

# 血清脂联素水平与我国青少年代谢综合征及心血管疾病危险因素的相关关系

厉平<sup>1</sup>, 姜冉华<sup>2</sup>, 李玲<sup>1,3</sup>, 李雪<sup>2</sup>, 刘聪<sup>1</sup>, 杨帆<sup>1</sup>

(1. 中国医科大学附属盛京医院内分泌科, 辽宁省沈阳市 110004; 2. 辽阳市糖尿病医院, 辽宁省辽阳市 111000; 3. 辽宁省内分泌疾病重点实验室 国家重点实验室培育基地, 辽宁省沈阳市 110001)

[关键词] 脂联素; 代谢综合征; 心血管疾病; 危险因素; 青少年

[摘要] **目的** 探讨脂联素水平与我国青少年代谢综合征及相关心血管疾病危险因素之间的关系。**方法** 分层整群抽取辽阳市初中和高中青少年学生 933 人, 进行体格检查, 测定各项生化指标, 酶联免疫法 (ELISA) 检测脂联素, 评估脂联素水平与代谢综合征及各心血管疾病相关危险因素之间的关系; 907 人统计资料完整 (11~16 岁, 男性 53.3%)。代谢综合征依据 2007 年国际糖尿病联盟 (IDF) 制定的儿童青少年标准。**结果** 脂联素与腰围、体质指数、舒张压、甘油三酯、糖化血红蛋白、空腹血清胰岛素等多种代谢性指标及稳态模型胰岛素抵抗指数 (HOMA-IR) 之间呈显著负相关 ( $P < 0.05$ ); 校正全部影响因素后, 脂联素水平下降仍是代谢综合征患病的独立危险因素 ( $OR = 5.83, 95\% CI 1.98 \sim 17.18$ ); 与脂联素水平下降关系最密切的代谢综合征组份为中心型肥胖 ( $OR = 3.48, 95\% CI 1.84 \sim 6.59$ ) 和高密度脂蛋白胆固醇降低 (HDL-C,  $OR = 1.57, 95\% CI 1.09 \sim 2.26$ )。**结论** 脂联素水平是青少年代谢综合征的独立危险因素, 与心血管疾病危险因素存在相关关系。

[中图分类号] R5

[文献标识码] A

## Association of Adiponectin with Metabolic Syndrome and Related Cardiovascular Disease Risk Factors in Chinese Adolescents

LI Ping<sup>1</sup>, JIANG Ran-Hua<sup>2</sup>, LI Ling<sup>1,3</sup>, LI Xue<sup>2</sup>, LIU Cong<sup>1</sup>, and YANG Fan<sup>1</sup>

(1. Department of Endocrinology, Shengjing Hospital of China Medical University, Shenyang, Liaoning 110004, China; 2. Liaoyang Diabetes Hospital, Liaoyang, Liaoning 111000, China; 3. Liaoning Provincial Key Laboratory of Endocrine Diseases, Shenyang, Liaoning 110004, China)

[KEY WORDS] Adiponectin; Metabolic Syndrome; Cardiovascular Disease; Risk Factor; Adolescent

[ABSTRACT] **Aim** To examine the association of adiponectin with metabolic syndrome (MS) and related cardiovascular disease (CVD) risk factors in Chinese adolescents. **Methods** This was a cross-sectional study including 933 adolescents. All participants underwent anthropometric and biochemical examinations. Adiponectin was measured using ELISA. The association of adiponectin with CVD risk factors and the presence of metabolic syndrome were evaluated. MS was defined with the International diabetes federation (IDF) 2007 definition specific for children and adolescents. Of the 933 subjects, the data of 907 ones were complete and entered the statistic analysis. **Results** With the reducing adiponectin, waist circumference (WC), body mass index (BMI), triglyceride (TG), hemoglobin A1c (HbA1c), fasting plasma insulin (FINS) and the homeostasis assessment model of insulin resistance (HOMA-IR) were increased (all  $P < 0.05$ ). Adiponectin was significantly correlated with WC, BMI, diastolic blood pressure (DBP), TG, total cholesterol (TC) and HbA1c (all  $P < 0.05$ ). Adiponectin showed independent association with MS ( $OR = 5.83, 95\% CI 1.98 \sim 17.18$ ) and the most closely correlated component was central obesity ( $OR = 3.48, 95\% CI 1.84 \sim 6.59$ ) and lower high density lipoprotein cholesterol (HDL-C,  $OR = 1.57, 95\% CI 1.09 \sim 2.26$ ). **Conclusions** Adiponectin was independently associated with the presence of MS and related multiple CVD risk factors in Chinese adolescents.

