

# 64 层 CT 对缺血性脑血管病患者颈动脉粥样硬化斑块的研究

王普清, 王勇, 王安平, 曹治华, 宋金辉, 黄璠, 周佩洋, 王守安

(湖北医药学院附属襄阳医院, 湖北省襄阳市 441000)

[关键词] 电子计算机 X 射线断层扫描; 颈动脉; 粥样硬化斑块; 缺血性脑血管病

[摘要] **目的** 采用 64 层 CT 探讨颈动脉粥样硬化患者颈动脉斑块的形态、性质等特征与缺血性脑血管病的关系。**方法** 收集颈动脉粥样硬化患者 100 例, 其中有脑缺血性事件患者 48 例, 无脑缺血性事件患者 52 例; 使用 64 层 CT 检测颈动脉斑块的形态、性质特征。**结果** 脑缺血事件组共发现斑块 113 个, 其中软斑块、钙化性斑块和混合性斑块分别占 35.4%、30.1% 和 34.5%; 无脑缺血性事件组共发现斑块 78 个, 其中软斑块、钙化性斑块和混合性斑块分别占 21.8%、51.3% 和 26.9%; 3 种斑块在两组中的分布差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。在混合性斑块中, 两组以软斑块为主的混合性斑块分别占 64.1% 和 23.8%, 2 组构成比经统计学处理差异显著 ( $P < 0.01$ )。100 例中共发现有斑块溃疡的病例 10 例, 其中有脑缺血事件组 8 例, 无脑缺血事件组 2 例, 经统计学处理, 2 组溃疡斑的发生率有显著性差异 ( $P < 0.05$ )。**结论** 64 层 CT 可以准确地显示颈动脉斑块性质和形态学特征; 软斑块和以软斑块为主的混合性斑块以及溃疡斑块更容易引起缺血性脑血管事件。

[中图分类号] R743.22

[文献标识码] A

## Study on the Carotid Atherosclerotic Plaque by 64 Slices CT in Patients with Ischemic Cerebrovascular Disease

WANG Pu-Qing, WANG Yong, WANG An-Ping, CHAO Zhi-Hua, SONG Jing-Hui, HUANG Li, ZHOU Pei-Yang, and WANG Shou-An

(Department of Neurology, The First Hospital of Xiangyang Affiliated to Hubei Medicine College, Xiangyang, Hubei 441000, China)

[KEY WORDS] Computed Tomography; Ischemic Cerebrovascular Disease; Carotid; Atherosclerotic Plaque

[ABSTRACT] **Aim** To explore the correlation between the clinical ischemic events and the character of carotid atherosclerotic plaque detected by computed tomography angiography (CTA). **Methods** 100 patients with carotid atherosclerosis were divided into ischemic event group ( $n = 48$ ) and non-ischemic event group ( $n = 52$ ). The character of carotid atherosclerotic plaque was detected by 64 slices computed tomography (CT). **Results** 103 plaques were detected in ischemic event group, of which, the incidences of fatty plaque, calcified plaque and mixed plaque were 35.4%, 30.1% and 34.5% respectively. 78 plaques were detected in non-ischemic event group, of which, the incidences of fatty plaque, calcified plaque and mixed plaque were 21.8%, 51.3% and 26.9% respectively ( $P < 0.05$ ). The proportion of mixed plaques, composed mainly by fatty plaque, was 64.1% and 23.8% respectively in ischemic event group and non-ischemic event group ( $P < 0.01$ ). The incidences of ulcerated plaques was significantly higher in ischemic event group ( $n = 8$ ) than that in non-ischemic event group ( $n = 2$ ) ( $P < 0.05$ ). **Conclusions** Characteristics of carotid atherosclerotic plaque can be accurately assessed by 64 slices CT. Patients with fatty plaques and mixed plaques composed mainly by fatty plaque are more likely to be symptomatic, compared to those with either calcified plaque.

