

高血压患者动态动脉硬化指数与微量白蛋白尿及 血压昼夜节律的相关性

付敏敏, 周炳凤, 高斐, 刘梅, 孟影, 郑建发, 徐少东, 许晴鹤, 刘闵育

(安徽医科大学第三附属医院 合肥市第一人民医院心血管内科, 安徽省合肥市 230061)

[关键词] 高血压; 动态动脉硬化指数; 微量白蛋白尿; 昼夜节律

[摘要] 目的 探讨原发性高血压患者动态动脉硬化指数(ambulatory arterial stiffness index, AASI)与微量白蛋白尿(microalbuminuria, MAU)及血压昼夜节律的相关性。方法 回顾性分析 167 例明确诊断为原发性高血压的患者,所有病例均进行 24 h 动态血压监测及血脂、血尿素氮及肌酐、MAU 检测。根据简化 MDRD 公式估算肾小球滤过率(glomerular filtration rate, GFR)。AASI 定义为 1 减去舒张压和收缩压的回归系数。留取晨尿行尿白蛋白及肌酐测定,尿白蛋白与尿肌酐比(albumin-creatinineratio, ACR)男性 $ACR \geq 22$ mg/g 或女性 $ACR \geq 31$ mg/g 定义为 MAU。以夜间平均动脉压下降率 $\geq 10\%$ 为正常杓型血压, $< 10\%$ 则为血压昼夜节律异常,即非杓型血压。根据 AASI 四分位数将患者分为 4 组: $AASI \leq 0.34$ 组 43 例、 $0.34 < AASI \leq 0.46$ 组 44 例、 $0.46 < AASI \leq 0.56$ 组 40 例及 $AASI > 0.56$ 组 40 例。按是否合并 MAU, 将患者分为 MAU 组 68 例, 非微量白蛋白尿(non-microalbuminuria, NMAU)组 99 例;根据夜间平均动脉压下降率分为杓型血压组 63 例, 非杓型血压组 104 例。分析高血压患者 AASI 与 MAU 及血压昼夜节律之间的关系。结果 (1)随 AASI 增高, 各组尿 ACR 及 24 h 收缩压、舒张压、脉压均有增高趋势($P < 0.05$), GFR 及杓型血压比例则随 AASI 升高逐渐下降, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。(2)高血压合并 MAU 组 AASI(0.58 ± 0.11)较 NMAU 组 AASI(0.28 ± 0.12)明显升高, 差异有统计意义($P < 0.05$)。以 AASI 为因变量多元线性回归相关分析显示 AASI 与年龄($\beta = 0.369$, $P < 0.001$)、log 尿 ACR($\beta = 0.566$, $P < 0.001$)的相关性具有统计学意义。(3)非杓型高血压患者 AASI(0.54 ± 0.13)较杓型高血压患者 AASI(0.33 ± 0.14)明显升高, 差异有统计意义($P < 0.05$)。多因素 Logistic 分析显示, 高 AASI、MAU、高龄是血压昼夜节律异常的独立危险因素(其 OR 值分别为 1.491, 1.278, 1.246)。结论 AASI 升高与原发性高血压患者 MAU 及血压昼夜节律异常有关。

[中图分类号] R5

[文献标识码] A

The Correlation Between the Ambulatory Arterial Stiffness Index and Microalbuminuria and Circadian Rhythm in Patients with Primary Hypertension

FU Min-Min, ZHOU Bing-Feng, GAO Fei, LIU Mei, MENG Ying, ZHENG Jian-Fa, XU Shao-Dong, XU Qing-He, and LIU Min-Yu

(Department of Cardiology, the Third Affiliated Hospital of Anhui Medical University, the Hefei First People's Hospital, Hefei, Anhui 230061, China)

[KEY WORDS] Hypertension; Ambulatory Arterial Stiffness Index; Microalbuminuria; Circadian Rhythm