[收稿日期] 2012-10-22

[基金项目] 辽宁省科学技术计划项目(2008225009-21)

[作者简介] 厉平, 博士, 副教授, 研究方向为 2 型糖尿病胰岛细胞功能, E-mail 为 s6800@163.com。通讯作者李玲, 博士, 教授, 研究方向为 2 型糖尿病病因学, E-mail 为 liling8864@hotmail.com。

代谢综合征 (metabolic syndrome, MS) 是复杂的遗传因素与环境因素相互作用的结果。全基因组扫描发现 MS 的易感位点位于 3q27, 编码脂联素的脂联素基因位于其附近<sup>[1]</sup>, 提示脂联素与 MS 患病之间可能相关。脂联素是一种由脂肪细胞特异性分泌的血浆蛋白, 具有增加胰岛素敏感性、抗炎、抗动脉粥样硬化等作用, 在细胞葡萄糖和脂肪酸等能量代谢过程中发挥重要的调节作用<sup>[2]</sup>, 在 MS 的发病过程中可能起到重要作用。最近一项研究表明在中国成人人群脂联素与 MS 的患病呈现独立负相关<sup>[3]</sup>, 但是在中国儿童青少年人群中其相关程度尚缺乏大规模临床研究。本研究选取辽宁省经济发展程度中等的辽阳市的青少年学生作为研究对象, 旨在探讨脂联素水平与青少年 MS 及相关心血管疾病 (cardiovascular disease, CVD) 危险因素的关系。

## 1 对象和方法

### 1.1 研究对象及方法

2010 年 12 月 ~ 2011 年 1 月, 以分层整群抽样的方式抽取辽阳市初中和高中学生共 933 人, 发放问卷调查并在取得家长和学生本人知情同意后完成血样采集, 脂联素水平等相关资料完整者 907 人。907 名受试者均无贫血、糖尿病、高血压等病史, 年龄 11 ~ 16 周岁, 男性比例 53.3%。本研究经辽阳市教委及中国医科大学附属盛京医院伦理委员会批准。

参加者测试前夜 20 点起禁食, 于次日晨 7 点 ~ 8 点采静脉血。采血前由经过培训的医师分别测定受试者的身高、体重、腰围、臀围, 观察颈部黑棘皮征, 静坐 10 分钟后用水银血压计测定血压, 间隔 2 分钟后测量第二次, 取两次平均值得到收缩压和舒张压。每位受试者空腹静脉血立即送往辽阳市糖尿病医院化验室并于采集后 1 小时内离心; 离心后 2 小时内检测静脉血浆葡萄糖 (fasting plasma glucose, FPG, 葡萄糖氧化酶法测定, Olympus400 全自动生化分析仪), 酶法检测血清甘油三酯 (triglycerides, TG)、总胆固醇 (total cholesterol, TC)、高密度脂蛋白胆固醇 (high density lipoprotein-cholesterol, HDLC)、低密度脂蛋白胆固醇 (low density lipoprotein-cholesterol, LDLC) 和尿酸 (Olympus400 全自动生化分析仪)。部分血浆于当日送至中国医科大学附属盛京医院中心化验室, 当日进行糖化血红蛋白 (hemoglobin A1c, HbA1c) 检测 (高效液相色谱法, Bio-Rad D-10, 美国伯乐公司); 另有部分血浆保存

于  $-80^{\circ}\text{C}$ , 统一应用放免法 (中国原子能所, 北京) 进行空腹血浆胰岛素 (fasting plasma insulin, FINS) 测定。体质指数 (BMI) = 体重/身高<sup>2</sup> ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )。稳态模型胰岛素抵抗指数 (homeostasis assessment model of insulin resistance, HOMA-IR) =  $\text{FINS}(\mu\text{U}/\text{L}) \times \text{FPG}(\text{mmol}/\text{L})/22.5$ <sup>[4]</sup>。

### 1.2 脂联素测定方法

将 907 名研究对象血清分装并冷冻于  $-80^{\circ}\text{C}$ , 酶联免疫吸附法 (ELISA) 统一测定血清脂联素。脂联素 ELISA 试剂盒购自美国 R&D 公司, 批内差异  $<9\%$ , 批间差异  $<15\%$ 。所有样本检测在中国医科大学附属盛京医院中心试验室完成。

