

原发性高血压患者踝臂指数、肱踝脉搏波传导速度与心脏结构、功能改变的相关性

布热比艳·太来提¹, 布娃加·吾守尔¹, 玛依努尔·伊明艾山², 李亚楠¹

(1. 新疆医科大学第一附属医院干部病房内二科;2. 新疆医科大学基础学院病理生理学教研室, 新疆乌鲁木齐市 830054)

[关键词] 高血压; 踝臂指数; 脉搏波传导速度; 心脏结构; 心脏功能

[摘 要] **目的** 探讨原发性高血压患者踝臂指数(ABI)、肱踝脉搏波传导速度(BaPWV)与心脏结构、功能改变的相关性。**方法** 收集新疆医科大学第一附属医院干部病房内二科 2013 年 8 月~2014 年 10 月符合入选标准的 151 例高血压患者, 询问病史、体检、测血压并进行全自动动脉硬化测试仪(VP-1000)和超声心动图检查及生物化学检测, 分别按 ABI 和 BaPWV 分两组: ABI 低值组和 ABI 正常组, BaPWV 增高组和 BaPWV 正常组。**结果** (1) ABI 低值组室间隔厚度(IVST)明显大于 ABI 正常组($P<0.05$)。与 ABI 正常组比较, ABI 低值组左心室射血分数(LVEF)、A 峰、E 峰流速比值(E/A)均明显减低($P<0.05$)。BaPWV 增高组左心房前后径(LAD)、IVST 明显大于 BaPWV 正常组($P<0.05$)。BaPWV 增高组 LVEF 小于 BaPWV 正常组($P<0.05$)。(2) 相关分析显示, ABI 与 IVST 呈负相关($r=-0.769, P<0.05$), 与 LVEF、E/A 呈正相关(r 值分别为 0.668、0.566, $P<0.05$)。BaPWV 与 LAD、IVST 呈正相关(r 值分别为 0.331、0.474, $P<0.05$), 与 LVEF 呈负相关($r=-0.526, P<0.05$)。**结论** ABI 和 BaPWV 与原发性高血压患者心脏结构、功能改变呈显著相关, 可为临床医生进行尽早干预治疗提供信息。

[中图分类号] R5 [文献标识码] A

The Correlation Between Ankle Brachial Index, Brachial-Ankle Pulse Wave Velocity and Cardiac Structure and Function in Patients with Essential Hypertension

TAILAITI Burebiyan¹, WUSHOUER Buwajia¹, YIMINGAISHAN Mayinuer², and LI Ya-Nan¹

(1. Department of Internal Medicine, the First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University; 2. Pathophysiology Department of Foundations Academy of Xinjiang Medical University, Urumqi, Xinjiang 830054, China)

[**KEY WORDS**] Hypertension; Ankle Brachial Index; Brachial-Ankle Pulse Wave Velocity; Cardiac Structure; Cardiac Function

[**ABSTRACT**] **Aim** To investigate the correlation between ankle brachial index (ABI), brachial-ankle pulse wave velocity (BaPWV) and cardiac structure and function in patients with essential hypertension. **Methods** The study was performed on 151 hypertension patients who meet the criteria in the First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University from August 2013 to October 2014. These selected patients were inquired for case history and given physical examination, the blood pressure, automatic arteriosclerosis tester(VP-1000), cardiac ultrasound and blood biochemistry detection. According to the value of ABI and BaPWV, all patients were divided into two groups: low ABI group and normal ABI group, high BaPWV group and normal BaPWV group. **Results** (1) Interventricular septal thickness(IVST) in low ABI group was significantly higher than those in normal ABI group($P<0.05$). Compared with normal ABI group, left ventricular ejection fraction(LVEF) and blood flow peaks E and A ratio(E/A) in low ABI group were obviously reduced($P<0.05$); Left atrium diameter(LAD) and IVST in high BaPWV group were higher than those in normal BaPWV group($P<0.05$). LVEF in high BaPWV group was lower than those in normal BaPWV group ($P<0.05$). (2) Correlation analysis revealed that there was negative correlation between ABI and IVST($r=-0.769, P<0.05$), positive correlation between ABI and LVEF, E/A($r=0.668, 0.566, P<0.05$). There was positive correlation between BaPWV and LAD, IVST($r=0.331, 0.474, P<0.05$), negative correlation between BaPWV and LVEF($r=-0.526, P<0.05$). **Con-**

clusion There was a significant correlation between ABI, BaPWV and cardiac structure and function in patients with essential hypertension, which can provide information for clinical doctors, early intervention treatment.

