

16 层螺旋 CT 触发技术在颈部动脉 CTA 中的临床应用

肖平, 谭理连, 李扬彬, 曹卫国, 李树欣, 周少萍

【摘要】 目的:探讨 16 层螺旋 CT 团注追踪触发技术在颈部动脉 CT 血管成像(CTA)中的应用价值。**方法:**9 例志愿者行主动脉弓同层动态增强扫描,利用获得的主动脉弓时间-密度曲线(TDC),寻求触发技术的理论阈值。将 28 例患者随机分为 4 组(触发阈值分别为 110 HU、140 HU、170 HU、200 HU),采用 16 层螺旋 CT 结合触发技术行颈部动脉 CTA 检查,探讨 CTA 触发技术的最佳应用阈值。**结果:**阈值 140 HU 组(参照组),颈总动脉、颈内动脉及椎动脉全程强化明显(CT 值 188~262 HU),而颈内静脉强化不明显,动静脉密度差别大,3D 后处理显示的动脉图像清晰。阈值 110 HU 组,椎动脉起始处 CT 值较低(106 HU);阈值 170 HU 及 200 HU 组, C_1 及 C_5 椎体平面颈内静脉的密度明显升高(>150 HU),与参照组比较差异有极显著性意义($P<0.01$)。**结论:**16 层螺旋 CT 血管成像中触发技术结合最佳触发阈值可较好地显示颈总动脉、颈内动脉及椎动脉;对比剂注射速率 4.0 ml/s,触发阈值为 140 HU 时的图像质量较好。

【关键词】 体层摄影术,X 线计算机;血管造影术;颈动脉;椎动脉

【中图分类号】 R814.42; R654.4 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2006)05-0520-03

Clinical Application of the Bolus-triggered Technique with 16-slice Spiral CT in CT Angiography of Cervical Arteries XIAO Ping, TAN Li-lian, LI Yang-bin, et al. Department of CT, the Second Affiliated Hospital of Guangzhou Medical College, Guangzhou 510260, P. R. China

【Abstract】 Objective: To evaluate the clinical application of the bolus triggered technique with 16-slice spiral CT in CT angiography (CTA) of cervical arteries. **Methods:** Dynamic CT scan was performed in 9 volunteers, measuring the CT value of the same plane of aortic arch and the theoretical threshold was obtained by the time density curve (TDC). 28 patients were divided randomly into four groups, taking triggered threshold as 110HU, 140HU, 170HU and 200HU respectively. Using the same CT protocol as that for volunteers, CTA of cervical arteries were performed in order to study the best time-point for triggered threshold. **Results:** Taking the group using 140HU as the threshold for reference, the common carotid artery, internal carotid artery and vertebral artery enhanced markedly through the whole course (CT value 188~262HU), remarkable density differences between artery and vein were showed. The arteries were clearly assessed in 3D reconstruction images. Taking 110 as triggered threshold, the CT value at the origin of vertebral artery was relatively low (106HU). Taking 170HU and 200HU as the threshold, the CT attenuation of internal jugular vein at the plane of C_1 and C_5 vertebral body was much higher than that of the reference group with significant statistical difference ($P<0.01$). **Conclusion:** Using 16-slice spiral CT triggered technique for CTA of cervical vessels, the common carotid artery, internal carotid artery and vertebral artery can be clearly showed. The image quality of the cervical arteries acquired with 4.0ml/s as injection rate and 140HU as threshold was better than the others.

【Key words】 Tomography, X-ray computed; Angiography; Carotid artery; Vertebral artery

螺旋 CT 血管成像(CT angiography, CTA)技术以其微创及诊断敏感性和特异性较高等优点,临床价值已得到肯定^[1-4]。随着扫描层厚更薄、时间更短的多层螺旋 CT 的开发和应用,其在 3D 血管成像中具有更广泛的临床价值。笔者就 16 层螺旋 CT 团注追踪触发技术(bolus-triggered technique)在颈部动脉 CT 血管成像中临床应用作初步探讨。

材料与方法

9 例健康志愿者行同层动态 CT 增强扫描,其中

男 5 例,女 4 例,年龄 33~75 岁,平均 52 岁。28 例患者行颈部动脉 CTA 检查,其中男 16 例,女 12 例,年龄 31~77 岁,平均 56 岁。

