# 100kVp、低浓度对 比剂头颈CTA检查的 临床价值研究

# 广州医科大学附属第二医院放射科 (广东 广州 510260)

何广明 陈德基 余 林 李树欣

【摘要】目的 探讨东芝320排CT采用 自适应迭代剂量降低技术 (Adaptive Iterative Dose Reduction 3D AIDR 3D)、100kVp条件及低浓度对比剂碘克沙 醇(270mgI/mL)行头颈CTA的临床价值。 方法 收集我院60例临床怀疑头颈部血管 病变患者的头颈CTA资料,随机分成A、B 两组。A组管电压为100 kVp,采用Sure Exposure 3D三维智能剂量控制技术,对 比剂为碘克沙醇270mgI/mL, 重建方法为 AIDR 3D。B组管电压120 kVp,对比剂为 优维显(370mgI/mL),采用滤波反投影重 建(FBP)法。对图像质量进行分析并记录 每例患者接受的辐射剂量,对测量结果 行统计学分析。结果 A、B组的容积剂量 指数(CTDIvol)、剂量长度乘积(DLP)分 别为(5.3±0.9)mGy、(10.3±1.4)mGy及  $(191.0 \pm 37.6)$  mGy × cm、 $(388.1 \pm 45.4)$ mGy×cm, A组较B组低约48.5%、50.8%, P<0.05, 差异有统计学意义。A组各血 管CT均值及图像质量评分均高于B组(P < 0.05), B组主动脉SNR、CNR高于A组, P<0.05, 差异有统计学意义; 两组颈内动 脉、颈总动脉及大脑中动脉SNR及CNR差异 无统计学意义。结论 应用100kVp、低浓 度对比剂及AIDR 3D重建算法进行头颈CTA 扫描,可获得较好的图像质量,在不影响 诊断的前提下能大幅度降低患者辐射剂 물.

【关键词】辐射剂量; 自适应迭代剂量降 低算法; 体层摄影术, X线计 算机; 血管成像 【中图分类号】R743; R741.04 【文献标识码】A DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2015.06.007

通讯作者: 何广明

# The Clinical Value of 100kVp and Low-Concentration Contrast in Cerebral-andcervical CT Angiography

HE Guang-ming, CHEN De-ji, YU Lin, et.al. Department of Radiology, The Second Affiliated Hospital of Guangzhou Medical University, Guangzhou 510260, Guangdong Province, China

[Abstract] Objective To investigate the clinical value of low tube voltage (100kVp), low concentration contrast medium(270mgI/mL) and Adaptive Iterative Dose Reduction 3D in cerebral-and-cervical CT angiography (CTA) with 320-slice CT scanner. Methods The cerebral-and-cervical CTA data of Sixty patients which were suspected as cerebral and cervical vascular disease were collected and the patients were divided into two groups randomly. Patients in group A were performed CTA by using low tube voltage (100 kVp), low concentration contrast medium(270mgI/mL), with the Sure Exposure 3D automatic exposure control system and AIDR 3D reconstruction. Patients in group B using 120 kVp tube voltage, contrast medium of Ultravist (370mgI/mL), with filter back projection (FBP) reconstruction. Statistic analysis was implemented with regard to the CT values, the image quality and the radiation dose values. **Results** The CTDIvol and DLP reduced 48.5%, 50.8% respectively in group A  $(5.3 \pm 0.9)$  mGy vs  $0.3 \pm 1.4)$  mGy , (191.0 ± 37.6) mGy  $\times$  cm vs (388.1 ± 45.4)mGy  $\times$  cm, the differences had statistic significance (P<0.05). The subjective evaluation of the images and CT value of group A were higher than group B, and the differences were statistically significant (P<0.05). The SNR and CNR of the aorta were higher in group B than in group A, the differences were in statistic significance (P < 0.05). There was no significant statistic difference between group A and group B for the SNR and CNR of the common carotid artery, the internal carotid artery and the middle cerebral artery. *Conclusion* Cerebral-and-cervical CTA with low tube voltage and low-concentration contrast by AIDR 3D reconstruction performs higher quality image, and reduces the radiation dose for the patients greatly without image affect for diagnosis.