### 1.3 MS 诊断标准

采用 2007 年国际糖尿病联盟 (IDF)<sup>[5]</sup> 针对儿童青少年的 MS 全球统一定义 (标准): (1) 10 岁 ~ 16 岁: 腰围  $\geq 90$  百分位数 (根据不同人种), 同时至少具备下列 2 项: ① FPG  $\geq 5.6$  mmol/L 或已是 2 型糖尿病; ② 收缩压  $\geq 130$  mm Hg 或舒张压  $\geq 85$  mm Hg; ③ HDLC  $< 1.03$  mmol/L; ④ TG  $\geq 1.70$  mmol/L。 (2)  $\geq 16$  岁 (与成人相同): 腰围  $\geq 90$  百分位数 (根据不同人种), 同时至少具备下列 2 项: ① FPG  $\geq 5.6$  mmol/L 或已是 2 型糖尿病; ② 收缩压  $\geq 130$  mmHg 或舒张压  $\geq 85$  mmHg 或已治疗者; ③ HDLC  $< 1.03$  mmol/L (男),  $< 1.29$  mmol/L (女) 或已治疗者; ④ TG  $\geq 1.70$  mmol/L。其中, 腰围第 90 百分位数界值点根据我国首都儿科研究 2010 年公布数据<sup>[6]</sup>, 对研究人群进行年龄、性别特异性的分组。

### 1.4 统计学分析

检验各组变量正态分布情况, 正态分布的连续性变量以  $\bar{x} \pm s$  表示, 非正态分布变量经自然对数转换后进行统计分析, 以中位数 (四分位数间距) 表示。采用单因素广义线性模型校正混杂因素后进行组间比较; 采用  $\chi^2$  检验进行分类数据分析; 采用偏相关分析校正混杂因素干扰后评价脂联素与 MS 及其相关组份和其他 CVD 危险因素之间的相关系数; 采用 Logistic 多变量回归分析评价脂联素与 MS 及其相关组份的关系。所有统计由 SPSS17.0 软件完成。

## 2 结果

### 2.1 脂联素水平在青少年人群中的分布及与 CVD 危险因素之间相关性

男生脂联素中位数为 6.93 mg/L, 四分位数间

距为 5.19 ~ 15.94 mg/L; 女生脂联素中位数为 7.95 mg/L, 四分位数间距为 7.95 ~ 39.74 mg/L, 显著高于男生 ( $P=0.008$ )。

## 2.2 脂联素水平与 CVD 危险因素之间相关性

将 907 名青少年学生按照脂联素水平四分位界值从低到高分成 4 组 (第 4 组脂联素水平最高; 表 1), 4 组在性别比例、糖尿病家族史阳性率之间差异

无显著性, 第 4 组年龄大于其他 3 组。随脂联素水平升高, MS 相关组份如腰围、TG 及 MS 以外 CVD 相关指标如 BMI、HbA1c、FINS 和 HOMA-IR 指数均逐渐下降 ( $P < 0.05$ ; 表 2)。脂联素与腰围、BMI、TG、TC、舒张压和 HbA1c 均呈显著负相关, 但相关性不强 (相关系数  $r$  为  $-0.068 \sim -0.114$ )。

表 1. 按脂联素四分位区间分层的受试者临床特征

Table 1. Characteristics of all the subjects according to quartiles of adiponectin

