

腹型肥胖测量指标与动脉硬化的相关性分析

王凡¹, 郑延松², 赛晓勇², 赵威², 李磊²

1. 解放军总医院南楼心血管二科, 北京 100853; 2. 解放军总医院健康医学中心

摘要:目的 探讨体质指数(BMI)、腰臀比(WHR)、体脂肪率(FAT%)与动脉硬化的相关性。方法 2005 年 1 月—2010 年 5 月, 以在某医院健康体检中心进行体检并接受人体成分检测及动脉硬化评价的成人 26 599 人为研究对象, 其中男性 13 663 例(51.37%), 女性 12 936 例(48.63%), 平均年龄(45.91±8.07)岁, 同时进行血脂、血糖、尿酸等指标的检测, 用 BMI、WHR、FAT%描述性分析人群肥胖的情况, 用颈股脉搏波传导速度(cfPWV)、颈桡脉搏波传导速度(crPWV)来评价动脉硬化, 用简单相关及多元逐步回归分析各种肥胖指标与动脉硬化的相关性。结果 青年男性和女性 WHR 与 cfPWV 均相关($r=0.191, P=0.005; r=0.306, P<0.001$), 女性 BMI 也与 cfPWV 相关($r=0.175, P=0.006$); 中年男性和女性 WHR 与 cfPWV 均相关($r=0.239, P<0.001; r=0.189, P<0.001$), 男性 FAT%与 crPWV 相关($r=0.186, P=0.001$), 女性 FAT%与 cfPWV 及 crPWV 相关($r=0.050, P=0.032; r=0.174, P=0.001$); 老年男性 WHR 与 cfPWV 及 crPWV 相关($r=0.134, P=0.011; r=0.145, P=0.001$), FAT%与 cfPWV 相关($r=0.168, P=0.003$), 老年女性 WHR 与 cfPWV 相关($r=0.093, P=0.017$), FAT%与 cfPWV 及 crPWV 相关($r=0.111, P=0.009; r=0.116, P=0.015$)。在调整血压、血脂、血糖、尿酸等因素后, 多元逐步回归的结果表明, 中年男性 WHR 与 cfPWV 独立相关($P<0.05$), 老年男性 WHR 与 cfPWV、crPWV 独立相关($P<0.05$)。青年、中年、老年女性的 WHR 均与 cfPWV 独立相关($P<0.05$), 老年女性 FAT%与 crPWV 独立相关($P<0.05$)。结论 WHR 是 PWV 的独立相关因素, 而 BMI 与 PWV 无独立相关关系, 老年女性的 FAT%是 crPWV 的独立相关因素。

关键词: 体质指数; 腰臀比; 体脂肪率; 动脉硬化

中图分类号: R543.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-6194(2011)02-0120-04

Relationship between Abdominal Obesity Indexes and Arterial Stiffness in Adult Chinese of Beijing WANG Fan, ZHENG Yan-song, SAI Xiao-yong, et al. The Health Science Center of the PLA General Hospital, Beijing 100853, China

