

代谢综合征的相关流行病学研究进展

——是抛弃还是进一步探索

孙冬玲 何耀

【关键词】 代谢综合征; 流行病学

A review of metabolic syndrome: to give up or carry on further research SUN Dong-ling, HE

Yao. Institute of Geriatrics, Chinese People's Liberation Army General Hospital, Beijing 100853, China

Corresponding author: HE Yao, Email: yhe301@sina.com

This work was supported by grants from the National Natural Science Foundation of China

(No. 81072355) and Beijing Medical Scientific Development Foundation (No. 2007-2039).

【Key words】 Metabolic syndrome; Epidemiology

代谢综合征(MS)表现为一组代谢危险因素聚集状态,包括糖代谢异常、血脂异常、血压升高、腹型肥胖、低度炎症和凝血溶血功能异常等,MS与动脉粥样硬化性心血管疾病(CVD)和2型糖尿病(T2DM)的发病和死亡风险升高密切相关。目前一般认为MS的病因可能为肥胖和胰岛素抵抗(IR),更详细的发病机制仍不清楚。

近年来,MS作为研究热点已引起很多关注,争议的焦点多集中于:①作为一种综合征,临床是否存在MS,以及如何定义MS? ②在病因研究中,MS导致CVD和T2DM的危险较其各个组分之和是否更高? ③在预测CVD和T2DM危险方面或危险分层评估方面,MS较其他现有预测模型如Framingham风险评分法是否存在优势? 本文将重点探讨这几个方面的相关研究进展。

一、MS的定义及流行状态

1. MS定义:早在1923年Kylin等首次观察到高血压、高血糖和痛风聚集这一临床现象^[1]。1988年Reaven^[2]提出“X综合征”,包括高血压、高血糖和高胰岛素等,并认为这几种危险因素聚集的致病机制是IR。1998年WHO专家组将其命名为“MS”,并肯定了IR的基础作用机制,首次制定了统一的MS临床诊断定义,确定糖尿病、空腹血糖(FPG)受损、糖耐量低减及/或IR为MS诊断的必备条件^[3]。而

2001年美国国家胆固醇教育计划成人治疗组第三次报告(NCEP-ATPⅢ)认为不良生活方式如高脂高热量饮食和日常体力活动少所致的肥胖尤其是腹型肥胖(或称中心性肥胖)为MS的根本致病因素,并针对美国人群提出了MS临床诊断定义,只要满足5条标准(包括腹型肥胖和IR)中≥3个就可以确诊为MS^[4]。2005年9月美国心脏协会(AHA)和美国国家心肺血研究所(NHLBI)将NCEP-ATPⅢ的定义进行了修改,腹型肥胖的诊断增加了种族特异性腰围(WC)切点,使之适用于不同族裔人群的MS诊断,且将FPG受损切点降低至<100 mg/dl (5.6 mmol/L)^[5]。2005年4月国际糖尿病联盟(IDF)提出了一个以腹型肥胖为必备条件的MS诊断定义,认为MS的根本发病机制是体力活动过少和肥胖,并首次提出不同种族人群应采用不同的肥胖诊断标准^[6]。之后的一段时间,相关研究多以IDF和ATPⅢ定义为MS诊断依据。鉴于这些MS诊断定义存在显著差异,2009年IDF、AHA、NHLBI、世界心脏联盟(WHF)、国际动脉粥样硬化学会(IAS)等多家组织共同发表声明并形成一份暂定的统一MS定义,除了没有将腹型肥胖作为诊断的必备条件,各条标准与IDF提出的标准基本相同,关于诊断腹型肥胖的WC切点,则秉承了IDF定义中不同族裔人群采用不同的标准,具体到中国,腹型肥胖指男性WC≥90 cm、女性WC≥80 cm^[7]。表1总结近年来常用的MS诊断定义(WC标准以中国人群为例)。

2. MS与IR综合征:然而,有学者如Reaven^[10]认为,之前以IR为根本病因的综合征应为“IR综合征”(即“X综合征”),它与MS在概念、名称及临床应用

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2011.08.002

基金项目:国家自然科学基金(81072355);首都医学发展科研基金(2007-2039)