变 量	脂联素四分位区间				P
	1st (n = 228)	2nd (n = 223)	3rd (n = 227)	4th (n = 229)	
脂联素 (mg/L)	3.80 (2.40, 4.84)	6.44 (5.88, 6.89)	9.82 (8.51, 12.54)	29.95 (20.47, 37.48)	<0.0001
年龄 (岁)	13.72 ± 1.51	13.64 ± 1.38	13.61 ± 1.41	14.21 ± 1.39 <sup>bd</sup>	<0.0001
男性 (例, %)	136 (59.6)	123 (55.2)	111 (48.9)	113 (49.3)	0.066
家族史 (例, %)	125 (56.6)	121 (54.5)	130 (58.3)	122 (54.0)	0.785
WC (cm) <sup>#</sup>	73.04 ± 11.78	69.86 ± 11.53 <sup>b</sup>	68.61 ± 9.37 <sup>b</sup>	69.16 ± 8.80 <sup>b</sup>	<0.0001
BMI (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>#</sup>	22.43 ± 4.57	21.98 ± 4.34	20.81 ± 4.01 <sup>bd</sup>	21.18 ± 3.57 <sup>bc</sup>	<0.0001
SBP (mmHg) <sup>#</sup>	116.46 ± 13.62	114.29 ± 14.95	114.30 ± 13.29	116.18 ± 13.24 <sup>a</sup>	0.080
DBP (mmHg) <sup>#</sup>	70.20 ± 10.15	69.89 ± 10.66	70.68 ± 11.79	68.93 ± 11.08	0.377
TG (mmol/L) <sup>#</sup>	1.07 (0.69, 1.40)	0.96 (0.70, 1.32)	0.93 (0.67, 1.26) <sup>a</sup>	0.85 (0.61, 1.17) <sup>bd</sup>	<0.0001
TC (mmol/L) <sup>#</sup>	4.41 ± 0.78	4.45 ± 0.84	4.51 ± 0.81	4.58 ± 0.78	0.132
HDLC (mmol/L) <sup>#</sup>	1.02 (0.85, 1.24)	1.06 (0.88, 1.27)	1.12 (0.89, 1.30)	1.08 (0.87, 1.29)	0.311
LDLC (mmol/L) <sup>#</sup>	3.30 (3.25, 3.46)	3.34 (3.26, 3.48)	3.33 (3.25, 3.48)	3.30 (3.24, 3.50)	0.586
SUA (μmol/L) <sup>#</sup>	321.18 ± 94.74	315.40 ± 92.25	297.90 ± 80.81	316.00 ± 94.65 <sup>c</sup>	0.099
FPG (mmol/L) <sup>#</sup>	4.77 ± 0.47	4.82 ± 0.53	4.72 ± 0.54	4.73 ± 0.48	0.244
HbA1c (%) <sup>#</sup>	5.49% ± 0.28%	5.41% ± 0.29% <sup>b</sup>	5.39% ± 0.24% <sup>b</sup>	5.39% ± 0.23% <sup>b</sup>	<0.0001
FINS (μIU/L) <sup>#</sup>	18.0 (14.0, 25.0)	19.0 (13.5, 26.0)	17.0 (12.0, 24.0) <sup>ad</sup>	18.0 (13.0, 23.0)	0.027
HOMA-IR <sup>#</sup>	3.70 (2.87, 5.22)	4.11 (2.87, 5.52)	3.63 (2.48, 4.95) <sup>ad</sup>	3.72 (2.57, 4.93) <sup>c</sup>	0.011

#校正年龄、性别后分析。a 为  $P < 0.05$ , b 为  $P < 0.01$ , 与第一四分位区间 (1st) 相比; c 为  $P < 0.05$ , d 为  $P < 0.01$ , 与第二区间 (2nd) 相比; e 为  $P < 0.05$ , f 为  $P < 0.01$ , 与第三区间 (3rd) 相比。

表 2. 脂联素与多项心血管危险因素之间的偏相关系数

Table 2. Partial correlation coefficient of adiponectin (ug/ml) with cardiometabolic risk variables

变量	r	P
WC (cm)	-0.081	0.014
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	-0.108	0.008
SBP (mmHg)	-0.065	0.051
DBP (mmHg)	-0.074	0.026
TG (mmol/L)	-0.114	0.005
TC (mmol/L)	-0.068	0.035
HDLC (mmol/L)	0.027	0.408
LDLC (mmol/L)	-0.020	0.530
FPG (mmol/L)	-0.018	0.590
HbA1c (%)	-0.078	0.018
SUA (μmol/L)	-0.015	0.659
FINS (μIU/L)	-0.015	0.641
HOMA-IR	-0.016	0.626

## 2.3 脂联素水平与代谢综合征及各组份之间的相关关系

表 3 以脂联素水平最高的第四区间组为参照进行 Logistic 回归分析, 先后校正年龄、性别、血糖相关指标 (糖尿病家族史、HbA1c 水平)、胰岛素抵抗指标 (HOMA-IR) 的影响, 均可见随着脂联素水平降低, MS 患病风险明显增加; 校正全部影响因素后, 当脂联素水平下降至第四区间时, MS 的患病风险仍然高达第一区间的 5.83 倍 ( $P = 0.009$ ); 与脂联素水平下降关系最密切的 MS 组份为中心型肥胖和 HDLC 降低。

