

Comparative Study of Test Bolus Method and Bolus Tracking Method in Head and Neck CTA*

论 著

LIU Zhi-qiang¹, LIN Jin-li², LUO Qing-lu³, RAO Yi-xin², ZANG Dong-liang², LIN Zi-sheng², OUYANG Zhong-min^{2,*}.

1.Department of Radiology, the Guangzhou Twelfth People's Hospital, Guangzhou 510000, Guangdong Province, China

2.Department of Medical Imaging, the Fifth Affiliated Hospital of Guangzhou Medical University, Guangzhou 510700, Guangdong Province, China

3.Department of Rehabilitation Medicine, the Fifth Affiliated Hospital of Guangzhou Medical University, Guangzhou 510700, Guangdong Province, China

Test Bolus法与Bolus Tracking法在头颈CTA中的对比研究*

刘志强¹ 林进丽² 罗庆禄³
饶怡欣² 臧东亮² 林子盛²
欧阳中敏^{2,*}

1.广州市第十二人民医院放射医学科
(广东 广州 510000)

2.广州医科大学附属第五医院医学影像科
(广东 广州 510700)

3.广州医科大学附属第五医院康复医学科
(广东 广州 510700)

【摘要】目的 通过Test Bolus法与Bolus Tracking法在头颈CTA扫描技术的图像质量对比,探讨头颈CTA扫描的最佳扫描技术。**方法** 选取头颈CTA检查Test Bolus法和Bolus Tracking法的患者各30例,将扫描数据进行图像后处理,主观评价采用五分法,客观评价分别在主动脉弓、颈总动脉和大脑中动脉M1段血管内测量CT值,分析两种扫描方法的主观评价和客观评价差异性比较。**结果** 主观评价图像质量Test Bolus法优于Bolus Tracking法,差异具有统计学意义($P<0.05$)。客观评价血管内CT值Test Bolus法均高于Bolus Tracking法,主动脉弓血管内CT值差异无统计学意义($P>0.05$);颈总动脉和大脑中动脉M1段血管内CT值差异具有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 在头颈CTA扫描技术中,Test Bolus法扫描可准确计算CTA的扫描启动时间,可以获取最佳扫描时机。

【关键词】 计算机断层摄影;血管造影;小剂量测试;对比剂团注智能追踪

【中国分类号】 R812

【文献标识码】 A/D

【基金项目】 超声波调节PPARs信号通路治疗膝骨关节炎的分子细胞学机制研究(82072544)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2022.11.008

ABSTRACT

Objective By comparing the image quality of Test Bolus method and Bolus Tracking method in head and neck CTA scanning technology, the best scanning technology for head and neck CTA scanning is discussed. **Methods** 30 patients with head and neck CTA, 30 patients with low-dose test bolus method and 30 patients with contrast agent bolus tracking method were selected. The scanned data were processed by image post-processing. The five point method was used for subjective evaluation. The CT values were measured in the M1 segment of aortic arch, common carotid artery and middle cerebral artery respectively. The differences between the subjective evaluation and objective evaluation of the two scanning methods were analyzed. **Results** Subjective evaluation of image quality test bolus method was better than bolus tracking method, and the difference was statistically significant ($P<0.05$). Objective evaluation of intravascular CT values test bolus method was higher than bolus tracking method, and there was no significant difference in intravascular CT values of aortic arch ($P>0.05$); There was significant difference in CT values between common carotid artery and M1 segment of middle cerebral artery ($P<0.05$). **Conclusion** In the head and neck CTA scanning technology, Test Bolus method can accurately calculate the start time of CTA scanning and obtain the best scanning time.