作者单位:100853 北京,解放军总医院老年医学研究所

通信作者:何耀, Email: yhe301@sina.com

表 1 MS 的相关诊断定义

诊断项目	WHO (1998 年) ^[3]	ATP III (2001 年) ^[4]	CDS (2004 年) ^[8]	ATP III 修订版 (2005 年) ^[5]	IDF (2005 年) ^[6]	JCDCG (2007 年) ^[9]	统一 (2009 年) ^[7]
肥胖 (kg/m ² 或 cm)	BMI>30.0 和/或腰臀 比:>0.90/0.85(男/女)	WC: 男性 > 102, 女性 > 88	BMI≥25.0	WC: 男性 ≥ 90, 女性 ≥ 80	WC: 男性 ≥ 90, 女性 ≥ 80	WC: 男性 > 90, 女性 > 85	WC: 男性 ≥ 90, 女性 ≥ 80
TG (mmol/L)	≥1.7	≥1.7 或已调 脂治疗	≥1.7	≥1.7 或已调 脂治疗	≥1.7 或已调脂治 疗	≥1.7	≥1.7 或已调脂 治疗
HDL-C (男/女, mmol/L)	<0.9/1.0	<0.9/1.0 或已 调脂治疗	<0.9/1.0	<1.0/1.3 或已 调脂治疗	<1.0/1.3 或已调 脂治疗	<1.0(不分 男女)	<1.0/1.3 或已 调脂治疗
血压升高 (mm Hg)	SBP≥140/DBP≥90	SBP≥130/ DBP≥85	SBP≥140/DBP≥ 90 或降压治疗者	SBP≥130/ DBP≥85	SBP≥130/DBP≥ 85 或已降压治疗	SBP≥130/ DBP≥85	SBP≥130/DBP≥ 85 或已降压治疗
血糖升高 或 IR(mmol/L)	FPG≥6.1 或 2h-PG≥ 7.8 和/或降糖治疗者 或 IR ^a	FPG≥6.1	FPG≥6.1 或 2h- PG≥7.8 和/或降 糖治疗者	FPG≥5.6 或 降糖治疗者	FPG≥5.6 或 T2DM	FPG≥6.1 或 2h-PG≥7.8 或 T2DM	FPG≥5.6 或降糖 治疗者
微量白蛋白尿	白蛋白/肌酐≥ 30 mg/g, 白蛋白 排泄率≥20 μg/min						

注: CDS: 中华医学会糖尿病学分会; JCDCG: 中国成人血脂异常防治指南制订联合委员会; TG: 甘油三酯; HDL-C: 高密度脂蛋白胆固醇; 2h-PG: 糖负荷后 2 h 血糖; SBP: 收缩压, DBP: 舒张压; ^a诊断 MS 必备条件; 1 mm Hg=0.133 kPa

等方面不同, IR 顾名思义即胰岛素靶组织(肌肉、脂肪和肝脏)对胰岛素的敏感性降低, 导致这些组织对葡萄糖的摄取和利用降低, 临床上可通过葡萄糖钳夹试验检测组织对胰岛素的敏感度。MS 患者大多数具有不同程度的 IR 现象, IR 在 MS 发病中起着重要作用, 但也有部分 MS 患者并无 IR^[11]。如果将 MS 所涉及的代谢异常如血脂异常、高血压、炎症反应和凝血功能改变等一律归因于 IR, 则有将 IR 概念无限扩大之嫌^[11]。因此, 根据已有的研究证据, 推测临床确实存在与 IR 综合征不同的 MS, 而本文所讨论的是上述的一般定义。

3. MS 的流行病学: 在 MS 诊断定义的不断修改中, 许多研究均显示不同种族和地区 MS 已呈流行趋势。以 ATP III 定义为例, 美国年龄在 ≥20 岁的成年人人群中, 白人 MS 患病率为 23.8%, 黑人为 21.6%, 最高为墨西哥裔美国人达 31.9%^[12], 俄罗斯 18~90 岁人群中, 男女性 MS 患病率分别达到 10.0% 和 21.0%^[13]。瑞典 46~68 岁人群中 MS 患病率为 20.7%^[14]。中国 2000—2001 年调查显示, 35~74 岁成年人人群 MS 患病率为 23.3%, 男女性分别为 29.1% 和 17.7%^[15]。老年人人群中 MS 患病率更高, He 等^[16]发现北京 60~95 岁老年人人群 MS 患病率为 46.3%, 男女性分别为 34.8% 和 54.1%。

二、MS 的致病作用

1. MS 与 T2DM 和心脑血管病: 不同族裔人群的相关研究均发现, MS 显著增加 T2DM 和 CVD 的发病及死亡风险, 甚至增加全死因死亡风险^[13, 16-19], 综合 87 个研究的荟萃分析显示, MS 致 CVD 的发病和死亡风险的相对危险度 (RR) 及 95% 可信区间 (CI)

