

• 调查报告 • doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2014.34.027

体质量指数、腰臀比、体脂百分率评价青少年肥胖的研究*

李斌¹, 郭均涛^{1△}, 王宏², 曹型厚³, 张亚妮⁴, 华隆超⁵

(1. 重庆医科大学附属第一医院 400016; 2. 重庆医科大学公共卫生与管理学院妇幼与儿童少年卫生学教研室 400016; 3. 重庆市中小学卫生保健所 400070; 4. 重庆市沙坪坝区中小学卫生保健所 400000; 5. 重庆市大足区中小学卫生保健所 402360)

摘要:目的 比较体质量指数(BMI)、腰臀比(WHR)、体脂百分率(PBF)评价青少年人群肥胖的灵敏度,得出较为灵敏的评价方法。方法 采用多阶段随机整群抽样,对重庆 2 045 名青少年进行相关指标的测定,并采用 BMI、WHR、PBF 评价青少年是否超体质量、肥胖。结果 3 种方法的检出率相差较大,其中 PBF 的检出率最高(12.9%),其次为 BMI(7.2%)、WHR(6.0%),且差异有统计学意义($P < 0.05$);一致性检验发现,3 种方法两两之间一致性较差,其中 Kappa(BMI 与 WHR)=0.199, Kappa(BMI 与 PBF)=0.441, Kappa(WHR 与 PBF)=0.187;采用综合评价作为金标准,分别与 3 种方法进行受试者工作特征曲线(ROC 曲线)分析发现曲线下面积: PBF(0.954) > BMI(0.918) > WHR(0.694)。结论 PBF 和 BMI 评价青少年肥胖的灵敏度较高, WHR 灵敏度虽然较低,但对相关慢性疾病有很好的预测作用。

关键词: 青少年; 肥胖症; 人体质量指数; 腰臀比; 体脂百分率

中图分类号: R723.14

文献标识码: A

文章编号: 1671-8348(2014)34-4637-03

Evaluation of obesity by body mass index, waist-hip-ratio and percentage body fat in adolescent*

Li Bin¹, Guo Juntao^{1△}, Wang Hong², Cao Xinghou³, Zhang Yani⁴, Hua Longchao⁵

(1. The First Affiliated Hospital, Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China; 2. Department of Maternal Care and Adolescents Health, Public Health School, Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China; 3. Chongqing Primary and Second Schools' Health Care Centre, Chongqing, 400070, China; 4. Shapingba District Primary and Second Schools' Health Care Centre, Chongqing, 400000, China; 5. Dazu District Primary and Second Schools' Health Care Centre, Chongqing, 4002360, China)

Abstract: **Objective** To compare the sensitivity of body mass index (BMI), waist-hip ratio (WHR) and percentage body fat (PBF) in the evaluation of the obese adolescents population, and find a more sensitive evaluation method. **Methods** In this study, 2 045 adolescents were recruited in the city of Chongqing by using multiple-stage random cluster sampling, and they were identified as overweight or obesity on the base of BMI, WHR and PBF. **Results** There was significant difference among the detection rate of the three methods ($P < 0.05$), the detection rate of PBF was the highest (12.9%), then BMI (7.2%) and WHR (6.0%). consistency test showed that the concordance of three methods was poor and Kappa (BMI and WHR)=0.199, Kappa (BMI and PBF)=0.441, Kappa (WHR and PBF)=0.187; comprehensive evaluation was chosen as the gold standard and compared with three methods respectively by ROC curve, the analysis showed that area under curve (AUC): PBF(0.954) > BMI(0.918) > WHR (0.694). **Conclusion** The sensitivity of PBF and BMI was higher. Although the WHR sensitivity was lower, WHR is a good predictor associated for chronic diseases, which suggests that the development of appropriate adolescent WHR standard is necessary.

