

声脉冲辐射力弹性成像对急性缺血性卒中易损斑块的评估价值

姚俊东, 张周龙, 王运昌

河南科技大学临床医学院 河南科技大学第一附属医院超声科, 河南 洛阳 471003

摘要: **目的** 探讨声脉冲辐射力弹性成像技术 (ARFI) 在急性缺血性卒中患者易损斑块 (VP) 诊断中的应用及其价值。**方法** 筛选 2016 年 11 月至 2017 年 6 月收治的 95 例伴有 VP 的患者, 根据 MRI 或 CT 证实有、无急性缺血性卒中分为急性缺血性脑卒中患者 (有症状组, 53 例) 和无心脑血管病患者 (无症状组, 42 例), 依次进行常规超声及 ARFI 技术测量并分析 VP 的长度、厚度及剪切波速度 (SWV)。**结果** 有症状组的 SWV 小于无症状组 $[(1.92 \pm 0.57) \text{ m/s vs } (2.40 \pm 0.59) \text{ m/s}, t = 4.017, P < 0.01]$; 有症状组与无症状组两组间 VP 的长度、厚度差异均无统计学意义 (P 均 > 0.05)。SWV 对症状有无鉴别的 ROC 曲线分析显示, 曲线下面积为 0.688, 95% CI 为 0.575 ~ 0.801, $P = 0.002$; 当 SWV 截点值为 2.190 m/s 时, 其预测急性缺血性卒中发生的灵敏度为 66.04%, 特异度为 76.19%, 阳性预测值为 77.78%, 阴性预测值为 64.00%。**结论** ARFI 技术通过测量 VP 的 SWV 对 VP 的质地进行量化分析, VP 内部质地越软, SWV 越低, 急性缺血性脑卒中的发生风险就越大, 从而可对预测急性缺血性卒中的发病提供一定的客观依据。

关键词: 急性缺血性脑卒中; 声脉冲辐射力弹性成像技术; 易损斑块; 剪切波速度; 量化分析

中图分类号: R 445.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1674-8182(2018)04-0551-04

Evaluation value of acoustic radiation force impulse imaging on vulnerable plaque in acute ischemic stroke

YAO Jun-dong, ZHANG Zhou-long, WANG Yun-chang

Department of Ultrasound, School of Clinical Medicine, Henan University of Science and Technology,

The First Affiliated Hospital of Henan University of Science and Technology, Luoyang, Henan 471003, China

Corresponding author: ZHANG Zhou-long, E-mail: zzlnn006@163.com

Abstract: Objective To investigate the application and value of acoustic radiation force impulse (ARFI) imaging on vulnerable plaque (VP) in acute ischemic stroke. **Methods** A total of 95 VP patients who were treated from November 2016 to June 2017 were selected and divided into symptomatic group ($n = 53$, with acute ischemic stroke) and asymptomatic group ($n = 42$, without cardio cerebrovascular disease) according to MRI or CT. The length, thickness and shear wave velocity (SWV) of VP were measured and analyzed by conventional ultrasound and ARFI. **Results** The SWV in symptomatic group was lower than that in asymptomatic group $[(1.92 \pm 0.57) \text{ m/s vs } (2.40 \pm 0.59) \text{ m/s}, t = 4.017, P < 0.01]$, but there were no significant difference between two groups in the length and thickness of VP (all $P > 0.05$). The analysis of SWV's differential receiver operating characteristic (ROC) curve showed that the area under the curve was 0.688, and 95% CI: 0.575 - 0.801, $P = 0.002$. When the cut-off value of SWV was 2.190 m/s, the sensitivity of acute ischemic stroke prediction sensitivity was 66.04%, and specificity was 76.19%, the positive and negative predictive value were 77.78% and 64.00%. **Conclusions** ARFI could quantify the texture of VP by measuring the SWV of VP. The softer the VP and the lower the SWV, the greater the risk of acute ischemic stroke. Thus, ARFI could provide some objective basis for predicting the incidence of acute ischemic stroke.

