



DOI:10.11817/j.issn.1672-7347.2014.05.005

<http://xbyx.xysm.net/xbwk/fileup/PDF/201405465.pdf>

## 高血压患者颈动脉硬化与估测肾小球滤过率的相关性分析

杨娉婷<sup>1</sup>, 袁洪<sup>2</sup>, 翁春燕<sup>3</sup>, 王雅琴<sup>1</sup>, 曹霞<sup>1</sup>, 陈志恒<sup>1</sup>

(中南大学湘雅三医院 1. 健康管理中心; 2. 临床药理中心; 3. 心内科, 长沙 410013)

**[摘要]目的:** 研究颈动脉硬化与估测肾小球滤过率(estimated glomerular filtration rate, eGFR)在高血压人群中的相关性。**方法:** 随机选取2 809例高血压患者作为研究对象, 以颈动脉内中膜厚度(carotid intima-media thickness, cIMT)作为颈动脉硬化指标, 用Cockcroft-Gault公式计算eGFR。根据颈动脉内中膜厚度将研究对象分为3组: 正常组、硬化组、斑块组, 比较不同颈动脉硬化组间的eGFR。**结果:** 正常组eGFR为(111.09±25.61) mL/(min·1.73m<sup>2</sup>)、硬化组为(94.45±27.14) mL/(min·1.73m<sup>2</sup>)、斑块组为(85.98±26.92) mL/(min·1.73m<sup>2</sup>)。Logistic回归分析显示: 年龄(OR=3.590)、吸烟(OR=1.543)、收缩压(OR=1.018)、舒张压(OR=0.977)、血糖(OR=1.132)、三酰甘油(OR=0.873)和eGFR(OR=0.986)与颈动脉硬化程度相关( $P<0.05$ )。对不同性别组进行逐步回归分析, 校正其他影响因素后, 男性的颈动脉硬化程度与eGFR(OR=0.991)明显相关, 但在女性中颈动脉硬化程度仅与年龄相关。**结论:** 在高血压患者中, 随着动脉硬化程度的加重, eGFR呈下降趋势且独立于传统的心血管危险因素。

**[关键词]** 高血压病; 动脉硬化; 估测肾小球滤过率; 颈动脉内中膜厚度

## Carotid intima-media thickness and estimated glomerular filtration rate in hypertensive patients

YANG Pingting<sup>1</sup>, YUAN Hong<sup>2</sup>, WENG Chunyan<sup>3</sup>, WANG Yaqin<sup>1</sup>, CAO Xia<sup>1</sup>, CHEN Zhiheng<sup>1</sup>

(1. Health Management Center; 2. Center of Clinical Pharmacology; 3. Department of Cardiology, Third Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410013, China)

### ABSTRACT

**Objective:** To determine the association between carotid atherosclerosis and renal function in hypertensive patients.

**Methods:** A total of 2 809 hypertensive patients aged (56.59±10.79) years were enrolled. Carotid intima-media thickness (cIMT) was derived via B-mode ultrasonography and chronic kidney disease (CKD) was evaluated by the estimated glomerular filtration rate (eGFR) with Cockcroft-Gault method. The patients were divided into 3 groups: a normal group, a thick group, and a plaque group according to the results of carotid ultrasonography.

收稿日期(Date of reception): 2013-10-29

作者简介(Biography): 杨娉婷, 博士研究生, 主治医师, 主要从事高血压方面的研究。

通信作者(Corresponding author): 陈志恒, Email: 873127193@qq.com

基金项目(Foundation item): 国家自然科学基金(81273594); 湖南省科技厅社会发展科技支撑重点项目(2011SK2012); 湖南省工程技术研究中心建设项目(2009TP4026)。This work was supported by the National Natural Science Foundation of China (81273594), the Key Program of Hunan Science and Technology Foundation (2011SK2012) and the Key Program of Hunan Engineering Research Center (2009TP4026).