Abstract: Objective To know the association of atherosclerosis with the body mass index (BMI), waist-to-hip ratio (WHR) and body fat proportion in adult Chinese in Beijing. **Methods** Data of 26 599 Chinese adults [male 13 663, female 12 936, and their average age was (45.91±8.07) years old] who underwent routine laboratory tests and pulse wave velocity (PWV) measurements for a health check-up during Jan 2005 to May 2010 in the health screening center of the hospital were analyzed. Obesity was evaluated by BMI, WHR and percentage of body fat (FAT%). Arterial stiffness was determined by measuring carotid-femoral (cfPWV) and carotid-radial pulse wave velocity (crPWV). **Results** Pearson's correlation coefficients showed that WHR was associated with cfPWV in young men and young women ($r=0.191, P=0.005$ vs. $r=0.306, P<0.001$), in middle-aged men and women ($r=0.239, P<0.001$ vs. $r=0.189, P<0.001$) and in older women ($r=0.093, P=0.017$), while with cfPWV and crPWV in old men ($r=0.134, P=0.011; r=0.145, P=0.001$). BMI was associated with cfPWV ($r=0.175, P=0.006$) in young women. FAT% was associated with crPWV in middle-aged men ($r=0.186, P=0.001$) and in old men ($r=0.168, P=0.003$), but with cfPWV and crPWV in middle-aged women ($r=0.050, P=0.032; r=0.174, P=0.001$) and in old women ($r=0.111, P=0.009; r=0.116, P=0.015$). After adjusted for blood pressure, lipids, serum sugar and uric acid, the results of multiple linear regression showed WHR was independently associated with cfPWV in middle-aged men and with cfPWV and crPWV in older men (all $P<0.05$). WHR was independently associated with cfPWV in different age women and FAT% was only independently associated with crPWV in older women (all $P<0.05$). **Conclusion** The results show WHR is an independent related factor for arterial stiffness in adult Chinese, whereas the BMI isn't. And FAT% is an independent related factor for crPWV in aged women.

Key words: Body mass index; Waist-hip ratio; Body fat percentage; Arterial stiffness

动脉硬化(arterial stiffness, AS)是高血压患者心血管病死亡或全死因的独立预测指标^[1]。增龄、高血压、糖尿病是动脉硬化公认的危险因素^[2]。在代谢综合征各种组分对动脉硬化影响的研究中发现,肥胖可能是导致动脉硬化的重要因素^[3]。国外流行病学的资料也越来越多地显示肥胖与动脉硬化的相关性。目前,我国尚没有相关文献的报道。脉搏波传导速度(pulse wave velocity,

PWV)是检测动脉硬化的金指标^[4]。因此,本研究以健康体检的人群为研究对象,分别探讨了颈-股脉搏波速度(carotid-femoral pulse wave velocity, cfPWV)、颈-桡脉搏波速度(carotid-radial pulse wave velocity, crPWV)与体质指数(BMI)、腰臀比(WHR)、体脂肪率(FAT%)相关关系,旨在探讨肥胖与动脉硬化的相关性。

1 对象与方法

1.1 对象 2005 年 1 月—2010 年 5 月在我院健康体检中心进行体检并接受人体成分检测及动脉硬化评价,年龄>18 岁的人群。排

作者简介: 王凡(1976-),女,河北平山人,主治医师,博士,从事心血管疾病基础与临床研究。

通讯作者: 郑延松(1971-),男,河南洛阳人,副主任医师,博士学位,从事老年医学及医学健康管理研究, E-mail: zhengyansong301@126.com

除标准:各种原因造成的心、脑、肾功能不全,6 个月内有脑卒中病史,明确肿瘤病史,严重肝脏疾病,慢性消耗性疾病,贫血,严重营养不良、怀孕、甲状腺功能亢进或减退病史等。以年龄分层,18~39 岁为青年组,40~59 岁为中年组,60 岁以上为老年组。

1.2 方法

1.2.1 临床资料收集 详细记录受试者的年龄、性别、吸烟嗜好、高血压、糖尿病病史。坐位休息 5 min 后,按标准方法测量右肱动脉血压及计数 1 min 心率,间隔 3 min 后再次测量血压及心率,取两次平均值。吸烟定义为:每日吸烟 ≥ 10 支,连续 1 年以上^[1]。

1.2.2 人体成分的测定 根据生物电阻抗原理,采用 MC-180 型体质成分分析仪(Tanita 公司,Japan)完成身体组成成分分析。所有测试者于餐后 1~2 h,在无剧烈运动的前提下,由专人负责测定。测量身高、体重、腰围、脂肪组织量、肌肉组织量,得出 FAT% (人体内脂肪的重量占体重的百分比)、BMI、WHR。

