

剪切波弹性成像技术对颈动脉粥样斑块稳定性的初步评估

俞飞虹, 林红军*

(南京医科大学第一附属医院超声诊断科, 江苏 南京 210029)

[摘要] 目的:采用剪切波实时组织弹性成像技术(shear wave elastography, SWE)探讨其对颈动脉粥样斑块稳定性的应用价值。方法:107 例颈动脉粥样斑块患者分为脑梗死组(56 例)与非脑梗死组(51 例),应用彩色多普勒超声仪分别观测两组颈动脉斑块类型及斑块形态,应用剪切波弹性成像技术观察不同斑块的弹性图像特点并测得斑块平均弹性模量值(SWE1)、斑块近心端弹性模量值(SWE2)及两者的比值(SWE1/SWE2)。结果:①脑梗死组颈动脉斑块以脂质型斑块(60.7%)为主,非脑梗死组以混合型斑块(47.1%)为主,脑梗死组斑块表面呈不规则溃疡型较非梗死组明显增多($P < 0.05$);②超声弹性图像中,脂质型斑块表现为蓝色、黄色为主;混合型斑块表现为不均匀黄色、红色或不规则黄红相间;强回声钙化回声斑块表现为红色为主;③脑梗死组斑块的 SWE2 明显低于非梗死组,而 SWE1/SWE2 则明显增高,差异具有统计学意义($P < 0.05$),两组间 SWE1 比较,差异无统计学意义。结论:剪切波弹性成像技术可以观察斑块的弹性图像特点及定量测得各种斑块弹性模量值,可为动脉粥样硬化斑块稳定性的评估提供更多的信息。

[关键词] 剪切波弹性成像;动脉粥样硬化;斑块;弹性模量值

[中图分类号] R445.1

[文献标志码] B

[文章编号] 1007-4368(2015)10-1487-04

doi:10.7655/NYDXBNS20151036

颈动脉粥样硬化斑块的易损性是诱发缺血性脑卒中的重要危险因素,是导致急性脑血管病的主要原因,而斑块的稳定性与其组成成分密切相关^[1]。剪切波实时组织弹性成像技术(shear wave elastography, SWE)可显示被检测生物组织内部结构的硬度弹性,本研究通过该技术观测颈动脉斑块软硬度及超声弹性成像表现,继而探讨能够有效评价颈动脉粥样硬化斑块稳定性的弹性指标。

1 对象和方法

1.1 对象

选择 2013 年 12 月~2014 年 8 月南京医科大学第一附属医院神经内科诊断的单侧颈动脉支配区脑梗死患者 56 例,其中男 37 例,女 19 例,年龄 46~90 岁,平均(64.7 ± 11.4)岁,脑梗死诊断均符合第 4 次全国脑血管病学术会议修订的诊断标准,本组病例均经头部 CT 或磁共振成像扫描证实,并明确梗死部位。入组患者处于脑梗死急性期,且均排除合并心瓣膜病及心房纤颤。另选取经超声检测颈动脉有粥样硬化斑块、但头部 CT 或磁共振成像扫描证

实无脑梗死住院患者 51 例作为对照组,男 40 例,女 11 例,年龄 48~92 岁,平均(66.0 ± 11.9)岁。两组间年龄差异无统计学意义($P > 0.05$)。本研究经过本单位伦理委员会批准,所有受试者均签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 常规超声检查

采用 Supersonic Imagine Aixplorer 型实时剪切波弹性成像超声诊断仪,探头频率 4~15 MHz。受检者取低枕卧位,头略向后仰,颈部放松稍偏向检查对侧,充分暴露检查部位,以常规二维超声显示颈动脉斑块并进行斑块类型判断和大小测量。

按颈动脉斑块回声类型^[2]分类:①脂质型斑块,斑块成分以脂质为主,灰阶图像显示为低回声或不均质中、低回声;②混合型斑块,由出血、坏死、溃疡、钙化或附壁血栓构成,斑块内强、中、低回声混杂;③钙化型斑块,斑块主要由钙质成分组成,呈强回声。按颈动脉斑块表面形态分类:①规则型斑块,均质中等回声斑块;②溃疡型斑块,斑块相邻表面差值 ≥ 0.4 mm。

1.2.2 弹性成像检查

启动实时剪切波弹性成像模式,取样框移至所要测量的斑块处,所选取样框大小保持一致,待图像稳定后,定帧,存储。每个斑块测量其平均弹性模

[基金项目] 卫生部科研基金(LW201001)

*通信作者 (Corresponding author), E-mail: linhongjun0909@163.com

量值(SWE1)、斑块近心端弹性模量值(SWE2)及两者的比值(SWE1/SWE2),同 1 位置重复测量 3 次,记录并计算均值。同时将实时组织弹性成像检查图像存入仪器和电脑硬盘。操作由一名专职医师执行,检查开始时嘱患者屏气,检测过程中探头轻放于检查部位,并始终保持探头与检查部位垂直固定。

