

# 320排容积CT“双低”技术在头颈部CTA中的应用

王芮<sup>1</sup>, 李恒国<sup>2</sup>

1. 广州市妇女儿童医疗中心 放射科, 广东 广州 510623; 2. 暨南大学附属第一医院 医学影像中心, 广东 广州 510632

**[摘要]** **目的** 初步探讨320排容积CT低管电压结合低浓度对比剂在头颈部CT血管成像中的临床应用可行性及价值。**方法** 收集60例患者进行头颈部CT血管成像, 随机分成A、B、C三组, 并分别采用管电压120、100、80 kV, A、B组用对比剂浓度370 mgI/mL, C组则用300 mgI/mL。三组均采用自动管电流调节技术及迭代重建算法。比较三组病例之间的图像质量、辐射剂量及碘摄入量等指标。**结果** A、B、C三组之间的增强血管CT值差异有统计学意义, C组颈动脉强化值高于A、B组; 三组之间的背景噪声有统计学意义, C组图像噪声高于A、B组; 三组之间的背景、各段血管的信噪比、对比度噪声比差异没有统计学意义; 三组图像之间图像质量的主观评分的差异没有统计学意义; B、C组辐射剂量较A组降低, 以C组降低明显。**结论** 通过技术优化及合理参数选择, 320排容积CT采用“双低”技术能在不影响图像质量的前提下应用于头颈部CTA检查, 并有效地降低辐射剂量。

**[关键词]** CT血管成像; 低管电压; 对比剂; 辐射剂量

## Application of 320-Slice CT “Double-Low” Technique in Head and Neck CTA

WANG Rui<sup>1</sup>, LI Hengguo<sup>2</sup>

1. Department of Radiology, Guangzhou Women and Children's Medical Center, Guangzhou Guangdong 510623, China; 2. Medical Imaging Center, The First Affiliated Hospital of Jinan University, Guangzhou Guangdong 510632, China

**Abstract:** **Objective** To investigate the application of head-and-neck CT angiography using a low tube voltage and low concentrations of contrast agent compared with normal dose and high concentration of contrast agent with 320-row volume CT. **Methods** Sixty adult patients were collected underwent the head and neck CT angiography. The patients were randomly assigned to group A (120 kV, 370 mgI/mL), B (100 kV, 370 mgI/mL), and C (80 kV, 300 mgI/mL). All three groups adopted automatic tube current regulation technology and iterative reconstruction algorithm. Then the image quality, radiation dose and iodine intake were compared among the three groups. **Results** The degree of enhancement in group C was higher than group A and B with significant difference; The image noise in group C was higher than A and B with significant difference; The difference of background noise, SNR and CNR among the three groups was not statistically significant; The difference of the score evaluated from the images was not statistically significant between subjective and objective method in all the three groups. **Conclusion** Through technical optimization and reasonable parameter selection, 320-slice volume CT using "double low" technology can be applied to the head and neck CTA examination without affecting the image quality, and effectively reduce the radiation dose.

**Key words:** CT angiography; low tube voltage; contrast agent; radiation dose

**[中图分类号]** R814.42

**[文献标识码]** A

**doi:** 10.3969/j.issn.1674-1633.2019.05.020

**[文章编号]** 1674-1633(2019)05-0077-05

## 引言

随着新一代CT技术的发展, 全模型迭代重建 (Iterative Model Reconstruction, IMR) 技术及自动管电流调制技术 (Automatic Tube Current Modulation, ATCM) 已经广泛应用于临床, 它能够在不降低图像质量的前提下降低辐射剂量。虽然高端CT的使用大大提高了图像的质量, 使病人能够更早地得到准确的诊断, 但CT检查中病人接受的电离辐射对

健康的损害仍不可忽视, 头颈部CTA扫描范围内包含了对X射线敏感的器官, 如甲状腺、晶状体、脑组织、内耳等。虽然CTA使用碘对比剂的不良反应比较少, 但并非没有风险, 其中急性肾功能衰竭是最严重的并发症之一<sup>[1-2]</sup>。因此在头颈部进行低剂量研究是必要的。因此, 本研究通过技术优化及合理参数选择, 进一步探讨320排容积CT低管电压结合低浓度对比剂在头颈部CT血管成像应用的可行性。

