

基于泛 Cobb-Douglas 函数的糖尿病 相关因素及腹围切点研究

朱春影, 施秉银, 张磊

西安交通大学第一附属医院 西安电力中心医院, 陕西 西安 710032

摘要: **目的** 探讨人体测量学指标、高血压、脂代谢异常与糖尿病密切相关性,探索性提出健康管理中初期预防人群糖尿病及心血管危险因素中设定的有关人体测量学指标的干预意义。 **方法** 采用泛 Cobb-Douglas 函数的代谢综合征危险系数模型,对 2011 年陕西电力系统员工体检数据进行了多元回归分析,分析糖尿病与心血管危险因素、人体测量学指标及生化指标之间的相关关系,并对高血糖发生风险进行总体评价。 **结果** 不同人群罹患糖尿病的综合危险系数由高到低依次为男性 40 岁及以上组(0.564)、女性 40 岁及以上组(0.451)、男性 40 岁以下组(0.278)、女性 40 岁以下组(0.223)。参数估计的结果显示,除 40 岁以下女性组外,其他三组人群罹患糖尿病相关因素中,大腹围类型的肥胖是仅次于高血压的第二危险因素,应予以重点干预。大腹围型肥胖与中老年人代谢综合征发病明显相关,在对腹围(WC)指标切点的选定进行了研究评价中:女性年龄 ≥ 40 岁的 WC 合理切点为 81 cm, <40 岁的 WC 合理切点为 79 cm,男性 ≥ 40 岁的 WC 合理切点为 86 cm, <40 岁的 WC 合理切点为 84 cm。使用 SPSS 18.0 软件进一步计算各组对象的高血糖 ROC 曲线下面积,验证上述参数估计结果,腹围除 40 岁以下女性外,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。 **结论** 在陕西电力系统职工中,根据国际糖尿病联盟(IDF)标准的 WC 切点和本地区切点略有差异,建议根据不同年龄段和性别确定 WC 合理切点作为糖尿病及代谢综合征干预的有效人体测量学指标,通过生活方式的健康管理干预,加强和全面提高该地区人群的身体素质。

关键词: 代谢综合征;糖尿病;高血压;体重指数;腹围切点;健康管理

中图分类号: R587.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-3110(2018)03-0333-03 **DOI:** 10.3969/j.issn.1006-3110.2018.03.022

常用的人体测量学指标目前研究已经证实与常见慢性病中高发的糖尿病、高血压和代谢综合征^[1]密切相关,值得在健康体检中关注的几个核心人体测量学指标如:体质指数(BMI)、腹围(WC)、腰臀比(WHR)、臀围(HC)等已纳入常规健康体检项目,评估该类指标在慢性健康预防中也有重要意义^[2]。因不同地区有着不同种族人群特征的人体测量学,关于国内以及世界各地最佳的评价糖尿病及心血管危险因素的人体测量学指标尚存在争议^[3]。本研究旨在陕西省人群体检数据基础上根据糖尿病流行病学调查资料汇总分析,研究陕西地区该系统人群中人体测量学指标与糖尿病及心血管危险因素的关系^[4],探寻评价该地区汉族人群糖尿病及心血管危险因素的最佳人体测量学干预切点指标,提出健康管理中初期预防人群慢性病高发危险因素中设定的有关人体测量学指标的干预意义。

基金项目: 中华预防医学会健康风险评估与控制专业委员会 2010 年度择优支持项目(2010HRASSI-HRA 或 HRC)

作者简介: 朱春影(1972-),女,在读硕士,副主任医师,主要从事糖尿病内分泌疾病及健康管理相关专业工作。

通信作者: 施秉银, E-mail: shibingy@126.com。

1 对象与方法

1.1 研究对象 本研究以陕西省电力系统员工 2011 年职工体检有关数据为总体。随机选取男性样本 2 158 个(其中:大于等于 40 岁 1 456 个,小于 40 岁 702 个);随机选取女性样本 1 255 个(其中:大于等于 40 岁 889 个,小于 40 岁 366 个)。分四组:男性 40 岁及以上组,男性 40 岁以下组,女性 40 岁及以上组,女性 40 岁以下组。