采用 Siemens sensation 16 层螺旋 CT 机, Nemoto CT 高压注射器,对比剂为碘普罗胺(300 mg I/ml)。受检者取自然仰卧位,平静呼吸。9 例志愿者行同层动态增强扫描以确定主动脉强化峰值及达峰时间。靶层面为主动脉弓,感兴趣区定位在主动脉弓升主动脉侧。扫描参数:准直 1.5 mm,球管旋转一周时间 0.5 s,扫描间隔 2 s,扫描延迟时间 8 s,扫描 16 次,对比剂用量 80 ml,注射速率 4.0 ml/s。28 例患者行 CTA 扫描,扫描范围从主动脉弓水平至鞍区,由足侧向头侧扫描。成像参数:视野 380 mm,螺距 1.0,120 kV,130 mAs,

作者单位:510260 广州,广州医学院第二附属医院 CT 室

作者简介:肖平(1970—),男,湖南衡阳人,副主任医师,硕士研究生,主要从事胸部影像诊断工作。

扫描准直、球管旋转一周时间、对比剂剂量及注射速率、感兴趣区(触发)定位及大小均同志愿者组。在开始注射对比剂时启动监控程序。

阈值的确定:9 例志愿者行主动脉弓多层面同层动态 CT 增强扫描,通过所获得的主动脉时间-密度曲线(time-density curve, TDC),来确定主动脉对比剂峰值时间即触发技术的理论阈值。本研究采用的 CT 机从达到预设阈值启动扫描到开始扫描至少需要 4 s 时间,所以确定主动脉弓对比剂峰值时间前 4 s 时对应的主动脉弓 CT 值作为触发扫描的理论阈值。由于目前的 16 层螺旋 CT 扫描速度比血流速度慢,本研究把统计分析此 9 例志愿者主动脉弓对比剂峰值时间前 4 s 处所对应 CT 值的 95% 可信区间的下限作为团注追踪触发技术的理论阈值,并根据此阈值设定 4 个对照组,即把行颈部动脉 CTA 检查的 28 例患者随机分为 4 组,每组 7 例,触发阈值分别设定为 110 HU、140 HU、170 HU、200 HU,并将图像进行后处理。后处理方法包括最大密度投影、容积再现及曲面重组等。

评价方法:测量 28 例患者颈总动脉及椎动脉起始处(以右侧椎动脉起始平面进行测量)、C₅ 和 C₁ 椎体平面的颈总(内)动脉、椎动脉及颈内静脉的 CT 值,进

行统计分析并与文献标准对比;对比不同触发阈值时 CTA 图像的效果。

结 果

9 例志愿者 TDC 显示主动脉弓对比剂峰值时间之前 4 s 处对应的 CT 值为 190~313 HU,95% 的可信区间为 203~277 HU。因此,笔者采用 200 HU 作为触发扫描的理论阈值。

采用不同触发阈值行 CTA 检查时颈部动脉、静脉的 CT 值测量结果见表 1。阈值 140 HU 组,颈总动脉、颈内动脉及椎动脉全程的 CT 值均较高、显示好,并且颈内静脉 CT 值较低(图 1)。阈值 110 HU 组,椎动脉起始处的 CT 值较低(图 2);阈值 170 HU 及 200 HU 组,颈总动脉、颈内动脉及椎动脉全程均显示尚可,与 140 HU 组比较,差异有极显著性意义($P < 0.01$),但 C₁ 和 C₅ 椎体平面的颈内静脉 CT 值较高(图 3、4)。