动脉粥样硬化斑块引起动脉狭窄导致血流动力学障碍, 以及斑块的脱落引起远端动脉的栓塞是导致脑梗死的常见原因和机制, 彩色多普勒超声检

查是临床常用的发现和评价动脉粥样硬化斑块的方法。随着多排电子计算机 X 射线断层扫描 (computed tomography, CT) 以及更精确的 CT 血管成像 (c-

[收稿日期] 2011-11-30

[基金项目] 湖北省卫生厅基金项目 (JX4B64)

[作者简介] 王普清, 博士, 教授, 研究方向为脑血管病, 电话为 15072288918, E-mail 为 wpq20110328@qq.com。王勇, 硕士, 教授, 研究方向为 CT 影像学, 电话为 13886256218。王安平, 讲师, 研究方向为脑血管病, 电话为 18972053211。

omputed tomography angiography, CTA) 软件的出现, CTA 也成了研究斑块形态和病理特征的有效手段<sup>[1]</sup>。本文采用 64 层 CT 对有脑缺血性事件和无脑缺血性事件患者的颈动脉斑块的分布、形态特征进行了对比观察和分析。

## 1 资料和方法

### 1.1 病例资料

收集 2008 年 9 月至 2010 年 10 月在我院住院的颈动脉粥样硬化患者 100 例, 无脑缺血性事件 52 例, 其中男性 39 例, 女性 13 例, 平均年龄  $62.0 \pm 6.2$  岁, 有高血压病史 35 例, 糖尿病史 6 例。有明确颈内动脉供血区短暂性脑缺血发作 (transient ischemic attack, TIA) 和急性脑梗死患者 48 例, 其中男性 31 例, 女性 17 例, 平均年龄  $63.0 \pm 5.7$  岁, 有高血压病史 30 例, 糖尿病史 11 例。排除颅内动脉中重度狭窄、心源性脑栓塞及其他颅内原发和继发疾病患者。

### 1.2 检查方法

CT 血管造影: 所有病例均行 64 层 CT 检查。采用美国 GE 公司生产的 64 层 CT, 分为颈动脉 CTA (主动脉弓上缘至颅内鞍上 20 mm 水平) 和头颈联合 CTA (主动脉弓上缘达颅顶)。平扫与血管造影扫描参数如下: 电压 100 ~ 120 kV, 管电流 200 ~ 230 mA, 螺距 1.37, 层厚 0.625 mm, 重建层厚 0.625 mm。血管造影采用非离子型对比剂碘海醇 (350 g/L, 美国) 80 mL, 双筒高压注射器, 注射速率为 4.5 ~ 5.0 mL/s, 并采用智能触发技术。数据传入工作站 (通用电气医学影像 AW4.3) 进行分析, 后处理技术包括: 容积再现 (volume rendering, VR)、多平面重建 (multiplanar reconstruction, MPR)、曲面重组 (curved planar reconstruction, CPR) 和最大密度投影重建 (maximum intensity projection, MIP)。结合原始轴位图像对颈动脉斑块的分布、形态、性质、管腔狭窄程度、钙化、闭塞等特征进行观察, 并对管腔狭窄行定量测量。图像结果由两位从事影像诊断工作的医师, 采用盲法分别对颈动脉 CT 和 CTA 图像进行测量、评估, 以两位医师共同确认诊断为准。

### 1.3 图像分析

1.3.1 颈动脉节段划分 将颈动脉分为颈总动脉 (common carotid artery, CCA)、颈总动脉分叉部、颈内动脉 (internal carotid artery, ICA) 起始部、ICA 颅外段和 ICA 颅内段共 5 个节段。

1.3.2 颈动脉斑块的类型 参照文献资料<sup>[2]</sup> 将斑块分为: (1) 软斑块: 具有明显的富脂质核心, CT

表现为斑块内明显的低密度区, 核心 CT 值  $< 50$  Hu; (2) 钙化性斑块: 斑块可表现为钙化或伴有少许软组织成分, 钙化部分 CT 值  $\geq 120$  Hu; (3) 混合性斑块: CT 值 50 ~ 119 Hu, 具有上述 2 种以上成分, 又将其分为以钙化为主的混合性斑块和以软斑块为主的混合性斑块。按文献中的方法<sup>[3]</sup> 测量目标区域斑块的 Hu 值。

1.3.3 狭窄程度的测量及分级 参考北美症状性颈动脉内膜切除术标准对狭窄程度进行分级<sup>[4]</sup>, 划分为轻度狭窄 (1% ~ 39%)、中度狭窄 (40% ~ 69%)、重度狭窄 (70% ~ 99%) 及闭塞。

