

论 著

双低剂量联合迭代重建算法在头颈部CTA检查中的应用研究

湖北省黄冈市中心医院影像科
(湖北 黄冈 438000)

牟东景 周 刚

【摘要】目的 探讨低浓度对比剂和低管电压技术联合迭代重建算法在头颈部CTA检查的可行性。**方法** 前瞻性将100例行头颈部CTA的患者随机分为A、B两组, 每组50例, A组管电压100kVp, 使用威视派克(270mgI/ml)对比剂和迭代重建算法(iDose4)重建, B组管电压120kVp, 使用碘海醇(350mgI/ml)对比剂和滤波反投影算法(FBP)重建, 记录两组患者颈内动脉的CT值和噪声值、背景CT值、剂量长度乘积(DLP), 并计算信噪比(SNR)、对比噪声比(CNR)、有效辐射剂量(ED)及碘摄入量, 由两位放射科医生采用盲法对图像质量进行评分(5分值)。**结果** A组血管平均CT值、CNR、SNR值高于B组, 而ED及碘摄入量低于B组, 两组之间的差异具有统计学意义($P < 0.05$), 两组图像质量评分无统计学意义($P > 0.05$)。**结论** 双低剂量技术联合迭代重建算法进行头颈部CTA检查, 在保证图像质量的同时明显减少辐射剂量和对比剂碘的摄入量。

【关键词】 体层摄影术; X线计算机; 双低剂量; 迭代重建算法; CT血管造影

【中图分类号】 R445.3; R743

【文献标识码】 A

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2017.12.006

通讯作者: 周 刚

Applied Research on Double Low dose Combined Iterative Reconstruction in Head and Neck CT Angiography

MU Dong-jing, ZHOU Gang. Department of Radiology, Huanggang Central Hospital, Huanggang 438000, Hubei Province, China

[Abstract] **Objective** To investigate the feasibility of using low concentration contrast agent and low tube voltage combined iterative reconstruction in head and neck CT Angiography(CTA). **Methods** 100 patients underwent head and neck CTA were prospectively enrolled in this study. They were randomly divided into group A and group B. For patients of group A 100kVp tube voltage, low concentration contrast agent (Visipaque 270mgI/ml) and iterative reconstruction (iDose4) were used in CTA, while for patients of group B 120kVp tube voltage, usual-concentration contrast agent (iohexol 350mgI/ml) and filter back projection (FBP) reconstruction were employed in CTA. The mean CT value and noise of carotid artery, the background CT value, the dose length product (DLP) were recorded, and then calculated the signal-to-noise ratio (SNR), contrast to noise ratio (CNR), effective dose (ED) and iodine intake. Using 5 point scale the image quality was evaluated by two radiologists. **Results** The mean CT value, CNR, SNR value of group A were higher than that of group B, while ED and iodine intake of group A were lower than that of group B, the differences were statistically significant between two groups ($P < 0.05$). The image quality score had no statistically difference between two groups ($P > 0.05$). **Conclusion** Double low dose technique combined with iterative reconstruction in head and neck CTA can get high quality images, meanwhile significantly reduce the radiation dose and the intake of contrast agent iodine.

[Key words] Tomography; X-ray Computed; Double Low Dose; Iterative Reconstruction; CT Angiography

随着CT技术的飞速发展, 头颈部CTA已经是筛查头颈血管性疾病的重要检查方法, 在临床中得到广泛的应用^[1], 同时患者所接受的辐射剂量和对比剂碘的量明显增加, 想应引起辐射损伤和对比剂肾病也随之增多。如何在保证图像质量的前提下, 尽可能降低辐射剂量和对比剂碘是CT设备发展和临床研究的重要方向之一。迭代重建算法是一种新型CT重建算法, 能够有效降低图像噪声, 使双低技术可行, 笔者利用iDose4迭代重建算法, 研究低管电压和低浓度对比剂技术在头颈部CTA检查中的应用。