**Results:** The eGFR of the normal group was  $(111.09 \pm 25.61)$  mL/(min·1.73m<sup>2</sup>), that of the thick group and the plaque group was  $(94.45 \pm 27.14)$  mL/(min·1.73m<sup>2</sup>) and  $(85.98 \pm 26.92)$  mL/(min·1.73m<sup>2</sup>). Binary logistic analysis showed that age (OR=3.590), smoking status (OR=1.543), systolic blood pressure (OR=1.018), diastolic blood pressure (OR=0.977), fasting plasma glucose (OR=1.132), triglyceride (OR=0.873) and eGFR (OR=0.986) were significantly correlated with cIMT. Subgroup analyses on different genders showed that eGFR was a significant independent risk factor in men (OR=0.991) but not in women.

**Conclusion:** The thicker the cIMT, the lower the eGFR in hypertensive patients. With the development of cIMT, eGFR gradually decreases and contributes to the occurrence and development of early-stage atherosclerosis in hypertensive patients.

## KEY WORDS

hypertension; atherosclerosis; estimated glomerular filtration rate; carotid intima-media thickness

在高血压患者中,动脉硬化是心血管疾病(cardiovascular disease, CVD)发生率和病死率的重要预测指标,而肾功能下降也是高血压患者常见的靶器官损害。在合并了动脉硬化和慢性肾脏病(chronic kidney disease, CKD)的高血压患者中心血管疾病的发生率、病死率均明显增高<sup>[1]</sup>。已有研究认为在原有肾功能正常者<sup>[2]</sup>和已发展为CKD患者<sup>[3]</sup>中,动脉硬化与肾功能下降均存在相关性。通过测量颈动脉内中膜厚度(carotid intima-media thickness, cIMT)来判断颈动脉硬化程度已证实是较好的CVD预测指标<sup>[4]</sup>,并有研究<sup>[5]</sup>认为CKD和高血压对cIMT的影响较无高血压人群更大。估测肾小球滤过率(estimated glomerular filtration rate, eGFR)是反映肾脏滤过功能的重要指标,目前研究主要是探讨正常人群cIMT与eGFR的关系以反映动脉硬化与肾功能的相关性,但在高血压人群中cIMT与eGFR的研究则涉及甚少,因此,本研究的目的是判断作为动脉硬化指标的cIMT与eGFR及其他心血管疾病危险因素在高血压人群中的关系。

## 1 对象与方法

### 1.1 对象

收集2010年1月至2012年12月在中南大学湘雅三医院健康管理中心完成体检的26~85岁的高血压患者2 809例。入选标准:大于18岁的原发性高血压患者,排除感染、急性心脑血管疾病、严重肾病等应激状态。

### 1.2 一般资料收集

主要包括基本信息、体格检查、实验室检查、颈动脉彩超资料。基本信息包括年龄、性

别、吸烟、饮酒情况、既往病史等。体格检查主要包括收缩压、舒张压、身高、体质量、体质量指数(BMI)、腰围。实验室检查包括禁食12 h清晨空腹所测得的静脉血总胆固醇、三酰甘油、低密度脂蛋白胆固醇、高密度脂蛋白胆固醇、肌酐、空腹血糖。

### 1.3 cIMT测量

用飞利浦iu22彩色多普勒超声诊断仪,探头频率5~13 MHz,测定双侧颈总动脉、颈总动脉分叉处下方1 cm和颈内动脉颅外段各两处cIMT,计算其均值。cIMT<0.9 mm为正常,直径>1.5 mm或局限性增加0.5 mm或较相邻部位增加50%定义为斑块,介于两者之间为增厚硬化<sup>[6-7]</sup>。

### 1.4 eGFR计算

采用Cockcroft-Gault方程<sup>[8]</sup>算出eGFR。 $eGFR = [140 - \text{年龄(岁)}] \times \text{体质量(kg)} \times 1.23 / [\text{肌酐浓度(mg/dL)} \times 72]$ (女性 $\times 0.85$ )。

