

DOI:10.3724/SP.J.1008.2014.00260

· 论 著 ·

上海市外来青壮年建筑工人尿微量白蛋白/肌酐比值与高血压前期的关系

郭爱珍¹, 岑俊^{1*}, 魏莉莉¹, 顾谊铮¹, 常文军²

1. 上海建工医院肾内科, 上海 200083

2. 第二军医大学热带医学与公共卫生学系流行病学教研室, 上海 200433

[摘要] **目的** 探讨上海市外来青壮年建筑工人尿微量白蛋白/肌酐比值(urinary albumin to creatinine ratio, UACR)与血压水平的关联性。**方法** 采用整群随机抽样法从上海建工集团外来建筑工人中抽取 3 195 名青壮年(18~50 岁)建筑工人,由专业人员进行问卷调查、体格检查和生化指标检测,检测的生化指标包括 UACR、肾功能、血尿酸(uric acid, UA)、血糖、血脂等;根据 UACR 四分位数由低到高将研究对象分为 I、II、III、IV 4 组,采用有序多分类 logistic 回归模型分析 UACR 与血压分组的关联性。**结果** 抽样人群中共完成 3 112 例调查,资料完整率 97.4%。正常血压、高血压前期及高血压组的 UACR 水平[中位数(25%分位数~75%分位数)]分别为 0.8(0.6~1.2)、0.9(0.7~1.4)和 1.0(0.8~1.7) mg/mmol,高 UACR 率分别为 6.8%、8.0%及 15.6%,3 组间上述两指标差异均有统计学意义($P<0.05$)。根据 UACR 水平将研究对象分为 I、II、III、IV 4 组,在调整年龄等因素后,发现 UACR 各分组的收缩压分别为(126.8±13.3)、(127.9±14.2)、(129.9±14.4)和(134.2±19.0) mmHg (1 mmHg=0.133 kPa),舒张压分别为(77.6±9.7)、(78.8±9.2)、(79.2±10.4)和(81.8±12.5) mmHg,收缩压和舒张压水平均与 UACR 呈正相关。有序多分类 logistic 模型分析发现,在调整年龄、体质指数、总胆固醇及低密度脂蛋白胆固醇等混杂因素后,与 UACR I 组比较,II、III、IV 组发生高血压前期与高血压的比值比(odds ratio, OR)和 95%可信区间(confidence interval, CI)依次为 0.98(0.80~1.20)、1.29(1.05~1.58)、1.86(1.52~2.28)。**结论** 上海外来青壮年建筑工人 UACR 水平与高血压前期及高血压发生正相关。

[关键词] 成年人;高血压;高血压前期;尿微量白蛋白/肌酐比值

[中图分类号] R 544.1

[文献标志码] A

[文章编号] 0258-879X(2014)03-0260-05

Relationship between urinary albumin-to-creatinine ratio and prehypertension among young migrant builders in Shanghai

GUO Ai-zhen¹, CEN Jun^{1*}, WEI Li-li¹, GU Yi-zheng¹, CHANG Wen-jun²

1. Department of Nephrology, Shanghai Jiangong Hospital, Shanghai 200083, China

2. Department of Epidemiology, Faculty of Tropical Medicine and Public Health, Second Military Medical University, Shanghai 200433, China

[Abstract] **Objective** To explore the relationship between urinary albumin-to-creatinine ratio (UACR) and blood pressure of young migrant builders in Shanghai. **Methods** A total of 3 195 builders (age ranged from 18 to 50) were selected from migrant builders of Shanghai Construction Group Co., Ltd. by using random cluster sampling method. They were subjected to questionnaire interview, physical examination, and biochemical tests, including UACR, renal function, serum uric acid, serum lipid, and serum glucose. The participants were divided into 4 groups (I, II, III, and IV) according to the levels of UACR, and the ordinal multinomial logistic regression model was employed to determine the relationship between UACR levels and blood pressure grouping (normal, pre-hypertension, and hypertension). **Results** Among the 3 195 builders, 3 112 (97.4%) finished interview. The UACR (median [Q1-Q3]) levels and high-UACR ratio for the normal, pre-hypertension and hypertension groups were 0.8 (0.6-1.2) mg/mmol, 0.9 (0.7-1.4) mg/mmol, and 1.0 (0.8-1.7) mg/mmol, and 6.8%, 8.0%, and 15.6%, respectively, with significant differences for both UACR levels and high-UARC ratios ($P<0.05$) among the 3 blood pressure groups. According to the 25%, 50%, and 75% quartiles of UACR values, builders were classified into 4 groups. After adjustment of the other factors such as age, the average systolic pressures of the I, II, III, and IV UACR

[收稿日期] 2013-10-20

[接受日期] 2013-11-21

[基金项目] 上海市卫生局科研项目(20114288). Supported by Project of Shanghai Health Bureau (20114288).