1.2 方法 采用中华预防医学会健康风险评估与管理委员会慢病防控基地项目的慢性病流行病学学标准化问卷调查。用超声波身高体重仪测量被检查者的身高、空腹体重。软尺经肋缘与髂嵴上缘间的最小周径为准,计量腹围(WC);以前经耻骨联合、两侧经股骨大转子,后经臀部最突出部位为标准计量臀围(HC),连续测量 2 次并取平均值^[12];计算体质指数(BMI)、腰臀比(WHR);静坐 15 min 后,取坐位连续测量 3 次血压,每次间隔 1~2 min,取血压三次测量数据的平均值;空腹 8 h 后,晨抽血测定空腹血糖、甘油三酯(TG)、总胆固醇(TC)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C),无糖尿病病史者进行 75 g 葡萄糖耐量实验 OGTT 试验。

1.3 统计学分析 采用泛 Cobb-Douglas 函数的糖尿病危险系数模型^[5]进行人体测量学指标与糖尿病及代谢综合征危险因素的相关性研究,并对腹围指标切点进行定量计算。根据 Cobb-Douglas 函数的思想和其表达形式,对其进行变形,同时对表达式中不同的变量赋予新的含义,泛生产函数表达式如下:

$$GLU = E^{\alpha} \cdot WC^{\beta} \cdot BMI^{\chi} \cdot DBP^{\delta} \cdot SBP^{\varepsilon} \cdot TG^{\varphi} \cdot LDL-C^{\psi} \cdot TC^{\eta} \quad (1)$$

式中:GLU:空腹血糖 (mmol/L); WC:腹围 (cm); BMI:体重指数 (kg/m²); DBP:舒张压 (mmHg); SBP:收缩压 (mmHg); TG:甘油三酯 (mmol/L); LDL-C:低密度胆固醇 (mmol/L); TC:总胆固醇 (mmol/L); E^α:综合指数;β、χ、δ、ε、φ、ψ、η 分别为 WC (腹围)、BMI (体重指数)、DBP (血压低值)、SBP (血压高值)、TG (甘油三酯)、LDL-C (低密度胆固醇)、TC (总胆固醇)的弹性系数。定义糖尿病危险系数(r):

$$r = \beta + \chi + \delta + \varepsilon + \varphi + \psi + \eta \quad (2)$$

r 的值越高,样本人群罹患糖尿病的危险性越高。可用此危险系数研究不同对照组人群或相同人群在不同年份的综合健康状况。

对式(1)两边同时取自然对数,改造为:

$$\ln GLU = C(n) + \beta \ln WC + \chi \ln BMI + \delta \ln DBP + \varepsilon \ln SBP + \varphi \ln TG + \psi \ln LDL-C + \eta \ln TC \quad (3)$$

对整理后的数据取自然对数,进行形如式(3)的多项式多元参数回归分析。

2 结果

2.1 调查对象的一般资料以及人体测量学指标 见表 1。

表 1 调查对象的一般资料和生化指标

组别	男	女
例数	2 158	1 255
腹围 WC (cm, $\bar{x} \pm s$)	89.5 ± 8.96	79.01 ± 9.22
体重指数 BMI (kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	24.49 ± 3.09	22.43 ± 3.87
舒张压 DBP (mmHg, $\bar{x} \pm s$)	81.33 ± 11.57	75.61 ± 10.82
收缩压 SBP (mmHg, $\bar{x} \pm s$)	126.17 ± 16.80	121.22 ± 18.26
甘油三酯 TG (mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	2.00 ± 1.34	1.49 ± 0.94
空腹血糖 GLU (mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	5.71 ± 1.47	5.42 ± 0.97
低密度胆固醇 LDL-C (mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	2.59 ± 0.63	2.48 ± 0.66
高密度胆固醇 HDL-C (mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	1.17 ± 0.27	1.40 ± 0.28
总胆固醇 TC (mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	4.43 ± 0.86	4.45 ± 0.98
高血糖患病率 (%)	26.6	16.02

2.2 高血糖数估计计算结果及分析 见表 2。不同

人群罹患糖尿病的综合危险系数由高到低依次为男性 40 岁及以上组(0.564)、女性 40 岁及以上组(0.451)、男性 40 岁以下组 (0.278)、女性 40 岁以下组 (0.223)。