### 1.4 统计学方法

采用 SPSS 11.5 软件包对资料进行统计学处理, 计数资料采用  $\chi^2$  检验,  $P < 0.05$  具有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 CT 血管成像检测颈动脉斑块类型

100 例患者共检测颈动脉 200 条, 发现各类型斑块 181 个, 主要分布于颈总动脉分叉处、颈内动脉起始部、颈内动脉海绵窦段和虹吸部 (图 1)。脑缺血性事件组共发现斑块 113 个, 其中软斑块 40 个 (35.4%), 钙化性斑块 34 个 (30.1%), 混合性斑块 39 个 (34.5%)。无脑缺血性事件组共发现斑块 78 个, 其中软斑块 17 个 (21.8%), 钙化性斑块 40 个 (51.3%), 混合性斑块 21 个 (26.9%)。经统计学处理, 三种斑块在两组中的分布差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。脑缺血性事件组, 以钙化为主的混合性斑块 14 个 (35.9%), 以软斑块为主的混合性斑块 25 个 (64.1%)。无脑缺血性事件组, 以钙化为主的混合性斑块 16 个 (76.2%), 以软斑块为主的混合性斑块 5 个 (23.8%)。两组构成比经统计学处理差异有显著性 ( $P < 0.01$ )。

### 2.2 CT 血管成像检测颈动脉斑块溃疡及斑块内出血

100 例病例中发现有斑块溃疡 10 例, 溃疡斑仅见于中度和重度的颈动脉狭窄病例 (图 2)。其中有脑缺血性事件组 8 例, 无脑缺血性事件组 2 例。经统计学处理, 溃疡斑在脑缺血性事件组和无脑缺血性事件组中的发生率差异有显著性 ( $P < 0.05$ )。100 例病例中发现有斑块内出血 3 例, 其中 2 例见于有脑缺血性事件组的混合性斑块内, 1 例为无脑缺血性事件组 (图 3)。

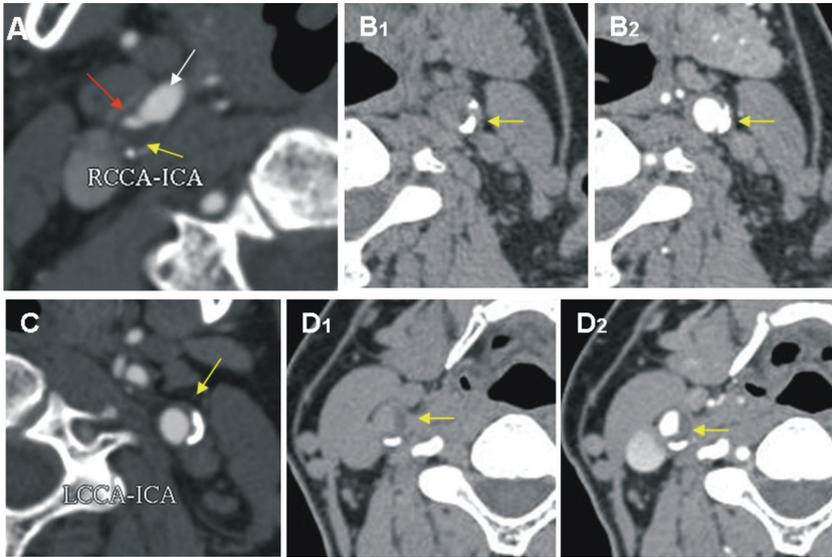


图 1. 颈动脉 CTA 原始轴位图像显示颈动脉各种类型斑块的特征 A 为软斑块;黄箭头所指为 RICA 起始部软斑,红箭头为 ICA 残留管腔,白箭头为颈外动脉。B 为钙化性斑块;黄箭头所指为 RCCA 钙斑,B<sub>1</sub>:造影前,B<sub>2</sub>:造影后。C 为以钙化性斑块为主的混合斑。D 为以软斑为主的混合斑;D<sub>1</sub>:造影前,D<sub>2</sub>:造影后。

Figure 1. Characteristics of carotid plaque on axial CTA source image of carotid artery

