

论 著

低辐射剂量、低对比剂用量和低注射流速在心血管CTA的可行性研究

邓 婕 林智胜 王娜琴*

南京明基医院放射科 (江苏 南京 210000)

【摘要】目的 探讨低辐射剂量、低对比剂用量和低注射流速在心血管CT造影(CTA)中的可行性,为临床诊疗提供影像学依据和参考。**方法** 选择2018年10月至2019年5月血管CTA检查患者80例作为对象,所有患者均行两次64排CT机动态容积CTA检查(初次检查、复查),患者初次检查时给予常规辐射剂量、对比剂用量及注射毒素方法检查,复查时采用低辐射剂量、低对比剂用量和低注射流速模式检查,将两次检查数据运用自适应统计迭代(ASIR)重建算法完成数据的处理,比较不同检查方法下图像的CT值、噪声、信噪比、有效辐射剂量(ED)。**结果** 复查时给予低辐射剂量、低对比剂用量和低注射流速检查,患者图像质量5分、4分、3分、2分、1分病例数与初次检查患者比较,差异无统计学意义($P>0.05$);复查患者主动脉根部、左侧冠状动脉主干及右侧冠状动脉近端图像的CT值、噪声、信噪比比较无统计学意义($P>0.05$);复查时低辐射剂量、低对比剂用量和低注射流速下CTDIvol、DLP及ED辐射剂量,均低于初次检查时常规剂量($P<0.05$)。**结论** 将低辐射剂量、低对比剂用量和低注射流速用于心血管CTA检查中是可行的,能降低辐射剂量与对比剂用量,且不会影响图像质量,值得推广应用。

【关键词】 低辐射剂量; 低对比剂用量; 低注射流速; 心血管CT造影; 可行性

【中图分类号】 R445.6; R54

【文献标识码】 A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2022.03.019

Feasibility Study of Low Radiation Dose, Low Contrast Agent Dosage, and Low Injection Flow Rate in Cardiovascular CTA

DENG Jie, LIN Zhi-sheng, WANG Na-qin*

Department of Radiology, BenQ Medical Center, Nanjing 210000, Jiangsu Province, China

ABSTRACT

Objective To investigate the feasibility of low radiation dose, low contrast agent dosage and low injection flow rate in cardiovascular CT(CTA) in Xining. **Methods** Eighty patients with vascular CTA examination from October 2018 to May 2019 were enrolled. All patients were given vascular CTA examination and reexamination of 64-slice CT dynamic volume CT after admission. The patients were given conventional radiation doses during the examination. The amount of the agent and the method of injecting the toxin are checked, and the low radiation dose, the low contrast agent dosage and the low injection flow rate mode are used for the review, and the data obtained by the two inspections are processed by the adaptive statistical iteration(ASIR) reconstruction algorithm. Compare CT values, noise, signal-to-noise ratio, and effective radiation dose(ED) of images under different inspection methods. **Results** At the time of review, low radiation dose, low contrast dose and low injection flow rate were examined. The patient's image quality of 5, 4, 3, 2, and 1 was significantly different from the initial examination($P>0.05$). The CT values, noise, and signal-to-noise ratio of the aortic root, left coronary artery, and right coronary artery were not statistically significant($P>0.05$). Low radiation dose and low contrast agent during the review. The doses of CTDIvol, DLP and ED under the dosage and low injection flow rate were lower than the conventional dose at the initial examination ($P<0.05$). **Conclusion** It is feasible to use low radiation dose, low contrast agent dosage and low injection flow rate in cardiovascular CTA examination in Xining area. It can reduce the radiation dose and contrast agent dosage, and it will not affect the image quality. It is worthy of popularization and application.

Keywords: Low Radiation Dose; Low Contrast Agent Dosage; Low Injection Flow Rate; Cardiovascular CT Angiography; Feasibility

