

## 低管电压联合低浓度对比剂 在256层螺旋CT头颈动脉成像中的应用

李倩<sup>1</sup>, 张惠英<sup>2</sup>, 马春梅<sup>2</sup>, 李文会<sup>1</sup>

(1. 河北省唐山市妇幼保健院放射科, 河北唐山, 063000;

2. 华北理工大学附属医院CT室, 河北唐山, 063000)

**摘要:**目的 探讨在256层螺旋CT头颈动脉成像中应用低管电压联合低浓度对比剂以降低辐射剂量及碘总量的效果。方法 选取行256层螺旋CT头颈动脉成像检查的患者80例,随机分为A组(常规组)和B组(双低组)各40例。A组管电压120 kV,注射对比剂浓度选择370 mgI/mL(碘普罗胺);B组管电压100 kV,对比剂浓度选择320 mgI/mL(碘佛醇)。根据患者体质量选择对比剂用量(1.0 mL/kg)。测量2组图像中主动脉弓、颈总动脉、颈内动脉及大脑中动脉CT值。记录有效辐射剂量、碘总量及图像质量评价情况。结果 2组中主动脉弓、颈总动脉、颈内动脉及大脑中动脉处CT值比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ )。2组图像质量差异亦无统计学意义( $P>0.05$ )。B组与A组的有效辐射剂量分别为( $2.67 \pm 0.33$ )、( $4.05 \pm 0.37$ ) mSv,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。B组与A组的碘总量分别为( $20.18 \pm 2.13$ )、( $23.16 \pm 2.32$ ) g,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。结论 低管电压(100 kV)联合低浓度对比剂(320 mgI/mL)进行256层螺旋CT头颈动脉成像,可得到较为满意的图像,并降低了有效辐射剂量和碘总量。

**关键词:**对比剂;CT;头颈动脉成像;辐射剂量;碘普罗胺;碘佛醇

中图分类号: R 445 文献标志码: A 文章编号: 1672-2353(2018)03-102-04 DOI: 10.7619/jcmp.201803029

## Application of low tube voltage combined with low concentration contrast agent in head and neck artery imaging by 256-slice spiral CT

LI Qian<sup>1</sup>, ZHANG Huiying<sup>2</sup>, MA Chunmei<sup>2</sup>, LI Wenhui<sup>1</sup>

(1. Department of Radiology, Tangshan Maternal and Child Health Care Hospital, Tangshan,

Hebei, 063000; 2. CT Room, The Affiliated Hospital of North China University of Science  
and Technology, Tangshan, Hebei, 063000)

**ABSTRACT: Objective** To explore the effect of low tube voltage combined with low concentration contrast agent on reducing radiation dose and total amount of iodine in head and neck artery imaging by 256-slice spiral CT. **Methods** Totally 80 patients with head and neck artery imaging by 256-slice spiral CT were selected and randomly divided into group A (routine dose) and group B (double low-dose), 40 cases in each group. In group A, tube voltage was 120 kV and concentration of injecting contrast agent (ultravist solution) was 370 mgI/mL. In group B, tube voltage was 100 kV and concentration of injecting contrast agent (ioversol) was 320 mgI/mL. Selection of contrast agent dosage was based on patient's body mass (1.0 mL/kg). The CT values of the aortic arch, the common carotid artery, the internal carotid artery and the middle cerebral artery were measured in both groups. Effective radiation dose, total amount of iodine and evaluation of image quality were recorded. **Results** There were no significant differences between the two groups in the CT values of the aortic arch, the common carotid artery, the internal carotid artery and the middle cerebral artery ( $P>0.05$ ). There was no significant difference of image quality between the two groups ( $P>0.05$ ). The effective radiation doses of group B and group A were ( $2.67 \pm 0.33$ ) and ( $4.05 \pm 0.37$ )

收稿日期: 2017-08-13 录用日期: 2017-10-26

通信作者: 张惠英

mSv respectively, and there was significant difference ( $P < 0.05$ ). The total amount of iodine in group B and group A was  $(20.18 \pm 2.13)$  and  $(23.16 \pm 2.32)$  g respectively, and there was significant difference ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** Low tube voltage (100 kV) combined with low concentration contrast agent (320 mgI/mL) for imaging of head and neck artery by 256 slice spiral CT can get satisfactory image quality and reduce the effective radiation dose and total iodine amount.