[ABSTRACT] **Aim** To investigate the relationship between ambulatory arterial stiffness index (AASI) and microalbuminuria (MAU) and circadian rhythm in patients with primary hypertension. **Methods** A total of 120 patients with primary hypertension were enrolled. Ambulatory blood pressure monitoring (ABPM) was performed for AASI. Serum lipids profile, Serum creatinine and blood urea nitrogen were detected. Glomerular filtration rate (GFR) was estimated by simplified MDRD equation. Urinary albumin and creatinine concentrations were determined on a morning spot-urine sample. AASI was defined as one minus the regression slope of diastolic on systolic blood pressure. MAU was de-

[收稿日期] 2013-09-10

[作者简介] 付敏敏, 副主任医师, 研究方向为高血压与心力衰竭的诊断与治疗, E-mail 为 Fuminmin@126.com。周炳凤, 硕士, 主任医师, 研究方向为冠心病与高血压的诊断与治疗, E-mail 为 Zhoubingfeng@126.com。高斐, 硕士, 住院医师, 研究方向为高血压的诊断与治疗, E-mail 为 44319383@qq.com。

defined as urinary albumin-creatinine ratio (ACR) of at least 22 mg/g in males or of 31 mg/g in females. Nocturnal non dip ping referred to a 10% or lesser magnitude reduction in mean artery pressure (MAP) at nighttime compared to daytime MAP average values, the remainder was defined as dipper. The subjects were divided into four groups according to AASI in quartile: $AASI \leq 0.34$ ($n = 43$), $0.34 < AASI \leq 0.46$ ($n = 44$), $0.46 < AASI \leq 0.56$ ($n = 40$) and $AASI > 0.56$ ($n = 40$) group. The differences between the four groups were compared. According to ACR, patients were divided into MAU group ($n = 68$) and non-microalbuminuria (NMAU) group ($n = 99$). The subjects were divided into dipper group ($n = 63$) and non-dipper group ($n = 104$) according to nocturnal MAP fall rate. The association between AASI, MAU and circadian rhythm of blood pressure were analysed.

Results (1) With the AASI increased, the patients had higher urinary ACR and 24hSBP, 24hDBP and 24hPP ($P < 0.05$), and lower GFR level and dipper hypertension ratio ($P < 0.05$). (2) AASI in hypertension patients with Microalbuminuria (0.58 ± 0.11) was significantly higher than those of the non-microalbuminuria (0.28 ± 0.12) group, ($P < 0.05$). Significant independent correlations were revealed between AASI and age ($\beta = 0.369$, $P < 0.001$) and $\log ACR$ ($\beta = 0.566$, $P < 0.001$) according to multivariate regression analysis. (3) AASI in hypertension patients with non-Dipper type (0.54 ± 0.13) was significant higher than those of Dipper type (0.33 ± 0.14) ($P < 0.05$). Multiple Logistic regression analysis showed AASI, MAU, age, are the independent risk factors for abnormal circadian blood pressure, the odds ratios were 1.491, 1.278, 1.246.

Conclusion The increase of AASI is associated with MAU and Non-dipper rhythm in patients with primary hypertension.

近年来大量的研究发现,大动脉硬化程度是心血管病死亡的重要的独立预测因子之一^[1]。对高血压患者进行动脉硬化程度的检测,为心血管危险分层提供了一种新的手段。众所周知,高血压患者中即使是早期合并肾功能不全,其心血管疾病的发病率及病死率均明显增加。而微量白蛋白尿(microalbuminuria, MAU)不仅是高血压患者早期肾功能受损的敏感指标,更是独立于传统的危险因素的预测心血管死亡的危险因子^[2]。血压昼夜节律与高血压靶器官的损害及心血管事件发生率密切相关,已经有临床研究证实夜间血压升高无论是对高血压还是普通人群来说都是心血管疾病发病及死亡的显著的危险因素^[3]。识别及研究血压节律异常的影响因素是近年来高血压研究的热点之一。2006年初, Li等^[4]提出了一种利用常规的24h动态血压监测数据反映动脉硬化程度的新指数,称之为动态动脉硬化指数(ambulatory arterial stiffness index, AASI)。它能很好的预测动脉硬化,并预测相关的心血管事件及肾脏的损害。本文旨在探讨原发性高血压患者的AASI与MAU及血压昼夜节律的相关性。