讨 论

CT 血管成像是一种微创性血管成像技术。与介入性血管造影比较,CTA 具有创伤小、可任意角度观察血管、费用低等优点^[1];随着扫描速度更快、扫描时

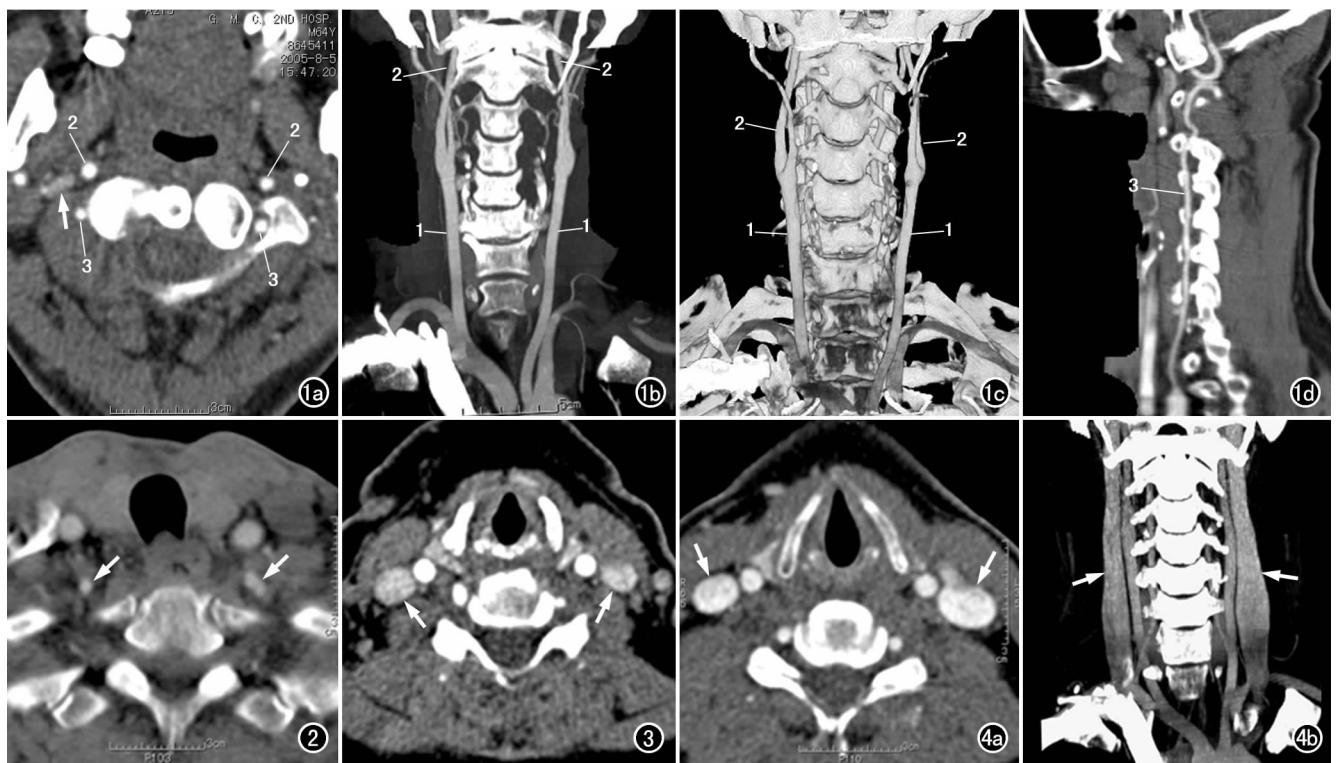


图 1 阈值为 140 HU 时 CTA 图像显示颈总动脉(1)、颈内动脉(2)及椎动脉(3)强化明显,显示清晰,颈内静脉(箭)强化不明显。a) C₁ 椎体平面横断面图像; b) 最大密度投影图像; c) 容积再现图像; d) 曲面重组图像。

图 2 阈值 110 HU 时 CTA 图像示椎动脉起始处密度较低(箭)。

图 3 CTA 图像示阈值 170 HU 时 C₅ 椎体平面颈内静脉(箭)密度明显升高。

图 4 阈值 200 HU, C₅ 椎体平面 CTA 图像示颈内静脉(箭)明显显影。a) 横断面图像; b) 最大密度投影图像。

表 1 不同触发阈值颈部血管 CT 值测量结果 (HU)

部位	200 (n=7)	170 (n=7)	140 (n=7)	110 (n=7)
椎动脉起始处				
颈总动脉	287	270	219	162
椎动脉	269	255	188	106*
C ₅ 平面				
颈总动脉	246	241	262	225
椎动脉	237	220	239	196
颈内静脉	209*	162*	81	57
C ₁ 平面				
颈内动脉	217	202	247	253
椎动脉	205	196	223	226
颈内静脉	228*	191*	108	79

注: * 与 140HU 组比较, 差异有极显著性意义 ($P < 0.01$)。

间更短的多层螺旋 CT 的应用, 其在临床上已广泛应用或开始应用于头颈部动脉、胸部支气管动脉、腹部及四肢等部位的血管成像。

CTA 成功与否, 扫描时相的选择十分重要。过早扫描, 靶血管内对比剂浓度不够, 对比剂与血液混合不均, 容易造成血管狭窄的假象; 扫描过晚, 动脉内对比剂浓度低, 静脉内浓度增高, 从而影响对靶动脉的显示。因此应在靶血管最大程度增强, 而静脉及相邻器官处于最小增强幅度这段时间内完成扫描。而这在以往是通过小剂量试验 (test-bolus) 确定个体的最佳延迟扫描时间来实现的, 但是, 作小剂量试验不仅需要注射额外的对比剂, 增加了操作程序, 延长了检查时间, 而且在对比剂注射流率一定的情况下, 小剂量试验与常规增强扫描的 TDC 不一致, 其峰值及峰值到达时间均不同; 而采用团注追踪触发技术替代小剂量试验, 不但无需额外注射对比剂, 减少了对比剂用量, 而且更加准确方便。