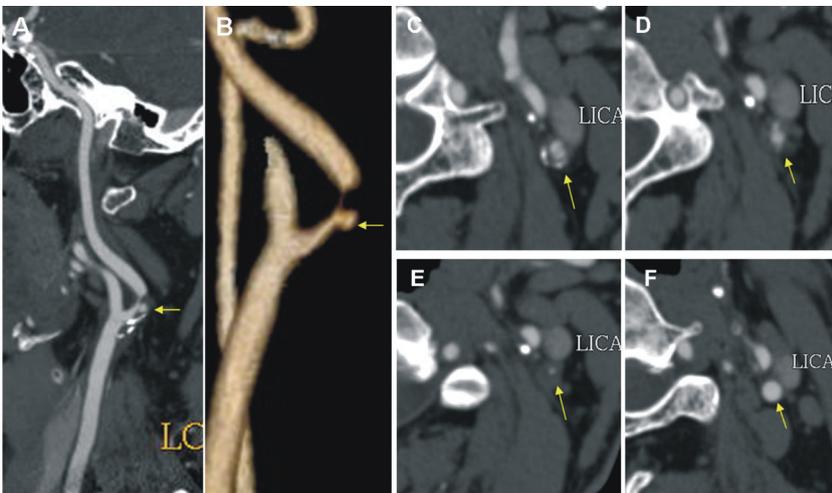


图 2. 57 岁男性脑梗死患者左侧 ICA 起始段 A 为左侧颈内动脉 MIP 图像;箭头所指显示溃疡。B 为左侧颈内动脉 VR 图像。C~F 为左侧颈内动脉原始轴位图像;C、D 为斑块溃疡层面,E 为左侧颈内动脉残腔最狭窄处,F 为左侧颈内动脉正常节段。

Figure 2. 57-year-old man with cerebral infarction

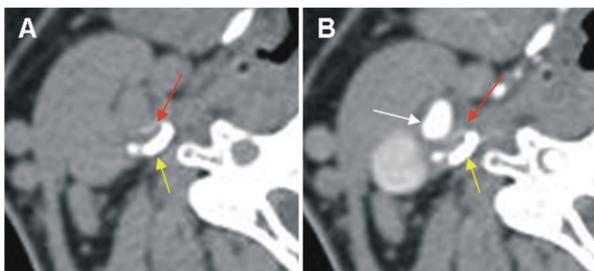


图 3. 69 岁男性患者左侧 CCA 窦部原始轴位 CT 图像 A 为造影前,B 为造影后;红箭头所指为斑块内出血,黄箭头所指为钙化斑,白箭头所指为 CCA 残腔。

Figure 3. Axial CTA source image in the left carotid bulb

### 3 讨论

临床中经常可以观察到许多颈动脉高度狭窄的患者并没有出现缺血性中风症状,而一些很轻的狭窄却引起了脑血管事件<sup>[5]</sup>。有研究表明,因为管腔狭窄引起低灌注导致脑梗死的事件只占临床事件发生的一小部分,而多数为斑块成分脱落导致的脑栓塞<sup>[6]</sup>。这就表明,对于动脉粥样硬化患者,我们除了注意动脉残腔外,更应关注动脉粥样硬化斑块的成分和形态学。明确斑块内的成分,有利于弄

清引起临床症状的独立危险因素。与体内其他部位的动脉粥样硬化一样,颈动脉斑块的成分包括了纤维帽、坏死的脂质核心、成纤维细胞、平滑肌细胞以及钙化。随着多排 CT 以及更精确的 CT 三维成像软件的出现,CTA 也可以进行定性和量化分析,斑块的组成成分决定其 CT 值大小,CTA 通过对斑块密度的 CT 值测量可以把斑块分成 3 类:软斑块、混合性斑块以及钙化斑块。