### 1.5 统计学处理

采用SPSS17.0软件包进行统计分析。计量资料以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示。正态分布及方差齐性的计量资料比较采用单因素方差分析,计数资料比较采用卡方检验。颈动脉硬化情况与相关危险因素分析采用logistic回归模型( $\alpha_{\lambda} = 0.05$ ,  $\alpha_{\text{出}} = 0.10$ ),  $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 基线情况

共入选2 809例研究对象,年龄( $56.59 \pm 10.79$ )

岁, 其中男性2 131例(75.86%), 吸烟者958例(34.10%), 饮酒者1 482例(52.76%), 体质量为(70.31±10.94) kg, 腰围为(87.56±8.33) cm, 收缩压为(144.78±18.05) mmHg, 舒张压为(89.99±12.13) mmHg, 空腹血糖为(5.56±1.61) mmol/L, eGFR为(95.37±28.57) mL/(min·1.73m<sup>2</sup>), 肌酐为(76.88±24.35) mmol/L, 尿素氮为(5.25±1.46) mmol/L, 三酰甘油为(2.21±1.99) mmol/L, 低密度脂蛋白为(2.91±0.88) mmol/L, 高密度脂蛋白为(1.23±0.33) mmol/L。

2.2 不同颈动脉硬化情况组间临床生化指标比较

根据颈动脉内中膜厚度将所有研究对象分为3组: 正常组780例, 硬化组799例, 斑块组1 230例。3组的临床资料和生化指标显示: 随着颈动脉

内中膜的增厚, 其年龄、体质量指数、收缩压、舒张压、空腹血糖、尿素氮、肌酐、总胆固醇、低密度脂蛋白也相应增加, 组间差异均有统计学意义(P<0.05); 3组随着动脉硬化程度增加, 饮酒率、腰围、三酰甘油、高密度脂蛋白、eGFR相应降低, 组间差异有统计学意义(P<0.05, 表1)

2.3 各组在不同eGFR段的分布情况

将3组颈动脉硬化人数在不同eGFR区间上的分布情况进行比较, 可以直观的看出正常组在eGFR为93~132 mL/(min·1.73m<sup>2</sup>)区间的人数最多, 硬化组在eGFR为73~102 mL/(min·1.73m<sup>2</sup>)区间的人数最多, 斑块组在eGFR为63~92 mL/(min·1.73m<sup>2</sup>)区间的人数最多。随着颈动脉硬化情况的加重, 人数分布往eGFR值小的方向移动(图1)。

表 1 各组临床生化指标的比较

Table 1 Comparison of the indice among the 3 groups

组别	n	年龄 / 岁	男性 /No.(%)	吸烟 /No.(%)	饮酒 /No.(%)	体质量 /kg	BMI/(kg/m <sup>2</sup> )
正常组	780	47.42 ± 6.80	634(81.28)	289(37.05)	513(65.77)	73.25 ± 10.05	26.46 ± 2.73
硬化组	799	57.15 ± 8.80	565(70.71)	256(32.04)	395(49.43)	69.93 ± 11.03	26.05 ± 2.93
斑块组	1 230	62.04 ± 10.15	932(75.77)	413(33.57)	574(46.67)	68.69 ± 11.04	25.57 ± 3.06
P		<0.001	<0.001	0.096	<0.001	<0.001	<0.001

组别	收缩压 /mmHg	舒张压 /mmHg	腰围 /cm	空腹血糖 /(mmol/L)	尿素氮/(mmol/L)	肌酐 /(mmol/L)
正常组	140.13 ± 16.08	93.28 ± 11.22	88.37 ± 7.64	5.39 ± 1.48	5.05 ± 1.24	75.45 ± 16.34
硬化组	145.78 ± 18.05	90.36 ± 11.93	87.60 ± 8.50	5.52 ± 1.57	5.22 ± 1.22	75.54 ± 18.10
斑块组	147.08 ± 18.70	87.67 ± 12.31	87.02 ± 8.59	5.70 ± 1.70	5.40 ± 1.69	78.65 ± 31.10
P	<0.001	<0.001	0.002	<0.001	<0.001	0.003