**[Key words]** Radiation Dose; Adaptive Iterative Dose Reduction 3D; Tomography; X-ray Computed; Angiography

近年来,头颈部CTA已成为头颈部血管狭窄、闭塞、动脉瘤或血管 畸形的有效、常用检查方法,CTA检查中辐射剂量问题和对比剂不良反 应、尤其是对比剂肾病(contrast-induced nephropathy,CIN)也逐渐 引起大家的关注,如何有效减低辐射剂量和肾脏损害程度是现阶段CTA 研究热点、研究重点<sup>[1-3]</sup>。自适应迭代剂量降低算法(AIDR 3D)是最新 研发的迭代降噪重建算法,能明显提高图像空间分辨率、减低图像噪 声及辐射剂量<sup>[4]</sup>。本文就结合AIDR 3D算法,使用低碘浓度对比剂碘克 沙醇(270mgI/mL)联合低管电压(100KV)行头颈CTA检查,以传统CTA检 查方法作对照,探讨其临床价值。先报告如下。

### 1 材料与方法

**1.1 一般资料** 随机收集2013年8月至2014年9月临床怀疑头颈部血管病变行头颈部CTA检查的患者60例,年龄26~84岁,体重指数 (BMI)18.6-27.3Kg/m<sup>2</sup>。排除标准:孕妇或哺乳期妇女、碘对比剂过 敏、严重肝肾功能不全、甲亢等,所有患者都签订知情同意书。随机

分为A、B两组,A组年龄30~81 岁,男14例,女16例,平均年龄 (62.4±12.9);体重指数19.5-27.3Kg/m<sup>2</sup>。B组年龄26~84岁, 男13例,女17例,平均年龄 (66.1±14.6);体重指数18.6-27.1 Kg/m<sup>2</sup>。

1.2 扫描方法 采用东芝320 排CT, 扫描范围从主动脉弓到头 顶,FOV为240mm至280mm,球管转 速0.5s/r,矩阵512×512,层厚/ 层距为1/0.5mm, 螺距为0.828。 A组采用电压100kVp,采用Sure Exposure 3D三维智能剂量控制 技术, 碘克沙醇270mgI/m1; B组 采用120kVp,优维显370 mgI/ m1。对比剂的用量公式=0.9×体 重(Kg), 流速为5.0m1/s; 盐水 50m1, 流速为4.0m1/s。采用对比 剂追踪自动触发,兴趣区设于升 主动脉,阈值为180 Hu,A组采用 AIDR 3D标准档(standard)算法, 噪声指数为10; B组采用FBP算 法。

1.3 图像处理 进行VR、 MIP、MPR等重建,由两名有5年以 上诊断经验的医师在不知道病人 资料及使用何种对比剂、电压的 情况下,结合横断位、MPR、VR等 对图像进行分析。

1.3.1 客观评价:分别测量 升主动脉、颈总动脉、颈内动脉、大脑中动脉的CT值及噪声(SD 值)。感兴趣区(R01)面积要超过 血管管腔面积一般以上,同时避 开钙化及狭窄区。信噪比(SNR)= 动脉感兴趣区平均CT值/噪声; 同时测量同层面软组织CT值及噪 声,对比噪声比(CNR)=(动脉CT 值-软组织CT值)/软组织噪声。

1.3.2 主观评价:采用5分法 评价图像质量,评分标准为:5 分,图像颗粒均匀,血管显示良 好,边缘光滑锐利,远端分支显 示好;4分,图像颗粒较均匀,血 管显示良好,边缘光滑,远端分 支显示较好;3分,图像颗粒欠均 匀,血管主干及主要分支显示尚 可,边缘稍毛糙,分支远端显示 不佳;2分,血管主干及主要分支 显示较差,边缘毛糙,远端分支 显示较差,边缘毛糙,远端分支 显示充清;1分,血管主干及分支 显示差,无法诊断。图像评分为3 分以上认为符合诊断要求。

