

声辐射力脉冲成像 (ARFI) 技术评价不同类型的人颈动脉粥样硬化斑块

张 毅 张 超 杨 琰 黄品同

摘 要 **目的** 应用声辐射力脉冲成像 (ARFI) 技术定量评价不同类型的人颈动脉粥样硬化斑块的质地。**方法** 87 例病人的 125 个颈动脉粥样硬化斑块分为 3 组:软斑组 (57 个)、混合斑组 (37 个)、硬斑组 (31 个), 分别对各个斑块行 ARFI 技术检查, 记录各斑块的剪切波传播速度 (SWV)。对各组斑块的 SWV 进行两两比较。**结果** 不同类型斑块的 SWV 明显不同, 软斑块组斑块 SWV 最慢, 其次是混合斑块组, 硬斑块组斑块 SWV 最快, 3 组斑块的 SWV 两两比较, 差异有统计学意义 ($P = 0.000$)。**结论** ARFI 技术可对颈动脉粥样硬化斑块质地行定量检测。

关键词 超声检查 颈动脉狭窄 声辐射力脉冲成像技术

Detection of the Texture of Different Types of Carotid Atherosclerotic Plaques in Patients Using Acoustic Radiation Force Imaging (ARFI).

Zhang Yi, Zhang Chao, Yang Yan, Huang Pintong. Department of Ultrasonography, The Second Affiliated Hospital of Wenzhou Medical College, Zhejiang 325027, China

Abstract Objective To quantitatively assess the texture of different types of carotid atherosclerotic plaques in patients using acoustic radiation force imaging (ARFI). **Methods** A total of 125 plaques in 87 patients were divided into three groups; group A including 57 soft plaques, group B including 37 mixed plaques and group C including 31 hard plaques. Acoustic radiation force imaging was then used to measure the shear wave velocities of each plaque of the three groups. The results of the three groups were compared by pairwise comparison. **Results** SWV of the soft plaques was the slowest, next was the mixed plaques, and the SWV of the hard plaques is the fastest. The shear wave velocities between every two groups were significantly different ($P = 0.000$). **Conclusion** The texture of carotid atherosclerotic plaques can be evaluated quantitatively using acoustic radiation force imaging.

Key words Ultrasonography; Carotid stenosis; Acoustic radiation force imaging

动脉粥样硬化斑块一直是临床研究的热点, 不稳定的斑块更是引起临床心血管急性事件的主要原因。识别不同类型的粥样硬化斑块, 早期发现易损斑块并给予干预, 阻止易损斑块的继续发展, 对病人疾病的转归有很大帮助。本研究运用声辐射力脉冲成像 (acoustic radiation force imaging, ARFI) 技术测定不同类型颈动脉斑块的剪切波传播速度 (shear wave velocities, SWV), 初步定量评估不同类型斑块的弹性特征。

资料与方法

1. 研究对象: 2010 年 8 月 ~ 2011 年 9 月间在笔者医院就

诊的 87 例伴有颈动脉粥样斑块的患者, 录入标准: ①接受至少 1 次的头部 CT 或 MRI 检查排除脑部出血性病变, 常规心脏超声检查排除心源性脑梗死和冠心病; ② 87 例伴有颈动脉粥样斑块患者的年龄 38 ~ 84 岁; ③至少有 1 个斑块厚度 $\geq 2.5\text{mm}$, 且该斑块位于颈动脉分叉附近。所有斑块被分为 3 组: 软斑块组, 57 例, 斑块厚度 2.5 ~ 5.1mm; 混合斑块组, 37 例, 斑块厚度 2.5 ~ 5.1mm; 硬斑块组, 31 例, 斑块厚度 2.5 ~ 5.5mm。所有患者均有详细的临床资料和实验室检查结果。

2. 仪器与方法: 采用 Siemens Acuson S2000 超声诊断仪, 914 线阵探头, 频率 8MHz。检查方法: 嘱患者平卧位, 充分暴露颈部。先纵向和横向扫查颈动脉, 根据 Hodgson 等的斑块分类标准, 把内部回声均匀且低于管壁回声的斑块定义为软斑块; 内部回声均匀且高于管壁回声的斑块定义为硬斑块; 内部回声不均匀, 既有高于管壁, 也有低于管壁的斑块定义为混合斑块^[1]。选取最大厚度的斑块, 在清晰显示斑块二维图像后, 切换至 ARFI 测量模式。在颈动脉的长轴切面, 固定探头于斑块处, 将 ARFI 测量框移至适合位置, 尽量包括整个斑块而尽可能避开周围组织。每次测量前嘱患者屏住呼吸, 在颈动脉的舒张期进行测量, 获得 1 个 SWV。在同一位置连续测