收稿日期: 2018-08-13

修回日期: 2018-09-10

通讯作者: 李恒国, 主任医师, 主要研究方向影像诊断。

通讯作者邮箱: lhginu@263.net

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

前瞻性收集从2015年6月至2016年3月在暨南大学附属第一医院就诊并需要做头颈部CTA的成年患者60例。男性30例,女性30例,年龄28~85岁,平均年龄 $(60.59 \pm 13.10)$ 岁。将60例患者按先后顺序分别编入A、B、C三组使用不同扫描方案,每组分别为20、21、19例。A组为常规组,管电压120 kV,对比剂优维显(370 mgI/mL);B组为低管电压组,管电压100 kV,对比剂优维显(370 mgI/mL)C组为“双低”组,管电压80 kV,对比剂碘比乐(Iopamiro, 300 mgI/mL)。三组病例基本资料对比,见表1。排除标准:曾行血管支架置入术的患者,儿童及青少年(<18岁),哺乳期的妇女,患有严重心肝肾功能衰竭、含碘对比剂过敏者、重症甲状腺疾患或其他不能配合本研究的其他严重疾病。所有患者均被告知并签署知情同意书。

表1 A、B、C三组病例基本资料( $\bar{x} \pm s$ )

项目	A组	B组	C组
病例数(例)	20	21	19
性别(男/女)	11/9	13/8	6/13
年龄(岁)	$55.50 \pm 12.66$	$62.00 \pm 11.51$	$60.63 \pm 15.05$
身高(cm)	$165.67 \pm 5.75$	$161.38 \pm 6.64$	$158.55 \pm 8.12$
体重(kg)	$63.00 \pm 9.98$	$55.17 \pm 6.69$	$60.89 \pm 12.93$
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	$23.96 \pm 2.68$	$21.18 \pm 2.33$	$24.07 \pm 3.95$
扫描范围(mm)	$328.08 \pm 30.70$	$321.64 \pm 41.78$	$328.89 \pm 23.23$

### 1.2 仪器与方法

采用东芝 Aquilion320 排/640层容积CT扫描仪、Vitrea工作站、PACS(华海公司)、双筒高压注射器(日本Nemoto)。患者取仰卧位,平静呼吸,从足侧向头侧。扫描范围从主动脉弓至头顶部(包括主动脉弓上三支分支动脉起始部及大脑前动脉主要分支),使用双筒高压注射器经肘静脉均以5 mL/s的速率注射不同浓度的非离子型含碘对比剂40~50 mL,并以相同的速率再注射生理盐水40 mL。根据不同体重指数(Body Mass Index, BMI),对比剂用量不同,如表2所示。

表2 不同体重指数对比剂用量及注射速度

体重指数(kg/m <sup>2</sup> )	对比剂用量(mL)	注射速度(mL/s)
≤18.5	40	5.0
18.5~25	45	5.0
>25	50	5.0

注:A、B、C三组均采用自动管电流调制技术,设置范围100~500 mA,启用Sure start对比剂示踪技术自动模式触发,触发点设在主动脉弓水平,当感兴趣区CT值达220 HU自动触发扫描。噪声指数(Noise Index, NI)为10,螺距0.905,准直器宽度0.5×64 mm,层厚/间距0.5/0.5 mm,矩阵512×512。

### 1.3 图像重建

扫描完成后记录辐射剂量并将原始图像传至后处理Vitrea工作站,均采用自适应迭代剂量减低(Adaptive Iterative Dose Reduction, AIDR)算法重建。重建层厚0.5 mm,

重建间距0.3 mm,重建函数FC43。应用血管分析软件将增强容积数据进行容积再现(Volume Representation, VR)、最大密度投影(Maximum Intensity Projection, MIP)、多平面重建(Multiple Planar Reconstruction, MPR)等。

### 1.4 图像质量评价

客观评价包括:①血管信号强度(Signal Intensity, SI)的测量:在薄层轴位增强图像上分别测量主动脉弓部、双侧颈总动脉、双侧颈内动脉及双侧大脑中动脉的血管CT值,双侧测量者取平均值,ROI尽可能选择大些,测量时尽量避开骨质及钙化区测量;②背景噪声测量:在增强图像的鼻咽腔空气内放置ROI,测量CT值的标准差(Standard Deviation, SD)作为图像噪声,ROI面积为0.5 cm<sup>2</sup>;③背景SI的测量:由于椎前肌(头长肌)受血管影响较小,密度较均匀,所以选择测量增强图像上椎前肌的CT值作为血管背景,测量双侧椎前肌并取平均值,ROI面积为0.2 cm<sup>2</sup>;④信噪比(Signal-to-Noise Ratio, SNR)是血管衰减值与背景噪声的比值,即:SNR = 平均血管SI/背景噪声。对比噪声比(Contrast-to-Noise Ratio, CNR)是血管衰减值和背景衰减值的差值与背景噪声的比值,即:CNR = (平均血管SI - 背景SI) / 背景噪声。