Key words: Acute ischemic stroke; Acoustic radiation force impulse imaging; Vulnerable plaque; Shear wave velocity; Quantitative analysis

流行病学统计显示,目前急性缺血性卒中(acute cerebral ischemic stroke, ACIS)已经成为我国致死率和致残率第一位的疾病。颈动脉粥样硬化是 ACIS 的主要因素,有文献报道,动脉粥样斑块致使动脉管腔狭窄或闭塞而引起的低灌注所导致的 ACIS 所占比例较小,而易损斑块(vulnerable plaque, VP)也称不稳定斑块的突然破裂才是 ACIS 发生的重要危险因素^[1-2]。因此对于 VP 进行早期识别及评估其稳定性,进而为临床的提前干预提供客观依据就显得格外重要。本研究应用声脉冲辐射力弹性成像技术(ARFI)对有症状组和无症状组的 VP 进行剪切波速度(shear wave velocity, SWV)的量化分析,初步研究 ARFI 评估 VP 的内部质地及其与 ACIS 发生的相关性。

1 资料与方法

1.1 一般资料 筛选 2016 年 11 月至 2017 年 6 月于河南科技大学一附院就诊的 95 例伴有 VP 的患者作为研究对象,根据 MRI 或 CT 证实有、无 ACIS 分为 ACIS 患者(有症状组)和无心脑血管病患者(无症状组)。有症状组 53 例,男 31 例,女 22 例,年龄(65.25 ± 12.55)岁;无症状组 42 例,男 28 例,女 14 例,年龄(64.79 ± 11.50)岁。所有病例均有相应的临床资料及相关检查检验结果。纳入标准:(1)均经过 MRI 或 CT 证实;(2)均行超声心动图检查;(3)至少有一处位于动脉分叉处的 VP 且厚度 > 2.5 mm。排除标准:(1)颅内血管畸形;(2)颅内出血性病损;(3)心源性卒中;(4)大动脉炎。

1.2 仪器 Siemens Acuson S2000 超声仪器,9L4 线阵探头,频率为 8 MHz。

1.3 方法 根据不稳定斑块(亦即 VP)的特征^[3],将低回声斑、等回声斑、混合回声斑及溃疡斑作为不稳定斑块,嘱患者处于舒服的仰卧位,将其头部后仰使得颈部完全暴露,将其头部向检查的对侧偏斜,在常规二维超声下,于颈动脉短轴上连续动态扫查,测量并记录斑块的位置、长度、厚度、形态以及回声等情况。在患者屏住呼吸后,选取斑块的长轴切面上并予以固定,调节并移动 ARFI 取样框,使其最大限度地包含整个斑块,测量出 VP 的 SWV,为减小误差,每个 VP 需同等条件下多次测量取平均值。见图 1。

1.4 统计学方法 使用 SPSS 22.0 软件进行统计分析。计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组间比较采用成组 t 检验。绘制 ROC 曲线,获得曲线下最大面积、截点值及截点值的灵敏度及特异度,计算其阴性预测值及阳性预测值。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 有症状组与无症状组一般情况比较 有症状组和无症状组年龄、性别比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。

2.2 有症状组与无症状组超声检查相关指标结果比较 两组 SWV 比较差异有统计学意义($t = 4.017$, $P < 0.01$);两组斑块的长度、厚度比较均无统计学差异($P > 0.05$)。见表 2。两组颈动脉超声图像见图 1。

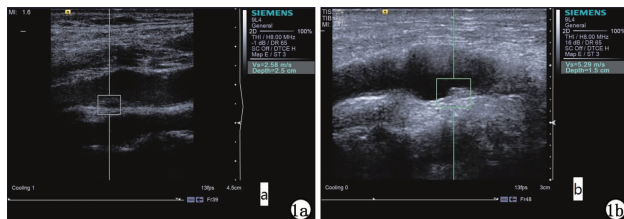
2.3 SWV 对症状有异的鉴别价值分析 SWV 鉴别症状有异的 ROC 曲线分析显示,曲线下面积 0.688,95% CI 为 0.575 ~ 0.801, $P = 0.002$;SWV 对症状的有异有鉴别意义;当 SWV 截点值为 2.190 m/s 时,其预测 ACIS 的灵敏度为 66.04%,特异度为 76.19%,阳性预测值为 77.78%,阴性预测值为 64.00%。见图 2。