Keywords: Computed Tomography; Angiography; Test Bolus Technique; Automatic Bolus Tracking Technique

由于动脉血管供应大脑部分突然堵塞或者破裂,形成缺血性和出血性脑卒中,导致大脑组织缺乏血液和氧气供应,称为脑卒中。这些缺血部分的脑组织随即出现梗塞坏死,坏死脑组织支配的躯体部分机会出现功能异常^[1]。近三十年来,脑卒中的发病率持续上升,具有高发病率、高致残率、高发死亡率的特点^[2-3]。对于脑卒中来说,时间就是大脑,因此在相应的时间窗内进行对应的治疗尤为关键,而头颈CTA(computed tomographic angiography)检查操作简单、无创伤性、检查时间短、检查费用相对较低、确诊率高,是脑卒中评估和诊断的重要检查方法^[4]。

在脑卒中评估和诊断中,影像专业技术人员需要快速准确的完成头颈CTA检查扫描。目前,最为常用的头颈CTA扫描方法有Test Bolus法(小剂量测试法)与Bolus Tracking法(对比剂团注智能追踪法)^[5]。Test Bolus法是通过对比剂少量注射后动态监测选定的固定层面,对所得数据进行分析,得到层面内目标血管的峰值时间,利用该峰值时间计算出CTA扫描的启动时间^[6-7];Bolus Tracking法是把监测点设置在预先扫描的固定层面中目标血管内,通过追踪团注对比剂后血管内CT值的变化,待检测层面血管内CT值达到所设阈值,自动触发扫描(或手动点击扫描)^[8-10]。为了获得头颈CTA的最佳扫描时机,为脑卒中患者和临床医生提供最准确的影像资料和影像诊断,本研究对比分析Test Bolus法与Bolus Tracking法在头颈CTA扫描中的图像质量以及诊断意义。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集2019年1月至2020年12月在我院进行头颈联合CTA的患者60例,按照不同扫描方法分为Test Bolus组、Bolus Tracking组两组,两组各30例。其中Test Bolus组男16例,女14例,年龄21~47岁,平均年龄(29±6)岁;Bolus Tracking组男23例,女7例,年龄21~41岁,平均年龄(33±6)岁。本研究病例入组标准:1、检查患者均无备孕怀孕、碘对比剂过敏、严重心肝肾肾功能衰竭等病史,2、符合伦理委员会相关审批要求,患者及其家属均签署知情同意书。

1.2 仪器及参数 采用GE Optima CT660 64排螺旋CT扫描,数据导入GE AW 4.6工作站后处理。Test Bolus组和Bolus Tracking组的管电压均为120kVp,管电流均为Auto mA (Min: 100 mA; Max: 400 mA; Noise Index: 7.00)。层厚为0.625 mm,转速为78.75 mm/s,螺距为0.984: 1,扫描时间为5 s左右(根据患者头颈长度而定)。Test Bolus组和Bolus Tracking组的对比剂为碘佛醇320 mgI/mL,嘱咐患者在检查过程中不能

【第一作者】刘志强,男,主管技师,主要研究方向:CT、MR成像技术。E-mail: zhiqiang_liu2012@163.com

【通讯作者】欧阳中敏,男,主管技师,主要研究方向:DR、CT、MR成像技术。E-mail: oyzm_1981@163.com

动,用束缚带固定患者头部,减少运动伪影。

1.3 扫描方法 Test Bolus组以5.0mL/s速率在肘静脉中注射15 mL对比剂、15mL生理盐水,监测层面选择C4/C5水平层面,用MROI分析软件观察,以颈总动脉腔为感兴趣区测量出时间-密度曲线。时间-密度曲线纵轴的最大值(顶点)即为颈总动脉内最高碘浓度CT值(HU),时间-密度曲线纵轴的最大值所对应的横轴值就是峰值时间。根据时间-密度曲线纵轴顶点,获得其对应的转折点数n值。根据公式:实际扫描时间=10+2n+2s,计算出CTA的实际扫描时间。以5.0mL/s速率在肘静脉中注射35mL对比剂、50 mL生理盐水,扫描范围从主动脉弓层面由下往上扫描至颅顶^[11-12]。