表 2 高血糖参数估计结果

指标	参数	男性 40 岁 以上组	P 值	男性 40 岁 以下组	P 值	女性 40 岁 以上组	P 值	女性 40 岁 以下组	P 值
腹围	β	0.226	0.002	0.054	0.903	0.074	0.117	0.057	0.850
体重指数	χ	0.053	0.963	0.084	0.171	0.154	0.116	0.081	0.580
血压低值	δ	0.112	0.568	0.074	0.508	0.083	0.016	0.033	0.550
血压高值	ε	0.432	0.000	0.049	0.023	0.221	0.000	0.079	0.130
甘油三酯	φ	0.074	0.003	0.019	0.025	0.029	0.037	0.066	0.090
低密度胆固醇	ψ	0.016	0.420	0.000	0.659	0.007	0.611	0.007	0.200
总胆固醇	η	0.012	0.940	0.002	0.726	0.050	0.292	0.015	0.980
综合危险系数	r	0.564		0.278		0.451		0.223	

2.3 腹围切点回归分析 根据式(3)对腹围表达式进行参数估计,并代入其他指标正常值的高低线,完成了对腹围切点的定量计算,计算结果见表 3。这一腹围切点的选择,符合流行病学关于腹围切点的一般认识,符合陕西电力职工人群特性,对健康干预具有较大指导意义。

表 3 腹围切点计算结果

分组	腹围切点高值 (cm)	腹围切点低值 (cm)
男性 40 岁及以上	86.53	74.61
男性 40 岁以下	84.77	71.43
女性 40 岁及以上	81.52	71.74
女性 40 岁以下	79.31	68.06

2.4 受试者特征曲线 (ROC) 分析验证 使用 SPSS 18.0 软件进一步计算各组对象人体测量学指标、生化指标、血压指标的高血糖 ROC 曲线下面积^[7],验证上述参数估计结果,腹围除 40 岁以下女性外,差异均有统计学意义 (P<0.05),见表 4。

表 4 人体测量学指标与心血管危险因素的 ROC 曲线下面积 (高血糖)

血糖 ROC	高血糖 GIU 的 ROC 曲线下面积							
	男性 40 岁以上		男性 40 岁以下		女性 40 岁以上		女性 40 岁以下	
	面积	P 值	面积	P 值	面积	P 值	面积	P 值
腰围 AC	0.6086	0.0000	0.6239	0.0000	0.5820	0.0020	0.5037	0.9622
体重指数 BMI	0.6105	0.0000	0.6186	0.0000	0.5992	0.0002	0.5013	0.9870
血压低值 DBP	0.8265	0.0000	0.5545	0.0124	0.6399	0.0000	0.6253	0.1120
血压高值 SBP	1.0000	0.0000	0.6439	0.0000	0.6455	0.0000	0.6790	0.0232

续表 4

血糖 ROC	高血糖 GIU 的 ROC 曲线下面积							
	男性 40 岁以上		男性 40 岁以下		女性 40 岁以上		女性 40 岁以下	
	面积	P 值	面积	P 值	面积	P 值	面积	P 值
甘油三酯 TG	0.5584	0.0012	0.6354	0.0000	0.5766	0.0039	0.6497	0.0577
低密度胆固醇 LDLC	0.5656	0.0003	0.5972	0.0000	0.5309	0.2439	0.7004	0.0111
总胆固醇 TC	0.5312	0.0837	0.5953	0.0000	0.5431	0.1042	0.6904	0.0157

3 讨 论

由 Cobb-Douglas 生产函数对企业技术水平、劳动力状况和生产水平三者之间的关系的深入刻画得到启示,提出泛 Cobb-Douglas 函数模型,进行人体测量学指标与糖尿病及代谢综合征危险因素的相关性研究,同时对表达式中不同的变量赋予新的含义,并对腹围指标切点进行定量计算,探寻陕西地区最佳的人体测量学指标将能更好地用于本地区人群慢性病的疾病和风险早期筛查,对于了解陕西省各地区、汉民族的人群特点及慢性病防治工作都具有重大意义。本研究参数估计的结果显示,除 40 岁以下女性组外,其他三组人群罹患糖尿病相关因素中,大腹围类型的肥胖是仅次于高血压的第二危险因素,应予以重点干预。结合参数估计结果,对不同组别人群糖尿病治疗和预防提出干预路径如下:男性 40 岁及以上组:血压高值、腹围、甘油三酯、总胆固醇、低密度胆固醇、体重指数、血压低值。男性 40 岁以下组:体重指数、血压低值、腹围、血压高值、甘油三酯、低密度胆固醇、总胆固醇。女性 40 岁及以上组:血压高值、体重指数、腹围、总胆固醇、甘油三酯、低密度胆固醇、血压低值。女性 40 岁以下组:体重指数、血压低值、总胆固醇、甘油三酯、腹围、低密度胆固醇、血压高值。