1 对象与方法

1.1 临床资料

根据《中国高血压防治指南》(2005年修订本)我院心内科2012年5月~2013年8月资料完整的确诊原发性高血压住院患者167例,男85例,女82例,平均年龄 62.53 ± 10.86 岁。排除以下疾病:继发性高血压、糖尿病、严重心衰(纽约心功能3级和4级)及合并心房颤动影响血压监测者、肿瘤或严重

肝、肾功能障碍患者。

1.2 动态血压

采用美高仪(MGY-ABP1型)动态血压仪记录血压,日间(08:00~22:00),每30分钟记录1次,夜间(22:00~次日08:00),每60分钟记录1次。24h内有效监测次数在总次数的90%以上。记录24h收缩压、舒张压、脉压及平均动脉压。以夜间平均动脉压较日间下降率 $\geq 10\%$ 为正常杓型血压, $< 10\%$ 则为血压昼夜节律异常,即非杓型血压。以24h动态血压监测提供的舒张压为纵坐标,收缩压为横坐标,计算斜率 β , $AASI = 1 - \beta$ 。根据AASI四分位数将患者分为4组:AASI ≤ 0.34 组43例, $0.34 < AASI \leq 0.46$ 组44例, $0.46 < AASI \leq 0.56$ 组40例及 $AASI > 0.56$ 组40例。按是否合并MAU,将患者分为MAU组68例,非微量白蛋白尿(NMAU)组99例;根据夜间平均动脉压下降率是否 $\geq 10\%$ 分为杓型血压组63例,非杓型血压组104例。

1.3 血生化及MAU检测

所有受试者均空腹12h以上清晨抽取肘静脉血,使用美国BECKMAN DXC 800全自动生化分析仪测定血清甘油三酯(TG)、总胆固醇(TC)、肌酐(SCr)、及尿素氮(BUN)等指标,根据简化的MDRD公式计算肾小球滤过率(GFR);留取晨尿5mL,使用美国BECKMAN DXC 800全自动生化分析仪以苦杏仁酸法测定尿肌酐水平,采用免疫比浊法以美国BECKMAN IMMAGE800特种蛋白仪测定尿微量白蛋白水平。尿白蛋白与尿肌酐比(albumin-creatinine ratio, ACR),男性 $ACR \geq 22$ mg/g或女性 $ACR \geq 31$ mg/g定义为MAU。

1.4 统计学方法

应用 SPSS16.0 统计软件进行统计分析, 计量资料正态分布以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 偏态分布以中位数(四分位间距表示), 两组均数之间的比较用 t 检验, 多组均数比较采用单因素方差分析, 方差齐时采用 LSD 方法进行两两比较, 方差不齐时采用 Tamhane's T2 法; 计数资料以百分数表示, 率比较采用 χ^2 检验; 用多元线性回归分析研究 AASI 与 log 尿 ACR 等研究指标的关系; 对血压昼夜节律异常的危险因素进行 Logistic 多元回归分析。 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

