

论著·临床研究

杭州市萧山区儿童青少年代谢综合征 组分的正交因子分析

汪笛¹ 王春林²

(1. 杭州市第一人民医院儿科, 浙江 杭州 310006;
2. 浙江大学医学院附属第一医院儿科, 浙江 杭州 310003)

[摘要] **目的** 了解儿童青少年代谢综合征(MS)各组分的相互关系,探索其潜在病理生理机制。**方法** 对2010年3月杭州市萧山区的1550名7~14岁儿童青少年的体格检查及空腹血脂血糖数据进行回顾性分析,对其体重指数z值(BMI-z)、腰围z值(WC-z)、腰臀比(WHp)、腰围身高比(WHt)、甘油三酯(TG)、总胆固醇(CHOL)、高密度脂蛋白(HDL)、低密度脂蛋白(LDL)、血压、空腹血糖(FPG)等指标进行因子分析。**结果** 主成分分析法提取5个主因子,贡献率最大的为肥胖因子,可解释23.56%的变异度,其中的3个变量根据因子负荷从大到小排列分别为WC-z、WHt、BMI-z。其余主因子根据贡献率从大到小排列依次为血脂因子1(TG、CHOL、LDL),血压因子,血脂因子2(TG、HDL),血糖及腰臀比因子(FPG、WHp)。5个因子累计贡献率为77.76%。**结论** MS的发生不只一个病理生理机制,肥胖,尤其是中心性肥胖是其中最重要的一个影响因素。脂代谢紊乱并不能完全解释胰岛素抵抗,两者可能共同作用于MS。

[中国当代儿科杂志, 2014, 16(6): 634-637]

[关键词] 代谢综合征; 正交因子分析; 中心性肥胖; 儿童青少年

Orthogonal factor analysis of metabolic syndrome components in children and adolescents in the Xiaoshan District of Hangzhou, China

WANG Di, WANG Chun-Lin. Department of Pediatrics, First People's Hospital of Hangzhou, Hangzhou 310006, China (Wang D, Email: wangdi1229@gmail.com)

Abstract: Objective To study the relationship between various metabolic syndrome (MS) components in children and adolescents and to explore its potential pathophysiological mechanism. **Methods** A total of 1550 children and adolescents aged 7-14 years from the Xiaoshan District of Hangzhou, China were enrolled in March 2010. The anthropometric parameters such as height, weight, waist circumference (WC), and hip circumference, as well as blood pressure, were measured; after adjustment for age and sex, body mass index z score (BMI-z), waist circumference z score (WC-z), waist-to-hip ratio (WHp), and waist-to-height ratio (WHt) were calculated. Fasting blood samples were collected for determination of fasting plasma glucose (FPG), total cholesterol (CHOL), triglyceride (TG), high-density lipoproteins (HDL), and low-density lipoproteins (LDL). Principal component analysis was used for extraction of factors. **Results** Principal component analysis revealed 5 uncorrelated factors that cumulatively explained 77.76% of the observed variance. Adiposity factor, which accounted for 23.56% of the variance, was the primary factor; it consisted of 3 variables, i.e., WC-z, WHt, and BMI-z, in which WC-z had the highest loading. The remaining factors identified were blood lipid factor 1 (TG, CHOL, and LDL), blood pressure factor, blood lipid factor 2 (TG and HDL), and blood glucose and WHp factor (FPG and WHp). **Conclusions** More than one pathophysiological mechanism could account for the development of MS in children and adolescents. Obesity, especially central obesity, is the most important factor in the development of MS. Dyslipidemia may not fully explain insulin resistance; they may work together in MS.

[Chin J Contemp Pediatr, 2014, 16(6): 634-637]

Key words: Metabolic syndrome; Orthogonal factor analysis; Central obesity; Child and adolescent

代谢综合征 (metabolic syndrome, MS) 是多种代谢异常聚集的一组临床症候群, 主要包括中心性肥胖、血压异常、血脂及糖代谢紊乱等组分^[1]。MS 的发病机制复杂, 胰岛素抵抗可能是各组分共同的病理生理基础, 但仍然存在较多争议, MS 的诊断标准也存在多个版本, 并未统一。儿童青少年 MS 也是如此。近年来, 随着社会经济的高速发展, 儿童青少年的 MS 发病率呈显著上升趋势, 而其又是成年后罹患心血管疾病的重要危险因素^[2]。探索儿童青少年 MS 的病理生理机制, 完善诊断标准, 指导临床合理预防及治疗, 成为当务之急。

