

# 剪切波弹性成像评价急性缺血性脑梗死患者颈动脉僵硬度的可行性分析

吴 猛 周如海 周微霞 宋 芑 黎良达

**摘 要** **目的** 探讨剪切波弹性成像(SWE)技术评价急性缺血性脑梗死患者颈动脉僵硬度的可行性。**方法** 选取我院首发急性缺血性脑梗死患者 153 例(观察组)和同期 150 例健康志愿者(对照组)。应用超声测量双侧颈动脉的血管僵硬度( $\beta$ )、颈动脉内-中膜厚度(CIMT)、血管弹性系数( $E_p$ )、顺应性(AC)及脉搏波传导速度(PWV);SWE 技术测量双侧颈动脉的纵向平均弹性模量的平均值(ME<sub>mean</sub>)、最大弹性模量的平均值(ME<sub>max</sub>)及最小弹性模量的平均值(ME<sub>min</sub>)。比较两组上述各指标,并对  $\beta$  及 PWV 与 ME<sub>mean</sub> 的相关性进行分析;受试者工作特征曲线分析 PWV 和 ME<sub>mean</sub> 在预测急性缺血性脑梗死方面的价值。**结果** 观察组 CIMT、 $E_p$ 、 $\beta$ 、PWV、ME<sub>mean</sub> 及 ME<sub>max</sub> 均明显升高,AC 明显降低,与对照组比较差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。 $\beta$  及 PWV 与 ME<sub>mean</sub> 值均呈正相关( $r = 0.651, 0.723$ , 均  $P < 0.05$ )。PWV、ME<sub>mean</sub> 预测急性缺血性脑梗死的曲线下面积分别为 0.846、0.805。**结论** SWE 能在一定程度上评估急性缺血性脑梗死患者颈动脉的僵硬度,且对急性缺血性脑梗死有一定的预测价值。

**关键词** 剪切波弹性成像;脑梗死,缺血性,急性;脉搏波传播速度;颈动脉僵硬度

[中图分类号] R743.33;R445.1

[文献标识码] A

## Analysis on the feasibility of evaluating carotid artery stiffness in acute ischemic stroke patients by shear wave elastography

WU Meng, ZHOU Ruhai, ZHOU Weixia, SONG Yuan, LI Liangda

Department of Ultrasonic Medicine, Yinzhou People's Hospital, Zhejiang 315040, China

**ABSTRACT** **Objective** To analyze the feasibility of evaluating carotid artery stiffness in patients with acute ischemic stroke by shear wave elastography(SWV).**Methods** One hundred and fifty-three patients with acute ischemic stroke(observation group) and 150 healthy volunteers(control group) were enrolled.Carotid vascular stiffness( $\beta$  value), carotid artery medial thickness(CIMT),vascular elasticity coefficient( $E_p$ ),vascular compliance(AC) and pulse wave velocity(PWV) were measured by ultrasound.The average values of longitudinal average elastic modulus(ME<sub>mean</sub>),the maximum elastic modulus(ME<sub>max</sub>) and minimum elastic modulus(ME<sub>min</sub>) were calculated by SWE for bilateral carotid arteries.The related indexes of the two groups were analyzed.The correlation between  $\beta$  value,PWV and ME<sub>mean</sub> were analyzed.ROC curve was used to evaluate the prognostic value of PWV and ME<sub>mean</sub> in patients with acute ischemic stroke.**Results** Compared with the control group,CIMT,  $E_p$ , $\beta$  value,PWV,ME<sub>mean</sub> and ME<sub>max</sub> value of observation group were significantly increased,while AC was significantly decreased(all  $P < 0.05$ ).  $\beta$  value and PWV were positively correlated with ME<sub>mean</sub> value( $r = 0.651, 0.723$ , both  $P < 0.05$ ).The area under ROC curve of PWV and ME<sub>mean</sub> predict of acute ischemic stroke were 0.846 and 0.805.**Conclusion** In a certain extent, SWE is helpful to evaluate carotid artery stiffness in patients with acute ischemic stroke, and it is valuable to predict acute ischemic stroke.