**KEY WORDS:** contrast agent; CT; imaging of head and neck artery; radiation dose; ultra-violet solution; ioversol

多层螺旋CT头颈动脉成像(MSCTA)技术因其无创、禁忌少、空间分辨率高、扫描时间短以及成像范围大而得到广泛应用。在临床工作中,MSCTA已被视为头颈部血管病变的首选检查方法,但伴随的辐射问题以及造影剂的副作用也日益明显。本研究在256层螺旋CT头颈动脉成像中应用低管电压(100 kV)联合低浓度对比剂(320 mgI/mL)技术,在保证图像质量的前提下降低辐射剂量及碘总量,现报告如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取2015年5月—2016年3月行256层螺旋CT头颈动脉成像的患者80例。检查前先向患者详细告知试验内容,患者同意后签署知情同意书,并经伦理委员会审查通过。所有患者检查前均进行碘过敏实验且无碘对比剂过敏。所有患者均无严重肝肾功能不全和心衰。80例患者随机分为2组。A组(常规组)40例,男18例,女22例,年龄31~77岁,平均 $(59.8 \pm 13.9)$ 岁;B组(双低剂量组)40例,男17例,女23例,年龄29~79岁,平均 $(60.5 \pm 12.8)$ 岁。

### 1.2 检查方法

患者检查前行碘过敏实验且未出现过敏反应,嘱患者扫描时避免做吞咽动作。使用飞利浦256层螺旋CT,扫描时患者头先进,仰卧于扫描床上;范围从主动脉弓下缘到颅顶;扫描方法采用自动跟踪技术。激发阈值设为150 HU,激发层面兴趣区设在主动脉弓下缘降主动脉内。扫描参数为:机架旋转速度为0.27 s/转,层数为128层,管电压120 kV,管电流设为自动(200~400 mAs);层厚及层间距均为0.625 mm。所有患者均右侧肘静脉<sup>[1]</sup>留置20G静脉针(文献报道,在头颈CTA中,注射对比剂时右臂比左臂注射的图像质量更高),使用一次性双筒高压注射器,流速4.5 mL/s。对比剂用量根据体质量选择(1.0 mL/kg)。A组:设置管电压120 kV,对比

剂碘普罗胺(370 mgI/mL);B组:设置管电压100 kV,对比剂碘佛醇(320 mgI/mL)。采用iDose迭代重建算法。

### 1.3 图像后处理

使用EBW(Extended Brilliance Work-space)4.0.2.145工作站进行图像后处理,将原始数据传至工作站后,首先逐层观察横断位图像,然后再使用后处理软件进行图像后处理,每组图像都使用VR、MIP、MPR三种重建方法,重建时要结合多角度旋转、剪切、自动去骨等多种方式,并且调整窗宽、窗位,以得出的最佳图像图像为准。

### 1.4 观察指标

①头颈动脉增强后CT值测量:测量横断位图像中主动脉弓、颈总、颈内及大脑中动脉CT值,测量时避开斑块,感兴趣区大小约占管腔面积的50%以上,颈总动脉、颈内动脉及大脑中动脉记录平均值。②图像质量评价:图像质量评价均由2名副主任医师采用双盲法进行评分,分为优、良、中、差4级。评价标准<sup>[2]</sup>如下:优(头颈部动脉血管对比剂充盈良好,密度均匀,血管轮廓清楚,管壁边缘锐利,无伪影,上腔静脉及颈静脉基本无对比剂残留),良(头颈部动脉血管内对比剂充盈良好,管腔内密度均匀,血管轮廓清楚,管壁欠光滑,有轻微伪影,上腔静脉及颈静脉见少量对比剂,但不影响诊断),中(头颈部动脉血管内对比剂充盈尚可,管腔内密度欠均匀,管壁轻度模糊,有轻度伪影,上腔静脉及颈静脉显影,但仍可进行诊断),差(头颈部动脉血管内对比剂充盈差,血管不连续甚至不能识别,伪影严重,明显影响诊断甚至不能用于诊断)。③辐射剂量的测量:不同组织器官的辐射剂量不易直接测量,采用目前常用的有效剂量转换系数进行估算,计算公式为 $ED = k \times DLP$ ,其中ED为有效辐射剂量,DLP为剂量长度乘积,k为转换系数。不同部位的转换系数不同,本研究中采用参照欧盟委员会(CEC)关于CT的质量标准指南<sup>[3]</sup>中的颈部换算因子 $k = 0.0054$ 。④碘总量的计算:碘总量=对

