

论 著

双低剂量技术在急性主动脉综合症患者CT血管成像中的应用

焦作煤业(集团)有限责任公司中央
医院影像科 (河南 焦作 454000)

张培培 杨培金 田卫兵

【摘要】目的 探讨双低剂量技术在急性主动脉综合症(AAS)患者CT血管成像(CTA)中的应用情况。**方法** 选取2014年5月-2017年5月医院行主动脉CTA检查的AAS患者130例作为研究对象,根据扫描方案分为A组(电压80-100kV,碘海醇300mgI/ml)71例和B组(电压120kV,碘海醇370mgI/ml)59例,两组其他扫描参数相同。记录两组患者CTA图像噪声值、对比噪声比(CNR)、图像质量主观评分、各主动脉平均CT值、有效辐射剂量(ED)和对比剂碘摄入量。**结果** 两组患者CTA图像噪声值、CNR、图像质量主观评分及主动脉根部、髂总动脉、升主动脉、降主动脉、腹主动脉平均CT值比较,差异无统计学意义($P>0.05$);A组ED、对比剂碘摄入量明显低于B组,差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 主动脉CTA扫描中应用双低剂量技术,不仅可获得满意的图像质量和目标血管CT值,还可减少辐射剂量及对比剂碘摄入量。

【关键词】 急性主动脉综合症; 主动脉; 血管成像; 计算机断层摄影技术; 对比剂

【中图分类号】 R543.1

【文献标识码】 A

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2018.01.026

通讯作者: 张培培

The Application of Double-low Dose in CT Angiography of Patients with Acute Aortic Syndrome

ZHANG Pei-pei, YANG Pei-jin, TIAN Wei-bing. Department of Imaging, Jiaozuo Coal (Group) Limited Liability Company Central Hospital, Jiaozuo 454000, Henan Province, China

[Abstract] Objective To investigate the application of double-low dose in CT angiography (CTA) of patients with acute aortic syndrome (AAS). **Methods** A total of 130 patients with AAS undergoing CTA in the hospital from May 2014 to May 2017 were selected as the subjects. According to the scanning program, they were divided into group A (treated with voltage 80-100kV and iohexol 300mgI/ml, 71 cases) and group B (treated with voltage 120kV and iohexol 370mgI/ml, 59 cases), and the other scanning parameters were the same in the two groups. The CTA image noise value, contrast noise ratio (CNR), subjective score of image quality, average CT value of each aorta, effective radiation dose (ED) and intake of contrast agent iodine in the two groups were recorded. **Results** There was no significant difference between the two groups in CTA image noise value, CNR, subjective score of image quality and the average CT values of aortic root, common iliac artery, ascending aorta, descending aorta and abdominal aorta ($P>0.05$). The ED and intake of contrast iodine in group A were significantly lower than those in group B ($P<0.05$). **Conclusion** The application of double-low dose technique in aortic CTA can not only obtain satisfactory image quality and CT value of target blood vessels, but also reduce the radiation dose and intake of contrast iodine.

[Key words] Acute Aortic Syndrome; Aorta; Angiography; Computed Tomography; Contrast Agent

急性主动脉综合(Acute Aortic Syndrome, AAS)包括主动脉夹层、壁间血肿和主动脉穿透性动脉粥样硬化溃疡等,临床表现多样,如:突发性胸背痛、胸腔积液等,疾病进展较快,严重威胁着患者的生命安全。数字减影血管造影(DSA)是诊断主动脉病变的“金标准”,但该检查方式为有创检查,临床应用受限。近年来,随着多层螺旋CT技术的发展,CT血管成像(CTA)在主动脉病变检查中应用日益广泛,很大程度上取代了DSA的诊断功能^[1]。然而,主动脉CTA扫描范围广,其带来的高辐射剂量和高浓度对比剂,可能增加致癌风险,或导致心血管反应、造影剂肾病等并发症^[2]。目前影像学医师对影像学检查中遵循尽可能降低辐射剂量原则已达成共识。本研究主要探讨低辐射剂量、低对比剂剂量的双低剂量技术在主动脉CTA图像质量、主动脉血管CT值及辐射剂量、对比剂碘摄入量的影响,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料 选取2014年5月~2017年5月医院行主动脉CTA检查的AAS患者130例作为研究对象,纳入标准:出现“主动脉疼痛”,拟诊为AAS行CTA检查的患者;既往AAS史,且行CTA复诊患者;完成CTA检查。排除标准:严重心、肾功能不全;碘对比剂过敏,或其他严重过敏史;呼吸不能自主配合完成CTA检查;身体质量指数(BMI) $>30\text{kg}/\text{m}^2$ 。根据扫描方案将患者分为A组71例和B组59例,两组患者性别、年龄、BMI、疾病类型比较,差异无统计学意义($P>0.05$),见表1。