**1.4 使用对比剂情况** 对比 剂用量=0.9×体重(Kg)计算对比 剂用量,再按照不同对比剂浓度 算出碘的摄入量。 统计的辐射剂量仅为头颈CTA的 辐射剂量,不包括定位相、平 扫及触发扫描的辐射剂量。记录 每个患者的CT剂量指数(CT dose index,CTDIvol)和剂量长度乘积 (dose length product,DLP), 有效剂量(effective dose, ED)=DLP×k,k为换算因子,行头 颈CTA时k为0.0031。

1.6 统计学分析 统计学分 析采用SPSS 19.0软件。两组患者 的年龄、体重指数BMI、各血管CT 值、SNR、CNR、CTDIvo1、DLP、 对比剂用量等数据以(x±s)表 示,采用独立样本配对t检验,P <0.05认为差异有统计学意义。 两组患者的性别比较采用卡方检 验。两组图像的主观评价采用非 参数Mann-Whitney U检验。并用 kappa检验评估两名医师结果的一 致性, Kappa≥0.75两者一致性较 好: 0.75>Kappa≥0.4两者一致 性一般; Kappa<0.4两者一致性 较差。

果

1.5 **辐射剂量评价** 本研究 2 结

表1 两组图像间血管平均CT值比较(x ±s)								
部位	A组 (HU)	B组(HU)	t值	P值				
升主动脉	375.1 ± 64.9	342. $0 \pm 54.4$	2.140	0.037				
颈总动脉	$470.3 \pm 97.8$	423.6 ± 58.1	2.252	0.028				
颈内动脉	$478.9 \pm 101.2$	430.9 ± 71.3	2.125	0.038				
大脑中动脉	403.3 ± 75.1	364.8 ± 41.5	2.458	0.017				

## 表2 两组图像间信噪比、对比噪声比(x±s)

组别	升主动脉		颈总动脉		颈内	1动脉	大脑中动脉			
	SNR	CNR	SNR	CNR	SNR	CNR	SNR	CNR		
A组	26.0±9.1	21.1 ± 7.4	36.8 ± 11.2	31.9±10.7	44.7±18.4	38.8 ± 17.0	28.2 $\pm$ 10.0	21.4 ± 7.6		
B组	38.3±9.7	30.1 ± 8.1	43.3±16.0	36.6±14.2	37.8 ± 16.2	31.7±14.3	24.7 ± 7.1	18.0±6.3		
t值	-5.054	-4.460	-1.809	-1.445	1.545	1.743	1.554	1.881		
P值	0.000	0.000	0.076	0.154	0.128	0.087	0.126	0.065		

#### 表3 两组图像主观评价

医师	Aź且			B组							
	5分	4分	3分	3分	1分	5分	4分	3分	2分	1分	合计
医师1	16	12	2	0	0	7	18	5	0	0	60
医师2	16	10	4	0	0	6	20	4	0	0	60

表4 两组患者对比剂使用情况比较(x ±s)								
	A组	B组	t值	P值				
对比剂用量(ml)	58.4 $\pm$ 8.4	59.3 ± 7.3	-0.654	0.516				
有效碘摄入量 (g)	15.8 ± 2.3	22.1 ± 2.7	-9.848	0.000				
	表5 两组辐射剂力	_ 量比较(x ±s)						
指标	A组	B组	P值					
CTDIvol (mGy	) $5.3 \pm 0.9$	10.3±1.4	<0.0	5				
DLP (mGy*cm)	191.0±37.6	388.1 ± 45.4	<0.0	5				

 $0.6 \pm 0.1$ 

2.1 患者一般情况 A、 B两组患者的年龄分别为 (62.3±14.9)、(65.6±15.1), 体重指数分别为(24.0±2.2)、 (24.0±2.0),差异无统计学意义 (P>0.05)。性别差异无统计学意 义(x<sup>2</sup>值为0.067, P>0.05),两 组患者间有可比性。

ED (mSv)

2.2 客观质量评价 A组升主 动脉、颈总动脉、颈内动脉及大脑中动脉CT均值均高于B组,差

异有统计学意义。A组图像主动脉 SNR、CNR低于B组,差异有统计学 意义,两组颈总动脉、颈内动脉 及大脑中动脉SNR、CNR差异无统 计学意义(P>0.05),见表1-2。

