

• 超声影像学 •

Wave Intensity 技术对高血压患者左心室收缩功能和颈动脉血管的研究

陈刘平, 邓又斌, 刘蓉, 刘娅妮, 朱美华, 朱英

【摘要】 目的:探讨 WI 技术评价高血压患者左心室收缩功能和颈动脉血管的临床应用价值。**方法:**对 56 例高血压患者和 50 例健康志愿者采用高频线阵探头对颈动脉进行检测,应用 echo-doppler 系统测量颈动脉血流速度和直径变化,计算 WI 值(W1、W2 和 NA)、硬化参数(β)、弹性系数(E_p)、顺应性(AC)、增大指数(AI)和脉搏波传导速度(PWV β 、PWV-WI),比较高血压组与对照组各参数值的差异。**结果:**高血压组与正常对照组相比较 W1 和 W2 增高,差异有统计学意义($P < 0.05$);高血压组 β 、 E_p 、PWV β 及 PWV-WI 较正常对照组增高,AC 降低,且差异均有显著性意义($P < 0.05$)。**结论:**WI 技术能客观准确综合地反映高血压患者左心室收缩功能和血管弹性改变,高血压患者左心整体收缩功能高于健康成人。

【关键词】 高血压; 颈动脉; 彩色多普勒超声; 回声跟踪

【中图分类号】 R445.1 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2009)11-1270-03

Wave Intensity Technology on Left Ventricular Systolic Function and Carotid Artery in Hypertension Patients CHEN Liu-ping, DENG You-bin, LIU Rong, et al. Department of Medical Ultrasound, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, P. R. China

【Abstract】 Objective: To study the clinical value of evaluating left ventricular systolic function and carotid artery in hypertension patients with wave intensity (WI) technology. **Methods:** A total of 106 cases were divided into two groups including hypertension group (56 cases) and normal volunteer group (50 cases). Changes of blood flow velocity and diameter of carotid artery were measured by echo-Doppler system with high frequency array probe, the WI values (W1, W2 and NA) as well as the parameters of arterial stiffness (β), elasticity coefficient (E_p), (AC), (AI) and pulse wave transit velocity (PWV β , PWV-WI) were calculated. The differences of all the parameters in hypertension and volunteers group were compared. **Results:** Compared with the normal volunteers, values of W1, W2 were significantly higher in hypertension group ($P < 0.05$); β , E_p , PWV β and PWV-WI were also higher with significant statistical differences ($P < 0.05$). AC value was significantly reduced in hypertension group ($P < 0.05$). **Conclusion:** WI technology can assess the left ventricular systolic function and reflect the vascular elasticity changes of hypertension patients accurately and objectively, showing that the global left ventricular systolic function in hypertension patients was higher than that of normal healthy adults.

【Key words】 Wave intensity technology; Hypertension; Carotid arteries; Color Doppler; Echo tracking

目前临床上常用的超声检测技术只能分别评价心脏收缩功能和颈动脉血管病变。Wave Intensity(WI)是一种新的超声检测技术,它基于血管壁回声跟踪技术(e-tracking)及彩色多普勒系统,能综合评价心脏和血管功能的血流动力学参数。本研究应用 WI 技术对高血压患者颈动脉进行检测,旨在探讨此技术在评价高血压病患者心脏整体功能和血管弹性改变方面的临床应用价值。

材料与方法

1. 研究对象

2008 年 8~11 月在本院就诊的原发性高血压患者 56 例,男 31 例,女 25 例,平均年龄(47.8 ± 9.0)岁,

按 WHO/ISH 诊断标准作为筛选指标(除外冠心病、糖尿病等继发性高血压)。正常对照组 50 例,男 21 例,女 29 例,平均年龄(44.7 ± 13.3)岁,临床体检及辅助检查结果均无明显异常。对照组年龄及性别构成与病例组匹配,差异无统计学意义。