组别	尿酸 /(mmol/L)	胆固醇/(mmol/L)	三酰甘油 / (mmol/L)	低密度脂蛋白 / (mmol/L)	高密度脂蛋白 / (mmol/L)	e-GFR/ [mL/(min·1.73m <sup>2</sup> )]
正常组	367.17 ± 91.75	5.01 ± 0.99	2.63 ± 2.62	2.77 ± 0.89	1.17 ± 0.29	111.09 ± 25.61
硬化组	347.98 ± 92.27	5.10 ± 0.99	2.18 ± 1.71	2.91 ± 0.88	1.25 ± 0.34	94.45 ± 27.14
斑块组	353.26 ± 95.47	5.12 ± 1.04	1.97 ± 1.61	3.00 ± 0.86	1.26 ± 0.34	85.98 ± 26.92
P	<0.001	0.067	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

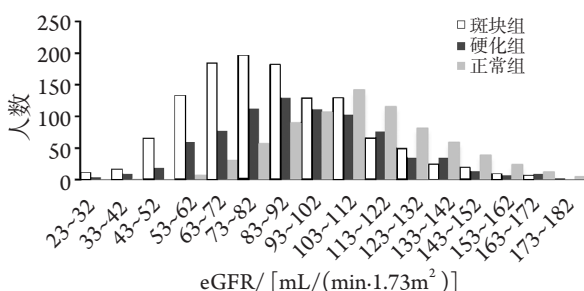


图1 各组在eGFR段的分布情况

Figure 1 Distribution of eGFR at different groups

2.4 颈动脉硬化与肾脏早期损伤的相关性分析

建立logistic回归模型, 设应变量Y为颈动脉硬化情况, 0代表颈动脉内膜在正常范围, 1代表存在颈动脉硬化。自变量X包括性别、年龄、饮酒史、吸烟史、体质量指数、收缩压、舒张压、腰围、血糖、胆固醇、三酰甘油、高密度脂蛋白、低密度脂蛋白、eGFR。对所有研究对象进行回归分析, 年龄(OR=3.590, P<0.001)、吸烟(OR=1.543, P<0.001)、收缩压(OR=1.018, P<0.001)、舒张压(OR=0.977, P<0.001)、血糖(OR=1.132, P=0.001)、三酰甘油(OR=0.873,

$P=0.001$ )、eGFR( $OR=0.986$ ,  $P=0.002$ )均与颈动脉硬化程度明显相关(表2)。

对不同性别的亚组分析显示男性和女性间颈动脉硬化与肾脏早期损伤的相关性存在差异(表3)。Logistic逐步回归分析发现:在男性中进入回

归模型的是年龄( $OR=4.002$ )、吸烟( $OR=1.545$ )、腰围( $OR=1.022$ )、血糖( $OR=1.184$ )、三酰甘油( $OR=0.925$ )、低密度( $OR=1.363$ )、eGFR( $OR=0.991$ ),而女性中仅有年龄( $OR=3.808$ )进入回归方程。

表2 颈动脉硬化程度与肾脏早期损伤的相关性分析

Table 2 Association of eGFR with carotid atherosclerosis

变量	$\beta$	OR	95% CI	P
性别	0.020	1.020	0.731~1.424	0.906
年龄	1.278	3.590	3.069~4.200	<0.001
饮酒	-0.118	0.889	0.701~1.127	0.331
吸烟	0.434	1.543	1.226~1.943	<0.001
体质量指数	0.004	1.004	0.804~1.253	0.973
收缩压	0.018	1.018	1.009~1.027	<0.001
舒张压	-0.023	0.977	0.965~0.990	<0.001
腰围	0.016	1.016	0.995~1.038	0.132
血糖	0.124	1.132	1.053~1.217	0.001
胆固醇	0.257	1.293	0.999~1.674	0.051
三酰甘油	-0.136	0.873	0.802~0.949	0.001
高密度脂蛋白	-0.151	0.860	0.554~1.337	0.503
低密度脂蛋白	0.029	0.992	0.801~1.324	0.818
eGFR	-0.008	0.986	0.987~0.997	0.002