[作者简介] 郭爱珍, 硕士, 主治医师, E-mail: 724650757@qq.com

* 通信作者(Corresponding author). Tel: 021-65313448, E-mail: cenjun97@163.com

groups were (126.8±13.3), (127.9±14.2), (129.9±14.4), and (134.2±19.0) mmHg (1 mmHg=0.133 kPa), and the average diastolic pressures of the 4 groups were (77.6±9.7), (78.8±9.2), (79.2±10.4), and (81.8±12.5) mmHg, respectively. UACR was positively correlated with both the average systolic pressures and diastolic pressures ($P<0.05$). Logistic regression analysis showed that, after adjusting the factors such as age, body mass index, total cholesterol, and low density lipoprotein cholesterol, the odds ratio (OR) and 95% confidence interval (95% CI) of pre-hypertension and/or hypertension, compared with I group, were 0.98 (0.80-1.20), 1.29 (1.05-1.58), and 1.86 (1.52-2.28) for II, III, and IV groups, respectively. **Conclusion** The UACR is positively correlated with pre-hypertension and hypertension among young migrant builders in Shanghai.

[Key words] adult; hypertension; pre-hypertension; urinary albumin-to-creatinine ratio

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2014, 35(3):260-264]

流行病学研究表明,人群血压水平与心脑血管事件发生率呈连续性正相关^[1]。高血压前期时靶器官损害就已经存在,因此,高血压前期被建议作为心血管事件危险评估的指标^[2]。微量白蛋白尿,也就是尿微量白蛋白/肌酐比值(urinary albumin-to-creatinine ratio, UACR)增高,已被作为全身血管内皮损伤的早期标志之一。但UACR与高血压前期或血压水平之间的关系目前尚不明确^[3-6]。本研究以上海外来青壮年建筑工人为研究对象,进一步探讨UACR与高血压前期的关系,以期为中心血管事件的早期预防提供新的参考指标。

1 对象和方法

1.1 研究对象 研究对象为2012年1月至9月在上海建工集团工作的来自农村的建筑工人。本研究采用整群随机抽样的方法,抽取上海建工集团7个分公司中的3个分公司,对年龄在18~50岁的所有建筑工人进行调查,同时排除糖代谢异常、肾脏结石、肾功能下降、心血管疾病及尿路感染等相关疾病。调查前,由调查员告知所有被调查者本研究的内容及其意义,并签署知情同意书。本研究经上海建工医院医学伦理委员会批准。

1.2 问卷调查 采用面对面问卷调查方式采集非实验指标。调查员均为上海建工医院肾内科医师,所有调查员在调查前均进行统一培训。问卷调查内容包括:人口学特征(性别、年龄等)、既往史(肾脏病、高血压、糖尿病、痛风、过敏、肾毒性药物使用史等)、行为习惯(吸烟、饮酒等)及家族史。

1.3 物理检查 测量身高、体质量、腰围、臀围及血压,同时进行肾脏B超检查。血压按JNCV II标准方法^[7]均测2次,2次血压测量间隔5 min,求其平均值,若两次相差10 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)以

上,则取第2次的测量值。抽取空腹静脉血,采用自动生化分析仪检测空腹血糖、尿酸(uric acid, UA)、肌酐、总胆固醇(TCh)、三酰甘油(TG)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)等指标。留取晨尿,采用免疫比浊法测定尿微量白蛋白,酶法测定尿肌酐,并计算UACR。

