

高血压病患者外周大动脉弹性功能变化的 ROC 曲线分析

阚艳敏¹ 刘水澎¹ 马琳¹ 李建¹ 张莹¹

【摘要】 目的:探讨高血压患者外周大动脉弹性功能降低的超声诊断界值。方法:选择初次发现高血压的患者 201 例,按不同级别分成Ⅱ组(1 级高血压,72 例)、Ⅲ组(2 级高血压,68 例)、Ⅳ组(3 级高血压,61 例),选取同期门诊就诊血压正常者 75 例作为对照组(Ⅰ组)。应用二维超声联合 ET 技术检测颈、股动脉的内中膜厚度(IMT)及弹性功能参数(β , Ep, AC, PWV β),采用 ROC 曲线分析找出血管弹性功能减低的超声诊断界值。结果:高血压各组颈、股动脉的 IMT 大于对照组,Ⅳ组颈、股动脉的 IMT 大于Ⅲ组和Ⅱ组,差异有统计学意义(均 $P < 0.05$)。Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ组颈、股动脉的 β 、Ep、PWV β 值依次升高,AC 值依次降低,差异有统计学意义(均 $P < 0.05$)。颈、股动脉 β 、Ep、AC、PWV β 值 ROC 曲线下面积均 > 0.7 ,且均具有较高的灵敏度及特异度。结论:高血压患者的外周大动脉弹性明显减低; β (7.45、7.55)、Ep(95.50、98.50 kPa)、AC(0.84、1.05 mm²/kPa)、PWV β (6.15、6.15 m/s)可以作为高血压患者颈、股动脉弹性减低的超声诊断界值。

【关键词】 高血压;颈动脉;股动脉;内中膜厚度;弹性

doi:10.13201/j.issn.1001-1439.2016.12.013

【中图分类号】 R544.1 **【文献标志码】** A

ROC analysis of peripheral arterial elasticity in patients with hypertension

KAN Yanmin LIU Shui-peng MA Lin LI Jian ZHANG Ying

(Department of Ultrasound, North China University of Science and Technology Affiliated Hospital, Tangshan, Hebei, 063000, China)

Corresponding author: MA Lin, E-mail: malintsh@163.com

Abstract Objective: To explore the ultrasonic diagnostic boundary value which can evaluate the elasticity decrease of peripheral arteries in patients with hypertension. **Method:** A total of 201 cases with initial diagnosis of hypertension was divided into three groups (group II, III, IV) according to the blood pressure level. Seventy-five controls with normal blood pressure were assigned to group I. Two-dimensional ultrasound and technology of ET were used to measure the intima-media thickness (IMT) and elastic functional parameters (β , Ep, AC, PWV β) of carotid and femoral artery. ROC was used to find the critical value of elastic function on arteries. **Result:** The parameters of IMT in hypertension groups were greater than those in group I, and group IV was greater than group III and group II (all $P < 0.05$). Parameters of β , Ep, PWV β were increased while AC was decreased gradually in group I, group II, group III and group IV (all $P < 0.05$). The area of β , Ep, AC, PWV β under the ROC

¹华北理工大学附属医院超声科(河北唐山,063000)
通信作者:马琳,E-mail:malintsh@163.com

- [26] FRENT S M, TUDORACHE V M, ARDELEAN C, et al. Long-term effects of nocturnal continuous positive airway pressure therapy in patients with resistant hypertension and obstructive sleep apnea [J]. Pneumologia, 2014, 63: 204-211.
- [27] DURAN-CANTOLLA J, AIZPURU F, MONTSERRAT J M, et al. Continuous positive airway pressure as treatment for systemic hypertension in people with obstructive sleep apnoea: randomised controlled trial [J]. BMJ, 2010, 341: c5991. doi: 10.1136/bmj.c5991.
- [28] BARBE F, DURAN-CANTOLLA J, CAPOTE F, et al. Long-term effect of continuous positive airway pressure in hypertensive patients with sleep apnea [J]. Am J Respir Crit Care Med, 2010, 181: 718-726.
- [29] IFTIKHAR I H, VALENTINE C W, BITTENCOURT L R, et al. Effects of continuous positive airway pressure on blood pressure in patients with resistant hypertension and obstructive sleep apnea: a meta-analysis [J]. J Hypertens, 2014, 32: 2341-2350.
- [30] LIU L P, CAO Q N, GUO Z Z, et al. Continuous positive airway pressure in patients with obstructive sleep apnea and resistant hypertension: A Meta-analysis of randomized controlled trials [J]. J Clin Hypertens, 2016, 18: 153-158.

