

积极推进超低剂量 CT 血管成像研究

卢光明

【中图分类号】R814.42; R816 【文献标识码】A 【文章编号】1000-0313(2014)06-0582-02

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2014.06.001

在过去的几十年里,CT 技术迅速发展,CT 血管成像(CT angiography, CTA)临床应用日趋普遍。CT 作为医源性辐射的主要来源,其致癌性不容忽视,有文献估计 1.5%~2.0% 的癌症与 CT 辐射有关^[1]。如何在获得满足诊断的图像质量的前提下尽可能地降低 CT 检查的辐射剂量是近些年来研究的重点方向。

目前临床上有多钟行之有效的降低 CT 辐射剂量的技术,包括低管电压、低管电流、大螺距、前瞻性心电门控及迭代重建算法等。管电压与辐射剂量的平方呈正比^[2],降低管电压是降低辐射剂量的主要方法之一。Jun 等^[3]研究表明当管电压从 120 kVp 降至 80 kVp 时,CT 冠状动脉成像的辐射剂量降低了 70%。自动管电压调节技术是最近开发的一种新技术,可根据患者的体型选择合适的管电压,从而降低受检人群的辐射剂量^[4]。大螺距技术也是一种降低 CT 辐射剂量的有效技术。当扫描范围一定时,增大螺距,扫描时间缩短,辐射剂量相应降低。Amacker 等^[5]研究表明当螺距从 1 增加到 3.2 时,胸腹部 CT 扫描的平均辐射剂量分别减少 20% 及 42%。心电门控是冠状动脉 CT 血管成像的主要技术,早期的 CT 冠状动脉成像主要应用回顾性心电门控技术,为了获得较好的图像质量,常采用全期相数据采集,致其辐射剂量较大。前瞻性心电门控技术的使用可以使辐射剂量减少 77%^[6]。此外,最近数年应用的迭代重建算法与滤波反投影重建算法相比,可以减少图像噪声,从而提高对于低辐射剂量 CT 扫描的图像质量。Han 等^[7]研究表明低剂量心脏扫描时采用基于原始数据迭代重建算法的图像噪声比使用滤波反投影重建算法的图像噪声减少了 34%,具有潜在降低辐射剂量的能力。目前,综合使用上述降低辐射剂量的技术,能够进一步降低 CT 所致的辐射剂量,同时保证足够诊断的图像质量。

除了降低辐射剂量之外,降低对比剂的用量也是近年来 CT 血管成像临床研究的一大方面。减少对比剂的用量可以减少患者接受 CT 检查后对比剂肾病的发生率,特别是对于肾功能不全的患者有重要意义。低管电压及大螺距 CT 技术可降低 CT 检查时对比剂的用量。低管电压所产生的 X 线能量更加接近碘对比剂的 K 边缘值(33.2 keV),增加光电效应,减少康普顿散射,使碘对比剂对 X 线吸收增加,增加碘对比剂的 CT 值。Viteri-Ramirez 等^[8]研究结果显示在 80 kVp 管电压、60 mL 对比剂 CT 肺动脉成像获得的 CT 值高于 100 kVp 管电压、80 mL 对比剂条件下获得的 CT 值,前者在对比剂减少 25% 的条件下获得与后者相同的影像质量。增大螺距可以减少扫描时间,减少对比剂在血管内的峰值维持时间,从而降低对比

剂用量。Yang 等^[9]研究显示双源 CT 大螺距扫描可使 CTA 的对比剂用量减少至 30 mL 而不影响血管的强化程度。联合低管电压、大螺距和迭代重建技术可以降低 CT 图像噪声,改善图像质量,达到同时降低辐射剂量和对比剂用量的双重目的。