Bolus Tracking组使用机器自带的同层动态监测技术,感兴趣区(ROI)选择在主动脉弓腔内,以其层面作为监测层面。以5.0 mL/s速率在肘静脉中注射60mL对比剂、50mL生理盐水,CT值触发阈值设为140HU。当感兴趣区(ROI)内的CT值上升至140HU时自动触发开始扫描,扫描范围从主动脉弓层面由下往上扫描至颅顶^[13]。

1.4 图像后处理 将头颈CTA的薄层原始数据上传GE ADW 4.6工作站进行后处理,通过动脉期薄层减去平扫期薄层,获得剪影图像;再进行剪切、血管延伸添加等操作,获得头颈CTA的容积再现VR、多平面重组MPR和最大密度投影MIP等^[14]。

1.5 统计学分析 主观评价由2名从事CT诊断工作5年以上的主治医师分别采用双盲法独立分析,分别对Test Bolus组和Bolus Tracking组进行评分。评分标准:1分,只能观察头颈部血管主干,图像噪声、伪影大;2分,只能观察头颈部血管主干及主要分支,图像噪声、伪影大;3分,血管主干显影较好,分支欠佳;4分,血管主干及分支显影较好;5分,血管主干及分支显影清晰,对比度好,无伪影。统计学分析使用SPSS 26.0软件,采用秩和检验2名医生对两组图像的主观评分, P值<0.05为差异具

有统计学意义。

客观评价在安泰PACS系统上,分别测量Test Bolus组和Bolus Tracking组图像的主动脉弓、颈总动脉和大脑中动脉M1段血管内CT值(HU),分别计算出三处血管内CT值的平均值和标准差。统计学分析使用SPSS 26.0软件,采用配对样本t检验两组图像主动脉弓、颈总动脉和大脑中动脉M1段血管内CT值,统计分析出两组图像三处血管内CT值的t值和P值, P值<0.05为差异具有统计学意义。

2 结果

主观评价五分法中, A医生评分Test Bolus法扫描图像(4.97±0.18)分、Bolus Tracking法扫描图像评分(4.77±0.42)分,差异具有统计学意义(P=0.03); B医生评分Test Bolus法扫描图像(4.97±0.18)分、Bolus Tracking法扫描图像评分(4.73±0.44)分,差异具有统计学意义(P=0.01); 主观评价Test Bolus法扫描CTA图像稍优于Bolus Tracking法。表1为客观评价主动脉弓、颈总动脉和大脑中动脉M1段血管内的CT值比较, Test Bolus法扫描图像主动脉弓、颈总动脉和大脑中动脉M1段血管内CT值明显高于Bolus Tracking法,主动脉弓血管内CT值差异无统计学意义(P>0.05); 颈总动脉和大脑中动脉M1段管内CT值差异具有统计学意义(P<0.05)。

表1 主动脉弓、颈总动脉和大脑中动脉M1段血管内CT值比较

	Test Bolus法	Bolus Tracking法	t	P
主动脉弓CT值(HU)	400.80±70.21	369.63±84.24	-1.75	0.09
颈总动脉CT值(HU)	484.93±96.59	418.50±84.52	-3.73	0.01
大脑中动脉M1段CT值(HU)	400.80±70.21	240.67±70.21	-28.14	0.01

