

体重指数、腰围和腰臀比预测高血压、高血糖的实用价值及其建议值探讨

王文娟 王克安 李天麟 向红丁 马林茂 富振英 陈君石 刘尊永
白锦 冯晋光 金书香 李彦琴 秦汝莉 陈泓

【摘要】 目的 探讨体重指数(BMI)、腰围(WC)、腰臀比(WHR)对于预测高血压、高血糖患病的实用价值及其诊断建议值,为确定我国肥胖和腹部肥胖的诊断指标及其界值提供科学依据。
方法 利用1995~1997年全国糖尿病(DM)流行病学调查资料进行分析,方法包括偏相关分析、logistic多因素回归分析、交互作用分析,计算BMI、WC、WHR在不同截点暴露对高血压、高血糖和二者聚集的相对危险度(RR)、暴露组归因危险百分比(ARP)和人群归因危险百分比(PARP)。结果 ①BMI、WC与血压和血糖的相关性比WHR好;②logistic调整了年龄、性别、职业性体力活动强度、休闲活动强度、文化程度和DM家族史后,BMI、WC、WHR是患高血压、高血糖以及二者聚集重要的预测因子,三者的相对重要性以BMI>WC>WHR;③BMI、WC、WHR三者之间对于高血压和高血糖患病有相加交互作用,尤其以BMI与WC的交互作用普遍存在,其纯归因交互作用百分比(AP(AB))在5.95%~29.34%之间;④BMI≥23、≥24、≥25时,RR在2.5左右,从流行病学角度看,RR值处于暴露因子与疾病关联的中高度有害范围,其ARP在0.580~0.626之间,PARP在0.259~0.425之间;⑤男性WC≥85cm、女性WC≥80cm和男性WC≥90cm、女性WC≥80cm时,RR分别在2.06~3.08之间,此时腹部肥胖对高血压、高血糖和二者聚集的RR值分别处于中、高度有害,ARP分别在0.515~0.676之间,PARP分别在0.241~0.431之间。结论 从暴露对疾病危害的程度,人们对超重和肥胖的可接受性,我国开展肥胖防治处于初期阶段及从公共卫生人群预防的角度综合考虑,在BMI、WC、WHR中,预测我国高血压和高血糖的实用价值以BMI和WC为好,建议以BMI为肥胖指标,BMI≥24诊断为超重和肥胖;以WC为腹部肥胖指标,男性WC≥85cm,女性WC≥80cm为诊断界值。

【关键词】 超重;肥胖;腹部肥胖;诊断指标;诊断界值

A discussion on utility and purposed value of obesity and abdomen obesity when body mass index, waist circumference, waist to hip ratio used as indexes predicting hypertension and hyper-blood glucose

WANG Wenjuan*, WANG Kean, LI Tianlin, XIANG Hongding, MA Linmao, FU Zhenying, CHEN Junshi, LIU Zunyong, BAI Jin, FENG Jinguan, JIN Shuxiang, LI Yanqin, QIN Ruli, CHEN Hong. *Chinese Academy of Preventive Medicine, Beijing 100050, China

【Abstract】 Objective Discussion on utility and purposed value of obesity and abdomen obesity when body mass index(BMI), waist circumference(WC), waist to hip ratio(WHR) used as indexes predicting hypertension, hyper-blood glucose, and both clusters, to provide scientific basis for the decision on the indexes and their cut-off points of obesity and abdomen obesity in Chinese people. **Methods** Using the data of diabetes mellitus(DM) from epidemiological studies carried out in 11 provinces/autonomous regions/municipalities of China from July 1995 to June 1997. Partial relative analysis, logistic multi-factors regression analysis, interaction analysis were used. Relative risk(RR), attributable risk proportion(ARP) and population attributable risk proportion(PARP) of hypertension, hyper-blood glucose, and the both cluster as BMI, WC, WHR with the different cut off points were analysed. **Results** 1) The correlations between BMI, WC and blood pressure, blood glucose were better than the WHR. 2) After adjusted by age, sex, occupation leisure physical activity, education degree and the family history of DM, the results suggested that BMI, WC, WHR were important predictive factors, with relative importance as BMI>WC>WHR. 3) There were augment interactions on BMI, WC and WHR with hypertension, hyper-blood glucose, with the interaction of BMI and WC in particular. Their pure attributable