本期专题以超低剂量的 CTA 为方向,报道了 70 kVp 管电压冠状动脉、颅脑和儿童腹部 CTA 的研究,这些研究均同时联合应用了迭代重建技术以降低图像噪声,达到改善图像质量的目的。例如,祁丽等^[10]应用 70 kVp 管电压、前瞻性大螺距联合迭代重建技术,将冠状动脉 CTA 的辐射剂量降低至 0.2 mSv 以下,对比剂用量减少至 30 mL;相比于 100 kVp 管电压参数而言将辐射剂量降低了 76%,实现了 0.2 mSv 超低剂量冠状动脉 CT 血管成像,对比剂减少了一半,且保持了同样的图像质量。曹剑等^[11]的研究也显示应用 70 kVp 超低管电压、低对比剂流率和低对比剂用量的方案对正常体重指数患者进行冠状动脉 CTA 的检查可以在亚毫希伏条件下获得满足临床诊断的图像质量,较常规方案对比剂用量显著减低。陈国中等^[12]进行了 70 kVp 颅脑 CTA 研究,发现与标准参数相比,70 kVp 颅脑 CTA 在保持足够图像质量的同时,将辐射剂量降低了 80%。吴爽等^[13]也将 70 kVp 的 CTA 用于儿童胡桃夹综合征患者,发现相比于标准对照组而言,70 kVp 的 CTA 不仅获得了可诊断的图像质量,辐射剂量降低了 93.7%。陈刚等^[14]则探讨使用更窄的曝光时间窗对双源 CT 冠状动脉成像图像质量和辐射剂量的影响,他们发现前瞻性心电门控通过平扫获得最佳时相,当心率 < 65 次/分时,选择曝光总长 1% 的时间窗,而当心率 ≥ 65 次/分时,选择曝光总长 10% 的时间窗,能获得高质量的、满足诊断要求的图像,并可有效地降低辐射剂量。这些研究基本上体现了当前 CTA 研究的水平。

我国心血管 CT 研究虽然取得了一定成绩,但仍应奋勇争先,敢于创新。我们应清醒地认识到自己的不足,以饱满的热情投入到临床研究中,积极开展前瞻性多中心研究,推进我国超低剂量 CTA 的研究,不断总结经验,最终受惠于民。

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] Tack D, Gevenois PA. Radiation dose from adult and pediatric multidetector computed tomography[M]. Berlin, Germany: Springer, 2007: 276.
- [3] Jun BR, Yong HS, Kang EY, et al. 64-slice coronary computed tomography angiography using low tube voltage of 80kV in subjects with normal body mass indices: comparative study using 120kV[J]. Acta Radiol, 2012, 53(10): 1099-1106.
- [4] Goetti R, Winklehner A, Gordic S, et al. Automated attenuation-based kilovoltage selection: preliminary observations in patients af-

- ter endovascular aneurysm repair of the abdominal aorta[J]. AJR, 2012, 199(3): 380-385.
- [5] Amacker NA, Mader C, Alkadhi H, et al. Routine chest and abdominal high-pitch CT: an alternative low dose protocol with preserved image quality[J]. Eur J Radiol, 2012, 81(3): 392-397.
- [6] Shuman WP, Branch KR, May JM, et al. Prospective versus retrospective ECG gating for 64-detector CT of the coronary arteries: comparison of image quality and patient radiation dose[J]. Radiology, 2008, 248(2): 431-437.
- [7] Han BK, Grant KLR, Garberich R, et al. Assessment of an iterative reconstruction algorithm (SAFIRE) on image quality in pediatric cardiac CT datasets[J]. J Cardiovasc Comput Tomogr, 2012, 6(3): 200-204.
- [8] Viteri-Ramirez G, Garcia-Lallana A, Simon-Yarza I, et al. Low radiation and low-contrast dose pulmonary CT angiography: comparison of 80kVp/60mL and 100kVp/80ml protocols[J]. Clin Radiol, 2012, 67(9): 833-839.
- [9] Yang WJ, Chen KM, Liu B, et al. Contrast media volume optimization in high-pitch dual-source CT coronary angiography: feasibility study[J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2013, 29(1): 245-252.
- [10] 祁丽, 张龙江, 周长圣, 等. 70kV 管电压和 30mL 对比剂的前瞻性心电门控触发大螺距 CT 冠状动脉成像[J]. 放射学实践, 2014, 29(6): 601-605.
- [11] 曹剑, 易妍, 王怡宁, 等. 70kV 超低压管电压低对比剂用量冠状动脉 CTA 的初步研究[J]. 放射学实践, 2014, 29(6): 589-592.
- [12] 吴爽, 周长圣, 张龙江, 等. 70kV 低剂量 CT 血管成像在儿童胡桃夹综合征中的应用[J]. 放射学实践, 2014, 29(6): 606-609.
- [13] 陈国中, 张龙江, 周长圣, 等. 70 kV 管电压在头颅 CT 血管成像中的可行性研究[J]. 放射学实践, 2014, 29(6): 585-588.
- [14] 陈刚, 吴东, 曾蒙苏, 等. 双源 CT 冠状动脉成像辐射剂量的优化[J]. 放射学实践, 2014, 29(6): 593-596.

