

• CT 双低剂量成像专题 •

100 kVp 条件下头颈 CTA 检查中碘克沙醇(270 mg I/mL)个性化注射方案的成像效果初探

刘建新, 姜健, 王霄英, 曹新鸣, 盛程程, 李美娇, 张来运, 赵永为

【摘要】 目的:探讨 100 kVp 条件下、头颈部 CTA 检查中碘克沙醇(270 mg I/mL)个性化注射方案的成像效果。

方法:连续 50 例患者行头颈部 CTA 检查。使用对比剂碘克沙醇(270 mg I/mL),个性化对比剂注射方案如下:注射总量=体重(kg)×0.5 mL/kg;根据注射时间的不同(分别为 7、8 和 9 s)将患者分为 3 组(依次为 A、B、C 组);注射流率=注射总量/注射时间,规定最高流率为 6 mL/s;采用对比剂智能跟踪触发技术,兴趣区置于主动脉弓处,阈值为 80 HU。由两位阅片者对 3 组的重组图像进行主观评估(5 分法),并测量颈部及颅内动脉的 CT 值。结果:三组患者的年龄、性别、身体质量指数(BMI)的差异无统计学意义($P>0.05$)。三组图像的主观评分分别为 4.75 ± 0.41 、 4.85 ± 0.34 和 4.29 ± 0.61 , A 组与 B 组主观评分的差异无统计学意义($P>0.05$),A 组、B 组与 C 组间主观评分的差异有统计学差异($P=0.004$ 、 0.024)。三组图像上颈动脉及颅内动脉的 CT 值:A 组与 B 组间 CT 值的差异无统计学意义($P>0.05$),A 组、B 组与 C 组间 CT 值的差异有统计学差异($P=0.001\sim0.037$)。结论:碘克沙醇(270 mg I/mL)在头颈 CTA 检查中可进行个性化注射,图像质量可满足诊断需求。

【关键词】 颈动脉; 头颈部; 体层摄影术, X 线计算机; 血管成像; 对比剂

【中图分类号】R814.42;R543.4 【文献标识码】A 【文章编号】1000-0313(2014)04-0369-04

Study of image quality of head and neck CT angiography with 100kVp technique: individualization protocol of Iodixanol (270mg I/mL) administration LIU Jian-xin, JIANG Jian, WANG Xiao-ying, et al. Department of Radiology, Peking University First Hospital, Beijing 100034, P. R. China

【Abstract】 Objective: To evaluate the feasibility of head and neck CTA with 100kVp technique and individualization protocol of Iodixanol (270 mg I/mL) administration. Methods: 50 patients underwent head and neck CTA using Iodixanol (270mg I/mL) as contrast medium. The individual contrast medium protocol were as follows: total volume of contrast medium administrated=weight(kg)×0.5mL/kg. According to different time period of injection, which were 7s, 8s and 9s, these patients were divided into 3 groups (Group A, Group B, Group C respectively); the injection rate=volume/injection time, with the highest rate as 6mL/s. Using smart tracing trigger technique for contrast injection, the region of interest (ROI) was placed at aortic arch, the threshold was set as 80HU. The reformatted images were subjectively evaluated by 2 radiologists with 5 scale method, and the CT values of carotid artery and intra-cerebral artery were measured. Results: There were no significant statistic differences in gender, age and BMI among the 3 groups ($P>0.05$). The image quality scores of Group A, Group B and Group C was 4.75 ± 0.41 , 4.85 ± 0.34 and 4.29 ± 0.61 respectively, no statistic difference was existed between Group A and Group B ($P>0.05$), significant statistic difference was existed between Group A, Group B and Group C ($P=0.004$ and 0.024 respectively). Of the CT values of carotid arteries and intra-cerebral arteries of the 3 groups, no statistic difference was showed between Group A and Group B ($P>0.05$), yet there were significant differences between Group A, Group B and Group C ($P=0.001$ and 0.037 respectively). Conclusion: Individualization of injection protocol is feasible in head and neck CTA with iodixanol (270mg I/mL). The image quality can meet the requirement of diagnosis.