比剂用量(mL) × 对比剂浓度(mgI/mL)。

### 1.5 统计学方法

所有数据输入 SPSS 17.0 统计学软件, 进行统计分析。图像质量评分采用非参数秩和检验, 对头颈动脉增强后 CT 值、辐射剂量及碘总量进行独立样本 *t* 检验。  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

A、B 组图像中主动脉弓、颈总动脉、颈内动

表 1 A、B 组动脉内对比剂 CT 值对比 ( $\bar{x} \pm s$ )

HU

组别	<i>n</i>	主动脉弓	颈总动脉	颈内动脉	大脑中动脉
A 组	40	420.28 ± 56.02	449.07 ± 57.81	429.71 ± 58.58	421.34 ± 60.16
B 组	40	428.83 ± 52.84	439.75 ± 56.18	427.02 ± 59.52	423.69 ± 59.78

表 2 A、B 组头颈动脉图像质量评价情况

组别	<i>n</i>	优	良	中	差
A 组	80	41	34	5	0
B 组	80	40	37	3	0

## 3 讨论

随着多层螺旋 CT 技术的不断进步, 其应用范围也越来越广泛, 伴随的辐射问题也日益被重视。射线照射可引起人体细胞的不可逆损伤, 损害身体健康, 还可能引起染色体畸变, 其后代也将受到影响。有研究<sup>[4]</sup>认为, 患者每接受一次 CT 扫描, 死于癌症的概率就会增加 0.08%, 而且还会随着 CT 检查次数的增加而增加。头颈联合 CT 动脉成像中扫描范围大, 相应辐射剂量也会增加, 且其中包括对射线敏感的甲状腺及晶状体, 因此更需要低辐射扫描。降低辐射剂量的方法包括降低管电压、降低管电流, 减少扫描范围及增加螺距等。本研究通过降低管电压的方式来降低辐射剂量, 结果显示低管电压组(管电压 100 kv)辐射剂量明显低于常规组(120 kv)。管电压的大小决定射线的穿透能力, 照射剂量和管电压的平方成正比。Jun 等<sup>[5]</sup>研究表明 CCTA 检查时, 当管电压从 100 kV 降至 80 kV 时, 辐射剂量可降低 70%。降低管电压在降低患者的辐射剂量的同时可以增加血管的强化程度, 原因是管电压降低时, X 线的平均能量更接近碘的 K 值(约 33 keV), 强化效果就更好。Waaiker 等<sup>[6]</sup>研究显示, 管电压为 90 kV 时 1 mg 碘的 CT 值比 120 kV 时增加了 43%, 比 140 kV 时增加了 74%, 低管电压时血管强化更明显。碘对比剂的浓度、渗透压、剂量、

脉及大脑中动脉处 CT 值差异无统计学意义( $P > 0.05$ ), 见表 1。A、B 组每组 40 例, 各评价 80 根血管。2 组图像质量评价比较, 差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 2。A 组平均辐射剂量为(4.05 ± 0.37) mSv, B 组为(2.67 ± 0.33) mSv。2 组差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。A 组平均碘总量为(23.16 ± 2.32) g, B 组(20.18 ± 2.13) g。2 组差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。

