

ASIR 技术对 MSCT 增强门脉成像质量的影响

张友元, 李亮, 邢栋, 龚威, 林苑, 刘昌盛, 查云飞

【摘要】 目的:探讨自适应统计迭代重建(ASIR)技术对成人肝脏 CT 增强扫描的门静脉成像质量的影响。方法:2015年3月—2015年12月的68例受试者在64排128层螺旋CT上行肝脏CT增强检查。图像重建分别采用FBP和100%ASIR两种方法。由2名高年资影像诊断医师采用双盲法分别对FBP和ASIR重建出的肝脏门静脉期VR图像进行主观评价。分别手工记录肝实质、门静脉的CT值。计算门静脉对比噪声比(CNR)。对于图像质量的主观分析采用非参数Wilcoxon符号秩和检验方法,对于分析所需时间及CNR的比较采用配对 t 检验方法。结果:对肝脏增强CT门静脉期VR图像的主观评分,FBP为 1.81 ± 0.64 ,ASIR为 2.50 ± 0.83 ($P < 0.05$)。两种方法的门静脉CT值及肝实质CT值间差异没有统计学意义($P > 0.05$)。两种方法背景噪声间差异具有统计学意义(FBP为 18.4 ± 2.5 ,ASIR为 6.9 ± 2.3 , $P < 0.05$)。ASIR重建的图像的CNR高于FBP重建的图像(分别为 5.56 ± 1.91 , 1.99 ± 0.51) ($P < 0.05$)。结论:ASIR技术可以有效提高肝脏增强CT检查门静脉成像的CNR及图像质量。

【关键词】 体层摄影术, X线计算机; 迭代重建; 门静脉成像; 图像质量

【中图分类号】 R814.42; R816.5 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2017)03-0258-04

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2017.03.011

The effect of adaptive statistical iterative reconstruction technique on the image quality of computed tomography porto-venography ZHANG You-yuan, LI Liang, XING Dong, et al. Department of Radiology, Jiangling County People's Hospital, Hubei 434100, China

【Abstract】 **Objective:** To investigate the effect of adaptive statistical iterative reconstruction (ASIR) technique on the image quality of CT porto-venography in adults. **Methods:** From March to December 2015, 68 patients had routine enhanced CT of liver on a multi-slice spiral CT equipment. Images were reconstructed with FBP and 100% ASIR techniques respectively, and were subjectively evaluated by two senior radiologists double-blindly. The mean CT value of liver parenchyma and portal vein were recorded manually. The contrast-to-noise ratio (CNR) of portal vein relative to liver parenchyma was calculated. Wilcoxon signed-rank test was used for statistical analysis of subjective rating. Paired t -test was used to analyze the time required and CNR. **Results:** The subjective rating of VR-enhanced CT images of hepatic portal vein was 1.81 ± 0.64 for FBP, 2.50 ± 0.83 for ASIR ($P < 0.05$). No significant statistic difference was existed of CT value of portal vein and hepatic parenchyma ($P > 0.05$). Yet there was significant difference between the two techniques in terms of background image noise (FBP: 18.4 ± 2.5 , ASIR: 6.9 ± 2.3 , $P < 0.05$). The CNR of the reconstructed image using ASIR (5.56 ± 1.91) was higher than that using FBP (1.99 ± 0.51) ($P < 0.05$). **Conclusion:** The CNR and image quality of enhanced CT portovenography was higher on the reconstructed images with ASIR technique.

【Key words】 Tomography, X-ray computed; Iterative reconstruction; Portovenography; Image quality

CT血管成像技术被越来越多的用于评价正常肝血管解剖及血管相关性疾病,与肝动脉相比,肝静脉及门静脉系统由于在CT造影中与肝实质对比度较差,故而在CT图像上显示为非常模糊的解剖结构。自适应统计迭代重建算法(adaptive statistical iterative reconstruction, ASIR)是一种全新的迭代CT成像技术,它通过使用一种简单的模型来实现快速的图像重建,与传统的滤过反投影算法(filtered back projection, FBP)相比,它降低图像中的背景噪声,提高了图像质

量^[1]。本研究拟采用ASIR技术对成人肝脏CT增强扫描的门静脉成像进行分析,探讨ASIR技术在成人肝脏门静脉成像检查中对图像质量的影响。

材料与方 法

1 一般资料

2015年3月—2015年12月来本院就诊的因怀疑肝脏占位或血管性病变而接受肝脏增强CT检查的68例患者,男45例,女23例,年龄31~82岁,中位年龄68.9岁,体重48~79 kg,平均(51.9 ± 6.5) kg。