## 3 讨论

MS 作为多种 CVD 相关危险因素在个体内聚集的状态, 有体脂分布异常、组织胰岛素抵抗、持续低

表 3. 脂联素与 MS 及各组份之间关系的 Logistic 回归分析

Table 3. Association of adiponectin with the presence of MS and the components according to categories of adiponectin

	脂联素四分位区间			
	4th (n = 229)	3nd (n = 227)	2nd (n = 223)	1st (n = 228)
脂联素与 MS 之间关系				
Modle1	1.0 (referent)	1.83 (0.65, 5.16)	3.10 (1.17, 8.09) <sup>a</sup>	6.84 (2.79, 16.74) <sup>b</sup>
Modle2	1.0 (referent)	2.25 (0.75, 6.78)	3.37 (1.20, 9.50) <sup>a</sup>	7.47 (2.81, 19.84) <sup>b</sup>
Modle3	1.0 (referent)	2.47 (0.75, 8.09) <sup>a</sup>	3.75 (1.24, 11.36) <sup>a</sup>	9.07 (3.15, 26.15) <sup>b</sup>
Modle4	1.0 (referent)	2.12 (0.62, 7.67)	2.06 (0.65, 6.53)	5.83 (1.98, 17.18) <sup>b</sup>
脂联素与 MS 各组分之间关系#				
中心型肥胖	1.0 (referent)	1.34 (0.66, 2.69)	1.74 (0.90, 3.37) <sup>a</sup>	3.48 (1.84, 6.59) <sup>b</sup>
高血压	1.0 (referent)	1.19 (0.76, 2.05)	0.85 (0.49, 1.47)	1.11 (0.65, 1.89)
高甘油三酯	1.0 (referent)	1.54 (0.70, 3.37)	1.13 (0.51, 2.48)	1.65 (0.77, 3.52)
HDLC 降低	1.0 (referent)	1.05 (0.70, 1.57)	1.33 (0.89, 2.00)	1.57 (1.09, 2.26) <sup>a</sup>
空腹高血糖	1.0 (referent)	2.04 (0.86, 4.83)	1.33 (0.55, 3.24)	0.96 (0.36, 2.54)

Modle1:校正年龄、性别影响;Modle2:Modle1 + 糖尿病家族史、糖化血红蛋白水平;Modle3:Modle2 + HOMA 胰岛素抵抗指数;Modle4:Modle3 + 体质指数。#在 Modle4 基础上进行, a 为  $P < 0.05$ , b 为  $P < 0.01$ , 与第四区间相比。

度炎症反应和脂肪细胞因子分泌调控异常等特征;而脂联素具有减轻体质量、改善胰岛素抵抗、炎症负性调控、改善糖脂代谢、抗动脉粥样硬化等作用,对改善 MS 多种病理生理学缺陷有良性影响<sup>[7,8]</sup>。青少年作为处于成长发育中的特殊群体,其 MS 患病的病理生理学特征可能与成人之间存在很大差别,探索脂联素与这一群体代谢性疾病的关系,有利于疾病的理解及预防。本研究发现,脂联素与青少年群体多种 CVD 相关危险因素密切相关,是 MS 的重要危险因素并独立于性别、肥胖和胰岛素抵抗之外,其中与脂联素水平下降关系最密切的 MS 组份为中心型肥胖和 HDLC 降低。

与成人研究相比,关于脂联素在青少年人群中与 MS 关系的研究较为少见。希腊的一项研究<sup>[9]</sup>表明,脂联素水平与青少年 MS 的相关性依赖于 BMI,而在采用同一 MS 诊断标准的本研究中,这种相关关系却完全独立于 BMI 和 HOMA 胰岛素抵抗指数之外。其原因可能与种族差异有关。另一方面,希腊这份研究中 MS 患病率较低,且以高血压为最常见组份;而本研究中 MS 患病率偏高,且最常见组份为低 HDLC (结果待发表),因此似乎脂联素水平与以 HDLC 降低为最常见组份的 MS 关系更为密切,这一结论与 Riestra 等<sup>[10]</sup>在 12~6 岁青少年人群中看到的结果相吻合,机制尚不清楚。本研究显示脂联素不仅与 MS 组份相关,与 BMI、HbA1c、TC 等代