CT造影(cardiovascular CT angiography, CTA)是CT血管造影的简称,静脉注射对比剂后行螺旋CT扫描,而三维重建时去掉皮肤、肌肉、骨骼等不需要显示的结构,仅显示三维的血管结构与内脏结构^[1]。目前,CTA检查已经广泛用于脑血管、心血管、冠状动脉、肺动脉等检查中,具有图像清晰、诊断结果准确的优点,成为诊断临床疾病快速、准确的无创性检查方法^[2]。但是,常规方法检查时辐射剂量、对比剂使用量较大,容易增加检查并发症发生率^[3]。数据调查结果表明,患者每增加10mSv的辐射剂量,临床死亡率将会增加0.04%^[4]。同时,对比剂剂量亦是增加对比剂肾病(contrast agent nephropathy, CIN)的重要危险因素。国内学者研究表明,CIN发生率与患者所接受的碘量有关,减少对比剂剂量能降低CIN发生率^[5]。因此,临床上如何在保证图像质量情况下,降低辐射剂量、减少对比剂使用剂量成为当前研究的热点^[6]。本研究以血管CTA检查患者作为对象,探讨低辐射剂量、低对比剂用量和低注射流速在心血管CTA中的可行性,具体报道如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料 选择2018年10月至2019年5月血管CTA检查患者80例作为对象,男54例,女26例,年龄41~85岁,平均年龄(56.62 ± 6.81)岁;体质量指数 $20\sim 28\text{kg/m}^2$,平均体质量指数(24.59 ± 2.41) kg/m^2 ;心率 $46\sim 90$ 次/min,平均心率(56.51 ± 4.63)次/min。

纳入标准:所有患者均符合血管CTA检查适应证,且患者均可耐受^[7];所有患者检查、复查时采用不同的扫描模式、对比剂用量及注射流速,其余条件均相同;意识清楚,能与医生进行沟通、交流。排除标准:合并精神异常、认知功能障碍或

【第一作者】邓 婕,女,主管技师,主要研究方向:CT、MR方面。E-mail: 156260970@qq.com

【通讯作者】王娜琴,女,主管技师,主要研究方向:CT、MR方面。E-mail: 44969029@qq.com

入院资料不全者；合并凝血异常、伴有自身免疫系统疾病者；合并碘对比剂过敏、严重心律不齐者。本研究均得到医院伦理委员会批准，患者及家属签署同意书。

1.2 方法 所有患者均行两次64排CT机动态容积CTA检查(初次检查、复查)，初次检查给予常规检查方法，复查给予低辐射剂量、低对比剂用量和低注射流速方式。(1)仪器与设备：GE64排CT机，型号：LightSpeed Vct XT序列号082421120270。常规检查方法：检查前向患者讲解心血管CTA相关知识，告知患者即将进行的检查、检查的目的，尽可能提高患者检查时的注意事项，提高患者检查配合度、依从性。检查前5min舌下含服硝酸甘油0.25mg，帮助患者扩张管动脉相关。利用GE心电门控扫描方案，结合患者情况设置相关参数：350碘佛醇1~1.5mL/kg，剂量50mL，注射速度5.0mL/s，紧跟着同样速率的盐水30mL；管电压120kV，管电流320mA，利用回顾性心电门控完成整个心动周期时相测定^[8]；低辐射剂量、低对比剂用量和低注射流速扫描方法。患者复查时给予低辐射剂量、低对比剂用量和低注射流速方法进行扫描，采用每周旋转时间为350ms，利用个性化前瞻性心电门控扫描方案，设置管电压为100kV，管电流智能自动调制，根据患者情况设置相关扫描范围及探测器的拍数，扫描时间为心动周期时相的70.0%~80.0%。对比剂剂量40mL[(350mg(I)/mL)]，注射速度3.5m/s，紧跟着同样速率的盐水30mL。根据检查、复查方法对患者进行检查，设置相关参数：机架旋转时间0.5s、探测范围40.0mm、扫描层厚0.625mm、旋转速度为0.4s/r、螺距1.5、矩阵512×512、准直器宽度0.6mm×128，扫描时间3.17s，对比剂注射时均给予双筒高血压注射器注射非离子型对比剂350碘佛醇、生理盐水，采用Smart-Prep Rx对比剂示踪技术对患者进行基础，将两次检查最终获得的数据运用滤过反投影算法完成数据的处理^[9-10]。当到达阈值180HU时自动触发扫描，并将数据传输到三维后处理工作站，完成主动脉多平面重组、容积再现(volume rendering, VRT)、最大密度(maximum density, MIP)等三维重建。

1.3 观察指标 (1)图像质量比较。参考有关标准对两种方法下图像质量进行评估，将获得的图像分为5个等级。5分：图像质量良好，血管边缘光滑，未见血管中断；4分：血管质量好，边缘清晰，但是伴有少许伪影；3分：图像质量一般，伴有明显伪影，但是未对检查结果产生影响；2分：图像质量不佳，伪影较差，影响疾病诊断；1分：图像质量较差，无法完成诊断。质量评价由医院两名副主任以上职称医生完成；(2)两种检查方法结果客观。记录不同检查方法下主动脉根部、左侧冠状动脉主干及右侧冠状动脉近端图像的CT值、噪声、信噪比。(3)有效辐射剂量(effective radiation dose, ED)。计算两种不同检查方法下机器产生的剂量程度乘积(dose level product, DLP)、ED水平，根据公式完成换算。 $ED=DLP \times C$ ，其中，C为转化因子(一般为0.17)。