表3 不同性别间颈动脉硬化程度与肾脏早期损伤的相关性分析

Table 3 Association of eGFR with carotid atherosclerosis in males and females

变量	男性			女性		
	$\beta$	OR	P	$\beta$	OR	P
年龄	1.387	4.002	<0.001	1.337	3.808	<0.001
吸烟	0.435	1.545	<0.001	0.171	1.187	0.822
腰围	0.022	1.022	0.020	0.000	0.999	0.977
血糖	0.169	1.184	<0.001	-0.018	0.982	0.804
三酰甘油	-0.078	0.925	0.004	-0.201	0.818	0.208
低密度脂蛋白	0.310	1.363	<0.001	-0.469	0.626	0.319
eGFR	-0.009	0.991	0.002	-0.006	0.994	0.290

### 3 讨论

CKD已成为一个主要的公共卫生问题,增加全因死亡率、CVD、卒中、心肌梗死的风险<sup>[9]</sup>,甚至GFR无明显下降的肾功能不全也是CVD的独立危险因素<sup>[10]</sup>。研究<sup>[4]</sup>显示:动脉硬化是CVD的良好

预测指标,同时,高血压也是CVD的重要发生原因并且是发生终末期肾病的独立危险因素<sup>[11]</sup>。因此,对CKD、动脉硬化、高血压之间关系的探讨将对控制相关危险因素及避免CVD的发生提供帮助。本研究显示在校正了传统的危险因素后,在高血压人群中下降的肾功能仍是颈动脉硬化加重的独立危

险因素。

本研究共观察2 809例患高血压的体检者, 其中cIMT正常人群年龄( $47.42 \pm 6.80$ )岁, cIMT增厚硬化人群年龄( $57.15 \pm 8.80$ )岁, 出现斑块人群年龄( $62.04 \pm 10.15$ )岁, 可见随着年龄的增长, 硬化程度显著加重。同样, 体质指数、收缩压、舒张压、空腹血糖、尿素氮、肌酐、总胆固醇、低密度脂蛋白与颈动脉硬化程度呈正相关, 可见体质量、血压、血糖、血脂等代谢因素也影响动脉硬化的进展。而饮酒率、三酰甘油、高密度脂蛋白、eGFR与颈动脉硬化程度呈负相关, 即饮酒率、三酰甘油在颈动脉硬化严重的人群中反而下降, 考虑主要与年龄有关。中年、退休前人群由于工作关系一般是饮酒的主要人群, 随着年龄的增长饮酒相对减少, 而三酰甘油随年龄增长而升高(40~49岁最高), 之后又随年龄增长有所下降<sup>[12]</sup>。高密度脂蛋白作为心血管疾病的保护因素, 减轻动脉硬化的形成, 而肾功能eGFR的下降则加重颈动脉硬化程度, 这与近期的研究<sup>[13-15]</sup>结果一致。从不同颈动脉硬化程度人数在eGFR区间的分布图上可以看出, eGFR值越小, 颈动脉硬化组、斑块组较正常组人数明显增多, 这与Suita等<sup>[16]</sup>研究结论基本一致。Suita等<sup>[16]</sup>研究认为CKD与颈动脉硬化独立相关, 特别是在 $GFR < 50 \text{ mL}/(\text{min} \cdot 1.73 \text{ m}^2)$ , 同时合并高血压人群中, 硬化情况更加严重。

校正了年龄、性别、饮酒、吸烟等相关危险因素后, eGFR仍与颈动脉硬化相关, 对全部研究对象的回归分析显示: 年龄、吸烟、收缩压、舒张压、血糖、三酰甘油、eGFR对颈动脉硬化的影响差异有统计学意义。Ishizaka等<sup>[5]</sup>对1 315名普通男性的研究中, 校正年龄、空腹血糖、吸烟情况后得出在高血压人群中eGFR的降低与cIMT显著相关( $OR=1.79$ , 95% CI: 1.09~2.94;  $P=0.022$ ), 但在非高血压人群中两者无相关, 与本研究结果一致。