(收稿日期:2016-06-03)

>0.7 and had high sensitivity and specificity. **Conclusion:** With the increase of blood pressure the elasticity of peripheral arteries significantly reduce. $\beta(7.45, 7.55)$, $E_p(95.50, 98.50 \text{ kPa})$, $AC(0.84, 1.05 \text{ mm}^2/\text{kPa})$, $PWV\beta(6.15, 6.15 \text{ m/s})$ can be used critical value of elastic function of carotid and femoral artery.

Key words hypertension; carotid artery; femoral artery; intima-media thickness; elasticity

高血压病是常见的心脑血管疾病,发病率高,可引起多器官并发症,单纯高血压患者脑卒中风险增加 2.6 倍。高血压病患者动脉结构与功能的改变是导致心脑血管疾病的病理基础,早期主要表现为血管内皮功能受损,血管弹性下降,且这种动脉弹性功能改变早于其形态结构的改变^[1]。因此,早期检测动脉弹性功能有助于预测心脑血管疾病的发生。二维超声联合血管回声跟踪技术(Echo tracking, ET)是近年来发展起来的用于评价血管弹性功能的一项新技术,已用于评价多种疾病颈动脉弹性的临床研究^[2-3]。本研究旨在应用二维超声联合 ET 评价高血压患者颈、股动脉功能结构的改变情况,找出评价高血压患者颈动脉弹性功能参数降低的诊断界值。

1 对象与方法

1.1 对象

选择华北理工大学附属医院 2010-03—2016-01 门诊体检及住院诊断为原发性高血压者 201 例,男 103 例,女 98 例,年龄 28~64 岁,按血压水平分为 II 组(1 级高血压患者,72 例)、III 组(2 级高血压患者,68 例)、IV 组(3 级高血压患者,61 例)。纳入标准:符合中国高血压防治指南(2010 年修订版)^[4]中原发性高血压诊断标准;初次发现高血压;无服用降压药物史;经二维血管超声检查颈总、股动脉内中膜厚度(IMT)在正常范围内,管腔内未发现粥样硬化斑块。排除血脂异常、糖尿病、冠状动脉(冠脉)粥样硬化性心脏病、心脏瓣膜病、心功能不全、肝肾功能不全及各种原因导致的继发性高血压、脑梗死、脑出血等疾病者。以 $1.0 \text{ mm} \leq \text{IMT} \leq 1.3 \text{ mm}$ 为内-中膜增厚。另选择同期门诊体检血压正常($<120/80 \text{ mmHg}$, $1 \text{ mmHg} = 0.133 \text{ kPa}$)的健康志愿者 75 例作为正常对照组(I 组),男 40 例,女 35 例,年龄 29~61 岁,经常规二维血管超声检查颈总、股动脉 IMT 厚度均在正常范围内,管腔内均未发现动脉硬化斑块。受试者均了解检查过程及目的,并签署知情同意书。

1.2 仪器与方法

1.2.1 仪器 应用日本 ALOKA 公司的 α -10 型彩色多普勒超声诊断仪,探头频率 7.5~13 MHz,配有血管回声跟踪技术(ET 技术)软件。

1.2.2 检查方法 血压测量:于受检者平静状态下测量右上肢血压 3 次,取平均值,连接同步心电图记录。超声检查:扫查颈总、股总动脉时,受检者平卧于检查床上,头部后仰,大腿外展,充分暴露颈