1.3 统计学方法

采用 SPSS16.0 软件进行统计分析,计量资料均符合正态分布,平均值采用均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,并采用两组独立样本的 *t* 检验;计数资料采用 χ^2 检验,以 $P \leq 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 一般临床资料

两组间年龄、性别差异无统计学意义($P > 0.05$),脑梗死组中,有高血压病 41 例,糖尿病 20 例,有吸烟史 27 例;非脑梗死组中高血压病 36 例,糖尿病 13 例,有吸烟史 20 例。两组间伴随疾病比较差异无统计学意义($P < 0.05$,表 1)。

2.2 常规超声检查结果比较

脑梗死组颈动脉斑块以脂质型斑块(60.7%)为

主,非脑梗死组以混合型斑块(47.1%)为主,脑梗死组斑块表面呈不规则溃疡型较非梗死组明显增多($P < 0.05$,表 2)。

2.3 斑块弹性超声检查结果比较

斑块的弹性图表现:脂质型斑块表现为蓝色、黄色为主;混合型斑块表现为不均匀黄色、红色为主或不规则黄红相间;强回声钙化回声斑块表现为红色为主(图 1、2)。脑梗死组斑块的 SWE2 明显低于非梗死组,而 SWE1/SWE2 则明显升高,差异具有统计学意义($P < 0.05$),两组间 SWE1 比较无明显统计学差异(表 3)。

3 讨论

颈动脉粥样硬化斑块是引起缺血性脑卒中的主要原因之一,它也是急性脑血管疾病的重要发病基础^[3],颈动脉粥样斑块的硬度、稳定性以及是否为易损斑块是脑梗死发生和发展的关键因素。颈动脉斑块的稳定性取决于其内部组织结构^[4],脂质坏死核大小、斑块内出血、纤维帽的厚薄及完整性对评价斑块的稳定性均有重要意义。

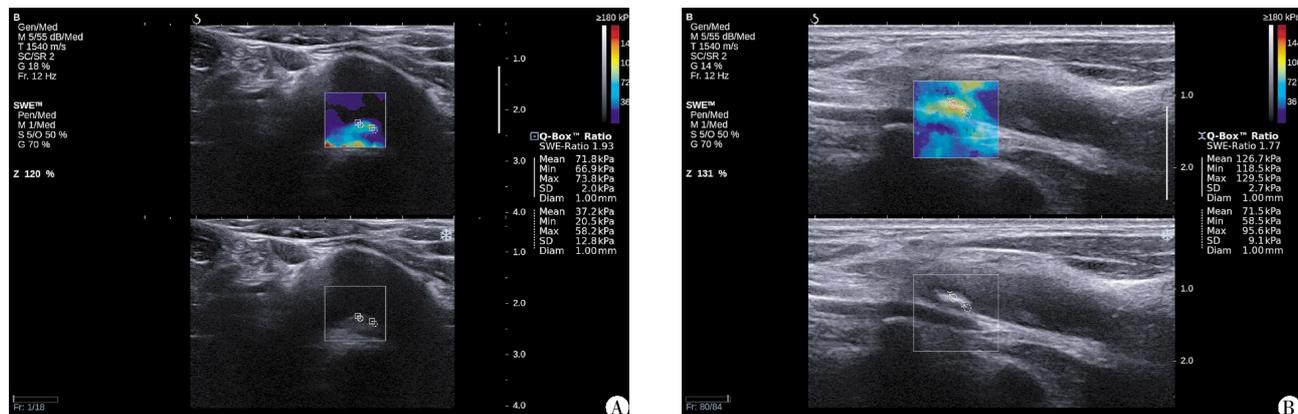
多项研究^[5-7]表示应用无创性超声技术研究斑块

表 1 两组间的临床指标结果比较

| 组别 | n | 年龄(岁) | 性别(男/女) | 糖尿病史[n(%)] | 高血压史[n(%)] | 吸烟史[n(%)] | 总胆固醇(mmol/L) | 甘油三酯(mmol/L) |
|-------|----|-------------|---------|------------|------------|-----------|--------------|--------------|
| 脑梗死组 | 56 | 64.7 ± 11.4 | 37/19 | 20(35.7) | 41(73.2) | 27(48.2) | 4.6 ± 1.1 | 1.6 ± 0.8 |
| 非脑梗死组 | 51 | 66.0 ± 11.9 | 40/11 | 13(25.5) | 36(68.6) | 20(39.2) | 4.4 ± 1.0 | 1.4 ± 0.8 |
| P 值 | | 0.829 | 0.288 | 0.298 | 0.672 | 0.436 | 0.364 | 0.146 |

