



doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2017.12.001  
<http://dx.doi.org/10.3978/j.issn.1005-6947.2017.12.001>  
Chinese Journal of General Surgery, 2017, 26(12):1511-1515.

· 述评 ·

## 颈动脉易损斑块诊断方法的选择

陈忠, 杨耀国

(首都医科大学附属北京安贞医院 血管外科, 北京 100029)



**专家介绍:** 陈忠, 教授, 主任医师, 博士生导师。从师于我国著名血管外科专家汪忠镐院士和吴庆华教授。先后赴德国杜伊斯堡圣约翰医院、纽伦堡公立医院血管外科进修学习并进行学术交流。擅长各种血管外科疾病的诊断, 在血管腔内技术和开放手术相结合, 治疗血管疾病方面有较高造诣。担任中华医学会外科学分会血管外科学组组长、中国医师协会外科医师分会血管外科医师委员会主任委员、海峡两岸医药卫生交流协会理事会常务理事兼血管外科专家委员会主任委员、中国医师协会腔内血管学专业委员会副主任委员兼主动脉瘤专家委员会主任委员、中国医疗保健国际交流促进会血管外科专业委员会副主任委员、中国老年学学会老年医学委员会血管专家委员会副主任委员、中国医疗器械行业协会血管器械分会第一届全体委员会副主任委员、中国医师协会介入医师分会副会长、北京医学会血管外科学分会主任委员、北京医师协会血管外科专科医师分会副会长等数十个行业学(协)会主任委员、副主任委员、委员职务。首都医科大学血管外科学系副主任。担任 15 种专业核心期刊杂志编委。作为第一作者或责任作者在国家一类杂志发表专业学术论文 80 余篇, SCI 文章 6 篇。获科研成果奖多项。作为主编、副主编或编委参与编写《实用血管外科学》、《血管外科手术并发症的预防与处理》等多部大型专著; 作为主译参与译著《周围血管疾病诊断与治疗》(原著 George S.Abela)、《卢瑟福血管外科学》、《颈动脉与椎动脉的外科手术学》等著作; 作为负责人或主要人员参与国家“863”课题、国家自然科学基金等多项研究课题。国家卫生计生委脑卒中防治工程突出贡献专家。

### 摘要

颈动脉粥样硬化性狭窄是缺血性脑卒中的主要原因之一, 斑块性质评估是颈动脉狭窄临床综合治疗方案中选择干预方式的决定性环节。目前对于斑块易损性的客观诊断标准尚未统一, 病理诊断仍然是最可靠的评估手段。近几年, 国内外许多研究者在评估斑块易损性方面做了大量工作, 这些研究成果对于颈动脉狭窄治疗方案的选择具有重要指导意义。

### 关键词

颈动脉狭窄; 斑块, 动脉粥样硬化 / 诊断  
中图分类号: R654.3

## Selection of diagnostic method for carotid artery vulnerable plaque

CHEN Zhong, YANG Yaoguo

(Department of Vascular Surgery, Beijing Anzhen Hospital, Capital Medical University, Beijing 100029, China)

### Abstract

Carotid atherosclerotic stenosis is a main cause for ischemic stroke. Evaluation of plaque characteristics is a crucial step for intervention method selection from the comprehensive scheme of treatment of carotid stenosis.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (81570435; 81070256)。

收稿日期: 2017-11-07; 修订日期: 2017-11-19。

通信作者: 陈忠, Email: chenzhong8658@vip.sina.com

At present, no objective diagnostic standards for plaque vulnerability have been finalized, and the pathological diagnosis remains the most reliable assessment approach. A great number of studies on the plaque vulnerability evaluation have been made by investigators in China and abroad during recent years, and the achievements from them may positively influence choice of treatment plan for carotid stenosis.