2. 检查设备与方法

采用GE Optima CT 680 64排128层螺旋CT,行常规平扫及增强扫描。扫描条件:管电压120 kV,自

作者单位:434100 湖北,湖北省江陵县人民医院放射科(张友元);430060 武汉,武汉大学人民医院放射科(李亮、邢栋、龚威、林苑、刘昌盛、查云飞)

作者简介:张友元(1970—),男,湖北荆州人,副主任医师,主要从事影像诊断工作。

通讯作者:查云飞,Email:zhayunfei999@126.com

动管电流调制(100/700),螺距 0.984,球管转速 0.5 s/r,扫描层厚为 0.625 mm,重建层厚和层间距均为 0.625 mm。以双筒高压注射器经肘静脉注射碘海醇(350 mg I/mL)75~90 mL,流率 3.0 mL/s,注射后延迟 25 s 行动脉期扫描,延迟 60 s 行门脉期扫描,延迟 120 s 行延迟期扫描。扫描噪声指数设置为 9.88。嘱患者仰卧,扫描时屏气,头先进,扫描范围自肝顶至双肾下极水平。分别采用 FBP 和 100% ASIR 两种方法进行图像重建。

3. 图像分析与测量

采用 GE HealthCare AW4.6 工作站对图像进行主观评价和客观评价。在门静脉期容积再现(VR)评价时,分别选择 6 个方位,即正前位、右前斜 15°、右前斜 30°、右前斜 45°、右前斜 60°和右前斜 75°。

主观评价:由 2 名高年资影像诊断医师采用双盲法分别对 FBP 和 ASIR 重建出的肝脏门静脉期 VR 图像进行主观评价,意见不一致时,共同复阅协商达成一致。将窗宽 400 HU,窗位 40 HU。评价的结构包括门静脉主干、门静脉的一、二、三级分支。图像质量评估采用 3 分法:1 分,图像质量差,不能用于评估(图像噪声高,伪影显著,空间或对比分辨率失真,边缘清晰度差);2 分,图像质量一般,可以容忍,但受到适量噪声、伪影及图像失真的影响;3 分,图像质量好,噪声、伪影及图像失真完全不影响临床诊断。

客观评价:在 GE AW4.6 工作站上采用统一的窗宽及窗位对 PBP 及 ASIR 图像进行评价。以前腹壁皮下脂肪 CT 值的标准差(SD)作为图像噪声。分别手工记录肝实质、门静脉的 CT 值。将兴趣区(ROI)分设在肝左、右叶的 2 处肝实质上,测量过程中应避开肝内血管、富血供病灶以及伪影,取 2 处测量的平均值作为肝实质的 CT 值。将 ROI 分设在门静脉的左、右分支上,取 2 处测量的平均值作为门静脉的 CT 值。

门静脉对比噪声比(contrast noise ratio, CNR)的计算,运用公式 $CNR_{\text{血管}} = (ROI_{\text{血管}} - ROI_{\text{肝脏}}) / SD_{\text{背景}}$ 。即 $CNR_{\text{门脉}} = (ROI_{\text{门脉}} - ROI_{\text{肝脏}}) / SD_{\text{背景}}$,其中 $ROI_{\text{门脉}}$ 为门静脉 CT 值的均值, $ROI_{\text{肝脏}}$ 为肝实质 CT 值的均值, $SD_{\text{背景}}$ 为前腹壁皮下脂肪 CT 值的标准差。

4. 统计学分析

采用 SPSS 16.0 软件进行统计学处理,各测量指标均以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示。对于图像质量的主观分析采用非参数 Wilcoxon 符号秩和检验方法,对于分析所需时间及 CNR 的比较采用配对 t 检验方法。两名放射科医生图像评分的一致性采用加权 Kappa 统计量进行评价。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

结果

68 例受检者均顺利完成肝脏多期增强 CT 扫描,未发现 CT 对比剂不良反应现象。其中,已确诊肝癌并随访复诊患者 15 例,肝癌术后复查患者 5 例,肝血管瘤患者 11 例,肝囊肿 19 例,肝脓肿 2 例,正常患者 16 例。进行 VR 图像重建时间分别为:FBP (116.5 ± 72.1) s, ASIR (89.7 ± 50.9) s,两者所需时间具有差异具有统计学意义($P < 0.05$)。

两名观察者对肝脏增强 CT 门静脉期 VR 图像的主观评分见表 1。主观的图像质量积分方面,两名观察者在各自的范围内采用 ASIR 技术均高于 FBP ($P < 0.05$),见图 1。