1.2.3 动脉硬化的评价 应用自动动脉硬化分析仪(Complior SP VAB00001, Artech-Medical, France)测定 cfPWV 和 crPWV,并分别作为评估中央大动脉和外周中动脉僵硬度的指标。受检者取仰卧位,测量 cfPWV 时,将压力感受器置于右侧颈动脉和股动脉波动最明显的部位,测量右侧颈动脉至股动脉两点间的体表距离输入计算机。测量 crPWV 时,受检者右上肢外展 45°,将压力感受器置于右侧颈动脉和桡动脉波动最明显的部位,PWV 根据两个脉搏波之间的距离(L)比脉搏波传导的时间(T)计算得到,计算公式为 $PWV(m/s) = L/T$,T 为两个波形的时间差,L 为两个探测器间的距离。连续记录 16 个压力波形,去除 3 个最大值和 3 个最小值,取剩余 10 个数值的平均值为 PWV 的测定值。

1.2.4 生化指标的测定 所有受试者隔夜禁食 12 h 于次日晨空腹采集静脉血,经抗凝处理由专人上机测定。用日本日立 7600 型全自动生化分析仪测定空腹血糖(FPG)、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)、尿酸(UA)的水平。

1.2.5 统计学方法 计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,分类资料用率来表示,采用 SAS 15.0 软件进行统计分析。不同性别 3 个年龄组之

间均数比较采用方差分析,率的比较采用卡方检验,各种肥胖评价指标与动脉硬化的相关性分析用简单相关及多元逐步相关性分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况 共有 26 599 人符合入选标准并且各项研究指标完整,其中男性 13 663 人(51.37%),女性 12 936 人(48.63%),年龄 18~84 岁,平均年龄为(45.91±8.07)岁。其中高血压患者 8 181 例(30.75%),糖尿病患者 3 569 例(13.42%)。

2.2 性别、年龄分层 BMI、WHR、FAT%、cfPWV 与 crPWV 比较 结果显示,男性青年、中年、老年三组间 WHR、cfPWV 的水平不全相同($P < 0.05$),且随着年龄增加而增加,BMI、FAT%、crPWV 在三组间没有差异;女性三组间 BMI、WHR、FAT%、cfPWV 的水平不全相同($P < 0.05$),随着年龄的增加而增加,老年组最高($P < 0.05$),crPWV 在三组间无差异(表 1)。

2.3 不同性别、年龄组动脉硬化的相关危险因素比较 表 2 显示了不同性别、年龄组人群动脉硬化的危险因素。男性中 SBP、LDL-C、血糖水平随着年龄增加而增加;尿酸水平随着年龄增加而降低;TG 水平在中年组最高。男性组以上指标在青年、中年、老年三组间差异均有统计学意义($P < 0.05$)。女性中 SBP、DBP、脉压、TG、LDL-C、血糖、尿酸水平均随着年龄的增加而升高,差异在青年、中年、老年三组间具有统计学意义($P < 0.05$);吸烟率在青年、中年、老年三组间吸烟率最低,老年组最高,差异具有统计学意义($P < 0.05$)。

2.4 肥胖指标与动脉硬化的相关性分析 简单相关的结果表明,青年男性与女性 WHR 与 cfPWV 相关($r=0.191, P=0.005; r=0.306, P < 0.001$),青年女性 BMI 与 cfPWV 相关($r=0.175, P=0.006$);中年男性与女性 WHR 与 cfPWV 相关($r=0.239, P < 0.001; r=0.189, P < 0.001$),FAT% 与 crPWV 相关($r=0.186, P=0.001; r=0.174, P=0.001$),中年女性,FAT% 也与 cfPWV 相关($r=0.050, P=0.032$);老年男性 WHR 与 cfPWV 及 crPWV 相关($r=0.134, P=0.011; r=0.145, P=0.001$),FAT% 与 cfPWV 相关($r=0.168, P=0.003$),老年女性 WHR 与 cfPWV 相关($r=0.093, P=0.017$),FAT% 与 cfPWV 及 crPWV 相关($r=0.111, P=0.009; r=0.116, P=0.015$),见表 3.4。