主观评价包括:①图像评分:重建出的VR、MIP、MPR图像由2名有经验的影像科诊断医师按评分标准分别评分,取平均值作为相应项目的评分结果,评分内容还包括图像整体质量;②主观评分标准:评分的标准是根据放射诊断摄影影像的质量标准<sup>[3]</sup>,并参考其他文献中关于头颈部CTA图像质量的评分标准制定,本研究采取4分制评分:4分为图像质量非常好,无或仅有少许伪影,完全满足临床诊断要求;3分为图像质量良好,有一些伪影,基本满足诊断要求;2分为图像质量欠佳,伪影较多,勉强能进行诊断;1分为图像质量差,伪影多,难以进行正确诊断。

### 1.5 辐射剂量及碘摄入量的评价

记录320排CT机自动生成的增强扫描期X线剂量参数值,参数包括容积CT剂量指数(CT Dose Index Volume, CTDIvol, 单位mGy)和剂量长度乘积(Dose Length Product, DLP, 单位mGy·cm)。计算有效剂量(Effective Dose, ED, 单位mSv),即DLP×k,其中k为转换系数,参考国际辐射防护委员会关于CT的质量标准指南<sup>[3]</sup>,头颈部CTA扫描时k的取值为0.0023 mSv·mGy<sup>-1</sup>·cm<sup>-1</sup>。CTDIvol没有评价扫描的范围,用CTDIvol乘以扫描长度(L)得出剂量长度乘积(DLP),其代表CT检查的整体辐射剂量。根据患者体重指数选择对比剂用量,再根据所用对比剂浓度计算出碘摄入量。

### 1.6 统计学分析

所有统计分析均采用SPSS19.0(IBM, USA)软件实施,计量资料以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示。应用单因素

方差分析 (One-Way ANOVA) 比较三组病例之间基本资料、增强血管 CT 值、背景噪声、背景、CNR、SNR 及辐射剂量值的差异性, 首先进行方差齐性检验, 方差齐者用 S-N-K 法分析, 方差不齐用 Tamhane's T2 法分析; 比较三组病例间图像质量的主观性评分的差异性, 采用非参数秩和检验; 检验水准  $\alpha=0.05$ ,  $P<0.05$  被认为是具有显著性统计学意义。两名医师图像质量评分的一致性, 应用 Kappa 值评价, Kappa 值  $<0.4$ , 表示一致性差,  $0.4-0.75$  为一致性较好, 大于  $0.75$  为一致性好。

## 2 结果

### 2.1 比较A、B、C三组病例的基本资料

60 例患者随机分配为三组, 三组病例在年龄、身高、BMI、扫描长度平均值之间的比较, 见表 3。

表3 A、B、C三组病例基本资料的比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

项目	A组 (n=20)	B组 (n=21)	C组 (n=19)	F	P
年龄(岁)	55.50 $\pm$ 12.66	62.00 $\pm$ 11.51	60.63 $\pm$ 15.05	0.56	0.57
身高(cm)	165.67 $\pm$ 5.75	161.38 $\pm$ 6.64	158.55 $\pm$ 8.12	2.36	0.11
体重(kg)	63.00 $\pm$ 9.98	55.17 $\pm$ 6.69	60.89 $\pm$ 12.93	2.91	0.65
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	23.96 $\pm$ 2.68	21.18 $\pm$ 2.33	24.07 $\pm$ 3.95 <sup>a</sup>	4.28	$<0.05$
扫描长度(mm)	328.08 $\pm$ 30.70	321.64 $\pm$ 41.78	328.89 $\pm$ 23.23	0.25	0.78