**Key words** Carotid Stenosis; Plaque, Atherosclerotic/diag  
**CLC number:** R654.3

缺血性脑卒中 (ischemic stroke, IS) 是突发的脑组织局部供血的临时性或永久性减少或中断, 造成神经系统功能障碍。在全球范围IS的发病率呈逐年升高趋势, 我国亦是如此, 2013年发表在Lancet上的调查报告<sup>[1]</sup>显示, 卒中目前是我国首位致死性疾病, 每年可导致170万人口死亡, 约占所有死亡人数的20%, 更令人担忧的是这个比例仍在逐年升高, 其中接近80%为IS。研究表明颈动脉易损斑块与IS关系密切。

斑块性质评估是颈动脉狭窄患者临床综合治疗方案中选择干预方式的决定性环节。目前临床中广泛应用的斑块性质检查手段主要是病理诊断、多普勒超声、CT血管造影和磁共振成像检查。

## 1 病理诊断方面

颈动脉粥样硬化斑块的成分主要有<sup>[2]</sup>:

(1) 致密结缔组织纤维帽, 主要由细胞外基质 (extracellular matrix, ECM) 组成, 尤其是胶原纤维; (2) 脂质核心, 由脂质巨噬细胞、平滑肌细胞和ECM组成; (3) 外膜和斑块内的新生血管。Naghavi等<sup>[3]</sup>在2003年拟定了易损斑块的组织学定义和标准, 其主要特征为: (1) 活动性炎症; (2) 薄的纤维帽, 伴大的坏死脂质核心; (3) 血管内皮剥脱, 伴表面血小板聚集; (4) 斑块破裂或受损; (5) 管腔重度狭窄。次要特征为: (1) 表面钙化斑; (2) 亮黄色斑块; (3) 斑块内出血; (4) 内皮功能异常; (5) 血管正性重构。这是一项相对成熟的分型方案, 但在此之前美国心脏协会 (American Heart Association, AHA) 在1995年就提出过一项由罗马数字代表的病理分型方案, 并于2005年对此分型进行了完善<sup>[4]</sup>, 分为I~VI型, 其中V、VI型分别分为3个亚型, 形成了比较系统的AHA分型。

可以说, 在动脉粥样硬化的研究发展长河中, AHA分型具有里程碑式的意义, 一方面对动

脉粥样硬化发展阶段的诊断提供了依据, 另一方面对动脉粥样硬化的机制研究提供了一个标准化框架。当然除AHA分型外, 诸如Virmani等<sup>[5-6]</sup>也都提出过各自的分型方案, 但截至目前在颈动脉斑块诊断标准方面尚无统一意见。

## 2 超声诊断方面

多普勒超声是目前临床中术前诊断颈动脉斑块性质的主要手段之一, 常规二维超声可以判定斑块的大小、颈动脉狭窄程度。高分辨力超声能清晰地显示动脉壁的内膜层、中层和外膜层, 准确地测量内壁厚度, 可显著提高超声图像质量, 提高了评价的精确性和有效性。三维超声能够重建血管的三维图像, 显示血管在空间上的变化, 可以显著提高颈动脉溃疡斑块的检出率<sup>[7]</sup>, 但在评估斑块成分方面并无研究显示其有优越性。超声造影<sup>[8]</sup> (contrast-enhanced ultrasound, CEUS) 技术可通过增强血流及组织回声的对比来判断斑块内新生血管的情况, 研究<sup>[9-10]</sup>发现斑块回声越低超声造影增强越明显, 呈线性相关。有研究<sup>[11]</sup>显示超声造影下低回声斑块的增强显示率为65.38%, 明显高于其他回声类型的斑块, 同时Xiong等<sup>[12]</sup>研究发现有症状的颈动脉狭窄患者斑块超声造影新生血管的显示率和强化程度明显高于无症状患者, 这些研究结果表明超声造影技术在临床中应用的可行性与广阔前景。