分别对不同性别间颈动脉硬化与eGFR关系的逐步回归分析显示: 在男性中校正年龄及其他危险因素后, eGFR是颈动脉硬化程度加重的独立危险因素, 但在女性中两者不相关。本研究中男性占有所有研究对象的75.86%, 远多于女性, 因此认为整体分析结果受男性影响较大。Kastarinen等<sup>[17]</sup>研究认为eGFR与cIMT在中年男性中显著相关( $P=0.041$ ), 在女性中无相关( $P=0.740$ ), 在女性中进行亚组分析显示在绝经后女性中又存在相关( $P=0.008$ )。但也有研究认为动脉斑块与女性5年随访的肾小球滤过率下降相关<sup>[18]</sup>。因此, 不同性别间颈动脉硬化情况与肾功能的关系还可进一步探讨。

对近期的关于动脉硬化与肾功能损害及血压升高/高血压病之间关系的研究分析显示: GFR下降使高血压发病率增加, GFR每下降 $10 \text{ mL}/(\text{min} \cdot 1.73 \text{ m}^2)$ , 高血压发病率增加11%<sup>[19]</sup>, 并且CKD与炎症因子、高凝状态、动脉硬化、内膜功能均相关<sup>[15]</sup>, 这也是高血压的危险因素; 另一方面血压的升高也是发生CKD的独立危险因素, 高血压患者CKD的发生率远高于非高血压患者<sup>[20]</sup>; 同时动脉硬化也与CKD的发生显著相关, 特别是 $GFR < 50 \text{ mL}/(\text{min} \cdot 1.73 \text{ m}^2)$ 时, 高血压对动脉硬化的影响在CKD患者中更为明显<sup>[16]</sup>。因此, 高血压、肾功能下降、动脉硬化可能互为因果形成恶性循环。通过本研究, 笔者认为动脉硬化在高血压人群中对肾功能的影响更加严重, 随着动脉硬化程度的进展, eGFR呈下降趋势且独立于传统的心血管危险因素参与动脉硬化的发生与发展, 所以早期监测肾功能和控制血压、血糖、血脂等危险因素对延缓高血压患者的动脉硬化进展极为重要。