表 1 不同性别、年龄人群 BMI、WHR、FAT%、cfPWV 及 crPWV 的比较

性别	年龄	人数	BMI (kg/m ²)	WHR (%)	FAT% (%)	cfPWV(m/s)	crPWV(m/s)
男性	青年组	4 385	25.17±3.02	0.86±0.05	23.25±2.22	9.22±1.29	9.86±1.56
	中年组	7 043	25.75±3.15	0.88±0.06	24.29±1.45	10.19±1.64	10.14±1.46
	老年组	2 235	25.06±3.08	0.90±0.06*	23.46±2.85	12.93±3.42*	9.80±1.37
女性	青年组	3 433	22.03±2.76	0.78±0.05	26.85±2.07	8.35±1.26	8.99±1.38
	中年组	6 887	24.35±3.55	0.83±0.06	31.04±1.54	9.69±1.74	8.81±1.27
	老年组	2 616	25.63±3.77*	0.87±0.06*	34.70±2.85*	12.50±3.00*	9.16±1.95

注:*青年、中年、老年三组检测指标不全相同, $P < 0.05$ 。

表 2 不同性别、年龄人群动脉硬化相关危险因素的比较

性别	年龄	人数	吸烟率 (%)	SBP (mm Hg)	DBP (mm Hg)	脉压 (mm Hg)	心率 (次/min)	TG (mmol/L)	LDL-C (mmol/L)	HDL-C (mmol/L)	血糖 (mmol/L)	尿酸 (mmol/L)
男性	青年组	4 385	49.92	120.11±8.75	81.14±7.57	38.91±7.63	69.16±4.67	2.33±2.19	2.61±0.68	1.28±0.32	7.01±2.45	375.27±81.59
	中年组	7 043	50.06	123.20±7.33	84.56±7.17	38.74±8.38	69.73±5.39	2.39±2.05	2.70±0.69	1.23±0.29	7.96±2.97	364.21±79.43
	老年组	2 235	48.99	131.12±8.09*	82.15±6.79	49.90±40.46	69.27±6.01	1.60±1.22*	2.75±0.72*	1.29±0.31	8.87±3.76*	338.19±80.02*
女性	青年组	3 433	4.31	106.34±9.26	70.34±8.91	35.90±7.44	71.02±5.98	0.98±0.72	2.20±0.60	1.57±0.36	5.91±1.22	235.27±57.48
	中年组	6 887	3.47	117.30±7.28	77.13±7.09	39.91±10.05	70.51±5.57	1.40±1.03	2.62±0.70	1.50±0.36	6.98±2.35	249.17±61.33
	老年组	2 616	4.09*	135.02±9.09*	80.85±9.33*	54.21±14.95*	71.74±6.44	1.72±1.18*	2.99±0.72*	1.49±0.36	8.77±3.11*	272.57±70.65*

注:青年、中年、老年三组检测指标不全相同,* $P < 0.05$ 。

表3 男性动脉硬化与肥胖的相关性分析

年龄	指标	cfPWV				crPWV			
		r值	P值	β 值	P值	r值	P值	β 值	P值
青年组	BMI	0.063	0.163			-0.011	0.807		
	WHR	0.191	0.005	1.472	0.334	0.075	0.101		
	FAT%	0.013	0.425			0.052	0.064		
中年组	BMI	-0.013	0.776			-0.079	0.074		
	WHR	0.239	<0.001	0.045	0.003	-0.026	0.577		
	FAT%	0.032	0.054			0.186	0.001	1.323	0.247
老年组	BMI	0.001	0.989			0.015	0.739		
	WHR	0.134	0.011	9.742	0.001	0.145	0.001	3.417	0.009
	FAT%	0.168	0.003	0.667	0.433	0.029	0.147		