注: a表示C组与B组之间差异有统计学意义 ( $P<0.05$ )。

由表 3 可知, 三组病例在性别、年龄、体重、身高及扫描长度上的差异无统计学意义, 而体重指数的差异有统计学意义 ( $P<0.05$ )。

### 2.2 图像质量的客观评价分析

A、B、C 三组图像主动脉弓、颈总动脉、颈内动脉、大脑中动脉四段增强血管 CT 值、背景噪声、背景及各段动脉水平 SNR、CNR 结果, 见表 4。

表4 A、B、C三组病例所选动脉定量指标分析比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

指标	A组 (120 kV)	B组 (100 kV)	C组 (80 kV)	F	P
SI (HU)					
主动脉弓	381.50 $\pm$ 71.21	441.95 $\pm$ 82.41	524.79 $\pm$ 123.98 <sup>a</sup>	5.91	$<0.05$
颈总动脉	457.58 $\pm$ 135.64	593.05 $\pm$ 137.51	721.87 $\pm$ 197.80 <sup>a</sup>	6.72	$<0.05$
颈内动脉	430.58 $\pm$ 154.62	559.40 $\pm$ 152.76	692.63 $\pm$ 200.65 <sup>a</sup>	6.06	$<0.05$
大脑中动脉	354.00 $\pm$ 128.71	435.57 $\pm$ 115.90	552.65 $\pm$ 114.06 <sup>b</sup>	8.62	$<0.05$
背景噪声	12.46 $\pm$ 4.81	12.16 $\pm$ 4.56	18.89 $\pm$ 3.89 <sup>b</sup>	13.23	$<0.05$
背景	79.25 $\pm$ 15.77	77.50 $\pm$ 19.60	82.89 $\pm$ 16.44	0.457	0.64
SNR					
颈总动脉	33.11 $\pm$ 8.84	46.90 $\pm$ 15.65	41.82 $\pm$ 14.13	1.87	0.17
颈内动脉	31.19 $\pm$ 13.22	44.24 $\pm$ 16.54	40.01 $\pm$ 14.03	1.48	0.24
大脑中动脉	25.57 $\pm$ 6.9	35.50 $\pm$ 15.00	30.91 $\pm$ 7.34	1.55	0.23
CNR					
颈总动脉	26.34 $\pm$ 9.18	40.77 $\pm$ 14.15	37.10 $\pm$ 13.64	2.31	0.11
颈内动脉	24.42 $\pm$ 13.11	38.11 $\pm$ 15.14	35.29 $\pm$ 13.04	1.85	0.17
大脑中动脉	18.79 $\pm$ 11.58	29.37 $\pm$ 13.04	26.62 $\pm$ 11.06	1.87	0.17

注: a表示C组与A组之间的差异有统计学意义 ( $P<0.05$ ), b表示C组与A、B组之间的差异有统计学意义 ( $P<0.05$ )。

由表 4 可见, A、B、C 三组间各增强血管 CT 值及背景噪声的差异有统计学意义, C 组中的主动脉弓、颈总动脉、颈内动脉增强 CT 值比 A 组高, 且差异有统计学意义; 大脑中动脉 CT 值及背景噪声在 C 组中较 A、B 组高且差异有统计学意义, 但与 A 组与 B 组间差异无统计学意义。由此可见管电压降低至 80 kV, 头颈部血管各段 CT 强化值及背景噪声也相应增高。A、B、C 三组的背景及各段血管的 SNR、CNR 差异无明显统计学意义。

### 2.3 图像质量的主观评价结果

两名医师主观评分的 Kappa 一致性检验统计分析结果为 Kappa 值 = 0.76  $>$  0.75, 表示两名医师的评分一致性好。

A、B、C 三组图像后处理及图像整体质量评分统计学分析, 见表 5。

表5 三组图像质量的主观评分的分析 ( $\bar{x} \pm s$ )

评分项目	A组	B组	C组	$\chi^2$	P
VR	4.00 $\pm$ 0.71	3.70 $\pm$ 0.57	4.10 $\pm$ 0.42	1.36	0.51
MIP	4.20 $\pm$ 0.27	3.9 $\pm$ 0.42	4.00 $\pm$ 0.50	1.40	0.50
MPR	4.10 $\pm$ 0.55	3.8 $\pm$ 0.84	3.6 $\pm$ 0.82	1.46	0.48
图像整体质量	4.20 $\pm$ 0.57	4.00 $\pm$ 0.35	3.90 $\pm$ 0.65	1.27	0.53