Key words: adolescent; obesity; body mass index; waist-hip ratio; percentage body fat

儿童青少年肥胖已成为全球公认的公共卫生问题,而且近年来儿童青少年发生肥胖的速度惊人^[1],相关研究显示儿童青少年时期发生肥胖会增加成年期心血管疾病的发病率^[2]。简单而有效的筛查标准是儿童青少年肥胖监测和预防的重要工具,目前评价儿童青少年肥胖的方法主要有体质量指数(BMI)、腰臀比(WHR)和体脂百分率(PBF)3种方法。本研究采用重庆地区 2010 年全国学生体质与健康调研的 2 045 名青少年的资料,并在此基础上,增测青少年的腰围(WC)和臀围(HC)。分别采用上述 3 种方法评价其是否超体质量或肥胖,再将 3 种方法进行综合评价,并对 3 种方法进行比较,以期得出灵敏度相对较高且简便的超体质量、肥胖评价方法,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 本研究所调查的对象为重庆地区 2010 年全国学生体质与健康调研的青少年,并在此基础上增测调查对象的 WC 和 HC。抽样方法采用分层随机整群抽样法,按经济和地域情况抽取主城区、主城区周边区县和三峡库区各 1 个行政区县为初始调查单位,每个区县各抽取城乡各 1 所高级完中(包含初中和高中)作为次级抽样单位,每个学校每个年级各抽取 2 个班学生整群调查。调查对象年龄 12~18 岁,平均年龄(14.42±1.78)岁。此次调查有效样本为 2 045 人,其中男生 1 065 人,女生 980 人;初中生 987 人,高中生 1 058 人。

1.2 方法

1.2.1 BMI 评价方法和标准 BMI=体质量(kg)/身高

(m²), 评价标准采用中国肥胖问题工作组制定的标准^[3], 按年龄和性别不同标准评价出正常组和超体质量或肥胖组。

1.2.2 WHR 评价方法和标准 WC、HC 测量方法根据《2010 年全国学生体质与健康调研检查细则》, 使用带 mm 刻度的软皮尺测量。使用前必须经钢卷尺校对, 每米误差不得超过 0.2 cm; 受检者自然站立, 在水平髂前上棘与第 12 肋下缘连线中点测定 WC; 前经耻骨联合, 两侧经股骨大转子, 后经臀部最突出的围度测定 HC, 精确到 0.1 cm。每项指标均测量 2 次, 取均值; 若 2 次测量结果相差超过 0.5 cm, 再做第 3 次测量。WHR=WC(cm)/HC(cm), 评价标准为: 男生 BHR ≥ 0.90, 则认为存在肥胖; 女生 BHR ≥ 0.85, 则认为存在肥胖^[4]。

1.2.3 PBF 评价方法和标准^[5] 采用日本长岭公式(表 1)测体密度(D), 用 Brozek 的改良公式 [PBF = (4.570/D - 4.142) × 100] 估算体成分。评价标准见表 2。

表 1 不同年龄不同性别人群体密度的回归方程式

年龄组(岁)	男	女
9~11	D=1.087 9-0.001 51X	D=1.097 4-0.001 42X
12~14	D=1.086 8-0.001 33X	D=1.088 8-0.001 53X
15~18	D=1.097 7-0.001 46X	D=1.093 1-0.001 60X
>18	D=1.091 3-0.001 16X	D=1.087 9-0.001 33X

X: 三头肌部+肩胛下角部皮褶厚度之和(mm)。

表 2 不同人群 PBF 判断标准(%)

性别	年龄段(岁)	轻度肥胖	中度肥胖	重度肥胖
男	6~18	20	25	30
	>18	20	25	30
女	6~14	25	30	35
	15~18	30	35	40
	>18	30	35	40

1.2.4 综合评价方法和标准 将上述 3 种方法进行综合, 若该个体 3 种方法有 2 种或 2 种以上检测出超体质量或肥胖, 则认为存在超体质量或肥胖; 3 种方法都没检测出, 或只有 3 种方法中的 1 种方法检测出超体质量或肥胖, 则不认为其存在超

体质量或肥胖。

1.2.5 质量控制 调查过程采用整班集体测试, 在学校相关领导及班主任的协助下, 以班为单位参加体质测量, 由经过统一培训的调查员进行测量, 每个检测项目由 2 名调查员承担, 其中 1 名负责记录, 并校正被调查学生的测量姿势, 另 1 名调查员按照各指标要求的测量部位进行测量; 严格按照要求对检测仪器进行校正, 校正完成, 检验合格后, 方可进行指标的测量; 测量过程中, 为避免人为的系统误差, 由专一人员对某一指标进行专项测量。