1.2 方法 采用飞利浦64排螺旋CT, 扫描范围为升主动脉至髂总动脉。A组应用心电门控的轴位扫描, 扫描参数: 管电压80~100kV, 管电流为100~200 mAs, 对比剂为碘海醇300mg I/ml; B组应用回顾性心电门控的螺旋扫描, 扫描参数: 管电压120 kV, 管电流为200~500mAs, 对比剂为碘海醇370mg I/ml; 两组重建层厚均为1.0mm, 层间隔0.5mm, 对比剂总量为80ml, 注射速率4 ml/s, 均应用触发扫描, 感兴趣区(ROI)置于气管分叉下2cm胸主动脉处, 触发阈值为120Hu。

1.3 图像处理 将图像传输至后处理工作站, 图像处理采用迭代重建算法, 分别计算主动脉根部、髂总动脉、升主动脉、降主动脉、腹主动脉层面的平均CT值; 计算对比噪声比(CNR), $CNR = (\text{腹主动脉水平CT值} - \text{竖脊肌CT值}) / \text{噪声}$ 。设备自动生成并记录CT辐射剂量长度(DLP), 计算有效辐射剂量(ED), $ED = K \times DLP$, K为常数, 取值为0.0142mSv/(mGy·cm)。

1.4 图像质量评价 由1名影像科医师和1名主任医师采用双盲法观察图像质量, 采用改良的4分法评分: 4分: 主动脉及重要分支动脉的CT密度均匀, 血管边缘锐利, 且与周围组织对比度良好; 3分: 主动脉及重要分支动脉血管充盈尚可, 血管边缘锐利, 且与周围组织对比度尚可, 不影响血管分析; 2分: 主动脉血管充盈和重要分支动脉血管充盈尚可, 但CT值不均匀, 血管边缘欠清晰; 1分: 主动脉及重要分支动脉血管充盈欠佳, 有伪影, 影响血管分析。

1.5 统计学方法 采用SPSS18.0统计学软件进行数据分析, 计数资料用率表示, 采用 χ^2

检验。计量资料采用($\bar{x} \pm s$)表示, 采用t检验。P<0.05提示有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者CNR、图像质量主观评分比较 两组患者图像噪声值、CNR、图像质量主观评分比较, 差异无统计学意义(P>0.05), 见表2。

2.2 两组患者各主动脉平均CT值比较 两组患者主动脉根部、髂总动脉、升主动脉、降主动脉、腹主动脉平均CT值比较, 差异无统计学意义(P>0.05), 见表3。

2.3 两组患者ED和对比剂碘摄入量比较 A组ED、对比剂碘摄入量明显低于B组, 差异有统计学意义(P<0.05), 见表4。

3 讨论

AAS临床症状多样, 且具有发病急、病情进展快, 早期进行明确诊断, 尽早给予针对性治疗, 有利于控制病情, 提供预后生存质量。CTA是临床诊断动脉血管病变的重要影像学手段, 可为临床诊治提供丰富的信息。以往临