在 FBP 图像上,门静脉的 CT 值为 (140.5 ± 12.1) HU,肝实质的 CT 值为 (104.7 ± 7.9) HU。在两名放射科医生对两种 VR 图像重建方式评价的一致性较好(κ 值为 0.65~0.78)。ASIR 图像上,门静脉的 CT 值为 (138.2 ± 10.6) HU,肝实质的 CT 值为

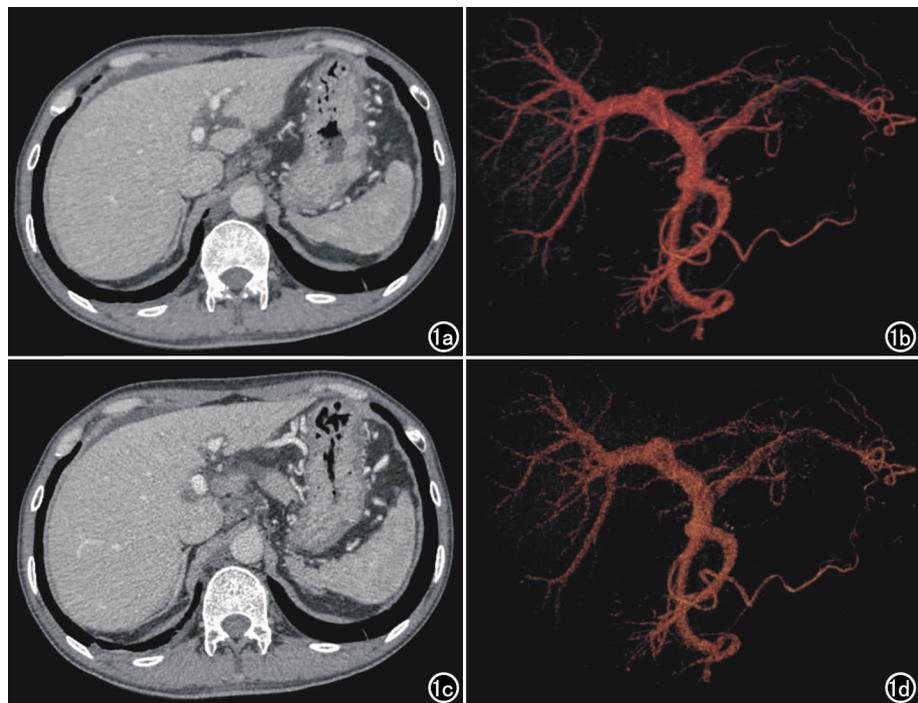


图 1 男,49 岁。a) ASIR 门静脉成像; b) ASIR 门静脉 VR 图像; c) FBP 门静脉成像; d) FBP 门静脉 VR 成像。通过对比发现基于 ASIR 成像的门静脉 VR 成像,其成像显示的门静脉一、二、三级分支均要优于 FBP 成像,其总的成像质量较高($P < 0.05$)。

表 1 2 位放射诊断医师主观图像质量评分比较

评价参数	医师 1		P 值	医师 2		P 值
	FBP	ASIR		FBP	ASIR	
门静脉						
门静脉主干	2.17	2.93	<0.05	2.47	3.10	<0.05
一级分支	2.03	2.85	<0.05	2.16	2.63	<0.05
二级分支	1.51	2.49	<0.05	1.80	2.39	<0.05
三级分支	1.22	2.57	<0.05	1.26	2.41	<0.05
总的图像质量	1.40	2.58	0.0001	1.90	2.48	0.0001

(104.8±8.4) HU。两种重建方法的门静脉 CT 值及肝实质 CT 值间差异均没有统计学意义($P>0.05$)。然而,两种重建方法的背景噪声间差异具有统计学意义(FBP 为 18.4 ± 2.5 , ASIR 为 6.9 ± 2.3 , $P<0.05$)。

采用 ASIR 重建的图像的 CNR 要高于采用 FBP 重建的图像(门静脉 CNR 分别为 5.56 ± 1.91 、 1.99 ± 0.51),两者间差异有统计学意义($P<0.05$)。

讨 论

门静脉是肝脏的主要供血管道,负责肝脏 70% 以上的血供。门静脉的走行对于肝脏肿瘤性病变手术方式的选择极为重要,其走行和分布也具有较大的个体化差异,肝切除术后静脉引流不畅是肝功能不全的重要影响因素。此外,肝脏恶性肿瘤有沿门静脉播散的倾向,是肝内复发最重要的危险因素。因此,术前准确的评估肝脏静脉系统的走行及分布情况对于保证术后完整保留流入流出道、完整移除受累的门静脉系统格外重要,也是最大限度保留术后正常肝体积的前提。