基金项目: 国家自然科学基金面上项目 (81071164); 浙江省自然科学基金资助项目 (Y208718); 浙江省科学技术厅科学计划项目 (2008C33012)

作者单位: 325027 温州医学院附属第二医院超声科 (张毅、张超、杨琰、黄品同); 310000 浙江大学医学院附属第二医院超声科 (黄品同)

通讯作者: 黄品同, 主任医师, 教授, 电子邮箱: huangpintong@126.com

量 5 次以上,取其平均值作为该斑块的 SWV。

3. 统计学方法:收集整理各组各个斑块的最大厚度及 SWV 值。各斑块的斑块平均厚度及 SWV 均值以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示。使用 SPSS 16.0 统计软件,3 组斑块的厚度及 SWV 值比较用 *Kruskal - Wallis* ($K - W$ 检验)秩和检验,3 组斑块 SWV 值的两两比较用 *Nemenyi* 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

3 组斑块共 125 个。其中软斑 57 个, 厚度 $2.5 \sim 5.1 \text{ mm}$ ($3.47 \pm 0.76 \text{ mm}$); 混合斑 37 个, $2.5 \sim 5.1 \text{ mm}$ ($3.29 \pm 0.61 \text{ mm}$); 硬斑 31 个, $2.5 \sim 5.5 \text{ mm}$ ($3.25 \pm 0.61 \text{ mm}$)。3 组斑块的厚度两两比较, 差异无统计学意义 (软斑组和混合斑组比较, $P = 0.173$; 软斑组和硬斑组比较, $P = 0.173$; 混合斑组和硬斑组比较, $P = 0.818$), 详见表 1。

表 1 $K-W$ 检验比较 3 组斑块 SWV 值的差异

组别	例数(个)	斑块厚度(mm)	SWV 均值(m/s)
1 组	57	3.47 ± 0.76 [△]	1.27 ± 0.19 [▲]
2 组	37	3.25 ± 0.61 [★]	2.42 ± 0.11
3 组	31	3.29 ± 0.61 [■]	3.40 ± 0.38

1 组. 软斑块组; 2 组. 混合斑块组; 3 组. 硬斑块组。1 组和 2 组斑块厚度比较, $\Delta P=0.173$; 2 组和 3 组斑块厚度比较, $\star P=0.173$; 1 组和 3 组斑块厚度比较, $\blacksquare P=0.818$; $K-W$ 检验 3 组斑块 SWV 比较, χ^2 值 = 107.143; $K-W$ 检验 3 组斑块 SWV 比较, $\blacktriangle P=0.000$

不同类型的动脉粥样斑块之间做 $K-W$ 秩和检验, 3 组斑块间的 SWV 比较差异有统计学意义 ($P = 0.000$); 进一步将 3 组斑块的 SWV 做 *Nemenyi* 检验多重比较, 软斑块组斑块 SWV 最慢, 其次是混合斑块组, 硬斑块组斑块 SWV 最快, 差异有统计学意义 (软斑块组和混合斑块组斑块 SWV 比较, $P = 0.000$; 软斑块组和硬斑块组斑块 SWV 比较, $P = 0.000$; 混合斑块组和硬斑块组斑块 SWV 比较, $P = 0.000$) (图 1 ~ 图 3, 表 1、表 2)。