1.3 统计学处理 采用 Epidata3.02 软件进行双录入, 运用 SPSS17.0 软件进行统计分析。分析方法包括描述性分析、 χ^2 检验、一致性检验、受试者工作特征曲线(ROC 曲线)分析。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同方法的男女超体质量或肥胖检出率 分别采用 BMI、WHR、PBF 和综合评价法对 2 045 名青少年进行评价。结果显示每种方法的检出率不同, 且差异有统计学意义($\chi^2 = 63.13, P = 0.00$)。3 种方法中, PBF 的检出率最高(12.9%), WHR 的检出率最低(6.0%)。见表 3。

表 3 不同方法男女超体质量或肥胖检出情况[n(%)]

性别	BMI	WHR	PBF	综合评价
男	85(8.0)	66(6.2)	135(12.7)	78(7.3)
女	62(6.3)	57(5.8)	128(13.1)	42(4.3)
合计	147(7.2)	123(6.0)	263(12.9)	120(5.9)

2.2 BMI 与 WHR、BMI 与 PBF、WHR 与 PBF 的一致性检验

将 3 种方法两两之间进行差异性检验, 两两之间比较采用配对 χ^2 检验, 结果显示, BMI 与 WHR($\chi^2 = 2.851, P = 0.000$)之间差异无统计学意义, BMI 与 PBF($\chi^2 = 64.69, P = 0.000$)、WHR 与 PBF($\chi^2 = 68.06, P = 0.000$)之间差异有统计学意义, 见表 4。一致性检验 Kappa 值在 0~0.4 为差, >0.4~0.7 之间为较好, 大于 0.7 为很好(0 < Kappa < 1); 由此可见, BMI 与 WHR 和 WHR 与 PBF 的一致性都较差(Kappa < 0.4), 虽然 BMI 与 PBF 的 Kappa 值大于 0.4, 但其值接近 0.4, 故一致性也不是很好。见表 5。

表 4 BMI、WHR 和 PBF 两两之间超体质量、肥胖检出情况

BMI	WHR			PBF			WHR		
	检出	未检出	合计	检出	未检出	合计	检出	未检出	合计
检出	34	113	147	101	46	147	49	74	123
未检出	89	1 809	1 898	162	1 736	1 898	214	1 708	1 922
合计	123	1 922	2 045	263	1 782	2 045	263	1 782	2 045

表 5 3 种方法之间的一致性检验

组别	P	Kappa 值
BMI 与 WHR	0.000	0.199
BMI 与 PBF	0.000	0.441
WHR 与 PBF	0.000	0.187

2.3 综合评价方法分别与 BMI、WHR、PBF 的 ROC 曲线分析 以综合评价方法为金标准, 分别检测 BMI、WHR、PBF 三

者的灵敏度。由下图可知, 灵敏度: PBF > BMI > WHR ($P < 0.001$)。ROC 曲线见图 1, 分析结果见表 6。

表 6 3 种方法的 ROC 曲线分析结果

方法	ROC 曲线下面积	SE	P	95%CI
BMI	0.918	0.019	0.000	0.881~0.955
WHR	0.694	0.030	0.000	0.635~0.753
PBF	0.954	0.008	0.000	0.939~0.969

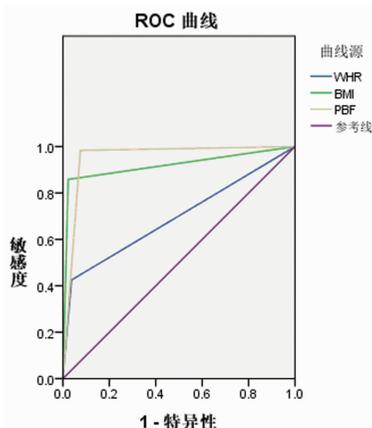


图 1 3 种方法与金标准的 ROC 曲线图

3 讨论

本研究发现 BMI、WHR、PBF 3 种方法之间一致性较差,这说明对于同一个体,若采用其中某一种方法检测出是超体质量或肥胖,另外 2 种方法检测则不一定是超体质量或肥胖。而且不同方法间超体质量或肥胖的检出率差异较大,这就迫使研究者不得不思考一个问题——哪种方法才是科学的,可靠的?本研究将 3 种方法联合起来评价是否发生超体质量或肥胖,其原因是在不知何种方法更为科学和准确的情况下,单独采用某一种方法作为评价标准,可能过于片面。综合评价的原则是 3 种方法存在 2 种或 2 种以上检出超体质量或肥胖,即认为该个体存在超体质量或肥胖;若 3 种方法有一种方法检出超体质量或肥胖即认为存在超体质量或肥胖,这样就增大了假阳性的概率。