表 1. 以 AASI 四分位数分组的患者临床特征

Table 1. Characteristics of all the patients according to quartiles of AASI

变 量	AASI ≤ 0.34 ($n=43$)	$0.34 < \text{AASI} \leq 0.46$ ($n=44$)	$0.46 < \text{AASI} \leq 0.56$ ($n=40$)	AASI > 0.56 ($n=40$)
年龄(岁)	57.2 \pm 11.1	60.7 \pm 12.3	63.8 \pm 10.9 ^a	64.5 \pm 12.1 ^a
男/女(例)	20/23	20/24	22/18	23/17
BMI(kg/m ²)	25.8 \pm 3.5	25.2 \pm 3.7	26.5 \pm 3.8	25.8 \pm 3.7
甘油三酯(mmol/L)	1.62 (1.02 ~ 2.35)	1.96 (1.35 ~ 2.76)	1.77 (1.32 ~ 2.65)	1.82 (1.35 ~ 2.54)
总胆固醇(mmol/L)	4.82 \pm 0.92	4.68 \pm 0.94	4.83 \pm 1.17	4.50 \pm 0.98
非杓型血压(例)	16(37.2%)	26(59.1%) ^a	30(75.0%) ^{ab}	32(80.0%) ^{ab}
ACR(mg/g)	4.05 (3.00 ~ 6.88)	7.34 (3.56 ~ 27.90) ^a	28.31 (10.69 ~ 39.41) ^{ab}	34.21 (23.52 ~ 39.71) ^{ab}
eGFR[mL/(min · 1.73 m ²)]	101.4 \pm 28.9	95.5 \pm 19.9	89.8 \pm 20.5 ^{ab}	86.8 \pm 18.9 ^{ab}
24 h 收缩压(mmHg)	126.8 \pm 10.2	126.8 \pm 9.1	132.0 \pm 13.3 ^{ab}	132.7 \pm 14.0 ^{ab}
24 h 舒张压(mmHg)	77.2 \pm 8.1	77.1 \pm 8.0	72.9 \pm 10.9 ^a	68.1 \pm 9.8 ^{abc}
24 h 脉压(mmHg)	49.6 \pm 6.4	49.8 \pm 6.8	54.1 \pm 6.7 ^{ab}	57.6 \pm 11.2 ^{abc}
24 h 平均动脉压(mmHg)	93.6 \pm 8.9	93.2 \pm 7.6	95.7 \pm 11.3	93.4 \pm 9.9

a 为 $P < 0.05$, 与 AASI ≤ 0.34 组比较; b 为 $P < 0.05$, 与 $0.34 < \text{AASI} \leq 0.46$ 组比较; c 为 $P < 0.05$, 与 $0.46 < \text{AASI} \leq 0.56$ 组比较。

2.2 高血压合并 MAU 患者与无 MAU 患者 AASI 比较

高血压合并 MAU 患者 AASI 为 0.58 ± 0.11 , NMAU 组 AASI 为 0.28 ± 0.12 , MAU 组较 NMAU 组明显升高, 两者比较差异有统计学意义($P < 0.05$; 图 1)。

2.3 AASI 与尿 ACR 等因素的多元线性回归相关分析

以 AASI 为因变量, 由于尿 ACR 为偏态分布, 转换成对数后成正态分布, 以 log 尿 ACR、年龄、BMI、24 h 平均动脉压及血 TG、TC 为自变量进行多元线性回归分析, 建立回归方程。结果显示 AASI 与年龄($\beta = 0.369$, $P < 0.001$) 及 log 尿 ACR($\beta = 0.566$, $P < 0.001$; 表 2) 的相关性具有统计学意义。

2 结果

2.1 以 AASI 四分位数分组的患者临床特征

各组性别比例, BMI 及 TG、TC、24 h 平均动脉压比较无明显差异。AASI 较高组的患者年龄较大, 随 AASI 增高, ACR 及 24 h 收缩压、脉压都有增高趋势($P < 0.05$), 而 24 h 舒张压、GFR 及杓型血压比例则随 AASI 升高逐渐下降, 差异有显著性($P < 0.05$; 表 1)。

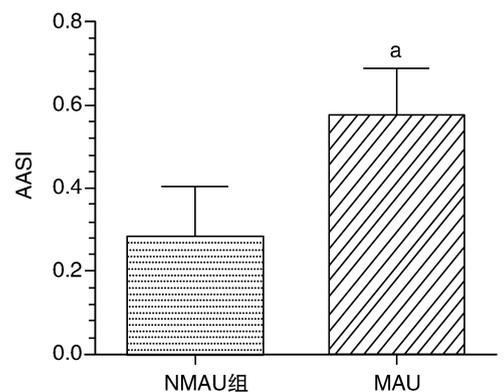


图 1. MAU 与 NMAU 组 AASI 比较 a 为 $P < 0.05$, 与 NMAU 组比较。

Figure 1. Comparison of the AASI between MAU and NMAU group

2.4 构型血压患者与非构型血压患者 AASI 比较

构型血压患者 AASI 为 0.33 ± 0.14 , 非构型血压患者 AASI 为 0.54 ± 0.13 , 非构型血压组 AASI 较构型血压组明显升高, 两者差异有统计学意义 ($P < 0.05$; 图 2)。

