

## · 动脉弹性功能研究 ·

## 高血压病脉搏波速度与脉压关系的研究

倪永斌 张维忠 王宏宇 胡大一

**【摘要】** 目的 研究高血压病患者主动脉脉搏波速度(PWV)与脉压的关系。方法 3 156 例高血压患者入选了我们的横断面研究[平均年龄(53.7±11.6)岁]。应用主动脉脉搏波速度测定仪测量颈动脉-股动脉 PWV 作为反映大动脉硬度的指标,血压测量采用标准水银柱血压计。结果 脉压 ≥60 mm Hg (1 mm Hg=0.133 kPa) 者 PWV 显著大于脉压 < 60 mm Hg 者[(12.46±2.46)比(10.96±1.79) m/s,  $P < 0.01$ ]。脉压和 PWV 与年龄显著正相关(脉压  $r = 0.396$ ,  $P = 0.000$ ; PWV  $r = 0.531$ ,  $P = 0.000$ )。收缩压一定时, PWV 随舒张压的降低显著升高;舒张压一定时, PWV 随收缩压的升高显著升高。结论 PWV 与脉压密切相关, PWV 由高到低依次为单纯收缩期高血压、收缩舒张期高血压、单纯舒张期高血压和正常血压者。

**【关键词】** 高血压; 脉搏; 动脉硬度

**The relationship between pulse wave velocity and pulse pressure in Chinese patients with essential hypertension** NI Yong-bin\*, ZHANG Wei-zhong, WANG Hong-yu, et al. \* Department of Cardiology, People's Hospital, Peking University, Beijing 100044, China

**【Abstract】 Objective** To explore the relationship between aortic pulse wave velocity (PWV) and pulse pressure in patients with essential hypertension. **Methods** Three thousand one hundred and fifty six hypertensive patients [mean age: (53.7±11.6) years] were recruited in the cross-section study. Together with standard sphygmomanometric blood pressure measurements, carotid-femoral PWV was measured using a validated automatic device. Aortic PWV was used as an index of large arterial stiffness. **Results** PWV in patients with pulse pressure (PP) ≥60 mm Hg was significantly greater than that in patients with PP < 60 mm Hg [(12.46±2.46) vs (10.96±1.79) m/s,  $P < 0.01$ ]. PP and PWV were positively related to age (PP  $r = 0.396$ ,  $P = 0.000$ ; PWV  $r = 0.531$ ,  $P = 0.000$ ). At any given SBP, PWV significantly decreased with the increase of DBP, whereas at any given DBP there was a significant increase of PWV with the increase of SBP. **Conclusion** PWV was closely related to PP. The value of PWV was ranked from high to low with isolated hypertension, systolic and diastolic hypertension, isolated diastolic hypertension and normal blood pressure in Chinese patients.

**【Key words】** Hypertension; Pulse; Arterial stiffness

大量的流行病学研究已经证实中年人除了收缩压和舒张压外,脉压也是心血管危险的独立预测因素<sup>[1,2]</sup>。早期的治疗试验选取舒张压作为唯一的入选标准,排除了收缩压升高而舒张压降低(脉压增宽)的个体,所以其主要结果以及早期的荟萃分析都因此而产生误差。这些研究提示我们应该更加重视收缩压和脉压。心室射血不变时,主动脉硬度是脉压的主要决定因素,脉搏波速度(PWV)是主动脉硬度的经典测量指标。间断性心室射血产生的脉搏波以一定的速度在动脉树上进行传播, PWV 由动脉壁的弹性和几何形状以及血液密度决定。一项横断面研究采用 Framingham 公式计算表明主动脉 PWV 与

心血管危险相关<sup>[3]</sup>。de Simone 等<sup>[4]</sup>在 294 例高血压患者中证实在校正了经典的危险因素后,搏出量/脉压比(反映总的动脉顺应性)可以独立预测心血管事件。而且在终末期肾病中也证实动脉硬度与所有原因的死亡率和心血管死亡率独立相关<sup>[5]</sup>。在 70 岁以上的老年高血压患者中 PWV 也可以独立预测心血管危险<sup>[6]</sup>。在我国这方面的工作尚未广泛开展。我们的横断面研究就是为了探讨国人高血压患者中 PWV 与脉压的关系。