注:r为直线相关系数。 β 为多元逐步回归系数。*调整了吸烟、血压、心率、血脂、血糖、尿酸影响因素。

表4 女性动脉硬化与肥胖的相关性分析

年龄	指标	cfPWV				crPWV			
		r值	P值	β 值	P值	r值	P值	β 值	P值
青年组	BMI	0.175	0.006	0.060	0.185	0.003	0.972		
	WHR	0.306	<0.001	7.311	0.001	-0.013	0.873		
	FAT%	0.130	0.578			0.078	0.436		
中年组	BMI	0.080	0.064			0.015	0.736		
	WHR	0.189	<0.001	3.331	0.003	0.050	0.266		
	FAT%	0.050	0.032	0.667	0.089	0.174	0.001	0.714	0.273
老年组	BMI	0.016	0.674			-0.057	0.137		
	WHR	0.093	0.017	0.090	0.006	-0.012	0.751		
	FAT%	0.111	0.009	1.223	0.210	0.116	0.015	0.061	0.024

注:r为直线相关系数。 β 为多元逐步回归系数。*调整了吸烟、血压、心率、血脂、血糖、尿酸影响因素。

调整了血压、血脂、血糖、尿酸等影响因素后,多元逐步回归的结果表明,中年男性 WHR 与 cfPWV 独立相关($P<0.05$),老年男性 WHR 与 cfPWV、crPWV 独立相关($P<0.05$),见表3。青年、中年、老年女性的 WHR 均与 cfPWV 独立相关($P<0.05$),老年女性 FAT%与 crPWV 独立相关($P<0.05$),见表4。由此可见,WHR 是男性与女性动脉硬化的共同的独立相关因素,而 BMI 与动脉硬化无独立相关关系,老年女性的 FAT%是动脉硬化的独立相关因素。

3 讨论

本研究是国内首例大样本体检资料的肥胖指标与动脉硬化的相关性分析的研究,以性别、年龄分层全面分析了 BMI、WHR、FAT%与中央大动脉、外周动脉硬化相关性。结果发现,WHR 是大动脉与动脉硬化独立的独立相关因素,WHR 是一个比 BMI 或 FAT%更好地反映我国人群肥胖与动脉硬化关系的指标。

年龄和高血压是动脉硬化公认的危险因素,然而流行病学资料表明,童年肥胖症患者是早发心血管疾病的危险人群。Iannuzzi 等^[6]研究也报道,与正常体重儿童相比,肥胖的儿童主动脉弹性明显下降;动物实验也证实,肥胖造成了心脏和血管系统结构或功能的改变^[7],因此,肥胖有可能独立于老龄及高血压而成为动脉硬化的独立危险因素。进一步的研究发现,肥胖可以造成各个年龄段人群的动脉硬化。Czemichow 等^[8]报道了 1014 例没有高血压及糖尿病“健康”的中年人群,在调整了性别、年龄、血压等心血管疾病危险因素后,腹型肥胖指标腰围(WC)与 PWV 独立相关,老年人群也得到同样的结论^[9]。本研究将人群按照年龄分为青年、中年、老年组,分别对不同性别、不同年龄组进行了 BMI、WHR、FAT%与动脉硬化相关性的探讨,结果表明,研究人

群三种肥胖指标均与动脉僵硬增加相关,只是不同性别、不同年龄组与动脉硬化相关的肥胖指标不同。

尽管肥胖致动脉硬化被越来越多的流行病学资料所证实,但研究所选择的肥胖指标不同,结果不尽相同。Urbina 等^[10]探讨了肥胖的青少年 BMI 与动脉硬化的关系,结果表明 BMI 是 cfPWV 的独立相关因素。然而,Wykretowicz 等^[11]研究结果显示,WC 与 PWV 独立相关,而 BMI 与 PWV 的相关性在调整了相关影响因素后消失。本研究选用了 BMI、WHR 与 FAT%三个代表不同形式肥胖的指标,以性别、年龄分层,讨论肥胖与动脉硬化的相关性,证实了 WHR 是男性与女性动脉硬化的共同的独立相关因素,而 BMI 与动脉硬化无独立相关关系。我们的结论更适合我国人群,为今后进一步的研究奠定了基础。