1.4 统计学分析 采用SPSS 18.0软件进行数据分析，计数资料行 χ^2 检验，采用n(%)表示，计量资料行t检验，采用($\bar{x} \pm s$)表示， $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组图像质量比较 复查时给予低辐射剂量、低对比剂用量和低注射流速检查，患者图像质量为5分、4分、3分、2分、1分概率与初次检查患者比较，差异无统计学意义($P>0.05$)，见表1。

表1 两组图像质量比较[n(%)]

检查时间	5分	4分	3分	2分	1分
复查	63(78.75)	11(13.75)	5(6.25)	1(1.25)	0(0.00)
初次检查	62(77.50)	10(12.50)	6(7.50)	2(2.50)	0(0.00)
χ^2	1.204	0.747	0.893	0.638	0.000
P	0.693	0.891	0.733	0.693	1.000

2.2 两种检查方法客观结果比较 复查患者主动脉根部、左侧冠状动脉主干及右侧冠状动脉近端图像的CT值、噪声、信噪比，差异无统计学意义($P>0.05$)，见表2。

表2 两种检查方法客观结果比较

检查时间	主动脉根部			左侧冠状动脉主干			右侧冠状动脉近端		
	CT值	噪声	信噪比	CT值	噪声	信噪比	CT值	噪声	信噪比
复查	38.68±4.51	23.96±4.09	41.56±4.56	27.56±4.06	24.33±4.11	42.69±5.09	48.61±4.77	53.15±5.11	33.58±4.59
初次检查	38.51±4.50	24.11±4.10	40.69±4.61	27.89±4.11	24.59±4.53	42.76±5.12	48.70±4.79	54.09±5.23	33.60±4.61
t	1.295	0.815	1.451	1.126	0.895	0.993	1.218	1.263	1.690
P	0.784	0.095	0.589	0.698	0.564	0.894	0.598	0.781	0.692

2.3 两种检查方法辐射剂量比较 复查时低辐射剂量、低对比剂用量和低注射流速下CTDIvol、DLP及ED辐射剂量，均低于初次检查时常规剂量($P<0.05$)，见表3。

3 讨论

心脑血管疾病是心脏血管与脑血管疾病的统称，是由于高血脂血症、血液黏稠、高血压及动脉粥样硬化或全身组织发生缺血性、出血性疾病。心血管CTA检查是心血管疾病常用的检

表3 两种检查方法辐射剂量比较

检查时间	CTDIvol(mGy)	DLP(mGy/cm)	ED(mSv)
复查(n=80)	94.51±5.38	587.68±12.49	10.12±1.41
初次检查(n=80)	208.56±5.63	1423.51±25.68	24.55±3.63
t	5.398	8.461	5.512
P	0.000	0.000	0.000