## 参考文献

1. Wang MC, Tsai WC, Chen JY, et al. Stepwise increase in arterial stiffness corresponding with the stages of chronic kidney disease[J]. *Am J Kidney Dis*, 2005, 45(3): 494-501.
2. Schillaci G, Pirro M, Mannarino MR, et al. Relation between renal function within the normal range and central and peripheral arterial stiffness in hypertension[J]. *Hypertension*, 2006, 48(4): 616-621.
3. Su HM, Lin TH, Hsu PC, et al. Brachial-ankle pulse wave velocity and systolic time intervals in risk stratification for progression of renal function decline[J]. *Am J Hypert*, 2012, 25(9): 1002-1010.
4. Polak JF1, Szklo M, Kronmal RA, et al. The value of carotid artery plaque and intima-media thickness for incident cardiovascular disease: the multi-ethnic study of atherosclerosis[J]. *J Am Heart Assoc*, 2013, 2(2): e000087.
5. Ishizaka N, Ishizaka Y, Toda E, et al. Association between chronic kidney disease and carotid intima-media thickening in individuals with hypertension and impaired glucose metabolism[J]. *Hypert Res*, 2007, 30(11): 1035-1041.
6. Touboul PJ, Hennerici MG, Meairs S, et al. Mannheim carotid intima-media thickness consensus (2004-2006). An update on behalf of the Advisory Board of the 3rd and 4th Watching the Risk Symposium, 13th and 15th European Stroke Conferences, Mannheim, Germany, 2004, and Brussels, Belgium, 2006[J]. *Cerebrovascular Dis*, 2007, 23(1): 75-80.
7. Mancia G, De Backer G, Dominiczak A, et al. 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]. *Eur Heart J*, 2007, 28(12):1462-1536.
8. Cockcroft DW, Gault MH. Prediction of creatinine clearance from serum creatinine[J]. *Nephron*, 1976, 16(1): 31-41.
  9. Go AS, Chertow GM, Fan D, et al. Chronic kidney disease and the risks of death, cardiovascular events, and hospitalization[J]. *New Engl J Med*, 2004, 351(13): 1296-1305.
  10. Kokubo Y, Nakamura S, Okamura T, et al. Relationship between blood pressure category and incidence of stroke and myocardial infarction in an urban Japanese population with and without chronic kidney disease: the Suita Study[J]. *Stroke*, 2009, 40(8): 2674-2679.
  11. Klag MJ, Whelton PK, Randall BL, et al. Blood pressure and end-stage renal disease in men[J]. *New Engl J Med*, 1996, 334(1): 13-18.
  12. 王晓霞, 蒋蕾, 潘琦, 等. 北京地区成年男性血脂异常的检出率及其与年龄及体质质量指数的关系[J]. *中国心血管杂志*, 2009, 14(3):215-218.  
WANG Xiaoxia, JIANG Lei, PAN Qi, et al. Prevalence of dyslipidemia and its relationship with body mass index and age in male adults in Beijing[J]. *Chinese Journal of Cardiovascular Medicine*, 2009, 14(3): 215-218.
  13. Lemos MM, Jancikic AD, Sanches FM, et al. Intima-media thickness is associated with inflammation and traditional cardiovascular risk factors in non-dialysis-dependent patients with chronic kidney disease[J]. *Nephron Clin Pract*, 2010, 115(3): c189-194.
  14. Gomez-Marcos MA, Recio-Rodriguez JI, Patino-Alonso MC, et al. Protocol for measuring carotid intima-media thickness that best correlates with cardiovascular risk and target organ damage[J]. *Am J Hypert*, 2012, 25(9): 955-961.
  15. Zhou W, Ni Z, Yu Z, et al. Brain natriuretic peptide is related to carotid plaques and predicts atherosclerosis in pre-dialysis patients with chronic kidney disease[J]. *Eur J Internl Med*, 2012, 23(6): 539-544.
  16. Ohara T, Kokubo Y, Toyoda K, et al. Impact of chronic kidney disease on carotid atherosclerosis according to blood pressure category: the Suita study[J]. *Stroke*, 2012, 43(12): 3537-3539.
  17. Kastarinen H, Ukkola O, Kesäniemi YA. Glomerular filtration rate is related to carotid intima-media thickness in middle-aged adults[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2009, 24(9): 2767-2772.
  18. Jiang S, Sun X, Gu H, et al. Age-related change in kidney function, its influencing factors, and association with asymptomatic carotid atherosclerosis in healthy individuals—a 5-year follow-up study[J]. *Maturitas*, 2012, 73(3): 230-238.
  19. Takase H, Dohi Y, Toriyama T, et al. Evaluation of risk for incident hypertension using glomerular filtration rate in the normotensive general population[J]. *J Hypert*, 2012, 30(3): 505-512.
  20. Kokubo Y. Carotid atherosclerosis in kidney disease[J]. *Contrib Nephrol*, 2013, 179: 35-41.

(本文编辑 彭敏宁)

本文引用: 杨娉婷, 袁洪, 翁春燕, 王雅琴, 曹霞, 陈志恒. 高血压患者颈动脉硬化与估测肾小球滤过率的相关性分析 [J]. 中南大学学报: 医学版, 2014, 39(5): 465-470. DOI:10.11817/j.issn.1672-7347.2014.05.005

**Cite this article as:** YANG Pingting, YUAN Hong, WENG Chunyan, WANG Yaqin, CAO Xia, CHEN Zhiheng. Carotid intima-media thickness and estimated glomerular filtration rate in hypertensive patients[J]. *Journal of Central South University. Medical Science*, 2014, 39(5): 465-470. DOI:10.11817/j.issn.1672-7347.2014.05.005