床常通过提高对比剂浓度或提高射线能力的方式获得良好的CTA图像质量, 然而高浓度对比剂可能导致对比剂相关不良反应、造影剂肾病; 高辐射量可能增加癌症发生风险^[3]。一项报道指出, 1.5%~2.0%的癌症与CT检查的电离辐射有关^[4]。主动脉血管CTA成像扫描范围为升主动脉至双侧髂动脉, 具有扫描范围广、扫描时间长等特点, 且扫描范围内存在对射线敏感的腺体结构, 高辐射量和高浓度对比剂带来的辐射伤害不容忽视。因此, 在获得满意的CTA图像的同时, 尽量减少CTA检查期间的辐射剂量、降低对比剂浓度是影像科医师研究热点。

临床研究发现, 降低CTA扫描的管电压, 可降低X线对造影剂的穿透性, 但会增加图像噪声, 影响图像质量。以往临床常采用螺旋扫描, 能获得满意的图像质量, 但其扫描特点为沿Z轴移动的同时球管曝光, 扫描前、后一段数据无法参与重建, 存在无效扫描。近年来, 随着轴位扫描方式在心电门控技术中的应用, 不仅可获得同螺旋扫描同等的图像质量, 且扫描期间经过准直器的射线全部穿过扫描组织, 扫描数据均可被探测器所采集, 不存在无

表1 两组患者基本资料比较

组别	n	男/女	年龄(岁)	BMI(kg/m ²)	疾病类型		
					主动脉夹层	壁间血肿	主动脉穿透性动脉粥样硬化溃疡
A组	71	29/42	53.72±4.67	25.18±2.64	31	28	12
B组	59	21/38	54.69±4.29	25.08±2.33	28	24	7
χ^2/t		0.376	1.223	0.227		1.143	
P		0.540	0.224	0.821		0.565	

表2 两组患者CNR、图像质量主观评分比较

组别	n	图像噪声值(Hu)	CNR	图像质量主观评分(分)
A组	71	16.26±1.26	27.69±1.96	3.61±0.50
B组	59	15.87±1.22	27.91±2.05	3.69±0.51
t		1.782	0.624	0.900
P		0.077	0.534	0.370

表3 两组患者各主动脉平均CT值比较

组别	n	主动脉根部 (Hu)	髂总动脉 (Hu)	升主动脉 (Hu)	降主动脉 (Hu)	腹主动脉 (Hu)
A组	71	340.06 ± 39.81	305.26 ± 34.05	319.64 ± 42.16	311.22 ± 41.09	362.11 ± 40.06
B组	59	344.08 ± 45.16	309.22 ± 35.07	323.26 ± 45.21	319.05 ± 42.08	365.78 ± 39.77
t		0.539	0.651	0.514	1.070	0.522
P		0.591	0.516	0.608	0.287	0.603

表4 两组患者ED和对比剂碘摄入量比较

组别	n	ED (mSv)	对比剂碘摄入量 (mgI/kg)
A组	71	7.01 ± 1.52	307.26 ± 10.64
B组	59	12.93 ± 1.69	362.26 ± 12.69
t		21.013	34.703
P		< 0.001	< 0.001

效扫描。既往研究报道，迭代重建算法的可明显降低图像噪声，提高图像质量^[5-6]。本研究中，我们采用迭代重建算法进行图像处理，以达到减少图像噪声的目的。两组患者图像噪声值、CNR、图像质量主观评分比较，差异无统计学意义(P>0.05)。Andreini等^[7]指出超低辐射剂量、低碘负荷用于冠状动脉CTA，图像质量满足临床诊疗需求；Ippolito等^[8]指出，胸椎或腹腔血管病变患者采用CTA扫描期间应用低辐射剂量、低对比剂浓度，可取得良好的诊断质量图像，本研究结果与其一致。

目标管腔内CT值与注入对比剂浓度、总量、注射速率、BMI等因素有关，有学者指出，对比剂浓度越高、总量越多，目标管腔内CT值越高，血管成像质量越好^[9]，但对比剂浓度过高也会增加对比剂相关并发症发生率^[10]。本研究中，两组患者各主动脉平均CT值比较差异无统计学意义(P>0.05)，考虑与碘离子的吸收特性(降低管电压时对比CT值增加)有关，陆东旭等^[11]和张文艳等^[12]得出相同结论。另外，本组研究中，A组ED、对比剂碘摄入量明显低于B组(P<0.05)，说明采用双低剂量技术进行主动脉CTA扫描，