基金项目:卫生部科学研究基金资助项目(94-1-078)

作者单位:100050北京,中国预防医学科学院慢性病与健康促进办公室(王文娟、王克安、李天麟、马林茂、富振英、陈君石、刘尊永、白锦、金书香、李彦琴、秦汝莉、陈泓),中国医学科学院协和医院(向红丁),北京大学附属北大医院(冯晋光)

interaction proportion were from 5.95% to 29.34%. 4) The values of *RR* were about 2.5 when $BMI \geq 23$, ≥ 24 and ≥ 25 , suggesting the relationship with exposure factors and diseases were with medium and high maleficent extent. Their *ARP* were from 0.580 to 0.623 with *PARP* from 0.259 to 0.425. The values of *RR* were from 2.06 to 3.08 as $WC \geq 85$ cm in males, $WC \geq 80$ cm in females while $WC \geq 90$ cm in males, $WC \geq 80$ cm in females, which suggested that the relationship with exposure factors and diseases were in medium and high maleficent extent. Their *ARP* were from 0.515 to 0.676 while *PARP* from 0.241 to 0.431. **Conclusions** Since the maleficent extent of exposure factors to diseases, the acceptability for overweight and obesity in population, and the prevention and care for overweight and obesity were just in the introduction stage in China. The utility value of predicted hypertension, hyper-blood glucose in *BMI* and *WC* seemed to be better than in *WHR*. We suggested that *BMI* used as the obesity index, with the diagnostic cut-off point $BMI \geq 24$. *WC* as the abdomen obesity index. The diagnostic cut-off points are suggested to be $WC \geq 85$ cm in males and $WC \geq 80$ cm in females.

【Key words】 Overweight; Obesity; Abdominal visceral obesity; Diagnostic index; Diagnostic cut-off point

本研究是利用 1995 ~ 1997 年全国糖尿病流行病学调查资料,探讨体重指数 (body mass index, *BMI*; kg/m^2)、腰围 (waist circumference, *WC*)、腰臀比 (腰围/臀围, waist to hip ratio, *WHR*) 对于预测高血压、高血糖患病及二者聚集的实用价值及其诊断建议值,为确定我国超重和肥胖的诊断指标及其界值提供科学依据。

对象与方法

1. 调查对象为 1995 年 7 月至 1997 年 6 月在抽样地区 (11 省市) 居住 5 年及 5 年以上 20 ~ 74 岁的社区居民共 42 751 人; 抽样方法为分层整群随机抽样, 调查内容包括问卷调查、体格测量 (测量身高、体重、*WC*、臀围和血压等)、膳食调查和血糖测定, 并对现场调查和实验室均进行质控^[1]。

2. 按照世界卫生组织 (WHO) 标准, 即收缩压 (SBP) ≥ 140 mm Hg (1 mm Hg = 0.133 kPa) 和/或舒张压 (DBP) ≥ 90 mm Hg 诊断高血压, 按照 1999 年 WHO 和国际糖尿病联盟的标准诊断糖尿病和糖耐量减低^[2]。高血糖指糖尿病和糖耐量减低二者居一。高血压和高血糖聚集指二者同时存在于一个调查对象。

3. 原始数据用数据录入软件 (DE) 建数据库, logistic 回归分析、交互作用分析 (采用 Rothman 的方法) 相对危险度 (relative risk, *RR*)、暴露组归因危险百分比 (attributable risk proportion, *ARP*)、人群归因危险百分比 (population attributable risk proportion, *PARP*) 分析 (采用 Bruzzi 的方法) 等应用 SAS (6.12) 软件完成。