1.4 诊断标准 (1)高UACR:定义为UACR \geq 3.5 mg/mmol。(2)高血压:定义为收缩压 \geq 140 mmHg和(或)舒张压 \geq 90 mmHg,和(或)正在接受高血压药物治疗者;收缩压 $<$ 120 mmHg且舒张压 $<$ 80 mmHg为正常血压;收缩压为120~139 mmHg或舒张压80~89 mmHg为高血压前期。(3)糖代谢异常:空腹静脉血糖 \geq 7.0 mmol/L或有糖尿病病史以及正在接受糖尿病药物治疗者定义为糖尿病。(4)肥胖和体脂分布异常:体质指数(BMI) \geq 25 kg/m²且 $<$ 30 kg/m²为超重,BMI \geq 30 kg/m²为肥胖^[8];体脂分布以腰臀比表示,男性腰臀比 $>$ 0.90、女性腰臀比 $>$ 0.85为异常^[9]。(5)高TCh血症和高UA血症:血TCh $>$ 5.72 mmol/L为高TCh血症;男血UA $>$ 417 μ mol/L、女血UA $>$ 360 μ mol/L为高UA血症^[10]。(6)吸烟和饮酒:吸烟定义为当前吸烟;饮酒定义为每月至少饮酒1次。

1.5 统计学处理 用EPIDATA 3.1软件录入数据,采用SPSS16.0软件包进行分析。连续性变量正态分布数据以 $\bar{x}\pm s$ 表示,偏态分布数据使用中位数(四分位数)表示。连续变量多组间比较,对服从正态分布的数据采用方差分析,两两比较采用SNK法;对于不服从正态分布的数据,如TG和UACR,采用Kruskal-Wallis秩和检验,其两两比较通过编程后采用Nemenyi检验^[11]。计数资料采用 χ^2 检验。按照UACR的四分位数从低到高将调查对象分为I、II、III、IV 4个等级,采用协方差分析判断血压水

平的变化趋势;以 UACR 最低四分位数作为参照,血压正常、高血压前期和高血压为应变变量,采用有序多分类 logistic 回归分析计算其余各组比值比(odds ratio, OR)及其 95%可信区间(confidence interval, CI),观察高血压前期及高血压发生危险与 UACR 水平的关系。

2 结果

2.1 研究对象的基本特征 共有 3 195 名工人参与调查,其中符合入选标准并且资料完整者有 3 112 例,资料完整率达 97.4%;平均年龄(37.4±9.6)岁,中位年龄 38 岁;其中男性 2 944 例(94.6%),女性

168 例(5.4%),男女比例为 18:1。正常血压组为 695 例(22.3%),高血压前期 1 661 例(53.4%),高血压组 756 例(24.3%)。3 组人群平均年龄、腰臀比、BMI、TG、TCh 及 LDL-C 差异均有统计学意义($P<0.05$),其中高血压组高于高血压前期组,高血压前期组高于正常血压组。吸烟、饮酒和高密度脂蛋白在正常血压和高血压前期组差异无统计学意义,但高血压组高于前两组($P<0.05$)。血 UA 和血糖在 3 组之间差异无统计学意义。3 组高 UACR 的发生率差异有统计学意义($P<0.05$),高血压组高于正常血压及高血压前期组。具体见表 1。

表 1 正常血压、高血压前期及高血压组的各项生化指标比较

Tab 1 Comparison of biochemical items among normal, pre-hypertension, and hypertension groups

| Item | Normal blood pressure (N=695) | Pre-hypertension (N=1 661) | Hypertension (N=756) |
|---|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Age (year), $\bar{x}\pm s$ | 34.2±9.5 | 37.0±9.4* | 42.8±8.3* [△] |
| WHR $\bar{x}\pm s$ | 0.84±0.06 | 0.86±0.11* | 0.88±0.06* [△] |
| BMI (kg·m ⁻²), $\bar{x}\pm s$ | 22.2±2.7 | 23.8±6.2* | 25.1±6.3* [△] |
| UA ρ_B /(mmol·L ⁻¹), $\bar{x}\pm s$ | 303.7±168.5 | 300.5±71.3 | 299.5±79.5 |
| TG ρ_B /(mmol·L ⁻¹), median(Q1-Q3) | 1.3(0.8-1.8) | 1.4(0.9-2.2)* | 1.6(1.0-2.6)* [△] |
| TCh ρ_B /(mmol·L ⁻¹), $\bar{x}\pm s$ | 3.8±0.7 | 4.0±0.8* | 4.2±0.8* [△] |
| HDL-C ρ_B /(mmol·L ⁻¹), $\bar{x}\pm s$ | 1.3±0.3 | 1.3±0.3 | 1.7±0.5* [△] |
| Serum glucose ρ_B /(mmol·L ⁻¹), $\bar{x}\pm s$ | 4.7±1.0 | 5.5±3.0 | 6.0±3.1 |
| LDL-C ρ_B /(mmol·L ⁻¹), $\bar{x}\pm s$ | 1.9±0.5 | 2.0±0.5* | 2.1±0.6* [△] |
| Smoking n(%) | 365(52.5) | 890(53.6) | 349(46.2)* [△] |
| Alcohol n(%) | 169(24.3) | 431(25.9) | 266(35.2)* [△] |
| UACR (mg·mmol ⁻¹), median(Q1-Q3) | 0.8(0.6-1.2) | 0.9(0.7-1.4)* | 1.0(0.8-1.7)* [△] |
| High UACR n(%) | 47(6.8) | 133(8.0)* | 118(15.6)* [△] |