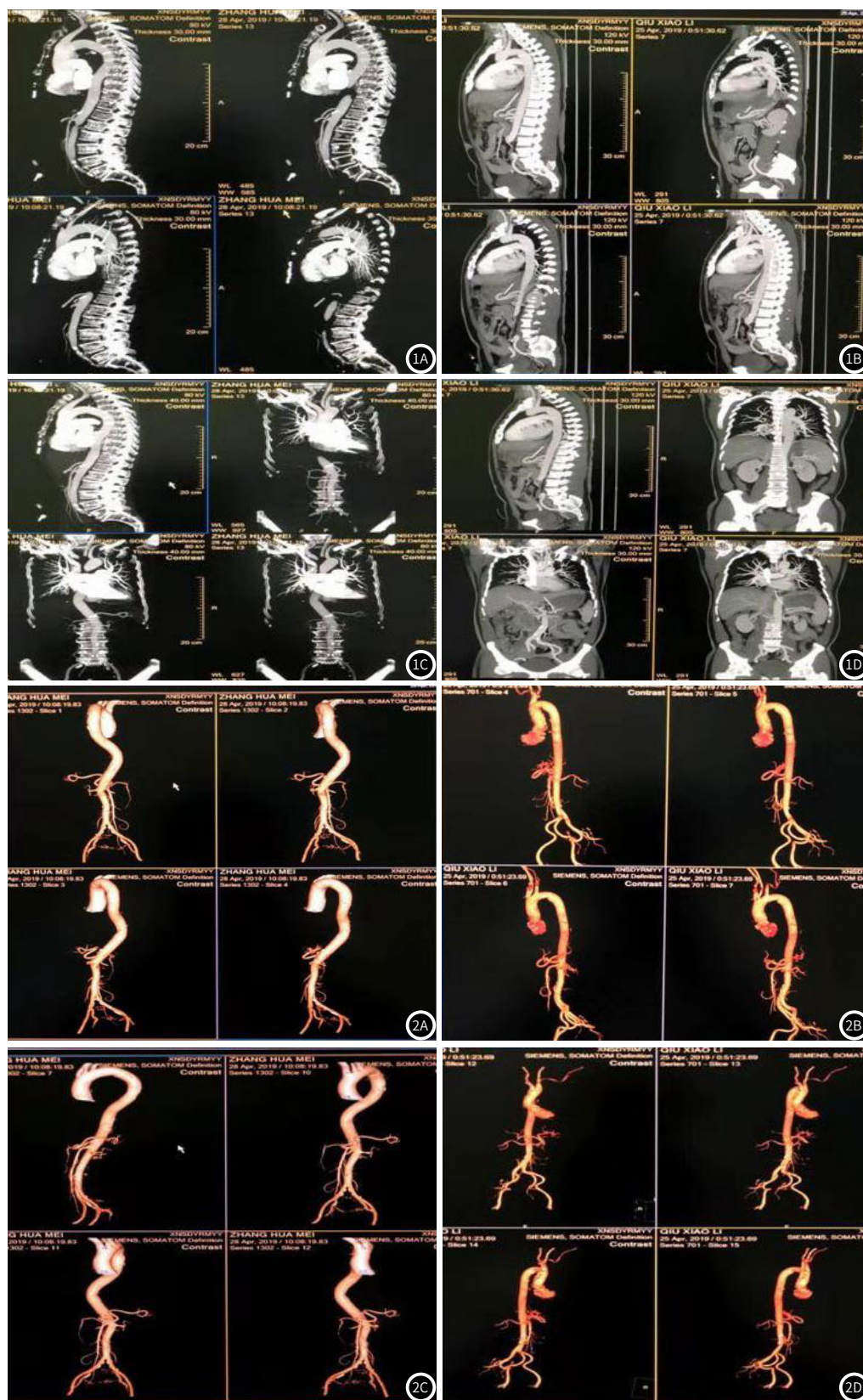


图1 常规与三低密谱后处理对照图。图2 常规与三低密谱后处理对照图。

查、诊断方法，并将其视为“金标准”，能为临床诊疗提供依据、参考。但是，心血管CTA检查时会产生辐射伤，再加上大剂量对比剂的使用，容易增加CIN发生率^[11]。

近年来，低辐射剂量、低对比剂用量和低注射流速在心血管CTA检查中得到应用，与常规检查相比，三低密谱后检查效果更理想，如图1、图2所示。本研究中，复查时给予低

辐射剂量、低对比剂用量和低注射流速检查，患者图像质量5分、4分、3分、2分、1分概率与初次检查患者比较无统计学意义($P>0.05$)，说明低辐射剂量、低对比剂用量和低注射流速用于血管CTA检查中并不会对图像质量产生影响，能为临床诊疗提供影像学依据。心血管CTA检查时管电压能反映X线的穿透能力，且管电压越大，辐射剂量越高。在CT增强扫描过程

中,由于碘在原子序列排列中的特性,适当的降低管电压能提高强化后血管的CT值,从而能提高血管与周围血管密度对比度,能较好地补偿因管电压降低引起的高噪声^[12]。既往研究表明,心血管CT检查过程中适当地降低管电压,不仅能降低患者检查时的有效辐射剂量,亦可增加单位含碘组织的CT值,能提高增强强度^[13]。国内学者研究表明,低管电压能提高含碘组织的CT值,可降低碘对比剂使用量,能引起碘对比剂周围组织发生明显衰减,能进一步强化血管与周围骨组织的对比量,发挥良好的效果^[14]。因此,在图像强度不变的情况下,减少对比剂使用能量减少碘的摄入量,有助于降低患者检查过程中不良反应发生率。为了提高心血管CTA检查质量,检查时应结合患者体重指数确定对比剂剂量,日常工作中结合患者体重存在的差异,选择合适的对比剂剂量,并不断进行优化。本研究中,复查患者主动脉根部、左侧冠状动脉主干及右侧冠状动脉近端图像的CT值、噪声、信噪比比较无统计学意义($P>0.05$),说明低辐射剂量、低对比剂用量与低注射速度不会对心血管CTA检查结果产生影响,能实现疾病临床诊疗。低注射流速则能较好地反映对比剂弥散情况,对于注射速度相对较低时,对比剂更易弥散,而注射速度较快者,则可能影响对比剂的弥散,对检查结果产生影响。本研究中,复查时低辐射剂量、低对比剂用量和低注射流速下CTDIvol、DLP及ED辐射剂量,均低于初次检查时常规剂量($P<0.05$),说明低辐射剂量、低对比剂用量和低注射流速用于心血管CTA检查中,能降低辐射剂量,能为临床诊疗提供依据、参考。临床研究表明,低注射流速能提高对比剂分布的均匀性,有助于提高检出率。因此,低辐射剂量、低对比剂用量和低注射流速用于心血管CTA检查时应加强患者心率控制,合理优化各扫描参数,并对获得的数据进行ASIR重建,结合相关要求设置合适的辐射剂量^[15]。但是,本研究中亦存在诸多不足,一方面纳入病例数较少,尚需要大样本量进一步验证;另一面面试验中对患者数据处理时存在较大的人为误差,均需要进一步研究与探讨。