**KEY WORDS** Shear wave elastography;Cerebral infarction, ischemic, acute;Pulse wave velocity;Carotid arterial stiffness

基金项目:宁波市鄞州区科技计划项目(2015-96);宁波市鄞州区社会发展科研项目(2017-15)

作者单位:315040 浙江省宁波市鄞州人民医院超声医学科(吴猛、周如海、周微霞、宋芑),神经内科(黎良达)

急性缺血性脑梗死具有发病急、死亡率高及致残率高等特点,加强对颅脑血管弹性的检测有利于脑梗死疾病的早期防治,改善患者的预后。颈动脉弹性模量是检查颈动脉弹性的一项重要临床指标,分为环向模量和纵向模量两种<sup>[1]</sup>,脉搏波传导速度(PWV)是目前临床评价动脉弹性的“金标准”<sup>[2]</sup>,但是 PWV 仅能反映动脉环向模量的变化。因此,如何准确评估环向模量正常而纵向模量异常者的颈动脉弹性问题,成为了困扰临床工作者的难题。实时剪切波弹性成像(SWE)技术是在声辐射脉冲控制技术的基础上,利用超高速成像技术测量剪切波来反映动脉纵向模量的变化,有望成为检测动脉纵向弹性模量变化的诊断技术。本研究应用 SWE 对急性缺血性脑梗死患者的颈动脉僵硬度进行检测,旨在探讨其可行性及相关因素。

### 资料与方法

#### 一、研究对象

选取 2010 年 6 月至 2015 年 6 月在本院神经内科住院治疗的首发急性缺血性脑梗死患者 153 例(观察组),男 82 例,女 71 例,年龄 49~81 岁,平均(64.50±11.33)岁。纳入标准:①出现头晕、失语及运动障碍等脑梗死症状,伴有颈动脉杂音、上臂双侧血压不齐等颈动脉狭窄的体征,首次发病<7 d;②经 CT 或 MRI 确诊有脑组织损伤,经 DSA 或 MRA 确诊有颅内动脉粥样硬化性狭窄。排除标准:①有陈旧性脑梗死病史或短暂性脑缺血发作者;②异位血栓栓塞,压迫或其他非动脉粥样硬化性的脑血管狭窄;③有严重心肝肾功能不全或脑疝、昏迷及严重感染者;④伴有免疫系统疾病或活动性出血等疾病者。

另选同期健康志愿者 150 例(对照组),男 80 例,女 70 例,年龄 50~80 岁,平均(63.75±10.29)岁。纳入标准:①无心脑血管病史;②MRA 或 DSA 检查确认无心脑血管动脉粥样硬化性改变。本研究经我院伦理委员会审批同意;且患者或家属均签署知情同意书。

#### 二、仪器与方法

使用 Supersonic Imagine Aixplore 彩色多普勒超声诊断仪,L15-4 线阵探头,频率 4~15 MHz;具备 SWE 功能。嘱受检者取平卧位,保持平静呼吸,先对双侧颈动脉进行常规检查,再于颈总动脉窦下缘 1.0~1.5 cm 处检查颈动脉内-中膜厚度(CIMT)情况,启动 ET 功能,嘱患者憋气以获得稳定波形曲线,保存图像,由仪器自动分析得出血管弹性系数(E<sub>p</sub>)、顺应性(AC)、僵硬度(β)及 PWV,并计算两侧均值。启用 SWE 模式,于双侧颈总动脉窦部下缘 1.0~1.5 cm 处检查颈动脉的弹性模量值。在双侧颈动脉浅壁选取 5 个直径为 1 mm 的圆形感兴趣区,由仪器自动测量每个区域的平均、最大和最小弹性模量值。计算受试者两侧颈动脉平均、最大和最小弹性模量值的平均值(ME<sub>mean</sub>、ME<sub>max</sub> 及 ME<sub>min</sub>)。

#### 三、统计学处理

应用 SPSS 19.0 统计软件,计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,两组比较行 *t* 检验;计数资料比较行  $\chi^2$  检验。相关性分析采用 Pearson 相关分析法。受试者工作特征(ROC)曲线分析 PWV 和 ME<sub>mean</sub> 预测缺血性脑梗死发生的价值。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

### 结 果

#### 一、两组一般资料比较

两组性别、年龄、总胆固醇及冠状动脉粥样硬化性心脏病(以下简称冠心病)患者比例比较差异均无统计学意义。观察组体质量指数、收缩压、舒张压、甘油三酯、低密度脂蛋白胆固醇、空腹血糖值及高血压病、糖尿病患者比例均较对照组明显升高,高密度脂蛋白胆固醇低于对照组,差异均有统计学意义(均 *P*<0.05)。见表 1。

#### 二、两组双侧颈总动脉血管弹性相关指标

观察组 CIMT、E<sub>p</sub>、β、PWV、ME<sub>mean</sub> 及 ME<sub>max</sub> 均明显高于对照组,AC 低于对照组,差异均有统计学意义(均 *P*<0.05);而两组 ME<sub>min</sub> 值比较差异无统计学意义。见表 2 和图 1。