谢性指标均相关,虽然相关系数低于成人资料<sup>[3]</sup>,但仍表明脂联素对青少年群体 MS 有预测作用。这种预测作用在一项前瞻性研究中有更好体现, Morrison 等<sup>[11]</sup>选择肥胖却有不相称的高脂联素水平的女孩从 16 岁观察至 23 岁,发现与那些脂联素水平低于她们而其他条件匹配的同伴相比,高脂联素水平仍能够降低 7 年后 MS 患病率。

本研究发现,男生血清脂联素水平显著低于女性,这与既往一项成人研究结果相同<sup>[12]</sup>,表明脂联素相关流行病学研究必须考虑性别差异。那么脂联素对疾病的预测作用是否也存在性别差异?最近日本一项研究<sup>[13]</sup>显示,现有成人的 MS 诊断标准对于男性人群不如女性人群适用,若将脂联素代替腰围纳入 MS 诊断标准,将比现有诊断标准发现更多有 CVD 危险因素的男性患者。考虑到 MS 诊断敏感性的提高将识别更多高危人群,对 CVD 预防工作大有裨益,因此脂联素在青少年 MS 诊断标准中的价值需要进一步探索。

本研究显示脂联素水平与我国青少年心血管疾病相关危险因素密切相关,是青少年 MS 的独立危险因素,对 MS 患病有良好预测作用。由于本研究样本量有限,因此扩大样本及进一步随访研究将有利于我们深入了解脂联素与青少年 MS 发病之间的内在联系。

## [参考文献]

- [1] Vionnet N, Hani EH, Dupont S, et al. Genomewide search for type 2 diabetes-susceptibility genes in French whites: evidence for a novel susceptibility locus for early-onset diabetes on chromosome 3q27-qter and independent replication of a type 2-diabetes locus on chromosome 1q21-q24 [J]. *Am J Hum Genet*, 2000, 67(6): 1 470-480.
- [2] Li FY, Cheng KK, Lam KS, et al. Cross-talk between adipose tissue and vasculature: role of adiponectin [J]. *Acta Physiol (Oxf)*, 2011, 203(1): 167-180.
- [3] Yu D, Yu Z, Sun Q, et al. Effects of body fat on the associations of high-molecular-weight adiponectin, leptin and soluble leptin receptor with metabolic syndrome in Chinese [J]. 2011, 6(2): e16 818.
- [4] Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, et al. Homeostasis model assessment: insulin resistance and b cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man[J]. *Diabetologia*, 1985, 28: 412- 419.
- [5] Zimmet P, Alberti G, Kaufman F, et al. The metabolic syndrome in children and adolescents[J]. *Lancet*, 2007, 369: 2 059-061.
- [6] 马冠生,季成叶,马军,等. 中国7~18岁学龄儿童青少年腰围界值点研究[J]. *中华流行病学杂志*, 2010, 31(6): 609-615.
- [7] 孙慧,吴永全,严松彪. 脂联素与血管内皮细胞功能障碍的相关性[J]. *中国动脉硬化杂志*, 2011, 19(11): 952-956.
- [8] 刘福成,陈鲁原,黎励文,等. 冠心病患者血浆脂联素、
- 血红素加氧酶1与冠状动脉病变程度的相关性[J]. *中国动脉硬化杂志*, 2010, 18(6): 475-478.
- [9] Papoutsakis C, Yannakoulia M, Ntalla I, et al. Metabolic syndrome in a Mediterranean pediatric cohort: prevalence using International Diabetes Federation-derived criteria and associations with adiponectin and leptin[J]. *Metabolism*, 2012, 61(2): 140-145.
- [10] Riestra P, García-Anguita A, Lasunción MA, et al. Relationship of adiponectin with metabolic syndrome components in pubertal children [J]. *Atherosclerosis*, 2011, 216(2): 467-470.
- [11] Morrison JA, Glueck CJ, Daniels S, et al. Paradoxically high adiponectin in obese 16-year-old girls protects against appearance of the metabolic syndrome and its components seven years later [J]. *J Pediatr*, 2011, 158(2): 208-214.
- [12] Hirose H, Yamamoto Y, Seino-Yoshihara Y, et al. Serum high-molecular-weight adiponectin as a marker for the evaluation and care of subjects with metabolic syndrome and related disorders [J]. *J Atheroscler Thromb*, 2010, 17(12): 1 201-211.
- [13] Abiko A, Makita S, Naganuma Y, et al. Association between metabolic syndrome and carotid atherosclerosis: relevance of combined criteria including the serum adiponectin level for the general population [J]. *Intern Med*, 2011, 50(5): 381-387.

(此文编辑 李小玲)