1 材料和方法

1.1 一般资料 按照体重指数(BMI) ≤ 24 筛选2015年5月至2016年12月本院行头颈部CTA的100例患者纳入本研究, 其中男性58例, 女性42例, 年龄26~72岁, 平均年龄47.09岁, BMI为18.5~23.9kg/m²。按不同的扫描方式随机分为A、B两组, 各组50例。排除标准: 严重肝肾功能不全、心功能不全、碘对比剂过敏及体重指数 > 24 kg/m²。所有患者检查前均签署知情同意书。

1.2 检查方法 采用Philips Brilliance 256层ICT, 患者采取仰卧位, 其它非照射部位用铅衣遮盖。扫描方向从足侧到头侧, 扫描范围从主动脉弓到颅顶。A组参数: 管电压100kVp、对比剂为威视派克(270mgI/ml)、iDose4迭代重建算法, 重建等级为3级。B组参数:

管电压120kVp、对比剂为碘海醇(350mgI/ml)、滤波反投影算法重建(FBP),其他扫描参数相同,自动调制管电流100~600mA,探测器宽度128x0.625mm,旋转时间为0.5s/周,螺距0.992,层厚0.9mm,层间距0.45mm,FOV 250mm×250mm,矩阵521×512,对比剂用量为0.8ml*体重,两组注射速率均为5.0ml/s。预置20G套管针,使用双筒高压注射器经右侧肘静脉注射对比剂,注射对比剂之后以同样速率注射生理盐水30ml。扫描时采用对比剂跟踪技术,在主动脉弓降部勾画ROI,触发阈值为150HU,触发后延迟4.3s自动启动扫描。

1.3 图像分析 将头颈部CTA扫描数据导入Philips Intellispace Portal工作站进行处理重建图像,行多平面重组(multi-planar reconstruction, MPR)、容积再现(volume reconstruction, VR)、曲面重组(curved planar reformation, CPR)及最大密度投影(maximum intensity projection, MIP)。

主观评价:按照5分法评价图像质量,5分(优秀),图像噪声小,头颈部血管及分支解剖结构显示清晰,完全能够满足诊断要求;4分(良好),图像噪声尚可,头颈部血管及分支解剖结构显示较清晰,完全能够满足诊断要求;3分(一般),图像噪声较大,头颈部血管及分支解剖结构显示尚清晰,但基本能够满足诊断要求;2分(较差),图像噪声较大,头颈部血管及分支解剖结构显示不清晰,不能满足诊断要求;1分(差),图像噪声较大,伪影较重,头颈部血管及分支解剖结构显示不清晰,完全不能满足诊断要求。由两位有经验的影像科医

生在不知道扫描条件及患者的临床资料的情况下对图像质量进行评价,二者意见不一致时,共同商定结果。

客观评价:将感兴趣区(ROI)分别置于颈内动脉中段水平,测得其CT值及标准差(SD),ROI要小心避开钙化斑块及狭窄,为计算准确,本研究取双侧颈内动脉的平均值。同时测量相同层面咬肌的CT值。然后计算图像的信噪比(signal to noise ratio, SNR)和对比信噪比(contrast signal to noise ratio, CNR),SNR=颈内动脉CT值/SD, CNR=(颈内动脉CT值-咬肌CT值)/SD。行头颈部CTA检查时机会自动生成CT剂量长度乘积(dose length product, DLP),然后根据公式ED=DLP*C换算呈有效剂量(effective dose, ED),其中C为换算因子,头颈部CTA扫描时C的取值为0.0031^[2]。同时计算对比剂摄入量,公式为对比剂用量*对比剂浓度。

1.4 统计学处理 利用SPSS19统计软件包进行统计学分析,计量资料使用两个独立样本t检验,等级资料使用Mann-Whitney U检验,以P<0.05为差异具有统计学意义。

2 结 果

A、B两组患者的年龄、体重、BMI差异均无明显统计学意义(P>0.05),见表1,两组患间具有可比性。

客观指标:A组颈内动脉CT(409.66±18.94)HU高于B组(376.44±25.08)HU,差异有统计学意义(P<0.01)。A组SNR(43.54±4.74)高于B组(40.16±7.76),差异有统计学意义(P<0.05)。A组CNR(34.96±3.93)高于B组