表 1 观察组与对照组一般资料比较

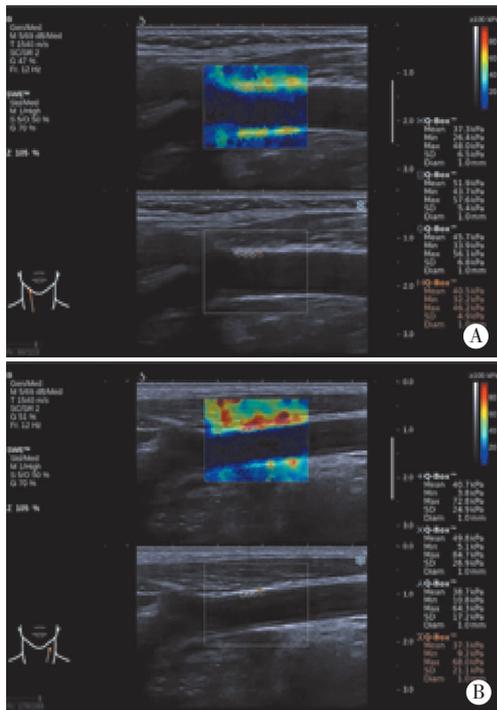
组别	男/女 (例)	年龄 (岁)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	血压(mm Hg)		高血压病 (例)	糖尿病 (例)	冠心病 (例)	血脂(mmol/L)				空腹血糖 (mmol/L)
				收缩压	舒张压				TG	TC	LDL-C	HDL-C	
观察组	82/71	64.50±11.33	25.72±4.69	133.41±14.69	88.22±9.39	69	58	46	2.29±1.06	4.06±1.70	3.59±1.02	0.92±0.30	6.81±1.19
对照组	80/70	63.75±10.29	22.31±3.45	127.09±17.37	80.63±7.14	50	39	34	1.54±0.65	3.77±1.12	2.63±0.98	1.51±0.42	5.17±1.32
<i>t</i> <sup>2</sup> 值	0.002	0.603	11.411	3.422	7.909	4.396	4.935	2.134	7.407	1.750	8.352	-14.092	11.364
<i>P</i> 值	0.964	0.547	0.000	0.001	0.000	0.036	0.026	0.144	0.000	0.081	0.000	0.000	0.000

BMI:体质量指数;TG:甘油三酯;TC:总胆固醇;LDL-C:低密度脂蛋白胆固醇;HDL-C:高密度脂蛋白胆固醇。1 mm Hg=0.133 kPa。

表2 两组颈动脉壁弹性参数比较( $\bar{x}\pm s$ )

组别	CIMT(mm)	E <sub>p</sub> (kPa)	AC(mm <sup>2</sup> /kPa)	β	PWV(m/s)	ME <sub>mean</sub> (kPa)	ME <sub>min</sub> (kPa)	ME <sub>max</sub> (kPa)
观察组	0.71±0.14	124.69±20.28	0.69±0.19	8.42±1.85	8.97±1.13	71.95±7.90	63.59±12.38	81.06±23.17
对照组	0.65±0.17	89.91±15.06	0.88±0.21	6.86±0.77	6.67±1.96	61.48±9.27	61.87±10.11	73.49±19.06
<i>t</i> 值	3.356	16.922	-8.262	11.660	12.544	12.506	1.323	3.102
<i>P</i> 值	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.187	0.002

CIMT: 颈动脉内-中膜厚度; E<sub>p</sub>: 血管弹性系数; AC: 顺应性; β: 僵硬度; PWV: 脉搏波传导速度; ME<sub>mean</sub>: 颈动脉平均弹性模量值的平均值; ME<sub>min</sub>: 颈动脉最小弹性模量值的平均值; ME<sub>max</sub>: 颈动脉最大弹性模量值的平均值。



A: 对照组 ME<sub>mean</sub>、ME<sub>max</sub>、ME<sub>min</sub> 值分别为 58.2 kPa、66.5 kPa、52.2 kPa; B: 观察组 ME<sub>mean</sub>、ME<sub>max</sub>、ME<sub>min</sub> 值分别为 78.0 kPa、71.3 kPa、87.2 kPa。

图1 两组颈动脉 SWE 图

### 三、β、PWV 与 ME<sub>mean</sub> 相关性分析

受试者 β、PWV 与 ME<sub>mean</sub> 均呈正相关( $r=0.651$ 、 $0.723$ , 均  $P<0.05$ )。见图 2, 3。