部及双下肢,将探头置于颈部及腹股沟区清晰显示颈总动脉及股动脉,在颈总、股动脉中段分别测量 IMT,测量 3 次取平均值。将取样点置于颈总动脉分叉前约 2.0 cm 处及股动脉分叉处上缘上方 2.0 cm 处,清晰显示血管前、后壁中外膜;将取样门分别置于颈总动脉、股总动脉前后壁中-外膜交界处,并尽量与动脉管壁平行,启动 ET 技术,实时跟踪描记动脉前后壁收缩期及舒张期的运动轨迹,以曲线形式显示,并储存。确认图像描记符合要求后,输入收缩压和舒张压,即刻进行分析并存储所获得的数据,记录反映动脉弹性的相关参数:僵硬度(β)、压力应变弹性系数(E_p)、顺应性(AC)及脉搏波传导速度($PWV\beta$),血管内皮功能降低时, β 、 E_p 及 $PWV\beta$ 数值升高,AC 值降低。

1.3 统计学处理

应用 Excel 2007 对全部测定结果建立数据库,SPSS13.0 软件包进行统计分析,计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示。计数资料采用 χ^2 检验,两组间计量资料比较采用独立样本 t 检验,多组间比较采用单因素方差分析,颈总、股动脉弹性减低超声诊断界值的确立采用受试者工作特征曲线(ROC 曲线)分析。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 各组一般临床资料比较

各组间性别构成比、年龄、体质指数(BMI)、血清总胆固醇(CHOL)、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)、血糖(GLU)及心率(HR)均差异无统计学意义,具有可比性。各组左右侧颈总、股动脉 IMT 及各弹性参数均差异无统计学意义,故以下均取左侧测值计算。

2.2 各组颈总动脉 IMT 及弹性参数的比较

高血压各组的颈总动脉 IMT 值均高于 I 组(均 $P < 0.05$);各高血压组间比较,IV 组颈总动脉 IMT 大于 II 组和 III 组(均 $P < 0.05$),II 组和 III 组差异无统计学意义。4 组颈总动脉 β 、 E_p 、AC、 $PWV\beta$ 值差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$),颈总动脉 β 、 E_p 、 $PWV\beta$ 值随患者血压值升高而增高,AC 值则降低。见表 1。

2.3 各组股动脉 IMT 及弹性参数的比较

各高血压组股动脉 IMT 均高于 I 组(均 $P < 0.05$);各高血压组间比较,IV 组股动脉 IMT 大于 II 组和 III 组(均 $P < 0.05$),III 组和 II 组差异无统计学意义。4 组股动脉 β 、 E_p 、 $PWV\beta$ 均差异有统计学

意义(均 $P < 0.05$), 股动脉 β 、 E_p 、 $PWV\beta$ 随患者血压值升高而增高。高血压各组股动脉 AC 值均小于 I 组, IV 组小于 II 组和 III 组(均 $P < 0.05$), III 组和 II 组未见明差异。见表 2。

2.4 各弹性参数诊断颈总动脉弹性减低的 ROC 曲线分析

ROC 分析结果显示, β 、 E_p 、AC、 $PWV\beta$ 曲线下面积均大于 0.7, 当 β 、 E_p 、AC、 $PWV\beta$ 诊断界值分别为 7.45、95.50 kPa、0.84 mm²/kPa、6.15 m/s

时, 均具有较高的灵敏度及特异度, 其中 E_p 灵敏度最高, $PWV\beta$ 特异度最高。见表 3 及图 1、2。

2.5 各弹性参数诊断股动脉弹性减低的 ROC 曲线分析

ROC 分析结果显示, β 、 E_p 、AC、 $PWV\beta$ 曲线下面积均大于 0.7, 当 β 、 E_p 、AC、 $PWV\beta$ 诊断界值分别为 7.55、98.50 kPa、1.05 mm²/kPa、6.15 m/s 时, 均具有较高的灵敏度及特异度, 其中 $PWV\beta$ 的灵敏度及特异度最高。见表 4 及图 3、4。