## 资料与方法

1. 研究对象: 研究入选 3 156 例连续的高血压病患者。在从未治疗的高血压患者中,高血压定义

作者单位: 100044 北京大学人民医院心内科(倪永斌、王宏宇、胡大一); 上海第二医科大学附属瑞金医院(张维忠)

为收缩压  $\geq 140$  mm Hg (1 mm Hg = 0.133 kPa) 和 (或) 舒张压  $\geq 90$  mm Hg。正在治疗的高血压患者, 无论血压是否控制都入选。所有经检查证实的继发性高血压均剔除。患者根据年龄分为  $\leq 40$  岁、41~50 岁、51~60 岁、61~70 岁和  $> 70$  岁 5 组, 根据脉压分为  $\geq 60$  mm Hg 和  $< 60$  mm Hg 两组, 根据 1999 年 WHO/ISH 高血压治疗指南分为 16 组 (16 组患者为正常血压、单纯舒张期高血压、单纯收缩期高血压和收缩舒张期高血压 4 类)。

2. 血压测定方法: 患者休息 15 min 后, 采用标准水银柱血压计 (玉兔牌, 上海产) 测量坐位右上肢血压, 取 I 期和 IV 期柯氏音作为收缩压和舒张压, 间隔 2 min 测量 1 次, 测量 3 次取均值。脉压和平均动脉压分别根据以下公式计算: 脉压 = 收缩压 - 舒张压; 平均动脉压 = 舒张压 +  $1/3$  脉压。

3. PWV 测量: 测量完血压后, 采用自动脉搏波速度测定仪 Complior (Colson, France) 在 25℃ 左右的室温下测定颈动脉-股动脉 PWV。将压力敏感探头置于颈动脉和股动脉脉搏搏动最明显处, 取 10 个测值取均值作为最后的 PWV。具体方法参见文献 [7, 8]。同时记录性别、年龄、心率、身高、体重、腰围和臀围备分析用。体重指数 (BMI) 和腰臀围比值 (WHR) 的计算公式如下:  $BMI = \text{身高} / \text{体重}^2$  ( $\text{m} / \text{kg}^2$ );  $WHR = \text{腰围} / \text{臀围}$ 。

4. 统计学分析: 数据采用均数  $\pm$  标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示。采用方差分析比较 PWV 和脉压在不同分类时的差异。采用 Pearson 相关分析 PWV 和脉压与年龄的关系。采用多元逐步回归确定以下变量中哪个可以解释脉压的变异: 年龄、性别、心率、身高、体重、腰围、臀围、腰臀围比值、BMI 和 PWV。模型中不包括收缩压和舒张压。入选标准和剔除标准分别为 0.05 和 0.10。P 值  $< 0.05$  认为统计学差异有显著性。

### 结 果

1. 临床特征: 研究人群 (3 156 例) 为中年人群

[(53.7  $\pm$  11.6) 岁], 男性 (64%) 多于女性, 略超重 [BMI (25.6  $\pm$  3.2)  $\text{kg} / \text{m}^2$ ]。尽管只有不到 20% 的患者血压控制良好 (收缩压  $< 140$  mm Hg 和舒张压  $< 90$  mm Hg), 但血压均值并不是很高 [收缩压 (145.0  $\pm$  19.0) mm Hg, 舒张压 (92.1  $\pm$  12.2) mm Hg]。脉压和 PWV 的均值分别为 (52.8  $\pm$  16.2) mm Hg 和 (11.47  $\pm$  2.17)  $\text{m} / \text{s}$ 。

脉压  $\geq 60$  mm Hg 者年龄、腰围、WHR、心率、收缩压和 PWV 显著大于脉压  $< 60$  mm Hg 者, 而身高、体重和舒张压则显著降低 (表 1)。脉压和 PWV 随年龄显著增加 (表 2), 且与年龄正相关 (脉压  $r = 0.396, P = 0.000$ ; PWV  $r = 0.531, P = 0.000$ )。

2. 脉压的多元逐步回归分析: 表 3 表明 PWV 和年龄是显著影响脉压的 2 个因素 (P 值均为 0.000)。回归方程为脉压 (mm Hg) = 12.455 + 2.113  $\times$  PWV ( $\text{m} / \text{s}$ ) + 0.301  $\times$  年龄 (岁)。