BMI,其主要是评价身体匀称度的一个指标,也是目前国际上最为流行的一种评价肥胖的方法^[6]。针对儿童青少年这个人群,由于其处在生长发育这个阶段特殊性,故其评价标准有别于成人 BMI 的评价标准,不同的年龄、性别有着不同的评价标准。国际上使用较多的有美国国家卫生统计中心(NCHS)制定的 NCHS 标准和国际肥胖问题工作组(IOTF)制定的 IOTF 标准^[5]。2002 年,中国肥胖问题工作组(WGOC)制定了符合中国学龄儿童的超体质量、肥胖筛查 BMI 分类标准^[3]。但相关研究对 BMI 评价肥胖也提出质疑,认为 BMI 不能很好地区分脂肪和非脂肪组织^[7],若一个体肌肉组织相对较发达,且密度较大,在身高较矮的情况下,就很容易评价其为超体质量或肥胖。

WHR 和 WC 都是评价中心性肥胖的重要指标,但目前针对儿童青少年这一群体,尚无统一的标准,本研究采用的标准跟成人一致。近年来儿童青少年发生中心性肥胖的比例迅速上升,但 BMI 值却可能处在正常范围内。尹遵栋等^[8]对青少年血脂异常与 BMI 和 WHR 之间的关系进行比较研究发现,WHR 与血脂水平关系密切,且比 BMI 更能反映血脂异常状况。Cheng 等^[9]研究发现在预测 2 型糖尿病方面,WHR 效果要优于 BMI,其他相关研究^[10-12]还发现 WHR 和 WC 对心血管疾病、代谢综合征等一系列慢性疾病存在相关性。鉴于 WHR 和 WC 对这类疾病有如此好的预测作用,制定符合中国儿童青少年的 WHR 和 WC 标准势在必行,且在现场操作过程中也简便,便于质量控制。

PBF 是一种通过皮下脂肪厚度,间接估计体脂含量的方法。皮褶厚度的测量结果不等同于实际的皮下和全身脂肪量,是与体脂含量呈相关关系的。PBF 评价法的优点是皮褶厚度

和身高不相关,测量值不受身高的影响,具有简便、可靠、经济等特点,且皮褶厚度计便于携带;其缺点就是由于测定部位皮肤的厚度和松紧度、脂肪的可压缩性、不同人的皮肤张力和弹性、纤维组织和血管分布不同等因素,造成测量误差很大,影响测量的准确性和结果的稳定性^[5]。在条件允许的情况下,一般测量 PBF 均采用仪器设备进行测量,包括水下称重法、生物电阻法、双能 X 线吸收法等,从而避免人为的系统误差。但在人群筛查时,由于受到时间、经济和人的影响,在保证精确度的情况下,测量皮下皮褶厚度来反应肥胖问题是相对可靠的。

结合本研究的调查结果及各种评价方法的局限性,在保证精确度和尽量减小人为系统误差后,PBF 的灵敏度最高,为 0.954,BMI 的灵敏度也很高,为 0.918;在不能保证精确度和人为系统误差时,可选择 BMI 作为评价标准,因为相对皮褶厚度的测量,身高和体质量相对简便,而且较易于控制系统误差;若能将两者结合起来一起评价,效果可能更好。WHR 虽然对相关慢性疾病的预测作用较高,但在此研究中,相对 BMI 和 PBF 的灵敏度较低,其原因可能是本次采取的是和成人评价标准相同的评价方法,而青少年正处于生长发育时期,体格形态上变化较大。故在今后的研究中,制定出符合儿童青少年的 WHR 或 WC 评价标准的现实意义可能比 BMI 和 PBF 的要大。

参考文献:

- [1] World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation [J]. World Health Organ Tech Rep Ser, 2000, 894: i-xii, 1-253.
- [2] Chu NF, Rimm EB, Wang DJ, et al. Clustering of cardiovascular disease risk factors among obese schoolchildren: the Taipei Children Heart Study [J]. Am J Clin Nutr, 1998, 67(6): 1141-1146.
- [3] 中国肥胖问题工作组,季成叶. 中国学龄儿童青少年超重、肥胖筛查体重指数分类标准 [J]. 中华流行病学杂志, 2004, 25(2): 10-15.
- [4] 陆再英,钟南山. 内科学 [M]. 7 版. 北京:人民卫生出版社, 2008: 807-813.
- [5] 中华人民共和国卫生部疾病预防控制局. 中国学龄儿童青少年超重和肥胖预防与控制指南 [M]. 北京:人民卫生出版社, 2008: 54-55.
- [6] Bellizzi MC, Dietz WH. Workshop on childhood obesity: summary of the discussion [J]. Am J Clin Nutr, 1999, 70(1): 173-175.
- [7] Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, et al. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey [J]. BMJ, 2000, 320(7244): 1240-1243.
- [8] 尹遵栋,马军,徐轶群,等. 青少年体质量指数、腰臀比与血脂水平的关系 [J]. 中国学校卫生, 2005, 26(9): 724-725.
- [9] Cheng CH, Ho CC, Yang CF, et al. Waist-to-hip ratio is a better anthropometric index than body mass index for predicting the risk of type 2 diabetes in Taiwanese population [J]. Nutr Res, 2010, 30(9): 585-593.
- [10] Yusuf S, Hawken S, Ounpuu S, et al. Effect (下转第 4642 页)

差、活力减退、疲劳、肩或腿麻木僵硬、注意力不集中。可能因为编辑长期从事文字工作,长期伏案改稿、审稿、赶稿;常年面对文字、符号、图表,工作内容相对枯燥单一;工作需要脑力和注意力高度集中;久坐伏案缺乏运动,增加身体负荷,工作压力大导致^[9-10]。

不同人口学特征的科技期刊编辑亚健康状况研究显示,男性科技期刊编辑的亚健康发生率 88.0%,女性科技期刊编辑的亚健康发生率 75.7%,说明男性科技期刊编辑更易发生亚健康,这与范欣欣^[11]对公务员进行的亚健康研究结果相似。这可能是由于编辑工作要求细心严谨,大部分女性比大部分男性更符合这样的工作要求,并且女性更善于倾诉,利于排解压力,获得社会支持,有利于身心健康。>40~50 岁年龄组的亚健康发生率最高(83.8%),有可能是因为这一年龄段的编辑大多属于编辑部的中流砥柱,工作压力相对较大所致。已婚组别的编辑亚健康发生率最低(80.9%),可能是已婚编辑更容易向伴侣倾诉不良情绪,工作上更容易获得家庭支持从而减少了亚健康的发生。调查表明随着文化程度的提升,亚健康的发生率在降低,这可能是由于高学历者拥有更好的自我调节能力和自我保健意识,这对健康的保持有促进作用^[12],这与张庆祥等^[13]进行的公务员亚健康状况调查的研究结果相似。研究提示,主任、副主任这一类的编辑人员的亚健康发生率最高(88.1%),可能是主任和副主任属于期刊内部顶端的管理职位,要统筹规划、驾驭全局,工作压力大,心理负担重,因而导致亚健康状态的发生。

在对不同工作、生活方式的科技期刊编辑的亚健康状况研究中显示每周工作时间超过 40 h 组的编辑亚健康的发生率最高(85.9%),科技期刊编辑是科技出版队伍里的主力军,编辑工作时间较长脑力劳动超负荷,尤其是青年编辑为了保质保量完成工作,时常熬夜赶稿,排版校对,工作任务压力剧增。没有噪声组的亚健康发生率最低(74.9%),可能是因为编辑工作属于高强度脑力工作范畴,需要安静的环境,但在编辑的工作环境中,电脑、打印机、复印机这些办公设备会产生噪声,噪声容易给人带来生理上和心里的损害^[14]。研究还显示随着家人对编辑工作越支持,编辑发生亚健康发生率越小,可能是家人支持有利于减小编辑工作的压力,有利于提高工作热情和效率,有利于维护编辑人员的身心健康。本研究提示每天吃早餐组的亚健康发生率最低;几乎不锻炼组的亚健康发生率最高;拥有正常睡眠时间^[15]为 6~<8 h 组亚健康发生率较低。这说明拥有良好的早餐习惯、锻炼习惯、充足的睡眠时间都能够保持是身体健康的充分保证。提示编辑部应合理安排编辑人员的工作量,确保编辑的休息时间。