肥胖致动脉硬化的病理生理机制目前尚不清楚,有些研究认为肥胖可以导致胰岛素抵抗,而胰岛素抵抗能够使血管内皮细胞及平滑肌细胞功能改变,从而导致血管壁的弹力下降,僵硬增加^[12]。目前更多的理论认为,肥胖是一种炎症状态,脂肪组织可以分泌前炎症因子,这些因子能够造成血管壁的损伤,导致动脉硬化^[13]。相关的机制还需要进一步的研究证实。

总之,本研究为国内首例大样本体检资料的成人肥胖指标与动脉硬化的相关性调查,明确了不同性别与年龄人群的不同类型的肥胖指标与动脉硬化的相关性不同。尽管研究人群为健康体检人群,但此人群高血压与糖尿病的发病率与我国一般人群的发病率相近,因此,本结论可以推广到我国一般人群的情况。此外,本研究为横断面的研究,确切的结论尚需大规模前瞻性的研究来证实。

参考文献:

[1] Laurent S, Boutouyrie P, Asmar R, et al. Aortic stiffness is an independent

【论著】

深圳汉族 *Kir6.2* 基因与 2 型糖尿病关系的病例-对照研究刘茂玲¹, 董涇青²

1. 广东药学院, 广东 广州 510310; 2. 南方医科大学南方医院

摘要: 目的 研究深圳汉族人群钾离子内向整流通道 *Kir6.2* 基因多态性与胰岛素抵抗 (IR) 特征和 2 型糖尿病 (T2DM) 的关系。方法 运用聚合酶链反应-变性梯度凝胶电泳 (PCR-DGGE) 技术对深圳市 251 例 T2DM 患者和 170 例非 DM 对照 (NCT) 人群的 *Kir6.2* 基因第一外显子 E23K 多态性进行分析, 并对 T2DM 组不同基因型间临床及生化指标进行比较。结果 T2DM 组与非 DM 对照组比较, *Kir6.2* 基因型频率和等位基因频率分布差别均无统计学意义; T2DM 组携带 K 等位基因者空腹血糖 (FPG)、总胆固醇 (TC)、低密度脂蛋白胆固醇 (LDL-C) 及空腹血 C 肽 (CP) 水平显著高于携带 E 等位基因者 ($P < 0.05$)。结论 深圳市汉族人群 *Kir6.2* 基因 E23K 多态性与 2 型 DM 患者胰岛素抵抗表型相关, 但与 T2DM 的发生无明显关联。

关键词: *Kir6.2* 基因; 基因多态性; 糖尿病, 2 型; 胰岛素抵抗

中图分类号: R587.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-6194(2011)02-0123-03

Correlation of Membrane Glycoprotein *Kir6.2* Gene Polymorphism with Type 2 Diabetes Mellitus and Insulin Resistance in Han Nationality in Shenzhen LIU Mao-ling, DONG Jing-qing. Guangdong Pharmaceutical University, Guangzhou 510310, China

Abstract: **Objective** To explore the relationship of the E23K polymorphism of membrane glycoprotein *Kir6.2* gene with the features of insulin resistance (IR) and type 2 diabetes mellitus (T2DM) in Han nationality of Shenzhen. **Methods** The E23K polymorphism in exon 1 of *Kir6.2* gene were determined with the technique of polymerase chain reaction-denaturing gradient gel electrophoresis (PCR-DGGE) in 251 type 2 diabetic subjects and 170 normal glucose tolerance (NCT) control subjects in Shenzhen city. The clinical and laboratory data were also compared between type 2 diabetic patients with different genotypes. **Results** No statistically significant differences were observed in the genotype and allele frequencies between control subjects and type 2 diabetic subjects. The K allele was associated with higher fasting plasma glucose (FPG), total cholesterol (TC), low density lipoprotein cholesterol (LDL-C) and higher C-peptide (CP) concentrations than the E allele was in type 2 diabetic patients ($P < 0.05$). **Conclusion** The present study shows that the E23K polymorphism of *Kir6.2* gene in Han nationality of Shenzhen is not associated with the occurrence of type 2 diabetes mellitus, but associated with insulin resistance in type 2 diabetic patients.