因子分析作为一种降维的统计方法, 可将多个变量整合后简化为少数几个因子, 并通过因子负荷的大小来判断因子贡献率的多少, 有助于探索 MS 组分的重要性^[3]。目前国内运用因子分析研究儿童青少年 MS 的并不多, 大样本的研究更为少见。本研究立足于 MS 的经典组分, 对 1550 例儿童青少年体格检查及实验室检查获得的相关数据进行因子分析, 研究各临床指标与 MS 之间的关系, 寻找最重要的影响因子, 探索儿童青少年 MS 的潜在病理生理机制, 为临床进一步规范诊断, 筛选高危, 合理预防提供依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象

2010年3月选取杭州市萧山区一所学校(小学及初中)的所有在校生1550例为研究对象, 年龄7~14岁(平均 10.5 ± 2.1 岁), 其中男性928名, 女性622名。通过调查问卷及体格检查, 排除严重心肺肝肾疾病。本研究获得家长书面知情同意。

1.2 测量指标

综合目前公认的 MS 的几大主要组分, 根据国际糖尿病联盟 (IDF) 2007 年儿童青少年 MS 诊断标准^[4], 围绕肥胖程度、血糖、血脂、血压 4 个方面来确定测量指标, 共选取 11 个变量进行研究分析。

1.3 测量方法

根据中国学生体质与健康调研报告^[5]规范采集身高、体重、腰围 (waist circumference, WC), 臀围、血压等数据。计算体重指数 [body mass index, BMI = 体重 (kg) / 身高平方 (m^2)] ; 腰臀

比 [waist to hip ratio (WHp) = 腰围 (cm) / 臀围 (cm)] ; 腰围身高比 [waist to height ratio (WHt) = 腰围 (cm) / 身高 (cm)]。为排除年龄、性别的影响, 对所测得的 BMI、WC 依据年龄、性别进行 z 值换算。z 值 = (测量值 - 均值) / 标准差, 其中各性别、年龄段 BMI 均值及标准差取自上海大规模调查数据^[6], WC 的均值及标准差取自北京大规模调查数据^[7]。

所有研究对象抽取空腹静脉血 2 mL, 测量空腹血糖 (fasting plasma glucose, FPG)、总胆固醇 (total cholesterol, CHOL)、甘油三酯 (triglyceride, TG)、高密度脂蛋白 (high density lipoproteins, HDL)、低密度脂蛋白 (low density lipoproteins, LDL)。其中血糖测定采用己糖激酶法, CHOL 测定采用胆固醇氧化酶法, TG 测定采用甘油磷酸氧化酶法, HDL、LDL 采用直接测定法。所用试剂盒购自瑞士罗氏生物科技公司。

1.4 统计学分析

用 SPSS 19.0 软件进行统计学分析, 统计 MS 各组分间的相关系数, KMO 及 Bartlett 球形检验验证因子分析的可行性, 主成分分析法提取主因子, 方差最大正交旋转计算因子负荷矩阵, 解释每个因子的实际涵义, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 MS 各组分间的相关系数

本研究中的 11 个变量作为 MS 的主要组分, 根据实际意义可大致分为 4 组, 分别为代表肥胖程度的 BMI-z、WC-z、WHp、WHt; 代表血压水平的收缩压 (systolic blood pressure, SBP)、舒张压 (diastolic blood pressure, DBP); 代表血脂水平的 TG、CHOL、HDL、LDL; 代表血糖水平的 FPG。相关性分析得出, 肥胖指标和血压、血脂相关性较好, 其中 WHt 对血压、血脂的相关性均明显优于 WHp。SBP 与肥胖指标相关性好, 其中又与 WC-z 相关性最大 ($r=0.236, P < 0.05$)。各血脂指标中, HDL 与 BMI-z 呈负相关 ($r=-0.149, P < 0.05$), 与 WC-z 也呈负相关 ($r=-0.124, P < 0.05$)。同时发现, FPG 与 BMI-z、WC-z 无相关性 ($P > 0.05$), 仅与血压及 HDL 呈显著相关 ($P < 0.05$)。

2.2 因子模型可行性分析

本研究对 MS 相关组分分析时, KMO 检验提

示 KMO 值为 0.550, Bartlett 球形检验 P 值 <0.01 , 拒绝各变量独立的假设, 说明变量间相关好, 可行因子分析。

2.3 主成分分析法提取主因子

取特征值 ≥ 1 作为主因子的入选标准。共提取 5 个主因子, 正交旋转后贡献率分别为 23.56%, 17.72%, 14.32%, 12.82%, 9.35%。累积贡献率 77.76%。见表 1。