 $1.2 \pm 0.2$ 

<0.05

2.3 主观质量评价 两组图 像质量良好(图1-6),血管边缘光 滑,远端分支显示清晰,均可满 足诊断要求(大于或等于3分)。对 两名医师的评分分别进行非参数 Mann-Whitney U检验,结果P值分 别为0.016、0.034,认为A组图像 主观评分高于B组。两名医师对图 像质量评估一致性较好(kappa值 为0.89),见表3。

2.4 对比剂使用情况 两组 使用的对比剂用量差异无统计意 义(P>0.05),A组有效碘摄入量 明显低于B组(P<0.05),见表4。

2.5 辐射剂量,A组CTDI, DLP,ED比B组减低约48.5%、 50.8%、50.8%,差异有统计学意 义(P<0.05),见表5。

#### 3 讨 论

近年来CTA检查已越来越多 应用于临床,其优势在于可以无 创、快速显示血管腔及管壁的情 况,但辐射剂量较大、对比剂不 良反应一直是临床医生关注的问 题。CT检查应符合辐射防护最优 化原则(as low as reasonably





**图1-3** 患者男性, 69岁, BMI为24.1, 100kV+Sure Exposure 3D扫描, 对比剂碘克沙醇(270mgI/m1), 重建方法为AIDR 3D-

**图4-6** 患者女性,59岁,BMI为25.0,120kV+200mAs扫描,对比剂优维显(370mgI/m1),重建方法为FBP。

achieveable, ALARA),在不影响 图像质量的情况下,辐射剂量越 低越好。

目前常用的减低CTA辐射剂 量方法有降低管电压、降低管电 流、增大螺距<sup>[5]</sup>,其中辐射剂量 与管电压的2~3次方呈正比,有 国外学者通过使用80 kV或100 kV 行颈部及心脏CTA检查,辐射剂量 减低约44.8至54%<sup>[6-7]</sup>。本研究A组 采用100kV扫描,实验结果CTDI、 DLP、ED比常规组减低约48.5%、 50.8%、50.8%,与文献报道基本 一致。但降低管电压不可避免导 致图像噪声增加,东芝Aquilion ONE 320排CT配备了最先进的AIDR 3D算法, AIDR 3D是一种迭代算 法,能消除40%的图像噪声,降低 约50-70%的辐射剂量<sup>[8-9]</sup>。本研究 结果A组仅主动脉的信噪比及对比 噪声比低于B组,其余头颈部血管 的SNR、CNR与B组差异无统计学意 义,而主动脉的信噪比及对比噪 声比减低不影响头颈部CTA的诊 断, 故采用AIDR 3D算法后能大大 减低使用100kVp扫描所增加图像 噪声,所得图像符合诊断要求。

此外,A组还采用Sure Exposure 3D三维智能剂量控制技 术,该技术由设定的图像质量和 从病人预扫描图像中自动获得的 衰减测量值,管电流(毫安)在X、 Y和Z平面自动调节使图像质量保 持在一个不变的水平。头颈部CTA 检查中肩部与头颈部组织厚度差 异较大,该技术可根据病人不同 部位自动调节管电流,仅此技术 就可根据不同患者和不同扫描部 位实现剂量明显降低<sup>[10-11]</sup>。

目前,对比剂引起的对比剂 肾病(CIN)已引起学者们关注, 研究认为CIN是一种非过敏性肾 脏损伤,主要表现为血清肌酐 (SCr)增高,其中糖尿病、慢性 肾功能不全患者风险较高<sup>[12]</sup>。CT

增强对比剂可分为离子型和非离 子型,非离子型对比剂安全性明 显高于离子型<sup>[13]</sup>。根据对比剂 的渗透压可分为高渗(渗透压> 1500m0sm/kg)、低渗(渗透压为 600~1000m0sm/kg)和等渗碘对比 剂(渗透压为280m0sm/kg),对于 该选择低渗还是等渗对比剂目前 仍存在争议<sup>[14]</sup>,普遍认为减少CIN 发生率最有效的方法是使用低渗 或等渗对比剂并尽可能减少碘的 用量。本研究A组采用对比剂碘克 沙醇(270mgI/m1)为等渗对比剂, 在同样用量的情况下, 有效碘用 量较B组明显减少,从而减低患者 肾脏负担,减少CIN的发病率。由 于对比剂浓度降低,血管强化的 CT值会减低,本研究联合使用低 电压技术, CT值反而较常规组略 有增加,这是由于低电压的X线平 均能量更接近碘的K值,光电效 应作用更大,所以强化效果更好 <sup>[15]</sup>。实验结果A组图像的CT值及 图像主观评分高于B组,说明使用 100kVp、低浓度对比剂行头颈部 CTA是可行、有效的。