结 果

1. 人体测量指标与血压、血糖的偏相关分析 结

果见表 1。

2. logistic 多因素回归分析: 分别以高血压、高血糖及其二者聚集为结果变量, *BMI*、*WC* 和 *WHR* 为分析变量, 在调整了年龄、性别、文化程度、职业性体力活动、休闲性体力活动和糖尿病家族史的影响后显示: *BMI*、*WC*、*WHR* 是患高血压、高血糖以及二者聚集重要的预测因子; $STD(\beta_i)$ 数值主流是 $BMI > WC > WHR$, 进入方程顺序主流是 $BMI \rightarrow WC \rightarrow WHR$, 提示肥胖指标的重要性为 $BMI > WC > WHR$ (表 2)。

表 1 人体测量指标与血压和血糖的年龄调整偏相关系数 (*r*)

人体测量指标	SBP	DBP	空腹血糖	OGTT 2 h 血糖 [△]
男性				
<i>BMI</i>	0.289 8*	0.334 3*	0.125 3*	0.107 4*
<i>WC</i>	0.198 9*	0.237 7*	0.097 7*	0.099 6*
臀围	0.135 1*	0.017 5*	0.020 7	-0.005 6
<i>WHR</i>	0.049 4	0.053 3	0.018 8	0.035 8
女性				
<i>BMI</i>	0.280 6*	0.320 8*	0.065 0*	0.064 1*
<i>WC</i>	0.228 3*	0.236 4*	0.132 8*	0.161 1*
臀围	0.179 5*	0.215 3*	0.044 7	0.012 5
<i>WHR</i>	0.154 7*	0.129 2*	0.152 4*	0.230 0*

* $P < 0.01$; [△] OGTT 2 h 血糖为口服葡萄糖后 2 h 血糖

3. 交互作用分析: 为了解析 *BMI*、*WC*、*WHR* 对患病的内在作用和相互影响, 分析三个指标对三种疾病状态两两因子间的交互作用, 结果见表 3, 以 *BMI* 与 *WC* 的交互作用普遍存在。

4. *RR*、*ARP* 和 *PARP* 分析: 根据对资料的了解, 选择表 4 中不同截点分析肥胖和腹部肥胖三种患病状态的 *RR*、*ARP* 和 *PARP*。结果显示: ① *BMI* 三个点上的 *RR* 值在 2.50 左右, 从流行病学角度看, *RR* 值处于暴露因子与疾病关联的中高度有害范围; 其 *ARP* 和 *PARP* 说明此时如果采取防治措施如减肥或纠正腹部肥胖后, 可减少或消除暴露人群中 58.01% ~ 62.55% 和全人群中 25.91% ~ 42.47% 三种状态的患者。② 在 *WC* 截点上的 *RR* 值提示腹部肥胖与三种患病状态的关联处于中、高度有害范围。

表 2 BMI、WC、WHR 在 logistic 回归多因素分析中的结果

变 量	β	$s(\beta)$	STX(β)	OR 值	χ^2 值	P 值	进入方程顺序	
高血压	BMI	0.726 5	0.035 0	0.172 2	2.07	431.07	0.000 1	1
	WC	0.487 1	0.039 9	0.109 6	1.63	149.23	0.000 1	2
	WHR	0.300 2	0.034 3	0.082 0	1.35	76.48	0.000 1	3
高血糖	BMI	0.323 7	0.051 6	0.077 1	1.38	39.33	0.000 1	3
	WC	0.440 9	0.057 0	0.099 7	1.55	59.82	0.000 1	1
	WHR	0.443 6	0.051 0	0.121 3	1.56	75.81	0.000 1	2
二者聚集	BMI	0.652 4	0.036 4	0.155 4	1.92	321.00	0.000 1	1
	WC	0.535 7	0.041 5	0.121 1	1.71	166.63	0.000 1	2
	WHR	0.368 7	0.034 6	0.100 8	1.45	113.28	0.000 1	3