原发性高血压为世界性的重大公共性卫生问题,是最常见的心脑血管疾病的危险因素,其致死、致残率非常高。长期高血压造成动脉弹性减退,顺应性下降,僵硬程度增加,最终导致心、脑、肾等靶器官损害。血管损害是高血压靶器官损害的基础,而血管功能的下降早于血管结构的改变。踝臂指数(ankle brachial index, ABI)最初用于诊断下肢动脉疾病,是筛查动脉闭塞疾病的一种有效、无创的手段^[1],但近年来国外有关大规模临床试验显示 ABI 还可作为评价动脉僵硬度的重要指标。肱踝脉搏波传导速度(brachial-ankle pulse wave velocity, BaPWV)作为国内外广泛应用的评价动脉僵硬度的无创测量指标,被认为是诊断动脉粥样硬化的早期、敏感指标^[2-3]。无创性动脉硬化检测对评价早期血管病变的临床意义越来越受到重视^[4]。本研究旨在探讨原发性高血压患者动脉僵硬度和心脏功能的相关性,以评价高血压对心脏功能的影响。

1 对象与方法

1.1 一般资料

选取 2013 年 8 月至 2014 年 10 月在新疆医科大学第一附属医院干部病房内二科,确诊为原发性高血压的患者 151 例,男 97 例,女 54 例,年龄 34~95 岁(平均年龄为 62.76 ± 11.83 岁)。诊断均符合卫生部 2010 年《高血压防治指南》高血压诊断分级标准。排除继发性高血压、冠心病、糖尿病、免疫及感染性疾病、严重肝肾功能不全、肿瘤以及代谢性疾病。其他相关临床资料结果完整,获得知情同意者。

1.2 动脉硬化检测

由专业技术人员采用日本科林 VP-1000 全自动动脉硬化检测仪检测 ABI 和 BaPWV。受检者安静状态下仰卧休息 15 min,去枕平卧于检查床上,四肢缚 4 个示波血压袖带。袖带分别置于双上肢和双侧踝部,连接好肢体导联心电图(electrocardiogram, ECG)电极,并将一个心音图(phonocardiogram, PCG)传感器放置在心电图胸导 V4 位置,监测 ECG 和 PCG。以下肢收缩压和上肢收缩压的比值为双侧 ABI,选择较低的 ABI 值;取左右两侧 BaPWV 的高值进行统计分析。

1.3 超声心电图检查

美国产 Acuson128xp/10c 彩色多普勒超声诊断

仪,探头频率 2.5 MHz,常规探查心脏结构、血流并测定心脏功能。心脏结构指标包括左心房前后径(left atrium diameter, LAD)、左心室舒张期末内径(left ventricular diastolic dimension, LVDd)、左心室收缩期末内径(Left ventricular systolic diameter, LVSD)、室间隔厚度(interventricular septal thickness, IVST)。测定心脏收缩功能指标左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)和心脏舒张功能指标 A 峰/E 峰流速比值(blood flow peaks E and A ratio, E/A)。

1.4 血压的测定

利用动态血压检测仪(型号 No90217)监测患者 24 h 血压,取 24 h 收缩压、舒张压和脉压平均值。

1.5 实验室检查

取隔夜禁食 12 h 以上静脉血,测定甘油三酯(triglyceride, TG)、血清总胆固醇(total cholesterol, TC)、高密度脂蛋白胆固醇(high density lipoprotein cholesterol, HDLC)、低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein cholesterol, LDLC)、血糖(blood glucose, BG)、血肌酐(serum creatinine, SCr)、血清胱抑素 C(cystatin-C, CysC),测定采用美国 Beckman Coulter DxC80 全自动分析仪。