WHR: Waist-hip ratio; BMI: Body mass index; TG: Triglyceride; UA: Uric acid; TCh: Total cholesterol; HDL-C: High density lipoprotein cholesterol; LDL-C: Low density lipoprotein cholesterol; UACR: Urinary albumin-to-creatinine ratio. * $P<0.05$ vs normal blood pressure group; [△] $P<0.05$ vs pre-hypertension group

2.2 不同 UACR 水平研究对象的血压表现 根据 UACR 四分位数从低到高将研究对象分为 I、II、III、IV 4 个组别,并比较各组间血压水平的差异。如表 2 所示,无论调整前后,随着 UACR 水平的升高,平均收缩压和平均舒张压均呈现上升趋势(趋势检验 $P<0.05$)。当 UACR 各组中位数水平从 0.49 mg/mmol 上升至 2.03 mg/mmol,调整了年龄、BMI、TCh、腰臀比、LDL-C 后,相应地其收缩压和舒张压分别上升了 7 mmHg 和 4 mmHg。采用 SNK 法将 II~IV 组血压分别与 I 组比较,无论调整前后,II~IV 各组血压均明显高于 I 组($P<0.05$)。

2.3 UACR 水平与正常血压、高血压前期及高血压的关联性分析 如表 3 所示,单因素有序多分类 logistic 回归分析显示,UACR 水平与正常血压、前期高血压和高血压相关,UACR 水平越高,研究对象趋近高血压的风险增大;进一步调整年龄、BMI、TCh 及 LDL-C 等混杂因素后,多因素有序多分类 logistic 回归模型分析显示,UACR II、III、IV 组与 I 组比较其 OR(95%CI)值分别为 0.98(0.80~1.20)、1.29(1.05~1.58)和 1.86(1.52~2.28),说明 III、IV 组相对于 I 组结果仍旧具有关联性,即随着 UACR 水平的提高,发生高血压或高血压前期的风险增加。

表2 不同UACR分组研究对象的血压值比较

Tab 2 Comparison of blood pressure levels among 4 groups with different UACR levels

| Group ^a | n | UACR (mg · mmol ⁻¹), median (Q1-Q3) | Average SBP p/mmHg, $\bar{x} \pm s$ | | Average DBP p/mmHg, $\bar{x} \pm s$ | |
|--------------------|-----|---|-------------------------------------|--------------------|-------------------------------------|--------------------|
| | | | Without adjustment | With adjustment | Without adjustment | With adjustment |
| I | 778 | 0.49(0.02-0.60) | 127.2 ± 13.4 | 126.8 ± 13.3 | 77.75 ± 9.80 | 77.6 ± 9.7 |
| II | 778 | 0.73(0.61-0.87) | 128.2 ± 14.1* | 127.9 ± 14.2* | 77.80 ± 9.74* | 78.8 ± 9.2* |
| III | 775 | 1.06(0.88-1.33) | 129.8 ± 14.4* | 129.9 ± 14.4* | 79.22 ± 10.33* | 79.2 ± 10.4* |
| IV | 781 | 2.03(1.34-60.57) | 134.3 ± 19.2* | 134.2 ± 19.0* | 82.07 ± 12.58* | 81.8 ± 12.5* |

^a: According to the quartiles of UACR, the subjects were divided into four groups (group I for $\leq Q1$, group II for $> Q1$ and $\leq Q2$ [median], group III for $> Q2$ and $\leq Q3$, group IV for $> Q3$). UACR: Urinary albumin-to-creatinine ratio; SBP: Systolic blood pressure; DBP: Diastolic blood pressure. 1 mmHg = 0.133 kPa. * $P < 0.05$ vs group I