2. 仪器与方法

仪器: Aloka α -10 型彩色多普勒超声诊断仪,探头频率 10 MHz,配备 WI 分析系统等图像分析及后处理软件。

检查方法:患者在安静状态下取仰卧位,用袖带式血压计测左侧肱动脉血压 2 次。充分暴露颈部血管,连接心电监测,输入患者信息,选取 WI 模式,将探头置于颈总动脉窦部下缘 2.0 cm,避开颈内静脉。取血管长轴切面,并使探测血管斜行置于视野中,清晰显示血管前、后壁中外膜,然后在 WI 模式下,将二维取样门置于血管前、后壁的中外膜处,保证二维取样门与动

作者单位: 430030 武汉,华中科技大学同济医学院附属同济医院超声影像科

作者简介: 陈刘平(1979-),女,湖北人,硕士研究生,主要从事心血管疾病的超声诊断工作。

脉壁垂直,调节彩色多普勒脉冲重复频率,以不出现血流彩色混叠的最小值为宜;确保多普勒声束发射方向与血流方向夹角 $\leq 60^\circ$ 。嘱受检者屏气,实时跟踪、描记血管壁运动轨迹,连续获取至少 5~6 个心动周期的颈总动脉压力变化曲线。存储图像并进入分析步骤,此时再测 1 次血压,输入患者 3 次血压的收缩压(Ps)和舒张压(Pd),取其平均值;并选取规则的颈动脉压力波形(图 2),进行在线分析,自动得出 WI 值,包括 W1、W2 和负向波(negative, NA)和硬化参数(β)、弹性系数(E_p)、顺应性(AC)、增大指数(AI)和脉搏波传导速度(PWV β 、PWV-WI)。

3. 统计学分析
所得计量资料以均数 $\pm$ 标准差表示,使用 SPSS 15.0 统计软件进行统计学分析,组间差异采用非配对 t 检验, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 一般资料的比较
高血压组血管直径的最大值、最小值高于正常对照组,而血管直径的变化差异低于正常对照组,差异有显著性意义($P<0.05$);高血压组的收缩压、舒张压和心率高于正常对照组,差异也有显著性意义($P<0.05$);高血压组的血流速度的最大值、最小值及流速范围均低于正常对照组,差异有显著性意义($P<0.05$)(表 1)。

2. WI 反映心脏收缩功能的指标

高血压组 W1 和 W2 高于正常对照组,差异有显著性意义($P<0.05$),高血压组 NA 与正常对照组间的差异无显著性意义($P>0.05$);1st-2nd 高血压组低于正常对照组并具有显著性差异($P<0.05$);R-1st 高血压组与正常对照组相比无显著性差异($P>0.05$,表 2)。

3. WI 反映血管弹性功能的指标
 β 、 E_p 、PWV β 及 PWV-WI:高血压组高于正常对照组并具有显著性差异($P<0.05$);AC 高血压组低于正常对照组并具有显著性差异($P<0.05$);AI 高血压组与正常对照组相比无显著性差异($P>0.05$)(表 3)。

讨 论

1. WI 的原理及应用
WI 是指在循环系统任意点的压力变化(dP/dt)与速度变化(dU/dt)的乘积^[1],即公式(1):

$$WI=\frac{dP}{dt}\frac{dU}{dt}$$

(1)

Sugawara 等^[2]研究发现,在健康成人的整个心动周期中,颈动脉的压力改变与其直径变化呈线性相关。颈动脉直径变化波形最大值和最小值用袖带式血压计测量上肢肱动脉得到的收缩压和舒张压来校正。这样,通过测量颈动脉血管直径变化就能无创性得到压力变化波形。

WI 基于血管壁回声跟踪技术和彩色多普勒系统。血管壁回声跟踪技术的原理和方法,基于原始信息分析平台,自动采集血管搏动所产生的射频信号,实

表 1 健康对照组和高血压组颈动脉流动力学参数

组别	例数 (例)	直径(mm)			压力(mmHg)		HR (BPM)	流率(cm/s)		
		D _{max}	D _{min}	波动范围	P _{max}	P _{min}		V _{max}	V _{min}	V _{range}
对照组	50	6.91 $\pm$ 0.69	6.49 $\pm$ 0.68	0.41 $\pm$ 0.11	112 $\pm$ 11	70 $\pm$ 7	67 $\pm$ 9	62.6 $\pm$ 16.1	9.8 $\pm$ 6.3	46.3 $\pm$ 12.0
高血压组	56	7.90 $\pm$ 0.95*	7.54 $\pm$ 0.93*	0.35 $\pm$ 0.11*	143 $\pm$ 20*	88 $\pm$ 13*	70 $\pm$ 10*	54.7 $\pm$ 15.9*	5.2 $\pm$ 6.1*	42.3 $\pm$ 8.8*