### 四、PWV 和 ME<sub>mean</sub> 对缺血性脑梗死患者的诊断价值

ROC 曲线分析显示, PWV、ME<sub>mean</sub> 判断缺血性脑梗死患者的 ROC 曲线下面积分别为  $0.846$ [95% 可信区间(0.803~0.890)] 和  $0.805$ [95% 可信区间(0.756~0.853)]。见图 4。

## 讨论

动脉粥样硬化是一种常见的血管病理变化, 血管粥样斑块的形成可引起不同程度的血管狭窄甚至阻塞, 可引起多种心脑血管疾病, 如冠心病、脑梗死。近年新兴的 SWE 技术可通过测量血管纵向模量的最大、

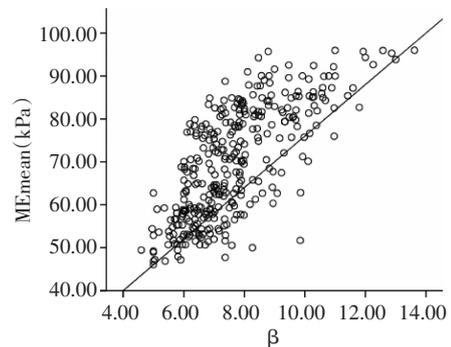


图2 β 与 ME<sub>mean</sub> 的相关性散点图

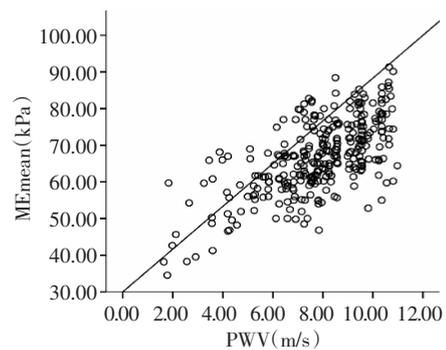


图3 PWV 与 ME<sub>mean</sub> 的相关性散点图

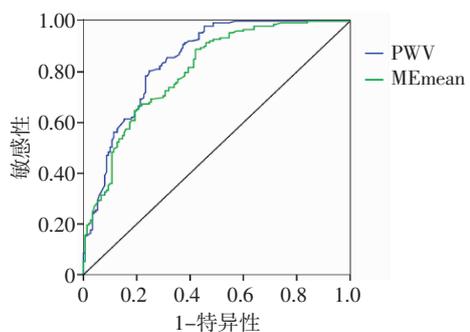


图4 颈动脉 PWV 值和 ME<sub>mean</sub> 值预测急性脑梗死的 ROC 曲线图

最小及平均值, 来反映血管的弹性变化, 在评估粥样硬化性血管的弹性方面已得到一定的认可。本研究通过对急性缺血性脑梗死患者的 PWV 值及 SWE 检测结果等进行分析, 旨在探讨 SWE 技术诊断脑梗死的可行性。

动脉粥样硬化早期的脂质沉积及血管的重塑性改变使得血管的内中膜开始增厚, 之后血管内斑块形成, 降低了血管壁的弹性, 增加了血管壁的僵硬度。急性

缺血性脑梗死患者的颈动脉伴有不同程度的粥样硬化性改变,多表现为血管弹性模量值、僵硬度高,弹性下降。本研究结果表明,缺血性脑梗死患者 CIMT、 $E_p$ 、 $\beta$ 、PWV、ME<sub>mean</sub> 及 ME<sub>max</sub> 均明显增高,AC 明显降低,与健康人群比较差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ ),与以往文献<sup>[3-5]</sup>报道一致。

PWV 是目前临床评价动脉弹性的“金标准”<sup>[2]</sup>,PWV 越大则提示血管僵硬程度越高,常规超声检查测得的  $\beta$  也是反映血管僵硬度的常用指标之一,本研究结果显示  $\beta$  和 PWV 与 ME<sub>mean</sub> 均呈正相关( $r=0.651$ 、 $0.723$ ,均  $P < 0.05$ ),提示 ME<sub>mean</sub> 随着血管僵硬度的升高而升高。其对应的决定系数即  $r^2$  分别为  $0.424$  和  $0.523$ ,可见虽然  $\beta$ 、PWV 值与 ME<sub>mean</sub> 均呈正相关,但拟合度并不高,因此仅初步推测推测 ME<sub>mean</sub> 值可在一定程度上反映血管壁的僵硬程度。绘制 PWV、ME<sub>mean</sub> 预测缺血性脑梗死患者的 ROC 曲线,其曲线下面积分别为  $0.846$ 、 $0.805$ ,可见两者预测脑梗死的检验效能比较接近,提示 PWV 和 ME<sub>mean</sub> 在预测脑梗死的价值相仿。与 Ramnarine 等<sup>[6]</sup>研究结果相似。

