

头颈部 CTA 两种扫描方式及其辐射剂量的比较分析

刘昌盛, 查云飞, 李茂进, 谢宝君, 陈军, 彭宙峰, 潘鄂武

【摘要】 目的:优化头颈部 CT 增强扫描血管成像的扫描方式,减少其辐射危害。**方法:**回顾性地分析 86 例头颈部 CT 增强扫描血管成像的病例资料,其中行减影成像法及常规扫描成像法各 43 例,观察其成像质量,比较其单次扫描的 CT 剂量加权指数($CTDI_{vol}$)及剂量长度乘积(DLP)。**结果:**在扫描范围、扫描参数(kV、mAs、p、thin 等)、对比剂注射流率和注射部位完全相同的情况下,常规扫描成像与减影成像法的图像质量相同,单次扫描 $CTDI_{vol}$ 相同,但 DLP 降低约 48.26% 左右。**结论:**常规扫描法能有效降低总曝光量和累计剂量长度乘积,可以有效地降低患者的辐射剂量,减少其辐射危害。

【关键词】 体层摄影术, X 线计算机; 血管造影术; 辐射防护

【中图分类号】 R814.42; R814.3 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2009)12-1364-03

Comparison of the Image Quality and Radiation Exposure between Conventional and Subtractional CT Angiography of the Head and Neck with 64-slice Spiral CT LIU Chang-sheng, ZHA Yun-fei, LI Mao-jin, et al. Department of Radiology, Renmin Hospital of Wuhan University, Wuhan 430060, P. R. China

【Abstract】 Objective: To compare the image quality and radiation exposure between conventional and subtractional CT angiography of the head and neck with 64-slice spiral CT. **Methods:** Patients were randomly assigned to a conventional or subtractional CTA protocol ($n=43$, respectively). Contrast medium was injected automatically with bolus tracking. Other scanning parameters were kept constant. Effective dose was calculated on the basis of dose length product and volume CT-dose index. **Results:** There was no significant difference in subjective image quality between protocols. Dose length product (DLP) for the conventional protocol was significantly reduced by about 48/26% as compared with the subtractional protocol ($1992.35\text{mGy}/\text{cm} \pm 5.51$ vs $3850.76\text{mGy}/\text{cm} \pm 5.56$, $P<0.05$). **Conclusion:** Conventional scanning resulted in significant reduction of effective dose at head and neck CT angiography, without significant loss of objective or subjective image quality.

【Key words】 Tomography, X-ray computed; Angiography; Radiation protection

64 层螺旋 CT 因其扫描速度快,可行组织器官及血管的多期扫描成像,在临床运用越来越广泛,但因其层厚越来越薄,为保证图像质量势必带来曝光量毫安秒有所增大,从而增加了患者的辐射剂量,因此在不影响诊断的基础上,合理降低总曝光量刻不容缓。本研究旨在保证图像质量前提下,选择合理的扫描方式,尽量减少患者的辐射剂量。

材料与方法

搜集 2007 年 5 月~2008 年 8 月本院行头颈部 CT 血管成像的 86 例患者病例资料,其中男 36 例,女 50 例,年龄 39~72 岁,平均 51 岁,连续选取用减影成像法和常规扫描法扫描的患者各 43 例。

使用 GE Light Speed VCT 64 层 CT 扫描仪,能自动预先显示扫描剂量信息:单次扫描 CT 剂量加权

指数(volume CT dose index, $CTDI_{vol}$),剂量长度乘积(dose length product, DLP),累计总剂量 Total DLP。AGFA 公司 Scopix LR3300 激光相机, Sun Microsoft 4.4 图像处理工作站, Medrad 高压双筒注射器。

常规扫描方式:在头颈部侧位定位像上,选取颈₆与颈₇椎间隙的横断层面作为观察层面,于颈内动脉内设置面积为 6mm^2 兴趣区(region of interest, ROI),设置触发扫描 CT 阈值为 180 HU, CTA 扫描范围为颅顶至主动脉弓水平。扫描参数:管电压 120 kV,管电流 450~650 mA,准直器宽度为 0.625 mm,螺距 0.969,增强对比剂为优维显 370,对比剂用量为 65~85 ml;生理盐水用量为 25~35 ml,作为对增强对比剂的推进剂,使其快速到达目标血管,增强对比剂和生理盐水的注射流率均为 4.8~5.0 ml/s,用 Medrad 双筒高压注射器,从肘正中静脉注射给药。减影扫描成像法为在头颈部侧位定位像上制订 A、B 两组扫描参数(管电压 kV、管电流量 mAs、螺距 p、层厚 thin 等)与扫描范围完全相同的扫描计划, A 组为头颈部平