ASIR 是 GE 公司研发的一种全新的图像重建算法,其在噪声消除、伪影抑制以及低剂量 CT 成像方面独树一帜,目前已取得了比较满意的效果。它可以用新的矩阵代数函数,选择性地识别并去除图像噪声,使图像噪声减小,同时最大限度地保留图像的真实性^[2]。现有的研究已经表明,应用该技术可得到满足临床诊断需求的头、心脏、胸、腹部及结肠 CT 图像^[3-7]。

传统的门静脉 CT 容积再现成像模式,由于受图像背景噪声、周围组织结构、CT 阈值、扫描延迟时间等的影响,常常呈现出较差的图像质量,甚至无法用于临床疾病的诊断^[8]。即使在后期的重建过程中采用手动删减技术,也无法从根本上解决这一问题,相反却增加了门静脉 CT 血管成像后处理的时间。ASIR 技术部分克服了这一缺点,由于它具有较低的噪声和较高的对比噪声比,所以其对门静脉血管成像的影响就会相应地减少。此外,ASIR 显著缩短了门静脉 CT 重建的时间,从而使 CT 阈值的设置更加合理,提高放射科医师的工作效率。

在静脉注射对比剂的上腹部 CT 增强检查中,肝

脏双重供血特点增加了对比剂血流动力学的复杂性使得门静脉期影像质量难以达到预期这是目前 CT 成像技术研究中的重点问题之一。先前许多学者的研究通过各种技术以得到高质量门静脉 CT 图像,如张龙敏等^[9] 研究认为能谱 CT 能提供多组单能量图像,且在降低对比剂浓度的前提下,GSI 最佳 CNR 单能量图像能显著提高门静脉与肝实质的对比

噪声比,很好地显示门静脉及其分支。王琦等^[10] 通过调整双能 CT 非线性融合技术的参数值 Blending Width 和 Blending Center 获得高对比噪声比的门静脉期三维成像图像。鲁慧等^[11] 发现延长扫描时间(70 s)和增加对比剂剂量(2.5 mL/kg)在一定程度上改善肝硬化患者门静脉期 CT 图像质量,有利于获取更清晰的 CT 图像。朱景雨等^[12] 证实 80 kV 结合迭代算法的低剂量 MDCT 门脉成像是可行的,且成像质量要优于常规增强 CT。以上研究在一定程度上提高了门静脉 CT 成像的图像质量,但遗憾的是,通过影响 CT 扫描参数或以牺牲成像时间为代价,从而相应增加影像技师和后处理医师的工作时间,降低工作效率。本研究在不改变现有扫描参数、延迟时间、注药类型及速度的前提下,通过基于全新的 ASIR 技术,一键式扫描,不增加成像时间,达到降低图像噪声,提高图像 CNR,得到高质量的门静脉图像。

本研究采用 ASIR 技术降低图像噪声而门脉 CT 值、肝实质 CT 值均无明显改变,门静脉 CNR 却升高了 64.3%(ASIR 5.56 ± 1.91 , FBP 1.99 ± 0.51),图像质量也相应地提高。与传统 FBP 相比,ASIR 在主观图像质量盲评中得分较高,重建图像在降低了 62.5% 噪声(FBP: 18.4 ± 2.5 , ASIR: 6.9 ± 2.3)的同时也获得了最佳图像。噪声水平的降低起到了关键的作用,这主要的原因是传统的 FBP 方法不能有效分辨采集数据的基本成分,将采集数据理想化,忽略采集过程中量子噪声和电子噪声对投影数据的污染,并将噪声带到重建图像中,甚至放大噪声,最终影响图像质量。而全新一代的 ASIR 技术则通过建立噪声性质和被扫描物体的模型,用迭代计算方法达到最高的图像密度分辨力,并能有效降低噪声。

本研究的局限性:①该研究证实 ASIR 技术在门静脉重建中确有应用价值,但是否能应用于肝脏动脉期成像尚有待于进一步研究,因为肝脏增强 CT 动脉血管成像技术,普通 FBP 对比度及 CNR 已经对比非常显著;②本研究仅局限于 100% 的 ASIR 技术门静脉重建质量的比较,对采用相同图像噪声的剂量降低程度、不同的 ASIR 权重值降低噪声的能力以及对病变的综合显示能力等还需要深入研究。

综上所述, ASIR 技术可以有效提高肝脏增强检查门静脉 CT 成像的 CNR, 且显著地提高图像质量, 同时, 它缩短 CT 门静脉成像的时间, 在未来的门静脉术前评价中具有良好的临床应用前景。