团注追踪触发技术, 就是首先在 CT 平扫的基线横断面图像上标定感兴趣区; 开始注射对比剂后, 经过预设的延迟扫描时间 (因对比剂从外周静脉到达主动脉弓需要一段时间, 为避免受检者接受不必要的曝光量而设定; 本研究均设定为 13 s), 自动启动监控程序, CT 机在基线层面用低辐射剂量 CT 扫描监测感兴趣区 CT 值的变化并显示实时的同层横断面图像; 当感兴趣区 CT 值达到预设的阈值时, 自动启动诊断扫描程序。由于追踪触发技术是以 CT 值作为触发阈值, 所以较以延迟时间预测要达到的 CT 值的小剂量试验更准确, 体现该技术更具有个体化、最优化优势。

适当触发阈值是团注追踪触发技术成功的关键。

扫描范围、部位及目的不同, 触发阈值也不相同。本研究探讨的应用阈值, 主要是适用于较好地全程显示颈部的颈总动脉、颈内动脉、椎动脉的多层螺旋 CT 血管成像的需要。

文献^[5]报道使用非离子型对比剂时靶血管密度为 150~200 HU 最好, 靶血管密度低于 100 HU 或高于 250 HU 都会引起图像失真。为体现团注特点, 本研究采用注速 4.0 ml/s 注射对比剂, 本组结果显示阈值 110 HU 组, 椎动脉起始处的 CT 值较低; 阈值 170 HU 及 200 HU 组, 颈部全程的颈总动脉、颈内动脉及椎动脉显示尚好, 但颈内静脉 CT 值明显增高; 阈值 140 HU 组, 颈部颈总动脉、颈内动脉及椎动脉全程的 CT 值均较高, 并且颈内静脉 CT 值较低, 动静脉密度对比明显, 虽然该组的动脉 CT 值较参照标准略偏高 (笔者推测可能与对比剂注射流率较快有关), 但通过适当调整窗宽窗位, 后处理图像上动脉显示清晰, 无失真现象。

本研究采用扫描速度更快的 16 层螺旋 CT 行颈部动脉 CTA, 避免了以往应用单层螺旋 CT 行颈部血管 CTA 时需分段成像所造成的遗漏; 同时, 本研究触发扫描的感兴趣区设定于主动脉弓升主动脉侧, 定位标志明确, 可避免因颈总动脉或颈内动脉的定位标志不清造成定位错误或定位不准而导致检查失败。

综上所述, 在颈部动脉的 16 层螺旋 CT 血管成像中, Triggering 技术结合最佳应用阈值可较好地显示颈总动脉、颈内动脉及椎动脉的全程; 对比剂注射流率 4.0 ml/s, 触发阈值为 140 HU 时的图像质量较好。

参考文献:

- [1] 周存升, 马睿, 柳澄, 等. CTA 对颅内动脉的显示及成像技术探讨 [J]. 中华放射学杂志, 1998, 32(2): 127-128.
- [2] Korogi Y, Takahashi M, Ogura Y, et al. Intracranial Aneurysms: Detection with Three-dimensional CT Angiography with Volume Rendering—Comparison with Conventional Angiographic and Surgical Findings [J]. Radiology, 1999, 211(2): 497-506.
- [3] 谭理连, 李扬彬, 李树欣, 等. 颅外颈动脉螺旋 CT 血管造影的临床应用 [J]. 上海医学影像杂志, 2003, 12(3): 186-188.
- [4] 张子曙, 刘军, 谭长连, 等. 颈动脉狭窄的 CTA 与 DSA 对照研究 [J]. 中国医学计算机成像杂志, 2004, 10(3): 149-154.
- [5] Claves JL, Wise SW, Hopper KD, et al. Evaluation of Contrast Densities in the Diagnosis of Carotid Stenosis by CT Angiography [J]. AJR, 1997, 169(3): 569-573.

(收稿日期: 2005-09-07)