目前在实际临床应用中, 超声技术存在以下局限性: 常规超声在诊断溃疡斑块方面的灵敏度和特异度分别为29%和73%, 准确性并不理想<sup>[13]</sup>; 超声造影由于患者吞咽动作对扫描区域定位的影响, 超声探头扫查范围面积较小等诸多局限性<sup>[14]</sup>, 目前更多应用于科学研究, 临床尚未广泛开展; 除此之外, 超声成像的空间分辨率和对比分辨率仍然有待提高, 且超声图像显示的好坏与操作者

的熟练程度有很大关系,加之超声对斑块的准确评估还与损伤的位置、钙化噪声的声影衰减等诸多不确定因素密切相关,超声成像检查在诊断斑块性质方面并不理想。

### 3 CT血管造影(CTA)

CTA是临床评估颈动脉解剖形态最直观地检查,也是接受颈动脉手术患者必要的检查之一。Walker等<sup>[15]</sup>通过对55例行颈动脉内膜剥离术的患者进行单层CTA检查,测量横截面的斑块密度,然后与剥离术后的病理结果进行对照,发现CT上密度越低者脂肪成分越多,CT诊断斑块溃疡的灵敏性为60%,特异性为74%。近年来PET/CT成为众多研究者的关注焦点之一,<sup>18</sup>F正电子标记的脱氧葡萄糖正电子发射断层成像技术(<sup>18</sup>F-FDG-PET)对颈动脉斑块的分子成像可以测定斑块的炎症反应程度,从而对不稳定斑块进行识别。Risgaard等<sup>[16]</sup>通过对预期行颈动脉内膜切除术的患者研究发现,FDG的摄取与斑块内炎症细胞标志物CD68<sup>+</sup>和低氧诱导因子 $\alpha$ (HIF- $\alpha$ )的基因表达呈正相关,与此同时多项研究也证实了<sup>18</sup>F-FDG-PET可以预测卒中复发以及对症状性颈动脉狭窄患者进行危险分层,并指导治疗<sup>[17]</sup>。在评估颈动脉斑块稳定性方面,与普通CT相比,虽然PET在评估斑块内活动性炎症方面有一定优势<sup>[18]</sup>,但与其他影像技术相比并无突出表现<sup>[19]</sup>。

由于CT成像特点所致,CTA对于斑块性质的区分并不敏感,动脉斑块富含脂质的坏死核心、结缔组织、出血的密度有明显重叠,钙化所致部分容积效应也影响密度的测量,导致在评价斑块表面形态和组织成分处于弱势,而且放射线剂量和碘剂也限制了CTA的应用。

### 4 磁共振成像(MRI)

MRI是一种无辐射的检查手段,而且对软组织分辨率高,多种序列可提供丰富的组织信息,是评估颈动脉斑块的有力工具<sup>[20]</sup>。Fabiano等<sup>[21]</sup>用MRI扫描离体斑块,发现其灵敏性为92%,特异性为74%。在活体,与病理相对照,MRI灵敏性为92%,特异性为65%<sup>[22]</sup>。Cai等<sup>[23]</sup>对美国心脏协会

(AHA)关于动脉粥样硬化斑块所提出的影像学和病理对照分类标准进行了修订,表明MRI在动脉斑块稳定性研究方面的价值。

近年来虽然MRI的序列不断推陈出新,但在诊断斑块性质的特异度方面并无显著提高,仍然存在较大局限性。同时,MRI成像时间较长,呼吸运动、血管搏动、吞咽及不自主运动均可引起运动伪影,仍是现阶段难以克服的缺陷。

### 5 流体力学

流体力学是近年来临床疾病病因和诊断学的研究热点,大量研究已经证实流体力学与斑块性质具有相关性,Chatzizisi等<sup>[24]</sup>研究表明较低的切应力与高危斑块明显相关。国内研究者<sup>[25]</sup>利用超声的二维应变成像(x-strain)等技术,发现表面颈动脉斑块顶部和肩部的应变(S<sub>max</sub>)均大于基底部分,溃疡斑肩部近心端的S<sub>max</sub>的均值大于肩部远心端的S<sub>max</sub>。Lovett等<sup>[26]</sup>对症状性颈动脉狭窄组进行相关血流动力学研究发现斑块溃疡更多发生在狭窄近心端、高剪切力作用区。除临床研究外,动物实验的结果也得出了相似结果,Caroline等<sup>[27]</sup>研究表明,剪切力差异对不稳定斑块的检出率达到85%。上述研究均表明流体力学与颈动脉斑块性质相关,也展现了流体力学参数在斑块性质评估中的应用前景,但目前国内外尚缺乏将计算流体力学作为颈动脉斑块性质诊断方法的应用研究。