参考文献:

- [1] Zhao L, Winklhofer S, Yang Z, et al. Optimal adaptive statistical iterative reconstruction percentage in dual-energy monochromatic CT portal venography[J]. Acad Radiol, 2016, 23(3): 337-343.
- [2] Wang X, He W, Chen J, et al. Feasibility study of radiation dose reduction in adult female pelvic CT scan with low tube-voltage and adaptive statistical iterative reconstruction[J]. Korean J Radiol, 2015, 16(5): 1047-1055.
- [3] Kaul D, Kahn J, Huizing L, et al. Reducing radiation dose in adult head CT using iterative reconstruction—a clinical study in 177 patients[J]. Rofo, 2016, 188(2): 155-162.
- [4] Takahashi M, Kimura F, Umezawa T, et al. Comparison of adaptive statistical iterative and filtered back projection reconstruction techniques in quantifying coronary calcium[J]. J Cardiovasc Comput Tomogr, 2016, 10(1): 61-68.
- [5] Padole A, Singh S, Lira D, et al. Assessment of filtered back projection, adaptive statistical, and model-based iterative reconstruction for reduced dose abdominal computed tomography[J]. J Comput Assist Tomogr, 2015, 39(4): 462-467.
- [6] Chang KJ, Heisler MA, Mahesh M, et al. CT colonography at low tube potential; using iterative reconstruction to decrease noise[J]. Clin Radiol, 2015, 70(9): 981-988.
- [7] Perez-Johnston R, Lenhart DK, Sahani DV. CT angiography of the hepatic and pancreatic circulation[J]. Radiol Clin North Am, 2010, 48(2): 311-330.
- [8] Shuman WP, Chan KT, Busey JM, et al. Standard and reduced radiation dose liver CT images; adaptive statistical iterative reconstruction versus model-based iterative reconstruction—comparison of findings and image quality[J]. Radiology, 2014, 273(3): 793-800.
- [9] 张龙敏, 刘爱连, 刘义军, 等. 低浓度对比剂能谱 CT 单能量成像对提高门静脉图像质量的研究[J]. 放射学实践, 2015, 30(4): 360-363.
- [10] 王琦, 刘响, 王丽佳, 等. 双能 CT 非线性融合技术提高门静脉血管图像质量[J]. 中国医学影像学杂志, 2014, 22(6): 427-430.
- [11] 鲁慧, 杨剑. 延长扫描时间和大剂量对比剂对肝硬化患者门静脉期 CT 图像质量的影响[J]. 实用医学影像杂志, 2014, 14(5): 314-317.
- [12] 朱景雨, 李惠民, 陈兆学, 等. 80kV 结合迭代算法进行多层螺旋 CT 门静脉成像的可行性研究[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2013, 33(5): 551-554.

(收稿日期: 2016-04-08)

欢迎订阅 2017 年《放射学实践》

《放射学实践》是由国家教育部主管, 华中科技大学同济医学院主办, 与德国合办的全国性影像学学术期刊, 创刊至今已 32 周年。2015 年 6 月, 《放射学实践》杂志入选北京大学和北京高校图书馆期刊工作研究会共同主持的国家社会科学基金项目“学术期刊评价及文献计量学研究”研究成果——《中国核心期刊要目总览》。这是继 1999, 2008 年之后的第 3 次入选临床医学/特种医学类核心期刊。

本刊坚持服务广大医学影像医务人员的办刊方向, 关注国内外影像医学的新进展、新动态, 全面介绍 X 线、CT、磁共振、介入放射及放射治疗、超声诊断、核医学、影像技术学等医学影像方面的新知识、新成果, 受到广大影像医师的普遍喜爱。

本刊为国家科技部中国科技论文核心期刊、中国科学引文数据库统计源期刊, 在首届《中国学术期刊(光盘版)检索与评价数据规范》执行评优活动中, 被评为《CAJ—CD 规范》执行优秀期刊。

主要栏目: 论著、继续教育园地、专家荐稿、研究生展版、图文讲座、本刊特稿、实验研究、传染病影像学、影像技术学、外刊摘要、学术动态、请您诊断、病例报道、知名产品介绍、信息窗等。

本刊为月刊, 每册 15 元, 全年定价 180 元。

国内统一刊号: ISSN 1000-0313/CN 42-1208/R 邮政代号: 38-122

电话: (027) 83662875 传真: (027) 83662887

E-mail: fsxsjzz@163.com 网址: <http://www.fsxsj.net>

编辑部地址: 430030 武汉市解放大道 1095 号 同济医院《放射学实践》编辑部