注:*与对照组比较,差异均有显著性意义($P<0.05$)。

表 2 WI 反映心脏收缩功能的指标

组别	例数 (例)	峰值(mmHg $\cdot$ m/s ³)		负向波面积 (mmHg $\cdot$ m/s ³)	时间间隔(s)	
		W1	W2		T _{R-1}	T ₁₋₂
对照组	50	7.6 $\pm$ 2.5 $\times 10^3$	1.8 $\pm$ 0.8 $\times 10^3$	42.963 $\pm$ 20.742	100.1 $\pm$ 11.0	266 $\pm$ 19
高血压组	56	12.3 $\pm$ 7.9 $\times 10^3$ *	2.4 $\pm$ 1.5 $\times 10^3$ *	46.850 $\pm$ 27.323	100.7 $\pm$ 16.4	250 $\pm$ 33*

注:*与对照组比较,差异有显著性意义($P<0.05$)。

表 3 WI 反映血管弹性功能的指标

组别	例数 (例)	β	E_p (kPa)	AC (mm ² /kPa)	AI(%)	PWV β (m/s)	PWV-WI (m/s)
对照组	50	7.8 $\pm$ 2.4	95 $\pm$ 33	0.80 $\pm$ 0.26	9.9 $\pm$ 12.2	5.8 $\pm$ 1.0	5.60 $\pm$ 1.72
高血压组	56	11.4 $\pm$ 5.8*	173 $\pm$ 94*	0.62 $\pm$ 0.24*	13.4 $\pm$ 13.1	7.8 $\pm$ 1.7*	6.55 $\pm$ 1.89*

注:*与对照组比较,差异均有显著性意义($P<0.05$)。

时跟踪、描记血管前后壁运动轨迹,自动计算血管内径变化并以曲线形式加以显示;彩色多普勒系统能实时测量血流速度。在输入血压数据后,系统即可自动计算出 WI 及多项反映动脉弹性变化的指标^[3]。计算血管弹性相关参数的公式(2)~公式(6)如下^[4,5]:

$$\text{硬化参数}(\beta) = \frac{\ln(P_s/P_d)}{(D_s - D_d)/D_d} \quad (2)$$

$$\text{弹性系数}(E_p) = \frac{(P_s - P_d)}{(D_s - D_d)/D_d} \quad (3)$$

$$\text{顺应性}(AC) = \pi \frac{D_s \times D_s - D_d \times D_d}{4(P_s - P_d)} \quad (4)$$

$$\text{增大指数}(AI) = \Delta P / PP \quad (5)$$

$$\text{脉搏波传导速度}(PWV\beta) = \sqrt{\frac{\Delta P}{2\rho}} \quad (6)$$

其中 P_s 为收缩压, P_d 为舒张压, D_s 为颈动脉最大内径, D_d 为颈动脉最小内径, ρ 为血液密度, ΔP 为收缩期压力波最高点与外向脉搏波和反向折返波重合位置之间的差值, PP 为整个脉搏波的振幅。

2. WI 对高血压患者心脏整体收缩功能评价

文献报道采用 WI 测量正常人的颈动脉有 2 个主要的正向峰^[6,7],第 1 个峰(W1)出现在左室射血早期(在心电图 R 波之后 100 ms 左右),与最初的血流速度加速和血压增加有关,这是一个压缩波。W1 的大小与左室最大的 dP/dt 显著相关,其大小反映左室收缩功能。W1 后紧跟着一个低振幅的负向波(NA),由于压力增加而速度减低引起。W2 出现在收缩末期(W2 峰出现在 W1 峰之后约 270 ms),W2 与血压的下降和血流速度的降低有关。W2 大小由从收缩晚期到等容舒张期左室的功能状态决定;血管僵硬度的参数越高,W2 越大。心电图的 R 波与第 1 个峰(W1)出现的时间间期(T_{R-1})与射血前期时间有关,第 1 个峰和第 2 个峰(T_{1-2})之间的时间间期与射血时间有关。