目前国内糖尿病及心血管代谢风险及疾病的筛查中^[8],大都循证于西方人群的研究数据,且常用的 BMI、WC、WHR 等指标存在各自的局限性,是否适宜在陕西省汉族人群作为筛查指标尚待进一步评估^[9]。本研究显示,人体测量学指标与血压、血脂、血糖等心血管代谢危险因素显著相关,而且在不同年龄段和性别中,可分层按序作为预测、评估人群糖尿病、高血压和心血管代谢危险因素的简易干预指标^[10]。本研究同时发现,40 岁以后,无论运动机会还是饮食结构都发生不同程度改变,男性人群体重指数下降,代谢紊乱性疾病相关体检检测中的危险因素指标即使下降,也因中年代谢紊乱性疾病所导致的高血压病、冠心病、糖尿病患病率增加,而使慢性病成为老年人最常见疾病^[11]。WSR 保留了 WC 的基本特性,与 BMI 相关性

更好,ROC 曲线下面积最大,提示在诊断价值上其敏感性与特异性更高,可能取代 WC 和 BMI 成为评价该地区人群体检中糖尿病及心血管危险因素的最佳指标,与其他研究结果有一致性^[12]。

综上所述,简单的人体测量学指标与糖尿病、高血压、脂代谢异常等心血管代谢危险因素密切相关,可以有效评价糖尿病及心血管疾病发生的风险。建议在陕西省内将电力系统职工中根据 IDF 标准的 WC 切点仍和本地区切点略有差异(偏高/偏低),建议调整为女性年龄大于 40 岁的 WC 合理切点为 81 cm,女性年龄小于 40 岁的 WC 合理切点为 79 cm,男性大于 40 岁合理 WC 切点为 86 cm,男性小于 40 岁合理 WC 切点为 84 cm 以此作为糖尿病及代谢综合征干预的有效人体测量学指标,通过生活方式的健康管理干预,加强健康教育和体育锻炼,全面干预不良生活习惯和方式,全面提高该地区人群的身体素质^[13]。

参考文献

[1] 宋秀霞,纪立农. 国际糖尿病联盟代谢综合征全球共识定义[J]. 中华糖尿病杂志,2005,13(3):178-180.

[2] 中华医学会糖尿病学分会代谢综合征研究协作组. 中华医学会糖尿病学分会关于代谢综合征的建议[J]. 中华糖尿病杂志,2004,12(3):156-161.

[3] Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP). Expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (ATP III) [J]. JAMA, 2001, 285(19):2486-2497.

[4] World Health Organization. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Report of a WHO consultation. Part 1. Diagnosis and classification of diabetes mellitus [M]. Geneva: World Health Organization, 1999; 85-87.

[5] 龚曙明,朱海玲.应用统计学[M]. 第 3 版. 北京:北京交通大学出版社,2007:264-267.

[6] 井源,董砚虎,韩婷.人体测量学指标与心血管代谢危险因素的相关性研究[J]. 中国糖尿病杂志,2011,8(3):181-186.

[7] 陈卫中,倪宗瓚,潘晓平,等. 用 ROC 曲线确定最佳临界点和可疑值范围. [J]. 现代预防医学,2005,32(7):729-731.

[8] 顾东风,Reynolds K,杨文杰,等. 中国成人代谢综合征的患病率 [J]. 中华糖尿病杂志,2005,13(3):181-186.

[9] 贾伟平,项坤三,陈蕾,等. 两种代谢综合征工作定义在上海地区人群中应用的比较[J]. 中华医学杂志,2004,84(7):534-538.

[10] 冯琼,周智广,唐炜立,等. 3 种代谢综合征工作定义在男性健康体检者中的比较[J]. 中南大学学报:医学版,2005,30(2):130-134.

[11] 卢艳慧,陆菊明,王淑玉,等. 国际糖尿病联盟与中国糖尿病学会关于代谢综合征诊断标准的比较分析[J]. 中华医学杂志,2006,86(6):386-389.

[12] 黎慧,张如意. 新诊断 2 型糖尿病患者体重与血脂的相关性研究 [J]. 宁夏医学杂志,2012,34(9):860-862.

[13] 张香云. 中老年干部体检结果分析及健康管理建议[J]. 黑龙江医学杂志,2014,38(9):1112-1114.