1.6 实验分组

按 ABI 值分组,ABI 正常组($ABI > 0.9$) 107 例,为不合并外周血管疾病者。ABI 低值组($ABI \leq 0.9$) 44 例,为合并外周血管疾病者。BaPWV 分组依据参考新井富夫等^[5]研究正常人群大动脉弹性功能的标准范围,即:男性 20~29 岁,1150~1280 cm/s;30~39 岁,1176~1304 cm/s;40~49 岁,1211~1353 cm/s;50~59 岁,1280~1435 cm/s;60~69 岁,1392~1578 cm/s;70~79 岁,1553~1814 cm/s。女性 20~29 岁,982~1092 cm/s;30~39 岁,1037~1147 cm/s;40~49 岁,1106~1229 cm/s;50~59 岁,1221~1382 cm/s;60~69 岁,1370~1556 cm/s;70~79 岁,1552~1811 cm/s。大于上述范围为异常。BaPWV 正常组 101 例, BaPWV 增高组 50 例。

1.7 统计学方法

应用 SPSS17.0 统计学软件进行统计分析。计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用两样本均数比较的 t 检验;计数资料以率表达,率的比较采用 χ^2 检验;ABI、BaPWV 与各指标的相关性采用偏相关分析; $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 ABI 与心脏结构和功能各项指标的关系

2.1.1 ABI 正常组与 ABI 低值组一般资料比较

ABI 正常组与 ABI 低值组年龄、HDL C、Cys C 比较差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 其余临床资料分析差异无显著性 ($P > 0.05$; 表 1)。

表 1. ABI 正常组与 ABI 低值组一般临床资料比较($\bar{x} \pm s$)
Table 1. General clinical data comparison in two ABI groups($\bar{x} \pm s$)

项 目	ABI 正常组 (<i>n</i> = 107)	ABI 低值组 (<i>n</i> = 44)	<i>t</i> / χ^2	<i>P</i> 值
年龄(岁)	59.20 ± 11.2	63.64 ± 12.08	-2.085	0.040
男性/女性(例)	63/44	33/11	2.291	0.130
高血压病程(年)	5.84 ± 6.68	6.80 ± 7.02	-0.799	0.439
TC(mmol/L)	1.84 ± 1.32	1.58 ± 0.93	1.395	0.166
TG(mmol/L)	4.47 ± 1.00	4.13 ± 1.23	1.636	0.107
HDL C(mmol/L)	1.16 ± 0.45	1.03 ± 0.28	2.174	0.032
LDLC(mmol/L)	2.82 ± 0.82	2.62 ± 1.02	1.136	0.260
血糖(mmol/L)	5.63 ± 1.74	18.99 ± 8.39	-1.669	0.097
血肌酐(mmol/L)	68.72 ± 17.51	87.11 ± 11.78	-1.813	0.072
Cys C(mmol/L)	0.91 ± 0.28	1.08 ± 0.51	-2.673	0.008
平均收缩压(mmHg)	120.93 ± 15.89	125.14 ± 14.63	-1.567	0.121
平均舒张压(mmHg)	69.39 ± 10.95	68.39 ± 10.58	0.528	0.599
平均脉压(mmHg)	50.623 ± 10.18	52.81 ± 9.91	-1.223	0.225

2.1.2 ABI 正常组与 ABI 低值组心脏结构和功能比较 ABI 低值组 LAD、LVDd、LV Sd 大于 ABI 正常组,但差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。ABI 低值组 IVST 大于 ABI 正常组,差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。与 ABI 正常组比较,ABI 低值组 LVEF、E/A 均明显减低,差异有统计学意义 ($P < 0.05$; 表 2)。

表 2. ABI 正常组与 ABI 低值组心脏结构和功能比较($\bar{x} \pm s$)
Table 2. Cardiac structure and function comparison of two ankle brachial index groups($\bar{x} \pm s$)

项 目	ABI 正常组 (<i>n</i> = 107)	ABI 低值组 (<i>n</i> = 44)	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
LAD(mm)	33.79 ± 4.03	35.20 ± 4.63	-1.776	0.800
LVDd(mm)	48.47 ± 4.23	49.82 ± 7.63	-1.388	0.167
LV Sd(mm)	31.54 ± 4.46	33.00 ± 5.60	-1.538	0.129
IVST(mm)	8.92 ± 0.90	11.95 ± 1.56	-15.019	<0.001
LVEF	64.68% ± 3.28%	53.77% ± 8.88%	11.042	<0.001
E/A	1.12 ± 0.22	0.80 ± 0.20	8.380	<0.001