表 1 有症状组与无症状组一般情况比较

组别	例数	年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	性别[例(%)]	
			男性	女性
无症状组	42	64.79 ± 11.50	28 (66.67)	14 (33.33)
有症状组	53	65.25 ± 12.55	31 (58.49)	22 (41.51)
t/χ^2 值		0.184	0.666	
P 值		0.855	0.415	

表 2 有症状组与无症状组超声检查相关指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	SWV (m/s)	斑块长度 (mm)	斑块厚度 (mm)
无症状组	42	2.40 ± 0.59	11.92 ± 5.16	3.00 ± 0.84
有症状组	53	1.92 ± 0.57	13.64 ± 1.20	2.98 ± 0.99
t 值		4.017	1.302	0.111
P 值		0.001	0.196	0.912



注:1a:无症状组;1b:有症状组。

图 1 两组颈动脉超声

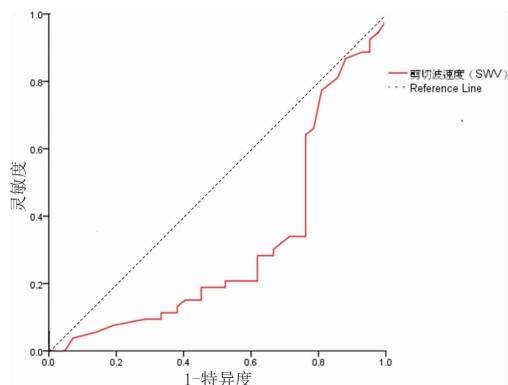


图 2 SWV 鉴别症状有异的 ROC 曲线

3 讨论

动脉粥样硬化过程是心脑血管疾病发生的重要基础病变,病变在早期表现为局限性或者弥漫性的颈动脉内-中膜的融合,致使内-中膜增厚,当内-中膜厚度(IMT) > 1.5 mm 时,向动脉管腔内部凸起,或者内-中膜局限性增厚,与周边内-中膜的厚度相比,厚约 50%,可称之为颈动脉粥样斑块。传统观点认为,由于颈动脉粥样斑块(carotid plaque, CP)致使动脉管腔狭窄和组织的缺血,最终致使 ACIS 发生,所以治疗的重点是致力于 CP 的缩小^[4]。但近些年来一些回顾性分析表明,增加 CP 的稳定性才是重要机制,而不是 CP 的大小及颈动脉管腔的狭窄程度^[5-6]。Naghavi 等^[7]于 2003 年对 VP 的定义进行完善和总结,指出那些具有形成血栓倾向或能够快速发展为罪犯斑块的 CP 为 VP。VP 的基本特征:不完整或薄的纤维帽、较大的脂质核心、斑块内部出血、丰富的炎症细胞浸润以及病理性血管增生^[8]。

目前临床上用于 VP 的检查手段有很多种,包括血管内超声(IVUS)、常规超声、磁共振成像(MRI)、CTA、DSA、光学相干断层扫描技术(OCT)、血管内镜、核成像和免疫荧光成像等,在对 VP 的诊断技术方面都取得了巨大的进步^[9],但上述方法也有一定的局限性,如常规超声仅在检测斑块的回声及形态方面有优势,而对斑块内部的质地却无法评估;血管内超声对管腔及斑块的形态特征能够有效显示,但对斑块的内部出血及破裂却不能准确呈现^[10];OCT 是一种迅速发展的成像技术,能够清晰显示感兴趣组织的细微结构,使其成为 VP 筛查的可靠检测手段,但因其价格昂贵及有创性又难以在临床广泛应用;DSA 是检测颈动脉粥样硬化及管腔狭窄程度的金标准,但对斑块内部的成分及性质的检测价值不高,自身的有创性又容易引起相关的并发症^[11]。