【Key words】 Carotid artery; Head and neck; Tomography, X-ray computed; Angiography; Contrast medium

头颈部 CTA 检查是诊断头颈部血管病变的常规影像检查方法,在提供诊断信息的同时,有潜在的射线辐射风险和对比剂肾损害风险^[1]。降低管电压可显著降低被检者的辐照剂量^[2],个性化使用对比剂可以降低肾损害的风险。本研究通过在 100 kVp 条件下,使用碘克沙醇(270 mg I/mL)并制订个性化注射方案,旨在探讨双低剂量 CTA 方案的成像效果。

材料与方法

将在我院 2013 年 11 月—2013 年 12 月行头颈 CTA 检查的连续 50 例患者纳入研究,记录每例患者的性别、年龄、身体质量指数(body mass index, BMI)、CT 扫描参数和对比剂注射方案。

使用 Siemens Somatom Definition Flash 双源 CT 机行头颈部螺旋扫描,扫描参数: CARE Dose 4D, 100 kVp, 自动毫安秒(参考值 150 mAs), 128 i×0.6 mm, 螺距 1.2, 0.28 s/r, 重建层厚 0.75 mm, 间距

作者单位: 100034 北京, 北京大学第一医院医学影像科
作者简介: 刘建新(1966-), 男, 北京人, 技师, 主要从事 CT 技术工作。
通讯作者: 王霄英, E-mail: cjr. wangxiaoying@vip. 163. com

0.6 mm, 扫描时间 2.2~2.4 s。采用对比剂智能跟踪触发技术, 兴趣区置于主动脉弓处, 阈值设定为 80 HU, 触发后延迟 2 s 启动扫描, 扫描参数一致。扫描范围自主动脉弓至颅顶, 扫描方向由足侧向头侧。

扫描结束后记录辐射剂量, 指标包括 CT 剂量指数 (CT dose index, CTDIvol)、剂量长度乘积 (dose length product, DLP), 并根据公式 (1) 和 (2) 计算有效剂量 (effective dose, ED) 和体型特异性剂量估计 (size-specific dose estimate, SSDE) 值^[3]:

$$ED = DLP \times k \quad (1)$$

$$SSDE = f_{\text{size}} \times CTDI_{\text{vol}} \quad (2)$$

其中转换系数 f_{size} 通过计算胸部前后径和左右径之和, 然后查找线性关系表, 得到相应的转换系数^[4]。 k 为转换因子, 本研究取值为 $k = 0.014 \text{ Sv}/(\text{mGy} \cdot \text{cm})$ 。

3. 对比剂使用方案

采用非离子型对比剂碘克沙醇 (270 mg I/mL), 注射部位为右侧桡静脉或手背静脉, 应用 20G 套管针。采用个性化对比剂注射方案: 注射总量 (mL) = 体重 (kg) $\times$ 0.5 mL/kg; 注射时间分别为 7、8 和 9 s; 注射流率 = 注射总量 / 注射时间, 限制最高流率为 6 mL/s。根据注射时间, 将患者分为 3 组: A 组, 对比剂注射时间为 7 s; B 组, 对比剂注射时间为 8 s; C 组, 对比剂注射时间为 9 s。

使用双筒高压注射器 (Medrad, Stellant, USA) 推注对比剂, 双期注射, 第一期注射对比剂, 第二期注射生理盐水, 注射盐水总量 40 mL, 注射流率与对比剂相同。各期均按设定顺序由高压注射器自动连续进行。

4. 图像处理和分析

图像主观评价: 两位有经验的影像科医师对 CTA 图像进行评分, 包括头颈部 CTA 的 0.75 mm 层厚横轴面图像、最大密度投影 (maximum intensity projection, MIP) 图像及三维图像。在除外近端血管严重狭窄的情况下, 评分标准如下。5 分: 颈部及头部动脉血管充盈良好, 血管轮廓清楚, 管腔内密度均匀, 管壁边缘锐利, 未见伪影, 颈静脉及上腔静脉几乎不显影; 4 分: 颈部及头部动脉血管充盈良好, 血管轮廓清楚, 管腔内密度均匀, 管壁轻微模糊, 或有轻微伪影, 颈静脉及上腔静脉轻微显影, 可用于诊断; 3 分: 颈部及头部动脉血管充盈尚可, 管腔内密度欠均匀, 管壁稍模糊, 或有轻度伪影, 颈静脉及上腔静脉显影, 但颈动脉仍可评价; 2 分: 颈部及头部动脉血管充盈差或不连续, 管腔内密度不均匀, 管壁模糊, 有严重伪影, 诊断受限; 1 分: 颈部及头部动脉血管不能识别, 伪影重, 不能用于诊断。评分 ≥ 3 分为符合临床诊断要求, 评分 ≤ 2 分为不符合诊断要求。

