ± 4.90) mGy; B 组平均 CTDI 为 (32.72 ± 2.97) mGy, DLP 为 (414.63 ± 42.35) mGy·cm, SSDE 为 (31.78 ± 2.29) mGy, B 组的 CTDI、DLP 及 SSDE 值均较 A 组显著降低,两组比较 *t* 值分别为 62.013、51.105 和 43.190, P 值均 < 0.01 。

两组图像全部符合诊断要求,没有 3 级图像,两组比较 *Z* 值为 -0.838 , P 值为 0.402(表 1)。

表 1 两组图像质量比较 (例)

质量等级	FBP 重建	30% ASIR 重建
1 级	48	46
2 级	2	4
3 级	0	0

A 组患者脑白质、脑灰质及脑脊液 CT 值分别为 (27.22 ± 1.50) 、 (34.46 ± 1.35) 及 (5.19 ± 1.22) HU; B 组患者脑白质、脑灰质及脑脊液 CT 值分别为 (27.62 ± 1.40) 、 (34.66 ± 1.51) 及 (5.55 ± 1.36) HU, 两组脑白质、脑灰质及脑脊液 CT 值比较差异均无统计学意义(*t* 值分别为 -1.394 、 -0.704 、 -1.391 , P 值均 > 0.05)。

讨 论

近十年来 CT 检查在临床中的应用范围日益扩大,据有关文献报道,1990 年美国约有 130 万人次接受 CT 检查,2000 年时达 460 万人次,2007 年达 680

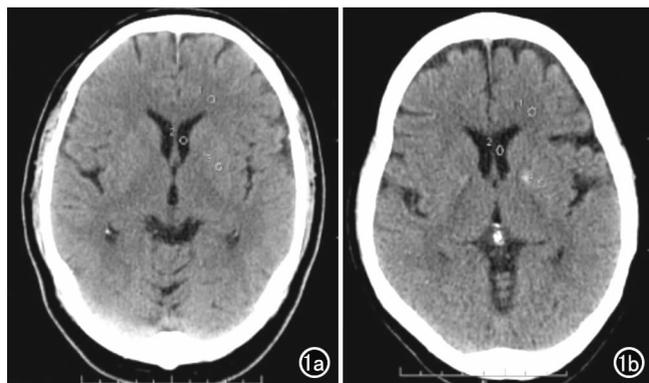


图 1 两组图像脑白质、脑灰质及脑脊液的 CT 值测量。a) FBP 重建算法; b) 30% ASIR 算法。

万人次。统计显示 CT 检查数量只占放射学检查的 11%~13%,但辐射剂量却占到放射学检查的 2/3^[2]。因此,CT 辐射日益受到人们的关注。

传统的 FBP 算法是基于解析重建方式,每组投影数据都要经过校准、滤波、反投影、加权,当最后一组采集的投影数据处理完成,整个重建过程结束产生最终的重建图像,它要求每组投影数据是精确定量而且完整的,X 射线光子的统计波动对它有很大影响。当扫描剂量降低时,图像噪声增大,因此使用 FBP 算法无法大幅降低辐射剂量^[3]。ASIR 是一种利用噪声模型的迭代算法,首先在估计的物体图像上通过“前后投影”计算一个综合投影,然后与实际测量的投影相比较,两者间的差异就是需要校正的量,在校正过程中基于噪声所导致的测量波动也被考虑了。经过多次校正后,当重建图像和原始投影数据一致时迭代就会终止,最终得到低噪声的图像^[8-9]。

本研究证实利用 ASIR 联合自动管电流调节技术可有效降低头颅 CT 检查中患者接受的辐射剂量,ASIR 对于颅内正常结构,如脑白质、脑灰质及脑脊液 CT 值的测量并未产生影响。有研究报道,ASIR 可以降低图像噪声,但对图像对比分辨力无影响^[10],本研究也证实了这一结论。另外,本研究采用的是临床常规推荐的 ASIR 重建方案,即 30% ASIR 重建,如使用更高比例 ASIR 重建(80%~100%),可能会出现蜡像状伪影^[11],其临床应用价值还有待进一步研究。