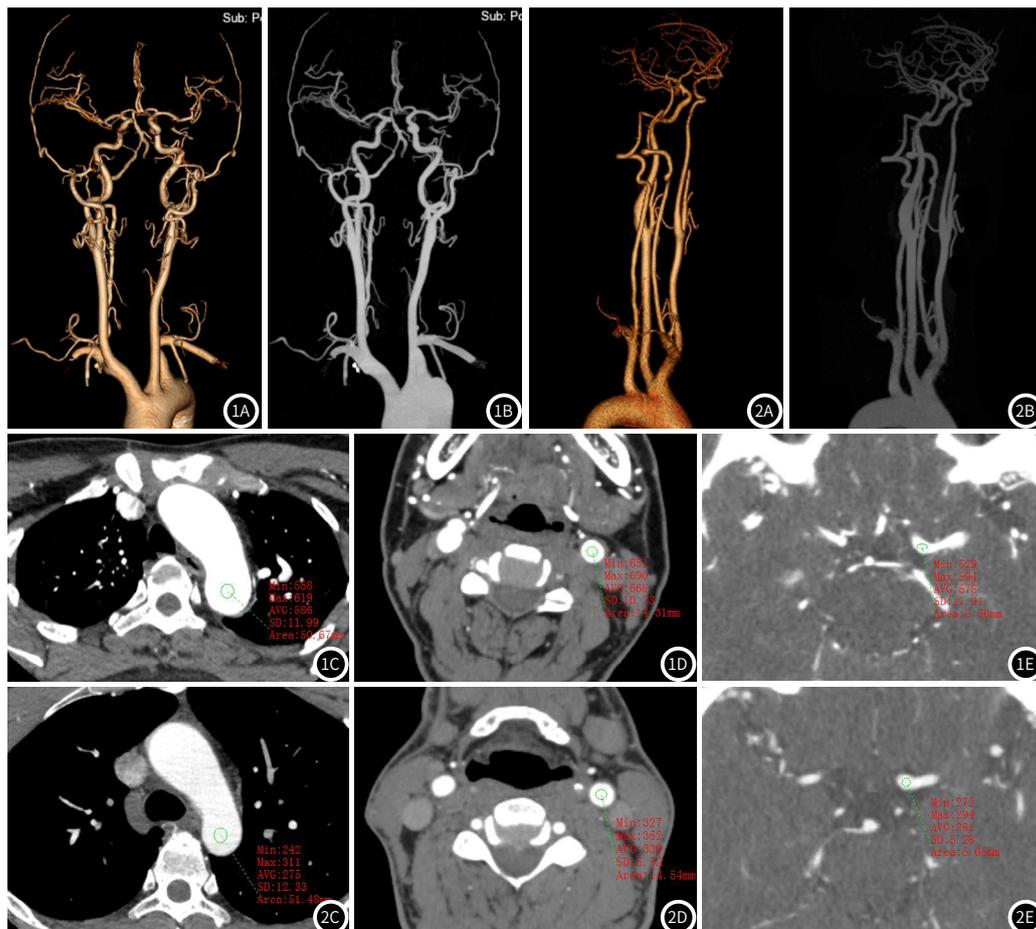


图1 为Test Bolus法扫描,女性,40岁,突发意识障碍并抽搐2小时。CTA示左侧椎动脉V2-4段大部分未见显影,管腔狭窄闭塞,V4远段可见显影、管壁钙化斑;基底动脉尖端狭窄闭塞,双侧大脑后动脉显影不良。图2 为Bolus Tracking法扫描,男性,43岁,头痛一年余。CTA示考虑左侧后交通动脉动脉圆锥;前交通动脉开窗畸形;右侧胚胎型大脑前动脉。图1VR、MIP显影良好,图2VR、MIP显影略差,图1主动脉弓、颈总动脉和大脑中动脉M1段CT值均高于图2,CTA显示较好。

3 讨论

本研究通过主观评价医生评分和客观评价测量血管内CT值的对比分析,发现Test Bolus法和Bolus Tracking法相比,Test Bolus法扫描CTA图像质量稍高于Bolus Tracking法,尤其是颅内动脉显示更加精准、清晰。Test Bolus法和Bolus Tracking法在头颈CTA扫描中都是非常重要的扫描方法,但是CTA图像质量受患者个体血流速度影响较大,影响静脉血流速度的因素很多:(1)粘稠度较高时,血流速度较慢;(2)患者情绪高度紧张时,静脉收缩,血流减慢;(3)血容量多,血流速度快等。影响动脉血流速度的因素也较多:(1)心脏每搏输出量越大,血流速度越快;(2)心率越快,血流速度越快;(3)动脉管壁弹性,管壁硬化,动脉弹性减弱,也会影响血流速度等^[15-16]。