我们使用 64 层 CT 原始轴位图像结合重组图像观察了有脑缺血性事件和无脑缺血性事件患者颈动脉斑块的性质和形态特征,并进行对比分析,结果显示,脑缺血性事件组共发现斑块 113 个,其中软斑块、钙化性斑块、混合性斑块分别占到 35.4%、30.1% 和 34.5%;在混合性斑块中,以软斑块为主的混合性斑块占 64.1%。无脑缺血事件组共发现斑块 78 个,其中软斑块、钙化性斑块、混合性斑块分别占 21.8%、51.3% 和 26.9%;在混合性斑块中,以软斑块为主的混合性斑块占 23.8%。统计学分析显示不同类型斑块在两组中的分布有明显差异。该结果表明,软斑块和以软斑块为主的混合性斑块都是不稳定性斑块,更易脱落引起相应供血区梗死。分析其机制,Takaya 等<sup>[7]</sup>的研究表明,软斑块富含脂质及坏死物质,坏死脂核在斑块内比例的增加将加重斑块的负担,更容易破裂而引发远端器官缺血。

64 层 CT 的薄层轴位图像可显示斑块内密度,分析斑块的组成成分。同时,它的 VR 及 MPR、CPR 和 MIP 重组图像可从各个不同角度显示观察,可以把管壁和斑块与管腔分离观察,较数字减影血管造影(digital subtract angiography, DSA)能更加全面显示斑块的形态及斑块溃疡。Randoux 等<sup>[8]</sup>分别用 CTA、增强磁共振血管成像(magnetic resonance angiography, MRA)及 DSA 三种方法观察斑块溃疡,对比研究结果表明,三者之间的相关性很好,CTA 敏感度和特异度均为 100%。另一项通过 CTA、超声和手术结果进行对比分析狭窄程度、斑块成分及斑块溃疡的研究<sup>[9]</sup>也表明,CTA 的敏感度和特异度分别达到 93.75% 和 98.59%,比超声(敏感度和特异度分别为 37.5%、91.5%)更具有优势,因此,64 层 CT 有很好的显示颈动脉斑块溃疡的能力。本研究通过 64 层 CT 的颈动脉原始轴位图像结合 VR、MIP 重组图像,在两组中共发现有斑块溃疡的病例 10 例,其中在有脑缺血性事件组 8 例,无脑缺血性事件组 2 例,结果显示,斑块内溃疡更多见于有脑梗卒中症状的患者,表明有溃疡的颈动脉斑块更易引起缺血

性脑血管事件。以脂质为主的软斑块或混合性斑块,其纤维帽比较薄,斑块易形成溃疡,因此更容易脱落导致动脉远端栓塞,引发相应供血区梗死或 TIA 发作<sup>[10]</sup>。

与体内其他部位的动脉粥样硬化一样,斑块的破裂被认为是导致血管事件或缺血事件的决定因素,而斑块内出血则增加了斑块内破裂的机会。以前多数研究者认为磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)是较好的显示纤维帽及其潜在破裂的方法,而最新的一项在活体内对脑卒中和非卒中患者颈动脉斑块的研究显示<sup>[11]</sup>,多排 CTA 利用全自动分析软件,可以明确标记出富脂的坏死核心、钙化、出血产物以及剩余的结缔组织。Wintermark 等<sup>[10]</sup>把活体内及活体外的斑块特征与病理进行对照研究后发现,CTA 与病理诊断的符合率达到 72.6%。虽然运用密度差异区分不同成分(脂质核心、结缔组织和出血)的个体像素读数也存在一定的重叠,一定程度上限制了其明确斑块成分的可靠性,但是 CTA 对大的脂质核心和大的斑块内出血的显示与病理有很好的相关性。本研究观察到,100 例病例中共发现有斑块内出血的病例 3 例,其中 2 例见于有脑缺血性事件组的混合性斑块内,1 例在无脑缺血性事件组,因例数太少未进行统计学处理,明显低于国外文献报道的发生率<sup>[12]</sup>。分析其原因,一方面可能与所选观察对象的颈动脉狭窄程度不同有关;另一方面也与国人颈动脉中重度狭窄的发生率明显低于欧美人有关<sup>[13]</sup>,有研究报道表明,当动脉狭窄超过 70% 时,斑块内出血更常见<sup>[14]</sup>。斑块内出血可能是斑块不稳定的标志之一,它加速了动脉粥样硬化的进展。软斑块内新生血管较稳定性斑块多,新生血管脆性比较高,易破裂渗导致斑块内出血,从而影响纤维帽的稳定<sup>[15,16]</sup>,诱发脑血管事件。但 Saam 等<sup>[12]</sup>的研究显示,91% 症状性患者和 83% 非症状性斑块的患者有斑块内出血,同时该研究者认为,斑块有无出血并不是最重要的,关键是斑块内出血是否是急性,因为在症状组发现的斑块内急性出血明显高于非症状组,在这点上,MR 较 64 层 CT 更有优势,它更易区分急性和非急性期出血。因此,64 层 CT 对斑块内出血的探测以及斑块内出血与缺血性脑血管病的关系还有待进一步研究。