注 赋值标准为 BMI < 25 和 ≥ 25 分别为 1 2 ; 男性 WC < 90 cm 和 ≥ 90 cm , 女性 WC < 80 cm 和 ≥ 80 cm 分别为 1 2 和 1 2 ; 男性 WHR < 0.9 和 ≥ 0.9 , 女性 WHR < 0.8 和 ≥ 0.8 分别为 1 2 和 1 2

表 3 BMI、WC、WHR 对高血压、高血糖及二者聚集的交互作用分析结果

	FCT1	FCT2	OR ₁ 值	OR ₂ 值	OR _总 值	χ^2 值	P 值	S	AP(AB)
高 血 压	BMI	WC	2.67	2.71	4.76	39.61	< 0.01	1.11	0.102 7
	BMI	WHR	3.29	1.82	4.87	12.02	< 0.01	1.25	0.196 9
	WC	WHR	4.15	1.55	4.14	21.48	< 0.01	0.85	-0.176 3
高 血 糖	BMI	WC	1.80	2.94	4.23	6.52	< 0.01	1.18	0.150 7
	BMI	WHR	2.14	2.36	4.89	0.13	> 0.05	1.56	0.358 2
	WC	WHR	2.70	1.96	4.70	0.74	> 0.05	1.39	0.281 1
二者聚集	BMI	WC	2.50	2.89	4.93	34.32	< 0.01	1.18	0.149 9
	BMI	WHR	2.98	1.98	5.19	5.26	< 0.01	1.42	0.293 4
	WC	WHR	3.64	1.69	4.55	10.95	< 0.01	1.06	0.059 2

注 ① FCT1 为因子 1 , FCT2 为因子 2 ; S 为交互作用指数 , AP(AB) 为纯归因交互作用百分比 ; χ^2 检验 $P < 0.05$ 则有交互作用

② 各指标高和低的界限分别为 BMI ≥ 25 , 男性 WC ≥ 90 cm , 女性 WC ≥ 80 cm , 男性 WHR ≥ 0.90 , 女性 WHR ≥ 0.80

表 4 肥胖指标不同截点对于高血压、高血糖及其二者聚集的 RR、AR 和 PARP 分析结果

指标及截点	病种	Ie	Iu	RR	ARP	Pe	PARP	PARP 的 95% CI	
BMI ≥ 23	高 血 压	≥ 23	0.288 6	0.108 1	2.67	0.625 5	0.442 1	0.424 7	0.407 5 ~ 0.442 0
		≥ 24	0.320 1	0.121 3	2.64	0.621 0	0.335 0	0.354 4	0.338 8 ~ 0.369 9
		≥ 25	0.354 0	0.133 9	2.64	0.621 7	0.245 4	0.287 4	0.273 4 ~ 0.301 3
BMI ≥ 23	高 血 糖	≥ 23	0.131 0	0.055 0	2.38	0.580 1	0.442 1	0.379 2	0.352 5 ~ 0.405 8
		≥ 24	0.147 3	0.059 1	2.49	0.598 9	0.335 0	0.333 5	0.310 0 ~ 0.356 9
		≥ 25	0.165 3	0.063 7	2.60	0.614 8	0.245 4	0.281 5	0.260 6 ~ 0.302 3
BMI ≥ 23	二者聚集	≥ 23	0.358 0	0.149 7	2.39	0.581 8	0.442 1	0.380 8	0.365 5 ~ 0.396 2
		≥ 24	0.395 6	0.164 4	2.41	0.584 4	0.335 0	0.320 3	0.306 6 ~ 0.334 0
		≥ 25	0.434 5	0.179 2	2.43	0.587 7	0.245 4	0.259 1	0.246 9 ~ 0.271 3
WC ≥ 90	高 血 压		0.367 4	0.139 5	2.63	0.620 3	0.212 4	0.258 0	0.244 3 ~ 0.270 9
	高 血 糖		0.189 4	0.061 4	3.08	0.675 7	0.212 4	0.306 8	0.287 0 ~ 0.326 6
	二者聚集		0.458 2	0.183 5	2.50	0.599 6	0.212 4	0.241 4	0.229 7 ~ 0.253 0
WC ≥ 85	高 血 压		0.265 4	0.128 7	2.06	0.515 0	0.433 0	0.314 9	0.296 6 ~ 0.333 3
	高 血 糖		0.138 6	0.050 5	2.75	0.635 8	0.433 0	0.430 5	0.404 9 ~ 0.456 2
	二者聚集		0.343 0	0.164 6	2.08	0.520 1	0.433 0	0.319 4	0.303 5 ~ 0.335 3