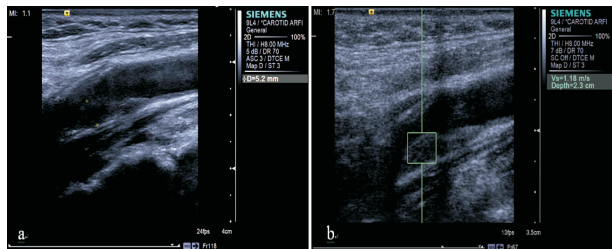


图 1 软斑块

a. 斑块二维声像图;b. 同一斑块的 $SWV = 1.18\text{m/s}$

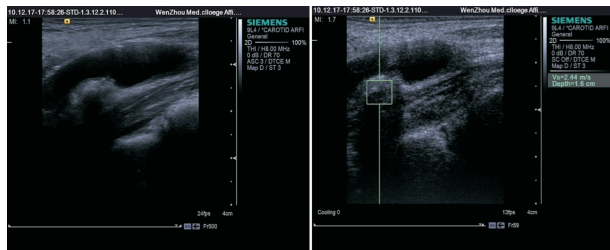


图 2 混合斑块

a. 斑块二维声像图;b. 同一斑块的 $SWV = 2.44\text{m/s}$

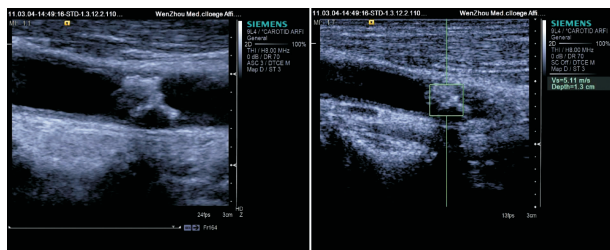


图 3 硬斑块

a. 斑块二维声像图;b. 同一斑块的 $SWV = 5.11\text{m/s}$

表 2 不同斑块组间的 *Nemenyi* 检验多重比较

组间比较	χ^2	P
1 组与 2 组	37.76	0.00
2 组与 3 组	14.86	0.00
1 组与 3 组	100.38	0.00

1 组. 软斑块组; 2 组. 混合斑块组; 3 组. 硬斑块组

讨 论

颈动脉粥样斑块是缺血性脑卒中的主要病因。传统观点认为颈动脉粥样斑块的狭窄程度与同侧卒中发病率呈正相关。随着研究的深入,发现真正因为管腔狭窄引起缺血或低灌注导致脑梗死只占临床事件发生的一小部分,多数为斑块成分脱落导致的脑梗死^[2]。斑块越软,其纤维帽越薄,炎症反应越活跃,平滑肌成分则相对越少,斑块内脂核越大,承受的应力越大,越易于破裂^[2];而稳定性斑块由于含纤维帽较厚,甚至已钙化,脂核较小,炎症反应较轻,承受的应力较小,故不易脱落引发心脑血管事件。

目前用于检测颈动脉斑块的方法很多,如常规超声检查根据斑块的回声来判断斑块的质地;超声造影评价脑梗死患者颈动脉软斑内新生血管^[3];运用血管内超声(intravascular ultrasound, IVUS)、光学相干成像(optical coherence tomography, OCT)、CT、MRI等一系列技术研究斑块的特点^[4-7];血清学标志物与斑块发生发展的相关性等^[8]。但是,上述方法都有一定的缺陷,如灰阶超声仅根据斑块的回声特性进行大

致的判断,根据回声高低把斑块分为软斑、硬斑和混合斑等,但回声高低仅反映组织间的声阻抗差,并不能真正反映组织的质地;IVUS 虽然能提供管腔、管壁横断面图像,分辨出斑块的大小、组成及分布情况,但诊断斑块破裂及血栓形成一直是 IVUS 显像上的难题^[4];OCT 是一种新的血管内成像方法,由于其良好的图像分辨力,能更为精确地分辨粥样斑块的细节特征,成为识别易损斑块、判断支架贴壁情况及支架内再狭窄和血栓形成的一种新手段,在急性冠脉综合征诊断和指导治疗中有巨大的应用价值,但设备的昂贵及检查方法的有创性限制了其在临床的广泛应用等。

ARFI 是近年来推出的一种无创评估组织弹性的超声成像技术,其原理是利用调制的聚焦超声波束在生物黏弹性组织内产生声剪切波,然后用特定的电子系统采集组织内剪切波信号,由于聚焦区外辐射力迅速衰减,剪切波只局限于组织内部区域,因此可以获得感兴趣区域的 SWV,进而通过 SWV 进行组织弹性模量估计,SWV 越快说明组织质地越硬,反之说明组织质地越软。目前该技术已运用于肝纤维化的分期及分级等^[9,10]。