本研究结果表明,高血压组与正常对照组比较 W1 增高并具有显著性差异。高血压患者全身小动脉收缩、硬化,使心肌射血的外周阻力增加,左心室为克服阻力代偿射血,收缩功能增加,从而引起心肌细胞体积增大和间质增生纤维化。 T_{R-1} 时间间期两组相比无显著性差异, T_{1-2} 高血压组低于正常对照组并具有显著性差异。说明高血压患者因外周动脉硬化左心室射血时间缩短。

3. WI 对高血压患者颈动脉血管病变的评价

血管壁具有感受和整合急慢性刺激并做出反应的能力,其结构处于持续的变化状态。血管重建既是高血压所致的病理变化,又是高血压持续和加剧的结构基础。长期高血压伴发的血管重建包括血管壁增厚、

管腔内径缩小、小动脉中层平滑肌细胞增殖和纤维化及血管功能异常,这些血管变化最终导致心、脑、肾等重要靶器官缺血。临床上通常依据血管内中膜复合体厚度、管腔内径大小以及斑块的形成来判断动脉硬化。早期诊断动脉硬化对最大限度地降低心脑血管发病率和死亡率具有十分重要的作用。

本研究表明,高血压组血管硬化参数、弹性参数、脉搏传导速度高于正常对照组,血管顺应性高血压组低于正常对照组,且均有显著性差异,而增大指数与正常对照组比较无显著性差异。说明高血压患者在没有动脉粥样硬化形成的解剖学证据之前已存在动脉硬化改变。增大指数(AI)没有显著性改变,可能与其既取决于大动脉压力反射波的传导速度,又明显受阻力小动脉压力反射点位置和弹性的影响有关^[8]。

以上研究表明 WI 技术能客观准确综合地反映高血压患者左心室收缩功能与血管弹性改变,是评价心脏功能与血管壁弹性简便实用的新方法。高血压患者左心整体收缩功能高于健康人群。

参考文献:

- [1] Hosoda H, Yaginuma T, Sugawara M, et al. Recent Progress in Cardiovascular Mechanics[M]. Chur: Harwood Academic Publishers, 1994. 129-148.
- [2] Sugawara M, Niki K, Furuhashi H, et al. Relationship between the Pressure and Diameter of the Carotid Artery in Humans[J]. Heart Vessels, 2000, 15(1): 49-51.
- [3] Niki K, Sugawara M, Chang D, et al. A New Noninvasive Measurement System for Wave Intensity: Evaluation of Carotid Arterial Wave Intensity and Reproducibility[J]. Heart Vessels, 2002, 17(1): 12-21.
- [4] Hirai T, Sasayama S, Kawasaki T, et al. Stiffness of Systemic Arteries in Patients with Myocardial Infarction: a Noninvasive Method to Predict Severity of Coronary atherosclerosis[J]. Circulation, 1989, 80(1): 78-85.
- [5] Liang Y, Teede H, Kotsopoulos D, et al. Non-invasive Measurements of Arterial Structure and Function: Repeatability, Interrelationships and Trial Sample size[J]. Clin Sci (Lond), 1998, 95(6): 669-679.
- [6] Jones CJ, Sugawara M, Kondoh Y, et al. Compression and Expansion Wavefront Travel in Canine Ascending Aortic Flow: Wave Intensity Analysis[J]. Heart Vessels, 2002, 16(3): 91-98.
- [7] Sugawara M, Uchida K, Kondoh H, et al. Aortic Blood Momentum: the More the Better for the Ejecting Heart in Vivo[J]. Cardiovasc Res, 1997, 33(2): 433-446.
- [8] 蔡凯愉, 张维忠, 邱惠丽. 不同动脉弹性功能参数的相关性[J]. 中华高血压杂志, 2006, 11(14): 870-872.

(收稿日期: 2009-03-16)