### 6 小结

颈动脉粥样硬化的发病机制复杂,早期识别斑块性质是颈动脉狭窄患者选择合适治疗方案的基础,目前对于斑块性质的检查手段相对固定,尤其在术前检查中,颈动脉易损斑块的诊断准确性和特异性均有较大的提高空间。与此同时,也应该加快推广颈动脉斑块筛查和防治工作的脚步;鼓励对颈动脉狭窄发病机制进行深入研究和探索,从而延缓乃至预防颈动脉粥样硬化的发生。

#### 参考文献

- [1] Yang G, Wang Y, Zeng Y, et al. Rapid health transition in China, 1990–2010: findings from the Global Burden of Disease Study

- 2010[J]. *Lancet*,2013,381(9882):1987–2015. doi: 10.1016/S0140-6736(13)61097-1.
- [2] No authors listed. Carotid artery plaque composition--relationship to clinical presentation and ultrasound B-mode imaging. European Carotid Plaque Study Group[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*,1995,10(1):23–30.
- [3] Naghavi M, Libby P, Falk E, et al. From vulnerable plaque to vulnerable patient: a call for new definitions and risk assessment strategies: Part I[J]. *Circulation*,2003,108(14):1664–1672.
- [4] Sirol M, Fuster V, Badimon JJ, et al. Chronic thrombus detection with in vivo magnetic resonance imaging and a fibrin-targeted contrast agent[J]. *Circulation*,2005,112(11):1594–1600.
- [5] Virmani R, Kolodgie FD, Burke AP, et al. Lessons from sudden coronary death: a comprehensive morphological classification scheme for atherosclerotic lesions[J]. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*,2000,20(5):1262–1275.
- [6] Davies MJ. Anatomic features in victims of sudden coronary death. Coronary artery pathology[J]. *Circulation*,1992, 85(1 Suppl):I19–24.
- [7] Heliopoulos J, Vadikolias K, Piperidou C, et al. Detection of carotid artery plaque ulceration using 3-dimensional ultrasound[J]. *J Neuroimaging*,2011,21(2):126–131. doi: 10.1111/j.1552-6569.2009.00450.x.
- [8] Vicenzini E, Giannoni M F, Puccinelli F, et al. Detection of carotid adventitial vasa vasorum and plaque vascularization with ultrasound cadence contrast pulse sequencing technique and echo-contrast agent[J]. *Stroke*,2007,38(10):2841–2843.
- [9] 李超伦, 王文平, 何婉媛, 等. 不同回声类型颈动脉斑块超声造影增强强度的分析[J]. *中华医学超声杂志:电子版*, 2012, 9(12):22–25. doi:10.3877/cma.j.issn.1672-6448.2012.12.006.  
Li CL, Wang WP, He WA. et al. Correlation of carotid artery plaque echogenicity with intraplaque neovascularization detected with contrast-enhanced ultrasound[J]. *Chinese Journal of Medical Ultrasound: Electronic Version*, 2012, 9(12):22–25. doi:10.3877/cma.j.issn.1672-6448.2012.12.006.
- [10] Staub D, Partovi S, Schinkel AF, et al. Correlation of carotid artery atherosclerotic lesion echogenicity and severity at standard US with intraplaque neovascularization detected at contrast-enhanced US[J]. *Radiology*,2011,258(2):618–626. doi: 10.1148/radiol.10101008.
- [11] Fleiner M, Kummer M, Mirlacher M, et al. Arterial neovascularization and inflammation in vulnerable patients: early and late signs of symptomatic atherosclerosis[J]. *Circulation*,2004,110(18):2843–2850.
- [12] Xiong L, Deng Y B, Zhu Y, et al. Correlation of carotid plaque neovascularization detected by using contrast-enhanced US with clinical symptoms[J]. *Radiology*,2009,251(2):583–589. doi: 10.1148/radiol.2512081829.
- [13] ten Kate GL, van Dijk AC, van den Oord SC, et al. Usefulness of contrast-enhanced ultrasound for detection of carotid plaque ulceration in patients with symptomatic carotid atherosclerosis[J]. *Am J Cardiol*,2013,112(2):292–298. doi: 10.1016/j.amjcard.2013.03.028.