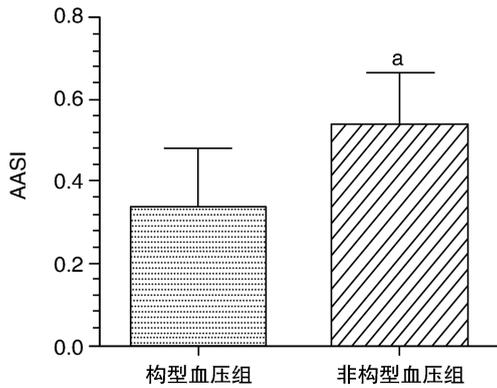


图 2. 构型血压组与非构型血压组 AASI 比较 a 为 $P < 0.05$, 与构型血压组比较。

Figure 2. Comparison of the AASI between Dipper and Non-dipper group

表 2. AASI 和 ACR 等相关因素的多元线性逐步回归分析

Table 2. The stepwise multiple regression analysis of the AASI, ACR and other factors

自变量	回归系数	标准回归系数	t 值	P 值
年龄	0.005	0.369	-0.481	<0.001
log 尿 ACR	0.174	0.566	8.971	<0.001

2.5 血压昼夜节律改变的相关因素分析

以血压昼夜节律为因变量(无异常即构型血压 = 1, 异常即非构型血压 = 2), 以年龄 (< 60 岁 = 1, ≥ 60 岁 = 2)、BMI ($< 25 \text{ kg/m}^2 = 1$, $\geq 25 \text{ kg/m}^2 = 2$)、GFR [$(\geq 60 \text{ mL}/(\text{min} \cdot 1.73 \text{ m}^2) = 1$, $< 60 \text{ mL}/(\text{min} \cdot 1.73 \text{ m}^2) = 2$]、AASI ($0.56 \leq \text{AASI} = 1$, $\text{AASI} > 0.56 = 2$)、ACR (男性 $< 22 \text{ mg/g}$ 或女性 $< 31 \text{ mg/g} = 1$, 男性 $\geq 22 \text{ mg/g}$ 或女性 $\geq 31 \text{ mg/g} = 2$)、TC ($< 5.7 \text{ mmol/L} = 1$, $\geq 5.7 \text{ mmol/L} = 2$)、TG ($< 1.7 \text{ mmol/L} = 1$, $\geq 1.7 \text{ mmol/L} = 2$)、BUN ($< 6.1 \text{ mmol/L} = 1$, $\geq 6.1 \text{ mmol/L} = 2$)、SCr ($< 106 \text{ }\mu\text{mol/L} = 1$, $\geq 106 \text{ }\mu\text{mol/L} = 2$) 等参数为自变量, 进行 Logistic 逐步回归分析, 结果显示高 AASI、MAU、高龄是血压昼夜节律异常的独立危险因素 (OR 值分别为 1.491, 1.278, 1.246; 表 3)。

表 3. 血压昼夜节律影响因素的多因素 Logistic 回归分析

Table 3. Impact factors in the multivariate Logistic analysis of the blood pressure circadian rhythm

影响因素	回归系数 (B)	Wald	OR 值	95% CI	P 值
年龄	0.248	3.806	1.246	1.005 ~ 2.089	0.048
GFR	-0.023	2.029	0.977	0.947 ~ 1.009	0.154
AASI	4.325	8.999	1.491	1.189 ~ 2.277	0.003
BMI	0.075	2.095	1.078	0.974 ~ 1.194	0.148
ACR	0.012	2.037	1.278	1.123 ~ 2.128	0.025
TC	-0.078	0.166	0.925	0.634 ~ 1.348	0.984
TG	-0.057	0.086	0.945	0.646 ~ 1.381	0.769
BUN	-0.149	0.727	0.861	0.611 ~ 1.214	0.394
SCr	-0.014	0.767	0.986	0.955 ~ 1.018	0.381