本研究将 125 个斑块分为软斑块组、混合斑块组及硬斑块组,应用 ARFI 技术分别测定 3 组各个斑块的 SWV 值,从而初步评估 3 组斑块的弹性特征。本组资料显示,3 组斑块的厚度无统计学差异,通过 $K-W$ 秩和检验及 *Nemenyi* 检验得知,软斑块组斑块 SWV 最慢,其次是混合斑块组,硬斑块组斑块 SWV 最快,差异有统计学意义,这和组织的 SWV 与其弹性系数成反比的结论相符^[10]。软斑块由于纤维帽薄,脂质核心大,承受的应力较大,故弹性系数也较大,SWV 较小;反之,硬斑块由于其纤维成分已钙化,脂质成分甚少,则所承受的应力较小,则弹性系数较小,SWV 较大。笔者发现,部分软斑块的 SWV 测值比部分混合斑块的大,可能是由于部分软斑块的纤维成分较多,脂质成分相对较少,故 SWV 均值可能较大,而部分混合斑块的脂质成分较多,纤维帽较薄,只是纤维帽表面出现钙化现象,故 SWV 均值可能较小。由此看出,ARFI 技术可根据斑块的 SWV 的大小对斑块的质地及稳定性提供一定参考。

总之,与其他斑块检测技术相比,ARFI 技术具有价格低廉、操作简单且能较准确的判断斑块的质地等优点。尽管由于 ARFI 的测量框大小无法调整,使其应用仍有一定的局限性,但相信随着其不断发展,ARFI 技术有望成为斑块的又一诊断手段,为减少心脑血管事件的发生及治疗不稳定性斑块提供一定的参考。

参考文献

- 1 Hodgson JM, Reddy KG, Suneja R, *et al.* Intracoronary ultrasound imaging: correlation of plaque morphology with angiography, clinical syndrome and procedural results in patients undergoing coronary angioplasty [J]. *J Am Coll Cardiol*, 1993, 21(1): 35-44
- 2 Homburg PJ, Rozie S, van Gils MJ, *et al.* Atherosclerotic plaque ulceration in the symptomatic internal carotid artery is associated with nonlacunar ischemic stroke [J]. *Stroke*, 2010, 41(6): 1151-1156
- 3 黄品同,林苗,田新桥,等. 超声造影对脑梗死患者颈动脉软斑块内新生血的评价 [J]. *中华超声影像学杂志*, 2007, 16(12): 1045-1047
- 4 Mitroshkin MG, Ezhov MV, Matchin IuG, *et al.* Value of the spectral analysis of radiofrequency intravascular ultrasound data in the evaluation of nonsignificant coronary lesions in chronic CHD patients [J]. *Kardiologiia*, 2011, 51(10): 4-8
- 5 Stamper D, Weissman NJ, Breainski M. Plaque characterization with optical coherence tomography [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2006, 47(8 Suppl): C69-C79
- 6 De Weert TT, Ouhlous M, Meijering E, *et al.* *In vivo* characterization and quantification of atherosclerotic carotid plaque components with multidetector computed tomography and histopathological correlation [J]. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, 2006, 26(10): 2366-2372
- 7 Clarke SE, Beletsky V, Hammond RR, *et al.* Validation of automatically classified magnetic resonance images for carotid plaque compositional analysis [J]. *Stroke*, 2006, 37(1): 93-97
- 8 Scridon T, Novaro GM, Bush HS, *et al.* Reclassification of patients for aggressive cholesterol treatment: additive value of multislice coronary angiography to the National Cholesterol Education Program guidelines [J]. *Clin Cardiol*, 2008, 31(9): 419-423
- 9 Fierbinteanu - Braticевич C, Andronescu D, Usvat R, *et al.* Acoustic radiation force imaging sonoelastography for noninvasive staging of liver fibrosis [J]. *World J Gastroenterol*, 2009, 15(44): 5525-5532
- 10 Osaki A, Kubota T, Suda T, *et al.* Shear wave velocity is a useful marker for managing nonalcoholic steatohepatitis [J]. *World J Gastroenterol*, 2010, 16(23): 2918-2925

(收稿:2011-12-02)

(修回:2011-12-06)