综上所述,科技期刊编辑亚健康发生率较高,症状较为明显,问题较为突出。编辑的身心健康状态对编辑自身、期刊的生存和发展、科技的繁荣进步都有很大的影响,不容忽视。因此,卫生部门、期刊和编辑自身都应高度重视,加强在健康自我

保健方面的宣传和教教育,结合实际从多方面入手防范亚健康状态的发生,提高科技期刊编辑整体的健康水平。与此同时,编辑自身也应摒弃不良的生活习惯,在日常的工作生活中养成良好的、健康的生活方式,有效防范亚健康状态的发生。

参考文献:

- [1] 张素炎,常群英,刘洁,等.北方地区亚健康状态的调查及其分析[J].医学动物防制,2003,19(4):208-210.
 - [2] 徐妍,石朝云,游苏宁.编辑职业健康问题分析——中华医学会杂志社关注编辑健康的实践[J].编辑学报,2012,24(5):496-498.
 - [3] 蔡文智,邓凌,陈美伦,等.医务人员亚健康状态及相关因素的调查研究[J].中华护理杂志,2009,44(10):869-873.
 - [4] 刘晴,刘文华,向浩,等.武汉市 3 340 名中小学教师心理亚健康状况及其影响因素[J].中国学校卫生,2007,28(3):246-247.
 - [5] 魏凤江,高伟,刘俊,等.天津市公务员亚健康状况及影响因素分析[J].中国公共卫生,2010,26(5):589-590.
 - [6] 陈青山,王声湧,荆春霞,等.应用 Delphi 法评价亚健康的诊断标准[J].中国公共卫生,2003,19(12):1467-1468.
 - [7] 马路,朱晓法.亚健康状态研究的历史沿革及现状[J].中华保健医学杂志,2013,15(5):449-451.
 - [8] 张志明,金冬梅.亚健康状态研究现状[J].中国健康教育,2008,24(3):201-203.
 - [9] 陈锐锋.关注科技期刊编辑的职业健康——科技期刊编辑职业危害因素探析[J].编辑学报,2012,24(1):84-85.
 - [10] 李东.期刊编辑亚健康状态及其对策[J].编辑学报,2014,26(1):76-78.
 - [11] 范欣欣.沈阳市公务员亚健康状况及其影响因素的研究[D].广州:南方医科大学,2011.
 - [12] 蒙世佼,闫宇翔,刘佑琴,等.医务人员亚健康状态及其影响因素的研究[J].中国全科医学,2013,16(1):61-64.
 - [13] 张庆祥,强瑞英,冯丽仪,等.广州市公务员亚健康患病率调查[J].现代预防医学,2013,40(2):279-281,284.
 - [14] 谢雁鸣,刘保延,朴海垠,等.基于临床流行病学调查的亚健康人群一般特征的探析[J].中国中西医结合杂志,2006,26(7):612-616.
 - [15] Stranges S, Dorn JM, Shipley MJ, et al. Correlates of short and long sleep duration: a cross-cultural comparison between the United Kingdom and the United States; the Whitehall II Study and the Western New York Health Study[J]. Am J Epidemiol, 2008, 168(12): 1353-1364.
- (收稿日期:2014-06-08 修回日期:2014-07-20)
- (上接第 4639 页)
- of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART study): case-control study[J]. Lancet, 2004, 364(9438): 937-952.
- [11] Maffei C, Pietrobelli A, Grezzani A, et al. Waist circumference and cardiovascular risk factors in prepubertal children[J]. Obes Res, 2001, 9(3): 179-187.
 - [12] Wang F, Wu S, Song Y, et al. Waist circumference, body mass index and waist to hip ratio for prediction of the metabolic syndrome in Chinese[J]. Nutr Metab Cardiovasc Dis, 2009, 19(8): 542-547.
- (收稿日期:2014-06-08 修回日期:2014-08-27)