分别为 2.35 (2.02~2.73) 和 2.40 (1.87~3.08), 全死因死亡的 RR 值为 1.58 (1.39~1.78), 致心肌梗死和脑卒中的 RR 值分别为 1.99 (1.61~2.46) 和 2.27 (1.80~2.85), 该研究的一个重要发现是在剔除 T2DM 患者后, 患 MS 者的 CVD 危险依然较高^[18]。北京市万寿路地区横断面研究发现: 随着老年人群中患有 MS 组分数目的增多, 其冠心病、脑卒中和外周闭塞性血管病患病率明显升高^[16]。Sattar 等^[19]对英国老年 (70~82 岁) 人群进行队列研究发现, MS 与新发 T2DM 危险密切相关, RR 值高达 4.41 (3.33~5.84), 但 MS 与 CVD 发病危险不存在相关性, RR 值为 1.07 (0.86~1.32)。而在英国地方心脏研究 (BRHS) 所开展的中年 (40~59 岁) 男性人群队列研究中, MS 与 T2DM 发病危险亦密切相关 (RR=7.47, 95% CI: 4.90~11.46), MS 与 CVD 发病危险显著相关 (RR=1.27, 95% CI: 1.04~1.56), 由此研究者认为, MS 与 CVD 发病危险可能不相关或微弱相关, 但笔者认为, 上述分析结果中两个队列的差异是因为 MS 与 CVD 发病危险的相关性存在年龄的混杂, 或者说在不同年龄分层中, MS 与心血管病的相关性不同。挪威的一个队列研究证实, MS 致 CVD 死亡和总死亡危险增加仅仅表现在中年人群, 而在年龄 ≥60 岁老年人人群中该作用不显著, MS 与年龄之间存在交互作用^[20]。不少研究发现, MS 预测 T2DM 发病危险的能力较预测 CVD 强, 应用 ATP III 定义, 致 CVD 的 RR 值为 1.65 (1.38~1.99), 而致 T2DM 的 RR 值为 2.99 (1.96~4.57), CVD 和 T2DM 的人群归因危险度分别为 12%~17% 和 30%~52%^[17]。老年人人群中的结果相似, Sattar 等^[19]的研究显示, MS 致 T2DM

的发病风险增加 4.5 倍,而在中年人群的 BRHS 研究中增加约 7.5 倍。中国的一项研究也发现 MS 显著增加 T2DM,但与冠心病不相关^[21]。

2. MS 与其他疾病:此外,研究显示 MS 与慢性肾脏疾病相关。在 118 924 名中国台湾队列人群中,调整其他危险因素后,MS 致慢性肾脏疾病的 *RR* 值为 1.30(1.24 ~ 1.36),随着 MS 组分数目增加,慢性肾脏疾病发病率和 *RR* 值呈线性增加趋势^[22]。

MS 还与老年人群认知功能减退相关,以评价总体认知功能减退的简易智能量表指标为例,法国的队列研究发现,调整其他危险因素后,MS 致认知功能减退的 *RR* 值为 1.22(1.08 ~ 1.37),在 MS 组分量中,高 TG 和 HDL-C 降低与认知功能减退显著相关^[23]。中国的一项横断面研究显示,MS 致老年人群认知功能减退的 *OR* 值为 2.31(1.91 ~ 2.95)^[24]。

MS 与老年人群的静息性脑梗死相关,其 *RR* 值为 1.68(1.15 ~ 2.44),而高血压致静息性脑梗死的 *RR* 值为 1.89(1.23 ~ 2.91)^[25]。