扫, B 组为头颈部增强, 注射对比剂方式和部位与常规扫描方式相同, 扫描结束后用 B 组的图像减去 A 组的图像得到减影的图像并进行图像后处理。后处理成像采用 MIP 法和 CVR 法对图像进行后处理。

射线剂量评估方法: 每例头颈部 CTA 扫描结束后, 计算机自动有一个剂量报告值, 包括 $CTDI_{vol}$ 和 DLP, 所有病例的报告值取其平均值后, 每组 43 例病例行 CTA 扫描后放射剂量值见表 1。

影像评价和分析是由两位从事头颈部 CTA 诊断的医师使用 5 分法对图像质量进行主观评价。主观评价的标准: 5 分, 头颈部血管边缘平滑锐利、分支及远端显示好; 4 分, 头颈部血管显示好, 分支显示好, 远端显示较好; 3 分, 头颈部血管主干显示好, 主要分支显示较好, 分支及远端显示欠佳; 2 分, 血管边缘毛糙, 分支及远端显示差, 勉强能诊断; 1 分, 血管边缘毛糙, 主干、分支显示均欠佳, 无法诊断(由于患者的头颈部不自主的运动或患者的吞咽动作所致)。对两组图像质量采用双盲法进行评分, 取其平均值并记入表 1。

统计学处理: 应用 SPSS 10.0 软件对上述两组数据进行统计学分析, 对两组图像质量评分、 $CTDI_{vol}$ 、DLP 的组间差异进行 t 检验, $P < 0.05$ 为有统计学意义。

结 果

两种扫描方式下头颈部 CTA 成像质量评分分别为 4.31 ± 0.92 、 4.22 ± 0.68 , 对其差异行 t 检验, $P > 0.05$, 说明两种扫描方式下头颈部 CTA 成像质量差异无显著性意义, 均能满足诊断的要求(图 1~3)。

两种扫描方式下平均单次扫描 CT 剂量加权指数 $CTDI_{vol}$ 分别为 (55.30 ± 1.23) mGy 和 (56.10 ± 1.31) mGy; 平均 DLP 分别为 (3850.76 ± 5.56) mGy-cm 和 (1992.35 ± 5.51) mGy-cm。

对两种扫描方式下的 $CTDI_{vol}$ 差值行 t 检验, $P > 0.05$, 说明两种扫描方式下单次扫描的 $CTDI_{vol}$ 没有显著性差异; 对两种扫描方式下 DLP 的差值行 t 检验, $P < 0.05$, 说明两种扫描方式下的累计剂量长度乘积值差异有显著性意义, 常规成像法明显低于减影成像法, 即常规成像法能大大减低受检者放射线的辐射水平, 两种扫描方式下头颈部 CTA 成像质量及放射剂量指标分析见表 1。

表 1 两种扫描方式头颈部 CTA 成像质量及放射剂量指标

评价指标	减影成像法	常规成像法	P 值
图像质量(评分)	4.31 ± 0.92	4.22 ± 0.68	>0.05
$CTDI_{vol}$ (mGy)	55.30 ± 1.23	56.10 ± 1.31	>0.05
DLP (mGy/cm)	3850.76 ± 5.56	1992.35 ± 5.51	<0.05

从上述分析可知两种扫描方式头颈部 CTA 成像质量相同(图 1、2), 单次扫描的 $CTDI_{vol}$ 大致相同, 但其累计剂量长度值常规扫描 CTA 成像法减少了 48.26% 左右, 大大减少了受检者的辐射剂量。

讨 论

MSCT 特别是 64 层螺旋 CT 因其扫描速度快, 可以在很短的时间内获得更多高质量的图像, 清晰的图像和病变的良好显示, 使临床相关科室医师越来越多地依赖 CTA 来获取血管性病变的信息, 导致 CT 的过量使用; 又由于 MSCT 扫描时间缩短, 而其扫描层厚