表3 UACR水平与正常血压、高血压前期及高血压的关联性分析

Tab 3 Relationship between UACR levels and the different blood pressure groups by order logistic regression model

| Group ^a | n | Univariate analysis OR (95%CI) | Multivariate analysis OR (95%CI) |
|--------------------|-----|-----------------------------------|-------------------------------------|
| I | 778 | 1 | 1 |
| II | 778 | 0.99(0.82-1.19) | 0.98(0.80-1.20) |
| III | 775 | 1.31(1.08-1.58) | 1.29(1.05-1.58) |
| IV | 781 | 1.83(1.51-2.22) | 1.86(1.52-2.28) |

^a: According to the quartiles of UACR, the subjects were divided into four groups (group I for $\leq Q1$, group II for $> Q1$ and $\leq Q2$ [median], group III for $> Q2$ and $\leq Q3$, group IV for $> Q3$). UACR: Urinary albumin-to-creatinine ratio; OR: Odds ratio; CI: Confidence interval

3 讨论

本研究通过对上海建工集团青壮年建筑工人的调查发现,该人群的高血压前期与高血压的发病率分别为53.4%和24.3%。该人群正常高血压组、高血压前期组及高血压组的高UACR发生率分别为6.8%、8.0%和15.6%。可见随着血压的增高,高UACR发生率逐渐增高。在调整年龄、腰臀比、BMI、TCh及LDL-C等混杂因素后,有序多分类logistic回归分析显示,随着UACR水平的增高发生高血压前期及高血压的风险进一步增加。

本研究与Kim等^[3]、张秋等^[4]的研究结果基本一致,认为UACR与高血压前期是相关联的。也有一些研究,如Drukteinis等^[5]、陈祚等^[6],认为UACR水平与高血压前期无相关关系。这些不同的结论,可能由于选用的研究对象和方法不同造成,

主要包括以下几点:首先,研究对象的种族、年龄、性别不同,已有报道认为,不同的UACR在不同的人种、不同的性别中的分布存在差异^[12];其次,可能同时存在的疾病及危险因素不同。多项研究报道高血压合并尿微量白蛋白的患者常并存下列多种异常代谢:腹部肥胖或超重、血脂异常、糖代谢异常等疾病^[13-15]。由于上述疾病在不同年龄分布的人群中分布不同,导致研究结果的不一致。其他影响因素还包括采用的标本留取方式及统计方法不同等。

尿微量白蛋白已被认为是全身微血管损伤的重要标志,监测尿微量白蛋白已作为诊断血管病变的一种方法^[16]。实验研究已证实,高血压前期已存在血管内皮的损伤^[17]。高血压患者发生亚临床心血管病变(靶器官损害)的早期就可出现UACR增高,而UACR增高可促进高血压前期向高血压的进展。据调查,2005年至2007年我国成年人高血压前期的患病率为44%~60%,约45%的高血压前期患者在10年后发展为高血压^[18-19]。因此,在高血压前期即需保护血管内皮。降低UACR对预防和延缓高血压前期向高血压的发展、减少心脑血管疾病的发生是十分必要的。

本研究的特点主要是研究对象为青壮年人群,该人群是高血压前期的高发人群。并且在调查中发现大部分高血压患者是首次发现高血压,未用药物治疗,减少了药物对尿微量白蛋白/肌酐测定的影响。本研究尚存在某些不足,如UACR检测没进行多次重复,研究为横断面调查,没有动态观察血压与UACR的关系。尽管如此,我们发现UACR与高血压前期有关联,为减少高血压前期向高血压的进展,提倡加强健康教育,进行生活、行为方式的干预治疗

等措施提供科学依据。

4 利益冲突

所有作者声明本文不涉及任何利益冲突。

[参考文献]