3 讨论

大动脉硬化是心血管发病率和死亡率的独立预测因子。而长期血压升高可以引起动脉血管顺应性降低及僵硬增加。因此人们越来越关注对高血压患者中进行动脉顺应性的检测。目前公认的评估动脉硬化程度的金指标—主动脉脉搏速率及增压指数的测定由于检测仪器设备复杂, 费用昂贵, 极大地限制了其临床应用。

2006 年以来, Li 等学者依据动态血压监测数据, 假设 24 h 动态收缩压与舒张压之间的回归斜率可反映动脉硬化程度, 1 减去该回归斜率即为 AASI。动脉硬化程度越严重, AASI 越接近 1。研究证明 AASI 反映动脉硬化的程度, 其准确性可与主动脉脉搏速率及增压指数媲美, 且关联程度要超过 24 小时脉压等传统的致动脉硬化危险因素^[5]。并且 AASI 对于预测高血压及代谢综合征患者出现心血管事件的风险、原发性高血压患者的靶器官损害以及老年人糖尿病患者出现蛋白尿进展的评估均有价值, 甚至可以独立于传统的危险因素而预测普通人群中心血管死亡及脑卒中死亡风险^[6,7]。意大利一项对 188 例未治疗的高血压患者的研究表明, AASI 每增加一个标准差, 患有微量白蛋白尿、颈动脉斑块或内中膜增厚、左心室肥厚的危险增加 2 倍^[8]。

高血压病患者中 MAU 的发生率可达 20% ~ 30%。MAU 不仅可预测早期肾功能损伤及高血压早期的微血管损伤, 更是全身血管内皮功能受损的一个重要标志, 是预测动脉粥样硬化的独立危险因素, 与高血压患者发生心血管事件的危险性密切相关^[9]。研究证实当尿 ACR $> 3.9 \text{ mg/g}$ (男性) 和 7.5 mg/g (女性) 时, 心血管事件及心血管死亡率与尿 ACR 有连续关系^[10]。大血管硬化与 MAU 的发

生显著相关,AASI 和肾损害之间的关系独立于传统的心血管危险因素,包括 24 h 平均动脉压^[11]。MAU 及作为动脉硬化程度的指标 AASI 是目前公认的高血压靶器官损害的标志,深入研究 AASI 与 MAU 的相关性有深远的临床意义。

本研究显示随各组 AASI 增高,尿 ACR 有增高趋势,各组差异具有统计差异,高血压合并 MAU 患者较 NMAU 患者 AASI 明显升高,两者差异有统计学意义;多元线性回归相关分析示 AASI 与 log 尿 ACR 的相关性具有统计学意义。提示可将 AASI 作为高血压早期肾损害的预测因子。AASI 可以预测 MAU 的发生。AASI 与高血压患者的肾微血管病变患病风险显著相关。与国内外学者研究结果相符合^[8,12]。

血压昼夜节律异常的高血压患者更易发生靶器官损害,预后更差。一些前瞻性研究证实夜间血压下降每减少 5%,心血管的死亡率将增加 20%^[13]。昼夜血压比是临床心血管转归的很好的预测因子。本研究表明杓型血压比例随 AASI 升高逐渐下降,差异有显著性。非杓型组 AASI 较杓型组明显升高,两者差异有统计学意义。说明随动脉硬化程度的加重,血压昼夜节律异常的比例增加,与国内学者报告相符^[14]。对于 AASI 与血压昼夜节律的相关性国内文献报道较少。本研究以血压昼夜节律为因变量进行多因素 Logistic 逐步回归分析,结果显示高 AASI、MAU、高龄是血压昼夜节律异常的独立危险因素,其 OR 值分别为 1.491、1.278 和 1.246。其中 AASI > 0.56 时,非杓型血压发生的风险是 AASI ≤ 0.56 的 1.491 倍。提示 AASI 升高是非杓型血压的预测因素之一。本研究为回顾性研究,样本量较小,还有待于在今后的工作中积累病例,进一步探明 AASI 与血压昼夜节律的关系及 AASI 预测非杓型血压的最佳值。