本研究存在一些不足,首先在选取 ROI 方面,只选择了双侧基底节区相应区域的一个位置进行测量,并未采用选取多个 ROI 取平均值的方法,可能会对测量结果产生影响。另外本研究仅涉及 30% ASIR 对辐射剂量及图像质量的影响,对于不同噪声指数、不同 ASIR 权重比例对图像噪声的影响以及与辐射剂量的关系仍需进一步研究。

综上所述,在头颅 CT 检查中,与常规 FBP 相比,ASIR 联合自动管电流调制技术对 CT 值的测量无影

响,在不降低图像质量的同时,可降低受检者的辐射剂量。

参考文献:

- [1] Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography-an increasing source of radiation exposure[J]. N Engl J Med, 2007, 357(22): 2277-2284.
- [2] Kalra MK, Maher MM, Toth TL, et al. Strategies for CT radiation dose optimization[J]. Radiology, 2004, 230(3): 619-628.
- [3] McCollough CH, Bruesewitz MR, Kofler JM Jr. CT dose reduction and dose management tools: overview of available options[J]. RadioGraphics, 2006, 26(2): 503-512.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] Thibault JB, Sauer KD, Bouman CA, et al. A three-dimensional statistical approach to improved image quality for multislice helical CT[J]. Med Phys, 2007, 34(11): 4526-4544.
- [7] Boone JM, Strauss KJ, Code DD, et al. Size-specific dose estimates (SSDE) in pediatric and adult body CT examinations[R]. USA: AAPM, 2011.
- [8] 莫景雄, 孙捷, 吴惠凤, 等. 头部体模扫描试验对成人头颅CT低剂量扫描的优化初探[J]. 放射学实践, 2011, 26(8): 886-889.
- [9] 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.
- [10] Prakash P, Kalra MK, Kambadakone AK, et al. Reducing abdominal CT radiation dose with adaptive statistical iterative reconstruction technique[J]. Invest Radiol, 2010, 45(4): 202-210.
- [11] Boas FE, Fleischmann D. CT artifacts: causes and reduction techniques[J]. Imaging Med, 2012, 4(2): 229-240.

(收稿日期: 2013-01-23 修回日期: 2013-03-07)

· 新书讯 ·

国际权威影像鉴别诊断丛书已出版



人民军医出版社出版重点引进的国际权威影像鉴别诊断丛书已全部出版。丛书共8册,分别为颅脑与脊柱脊髓分册、头颈部分册、胸部分册、腹部分册、骨关节肌肉分册、儿科分册、超声医学分册、产科超声分册。丛书各分册的著者均为国际著名专家,译者分别为耿道颖、刘筠、王振常、鲜军舫、刘士远、王霄英、程晓光、李欣、王金锐、张晶等国内重点医院的著名专家。

丛书突破了目前多数图书的编写方式,按照临床实际诊疗流程,以基于解剖、基于临床表现、基于影像表现等多个方面为切入点,提供了最有价值的

鉴别诊断目录,将需鉴别的疾病按发病率排列为常见、不常见、罕见但重要,并提供了放射科医生日常工作需要熟练掌握、带教中需要传授、会诊时需要提供给临床同事的重要诊断和鉴别诊断信息。有利于读者建立全面、立体的临床思维模式。配有大量典型病例的影像图片,并详细标注重要表现。图书版式清新,内容简明易懂,章节条目设计紧扣临床实际,便于日常工作中快速查阅和对照。图书为原版原式、铜版纸印刷、精装。是放射科、超声科以及相关专业医生案头必备的参考书。各新华书店、当地医学书店和当当、卓越、京东网上书店均有销售。

为方便读者购买,出版社可以邮购

邮购联系人:王兰 电话:010-51927252

编辑咨询联系人:高爱英 电话:010-51927242