2.4 主因子的旋转及解释

认定因子负荷绝对值 >0.3 的变量为因子的主要成分。5 个主因子按照贡献率从大到小排列为: 因子 1 (肥胖因子), 主要包括 BMI-z, WC-z, WHt 等 3 个主要变量; 因子 2 (血脂因子 1), 主要包括 TG, CHOL, LDL 等 3 个主要变量; 因子 3 (血压因子), 主要包括 SBP, DBP 等 2 个主要变量; 因子 4 (血脂因子 2), 主要包括 TG, HDL 等 2 个主要变量; 因子 5 (空腹血糖及腰臀比因子), 主要包括 FPG, WHp 等 2 个主要变量。其中贡献率最高的肥胖因子中, WC-z 的因子负荷最大, 为 0.93, 高于 BMI-z 的因子负荷 0.85。见表 2。

表 1 主因子特征值及贡献率

主因子	原始因子负荷提取			旋转后因子负荷提取		
	特征值	贡献率 (%)	累积贡献率 (%)	特征值	贡献率 (%)	累积贡献率 (%)
因子 1	2.94	26.75	26.75	2.59	23.56	23.56
因子 2	1.80	16.39	43.14	1.95	17.72	41.27
因子 3	1.52	13.83	56.96	1.58	14.32	55.59
因子 4	1.28	11.68	68.64	1.41	12.82	68.41
因子 5	1.00	9.12	77.76	1.03	9.35	77.76

表 2 最大正交旋转后的因子负荷矩阵

变量	因子 1	因子 2	因子 3	因子 4	因子 5
BMI-z	0.85*	0.07	0.12	-0.15	0.04
WC-z	0.93*	0.05	0.12	-0.08	-0.05
WHp	0.29	-0.06	-0.04	0.22	-0.46*
WHt	0.92*	0.11	0.01	-0.01	-0.07
SBP	0.15	0.01	0.87*	-0.01	0.03
DBP	0.03	0.02	0.89*	0.01	0.01
TG	0.12	0.36*	0.07	-0.72*	0.08
CHOL	0.05	0.95*	0.04	0.23	0.01
HDL	-0.11	0.27	0.07	0.83*	0.06
LDL	0.14	0.90*	-0.02	-0.24	-0.02
FPG	0.11	-0.05	0.01	0.14	0.89*

注: *原始变量在旋转后的主因子上负荷量的绝对值 >0.30 。BMI-z: 体重指数 z 值。WC-z: 腰围 z 值。WHp: 腰臀比。WHt: 腰围身高比。SBP: 收缩压。DBP: 舒张压。TG: 甘油三酯。CHOL: 总胆固醇。HDL: 高密度脂蛋白。LDL: 低密度脂蛋白。FPG: 空腹血糖。

3 讨论

MS 作为一种代谢异常聚集的临床症候群, 因其日益升高的发病率及对心血管疾病的高预测性引起广泛重视。尽管儿童青少年 MS 很早就被人们认识, 但因其生理上的特殊性, MS 的组分及异常界定值均与成人不同, MS 的病理生理机制可能也与成人相异, 尚未形成定论。因子分析通过降维的方法, 将众多高度相关的原始随机变量替换为较少的互不相关的主因子, 同时仍尽可能多地反映原始变量信息, 其化繁为简的特点, 使因子分析成为探寻 MS 病理生理机制的工具之一。国外多项研究证实, 儿童青少年 MS 的发病机制复杂, 不能用单一因素解释, 可能是多种代谢异常共同作用的结果^[8-9]。本研究的结果与之一致。

国际糖尿病联盟 (IDF) 2007 年提出最新的儿童青少年 MS 的诊断标准, 适用于 <16 岁而 ≥ 10 岁的人群, 指出腰围 $>$ 同年龄同性别的 90 百分位数为诊断前提, 并要求满足 TG 异常、血压异常、HDL 异常及空腹血糖异常中的 2 项^[4]。本研究发现, 肥胖因子在 MS 发生中的所占权重最大, 且肥胖因子的变量按照因子负荷从大到小排列分别为 WC-z、WHt、BMI-z, 证实中心性肥胖和儿童青少年 MS 发生的相关性大于单纯的超体质量肥胖, 与国外的研究结果一致^[10], 也与 IDF 标准的诊断前提一致。其原因可能是由于腹部脂肪特别是内脏脂肪相比于其他部位脂肪产生更多的脂肪细胞因子^[11], 从而使得腹部脂肪聚集为主要特征的中心性肥胖人群发生代谢紊乱的可能性更高。其中 WC-z 与 WHt 的因子负荷极其接近, 提示两者可以互相取代。由于儿童青少年生长发育的特殊性, 各性别、年龄段的 WC 正常值不同, 而 z 值换算需要大样本调查数据为基础, 存在一定误差, 不利于统计及临床应用, WHt 受性别、年龄的影响较小, 便于统一异常界定值, 适用于临床快速判断, 识别高危。我国 2012 年儿童青少年代谢综合征防治建议^[12]中就将 WHt 作为 MS 的简易识别方法, 建议以 WHt 男童 0.48, 女童 0.46 作为筛查切点。而 WHp 与其他肥胖因子相比, 与多数代谢异常组分的相关性均差, 不适合单独作为中心性肥胖及 MS 高危因素的评价指标。