表 1 各组间颈总动脉 IMT 及弹性参数的比较

Table 1 IMT and elastic parameter of common carotid artery

组别	IMT/mm	β	E_p /kPa	AC/(mm ² · kPa ⁻¹)	$PWV\beta$ /(m · s ⁻¹)
I 组(75 例)	0.63±0.12	7.27±0.99	86.84±12.31	0.94±0.18	5.75±0.42
II 组(72 例)	0.77±0.21 ¹⁾	8.10±1.74 ¹⁾	115.73±26.52 ¹⁾	0.84±0.20 ¹⁾	6.59±0.67 ¹⁾
III 组(68 例)	0.80±0.14 ¹⁾	9.60±1.87 ¹⁾²⁾	142.47±34.98 ¹⁾²⁾	0.71±0.19 ¹⁾²⁾	7.22±0.86 ¹⁾²⁾
IV 组(61 例)	0.86±0.18 ¹⁾²⁾³⁾	10.46±1.88 ¹⁾²⁾³⁾	165.54±33.48 ¹⁾²⁾³⁾	0.65±0.17 ¹⁾²⁾³⁾	7.71±0.80 ¹⁾²⁾³⁾

与 I 组比较, ¹⁾ $P < 0.05$; 与 II 组比较, ²⁾ $P < 0.05$; 与 III 组比较, ³⁾ $P < 0.05$ 。

表 2 各组间股动脉 IMT 及弹性参数的比较

Table 2 IMT and elastic parameter of femoral artery

组别	IMT/mm	β	E_p /kPa	AC/(mm ² · kPa ⁻¹)	$PWV\beta$ /(m · s ⁻¹)
I 组(75 例)	0.67±0.15	7.39±0.94	86.52±13.10	1.31±0.36	5.72±0.43
II 组(72 例)	0.77±0.19 ¹⁾	8.18±1.51 ¹⁾	117.52±25.04 ¹⁾	1.04±0.20 ¹⁾	6.72±0.64 ¹⁾
III 组(68 例)	0.81±0.16 ¹⁾	9.74±1.84 ¹⁾²⁾	143.02±35.60 ¹⁾²⁾	0.98±0.22 ¹⁾	7.26±0.87 ¹⁾²⁾
IV 组(61 例)	0.87±0.18 ¹⁾²⁾³⁾	10.56±2.32 ¹⁾²⁾³⁾	167.27±48.13 ¹⁾²⁾³⁾	0.82±0.29 ¹⁾²⁾³⁾	7.82±1.05 ¹⁾²⁾³⁾

与 I 组比较, ¹⁾ $P < 0.05$; 与 II 组比较, ²⁾ $P < 0.05$; 与 III 组比较, ³⁾ $P < 0.05$ 。

表 3 颈总动脉各超声参数的 ROC 曲线分析

Table 3 ROC analysis of ultrasound parameters in common carotid artery

弹性参数	曲线下面积	诊断界值	95%可信区间	灵敏度/%	特异度/%
β	0.813	7.45	0.771~0.856	81.0	60.0
E_p	0.924	95.50	0.898~0.950	88.4	72.0
AC	0.790	0.84	0.742~0.837	72.0	74.3
$PWV\beta$	0.929	6.15	0.904~0.954	87.3	82.0

表 4 股动脉各超声参数的 ROC 曲线分析

Table 4 ROC analysis of ultrasound parameters in femoral artery

弹性参数	曲线下面积	诊断界值	95%可信区间	灵敏度/%	特异度/%
β	0.819	7.55	0.777~0.861	81.3	61.0
E_p	0.946	98.50	0.926~0.967	90.3	78.0
AC	0.789	1.05	0.738~0.839	74.0	65.3
$PWV\beta$	0.943	6.15	0.922~0.965	90.3	80.0