注 : WC ≥ 90 指男性 WC ≥ 90 cm , 隐含女性 WC ≥ 80 cm ; WC ≥ 85 指男性 WC ≥ 85 cm , 隐含女性 WC ≥ 80 cm ; Ie 和 Iu 分别为暴露组和非暴露组的患病率 ; RR 为相对危险度 , Pe 为人群中暴露者的比例 ; ARP 为暴露组归因危险百分比 ; PARP 为人群归因危险百分比

讨 论

许多研究表明 , BMI、WC 是肥胖和腹部肥胖的预测因子 , 而肥胖和腹部肥胖不但是胰岛素抵抗综合征的组成之一 , 而且是该综合征中其他疾病的危险因素 , 该综合征包括肥胖、动脉粥样硬化、高血压、冠心病等及其继发的糖、脂代谢异常^[3]。因此 , 肥胖和腹部肥胖指标和界值的确定 , 对于预防肥胖和肥胖相关慢性病具有重要的公共卫生学意义。根据研

究结果我们认为 :

1. 中国人群的肥胖指标以 BMI , 腹部肥胖指标以 WC 为宜。本研究对指标的遴选首先是对 BMI、WC、臀围和 WHR 等人体测量指标与 SBP、DBP、空腹血糖、口服葡萄糖后 2 h 血糖分别进行年龄调整的偏相关分析 , 结果显示在调整年龄的影响后 , 在男、女性别中 BMI 和 WC 与血压和血糖显著相关 , 臀围与血压显著相关 ; 女性的 WHR 与血压和血糖亦显著相关 ; r 值的大小和显著性是 BMI > WC > WHR。

其次,考虑到多因子病因的特点,本研究采用 logistic 回归调整了年龄等 6 项肥胖可能影响因子的作用后,单独剖析出 BMI、WC 和 WHR 的作用,通过比较标准化回归系数 $STD(\beta_i)$ 大小和进入方程的顺序,来判断 BMI、WC 和 WHR 的相对重要性,从而避免了其他因子对研究指标的干扰,也消除了 β_i 无可比性带来的影响。

第三,交互作用常导致因子间的效应修正而掩盖变量的真实效应,因而确定指标时很有必要分析交互作用。交互作用有加法模型和乘法模型,多数流行病学专家认为前者更适合流行病学的情况,因而比较广泛地应用于从公共卫生角度评价事物间的效应^[4]。本研究通过相加交互作用分析,进一步解析三项指标对三种患病状态的内在作用和相互影响。结果发现因 BMI、WC、WHR 在界值以上两两同时存在对患病有相加交互作用,尤其以 BMI 与 WC 的交互作用普遍存在。其 $AP(AB)$ 在 5.95% ~ 29.34% 之间,说明 BMI、WC 和 WHR 在截点以上产生的全部病例中,当除去其他或未知因子产生的病例后,因 BMI、WC、WHR 在界值以上两两之间的交互作用患病的人占与两因子有关病例总数的 5.95% ~ 29.34%。因此,肥胖指标在考虑 BMI 的同时,还应考虑 WC 和 WHR,以便互相补充。