由表 5 可见, 各项评分中, 三组图像质量评分均在 3 分以上, 随着管电压的降低, 虽然各项评分结果 A 组  $>$  B 组  $>$  C 组, 但三组间各项目评分的差异均无明显统计学意义, 说明三组病例图像质量均能满足临床诊断要求 (图 1)。

### 2.4 辐射剂量比较

由表 6 可知, 三组之间的辐射剂量指标, 即 CTDIvol、DLP 及 ED 均有显著性差异, C 组 (80 kV) 的 CTDIvol、DLP 及有效剂量 ED 均较 A、B 组低, 其中 C 组较 A 组分别降低约 45%、48%、48%, A 组及 B 组间辐射剂量值无显著性差异。



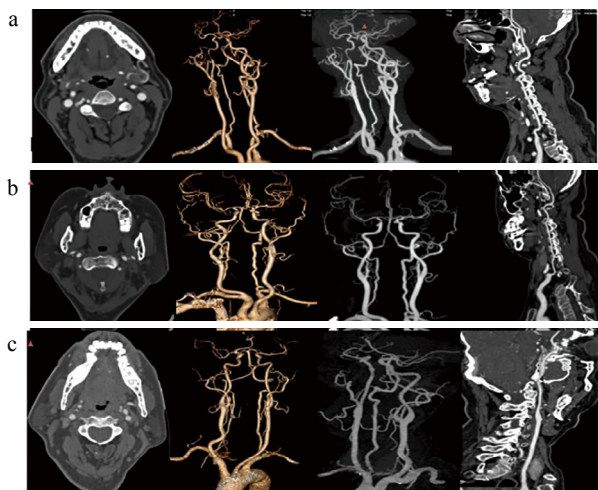


图1 患者影像学图片

注：a为常规组（120 kV）图像，56岁男性患者，BMI 25.6 kg/m<sup>2</sup>；b为低管电压组（100 kV）图像，64岁女性患者，BMI 24.7 kg/m<sup>2</sup>；c为“双低”组（80 kV）图像，76岁女性患者，BMI 26.4 kg/m<sup>2</sup>。

表6 三组辐射剂量值的比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

参数	A组 (120 kV)	B组 (100 kV)	C组 (80 kV)	F	P
CTDIvol (mGy)	5.75 ± 1.23	4.14 ± 1.32	3.15 ± 0.48 <sup>a</sup>	14.94	0.00
DLP (mGy·cm)	209.68 ± 55.28	145.18 ± 37.95	109.74 ± 19.43 <sup>a</sup>	19.88	0.00
ED (mSv)	0.48 ± 0.12	0.33 ± 0.09	0.25 ± 0.04 <sup>a</sup>	19.88	0.00

注：a表示C组与A、B组之间的差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。

### 2.5 碘摄入量的比较

根据患者不同体重指数，选用不同对比剂用量，A、B组用对比剂浓度 370 mgI/mL，C组则用 300 mgI/mL。在不同体重指数患者中，C组的碘摄入量均较A、B组降低19%，见表7。

表7 三组碘摄入量的比较

体重指数、 (kg/m <sup>2</sup> )	对比剂用量 (mL)	碘摄入量 (g)		
		A组	B组	C组
≤18.5	40	14.8	14.8	12.0
18.5~25	45	16.7	16.7	13.5
>25	50	18.5	18.5	15.0

### 3 讨论

随着CT血管技术在临床上广泛应用，其带来的较高辐射剂量危害及对比剂的不良反应也日渐受到关注。由X线强度计算公式  $I = KiZU^2$  可知X射线管的强度与管电压的平方成正比可知，降低U较降低i在降低辐射剂量方面更有效<sup>[4]</sup>。由于碘在原子序数排列中的特性，适当降低管电压后越接近碘的结合能，能够更好地吸收X线，增加强化后血管的CT值，与周围组织的密度对比度越高，这样我们用较少的碘得到相同的增强效果。也有研究表明<sup>[5]</sup>，提高的CT值对碘负荷是一种补偿。影响CT辐射剂量的因