Bolus Tracking法扫描图像相比略差的原因分析:(1)当患者血流速度较快时,扫描时机偏晚,使用较少对比剂,则抓取不到血管显像合适时机;使用较多对比剂,则颅内静脉显影,干扰诊断。(2)当血流速度较慢时,扫描时机偏早,颅内血管尚未完全显影就采集图像,导致CTA图像欠佳,影响诊断;为了避免扫描失败,一般会立即加扫一期动脉期,即便如此也会错过血管显影的最佳时机,影响诊断。此外,当阈值设定较低或受到干扰时,应手动调整ROI形状、大小和位置等,必要时及时手动触发扫描^[17]。

头颈CTA扫描采用Test Bolus法,选择C4/C5水平层面颈动脉作为感兴趣区ROI,注射少量对比剂,得到时间-密度曲线,获得颈动脉血管内碘浓度最高时的时间,作为头颈CTA的扫描时机。此扫描时机即为C4/C5水平层面颈动脉显影最佳时机,可以获得CT值较高的图像,可以较大程度降低由于血流速度过快或过慢造成的CTA显影时间欠佳,尽可能的获得最佳扫描时机。从表1中可以看出Test Bolus法扫描图像血管内CT值明显高于Bolus Tracking法,尤其是对颅内血管扫描时机抓取较及时,颅内血管显影效果较好、图像质量较高。故在采用Test Bolus法扫描头颈CTA可以准确计算CTA的扫描启动时间,可以获取最佳扫描时机。

此外从研究方法中可以看出,Bolus Tracking法注射对比剂60mL,Test Bolus法注射对比剂35mL,在对比剂用量上Test Bolus法要少于Bolus Tracking法。Test Bolus法计算峰值时间所用的对比剂与监测层厚有关,可以采用薄层监测进一步减少测试的对比剂用量。采用Test Bolus法可以减少患者的对比剂用量,降低患者肾脏排泄负担^[18-19]。

对于采用Test Bolus法没有相关分析软件时,也可以选择替代方法:在肘静脉以5.0mL/s速率注射15mL对比剂、15mL生理盐水,选择C4/C5水平层面为监测层面,以颈总动脉腔为感兴趣区,采用单层重复扫描技术,间隔扫描的间隔时间设置为1s,每次扫描重建1层图像,从注射开始扫描至ROI对比剂浓度开始变淡。扫描图像ROI对比剂浓度最高的那层即为血管显影最佳时间,那层图像所对应的层数就代表扫描时间的秒数即为峰值时间。

同时,为提高头颈CTA扫描成功率,对比剂注射应优先选择右手。对比剂通过右手的静脉血管路径非常通畅,并且很短;对比剂通过左手的静脉血管路径非常狭窄,并且很长。当受患者个体因素影响注射对比剂只能选择左手时,极易发生对比剂返流至左侧颈内静脉或者背部静脉网中,导致头颈CTA图像中的动脉显影偏淡、欠佳和静脉显示过多干扰动脉观察。应当使用低流速(3.5mL/s)以及注射高浓度对比剂(优维显370 mgI/mL)扫描,使对比剂都能够通过狭窄的左手臂静脉通道^[20]。

4 结论

本研究存在不足之处:(1)测试所用对比剂较多,应尝试采用薄层监测减少对比剂用量;(2)病例数较少,血流速度偏快或

偏慢的特异性患者不多,无法进一步分析两种方法的差异;(3)对于扫描时间的确定,一定要准确计算,计算错误将导致CTA检查失败。

综上所述,在头颈CTA扫描中Test Bolus法可准确计算CTA的扫描启动时间,可以获取最佳扫描时机,提高诊断的准确性。为避免患者血流因素导致头颈CTA扫描的失败,可以选用Test Bolus法,提高头颈CTA扫描的成功率。