2.1.3 ABI 与心脏结构、功能指标之间的相关分析 偏相关分析结果显示,ABI 与 IVST 呈负相关 ($P < 0.05$),与 LVEF、E/A 呈正相关 ($P < 0.05$; 表 3)。

表 3. 心脏结构、功能指标与 ABI 之间的相关性分析
Table 3. The correlation among cardiac structure, function indexes and ABI

项 目	偏相关系数	<i>P</i> 值
IVST(mm)	-0.769	<0.001
LVEF(%)	0.668	<0.001
E/A	0.566	<0.001

2.2 BaPWV 与心脏结构和功能各项指标的关系

2.2.1 BaPWV 正常组与 BaPWV 增高组一般资料比较 BaPWV 正常组与 BaPWV 增高组年龄、性别、血肌酐、收缩压、脉压比较差异有统计学意义 ($P < 0.05$),其余临床资料分析差异无显著性 ($P > 0.05$; 表 4)。

表 4. BaPWV 正常组与 BaPWV 增高组一般临床资料比较($\bar{x} \pm s$)

Table 4. General clinical data comparison in two BaPWV groups($\bar{x} \pm s$)

项 目	BaPWV 正常组 (<i>n</i> = 101)	BaPWV 增高组 (<i>n</i> = 50)	<i>t</i> / χ^2	<i>P</i> 值
年龄(岁)	58.26 ± 11.67	65.00 ± 10.67	-3.541	0.001
男性/女性(例)	58/43	38/12	4.983	0.026
高血压病程(年)	5.76 ± 6.66	6.84 ± 6.99	-0.906	0.367
TC(mmol/L)	1.86 ± 1.33	1.57 ± 0.94	1.547	0.124
TG(mmol/L)	4.50 ± 1.00	4.11 ± 1.20	1.975	0.052
HDL C(mmol/L)	1.15 ± 0.46	1.08 ± 0.29	1.140	0.256
LDLC(mmol/L)	2.87 ± 0.80	2.55 ± 1.02	1.945	0.055
血糖(mmol/L)	11.25 ± 5.00	6.02 ± 1.83	0.954	0.342
血肌酐(mmol/L)	67.45 ± 15.92	72.54 ± 16.66	-1.819	0.071
Cys C(mmol/L)	0.92 ± 0.28	1.03 ± 0.50	-1.682	0.095
平均收缩压(mmHg)	120.28 ± 15.84	125.94 ± 14.54	-2.186	0.031
平均舒张压(mmHg)	70.17 ± 10.94	66.94 ± 10.28	1.777	0.078
平均脉压(mmHg)	49.418 ± 9.62	54.98 ± 10.17	-3.221	0.002

2.2.2 BaPWV 正常组与 BaPWV 增高组心脏结构和功能比较 BaPWV 增高组 LVDd、LV Sd 大于 BaPWV 正常组,BaPWV 增高组 E/A 小于 BaPWV 正常组,但差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。BaPWV 增高组 LVEF 小于 BaPWV 正常组,差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。BaPWV 增高组 LAD、IVST 明显大于 BaPWV 正常组,差异有统计学意义 ($P < 0.05$; 表 5)。

表 5. BaPWV 正常组与 BaPWV 增高组心脏结构和功能比较($\bar{x} \pm s$)

Table 5. Cardiac structure and function comparison of two BaPWV groups($\bar{x} \pm s$)

项 目	BaPWV 正常组 (<i>n</i> = 101)	BaPWV 增高组 (<i>n</i> = 50)	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
LAD(mm)	33.07 ± 3.63	36.48 ± 4.51	-5.002	<0.001
LVDd(mm)	48.43 ± 4.04	49.74 ± 7.52	-1.398	0.164
LVSd(mm)	31.46 ± 4.577	33.00 ± 5.249	-1.774	0.080
IVST(mm)	9.18 ± 1.28	11.06 ± 2.00	-7.005	<0.001
LVEF	64.22% ± 3.52%	56.02% ± 9.85%	7.472	<0.001
E/A	1.05 ± 0.26	0.98 ± 0.25	0.744	<0.001