可减少辐射剂量和对比剂碘摄入量。

基于临床工作经验，我们发现可通过以下方式实现CTA检查中的“双低”：①重视影像科医师的培训，提高其专业素质，使其熟练掌握各类CT设备的扫描参数设置，CTA检查期间选择适当扫描技术，合理确定扫描范围，避免不必要的扫描，在保证图像质量的基础上有意识地降低辐射剂量和对比剂浓度；②正确认识对比剂浓度、用量、持续注射时间与增强效果的关系，根据患者实际情况降低对比剂浓度或选择低渗透造影剂^[13-14]。

综上所述，主动脉CTA扫描中应用双低剂量技术结合迭代重建算法可获得与电压120kV、碘海醇370mgI/ml扫描患者同等的图像质量及主动脉血管CT值，能满足临床诊断需求，且该技术能降低辐射剂量及对比剂碘摄入量。本研究尚存在局限性：纳入样本量较少，有待扩大研究对象，进行大范围、多中心研究；过度肥胖可能会影响CTA检查成功率，本研究研究对象BMI均≤30kg/m²，还有待进一步探讨BMI>30kg/m²患者CTA中应用双低剂量技术的可行性。

参考文献

[1]Motoyama S,Ito H,Sarai M,et al.Plaque Characterization by Coronary Computed Tomography Angiography and the Likelihood of Acute Coronary Events in Mid-Term Follow-Up[J]. Journal of the American College of Cardiology,2015,66(4):337.

[2]王建益,袁宇渊,曾波琼,等.能谱CT成像结合低浓度对比剂在CCTA中应用的可行性分析[J].中国CT和MRI杂志,2017,15(3):54-57.

[3]刘刚,毛旭,何慧,等.双低扫描结合迭代重建在有效降低冠状动脉CTA检查风险中的应用研究[J].实用放射学杂志,2014,30(11):1827-1830.

[4]苏垠平,肖国兵,陈俊波,等.头、胸部CT扫描所致儿童甲状腺剂量估算及其癌症风险预测[J].中华放射医学与防护杂志,2015,35(11):854-858.

[5]Niesten J M,Schaaf I C V D,Vos P C,et al.Improving head and neck CTA with hybrid and model-based iterative reconstruction techniques[J].Clinical Radiology,2015,70(11):1252-1259.

[6]Ellmann S,Kammerer F,Brand M,et al.A Novel Pairwise Comparison-Based Method to Determine Radiation Dose Reduction Potentials of Iterative Reconstruction Algorithms, Exemplified Through Circle of Willis Computed Tomography Angiography[J].Investigative Radiology,2016,51(2):219-222.

[7]Andreini D,Mushtaq S,Conte E,et al.Coronary CT angiography with 80kV tube voltage and low iodine concentration contrast agent in patients with low body weight[J].Journal of Cardiovascular Computed Tomography,2016,10(4):322.

[8]Ippolito D,Talei F C,Fior D,et al.Low kV Settings CT

Angiography (CTA) with Low dose Contrast Medium Volume Protocol in the Assessment of Thoracic and Abdominal Aorta Disease: a feasibility study [J]. Br J Radiol, 2015, 88(1049): 20140140.