本研究发现, 血脂因子在 5 项主因子中占据

了2项,其中TG同时联结了因子2和因子4,证实了血脂异常尤其是TG异常在MS发生中的重要性,另一方面也提示了这4个血脂指标各有侧重点,在评判MS时可能需要综合判断。目前国际上广泛采用的IDF儿童青少年MS诊断标准也将TG升高及HDL降低分列为2个组分,而血压及血糖均只占1个组分,也说明了脂代谢紊乱在MS发病中的重要性。目前人们普遍认为,脂肪组织不仅仅是储存热量的场所,其产生的多种脂肪细胞因子如TNF- α 、IL-6、IL-18等能从多方面参与机体的代谢调节,通过诱导胰岛素抵抗的发生,进一步引起多系统代谢紊乱。但本研究并未发现血脂因子与血糖因子存在联结,提示脂代谢紊乱可能仅是胰岛素抵抗发生的其中一个原因,两者共同在MS的形成中起作用。由于本研究的局限性,血糖因子仅包含空腹血糖一项,未检测胰岛素水平,对于胰岛素抵抗对MS的作用解释有限,需要在今后的研究中弥补。另外,本研究发现,血压是一项独立的因子,提示高血压发病机制复杂,可能无法单独以胰岛素抵抗或脂代谢紊乱来解释。

综上所述,儿童青少年MS的发病机制复杂,无法用单一因素解释,其中肥胖,尤其是中心性肥胖是最重要的因素,由此引起的脂代谢紊乱可能是最主要的发病原因,但脂代谢紊乱并不能完全解释胰岛素抵抗,两者可能共同作用于MS。

[参 考 文 献]

- [1] Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ. The metabolic syndrome[J]. *Lancet*, 2005, 365(9468): 1415-1428.
- [2] Steinberger J, Daniels SR, Eckel RH, et al. Progress and challenges in metabolic syndrome in children and adolescents: a scientific statement from the American Heart Association Atherosclerosis, Hypertension, and Obesity in the Young Committee of the Council on Cardiovascular Disease in the Young; Council on Cardiovascular Nursing; and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism[J]. *Circulation*, 2009, 119(4): 628-647.
- [3] Meigs JB. Invited commentary: insulin resistance syndrome? Syndrome X? Multiple metabolic syndrome? A syndrome at all? Factor analysis reveals patterns in the fabric of correlated metabolic risk factors[J]. *Am J Epidemiol*, 2000, 152(10): 908-911.
- [4] Zimmet P, Alberti G, Kaufman F, et al. The metabolic syndrome in children and adolescents [J]. *Lancet*, 2007, 369(9579): 2059-2061.
- [5] 中国学生体质与健康研究组. 2005年中国学生体质与健康调研报告[M]. 北京: 高等教育出版社, 2007.
- [6] 罗飞宏, 沈水仙, 屠月珍, 等. 上海市6~18岁儿童青少年体重指数的分布特征[J]. *中华内分泌代谢杂志*, 2004, 20(6): 506-509.
- [7] 孟玲慧, 米杰, 程红, 等. 北京市3-18岁人群腰围和腰围身高比分布特征及其适宜界值的研究[J]. *中国循证儿科杂志*, 2007, 2(4): 245-252.
- [8] Lafortuna CL, Adorni F, Agosti F, et al. Factor analysis of metabolic syndrome components in severely obese girls and boys[J]. *J Endocrinol Invest*, 2009, 32(6): 552-558.
- [9] Vikram NK, Pandey RM, Misra A, et al. Factor analysis of the metabolic syndrome components in urban Asian Indian adolescents[J]. *Asia Pac J Clin Nutr*, 2009, 18(2): 293-300.
- [10] Cali AM, Caprio S. Ectopic fat deposition and the metabolic syndrome in obese children and adolescents [J]. *Horm Res*, 2009, 71(Suppl 1): 2-7.
- [11] Suliga E. Visceral adipose tissue in children and adolescents: a review [J]. *Nutr Res Rev*, 2009, 22(2): 137-147.
- [12] 中华医学会儿科学分会内分泌遗传代谢学组. 中国儿童青少年代谢综合征定义和防治建议[J]. *中华儿科杂志*, 2012, 50(6): 420-422.

(本文编辑: 王庆红)