图像客观评价: 将获得的容积数据重建为层厚 0.75 mm、层距 0.6 mm 的横轴面图像, 进一步后处理得到 MIP、曲面重组 (CPR) 及容积再现 (VR) 图像 (图 1)。分别测量和记录动脉和静脉管腔内的 CT 值, 包括主动脉弓、颈总动脉、颈内动脉、大脑中动脉以及上腔静脉、颈内静脉和大脑大静脉 (图 2)。分别测量各段血管的起始段、末段及中段的 CT 值, 计算 3 者的平均值作为此支血管的平均 CT 值。ROI 面积为测量层面管腔面积的 1/2, 圆形 ROI 置于血管腔中央, 避开钙

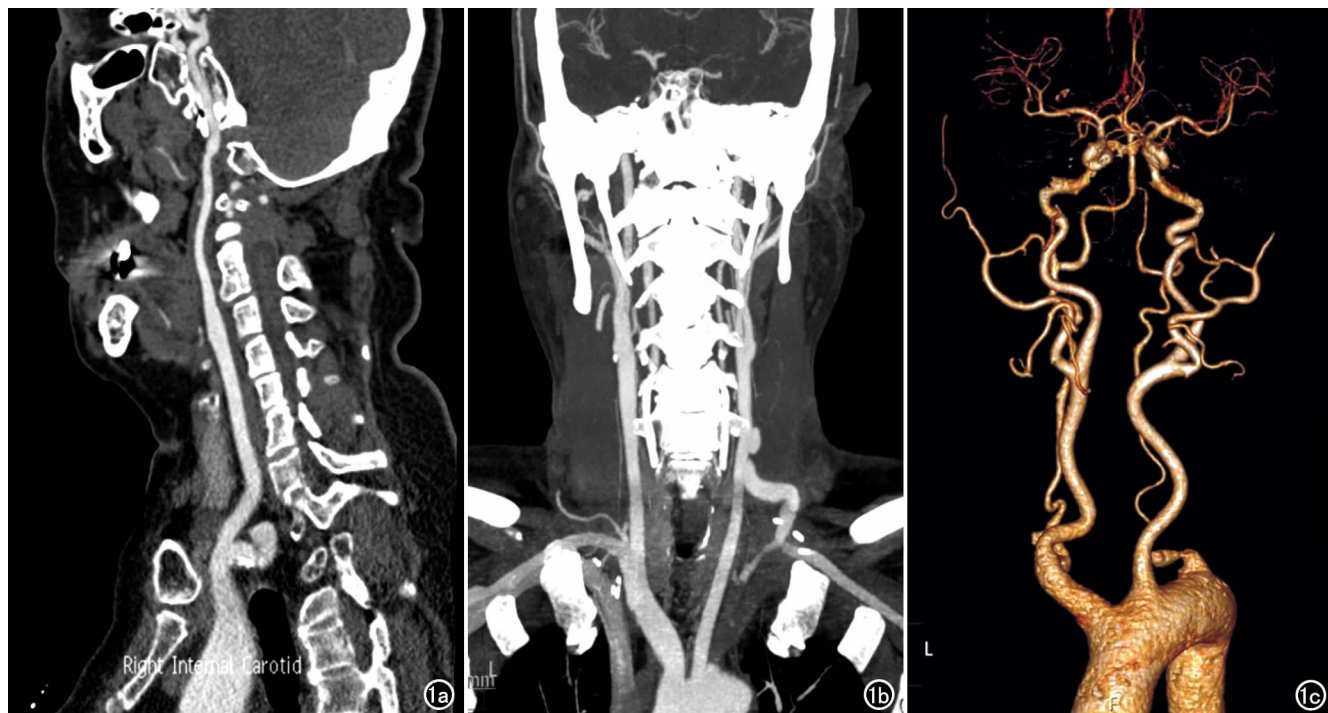


图 1 一例健康志愿者的 CTA 重组图像, 头颈部血管显示清晰, 能满足诊断要求。a) CPR 图像; b) MIP 图像; c) VR 图像。

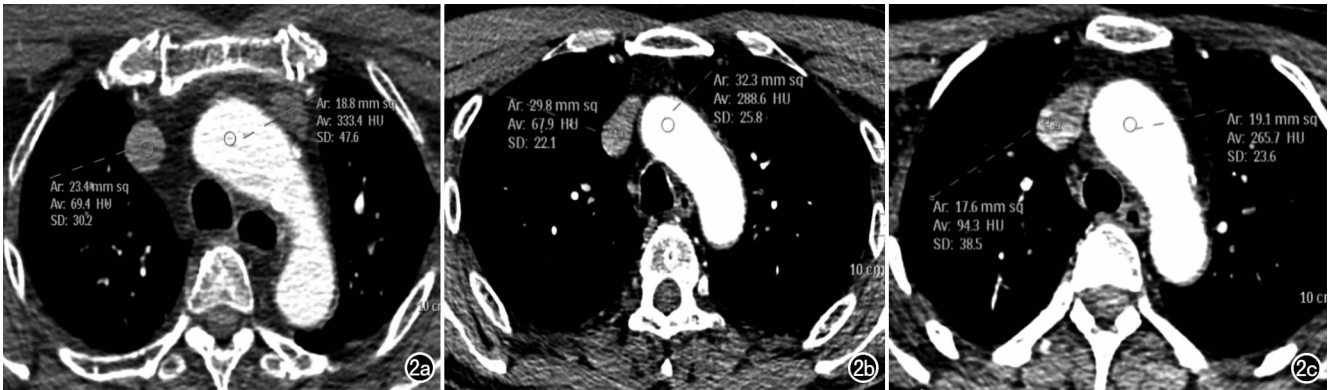


图 2 3 组的主动脉弓层面横轴面 CTA 图像。a) A 组, 主动脉弓内 CT 值为 333.4 HU, 上腔静脉内 CT 值为 69 HU; b) B 组, 主动脉弓内 CT 值为 288.6 HU, 上腔静脉内 CT 值为 67.9 HU; c) C 组, 主动脉弓内 CT 值为 265.7 HU, 上腔静脉内 CT 值为 94.7 HU。

化、软斑块、狭窄等区域。

4. 统计学方法