表 2 两组颈动脉斑块常规超声检查比较 [n(%)]

| 组别 | n | 颈动脉斑块类型 | | | 颈动脉斑块表面形态 | |
|------------|----|----------|----------|----------|-----------|----------|
| | | 脂质型 | 混合型 | 钙化型 | 规则型 | 溃疡型 |
| 脑梗死组 | 56 | 34(60.7) | 12(21.4) | 10(17.9) | 30(53.6) | 26(46.4) |
| 非脑梗死组 | 51 | 15(29.4) | 24(47.1) | 12(23.5) | 39(76.5) | 12(23.5) |
| χ^2 值 | | | 11.34 | | | 6.11 |
| P 值 | | | 0.003 | | | 0.016 |



A: 颈动脉脂质型斑块的弹性成像图; B: 颈动脉混合型斑块的弹性成像图。

图 1 斑块的超声弹性成像图

表 3 两组颈动脉斑块弹性超声检查比较

| 组别 | 斑块平均 SWE (SWE1) | 斑块近心端平 均 SWE(SWE2) | SWE1/SWE2 |
|-------|--------------------|-----------------------|--------------|
| 脑梗死组 | 72.6 ± 28.5 | 50.1 ± 25.7* | 1.72 ± 0.86* |
| 非脑梗死组 | 83.5 ± 40.3 | 69.3 ± 31.7 | 1.34 ± 0.74 |
| t 值 | -0.623 | -3.444 | 2.402 |
| P 值 | 0.108 | 0.001 | 0.018 |

与非脑梗死组比较, *P < 0.05。

的内部病理组织结构,可初步评估斑块的稳定性,预测脑卒中的发生。一般急性脑梗死患者以低回声软斑块为主,无梗死患者以硬斑块为主^[8-9],Troyer 等^[10]报道表面严重不规则的颈动脉斑块与缺血性脑血管病发作明显相关。本研究显示急性脑梗死患者颈动脉斑块以脂质低回声型(60.7%)为主,无梗死患者以混合型(47.1%)为主,并且脑梗死组斑块表面呈不规则溃疡型较非梗死组明显增多,与既往研究结果相似,因此提示颈动脉粥样斑块类型和形态是导致急性脑梗死的基础。

但应用二维超声根据斑块的回声及表面情况判断斑块性质,仅仅反映组织的密度及声阻抗不同,并不能真正反映组织的质地,所以目前尚缺乏早期量化评价颈动脉斑块稳定性的指标。本研究采用实时剪切波弹性成像技术可以定量获得组织的弹性模量的绝对值(单位为 kPa)。弹性模量又称杨氏模量^[11],是反映物质本身弹性性质的物理量,杨氏模量值越大物体越硬。本技术不同于以往手持探头向组织加恒定的压力或微小振动使组织发生形变的超声弹性成像方法,而是由探头自动向体内发射脉冲波继而产生剪切波,通过系统分析定量得到组织的弹性模量值,避免受操作者和组织的影响,因此弹性模量值客观且重复性好。本研究结果表明脂质型斑块中由大量的脂质成分及少量的平滑肌成分组成,内无胶原纤维,故硬度较小,受压后应变较大,显示为蓝色、黄色为主;而钙化型斑块以钙质为主,故硬度较大,受压后应变较小,显示为红色;混合性斑块处于两者之间,以不均匀的黄、红相间为主。

本研究结果显示,脑梗死组的年龄、性别、高血压史、糖尿病史、吸烟史及总胆固醇、甘油三酯与非梗死对照组相比差异不显著,而脑梗死组斑块的 SWE2 明显低于非梗死组,二者差异有统计学意义。说明斑块稳定性与斑块近心端的剪切波弹性密切相关,这是由于斑块纤维帽所受的切应力不同。国内有研究^[12]发现斑块不同部位运动速度、应变不一致,而近心端肩部受到的切应力大小、方向更为混

乱,所以肩部易变切应力更为明显。在易变切应力的作用下,导致斑块肩部纤维帽密度减低,斑块内部脂质沉积增加,从而弹性增加,可压缩性增强,柔软度增加。当发生应激反应时,斑块肩部承受高脉压的能力差,更易引起斑块破裂、血栓形成,从而引发脑梗死的发生。同时也可结合 SWE1/SWE2 比值来辨别,从结果中可看出,梗死组的 SWE1/SWE2 明显高于非梗死组,而由于斑块的平均剪切波弹性 SWE1 两组间无明显统计学意义,进一步说明在斑块近心端肩部易损部位弹性特性改变较斑块平均剪切波弹性改变更早,所以测量斑块近心端的剪切波弹性 SWE2 及 SWE1/SWE2 可能为斑块是否易损的判断提供更敏感的方法。