参考文献

- [1] 谭宝高. 头颈CTA联合脑灌注检查在早期脑卒中病人的临床应用研究[J]. 影像研究与医学应用, 2020, 4(19): 58-59.
- [2] 江滨. 现阶段我国脑卒中流行特征及防治现状对全科医疗服务的启示和建议[J]. 中国全科医学, 2019, 22(30): 3653-3661.
- [3] 张锦亮, 杨光明. 三维CTA在颅内动脉瘤患者中的临床诊断价值分析[J]. 罕少疾病杂志, 2018, 25(2): 7-8, 11.
- [4] 靳勇. CT血管造影联合脑灌注成像技术对缺血性脑卒中患者的鉴别价值[J]. 实用医学影像杂志, 2021, 22(3): 270-272.
- [5] 中华医学会影像技术分会. 急性脑卒中多层螺旋CT检查技术专家共识[J]. 中华放射学杂志, 2020, 54(9): 839-845.
- [6] Noda Y, Nakamura F, Kawai N, et al. Optimized bolus threshold for dual-energy CT angiography with monoenergetic images: a randomized clinical trial[J]. Radiology, 2021, 6(10): 210102.
- [7] Wael Hamza Kamr, Amir Monier El-Tantawy, Mohamed M, et al. Pulmonary embolism: Low dose contrast MSCT pulmonary angiography with modified test bolus technique[J]. European Journal of Radiology Open, 2020, 7(5): 100254.
- [8] Charbel Saade, Jad Chokr, Lena Naffaa, et al. Reduced contrast volume and radiation dose during computed tomography of the pancreas[J]. Academic Radiology, 2019, 26(4): 480-488.
- [9] Tomizawa Nobuo, Ito Shingo, Nakao Tastuya, et al. Double ROI timing bolus technique to perform aortic CT angiography with a 9-second contrast injection duration[J]. AJR Am J roentgenology, 2019, 213(1): 96-103.
- [10] Nobuo Tomizawa, Shingo Ito, Tastuya Nakao, et al. Aortic CT angiography using the double region of interest timing bolus technique: feasibility of 80 kVp scanning in lean patients[J]. Tint J Cardiovasc Imaging, 2019, 35(11): 2113-2121.
- [11] 王青云, 彭正峰, 李兴付, 等. 改良小剂量团注测试法在冠状动脉CT值稳定性中的应用[J]. 医学影像学杂志, 2021, 31(5): 881-884.
- [12] 孟哲, 张正, 李颖. 小剂量团注测试扫描技术在肺动脉CT血管成像中的作用及影响[J]. 智慧健康, 2021, 7(7): 1-3.
- [13] 王卉, 谢元亮, 张树桐, 等. 椎动脉双点智能追踪法头颈CTA的应用价值[J]. 放射学实践, 2018, 33(9): 898-902.
- [14] 邓昊, 韦鑫, 曹闻挺, 等. AI辅助头颈CTA在诊断颅内动脉瘤中的应用[J]. 第三军医大学学报, 2021, 43(12): 1179-1184.
- [15] 张伟, 刘鹏华. 心率波动与头颈心血管CTA一站扫描患者图像质量、辐射剂量的关联性分析[J]. 影像科学与光化学, 2021, 39(2): 292-297.
- [16] 江艳飘. 64排螺旋CT头颈联合CTA扫描方案的优化[J]. 影像研究与医学应用, 2020, 4(6): 99-100.
- [17] 革波, 洪竞华. 探讨多排螺旋CT头颈联合CTA扫描技术的临床应用价值[J]. 影像研究与医学应用, 2020, 4(18): 119-121.
- [18] 王青云, 彭正峰, 李兴付, 等. 改良小剂量团注测试法在冠状动脉CT值稳定性中的应用[J]. 医学影像学杂志, 2021, 31(5): 881-884.
- [19] 钱会绒, 朱刚明, 邹玉林, 等. 优化造影剂注射方案对颅脑CTA图像质量影响[J]. 罕少疾病杂志, 2017, 24(4): 33-34.
- [20] 张海燕, 任丽. 不同部位注射碘对比剂对CTA颈部动脉造影患者检查效果的影响[J]. 国际护理学杂志, 2020, 39(21): 3978-3980.

(收稿日期: 2021-09-12)

(校对编辑: 阮靖)