注入方式以及速度均可以影响不良反应的发生率和严重性<sup>[8]</sup>。文献<sup>[9]</sup>报道, 碘对比剂随着浓度的增加, 对比剂渗透压增加, 对肾脏毒性也越大, 发生对比剂肾病的可能性加大。一次性摄入大剂量碘有可能引起甲状腺功能、形态和代谢障碍, 即碘过多症, 其发生和摄入碘的剂量有关<sup>[10]</sup>。本研究中选择低管电压(管电压 100 kV)联合使用低浓度对比剂进行 256 层螺旋 CT 头颈动脉成像。结果显示双低剂量组与常规组辐射剂量分别为(2.67 ± 0.33) mSv 和(4.05 ± 0.37) mSv, 双低剂量组辐射剂量明显低于常规组。双低剂量组与常规组碘总量分别为(20.18 ± 2.13) g 和(23.16 ± 2.32) g, 双低剂量组碘总量较常规组明显减少。

在 CT 头颈动脉成像中, 良好的头颈动脉图像必须有合适的血管内对比剂浓度。有研究<sup>[11]</sup>表明, 动脉血管增强后 CT 值为 250 ~ 450 HU 时能够满足诊断要求, CT 值过低或过高都不利于血管病变的显示。本研究中 2 组图像中头颈动脉各段血管内平均 CT 值无显著差异, 2 组平均 CT 值均为 420 HU 左右, 表明在 256 层螺旋 CT 头颈动脉成像中使用低管电压联合低对比剂浓度所得图像可以满足临床诊断要求。文献<sup>[12]</sup>报道, 伴随管电压的降低, 图像噪声将相应增加。在 CT 图像重建中, 应用迭代重建法可以克服滤波反投影算法辐射剂量与图像质量之间的制衡关系。据文献报道<sup>[13]</sup>, 迭代重建应用于不同脏器的 CT 扫描, 可以提高图像质量。因此本研究中 2 组均应用 iDose 迭代重建法进行图像重建。双低剂量组与常规组图像质量差异无统计学意义( $P > 0.05$ ), 2 组图像质量无明显区别, 绝大部分图像质量良好。降低头颈动脉 CTA 扫描过程中的辐

射剂量和碘总量是CTA血管成像的研究趋势,相信随着扫描技术的不断完善,在临床工作中可以广泛应用低剂量检查,尤其是对射线敏感人群及复查患者。

#### 参考文献

- [1] 臧晨宏. 左臂和右臂静脉注射对头颈部CTA图像质量的影响[J]. 天津医科大学学报, 2010, 16(4): 667-668.
- [2] 刘建新, 姜健, 王霄英, 等. 100kVp条件下头颈CTA检查中碘克沙醇(270mgI/mL)个性化注射方案的成像效果初探[J]. 放射学实践, 2014, 29(4): 369-372.
- [3] Menzel H, Schibilla H, Teunen D. Guidelines on radiation dose on the patient[M]. European Guidelines on Quality Criteria or Computed Tomography, 2006: 32-32.
- [4] Berrington de Gonzalez A, Darby S. Risk of cancer from diagnostic X-rays: estimates for the UK and 14 other countries[J]. Lancet, 2004, 363(9406): 345-351.
- [5] 唐文祥, 朱志贤, 郑钧正. X射线CT所致受检者辐射剂量探讨[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2000, 5, 20: 79-81.
- [6] Jun B R, Yong H S, Kang E Y, et al. 64-slice coronary computed tomography angiography using low tube voltage of 80 kV in subjects with normal body mass indices: comparative study

using 120 kV[J]. Acta Radiol, 2012, 53: 1099-1106.