2.2.3 BaPWV 与心脏结构、功能指标之间的相关分析 偏相关分析结果显示 BaPWV 与 LAD、IVST 呈正相关($P < 0.05$),与 LVEF 呈负相关($P < 0.05$;表 6)。

表 6. 心脏结构、功能指标与 BaPWV 之间相关性
Table 6. The correlation among cardiac structure, function indexes and brachial-ankle pulse wave velocity

项 目	偏相关系数	<i>P</i> 值
LAD(mm)	0.331	<0.001
IVST(mm)	0.474	<0.001
LVEF(%)	-0.526	<0.001

3 讨 论

原发性高血压与动脉粥样硬化的发生连续正相关,长期血压升高可加快大、中、小各级血管动脉粥样硬化的形成和发展,导致血管壁增厚和管腔狭窄,进而引起心、脑、肾等靶器官缺血,最终导致器质性病变的发生。随着血压的升高,心脏所受的机械负荷增加,心脏结构与功能也随之发生变化。ABI 是下肢踝部动脉收缩压与上臂肱动脉收缩压的比值,可用于判断下肢血管缺血的性质和病变程度的可靠方法。ABI≤0.9 已被确定为下肢外周动脉疾病的诊断标准,对于经选择性下肢动脉造影显示的中度至闭塞性外周动脉血管疾病,这一标准的敏感性为 97%,特异性为 100%^[6]。脉搏波传导速度(pulse wave velocity,PWV)指的是心脏每次搏动射血沿大动脉壁传播的压力波传导速度^[7]。PWV 是反映大动脉弹性功能的经典指标,可以反映早期血管功能改变,是早期血管病变的特异性和敏感性指标^[8-9]。其中 BaPWV 是肱动脉至脚踝动脉的脉搏波,是大动脉和中动脉弹性功能的重要指标之一,

是动脉硬化的经典测量指标,与心血管危险因素正相关,被认为是心血管危险度及预后的独立危险因素,已经被欧洲高血压指南作为心脑血管事件发生的危险因素,并逐渐广泛的被应用于基础研究及临床研究来反映早期的动脉硬化程度^[10]。近年来国外一些大规模循证医学研究显示,ABI、BaPWV 与心血管疾病有显著相关性,ABI、BaPWV 异常是心血管事件和死亡率强有力的预测因子^[11-12],在原发性高血压患者中尤其如此。

本研究结果显示,ABI、BaPWV 与心脏结构、功能呈显著相关。高血压 ABI 低值组室间隔较 ABI 正常组明显增厚,ABI 低值组 LVEF、E/A 较 ABI 正常组显著下降。多数文献提示,高血压病引起心脏结构变化主要发生在左心室,左心室肥厚是心血管并发症发生和死亡的独立危险因素。原发性高血压 ABI 降低与大动脉粥样硬化、血管弹性减低有关,这种变化不适当地增加了收缩压,造成脉压水平的增高,左心室后负荷和心肌耗氧量增加,导致左心室肥厚、心肌纤维化,影响心肌的舒张期松弛,同时心肌肥厚使冠状动脉血管壁内膜增厚,管腔变小引起心肌缺血造成心肌顺应性降低从而产生心脏功能的改变。

Inoue 等^[13]、Terai 等^[14]报道的大动脉僵硬度与心血管的发病率和死亡率相关,是心血管死亡事件的独立预测因素。本研究结果提示,BaPWV 增高组 LAD、IVST 明显大于 BaPWV 正常组,LVEF 小于正常组。长期的血压升高以及左心室的肥厚、血流动力学的改变是左心房增大的主要原因,因左心房与左心室功能密切关联又相互影响,左心房直接面对左心室舒张压,且为薄壁心腔,故左心室充盈压的升高容易损坏左心房弹性性能,导致左心房扩大。BaPWV 增快,大动脉扩张性下降,僵硬度增加,缓冲功能下降,造成收缩压和脉压水平的升高,这样使左心室后负荷加重,左心室收缩期室壁应力增加,左心室射血时间延长,心脏和血管间功能失调,最终发生左心室肥厚。同时,舒张压的降低,使主要在舒张期的冠状动脉灌注减少,加重了冠状动脉循环的供血不足,从而进一步加重了心脏结构与功能的变化。这与 Tartibere 等^[15]研究发现一致:高血压患者中,PWV 增高与心脏功能的恶化相关,可作为评价心脏功能的一个指标。