- [9] 邢艳, 潘存雪, 古丽娜·阿扎提, 等. 冠状动脉CT成像中个体化对比剂注射方案提高不同浓度对比剂强化均一性的价值[J]. 中华放射学杂志, 2015, 49(11): 853-857.
- [10] 孙潇, 孔祥凌, 郭笑寒, 等. 高低浓度造影剂不同注射速度的CT肺动脉造影图像质量分析[J]. 中国医学影像学杂志, 2016, 24(12): 943-947.
- [11] 陆东旭, 王瑞, 范占明, 等. 双低剂量全主动脉CT血管成像临床应用研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2015, 13(4): 117-120.
- [12] 张文艳, 赵静, 周瑞臣, 等. 双低剂量在头颈部无迭代技术多层螺旋CT血管成像中的可行性[J]. 中国医学影像学杂志, 2015, 23(11): 829-832.
- [13] 梁奕, 孔祥泉, 杜柏林. “双低”技术在冠状动脉CT血管成像中的应用进展[J]. 实用放射学杂志, 2015, 31(7): 1208-1211.
- [14] 方玉荣, 姜明武. 双低剂量CT冠状动脉成像的研究进展[J]. 实用放射学杂志, 2015, 31(8): 1377-1380.

(本文编辑: 唐润辉)

【收稿日期】2017-08-19

(上接第 45 页)

- [2] 沈伟明, 张黄华, 倪耿欢等. 多层螺旋CT对甲状腺恶性肿瘤的诊断及鉴别诊断价值[J]. 医学影像学杂志, 2015, 25(9): 1690-1692, 1693.
- [3] 陈穹, 王钢, 汪茂文等. MSCT对结节性甲状腺肿及甲状腺癌的鉴别诊断价值[J]. 医学影像学杂志, 2012, 22(10): 1648-1651.
- [4] Lian, C. P. L., Young, A., Cutajar, D. et al. Organ point dose measurements in clinical multislice computed tomography (MSCT) examinations with the MOSkin radiation dosimeter [J]. Radiation measurements, 2013, 55(709): 56-59.
- [5] 杜海, 张凤翔. MSCT低剂量扫描对结节性甲状腺肿和甲状腺癌的诊断价值[J]. 中国中西医结合影像学杂志, 2017, 15(3): 274-276, 279.
- [6] 何磊, 贾秀川, 陈英敏等. 结节性桥本氏甲状腺炎的MSCT诊断价值[J]. 临床放射学杂志, 2015, 34(11): 1734-1737.
- [7] Iosca, S., Lumia, D., Bracchi, E. et al. Multislice computed tomography with colon water distension (MSCT-c) in the study of intestinal and ureteral endometriosis [J]. Clinical imaging, 2013, 37(6): 1061-1068.
- [8] 文峰, 赵振国, 顾强等. 结节性甲状腺肿的MSCT表现[J]. 现代医用影像学, 2014, 23(3): 202-206.
- [9] 梁坚豪, 朱新进, 刘杰等. 多层螺旋CT低剂量扫描技术在甲状腺增强扫描中的临床应用[J]. 实用放射学杂志, 2016, 32(7): 1116-1118.
- [10] 顾立军, 陆杨, 王珏青, 等. 钙化在甲状腺结节MSCT诊断中的临床价值[J]. 放射学实践, 2014, 29(3): 279-282.
- [11] 周绍斌, 赵小忠, 李鲁等. MSCT灌注成像诊断甲状腺病变的临床价值分析[J]. 医学影像学杂志, 2014, 24(5): 870-872.
- [12] 何磊, 贾秀川, 张淑倩等. MSCT对甲状腺微小乳头状癌的诊断价值[J]. 医学影像学杂志, 2015, 25(10): 1759-1763.
- [13] Bai, M., Liu, B., Mu, H. et al. The comparison of radiation dose between C-arm flat-detector CT (DynaCT) and multislice CT (MSCT): A phantom study [J]. European Journal of Radiology, 2012, 81(11): 3577-3580.
- [14] Leber, A. W., Eichinger, W., Rieber, J. et al. MSCT guided sizing of the Edwards Sapien XT TAVI device: Impact of different degrees of oversizing on clinical outcome [J]. International Journal of Cardiology, 2013, 168(3): 2658-2664.
- [15] Minier, M., Maret, D., Dedouit, F. et al. Fetal age estimation using MSCT scans of deciduous tooth germs [J]. International journal of legal medicine, 2014, 128(1): 177-182.

(本文编辑: 唐润辉)

【收稿日期】2017-09-25