- [7] Waaier A, Prokop M, Velthuis B K, 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: 832-829.
- [8] 李琼, 刘十远, 于红, 等. 应用迭代重建技术的低剂量HRCT评估肺磨玻璃密度结节可行性的体模研究[J]. 临床放射学杂志, 2013, 32: 586-590.
- [9] Cho E S, Chung T S, Oh D K, et al. Cerebral computed tomography angiography using a low tube voltage (80 kVp) and a moderate concentration of iodine contrast material[J]. Invest Radiol, 2012, 47: 142-147.
- [10] 刘森, 李素梅. 过量碘摄入引起机体内微观改变的研究进展[J]. 中国地方病防治杂志, 2007, 6: 427-430.
- [11] Cademartiri F, Mollet N R, van derLugt A, et al. Intravenous contrast material administration at helical 16-detector row CT coronary angiography: effect of iodine concentration on vascular attenuation[J]. Radiology, 2005, 236(2): 661-665.
- [12] Waaier A, Prokop M, Velthuis B K, 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.
- [13] 刘婧, 王霄英, 许玉峰, 等. 迭代重建在前列腺CT成像中的应用研究[J]. 放射学实践, 2013, 28: 284-287.

(上接第101面)

望可以找到头颈动脉血管内对比剂浓度达到峰值的最早时间,又不至于因血管图像CT值过低导致检查失败。3组对比剂开始注射到触发扫描前延迟时间,3组差异均有统计学意义。延迟时间内对比剂在持续注射,缩短延迟时间将相应减少对比剂使用的总量。近年来,在头颈动脉病变诊断和治疗中头颈CTA的应用越来越广泛,CT血管成像时患者必须注射对比剂,对比剂不良反应越来越被重视。目前因注射对比剂引起的对比剂肾病已经成为急性肾功能不全的第3大原因<sup>[8]</sup>。本研究中,触发阈值为90HU组扫描延迟时间最短,其有效对比剂用量也最少,但应用该扫描条件进行256层螺旋CT头颈动脉成像时得到的图像头颈动脉各段血管内对比剂浓度较其他两组明显降低,图像质量较差,因此不建议使用。触发阈值为120HU和150HU时所得头颈动脉图像质量优良,触发阈值为120HU组从对比剂开始注射到扫描开始所用时间较150HU组缩短约2s,注射速率为4.5mL/s,相应对比剂用量可以减少约9mL。可以得出,触发阈值为120HU(B组)时,得到的头颈动脉图像能够满足诊断要求,还能缩短从对比剂开始注射到触发扫描前延迟时间,相应也减少了对比剂用量。

总之,在256层螺旋CT头颈动脉成像中将

120HU作为监测触发阈值时,可以在保证图像质量的前提下缩短从对比剂开始注射到触发扫描前延迟时间,并相应减少了对比剂用量。

#### 参考文献

- [1] 臧晨宏. 左臂和右臂静脉注射对头颈部CTA图像质量的影响[J]. 天津医科大学学报, 2010, 16(4): 667-668.
- [2] 刘建新, 姜健, 王霄英, 等. 100kVp条件下头颈CTA检查中碘克沙醇(270mgI/mL)个性化注射方案的成像效果初探[J]. 放射学实践, 2014, 29(4): 369-372.
- [3] 姚利华, 卞柳利, 李君, 等. 头颈部3D-CTA智能触发监测点的合理选择[J]. 中国临床医学影像杂志, 2014, 25(4): 293-295.
- [4] Cademartiri F, Mollet N R, van derLugt A, et al. Intravenous contrast material administration at helical 16-detector row CT coronary angiography: effect of iodine concentration on vascular attenuation[J]. Radiology, 2005, 236(2): 661-665.
- [5] 费晓璐, 李坤成, 严汉民. 冠状动脉CTA从成像中高对比剂增强效果对狭窄成像准确度影响的量化评价研究[J]. 中国医疗设备, 2008, 23(10): 144-147.
- [6] Utsunomiya D, Awai K, Sakamoto T, et al. Cardiac 16-MDCT for anatomic and functional analysis: assessment of a biphasic contrast injection protocol[J]. AJR, 2006, 187: 638-644.
- [7] 缪熙音, 周建军, 陈刚, 等. 16层螺旋CT颈动脉成像:智能触发阈值的合理选择[J]. 放射学实践杂志, 2007, 22(9): 922-925.
- [8] Mc Cullough P A. Contrast-induced acute kidney injury[J]. Am Coll Cardiol, 2008, 51(15): 1419-1428.