(收稿日期: 2014-05-07)

· 影像快讯 ·

南京军区总医院医学影像科卢光明团队 喜获国家科学技术进步奖二等奖和中华医学科技奖一等奖

2013 年国家科技奖励大会于 2014 年 1 月 10 日在北京人民大会堂举行, 习近平、李克强、张高丽、刘延东等党和国家领导人出席会议并为获奖代表颁奖。此次奖励大会共授奖 10 位科技专家和 313 项成果。南京军区南京总医院医学影像科主任、中华医学会放射学分会常委、中华放射学会磁共振学组组长卢光明教授主持的项目“心脑血管病关键 CT 技术的应用与创新”荣获国家科学技术进步奖二等奖, 这是我国放射学界荣获的又一个国家科学技术进步奖。

中华医学科技奖颁奖大会于 2014 年 1 月 8 日在北京会议中心举行, 全国人大副委员长、中华医学会会长陈竺等领导出席会议并颁奖。卢光明教授主持的项目“双能量 CT 的临床应用与技术创新”获中华医学科技奖一等奖, 这是我国放射学界获得的首个中华医学科技奖一等奖。

双能量 CT 的临床应用与技术创新项目自 2006 年双源双能量 CT 技术推出后进行了系列创新研究, 填补了多项技术国际空白, 推动双能量 CT 转化为临床应用技术, 在重大疑难疾病诊疗中展示出新的强大优势。取得的主要创新点如下: ①研发了双能量 CT 系列新技术, 推动了腹部双能量 CT 的创新应用, 提高了小病变诊断能力。②基础与临床研究相结合, 拓展了双能量 CT 在心脑血管病的应用, 实现肺栓塞和冠心病的血管狭窄与灌注缺损诊断一体化, 提高了心脑血管病精准诊断水平。③开发了单能谱 CT 技术在骨肌疾病的应用, 减少了金属植入物伪影, 改善了骨病变细节显示。通过系列研究, 与国际同步推动双能量 CT 转化为临床应用, 明显提高了 CT 诊断重大疑难病的能力与效率, 拓展了适应证, 大幅降低了患者接受的辐射剂量, 意义重大。发表论文 205 篇, 其中英文论文 44 篇, 检索时被 SCI 收录 39 篇(总计 IF=221.7), 述评 4 篇。共被引用 949 次。主编专著 2 部, 参编英文专著 2 部。国内外会议专题讲座和发言 100 余次。在全国众多单位推广应用, 极大促进了本学科发展, 产生了非常显著的社会和经济效益。

心脑血管病是我国发病率和死亡率最高的疾病之一, 年死亡人数达 331 万。早期诊断是改善心脑血管病患者预后的关键, 其中影像学检查起着重要作用。以往心脑血管病的诊断依赖常规血管造影, 但仅能显示血管管腔且属有创检查。CT 血管成像(CTA)是一种无创性诊断技术, 但图像质量差、诊断准确性低、功能信息少、辐射剂量高, 能否替代常规血管造影用于诊断是国际上研究的热点。南京军区南京总医院医学影像科主任卢光明团队与北京协和医院、北京安贞医院开展联合攻关研究, 历时 16 年, 在心脑血管病关键 CT 技术、诊断精确性及辐射安全性等三大方面展开科技攻关, 突破多个技术难点, 为心脑血管疾病患者建立起了早期、精准、安全的无创性诊断技术平台, 产生了显著的社会及经济效益。

一、成功研发应用心脑血管病防治关口前移的 CT 关键技术, 构建 CT 冠状动脉成像规范体系