3 讨论

研究表明, 近年来高血压已成为威胁广大人民身心健康的重要问题^[5]。高血压作为一种长期慢性炎症状态可引起全身血管病变, 随着血压的持续升高, 血流长期冲击动脉管壁, 引起动脉中层平滑

肌细胞肥大, 导致动脉内皮细胞损伤和脱落、管壁通透性增高, 弹性降低, 并最终导致动脉硬化的发生。颈动脉硬化并发的斑块脱落可阻塞脑血管, 而重度的颈动脉硬化可导致大脑血液供应减少, 甚至发生缺血性脑卒中, 是造成脑出血、心肌梗死等并

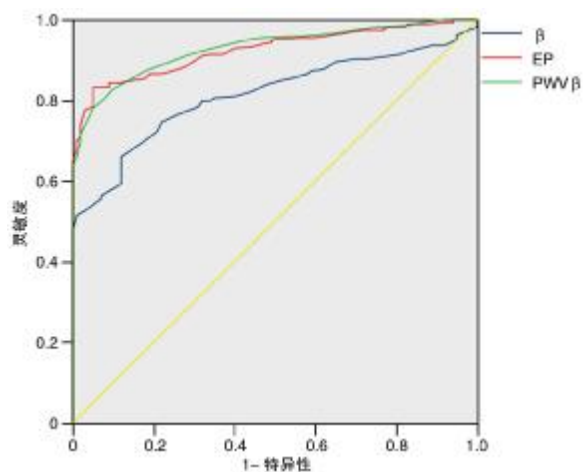


图1 β 、 EP 、 $PWV\beta$ 诊断颈总动脉弹性减退的 ROC 曲线
Figure 1 ROC analysis of β , EP , $PWV\beta$ in the diagnosis of carotid artery elasticity decreased

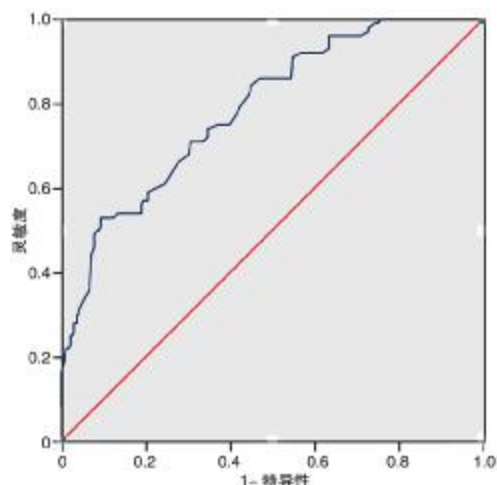


图4 AC 诊断股动脉弹性减退的 ROC 曲线
Figure 4 ROC analysis of AC in the diagnosis of femoral artery elasticity decreased

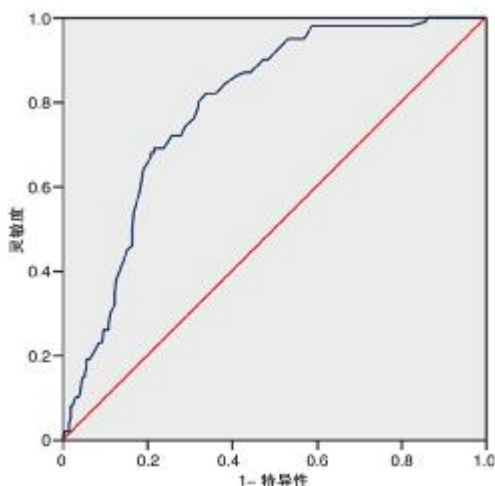


图2 AC 诊断颈总动脉弹性减退的 ROC 曲线
Figure 2 ROC analysis of AC in the diagnosis of carotid artery elasticity decreased