芬兰人群研究发现,排除心肌梗死和糖尿病的影响,MS 与充血性心力衰竭独立相关(根据不同 MS 定义 *RR* 值为 1.37 ~ 1.87)^[26]。

三、MS 的发病机制

1. 环境因素:有研究认为 MS 的根本发病原因是不良生活方式。在日本的一个老年人群中研究发现,男性中 MS 的组分数目与饮食摄入维生素 B6 和膳食纤维素有关,而在女性中,MS 与钙、牛奶乳制品摄入较低、谷物摄入过高相关^[27]。饮酒虽然不直接与 MS 相关,但可能通过影响 MS 的组分如高血压、高血糖和腹型肥胖介导 MS 发病^[28]。脂联素是由脂肪细胞分泌的细胞因子,可以加速脂肪酸氧化、葡萄糖摄取、以及胰岛素在外周组织的利用。研究发现韩国老年人群中脂联素和视黄醇结合蛋白 4(RBP4)与 MS 相关,脂联素最低四分位数组较最高四分位数组的 *OR* 值为 4.12,而脂联素和 RBP4 的交互作用可致 MS 危险增加达 6.22 倍,进一步分析发现,脂联素、RBP4 与人群腹型肥胖和 IR 均相关^[29]。中国一项纳入 3193 名 50 ~ 70 岁来自北京和上海城乡中老年人群的研究也发现,随着血浆脂联素水平下降,MS 患病率和组分数目呈线性趋势增加,脂联素水平最低四分位数组较最高四分位数组的 *OR* 值为 3.38(2.56 ~ 4.46),相同血浆脂联素水平时,北京 MS 患病风险较上海人群高,农村较城市人群高^[30]。此外,与 MS 发生相关的还包括一些急性炎症反应物如 C 反应蛋白或细胞粘附因子如 PAI-1 等^[7]。

2. 遗传因素:尽管 MS 的发病机制目前尚不十分清楚,相关学者多认为 MS 是以多基因为基础、与环境因素共同作用的结果。但也有人认为,这些危险因素或疾病以超出偶发的概率(机会概率)聚集在同一个体上,提示可能存在一个共同的遗传作用机制。综合相关文献,MS 的候选基因涵盖了影响肥胖、脂肪代谢、糖代谢、血压等一大组近千个单基因突变和多态性,近年来的研究热点包括过氧化物酶体增殖物激活受体 δ 和 γ 亚型基因、钙蛋白酶 10(Calpain-10)基因、G 蛋白 β_3 亚单位基因、脂蛋白脂酶基因、胰岛素受体底物-1 基因、 β_3 肾上腺素受体基因、激素敏感性脂酶基因、糖蛋白 PC-1 基因、糖原合成酶基因、胆固醇转移蛋白基因、肝脂酶基因、解偶联蛋白基因、5-羟色胺受体 2A 基因、抵抗素基因、叉头框 C2 基因等^[31]。

四、MS 的预测价值

1. MS 与其他 CVD 危险因素的比较:不少研究发现,与单个组分或者某两个组分相比,MS 在预测远期 CVD 和 T2DM 发病和死亡风险方面没有优势。例如,芬兰的一项 65 ~ 74 岁非糖尿病老年人群研究中,验证 MS(6 个 MS 诊断定义)预测 13 年随访的冠心病、CVD 和总死亡效果显示,MS 对于冠心病死亡(*RR*=1.42 ~ 1.58)和 CVD 死亡(*RR*=1.31 ~ 1.51)有显著性的预测价值,但预测能力与其单个组分如 FPG 受损、糖耐量低减、HDL-C 降低和微量白蛋白尿等相似^[32]。在另一个北欧高加索人群研究中,MS 致 CVD 发病危险的 *RR* 值与吸烟相当^[14]。当预测终末期外周血管病时,未调整 T2DM,MS 显著增加发病危险(*RR*=1.91, 95% *CI*: 1.06 ~ 3.44),调整 T2DM 后,*RR* 值变为 1.29(0.69 ~ 2.40)^[33]。在意大利北部一个 25 ~ 74 岁队列研究中,导致 CVD 和 T2DM 发病危险显著增高的是高血压和血糖异常,MS 其他组分如高 TG 等似乎没有贡献^[34]。作为综合征,其各个组分之间可能因源自共同的代谢途径而产生致病效果重叠,表现出来的现象就是组合效益并不比单个组分高^[35]。但根据临床观察,多重危险因素聚集的 CVD 危险性更高,例如在冠脉综合征患者中,高血糖合并 MS(入院时)比不合并 MS 者的 30 d 死亡率更高,分别为 8.3% 和 2.5%($P < 0.05$),调整其他危险因素影响,MS 致冠脉综合征患者 30 d 死亡率和 1 年期死亡的 *RR* 值分别为 2.54(1.22 ~ 5.31)和 1.96(1.18 ~ 3.24)^[36]。其次,从统计学模型角度看,尽管某些预测模型的危险因素预测统计效能均较高,但从生物学角度来看,这些危险因素可能彼此不相关^[35],在目前