本研究不足之处在于A组只 有30例,仍需进一步增加样本数 量,同时图像准确性没有与DSA进 行比较;A组血管CT值较常规组有 所增加,在以后研究中可以考虑 进一步减少对比剂用量。

综上所述,采用自适应低剂量迭代重建算法(AIDR 3D)技术、100kVp条件及低浓度对比剂(270mgI/m1)行头颈CTA可获得较好的图像质量,在够满足诊断需求的同时大幅度减低辐射剂量及CIN的发病风险。

#### 参考文献

 Huda W, He W. Estimating cancer risks to adults undergoing body CT examinations[J]. Radiat Prot Dosimetry, 2012 ,150(2):168179.

- [2]梁满球,郑晓林,陈妙玲,等. CTA 诊断颅内动脉瘤的价值及与 DSA对照分析[J]. 罕少疾病杂 志, 2014, (9):1-4.
- [3] 谭芳欢,管学春.常规CTA与减影CTA 对脑动脉瘤诊断的对比研究[J]. 中国CT和MRI杂志,2014,(9):109-112.
- [4] Gervaise A, Osemont B, Lecocq S, et al. CT image quality improvement using Adaptive Iterative Dose Reduction with wide-volume acquisition on 320detector CT[J]. Eur Radiol, 2012 , 22 (2): 295-301.
- [5]李伟钦,朱光源,朱少文.64排VCT 低电压扫描技术在头颈联合CTA检 查中的意义[J].中国CT和MRI杂 志,2014,(9):116-118.
- [6] Feuchtner GM, Jodocy D, Klauser A, et al. Radiation dose reduction by using 100kV tube voltage in cardiac 64slice computed tomography: a comparative study[J].Eur J Radiol, 2010, 75(1):e51-6.
- [7]Xia W, Wu JT, Yin XR, et al.CT angiography of the neck: value of contrast medium dose reduction with low tube voltage and high tube current in a 64detector row CT[J].Clin Radiol, 2014, 69 (4): e183-9.
- [8] Yamada Y, Jinzaki M, Hosokawa T, et al. Dose reduction in chest CT: comparison of the adaptive iterative dose reduction 3D, adaptive iterative dose reduction, and filtered back projection reconstruction techniques[J]. Eur J Radiol, 2012, 81 (12): 4185-4195.
- [9] Yoo RE, Park EA, Lee W, et al. Image quality of adaptive iterative dose reduction 3D of coronary CT angiography of 640-slice CT: comparison with filtered backprojection[J]. Int J Cardiovasc imaging, 2013, 29 (3): 669-676.
- [10] Lee S, Yoon SW, Yoo SM, et al. Comparison of image quality and radiation dose between combined automatic tube current modulation and fixed tube current technique in CT of abdomen and pelvis[J]. Acta Radiol, 2011, 52 (10): 1101-1106.

- [11] Van der Molen AJ, Joemai RM, Geleijns J. Performance of longitudinal and volumetric tube current modulation in a 64-slice CT with different choices of acquisition and reconstruction parameters [J]. Phys Med, 2012, 28 (4): 319-326.
- [12] 尤志军, 李剑, 景建梅, 等. CT增强 扫描中对比剂肾病的风险管理[J]. 实用放射学杂志, 2011, 27(6), 953-958.
- [13]Lee HC, Chang JG, Yen HW, et al. Ionic contrast media

induced more apoptosis in diabetic kidney than nonionic contrast media[J].J Nephrol, 2011 ,24(3):376-380.

[14] Shin DH, Choi DJ, Youn TJ, et al. Comparison of contrastinduced nephrotoxicity of iodixanol and iopromide in patients with renal insufficiency undergoing coronary angiography. EuroIntervention[J]. American Journal of Cardiology, 2011, 108 (2): 189194.