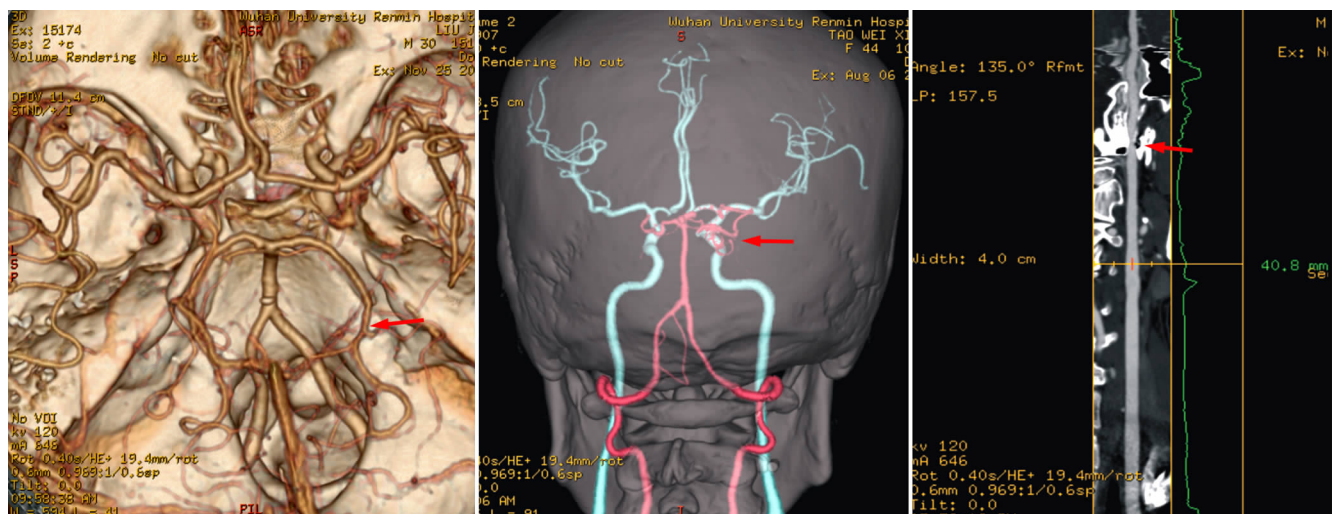


图 1 常规扫描法的颅脑内血管 VR 图, 清晰显示颅脑内的动脉血管及其交通支(箭)。图 2 减影成像法头颈部血管 VR 图, 清晰地显示头颈部的血管及其分支(箭)。图 3 常规扫描法的头颈部血管 MIP 图, 为头颈部血管拉直后分析图, 有利于分析血管的狭窄部位(箭)及狭窄程度。

越来越薄,为达到一定图像的分辨率而所需的射线剂量必然有所增加^[1]。上述两种因素导致受检者所接受的 CT 辐射剂量大大增加,有资料表明,一次常规 CT 扫描的剂量大约相当于拍摄 300 帧普通 X 线胸片^[2];而每增加患者 10mSv 的辐射剂量,致死率增加 0.04%^[3],每增加 10mSv 的管电流,相当于增加 7~14 帧常规 X 线胸片的辐射剂量,甚至有专家指出,CT 诊断的有效辐射剂量与日本原子弹爆炸时在离爆炸中心数英里的幸存者所接受的辐射剂量相近(受照射方式和射线种类不尽相同);本组所有病例在行头颈部 CTA 时,受照射部位包含眼晶体、甲状腺等这些对辐射极为敏感的组织 and 器官,在受到不必要的或过量的放射线照射时,其致癌效应发生的概率会大幅度增加^[4],因此,合理地降低受检者的 CT 辐射剂量,应引起医学影像工作者高度关注。

影响 CT 辐射剂量的因素包括 X 射线球管的管电压(kVp)、管电流(mA)、曝光时间(s)、螺距(P)、X 射线的剂量分布、散射线的含量、准直器的大小、图像噪声、探测器的效率、探测器单元、信号收集系统的电子噪声、图像层厚、重建方法、扫描重复次数等 CT 机系统技术性能指标和扫描技术参数,其中可以人为控制的降低辐射剂量的因素主要有降低管电压、增加螺距、降低曝光量(mAs)以及减少扫描重复次数。