综上所述,64 层 CTA 作为一种无创、易于重复、可靠的影像学诊断技术,它可以准确地显示颈动脉斑块的形态学特征;两组对比观察结果表明,软斑块和以软斑块为主的混合性斑块、溃疡斑块更容易

导致缺血性脑血管事件;评价斑块形态学特征对预测脑血管事件有重要的临床价值。

#### [参考文献]

- [1] Berg M, Zhang Z, Ikonen A, et al. Multi-detector row CT angiography in the assessment of carotid artery disease in symptomatic patients: comparison with rotational angiography and digital subtraction angiography [J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2005, 26(5): 1 022-034.
- [2] Saba L, Sanfilippo R, Pirisi R, et al. Multidetector row CT angiography in the study of atherosclerotic carotid arteries[J]. *Neuroradiology*, 2007, 49(8): 623-637.
- [3] Walker LJ, Ismail A, Mcmeekin W, et al. Computed tomography angiography for the evaluation of carotid atherosclerotic plaque: correlation with histopathology of endarterectomy specimens[J]. *Stroke*, 2002, 33(4): 977-981.
- [4] North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators. Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high grade stenosis[J]. *N Engl J Med*, 1991, 325(7): 445-453.
- [5] Gillard JH. Imaging of the carotid artery disease: from luminology to function? [J]. *Neuroradiology*, 2003, 45(10): 671-680.
- [6] Serfaty JM, Nonent M, Nighoghossian N, et al. Plaque density on CT, a potential marker of ischemic stroke[J]. *Neurology*, 2006, 66(1): 118-120.
- [7] Takaya N, Yuan C, Hatsukami TS, et al. Association between carotid plaque characteristics and subsequent ischemic cerebrovascular events: a prospective assessment with MRI-Initial results[J]. *Stroke*, 2006, 37(3): 818-823.
- [8] Randoux B, Marro B, Koskas F, et al. Carotid artery stenosis: prospective comparison of CT, three-dimensional gadolinium-enhanced MR, and conventional angiography [J]. *Radiology*, 2001, 220(1): 179-185.
- [9] Klein C, Gebker R, Kokecinski T, et al. Combined magnetic resonance coronary artery imaging, myocardial perfusion and late gadolinium enhancement in patients with suspected coronary artery disease[J]. *J Cardiovasc Magn Reson*, 2008, 10(1): 45-51.
- [10] Wintermark M, Jawadi SS, Rapp JH, et al. High-resolution CT imaging of carotid artery atherosclerotic plaques [J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2008, 29(5): 875-882.
- [11] Wintermark M, Arora S, Tong E, et al. Carotid plaque computed tomography imaging in stroke and nonstroke patients[J]. *Ann Neurol*, 2008, 64(2): 149-157.
- [12] Saam T, Cai J, Ma L, et al. Comparison of symptomatic and asymptomatic atherosclerotic carotid plaque features with in vivo MR imaging[J]. *Radiology*, 2006, 240(2): 464-472.
- [13] 裴咏桢, 徐格林, 朱武生, 等. 311 例缺血性卒中患者血管造影结果分析[J]. *中国动脉硬化杂志*, 2008, 16(8): 643-646.
- [14] Beach KW, Hatsukami T, Detmer PR. Carotid artery intraplaque hemorrhage and stenting velocity [J]. *Stroke*, 1993, 24(2): 314-319.
- [15] Takaya N, Yuan C, Chu B, et al. Presence of intraplaque hemorrhage stimulates progression of carotid atherosclerotic plaques[J]. *Circulation*, 2005, 111(5): 2 768-775.
- [16] Burke AP, Koledgie FD, Farb A, et al. Healed plaque ruptures and sudden coronary death: evidence that subclinical rupture has a role in plaque progression[J]. *Circulation*, 2001, 103(9): 934-940.

(此文编辑 曾学清)