近些年,弹性成像技术作为临床研究领域的一项新检测技术,其在各个领域的研究也非常热门。其中 ARFI 技术在评估 VP 内部成分、质地方面有独到之处,其通过向感兴趣组织施加压力辐射,检测组织在不同时间点相应的应变情况,从而分析组织的黏弹性^[12]。感兴趣组织的硬度与 SWV 成正相关。本研究应用 AFRI 技术测量 VP 的 SWV,对 VP 的内部质地进行初步量化评估,结果显示,有症状组的 SWV 小于无症状组,说明有症状组的 VP 质地较无症状组软、不稳定,这和组织感兴趣区的 SWV 值与其弹性系数成反比的研究结果相一致^[13];对于斑块长度和斑块厚度,有症状组与无症状组比较差异均无统计学意

义。VP 因其纤维帽较薄、脂质核心较大、内部炎症细胞浸润、纤维成分相对较少,所承受的应变力较大,内部质地较软,SWV 就越慢;相反,内部质地越硬,SWV 就越快。因此,可以依据 ARFI 技术测量 VP 的 SWV 值从而对 VP 的易损性及内部的成分、质地进行初步评价。根据绘制的 ROC 曲线所知,曲线下最大面积:0.688,当 SWV 截点值为 2.190 m/s 时,预测 ACIS 发生的灵敏度 66.04%,特异度 76.49%,阳性预测值 77.78%,阴性预测值 64.00%。

本研究的特点:(1)在目前国内 ARFI 技术广泛应用于乳腺、甲状腺及肝纤维化分级方面的大环境下,应用 AFRI 技术无创性的对 VP 内部质地进行评估较少见;(2)通过测量 VP 的 SWV 对 ACIS 的发生风险进行初步预测。本研究的不足:(1)入组患者例数相对较少,结果容易出现偏倚;(2)ARFI 技术容易受到呼吸、颈动脉搏动因素的影响,且取相框大小不可调节;(3)所筛选出的感兴趣斑块未必就一定是责任斑块。

对下一步研究的设想:(1)扩大样本量;(2)结合超声造影对 VP 的内部质地进行分析;(3)对于纳入斑块的筛选更加细化,确保全部或大部分为责任斑块;(4)关注弹性成像的发展趋势,优化操作流程,减少人为误差。

综合分析,ARFI 技术作为一种无创性检查手段,可以通过测量 VP 的 SWV 值对其内部的质地、易损性进行量化评估,VP 内部质地越软,越不稳定,ACIS 的发生风险就越大,从而为 ACIS 的提前干预提供一定的参考依据。

参考文献

- [1] 刘国荣,姚林,王大力. 颈动脉粥样硬化斑块易损性的临床研究进展[J]. 中华老年心脑血管病杂志,2012,14(7):778-780.
- [2] 李玲玲,潘燕,张桂萍,等. 颈动脉斑块的稳定性与脑梗死程度的临床研究[J]. 中国医药指南,2012,10(9):17-19.
- [3] 勇强,张蕾,王丽娟,等. 颈动脉斑块风险等级的超声评价[J]. 血管与腔内血管外科杂志,2016,2(4):278-281.
- [4] 韦立新. 不稳定斑块破裂的形态学及发生机制的病理学研究进展[J]. 国外医学(生理、病理科学与临床分册),2003,23(5):441-443.
- [5] Rosenson RS, Tangney CC. Antiatherothrombotic properties of statins; implications for cardiovascular event reduction[J]. JAMA, 1998,279(20):1643-1650.
- [6] Richardson PD, Davies MJ, Born GV. Influence of plaque configuration and stress distribution on fissuring of coronary atherosclerotic plaques[J]. Lancet, 1989,2(8669):941-944.
- [7] 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.