总之,AASI 具有无创简便,性价比高及重复性好的特点。它不仅能很好的反映动脉硬化程度,预测高血压早期肾损害及血压昼夜节律异常,更是一项与心血管疾病的危险因素及预后密切相关的指标。高血压患者联合监测 AASI 和 MAU 及血压昼夜节律不仅可以筛选心血管事件的高危患者,更对判断预后及指导临床治疗具有重要的临床意义。有较大的临床应用前景,值得深入研究。

[参考文献]

[1] Dolan E, Li Y, Thijs L, et al. Ambulatory arterial stiffness index: rationale and methodology [J]. *Blood Press Monito-*

ring, 2006, 11(2): 103-105.

- [2] Hallan S, Astor B, Romundstad S, et al. Association of kidney function and albuminuria with cardiovascular mortality in older vs younger individuals: The HUNT II Study [J]. *Arch Intern Med*, 2007, 167 (22): 2 490-496.
- [3] Hansen TW, Li Y, Boggia J, et al. Predictive role of the nighttime blood pressure [J]. *Hypertension*, 2011, 57 (1): 3-10.
- [4] Li Y, Wang J G, Dolan E, et al. Ambulatory arterial stiffness index derived from 24-hour ambulatory blood pressure monitoring [J]. *Hypertens*, 2006, 47(3): 359-364.
- [5] DoIan E, Thijs L, Li Y, et al. Ambulatory arterial stiffness index as a predictor of cardiovascular mortality in the Dublin Outcome Study [J]. *Hypertension*, 2006, 47(3): 365-370.
- [6] Ratto E, Leoneini G, Viazzi F, et al. Ambulatory arterial stiffness index and renal abnormalities in primary hypertension [J]. *Hypertens*, 2006, 24(10): 2 033-038.
- [7] Florczak E, Januszewicz M, Januszewicz A, et al. Relationship between renal resistive index and early target organ damage in patients with never-treated essential hypertension [J]. *Blood Press*, 2009, 18(11): 55-61.
- [8] Leoncini G, Ratto E, Viazzi F, et al. Increased ambulatory arterial stiffness index is associated with target organ damage in primary hypertension [J]. *Hypertension*, 2006, 48(3): 397-403.
- [9] Patrik Farbm, Bjorn Wahlstrand, Peter Almgren, et al. Interaction between renal function and microalbuminuria for cardiovascular risk in hypertension. The Nordic Diltiazem Study [J]. *Hypertens*, 2008, 52(1): 115-122.
- [10] Hillege HL, Fidler V, Diercks GF, et al. Urinary albumin excretion predicts cardiovascular and non-cardiovascular mortality in general population [J]. *Circulation*, 2002, 106(14): 1 777-782.
- [11] Upadhyay A, Hwang SJ, Mitchell GF, et al. Arterial stiffness in mild-to-moderate CKD [J]. *J Am Soc Nephrol*, 2009, 20(9): 2 044-053.
- [12] 王雅琼, 胡亚蓉, 李燕, 等. 动态动脉硬化指数与高血压患者微量白蛋白尿的关系 [J]. *中华高血压杂志*, 2011, 19(4): 342-346.
- [13] Fagard RH, Celis H, Thijs L, et al. Daytime and nighttime blood pressure as predictors of death and cause-specific cardiovascular events in hypertension [J]. *Hypertension*, 2008, 51(1): 55-61.
- [14] 徐香山, 金元哲. 动态动脉硬化指数与血压变异性的关系 [J]. *中国血液流变学杂志*, 2012, 22(2): 244-246.

(此文编辑 李小玲)