3. 高血压治疗指南分组结果表明脉压越大 PWV 越大。单纯收缩期高血压脉压最大, 收缩舒张期高血压次之, 单纯舒张期高血压再次, 正常血压者最小。

### 讨 论

我们的横断面研究表明脉压较高的患者 PWV 也较高, PWV 由高到低依次为单纯收缩期高血压、收缩舒张期高血压、单纯舒张期高血压和正常血压, PWV 和年龄均与脉压密切相关。在收缩压升高的程度相同时, 单纯收缩期高血压的心血管危险明显大于收缩舒张期高血压, 那么我们似乎可以认为 PWV 较大者心血管危险也较大。事实上, 一项平均随访 11 年的包括 241 位终末期肾病患者的研究表明在校正其他因素后, 与 PWV 小于 9.4  $\text{m} / \text{s}$  者相比, PWV 大于 12  $\text{m} / \text{s}$  者所有原因死亡率的比数为 5.4 (95% 可信区间 2.4~11.9), 心血管死亡率的比数为 5.9 (95% 可信区间 2.3~15.5) [9]。

动脉壁内承受负荷的主要是弹力层。动脉硬

表 1 脉压分组的患者临床特征 ( $\bar{x} \pm s$ )

组 别	年龄 (岁)	身高 (cm)	体重 (kg)	腰围 (cm)	臀围 (cm)	BMI ( $\text{kg} / \text{m}^2$ )	WHR	心率 (次/min)	收缩压 (mm Hg)	舒张压 (mm Hg)	PWV ( $\text{m} / \text{s}$ )
脉压 $< 60$ mm Hg ( $n = 2\ 076$ )	51.13 $\pm$ 10.55	166.87 $\pm$ 7.80	71.55 $\pm$ 11.23	87.66 $\pm$ 8.49	94.69 $\pm$ 5.80	25.61 $\pm$ 3.02	0.92 $\pm$ 0.05	76.84 $\pm$ 10.24	136.29 $\pm$ 14.23	92.71 $\pm$ 11.66	10.96 $\pm$ 1.79
脉压 $\geq 60$ mm Hg ( $n = 1\ 080$ )	58.48 $\pm$ 11.91*	163.83 $\pm$ 8.14*	69.04 $\pm$ 11.60*	88.58 $\pm$ 9.52*	94.64 $\pm$ 6.58	25.65 $\pm$ 3.46	0.93 $\pm$ 0.05*	78.35 $\pm$ 11.03*	161.65 $\pm$ 15.58*	91.05 $\pm$ 13.02*	12.46 $\pm$ 2.46*

注: 与脉压  $< 60$  mm Hg 组比较 \*  $P < 0.01$

表 2 年龄分组的患者脉搏波速度和脉压(x ± s)

组 别	例数	PWV (m/s)	脉压 (mm Hg)
≤40 岁	367	10.04 ± 1.29	46.76 ± 13.85
41~ 50 岁	941	10.54 ± 1.35	47.76 ± 13.22
51~ 60 岁	900	11.37 ± 1.78	51.47 ± 14.33
61~ 70 岁	711	12.83 ± 2.33	59.36 ± 16.54
> 70 岁	237	13.74 ± 2.66*	67.80 ± 19.71*

注:与各年龄段比较,\* P < 0.001

表 3 脉压的多元逐步回归

项目	偏回归系数 B	Se	标准偏回归系数	t 值	P 值
常数	12.455	1.507	-	8.263	0.000
PWV (m/s)	2.113	0.141	0.282	14.936	0.000
年龄(岁)	0.301	0.026	0.215	11.362	0.000

化是由于弹力纤维在周期性牵张下疲劳而断裂以及动脉壁的变性。基于橡胶的计算表明如果每次牵张 10% 则 8 亿次这种牵张后发生断裂, 如果每次牵张 5% 则 30 亿次这种牵张后才发生断裂<sup>[10]</sup>。也就是说脉压增大 1 倍理论上弹力纤维的寿命减小 3 倍, 可见脉压增大可以明显加速动脉硬化的过程。另一方面 PWV 加快可使反射波在舒张期提前返回主动脉根部, 导致收缩压和脉压升高, 舒张压下降。因此脉压和 PWV 可以相互影响, 形成恶性循环。脉压是收缩峰压和舒张末压的差值。通常认为脉压主要由心搏出量、左心室射血速度、大动脉硬度以及反射波时间所决定<sup>[11]</sup>, 其中大动脉硬度及反射波是脉压的主要决定因素。这提示我们可以通过改善大动脉硬度来降低脉压。