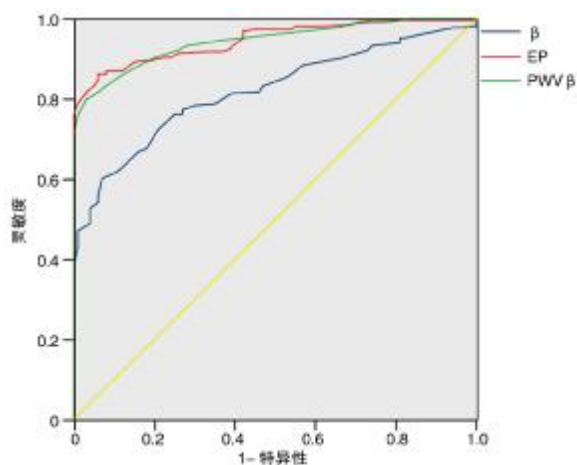


图3 β 、 EP 、 $PWV\beta$ 诊断股动脉弹性减退的 ROC 曲线
Figure 3 ROC analysis of β , EP , $PWV\beta$ in the diagnosis of femoral artery elasticity decreased

发病的重要原因^[6-7]。随着近年来我国人口老龄化的加剧,下肢动脉的粥样硬化及闭塞已成为威胁广大人民群众身心健康的重要问题^[8]。所以早期检测血管病变是改善高血压患者预后和预防心脑血管疾病的前提,有助于临床及时有效采取措施改善和保护高血压患者血管弹性功能,降低高血压人群的致残率和致死率。

ET 技术是一种全新的定量检测和评估动脉弹性的超声技术,通过观察动脉弹性指标来量化分析动脉的硬化程度。从理论分析 ET 技术准确度极高,相隔的两次超声信号通过探头直接接收,经过距离信息探测到血管壁的移动大小,纵向分辨率较高,因此可以自动跟踪管壁,减少了手工测值的偏差,同时具有无创性、实时性、操作简便、重复性好的直观显像特点,可作为判断血管早期弹性功能的一项检查技术,并很好地辅助诊断动脉硬化的进展情况,以及常见心血管危险因素的作用对血管弹性所造成的功能损害。目前国内对各疾病人群应用 ET 技术进行动脉弹性研究,获得的结果表明该技术可以预测未来心血管事件的发生,评估疾病的发展进程以及用药后的疗效检测,具有巨大优势^[2,9]。

研究结果显示,高血压患者颈总、股动脉 IMT、 β 、 EP 、 $PWV\beta$ 值均较正常对照组增加, AC 值较正常对照组减小,表明与正常人群相比,高血压患者颈总、股动脉弹性明显减低,可能的原因为血压升高使血管壁剪切力和应力增加,加强了机械作用对血管壁的损伤,造成动脉血管管壁的内皮功能异常。由于本研究选取人群二维超声检测血管 IMT 厚度均为正常,表明应用常规二维超声并不能及时检测到高血压患者颈总、股动脉血管弹性的降低,因此应用 ET 技术寻找高血压患者外周动脉弹性减低的诊断界值,指导临床早期干预有重要意

义^[10]。

随着血压的升高,高血压患者颈总、股动脉的 β 、 E_p 、 $PWV\beta$ 值逐渐增加,AC值逐渐减小,差异均有统计学意义,表明随着血压的升高,高血压患者颈总、股动脉血管内皮功能受损,血管弹性下降。本研究中IV组颈总、股动脉IMT厚度大于II组和III组,而III组较II组未见明显增厚,表明颈总、股动脉弹性的改变早于血管结构的改变,可能的原因为血压长期升高导致血管内皮细胞释放一氧化氮,血管平滑肌细胞膜上钙离子通道活性下降,导致血管内皮舒张功能减弱,弹性降低,若弹性持续降低,管壁的胶原纤维增加,弹性纤维减少,僵硬增加,并进一步导致内膜损伤及动脉硬化的形成^[11-12]。上述结果同时证明ET技术可以在血管发生明显的形态学改变之前检测到血管弹性的减低^[13]。本研究中III组患者股动脉AC值与II组患者相比未见明显降低,可能与本研究中样本例数较少,研究人群较局限有关。