综上所述,SWE 技术可在一定程度上评估急性缺血性脑梗死患者颈动脉的僵硬程度,且对脑梗死有一定的预测价值。SWE 技术虽然仅能反映血管的纵向模量变化,但是将 PWV 和 SWE 技术相结合则能更加准确、全面地测定血管的僵硬程度,对早期识别并正确评价缺血性脑梗死患者病情具有重要意义。本研究样本量

较小且仅选取了伴颈动脉粥样硬化的患者为研究对象,仅初步推测 SWE 技术具有评价颈动脉僵硬度和预测脑梗死的价值,若要明确 SWE 技术评价脑梗死患者颈动脉僵硬度的价值,还需多中心大样本的临床研究证明。

#### 参考文献

- [1] Messas E, Pernot M, Couade M. Arterial wall elasticity: state of the art and future prospects[J]. *Diagn Interv Imaging*, 2013, 94(5): 561-569.
- [2] Willemet M, Chowieńczyk P, Alastruey J. A database of virtual healthy subjects to assess the accuracy of foot-to-foot pulse wave velocities for estimation of aortic stiffness[J]. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 2015, 309(4): 663-675.
- [3] Pursnani S, Diener-west M, Sharrett A. The effect of aging on the association between coronary heart disease risk factors and carotid intima media thickness: an analysis of the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) cohort[J]. *Atherosclerosis*, 2014, 233(2): 441-446.
- [4] Kumar D, Agarwal S, Karoli R et al. Relationship between carotid intima thickness and silent cerebral infarction in patients with type 2 diabetic nephropathy[J]. *J Assoc Physicians India*, 2014, 62(4): 316-322.
- [5] 李朝军, 金琳, 王枫, 等. 实时剪切波弹性成像技术评价急性缺血性脑梗死患者颈动脉僵硬程度参数的临床研究[J]. *临床超声医学杂志*, 2016, 18(3): 149-152.
- [6] Ramnarine KV, Garrard JW, Kanber B, et al. Shear wave elastography imaging of carotid plaques: feasible, reproducible and of clinical potential[J]. *Cardiovasc Ultrasound*, 2014, 12(1): 49.

(收稿日期: 2017-06-15)

(上接第 378 页)

病率占先天性心血管畸形的 1% 左右<sup>[1]</sup>,其基本病理改变为主动脉瓣缺如,主动脉根部闭锁,常伴升主动脉发育不良,此畸形均并发动脉导管未闭,作为体肺循环灌注通道,为患者存活所必须的条件,但远期预后仍极差。约 80% 于生后 1 周内死亡,平均自然寿命仅为 5 d,且男性多于女性,本例为女性,存活时间为 3 个月<sup>[2]</sup>。主动脉瓣闭锁畸形分为两型<sup>[2]</sup>: I 型为伴有左心腔发育不良综合征,室间隔完整,二尖瓣闭锁或发育不良,约占 95%; II 型为左心发育正常,存在 1 个或多个室间隔缺损,二尖瓣闭锁或发育良好,约占 5%。本例即属于 II 型,亦更为罕见。超声心动图可以准确诊断主动脉瓣闭锁,如本例患儿的胸部 CT 血管成像与超声心动图表现基本一致。临床上对主动脉瓣闭锁畸形的评价若左室功能良好,即为 II 型者,且满足二尖瓣  $z$  值  $> -2$ ,左室长轴大于右室长轴的 80%,左室舒末容积指数  $> 20 \text{ ml/m}^2$ ,则可以采取双心室一期修复矫治根治术<sup>[3]</sup>,而 I 型患者由于左心发育不良,只能行

分期单心室修复或心脏移植术,且效果均不佳。

总之,先天性主动脉闭锁早期常缺乏特征性的临床表现,就诊时常已产生严重肺动脉高压,失去手术机会,因此须注意早诊断早治疗。超声对其早期诊断具有较高的临床价值。

#### 参考文献

- [1] 黄国庆, 杨宇, 叶云, 等. 主动脉闭锁致继发性高血压并降主动脉夹层一例[J]. *中华心血管病杂志*, 2005, 33(8): 761-762.
- [2] Roberts WC, Perry LW, Chandra RS. Aortic valve atresia: a new classification based on necropsy study of 73 cases[J]. *Am J Cardiol*, 1976, 37(5): 753-756.
- [3] Moorthy PS, McGuirk SP, Jones TJ, et al. Damus-Rastelli procedure for biventricular repair of aortic atresia and hypoplasia [J]. *Ann Thoracic Surg*, 2007, 84(1): 142-146.

(收稿日期: 2017-08-29)