大量研究显示 ABI、BaPWV 在临床中可用来评价心功能,但大多数仅限于冠心病患者,对于高血压患者 ABI、BaPWV 与心功能之间的关系研究尚少,对高血压病患者进行动脉硬化检测,可以早期

了解患者的动脉硬化严重程度,积极防治动脉硬化,最大限度减少心脑血管事件及外周血管事件的发生,从而改善患者的远期预后。由于本研究的病例数较少,较为局限,可能存在选择性偏倚,对于高血压患者动脉僵硬度与心脏功能之间的关系及其在临床中的应用价值,尚需要进一步的大型临床研究及试验。

[参考文献]

[1] Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA, et al. Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II) [J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2007, 33(Suppl 1): S1-75.

[2] Yamashina A, Tomiyama H, Arai T, et al. Brachial-ankle pulse wave velocity as a marker of atherosclerotic vascular damage and cardiovascular risk [J]. Hypertens Res, 2003, 26(8): 615-622.

[3] Yamashina A, Tomiyama H. Arteriosclerosis and pulse wave velocity[J]. Nihon Rinsho, 2004, 62(1): 80-86.

[4] 王建军, 韩红锋, 朱峰, 等. 体质量指数变化对肱动脉-踝动脉脉搏波传导速度的影响[J]. 中国综合临床, 2013, 29(6): 577-582.

[5] Yasmin, Mceniery CM, Wanasce S, et al. C-reactive protein is associated with arterial stiffness in apparently health individuals[J]. Arterioscler Thromb Vasc Biol, 2004, 24(5): 969-974.

[6] Guo X, Li J, Pang W, et al. Sensitivity and specificity of ankle-brachial index for detecting angiographic stenosis of peripheral arteries[J]. Circ J, 2008, 72(4): 605-610.

[7] 赵薇, 李利华. 动态动脉硬化指数、动态血压参数与高血压眼底改变的关系[J]. 中华眼底病杂志, 2013, 29(1): 84-86.

[8] Laurent S, Boutouyrie P. Recent advances in arterial stiffness and wave reflection in human hypertension [J]. Hypertension, 2007, 49(6): 1 202-206.

[9] Figueiredo VN, Yugar-Toledo JC, Martins LC, et al. Vascular stiffness and endothelial dysfunction: Correlations at different levels of blood pressure[J]. Blood Press, 2012, 21(1): 31-38.

[10] 薛莉, 梁婷. 踝臂指数、臂踝脉搏波传导速度及高敏C反应蛋白在冠心病诊断中的临床意义[J]. 中国动脉硬化杂志, 2010, 18(6): 479-482.

[11] Laurent S, Boutouyrie P, Asmar R, et al. Aortic stiffness is an independent predictor of all-cause cardiovascular mortality in hypertensive patient [J]. Hypertension, 2001, 37(5): 1 236-241.

[12] Lee AJ, Price JF, Russell MJ, et al. Improved prediction of fatal myocardial infarction using the ankle brachial index in addition to conventional risk factors: the Edinburgh Artery Study[J]. Circulation, 2004, 110: 3 075-080.

[13] Inoue N, Maeda R, Kawakami H, et al. Aortic pulse wave velocity predicts cardiovascular mortality in middle-aged and elderly Japanese men[J]. Circ J, 2009, 73(3): 549-553.

[14] Terai M, Ohshi M, Ito N, et al. Comparison of arterial functional evaluations as a predictor of cardiovascular events in hypertensive patients: the Non-Invasive Atherosclerotic Evaluation in Hypertension (NOAH) study [J]. Hypertens Res, 2008, 31(6): 1 135-145.

[15] Tartibere JM, Logeart D, Safar ME, et al. Interaction between pulse wave velocity, augmentation index, pulse pressure and left ventricular function in chronic heart failure[J]. J Hum Hypertens, 2006, 20(3): 213-219.

(此文编辑 许雪梅)