- worldwide definition. *Lancet*, 2005, 366(9491): 1059-1062.
- [7] Alberti KG, Eckel RH, Grundy SM, et al. Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. *Circulation*, 2009, 120(16): 1640-1645.
 - [8] Metabolic Syndrome Collaborative Group of Chinese Medical Association Diabetic Society. The metabolic syndrome definition from the Chinese Medical Association Diabetic Society. *Chin J Diabetes*, 2004, 12(3): 156-161. (in Chinese)
中华医学会糖尿病分会代谢综合征研究协作组. 中华医学会糖尿病分会关于代谢综合征的建议. *中华糖尿病杂志*, 2004, 12(3): 156-161.
 - [9] Joint Committee for Developin Chinese Guidelines on Prevention and Treatment of Dyslipidemia in Adults. Chinese guidelines on prevention and treatment of dyslipidemia in adults. *Chin J Cardiol*, 2007, 35(5): 390-419. (in Chinese)
中国成人血脂异常防治指南制订联合委员会. 中国成人血脂异常防治指南. *中华心血管病杂志*, 2007, 35(5): 390-419.
 - [10] Reaven GM. The metabolic syndrome or the insulin resistance syndrome? Different names, different concepts, and different goals. *Endocrinol Metab Clin North Am*, 2004, 33(2): 283-303.
 - [11] Penno G, Miccoli R, Pucci L, et al. The metabolic syndrome. Beyond the insulin resistance syndrome. *Pharmacol Res*, 2006, 53(6): 457-468.
 - [12] Ford ES, Giles WH, Dietz WH. Prevalence of the metabolic syndrome among US adults: findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey. *JAMA*, 2002, 287(3): 356-359.
 - [13] Sidorenkov O, Nilssen O, Grijbovski AM. Metabolic syndrome in Russian adults: associated factors and mortality from cardiovascular diseases and all causes. *BMC Public Health*, 2010, 10: 582.
 - [14] Nilsson PM, Engstrom G, Hedblad B. The metabolic syndrome and incidence of cardiovascular disease in non-diabetic subjects—a population-based study comparing three different definitions. *Diabet Med*, 2007, 24(5): 464-472.
 - [15] Gu D, Reynolds K, Wu X, et al. Prevalence of the metabolic syndrome and overweight among adults in China. *Lancet* 2005, 365(9468): 1398-1405.
 - [16] He Y, Jiang B, Wang J, et al. Prevalence of the metabolic syndrome and its relation to cardiovascular disease in an elderly Chinese population. *J Am Coll Cardiol*, 2006, 47(8): 1588-1594.
 - [17] Ford ES. Risks for all-cause mortality, cardiovascular disease, and diabetes associated with the metabolic syndrome: a summary of the evidence. *Diabetes Care*, 2005, 28(7): 1769-1778.
 - [18] Mottillo S, Filion KB, Genest J, et al. The metabolic syndrome and cardiovascular risk: a systematic review and meta-analysis. *J Am Coll Cardiol*, 2010, 56(14): 1113-1132.
 - [19] Sattar N, McConnachie A, Shaper AG, et al. Can metabolic syndrome usefully predict cardiovascular disease and diabetes? Outcome data from two prospective studies. *Lancet*, 2008, 371(9628): 1927-1935.
 - [20] Hildrum B, Mykletun A, Dahl AA, et al. Metabolic syndrome and risk of mortality in middle-aged versus elderly individuals: the Nord-Trøndelag Health Study (HUNT). *Diabetologia*, 2009, 52(4): 583-590.
 - [21] Wang JJ, Li HB, Kinnunen L, et al. How well does the metabolic syndrome defined by five definitions predict incident diabetes and incident coronary heart disease in a Chinese population? *Atherosclerosis*, 2007, 192(1): 161-168.
 - [22] Sun F, Tao Q, Zhan S. Metabolic syndrome and the development of chronic kidney disease among 118 924 non-diabetic Taiwanese in a retrospective cohort. *Nephrology (Carlton)*, 2010, 15(1): 84-92.
 - [23] Raffaitin C, Feart C, Le Goff M, et al. Metabolic syndrome and cognitive decline in French elders: the Three-City Study. *Neurology*, 2011, 76(6): 518-525.
 - [24] Liu CY, Zhou HD, Xu ZQ, et al. Metabolic syndrome and cognitive impairment amongst elderly people in Chinese population: a cross-sectional study. *Eur J Neurol*, 2009, 16(9): 1022-1027.