应用 SPSS 20.0 (SPSS, Chicago, IL, USA) 软件, 采用 Kruskal-Wallis H 检验比较 3 组患者年龄、性别、BMI、注射对比剂剂量、注射对比剂流率、CTA 图像的主观评分及各段血管腔内 CT 值。若 3 组之间差异有统计学意义, 则采用非参数秩和检验 (Mann-Whitney U) 进行两两比较。对两位阅片者的一致性分析采用 Kappa 检验, Kappa 值 < 0.4 为一致性差, 0.4 ≤ Kappa 值 < 0.75 为一致性良好, Kappa 值 ≥ 0.75 为一致性非常好。P < 0.05 为差异有统计学意义。

结 果

1. 受试者情况

三组患者的临床资料及注射参数见表 1。年龄、性别及 BMI 间的差异无统计学意义 (P > 0.05)。三组患者注射对比剂总量的差异, 无统计学意义 (P =

0.378~0.800)。三组对比剂注射流率之间的差异有统计学意义, A 组患者对比剂注射流率为 (4.91 ± 0.75) mL/s, 高于 B 组的 (4.40 ± 0.63) mL/s, A 组、B 组均高于 C 组 (3.67 ± 0.57) mL/s, 差异均有统计学意义 (P = 0.000~0.047)。

2. CT 辐射剂量

三组的平均 CTDIvol 为 (5.80 ± 0.23) mGy, DLP 为 (206.92 ± 21.24) mGy · cm, SSDE 为 (7.24 ± 1.14) mGy, ED 为 (2.90 ± 0.30) mGy。