- [14] Müller HF, Viacoz A, Kuzmanovic I, et al. Contrast-enhanced ultrasound imaging of carotid plaque neo-vascularization: accuracy of visual analysis[J]. *Ultrasound Med Biol*,2014,40(1):18–24. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2013.08.012.
- [15] 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.
- [16] Risgaard R, Ettrup A, Balle T, et al. Radiolabelling and PET brain imaging of the alpha(1)-adrenoceptor antagonist Lu AE43936[J]. *Nucl Med Biol*,2013,40(1):135–140. doi: 10.1016/j.nucmedbio.2012.09.010.
- [17] Chroínín DN, Marnane M, Akijian L, et al. Serum lipids associated with inflammation-related PET-FDG uptake in symptomatic carotid plaque[J]. *Neurology*,2014,82(19):1693–1699. doi: 10.1212/WNL.0000000000000408.
- [18] Skagen K, Johnsrud K, Evensen K, et al. Carotid plaque inflammation assessed with (18)F-FDG PET/CT is higher in symptomatic compared with asymptomatic patients[J]. *Int J Stroke*,2015,10(5):730–736. doi: 10.1111/ijs.12430.
- [19] Noh SM, Choi WJ, Kang BT, et al. Complementarity between (18) F-FDG PET/CT and Ultrasonography or Angiography in Carotid Plaque Characterization[J]. *J Clin Neurol*,2013,9(3):176–185. doi: 10.3988/jcn.2013.9.3.176.
- [20] Sadat U, Teng Z, Young VE, et al. High-resolution magnetic resonance imaging-based biomechanical stress analysis of carotid atheroma: a comparison of single transient ischaemic attack, recurrent transient ischaemic attacks, non-disabling stroke and asymptomatic patient groups[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*,2011,41(1):83–90. doi: 10.1016/j.ejvs.2010.09.006.
- [21] Fabiano S, Mancino S, Stefanini M, et al. High-resolution multicontrast-weighted MR imaging from human carotid endarterectomy specimens to assess carotid plaque components[J]. *Eur Radiol*,2008,18(12):2912–2921. doi: 10.1007/s00330-008-1091-x.
- [22] Saam T, Ferguson MS, Yarnykh VL, et al. Quantitative evaluation of carotid plaque composition by in vivo MRI[J]. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*,2005,25(1):234–239.
- [23] Cai JM, Hatsukami TS, Ferguson MS, et al. Classification of human



- carotid atherosclerotic lesions with in vivo multicontrast magnetic resonance imaging[J]. *Circulation*, 2002, 106(11):1368-1373.
- [24] Chatzizisis YS, Jonas M, Coskun AU, et al. Prediction of the localization of high-risk coronary atherosclerotic plaques on the basis of low endothelial shear stress: an intravascular ultrasound and histopathology natural history study[J]. *Circulation*, 2008, 117(8):993-1002. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.695254.
- [25] 周巧兰, 李治安, 勇强, 等. 超声二维应变成像技术评价颈动脉粥样硬化斑块力学状态的初步研究[J]. *心肺血管病杂志*, 2010, 29(4):287-290. doi:10.3969/j.issn.1007-5062.2010.04.008. Zhou QL, Li ZA, Yong Q, et al. Observation and primary study of carotid atherosclerotic plaque with X-strain imaging[J]. *Journal of Cardiovascular and Pulmonary Diseases*, 2010, 29(4):287-290. doi:10.3969/j.issn.1007-5062.2010.04.008.
- [26] Lovett JK, Rothwell PM. Site of carotid plaque ulceration in relation to direction of blood flow: an angiographic and pathological study[J]. *Cerebrovasc Dis*, 2003, 16(4):369-375.
- [27] Cheng C, Helderma F, Tempel D, et al. Large variations in absolute wall shear stress levels within one species and between species[J]. *Atherosclerosis*, 2007, 195(2):225-235.