素有很多，包括硬件和软件方面，在本研究中，除研究因素外，我们将通过对其他人为可控的相关参数及技术的选择实现降低辐射剂量的最优化。

本研究采用ATCM，并选用NI为10。头颈部结构复杂，密度厚薄不均，ATCM根据定位像获得密度信息，在密度高的地方增加管电流的输出，而密度低的层面减少输出，自动设置受检者Z轴方向上的动态管电流值，在不影响图像质量的情况下自动进行管电流调节来降低曝光剂量<sup>[6]</sup>。噪声调节至操作者希望达到的水平可以实现辐射剂量和图像质量之间最优匹配，Namasivayam等<sup>[7]</sup>研究显示颈部CT扫描噪声指数为10时辐射剂量减低33%。

本研究采用团注自动追踪触发扫描，能有效使用对比剂，避免了不必要的器官强化。以往采用的延迟时间技术法会因受检者的个体差异等各方面因素而使扫描图像质量受影响<sup>[8]</sup>；用自动追踪触发扫描技术能很好地解决这个问题，将ROI放在主动脉弓水平，当ROI内CT值达到阈值时自动触发扫描，体现了个体化、最优化的原则<sup>[9]</sup>。血管的强化程度与对比剂的浓度和注入速度密切相关，其中碘的注入速度对于血管强化的影响较大，这主要是因为碘的注入速度越大，对团注碘的压缩也越大，故而强化效果相应更加明显<sup>[10]</sup>，结合文献研究及经验，本研究采用速率的为5 mL/s。

本研究均通过AIDR算法进行重建。对于原始的FBP技术，降低管电压，图像噪声将增大，而为了保证图像质量在降低管电压的同时要适当增大管电流。迭代重建算法首先建立噪声模型，就会对噪声进行较强的抑制，可以使辐射剂量明显降低同时减少计算量来提高重建速度。在数据不完全、不一致或噪声较大时，迭代重建算法相对于FBP有明显的优势，通过降低重建图像中的噪声，我们能获得剂量上的优势。

本次研究结果也显示，随着管电压的降低，各段增强血管的CT值均较常规管电压组增高，三组之间各段增强血管CT值的差异均有统计学意义，80 kV组较120 kV组血管强化值增加明显。在低管电压时，由于血管中高原子序数碘的存在，使其对X射线衰减的光电效应应比其他成分增强<sup>[11]</sup>。基于此原理，当采用低管电压时，可提高血管的强化水平。在我们的研究中显示，虽然C组碘摄入量较A、B组降低了19%，但各个层面图像的CT值有较明显的提高，与王海林等<sup>[12]</sup>研究一致。

在本研究中，对图像质量的评估采用主观评分和客观测量两种方法相结合。主观评价包括重建图像及图像整体质量；客观评价包括增强血管CT值、背景噪声、背景、SNR、CNR。本研究结果显示，三组图像质量均能满足临床诊断要求；客观评价中C组的背景噪声较A、B组高，由此可见随着管电压降低至80 kV，背景噪声也相应增高。

噪声是评价图像质量的重要指标。是指在均匀物质的图像中的某一区域内 CT 值偏离平均值的程度,用 ROI 内均匀物质的值的标准差表示。在 CT 上,噪声主要是图像上的颗粒、条纹、雪花状等结构。已有实验表明<sup>[13]</sup>,图像噪声随着管电流、管电压、层厚、扫描时间、重建视野的增大而减小,噪声与管电压的平方根呈反比。有研究显示 80 kV 管电压扫描,在 NI 为 10 时胸部扫描时,由于受最大管电流调制限制,不能满足设置的图像噪声水平<sup>[14]</sup>。相同 NI 下,管电压越高,管电流输出越少,而在低管电压下,明显增加管电流的输出,由于图像噪声对管电压非常敏感,管电压的变化对肿瘤检出率的影响高于管电流对其的影响。所以低管电压的 ATCM 技术主要用于血管成像<sup>[15]</sup>或过小体型患者低剂量胸部扫描<sup>[16]</sup>。对于头颈部 CTA,降低管电压,强化的血管与邻近软组织有较高的对比分辨率,所以一定量的噪声对于图像质量影响不会太大,在本研究中,三组图像的背景及各段动脉的 SNR、CNR 的差异无明显统计学意义也说明了这点。

降低辐射剂量的方法很多,本研究通过降低管电压及对比剂浓度进行研究。采用常用的评价辐射剂量的三个指标进行比较,本研究结果显示“双低”C 组的 CTDIvol、DLP 及 ED 三个指标均较“低管电压”B 组及“常规”A 组降低。在不同体重指数患者中,C 组的碘摄入量均较 A、B 组降低 19%。研究充分证明了应用 80 kV 管电压和 300 mgI/mL 浓度的对比剂可明显降低辐射剂量及碘摄入量,并且通过技术优化及合理的参数选择可在保证图像质量情况下降低辐射剂量,本研究与同类研究相比,辐射剂量降低更明显。