- [8] 张洁,周聊生,史浩,等. 易损斑块组织特征的影像学研究进展[J]. 中国动脉硬化杂志,2013,21(3):285-288.
- [9] Pasterkamp G, Falk E, Woutman H, et al. Techniques characterizing the coronary atherosclerotic plaque: influence on clinical decision making[J]. J Am Coll Cardiol, 2000, 36(1):13-21.
- [10] Nightingale KR, Palmeri ML, Nightingale RW, et al. On the feasibility of remote palpation using acoustic radiation force[J]. J Acoust Soc Am, 2001, 110(1):625-634.
- [11] 李明华,李梅. 易损斑块的影像学检查方法[J]. 磁共振成像, 2010, 1(6):411-414.
- [12] 王彬,李发琪. 声辐射力弹性成像:弹性成像的新发展[J]. 中国医学影像技术, 2011, 27(4):852-856.
- [13] 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.

收稿日期:2017-10-17 修回日期:2017-11-04 编辑:周永彬

· 医疗技术 ·

256 层 iCT 迭代重建技术低剂量扫描 在颈部血管成像中的应用

张涛, 陆健, 黄爱娜, 张学琴, 王绍刚, 沈继明
江苏省南通市第三人民医院医学影像科, 江苏 南通 226000

摘要: **目的** 探讨 256 层 iCT iDOSE 迭代重建技术低剂量扫描在颈部血管 CT 血管造影(CTA)中的临床价值。**方法** 选取 2016 年 6 月至 2017 年 4 月需行颈部血管 CTA 检查的 64 例患者,随机分为 A、B 两组,每组 32 例。A 组采用 iDOSE 迭代重建技术及管电流 100 mAs; B 组采用滤波反投影重建算法及管电流 250 mAs,其他参数两组均保持不变。采用独立 *t* 检验比较两组图像不同解剖位置的动脉强化 CT 值、有效辐射剂量以及图像质量主观评分。**结果** A 组主动脉弓、颈总动脉起始端、颈内动脉起始端血管内 CT 值分别为(364.61 ± 57.65)HU、(400.09 ± 65.83)HU、(337.35 ± 54.29)HU, B 组主动脉弓、颈总动脉、颈内动脉起始端血管内 CT 值分别为(372.76 ± 56.83)HU、(393.28 ± 64.94)HU、(336.06 ± 61.84)HU;组间差异均无统计学意义(*P* 均 > 0.05)。A、B 组图像质量评分分别为(4.40 ± 0.40)分、(4.10 ± 0.30)分, A 组显著高于 B 组(*t* = 3.39, *P* < 0.01);辐射剂量分别为(1.58 ± 0.09)mSv、(7.60 ± 0.88)mSv, A 组显著低于 B 组(*t* = 38.50, *P* < 0.01)。**结论** 采用 iDOSE 迭代重建技术低剂量扫描行颈部 CTA 检查,在满足临床诊断要求的前提下,既可提高图像质量又可有效降低辐射剂量。

关键词: X 线电子计算机断层扫描; 迭代重建技术; iDOSE 重建算法; 颈部血管; 辐射剂量

中图分类号: R 445.3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1674-8182(2018)04-0554-04

Application of low-dose scanning with iterative reconstruction technique in 256-slice iCT angiography for cervical arteries

ZHANG Tao, LU Jian, HUANG Ai-na, ZHANG Xue-qin, WANG Shao-gang, SHEN Ji-ming

Department of Radiology, Nantong Third People's Hospital Affiliated to Nantong University, Nantong, Jiangsu 226000, China

Corresponding author: LU Jian, E-mail: 19931067@qq.com

Abstract: Objective To explore the clinical value of low dose scanning in 256-slice iCT iterative reconstruction (iDOSE) in cervical computed tomography angiography (CTA). **Methods** From June 2016 to April 2017, 64 patients receiving CTA examination were randomly divided into group A and group B (*n* = 32, each). In group A, iDOSE iterative reconstruction technique and tube current of 100 mAs was used, and filtered back projection reconstruction method and tube current of 250 mAs was used in group B. The other parameters remained unchanged in two groups. By independent T test, enhanced CT value of arteries, effective radiation dose and subjective image quality score were compared at different anatomical positions between two groups. **Results** CT values of the aortic arch, the origin of common carotid artery and the origin of internal carotid artery were (364.61 ± 57.65)HU, (400.09 ± 65.83)HU, (337.35 ± 54.29)HU respectively in