Key words: *Kir6.2* gene; Gene polymorphism; Diabetes mellitus, type 2; Insulin resistance

2 型糖尿病 (DM) 属于复杂遗传病, 其发病机制涉及胰岛素分泌缺陷及胰岛素作用缺陷两方面。二者有遗传学的基础, 并受

环境因素影响。胰岛素抵抗 (insulin resistance, IR) 是 2 型 DM 发病的重要原因。近来一些研究表明, *Kir6.2* 基因是决定胰岛素敏感性的因素之一, 可能在胰岛素抵抗中起重要作用^[1]。本研究旨在研究 *Kir6.2* 基因编码区第一外显子 E23K 多态性与胰岛素抵

作者简介: 刘茂玲 (1974-), 女, 贵州纳雍人, 副教授, 从事糖尿病分子流行病学研究。

通讯作者: 董涇青, E-mail: djq652000@126.com

- predictor of all-cause and cardiovascular mortality in hypertensive patients [J]. *Hypertension*, 2001, 37: 1236-1241.
- [2] 方向阳, 吴金玲, 牛青红, 等. 老年高血压患者动脉僵硬度的影响因素 [J]. *中华高血压杂志*, 2009, 17(8): 716-719.
- [3] Grassi G, Giannattasio C. Obesity and vascular stiffness: when body fat has an adverse impact on arterial dynamics [J]. *J Hypertens*, 2005, 23: 1789-1791.
- [4] Laurent S, Cockcroft J, Van Bortel L, et al. Expert consensus document on arterial stiffness: methodological issues and clinical applications [J]. *Eur Heart J*, 2006, 27: 2588-2605.
- [5] Smith PM, Burgess E. Smoking cessation initiated during hospital stay for patients with coronary artery disease a randomized controlled trial [J]. *CMAJ*, 2009, 180: 1297-1303.
- [6] Iannuzzi A, Licenziati MR, Acampora C, et al. Preclinical changes in the mechanical properties of abdominal aorta in obese children [J]. *Metabolism*, 2004, 53: 1243-1246.
- [7] Cernes R, Zimlichman R, Shargorodsky M. Arterial elasticity in cardiovascular disease: focus on hypertension, metabolic syndrome and diabetes [J]. *Adv Cardiol*, 2008, 45: 65-81.
- [8] Czernichow S, Bertrais S, Oppert JM, et al. Body composition and fat

- repartition in relation to structure and function of large arteries in middle-aged adults (the SU.VI.MAX study) [J]. *Int J Obes (Lond)*, 2005, 29: 826-832.
- [9] Dengo AL, Dennis EA, Orr JS, et al. Arterial destiffening with weight loss in overweight and obese middle-aged and older adults [J]. *Hypertension*, 2010, 55: 855-861.
- [10] Urbina EM, Kimball TR, Khoury PR, et al. Increased arterial stiffness is found in adolescents with obesity or obesity-related type 2 diabetes mellitus [J]. *J Hypertens*, 2010, 28: 1692-1698.
- [11] Wykretowicz A, Adamska K, Guzik P, et al. Indices of vascular stiffness and wave reflection in relation to body mass index or body fat in healthy subjects [J]. *Clin Exp Pharmacol Physiol*, 2007, 34: 1005-1009.
- [12] Lee JW, Lee DC, Im JA, et al. Insulin resistance is associated with arterial stiffness independent of obesity in male adolescents [J]. *Hypertens Res*, 2007, 30: 5-11.
- [13] Ryan KE, McCance DR, Powell L, et al. Fenofibrate and pioglitazone improve endothelial function and reduce arterial stiffness in obese glucose tolerant men [J]. *Atherosclerosis*, 2007, 194: 123-130.

(收稿日期: 2010-09-09; 修回日期: 2011-01-23)

(本文编辑: 高中)