(本文编辑 姜晖)

本文引用格式: 陈忠, 杨耀国. 颈动脉易损斑块诊断方法的选择[J]. *中国普通外科杂志*, 2017, 26(12):1511-1515. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2017.12.001

Cite this article as: Chen Z, Yang YG. Selection of diagnostic method for carotid artery vulnerable plaque[J]. *Chin J Gen Surg*, 2017, 26(12):1511-1515. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2017.12.001

## 欢迎订阅 2018 年《中国普通外科杂志》

《中国普通外科杂志》是国内外公开发行的国家级期刊 (ISSN1005-6947/CN43-1213/R), 面向广大从事临床、教学、科研的普外及相关领域工作者, 以实用性为主, 及时报道普通外科领域的新进展、新观点、新技术、新成果、实用性临床研究及临床经验, 是国内普外学科的权威刊物之一。办刊宗旨是: 传递学术信息, 加强相互交流; 提高学术水平, 促进学科发展; 注重临床研究, 服务临床实践。

本刊由国家教育部主管, 中南大学主办, 中南大学湘雅医院承办。主编王志明教授, 顾问由中国科学院及工程院院士汤钊猷、吴孟超、吴咸中、汪忠镐、郑树森、黄洁夫、黎介寿、赵玉沛、夏家辉、夏穗生等多位国内外著名普通外科专家担任, 编委会成员由国内外普通外科资深专家学者组成。开设栏目有述评、专题研究、基础研究、临床研究、简要论著、临床报道、文献综述、误诊误治与分析、手术经验与技巧、国内外学术动态, 病案报告。本刊已被多个国内外重要检索系统和大型数据库收录, 如: 美国化学文摘 (CA), 俄罗斯文摘 (AJ), 中国科学引文数据库 (CSCD), 中文核心期刊 (中文核心期刊要目总览), 中国科技论文与引文数据库 (中国科技论文统计源期刊), 中国核心学术期刊 (RCCSE), 中国学术期刊综合评价数据库, 中国期刊网全文数据库 (CNKI), 中文科技期刊数据库, 中文生物医学期刊文献数据库 (CMCC), 万方数据 - 数字化期刊群, 中国生物医学期刊光盘版等, 影响因子已居同类期刊前列, 并在科技期刊评优评奖活动中多次获奖。

本刊已全面采用远程投稿、审稿、采编系统, 出版周期短, 时效性强。欢迎订阅、赐稿。

《中国普通外科杂志》为月刊, 国际标准开本 (A4 幅面), 每期 120 页, 每月 15 日出版。内芯采用进口亚光铜版纸印刷, 图片彩色印刷, 封面美观大方。定价 25.0 元/册, 全年 300 元。国内邮发代号: 42-121; 国际代码: M-6436。编辑部可办理邮购。

本刊编辑部全体人员, 向长期以来关心、支持、订阅本刊的广大作者、读者致以诚挚的谢意!

编辑部地址: 湖南省长沙市湘雅路 87 号 (湘雅医院内) 邮政编码: 410008

电话 (传真): 0731-84327400 网址: <http://pw.amegroups.com>; <http://www.zpwz.net>

Email: [pw@amegroups.com](mailto:pw@amegroups.com); [pw4327400@126.com](mailto:pw4327400@126.com)

中国普通外科杂志编辑部