- [1] Zis P, Vemmos K, Spengos K, Manios E, Zis V, Dimopoulos M A, et al. Ambulatory blood pressure monitoring in acute stroke: pathophysiology of the time rate of blood pressure variation and association with the 1-year outcome[J]. *Blood Press Monit*, 2013, 18:94-100.
- [2] Mancia G, De Backer G, Dominiczak A, Cifkova R, Fagard R, Germano G, et al; Management of Arterial Hypertension of the European Society of Hypertension; European Society of Cardiology. 2007 Guidelines for the Management of Arterial Hypertension: The Task Force for the Management of Arterial Hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC)[J]. *J Hypertens*, 2007, 25:1105-1187.
- [3] Kim B J, Lee H J, Sung K C, Kim B S, Kang J H, Lee M H, et al. Comparison of microalbuminuria in 2 blood pressure categories of prehypertensive subjects[J]. *Circ J*, 2007, 71:1283-1287.
- [4] 张秋, 彭浩, 丁建松, 徐燕英, 晁湘琴, 田洪刚, 等. 晨尿中微量白蛋白/肌酐比值与中老年女性高血压前期关系的研究[J]. *中华流行病学杂志*, 2012, 33:32-36.
- [5] Drukteinis J S, Roman M J, Fabsitz R R, Lee E T, Best L G, Russell M, et al. Cardiac and systemic hemodynamic characteristics of hypertension and prehypertension in adolescents and young adults: the Strong Heart Study[J]. *Circulation*, 2007, 115:221-227.
- [6] 陈祚, 王增武, 王芳, 郑润平, 朱曼璐, 王淑玉, 等. 中老年人血压水平与尿白蛋白的关系[J]. *中华高血压杂志*, 2010, 18:635-638.
- [7] Chobanian A V, Bakris G L, Black H R, Cushman W C, Green L A, Izzo J L Jr, et al. The seventh report of the joint national committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure: the JNC 7 report[J]. *JAMA*, 2003, 289:2560-2572.
- [8] Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation[J]. *World Health Organ Tech Rep Ser*, 2000, 894:i-x, 1-253.
- [9] Eckel R H, Grundy S M, Zimmet P Z. The metabolic syndrome[J]. *Lancet*, 2005, 365:1415-1428.
- [10] 中国医师协会心血管内科医师分会, 中国医师协会循证医学专业委员会. 无症状高尿酸血症合并心血管疾病诊治建议中国专家共识[J]. *中国全科医学*, 2010, 11:1145-1149.
- [11] 刘伟, 林汉生. SPSS 在完全随机设计多个样本间多重比较 Nemenyi 秩和检验中的应用[J]. *中国卫生统计*, 2009, 26:214-216.
- [12] Mattix H J, Hsu C Y, Shaykevich S, Curhan G. Use of the albumin/creatinine ratio to detect microalbuminuria: implications of sex and race[J]. *J Am Soc Nephrol*, 2002, 13:1034-1039.
- [13] Rutkowski B, Czarniak P, Król E, Szcześniak P, Zdrojewski T. Overweight, obesity, hypertension and albuminuria in Polish adolescents--results of the Sopkard 15 study[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2013, 28(Suppl 4):iv204-iv211.
- [14] Leoncini G, Ratto E, Viazzi F, Vaccaro V, Parodi D, Parodi A, et al. Metabolic syndrome is associated with early signs of organ damage in nondiabetic, hypertensive patients[J]. *J Intern Med*, 2005, 257:454-460.
- [15] Martell N, Alvarez-Alvarez B, Fernandez-Cruz A. Influence of metabolic syndrome on risk stratification in hypertensive patients: differences between 2003 and 2007 ESH-ESC guidelines[J]. *Ther Adv Cardiovasc Dis*, 2010, 4:97-103.
- [16] 崔海燕, 书霞, 路岩, 姜一农. 微量白蛋白尿与心血管病危险因素的关系[J]. *中华高血压杂志*, 2011, 19:521-523.
- [17] Giannotti G, Doerries C, Mocharla P S, Mueller M F, Bahlmann F H, Horvath T, et al. Impaired endothelial repair capacity of early endothelial progenitor cells in prehypertension: relation to endothelial dysfunction[J]. *Hypertension*, 2010, 55:1389-1397.
- [18] 刘冰, 李卫, 胡泊, 陈涛, 徐涛, 王杨, 等. 中国 35~45 岁人群高血压前期检出率及影响因素分析[J]. *中华高血压杂志*, 2010, 18:187-192.
- [19] Sun Z, Zheng L, Xu C, Li J, Zhang X, Liu S, et al. Prevalence of prehypertension, hypertension and, associated risk factors in Mongolian and Han Chinese populations in Northeast China[J]. *Int J Cardiol*, 2008, 128:250-254.