当然,本研究存在一些局限性,因样本量不足,结果可能存在一些偏倚;本研究的重点是头颈部血管的图像质量评价,未对头颈部血管以外的其他部位图像质量进行分析。综上所述,本研究通过技术优化及合理参数选择,320 排容积 CT 采用低管电压(80 kV)结合低浓度对比剂能在不影响图像质量的前提下应用于头颈部 CTA 检查中,有效地降低受检者接受的辐射剂量。

#### [参考文献]

- [1] Leow KS, Wu YW, Tan CH. Renal-related adverse effects of intravenous contrast media in computed tomography[J]. *Singapore Med J*. 2015;56(4):186-193.
- [2] Christensen JD, Meyer LT, Hurwitz LM, et al. Effects of iopamidol-370 versus iodixanol-320 on coronary contrast, branch depiction, and heart rate variability in dual-source coronary MDCT angiography[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2011, 197(3):445-451.
- [3] 尉可道. CEC 对放射诊断摄影影像的质量评价研究进展[J]. 中

华放射学杂志, 1997, (1): 8-12.

- [4] 曹国全, 蔡志敏, 陈勇春, 等. 王镇章. 低管电压联合迭代重建算法对胸部 CT 血管造影图像质量及辐射剂量的影响[J]. *中华放射医学与防护杂志*, 2015, 35(5): 393-396.
- [5] Bae KT. Intravenous contrast medium administration and scan timing at CT: considerations and approaches[J]. *Radiology*, 2010, 256(1): 32-61.
- [6] 王倩, 赵心明. 多层螺旋 CT 自动管电流调制技术及应用进展[J]. *医学综述*, 2013, 19(4): 702-706.
- [7] Namasivayam S, Kalra MK, Pottala KM, et al. Optimization of Z-axis automatic exposure control for multidetector row CT evaluation of neck and comparison with fixed tube current technique for image quality and radiation dose[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2006, 27(10): 2221-2225.
- [8] 张龙江, 卢光明. CT 血管成像静脉注射碘对比剂的原则和策略[J]. *中华放射学杂志*, 2011, 45(6): 597-600.
- [9] Cademartiri F, Van Der Lugt A, Luccichenti G, et al. Parameters affecting bolus geometry in CTA: a review[J]. *J Comput Assist Tomogr*, 2002, 26(4): 598-607.
- [10] 祁丽, 张龙江, 卢光明. “双低”CT 血管成像的应用现状[J]. *国际医学放射学杂志*, 2014, 37(2): 142-146.
- [11] Kanematsu M, Goshima S, Miyoshi T, et al. Whole-body CT angiography with low tube voltage and low-concentration contrast material to reduce radiation dose and iodine load[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2014, 202(1): W106-116.
- [12] 王海林, 兰茜琳, 纪建松, 等. 采用低管电压联合低浓度对比剂方案行头颈 CT 血管成像的可行性[J]. *中华放射学杂志*, 2017, 51(5): 382-385.
- [13] 刘景鑫, 杨海山. 螺旋 CT 图像噪声影响因素的实验分析[J]. *中华放射学杂志*, 2000, 34(1): 9-12.
- [14] 袁颖, 卢东生, 钟朝辉. 管电压对胸部 CT 图像质量及辐射剂量的影响[J]. *中国医疗设备*, 2018, 33(2): 69-72.
- [15] Shin HJ, Song SK, Lee JH, et al. Feasibility of low-concentration iodinated contrast medium with lower-tube-voltage dual-source CT aortography using iterative reconstruction: comparison with automatic exposure control CT aortography[J]. *Int J Cardiovasc Imag*, 2015, 32(1): 53-61.
- [16] Wang XX, Zhong YM, Hu LW, et al. A prospective evaluation of the contrast, radiation dose and image quality of contrast-enhanced CT scans of paediatric abdomens using a low concentration iodinated contrast agent and low tube voltage combined with 70% ASIR algorithm[J]. *Int J Clin Pract*, 2016, 70(9): 16-21.

本文编辑 王婷