但本研究亦存在一定局限性:颈动脉粥样硬化斑块 SWE 检测的重复性和一致性目前未进行探讨;SWE 值与病灶大小的关系以及是否受周边组织的影响有待进一步分析;血管搏动对测值的影响并未考虑在内,因此应用 SWE 评价易损斑块的临床应用价值仍有待进一步研究。

综上所述,超声结合实时 SWE,可以初步反映颈动脉粥样硬化斑块的内部组成成分,定量测得斑块弹性模量值可作为判断斑块稳定性的预测指标。

[参考文献]

- [1] Chai CK, Akyildiz AC, Speelman L, et al. Local axial compressive mechanical properties of human carotid atherosclerotic plaques-characterisation by indentation test and inverse finite element analysis [J]. J Biomech, 2013, 46(10):1759-1766
- [2] Mathiesen EB, Bonna KH, Joakimsen O. Echolucent plaques are associated with high risk of ischemic cerebrovascular events in carotid stenosis; the tromso study [J]. Circulation, 2001, 103(17):2171-2175
- [3] Hollander M, Bots ML, Del Sol AI, et al. Carotid plaques increase the risk of stroke and subtypes of cerebral infarction in asymptomatic elderly the Rotterdam study [J]. Circulation, 2002, 105(24):2872-2877
- [4] Salem MK, Sayers RD, Bown MJ et al. Patients with recurrent ischaemic events from carotid artery disease have a large lipid core and low GSM [J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2012, 43(2):147-153
- [5] Allen JD, Ham KL, Dumont DM, et al. The development and potential of acoustic radiation force impulse (ARFI) imaging for carotid artery plaque characterization [J]. Vasc Med, 2011, 16(4):302-311
- [6] 朱娅娟,冯 蕾. 实时超声弹性成像技术对颈总动脉粥样硬化斑块稳定性的评估 [J]. 昆明医学院学报,

2013,34(1):92-95

[7] 张毅,詹坤高,张超,等. 声辐射力脉冲成像技术对脑梗死患者颈动脉粥样斑块质地的检测[J]. 中华超声影像学杂志,2011,20(12):1033-1035

[8] Kitamura A,Iso H,Imano H,et al. Carotid intima-media thickness and plaque characteristics as a risk factor for stroke in Japanese elderly men[J]. Stroke,2004,35(12):2788-2794

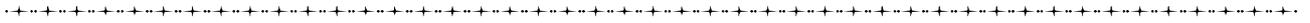
[9] Gronhold ML,Nodestgaard BG,Schroeder TV,et al. Ultrasonic echolucent carotid plaques predict future strokes [J]. Circulation,2001,104(1):68-73

[10] Troyer A,Saloner D,Pan XM,et al. Major carotid plaque surface irregularities correlate with neurologic symptoms [J]. J Vasc Surg,2002,35(4):741-747

[11] Ramnarine KV,Garrard JW,Dexter K,et al. Shear wave elastography assessment of carotid plaque stiffness;in vitro reproducibility study [J]. Ultrasound Med Biol,2014,40(1):200-209

[12] 岳文胜,尹立雪,王珊,等. 孤立性颈动脉粥样硬化斑块内膜长轴切面力学状态的初步超声研究[J]. 中华超声影像学杂志,2008,17(8):681-684

[收稿日期] 2015-02-21



(上接第 1478 页)

um;comparative studies in controls and patients with atrial fibrillation[J]. J Am Soc Echocardiogr,2005,18(7):729-736

[13] Tsang TS,Barnes ME,Gersh BJ,et al. Left atrial volume as a morphophysiological expression of left ventricular diastolic dysfunction and relation to cardiovascular risk burden[J]. Am J Cardiol,2002,90(12):1284-1289

[14] Vaziri SM,Larson MG,Lauer MS,et al. Influence of blood pressure on left atrial size. The Framingham Heart Study[J]. Hypertension,1995,25(6):1155-1160

[15] Goette A,Lendeckel U. Electrophysiological effects of angiotensin II. Part I:signal transduction and basic electrophysiological mechanisms[J]. Europace,2008,10(2):238-241

[16] Wachtell K,Gerds E,Aurigemma GP,et al. Intreatment reduced left atrial diameter during antihypertensive treatment is associated with reduced new-onset atrial fibrillation in hypertensive patients with left ventricular hypertrophy:The LIFE Study[J]. Blood Press,2010,19(3):169-175

[17] Klingbeil AU,Schneider M,Martus P,et al. A meta-analysis of the effects of treatment on left ventricular mass in essential hypertension[J]. Am J Med,2003,115(1):41-46

[18] Thomas L. Leg lifts to assess atrial function [J]. JACC: Cardiovascular Imaging,2013,6(7):759-761

[收稿日期] 2015-02-17