3. 图像质量评估结果

主观评分结果显示, 三组病例头颈 CTA 的各种重建图像均可以满足诊断需求。两位阅片者图像质量主观评分一致性较好 (Kappa = 0.79)。三组的主观评分分别为 4.75 ± 0.41、4.85 ± 0.34 和 4.29 ± 0.61。A 组与 B 组主观评分的差异无统计学意义 (P > 0.05), A 组、B 组与 C 组主观评分的差异有统计学差异 (P 值分别为 0.004 和 0.024)。

表 1 头颈 CTA 检查患者的一般情况

指标	A 组	B 组	C 组	P 值
患者人数 (例)	16	17	17	—
性别 (男 : 女)	10 : 6	5 : 12	8 : 9	>0.05
年龄 (岁)	64.19 ± 8.29	56.12 ± 13.37	60.29 ± 10.21	<0.05
BMI (kg/m ²)	24.85 ± 2.41	25.15 ± 2.77	24.09 ± 2.86	>0.05
对比剂注射总量 (mL)	34.88 ± 5.51	35.35 ± 5.16	33.24 ± 5.33	>0.05
对比剂注射流率 (mL/s)	4.91 ± 0.75	4.4 ± 0.63	3.67 ± 0.57	<0.05

注: 三组注射时间分别为 7s、8s、9s。

表 2 头颈部 CTA 图像血管内 CT 值 (HU)

血管名称	A 组	B 组	C 组	P 值
上腔静脉	108.27 ± 38.06	95.81 ± 24.51	106.59 ± 24.26	>0.05
颈静脉	74.32 ± 19.02	82.95 ± 22.06	90.29 ± 29.17	>0.05
大脑大静脉	145.02 ± 23.74	158.8 ± 28.83	147.23 ± 27.71	>0.05
主动脉弓	321.69 ± 65.66	312.12 ± 24.85	262.76 ± 42.07	<0.05
颈总动脉	369.12 ± 72.40	362.90 ± 27.39	303.01 ± 52.89	<0.05
颈内动脉	354.32 ± 73.36	351.17 ± 29.67	296.95 ± 45.89	<0.05
大脑中动脉	321.48 ± 66.52	316.21 ± 30.53	274.41 ± 48.61	<0.05

血管 CT 值的测量结果及统计分析结果见表 2。三组图像的各颈部动脉及脑内动脉的 CT 值的差异有统计学意义($P < 0.05$),三组图像的各颈部静脉及脑内静脉的 CT 值的差异无统计学意义($P > 0.05$)。

讨 论

CT 血管成像已成为全身血管疾病检查的一线影像检查方法,得到广泛应用。随着检查适应证增加,检查人次增多、设备技术进步,CT 检查所致人群的射线辐射风险、增强检查所致对比剂风险也日益受到关注。CT 检查中,使用容积扫描、薄层扫描、重复的扫描序列及扩大的扫描范围等,都会导致辐射剂量增加。降低辐射剂量的方法也是多样的,包括降低电压、电流,缩短曝光时间,减少扫描序列,改变进床速度、螺距、准直器,使用迭代算法等。上述部分参数之间有内在联系,对图像质量共同产生影响。所以降低辐射剂量的研究,必须在各种参数组合条件下,对图像质量进行主观和客观评估,以找到不影响临床诊断前提下的参数组合。更重要的是,在 CTA 的技术研究中,不仅要关注 CT 扫描参数的设定,还应关注对比剂注射方案的优化,才能得到最佳的综合技术方案。

本研究在降低剂量方面的参数调整,主要有两方面:①管电压使用 100 kVp 代替常规 120 kVp,减少射线辐射风险;②使用低浓度(270 mg I/mL)对比剂代替常规浓度(350~370 mg I/mL)对比剂,在注射对比剂容积相同的前提下,可降低对比剂肾损害风险。在上述参数设定基础上,进行了 3 种方案的个性化对比剂注射,研究这 3 种方案扫描时的图像质量,以找到最佳的成像参数组合。