(32.20±6.15),差异有统计学意义(P<0.01)。A、B两组ED分别为1.18±0.10mSv、2.01±0.17mSv, A组较B组降低了41%,差异有统计学意义(P<0.01)。A、B两组碘对比剂摄入量分别为(14.03±1.89)g、(18.22±1.48)g, A组较B组降低了23%,差异有统计学意义(P<0.01),见表2。

主观指标:A、B两组图像均能满足临床诊断要求,两组图像质量评分差异无统计学意义(P>0.05)见表3,图1-6。

3 讨 论

多层螺旋CT的飞速发展明显提高了成像速度,扩大了临床应用范围,头颈部CTA检查已经是筛查头颈部血管性疾病的重要检查方法。随着CT的广泛应用,受检者因辐射剂量增加而导致的癌症发生率有所增加。头颈部CTA检查时扫描范围长,扫描区域内包括甲状腺及晶状体对射线敏感的器官,较高的辐射剂量会对这些结构造成潜在的危害^[3]。辐射剂量最优化原则已经成为降低CT辐射剂量的指导性原则,在放射诊断中保证图像质量、满足临床诊断要求的前提下,应尽量减少患者的辐射剂量。头颈部CTA多数用非离子型对比剂,浓度为350~370mgI/ml,对比剂不良反应的发生率和严重程度与对比剂的浓度、渗透压、剂量、注射方式及注射速率有关^[4],过高浓度的对比剂、流速及总量可带来潜在的风险,轻则引起轻度不适感,重则引起过敏性休克,甚至危及患者的生命,对比剂肾病是造成医源性急性肾功能衰竭的一个重要原因^[5]。因此在保证血管成像质量,满足临床诊断要求的

表1 两组患者临床资料比较

组别	年龄 (岁)	体重 (kg)	BMI (kg/m ²)
A组	47.58 ± 12.74	64.96 ± 6.83	21.29 ± 1.65
B组	46.60 ± 12.20	65.08 ± 6.76	21.24 ± 1.60
P值	0.70	0.93	0.89

表2 两组图像统计结果比较

	A组	B组	t值	P值
颈动脉CT值 (HU)	409.66 ± 18.94	376.44 ± 25.08	7.48	0.000
SNR	43.54 ± 4.74	40.16 ± 7.76	2.63	0.01
CNR	34.96 ± 3.93	32.20 ± 6.15	2.68	0.009
ED (mSv)	1.18 ± 0.10	2.01 ± 0.17	-25.96	0.000
碘摄入量 (g)	14.03 ± 1.48	18.22 ± 1.89	-12.34	0.000