应用核磁共振研究发现中国人中 2 型糖尿病患者体脂分布的特征不但有腹内脂肪增多,尚有股部皮下脂肪减少,且不受 BMI 影响^[5]。说明在考虑糖尿病的预测指标时,不但应包括超重和肥胖指标,还应包括腹部肥胖指标。

根据:① logistic 回归分析结果,肥胖指标的重要性为 BMI > WC > WHR;② 年龄调整的偏相关分析显示三项指标的作用是 BMI > WC > WHR;③ BMI 与 WC 的交互作用更为普遍;④ WC 的获得比 WHR 更为直接和方便。从有效性和实用性考虑,肥胖指标以 BMI,腹部肥胖指标以 WC 预测高血压和高血糖更为合适。

2. 中国人群 BMI ≥ 24 诊断为超重和肥胖;男性 WC ≥ 85 cm,女性 WC ≥ 80 cm 诊断为腹部肥胖。确定肥胖指标和界值的目的,是为了指导肥胖防治,引起公众对超重肥胖的警惕。因而界值的确定,要同时考虑肥胖的危害和预防的可能性。目前我国肥胖及其相关疾病的人群防治,总体上还处于起步阶段,

公众的认识和接受程度都还不高。PARP 是把 RR 值和人群中暴露者的比例(P_e)结合起来,对某一暴露因子造成的危害程度进行综合评价,这是其他指标所不能及的。同时,PARP 可预测防治工作中,消除该因素(如减肥后不肥胖或纠正腹部肥胖)后,疾病可被减少或消除的有效程度。基于上述理由,本研究从 RR 值、ARP 和 PARP 的角度,在考虑人群预防的压力和公众对人群中超重和肥胖比例的承受力后提出的分类界值,具有公共卫生人群预防的可操作性,有利于该指标的推广应用。在表 4 所列的分析点上,BMI 和 WC 对疾病的危险处于中、高度有害状态,结合暴露组归因危险度和人群归因危险度考虑,ARP 在 60% 左右,PARP 在 30% 左右比较合适,此时界值为 BMI ≥ 24 ,男性 WC ≥ 85 cm,女性 WC ≥ 80 cm。

上述结论中 BMI ≥ 24 作为超重和肥胖的最佳临界点,得到了临床证据的支持。近期研究发现,当 BMI ≥ 24 时,人体对胰岛素的敏感性、胰岛素浓度和 apoA 有极显著的改变,而在 BMI 的其他点,并没有显著改变^[6]。

由于篇幅所限,本文仅笼统地以 BMI ≥ 24 作为超重和肥胖的界值,而超重和肥胖是两个不同的概念。

(向参加本课题工作的各省协作组及其成员表示衷心感谢)

参 考 文 献

- 1 王克安,李天麟,向红丁,等. 中国糖尿病流行特点研究-糖尿病和糖耐量减低患病率调查. 中华流行病学杂志, 1998, 19: 24-27.
- 2 钱荣立,摘译. 关于糖尿病的新诊断标准与分型. 中国糖尿病杂志, 2000, 8: 5-6.
- 3 International Obesity Taskforce. The Asia-Pacific Perspective: Redefining obesity and its treatment. Milan: Health Communications Australia Pty Limited, International Association for the Study of Obesity, 2000. 8-14.
- 4 曹家琪. 流行病学研究中的偏倚和交互作用. 见: 王天根,主编. 流行病学研究方法. 北京: 人民卫生出版社, 1991. 239-247.
- 5 中华内分泌代谢杂志编辑委员会. 中华医学会内分泌学会第五次全国学术会议纪要(第三部分). 中华内分泌代谢杂志, 1998, 14: 219-223.
- 6 谢自敬,鲜牡丝,胡尔西达,等. 肥胖的体质指数临界点的临床论证. 中国慢性病预防与控制, 1997, 5: 128-129.

(收稿日期 2001-08-29)

(本文编辑: 张林东)