 - [25] Kwon HM, Kim BJ, Park JH, et al. Significant association of metabolic syndrome with silent brain infarction in elderly people. *J Neurol*, 2009, 256(11): 1825-1831.
 - [26] Wang J, Sarnola K, Ruotsalainen S, et al. The metabolic syndrome predicts incident congestive heart failure: a 20-year follow-up study of elderly Finns. *Atherosclerosis*, 2010, 210(1): 237-242.
 - [27] Otsuka R, Imai T, Kato Y, et al. Relationship between number of metabolic syndrome components and dietary factors in middle-aged and elderly Japanese subjects. *Hypertens Res*, 2010, 33(6): 548-554.
 - [28] Buja A, Scafato E, Sergi G, et al. Alcohol consumption and metabolic syndrome in the elderly: results from the Italian longitudinal study on aging. *Eur J Clin Nutr*, 2010, 64(3): 297-307.
 - [29] Lim S, Yoon JW, Choi SH, et al. Combined impact of adiponectin and retinol-binding protein 4 on metabolic syndrome in elderly people: the Korean Longitudinal Study on Health and Aging. *Obesity (Silver Spring)*, 2010, 18(4): 826-832.
 - [30] Wang J, Li H, Franco OH, et al. Adiponectin and metabolic syndrome in middle-aged and elderly Chinese. *Obesity (Silver Spring)*, 2008, 16(1): 172-178.
 - [31] Teran-Garcia M, Bouchard C. Genetics of the metabolic syndrome. *Appl Physiol Nutr Metab*, 2007, 32(1): 89-114.
 - [32] Wang J, Ruotsalainen S, Moilanen L, et al. The metabolic syndrome predicts cardiovascular mortality: a 13-year follow-up study in elderly non-diabetic Finns. *Eur Heart J*, 2007, 28(7): 857-864.
 - [33] Wang J, Ruotsalainen S, Moilanen L, et al. Metabolic syndrome and incident end-stage peripheral vascular disease: a 14-year follow-up study in elderly Finns. *Diabetes Care*, 2007, 30(12): 3099-3104.
 - [34] Mancia G, Bombelli M, Corrao G, et al. Metabolic syndrome in the Pressioni Arteriose Monitorate E Loro Associazioni (PAMELA) study: daily life blood pressure, cardiac damage, and prognosis. *Hypertension*, 2007, 49(1): 40-47.
 - [35] Tenenbaum A, Fisman EZ. "The metabolic syndrome is dead": these reports are an exaggeration. *Cardiovasc Diabetol*, 2011, 10(1): 11.
 - [36] Feinberg MS, Schwartz R, Tanne D, et al. Impact of the metabolic syndrome on the clinical outcomes of non-clinically diagnosed diabetic patients with acute coronary syndrome. *Am J Cardiol*, 2007, 99(5): 667-672.
 - [37] Woodward M, Tunstall-Pedoe H. The metabolic syndrome is not a sensible tool for predicting the risk of coronary heart disease. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*, 2009, 16(2): 210-214.
 - [38] Wannamethee SG, Shaper AG, Lennon L, et al. Metabolic syndrome vs. Framingham Risk Score for prediction of coronary heart disease, stroke, and type 2 diabetes mellitus. *Arch Intern Med*, 2005, 165(22): 2644-2650.
 - [39] Lee CM, Huxley RR, Woodward M, et al. The metabolic syndrome identifies a heterogeneous group of metabolic component combinations in the Asia-Pacific region. *Diabetes Res Clin Pract*, 2008, 81(3): 377-380.
 - [40] Franco OH, Massaro JM, Civil J, et al. Trajectories of entering the metabolic syndrome: the framingham heart study. *Circulation*, 2009, 120(20): 1943-1950.
 - [41] Franks PW, Olsson T. Metabolic syndrome and early death: getting to the heart of the problem. *Hypertension* 2007, 49(1): 10-12.
 - [42] He J, Gu D, Wu X, et al. Major causes of death among men and women in China. *N Engl J Med*, 2005, 353(11): 1124-1134.
 - [43] Liu J, Hong Y, D'Agostino RB, et al. Predictive value for the Chinese population of the Framingham CHD risk assessment tool compared with the Chinese Multi-Provincial Cohort Study. *JAMA*, 2004, 291(21): 2591-2599.
 - [44] Simmons RK, Alberti KG, Gale EA, et al. The metabolic syndrome: useful concept or clinical tool? Report of a WHO Expert Consultation. *Diabetologia*, 2010, 53(4): 600-605.

(收稿日期: 2011-06-02)

(本文编辑: 万玉立)