表3 两组图像主观评分比较

	A组	B组	z值	P值
主观评分	4.34 ± 0.80	4.16 ± 0.84	1.09	0.28

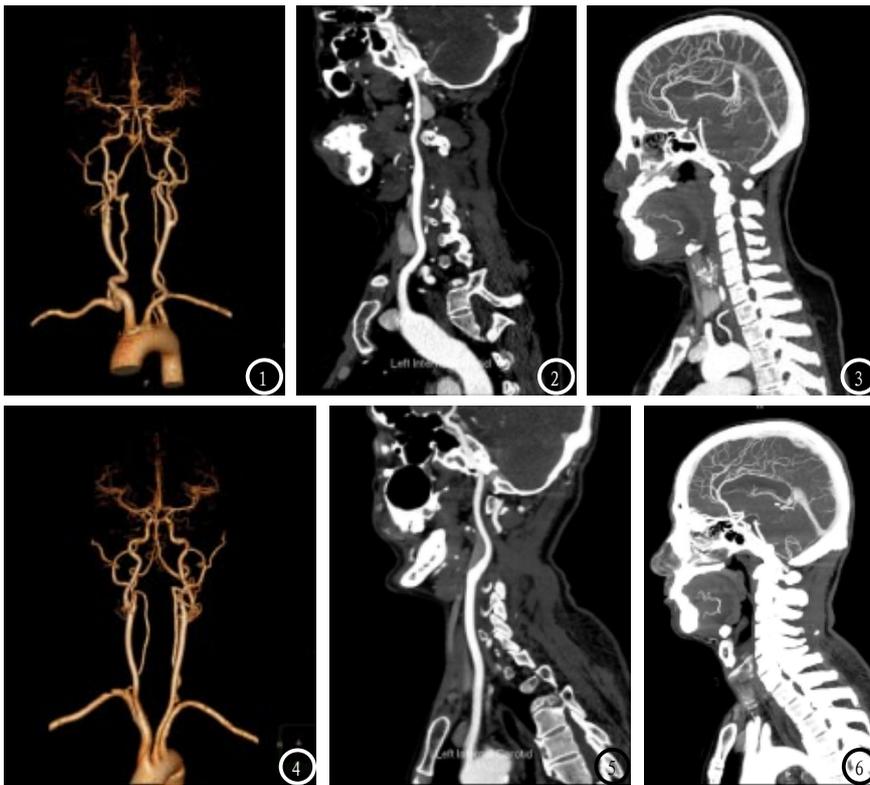


图1-3 女, BMI=22.4kg/m², 扫描电压100kV, 对比剂为威视派克 (270mgI/ml), 应用iDose4迭代重建, 图1-3分别为VR、CPR、MIP图像, 颅内动脉分支局部显示轻度伪影, 图像质量评分为4分, 能满足临床诊断要求。图4-6男, BMI=23.6kg/m², 扫描电压120kV, 对比剂为碘海醇 (350mgI/ml), 应用FBP算法重建, A~C分别为VR、CPR、MIP图像, 颈动脉及颅内动脉分支显示清晰, 图像质量评分为5分。

前提下, 应尽可能的降低对比剂用量。

CTA双低剂量成像成为国内外学者研究的热点。过去降低辐射剂量所采用的主要方法有: 降低管电压、管电流, 采用自动毫安技术以及增大螺距等^[6], 这些方法经过传统滤过反投影 (FBP) 算法

重建对降低辐射剂量有限, 如果采用较低的扫描条件大幅降低辐射剂量直接会导致图像噪声显著增加, 图像质量明显下降, 无法满足诊断要求。随着CT后处理技术的发展, 迭代重建算法逐渐应用于临床, 并且得到了认可, 它能够有效降低图像噪声。iDose4迭

代重建算法是飞利浦公司研发的第四代重建技术, 为投影和图像生成提供了一直全新的迭代重建方式。iDose4迭代重建算法首创了对投影数据中的错误进行识别和修正, 在CT数据的投影空间和图像空间构造多噪声模型, 用以对噪声予以刻画和处理。在重复迭代的过程中, 不只是剔除噪声数据, 同时注意区分保留正确的投影数据, 以保证抑制噪声的同时不影响组织结构密度差异的显示, 这一模型的引入可以显著降低噪声的前提下保留原空间分辨率。iDose4迭代重建还可以在CT数据的投影空间和图像空间构造解剖模型, 可以在降低噪声的同时保留正常的组织结构, 确保图像的真实性^[7]。iDose4迭代重建结合降低管电压后能明显降低图像噪声, 提高图像质量, 同时辐射剂量显示降低^[8]。降低管电压可以增加光电效应^[9], 使碘对比剂对X线的衰减值增加, 提高碘对比剂的CT值, 增加强化血管与周围组织的对比度^[10], 这为使用低浓度碘对比剂进行CTA成像提供了理论基础^[11]。本研究采用低管电压及低浓度对比剂并联合iDose4迭代重建算法探讨头颈部CTA检查的应用价值, 结果显示: 可得到满足临床诊断要求的高质量图像, 可以清楚地显示颈部动脉及颅内动脉的各级分支血管, 同时降低受检者的辐射剂量, 这对降低辐射致癌风险具有重要作用, 并且降低碘摄入量, 这对降低对比剂不良反应的发生率具有重要作用, 尤其是对减轻肾脏负担, 降低对比剂肾病发生风险具有重要作用。

本研究的局限性: (1) 本研究仅选取了BMI正常或较低的患者, 研究结果是否适用于BMI较高者,

(下转第 25 页)