综上所述,将低辐射剂量、低对比剂用量和低注射流速用于心血管CTA检查中是可行的,能降低辐射剂量与对比剂用量,且不会影响图像质量,值得推广应用。

参考文献

- [1] 谢惠,覃川,邓小林,等.低辐射剂量低浓度对比剂螺旋CT在肺动脉CTA扫描中的应用价值[J].河北医学,2017,23(2):225-228.
- [2] 张玉兰,黄军荣,郑晓林,等.256层螺旋CT结合迭代重建及

- “三低”肺动脉成像的可行性研究[J].放射学实践,2017,32(2):144-148.
- [3] Hamersvelt R W V, Eijsvoogel N G, Muhl C, et al. Contrast agent concentration optimization in CTA using low tube voltage and dual-energy CT in multiple vendors: A phantom study[J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2018, 34(8): 1265-1275.
- [4] 杨尚文,邵明冉,杨献峰,等.“三低”技术联合全模型迭代重建算法在头颈部CT血管成像中的可行性研究[J].中华放射医学与防护杂志,2017,37(1):62-67.
- [5] 梁洪生,陈进军,陈小宇,等.CAREDOSE4D技术联合低kV及低剂量对比剂在MSCT头颈CTA应用[J].CT理论与应用研究,2017,26(5):605-612.
- [6] 李瑛,金银华,左丽敏,等.冠脉血管CTA检查前对比剂加温预处理在预防对比剂外渗中的作用[J].中华现代护理杂志,2018,24(18):2172-2174.
- [7] Schmermund A, Marwan M, Hausleiter J, et al. Declining radiation dose of coronary computed tomography angiography: German cardiac CT registry experience 2009-2014[J]. Clin Res Cardiol, 2017, 51(6):1-8.
- [8] 黄辉,刘小红,蔡华亮,等.低管电压及对比剂剂量对超重患者前瞻性心电图冠状动脉成像的影响[J].实用临床医药杂志,2017,21(5):209-211.
- [9] 姜海龙,王丽萍,毛存男,等.双流高压注射器进行低浓度对比剂CE-MRA在头颈动脉狭窄诊断中的应用[J].中国医疗设备,2019,34(1):110-112,119.
- [10] 赖宇林,郭建雄,温晓琴,等.以目标血管对比剂峰值浓度和持续时间计算的低剂量对比剂在头颈部CTA中的应用[J].医学影像学杂志,2018,28(5):718-720.
- [11] Van W J M, Schuijff J D, Pazhenkottil A P, et al. Influence of smoking on the prognostic value of cardiovascular computed tomography coronary angiography[J]. Eur Heart J, 2017, 32(3):365-370.
- [12] 章辉庆,邱晓晖,刘艺超,等.双源CT“双低方案”在冠状动脉CT血管成像检查中的可行性研究[J].中国全科医学,2017,20(9):1127-1131.
- [13] 魏恒乐,彭新桂,陆照璇,等.能谱CT最佳单能量成像技术降低下肢动脉成像对比剂用量的可行性[J].介入放射学杂志,2017,26(11):983-987.
- [14] 曹希明,郑君惠,巫梓斌,等.低剂量对比剂在256层CT头颈血管成像中的应用[J].中国医学影像学杂志,2017,25(2):101-104.
- [15] 刘义军,刘爱连,方鑫,等.70kVp超低辐射剂量和低碘摄入量在低体质量指数患者腹部CTA的可行性[J].中国医学影像技术,2017,33(3):473-477.

(收稿日期:2020-02-12)