增加的动脉僵硬可通过药物治疗改善, 如硝酸酯、钙拮抗剂和血管紧张素转化酶抑制剂等。我们最近的研究表明长效 5 单硝酸酯可以独立于血压改善国人动脉硬化, 提示这可能是有效降低脉压的药物之一<sup>[12]</sup>。因为抗高血压药物在降低血压的同时可以使 PWV 被动和(或)主动的降低, 而目前多数抗高血压药物并不能选择性的降低脉压, 所以研究人群中包括正在服用降压药物的患者可能造成入选误差。但是本研究同时分析了治疗和未治疗的患者, 结果表明 PWV 仍然与脉压密切相关( $r = 0.396$ ,  $P < 0.001$ )。

本研究中脉压是根据标准水银柱血压计测量肱动脉收缩压和舒张压计算得出的。由于在中央动脉和外周动脉间存在脉压梯度, 从中央动脉到外周动

脉脉压逐渐增大, 但是在老年人由于动脉硬化这种压力梯度趋于消失。虽然肱动脉脉压可能不能完全真实的反映主动脉脉压, 但本研究所选择的人群为中老年高血压患者(平均年龄大于 50 岁), 所以选择肱动脉脉压作为观察指标所引起的误差可能不会太大。另外除了动脉硬度外其他因素如心率、心脏收缩和静脉压也可以影响脉压水平。

总之, 动脉硬化是导致脉压升高的决定性因素之一, 脉压增大反过来也可加速动脉硬化, 二者相互影响形成恶性循环。收缩压一定时 PWV 随舒张压降低而升高, 舒张压一定时 PWV 随收缩压升高而升高。本研究提示降低脉压可以着眼于改善动脉硬度, 从而降低高血压患者的心血管危险, 这有待进一步的前瞻性药物试验证实。

参 考 文 献

- 1 Franklin SS, Khan SA, Wong ND, et al. Is pulse pressure useful in predicting risk for coronary heart disease? The Framingham Heart Study. *Circulation*, 1999, 100: 354-360.
- 2 Blacher J, Staessen JA, Girerd X, et al. Pulse pressure not mean pressure determines cardiovascular risk in older hypertensive patients. *Arch Intern Med*, 2000, 160: 1085-1089.
- 3 Blacher J, Asmar R, Djane S, et al. Aortic pulse wave velocity as a marker of cardiovascular risk in hypertensive patients. *Hypertension*, 1999, 33: 1111-1117.
- 4 de Simone G, Roman MJ, Koren MJ, et al. Stroke volume/pulse pressure ratio and cardiovascular risk in arterial hypertension. *Hypertension*, 1999, 33: 800-805.
- 5 Bacher J, Pannier B, Guerin A, et al. Carotid arterial stiffness as a predictor of cardiovascular and all-cause mortality in end-stage renal disease. *Hypertension*, 1998, 32: 570-574.
- 6 Meame S, Rudnichi A, Lynch A, et al. Aortic pulse wave velocity as a marker of cardiovascular disease in subjects over 70 years old. *J Hypertens*, 2001, 19: 871-877.
- 7 倪永斌, 张维忠, 王宏宇. 高血压不同部位大动脉缓冲功能不均一性的临床研究. *高血压杂志*, 2000, 8: 292-294.
- 8 倪永斌, 张维忠, 王宏宇, 等. 3156 例原发性高血压脂肪分布与大动脉缓冲功能关系研究. *中国循环杂志*, 2001, 16: 106-108.
- 9 Blacher J, Guerin AP, Pannier B, et al. Impact of aortic stiffness on survival in end-stage renal disease. *Circulation*, 1999, 99: 2434-2439.
- 10 Ó Rourke MF, Hayward CS, Lehman ED. Arterial stiffness. In: Oparil S, Weber MA, eds. *Hypertension: a companion to Brenner & Rector's kidney*. Philadelphia: Saunders, 2000. 134-151.
- 11 Nichols WW, Ó Rourke M. McDonald's blood flow in arteries. *Theoretical, experimental and clinical principles*. 4th ed. London: Arnold Hodder Headline Group, 1998.
- 12 Wang H, Hu D, Sun N, et al. Effect of long-acting isorbide-5-mononitrate administration on large artery distensibility in patients with essential hypertension. *Hypertens Res*, 2001, 24: 311-314.

(收稿日期: 2002-04-17)

(本文编辑: 徐静)