本研究结果显示各弹性参数ROC曲线下面积均大于0.7,表明各弹性参数均可作为诊断高血压患者颈总、股动脉弹性减低的参考诊断指标;其中 E_p 、 $PWV\beta$ 曲线下面积均大于0.9,表明其可作为主要参考指标,与黄伟俊等^[10]的研究结果一致。Braber等^[14]报道 $PWV\beta$ 可以较为可观地体现动脉的血管内皮功能及弹性程度,本研究中当 $PWV\beta$ (6.15、6.15 m/s)作为诊断高血压患者颈总、股动脉弹性减低的诊断界值时,均具有较高的灵敏度及特异度,与其报道结果有高度的一致性,表明高血压主要影响动脉的脉搏波传播速度。

综上,ET技术可以发现早期血管弹性的改变,为临床诊断高血压患者外周动脉弹性减低提供多种超声参数,对高血压患者早期干预、降低心脑血管发病率有重要意义。

参考文献

[1] 杨光,吴云涛,阮晓兰,等.糖尿病、高血压人群心脑血管事件的发生情况及影响因素[J]. 中华高血压杂志, 2014,22(12):1132-1138.
 [2] 魏炜,尹益民,谭峰. 血管回声跟踪技术在评价不同透析方式对尿毒症患者股动脉弹性功能影响的应用价值[J]. 实用医学杂志,2014,30(20):3248-3251.
 [3] 李殿秋,王辉,崔婷婷. 超声弹性成像技术评价2型糖

尿病患者颈动脉和足背动脉血管壁弹性[J]. 中国实验诊断学,2014,18(10):1667-1669.

[4] 中国高血压防治指南修订委员会. 中国高血压防治指南2010[J]. 中国高血压杂志,2011,19(8):701-743.
 [5] XU Y, WANG L, HE J, et al. 2010 China noncommunicable disease surveillance group. Prevalence and control of diabetes in Chinese adults [J]. JAMA, 2013,310:948-959.
 [6] AHMED M H, BARAKAT S, ALMOBARAK A O. Nonalcoholic fatty liver disease and cardiovascular disease: has the time come for cardiologists to be hepatologists? [J]. J Obes, 2012, 2012:48313.
 [7] BARTMAN W, PIERZCHALA K. Clinical determinants of carotid intima-media thickness in patients with diabetes mellitus type 2 [J]. Neurol Neurochir Pol, 2012, 46:519-528.
 [8] 杨彤,张冬青. 老年高血压病患者发生下肢动脉硬化症的相关危险因素分析[J]. 中国临床研究,2012,25(5):431-433.
 [9] 赵文,王如瑛,张桂俊. 血管回声追踪技术评价T2DM及并发HUA病人颈动脉弹性功能[J]. 青岛大学医学院学报,2015,51(2):160-162.
 [10] 黄伟俊,陈颖瑜,黄婷. 高血压患者颈动脉弹性改变的初步观察及其ROC分析[J]. 实用医学杂志,2014,30(2):281-283.
 [11] HAYASHI S, YAMADA H, BANDO M, et al. Augmentation index not reflect risk of coronary artery disease in elderly patients[J]. Circ J, 2014, 78:1176-1182.
 [12] CELIK T, YUKSEL U C, FICI F, et al. Vascular inflammation and aortic stiffness relate to early left ventricular diastolic dysfunction in prehypertension [J]. Blood Press, 2013,22:94-100.
 [13] ZHANG P, GUO R, LI Z, et al. Effect of smoking on common carotid artery wall elasticity evaluated echo tracking technique[J]. Heart Vessels,2014,40:643-649.
 [14] BRABER T L, PRAKKEN N H, MOSTERD A, et al. Identifying coronary artery disease in asymptomatic middle-aged sportsmen: The ADDITIONAL VALUE OF PULSE WAVE VELOCITY [J]. PLOS One, 2015,10:e0131895.
 (收稿日期:2016-02-03 修回日期:2016-09-23)