降低管电压,可降低射线辐射剂量,但射线的穿透力减低,可被人体吸收的射线比例增加,最终还是会增加患者的放射线危害;螺距与辐射剂量成反比,增加螺距,受检者接受的 X 射线剂量随之下降,但螺距增加使层面敏感曲线 SSP 增宽,Z 轴空间分辨力下降,成像质量下降;降低曝光量(mAs),图像信噪比降低,图像质量下降;减少扫描重复次数,可以成倍地降低受检者的 CT 辐射剂量,本组研究中常规扫描法只需扫描一次,其图像质量即可达到诊断的要求,最为有效的降低患者的放射剂量的方法。

同时,降低辐射剂量应服从国际放射防护委员会(International commission on Radiological Protection, ICRP)1997 年提出的 X 线检查辐射防护原则^[5]:①实践的正常性,即辐射照射的实践,除非对受照个人或社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害,否则就不得采取此种实践。本组研究中常规扫描方式只需要一次扫描获得的图像质量可以达到诊断的要求,而减影成像是常规扫描方式之前以同样的扫描参数先平扫一次,而其最终图像质量同常规扫描方

式获得的图像质量一样(图 1、2),因此,先前平扫的一次即是非正常的医疗实践,此次实践使患者增加一次放射线的照射,所以常规扫描方式符合此项原则;②辐射防护的最优化,即进行辐射实践时,保证将辐射剂量保持在可合理的达到的尽量低水平。常规扫描方式只需要一次扫描获得的图像质量可以达到诊断的要求,没有必要同减影成像法那样以同样的扫描参数扫描 2 次,而获得的图像质量同常规扫描方式一样,为了同样的结果,减影成像法使患者受到了不必要的放射线照射,因此本组研究中常规扫描方式值得提倡;③个人剂量限制值,对选定的个人受照射剂量限制值,旨在防止发生确定性效应,并将随即效应限制在可以接受的水平,本组研究中常规扫描方式患者受到的照射剂量较低,更有利于防止确定性效应的发生。

另外,放射检查中还应遵循合理使用低剂量(as low as reasonably achievable, ALARA)原则^[6,7],即用最低剂量来获取满足临床需要的诊断性影像原则。本组对照的 2 种扫描方式中,常规扫描方式可以使每位患者头颈部 CTA 受照射的累计照射量 DLP 值从平均 3850 mGY·cm 降低到 1992.35 mGY·cm,下降约 48.26%,而图像质量可以达到诊断要求,这样有效地保护了受检者,对于怀疑头颈部血管病变行 CT 扫描血管成像的患者及血管病变外科手术后复查的患者具有很重要的放射防护意义。

参考文献:

- [1] Mettler FA, Wiest PW, Locken JA, et al. CT Scanning: Patterns of Use and Dose[J]. J Radiol Prot, 2000, 20(4): 353-359.
- [2] Smith M. 医疗照射控制患者健康和安全的微妙平衡[J]. 国际原子能机构通报, 2006, 3(1): 54-56.
- [3] Javier L, Joaquim P, Pilar GP, et al. Low Dose High Resolution CT of the Chest in Children and adults; dose, Cooperation Artifact incidence, and Image Quality[J]. AJR, 2000, 175(9): 985-992.
- [4] 刘昌盛, 魏文洲, 郑晓华, 等. 低剂量 CT 扫描对婴幼儿颅脑病变的诊断与防护价值[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2004, 24(4): 270-271.
- [5] Pierce DA, Preston DL. Radiation-related Cancer Risks at Low Doses Among Atomic Bomb Survivors[J]. Radiat Res, 2000, 154(2): 178-186.
- [6] Stovis TL. The ALARA Concept in Pediatric CT: Myth or Reality[J]. Radiology, 2002, 4(1): 5-6.
- [7] 强勇刚, 张秀萍, 廖永华, 等. 论“放射防护学”课程在医学教育中的地位及作用[J]. 中国高等医学教育, 2007, 3(1): 74-76.

(收稿日期: 2009-05-28 修回日期: 2009-09-11)