碘的原子序数(为 53)相对较高,降低管电压时(自 120 kVp 至 100 kVp)X 线能量减少,碘对比剂的衰减增高,CT 值增高^[4]。研究证明管电压从 120 kVp 变为 100 kVp,碘的 CT 值大约增加 17%~26%^[5-6]。软组织的原子序数较低(氢、氧、碳分别为 1、8、12),降低管电压时,这些物质的衰减变化不大,CTA 成像时背景软组织的密度几乎不随管电压降低而变化。所以使用低电压扫描时,适当减少碘对比剂的用量,仍可达到与常规方法相似的血管对比^[7]。这是本研究中设定低浓度对比剂(270 mg I/mL)、同时使用较低的管电压,血管显影效果仍然较好的理论基础。

影响头颈 CTA 图像质量的重要因素之一,是上腔静脉滞留大量对比剂产生硬化伪影,导致对动脉图像的干扰^[8]。既往研究报告中,64 排螺旋 CT 进行头颈 CTA 扫描,对比剂总量多为 50~60 mL,注射流率

4.5~5.0 mL/s,对比剂注射时间为 10~12 s^[9-10]。随着设备改进,机架转速提高及探测器的加宽,头颈 CTA 检查的扫描速度可进一步提升,在更短时间内完成靶血管的成像。本研究中的扫描方案,在设备本身扫描速度快的前提下,设定了较短的扫描时间、较短的对比剂触发后延迟时间,所以总的注射时间可以减少,并进行个性化注射。这些时间参数的改变,不仅可以降低辐射剂量、对比剂总量,更重要的是,可减少头颈部静脉内对比剂的充盈,避免对动脉血管成像的影响。本研究中,7、8 和 9 s 3 种对比剂注射时间得到 3 组图像,其质量均可以满足临床诊断要求,而 7 s 组及 8 s 组的图像质量明显高于 9 s 组,但是 7 s 组的注射流率较快,对患者的血管条件要求较高,所以在本组条件下,对比剂注射时间设定为 8 s 是最佳选择。

本研究有一定的局限性:每组病例数量较少,患者的个体差异可能造成数据间差异较大,而影响了结果。仅由影像科医师对图像进行主观、客观评估,将来应进一步与金标准(DSA)结果进行对照,以了解不同技术的诊断效能。

参考文献:

- [1] 张保翠,张玉东,赵凯,等. 静脉注射碘对比剂对不同人群肾功能的影响[J]. 中华放射学杂志,2013,47(4):335-339.
- [2] Berring de Gonzalez A, Darby S. Risk of cancer from diagnostic X-rays: estimates for the UK and 14 other countries[J]. Lancet, 2004, 363(1):345-351.
- [3] 张晓东,郭小超,王霄英,等. 体型特异性剂量估计的概念和方法[J]. 放射学实践,2013,28(3):312-314.
- [4] Huda W, Scalzetti EM, Levin G. Technique factors and image quality as functions of patient weight at abdominal CT[J]. Radiology, 2000, 217(2):430-435.
- [5] Waaijer A, Prokop M, Velthuis BK, et al. Circle of Willis at CT angiography: dose reduction and image quality—reducing tube voltage and increasing tube current settings[J]. Radiology, 2007, 242(3):832-839.
- [6] De Zordo T, von LK, Dejac C, et al. Comparison of image quality and radiation dose of different pulmonary CTA protocols on a 128-slice CT: high-pitch dual source CT, dual energy CT and conventional spiral CT[J]. Eur Radiol, 2012, 22(2):279-286.
- [7] 李玮,刘建新,王霄英,等. 低电压低对比剂剂量头颈 CTA 的可行性研究[J]. 放射学实践,2013,28(5):482-485.
- [8] 刘建新,崔晨,高福生,等. 三次团注头颈部血管 CT 造影扫描方案的初步研究[J]. 中华放射学杂志,2012,46(12):1138-1140.
- [9] 李明利,金征宇,张云庆,等. 多层螺旋 CT 头颈部低剂量对比剂血管成像的可行性研究[J]. 临床放射学杂志,2005,24(3):214-217.
- [10] 曹丽珍,李坤成,杜祥颖,等. 低剂量对比剂联合生理盐水在 64 层螺旋 CT 头颈血管成像中的应用[J]. 中华放射学杂志,2007,41(8):821-824.

(收稿日期:2014-01-08)