[15] Ramgren B, Bj?rkman-Burtscher IM, Holt?s S, et al.CT angiography of intracranial arterial vessels: impact of tube voltage and contrast media concentration on image quality [J]. Acta Radiol, 2012, 1; 53 (8): 929-934.

(本文编辑: 刘龙平)

【收稿日期】2015-09-28

(上接第 20 页)

- [3] Setzer M, Herminghaus S, Marquardt G, et al. Diagnostic accuracy of 1H MR- Spectroscopy versus image-guided stereotatic biopsy[J]. Acta Neurochir, 2007, 149 (4): 379-386
- [4] Law M, Meltzer DE, Cha S. Spectroscopic magnetic resonance imaging of a tumefactive demyelinating l e s i o n [J]. N e u r o radiology, 2002, 44 (12): 986-989.
- [5] ZONARI P, Baraldi P, Crisi G. Multimodal MRI, in the characterization of glial neoplasms; the combined role of single-voxel MR resonance spectroscopy, diffusion imaging and echoplanar perfusion imaging[J]. Neuroradiology, 2007, 49 (10); 795-803.
- [6] ZHANG K, LI CH, Liu Y. Evaluation of invasiveness of astrocytoma using 1H- Magnetic resonance spectroscopy; correlation with expresson of matrix metalloproteinase-2 [J]. Neuroradiology. 2007, 49 (11): 913-919.
- [7] Lehnhard FG, Bock C, Rohn G; et al, Metabolic, differences between primary and recurrent human brain tumors; a 1H NMR

Spectroscopic investigation[J]. NMR Biomed, 2005, 18(6): 371-382.

- [8] Murphy PS, Rowland IJ, Viviers L, Brada M, Leach MO, Dzik-Jurasz AS. Could assessment of glioma methylene lipid resonance by in vivo (1) H-MRS be of clinical value Br J Radiol. 2003 Jul; 76 (907): 459-63.
- [9] Sahin N, Melhem ER, Wang S, Krejza J, Poptani H, Chawla S, Verma G. Advanced MR imaging techniques in the evaluation of nonenhancing gliomas: perfusion-weighted imaging compared with proton magnetic resonance spectroscopy and tumor grade. Neuroradiol J. 2013 Oct; 26 (5): 531-41. Epub 2013 Nov 7.
- [10] Negendank WG, Sauter R, Brown TR, et, al. Proton Magnetic resonance spectroscopy in patients with glial tumors: a multicenter study[J]. J Neurosurg, 1996, 84 (3): 449-458.
- [11] Candiota AP, Majós C, Julià-Sapé M, Caba?as M, Acebes JJ, Moreno-Torres A, Griffiths JR, Arús C. Non-invasive grading of astrocytic tumours from the relative contents of myoinositol and glycine measured by in vivo MRS. JBR-BTR[J]. 2011

Nov-Dec; 94 (6): 319-29.

- [12] Quon H, Brunet B, Alexander A, Murtha A, Abdulkarim B, Fulton D, Smerdely M, Johnson M, Urtasun R, Patel S, Ghosh S, Roa W. Changes in serial magnetic resonance spectroscopy predict outcome in highgrade glioma during and after postoperative radiotherapy. Anticancer Res [J]. 2011 Oct; 31 (10): 3559-65.
- [13] 郭世萍, 孙静, 鱼博浪, 等. 氢质 子磁共振波谱在颅内肿瘤诊断 中的应用[J]. 中国CT和MRI杂 志, 2004, 2(4): 50-53.
- [14] Croteau D, Searpace L, Hearshen D, et al. Correlation between magnetic resonance spectroscopy imaging and image-guided biopsies: semiquantitative and qualitative histopathological analyses of patients with untreated glioma[J]. Neurosurgery, 2001, 49(4):823-829.
- [14] 姜涛,张竞文,伍建林,等.磁共振氢 质子波谱对脑肿瘤瘤周水肿的临床 应用研究[J].中国医学计算机成像 杂志,2006,12(1): 11-15.

(本文编辑: 汪兵)

【收稿日期】2015-10-08