

体重指数与死亡的前瞻性研究

赵连成 周北凡 武阳丰 李莹 杨军

【摘要】 目的 探讨不同体重指数(BMI)水平与总死亡及不同死因死亡的关系。方法 1982~1985 年在我国不同地区的 10 组人群中(年龄 35~59 岁)进行心血管病危险因素调查,并对研究对象中无脑卒中、无心肌梗死及无恶性肿瘤史的 30 560 人(男性 15 723 人,女性 14 837 人)随访至 1999~2000 年,登记各种死亡的发生情况。结果 在平均 15.2 年的随访中,共死亡 3 212 例,其中冠心病和脑卒中死亡 676 例,恶性肿瘤死亡 1 281 例,其他原因死亡 1 255 例。用 Cox 比例风险回归模型调整年龄、性别)估计低 BMI 组(BMI < 18.5)、正常 BMI 组(BMI 为 18.5~23.9)、超重组(BMI 为 24~27.9)和肥胖组(BMI ≥ 28)总死亡的相对危险分别为 1.21, 1.00, 0.91, 1.12, 呈“U”形关系,当同时剔除前 5 年死亡病例及吸烟者后,低 BMI 组死亡的相对危险降低,而肥胖组增加,正常 BMI 组的相对危险最小。随着 BMI 水平的上升,冠心病和脑卒中死亡的相对危险增加,恶性肿瘤死亡的相对危险降低,其他原因死亡的相对危险与 BMI 水平呈“U”形关系,当剔除早期死亡病例及吸烟者后,这些趋势依然存在。结论 BMI 在正常范围内,总死亡的相对危险较低,且冠心病和脑卒中死亡、恶性肿瘤死亡及其他原因死亡的综合风险也处于相对较低水平,有着重要的公共卫生学意义。

【关键词】 体重指数;死亡率;前瞻性研究;相对危险度

A prospective study on body mass index and mortality ZHAO Liancheng, ZHOU Beifan, WU Yangfeng, LI Ying, YANG Jun. Department of Epidemiology, Fu Wai Hospital, Peking Union Medical College and Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100037, China

【Abstract】 Objective To assess the relationship between body mass index (BMI, weight in kilograms divided by the square of height in meters) and both all-causes mortality and mortality from specific cause. **Methods** Cardiovascular disease (CVD) risk factors were studied in 1982-1985 on more than 30 thousands participants aged 35-59 from 10 Chinese populations. 30 560 participants (15 723 for men, 14 837 for women) without known myocardial infarction, stroke or cancer was followed from 1999 to 2000. All-causes of death were documented. **Results** Three thousand two hundred and twelve death cases occurred during follow-up of average 15.2 years, including 676 CVD (coronary heart disease and stroke) deaths, 1 281 cancer deaths and 1 255 deaths for other reasons. Cox proportional hazards model adjusting age and gender showed that the relative risks of all causes of death in groups of low BMI (BMI < 18.5), normal BMI (BMI from 18.5 to 23.9), overweight (BMI from 24 to 27.9) and obesity (BMI ≥ 28) which were defined according to the strata of BMI for Chinese were 1.21 (95% CI: 1.10-1.33), 1.00, 0.91 (95% CI: 0.82-1.01) and 1.12 (95% CI: 0.93-1.37), respectively (“U” shaped relation). The relative risk of low BMI group (RR = 1.01, 95% CI: 0.84-1.21) was not significant different and the relative risk of obesity significantly increased (RR = 1.36, 95% CI: 1.04-1.80) while the lowest relative risk was in normal BMI group. The relative risks increased for CVD death, but decreased for cancer death with increased levels of BMI and a “U” shaped relationship was found between BMI groups and mortality for other reasons, which remained after excluding the early death and smokers. **Conclusion** BMI in normal level was not only related to low risk of all causes of death, but also with relative low risk of CVD, cancer and other deaths. Data were important to public health.

【Key words】 Body mass index(BMI); Mortality; Prospective study; Relative risk

大量的研究已证实,体重指数(body mass index, BMI; kg/m²)增加是心血管病的重要危险因

素。然而 BMI 与死亡的关系特别是低 BMI 与死亡的关系还存在许多争论。国人超重和肥胖的适宜标准究竟定在什么水平合适,有着极为重要的公共卫生学意义。目前针对国人的 BMI 分类标准的建议已提出^[1]。我们采用此分类建议,利用我国 10 组人群前瞻性研究资料探讨不同 BMI 水平与死亡的关系。

基金项目:国家“九五”科技攻关资助项目(96-906-02-01)

作者单位:100037 北京,中国医学科学院中国协和医科大学心血管病研究所阜外心血管病医院流行病学研究室

系。

对象与方法

1. 研究人群选自我国不同地区的 10 组人群, 包括 3 组工人(北京首都钢铁集团公司、河北迁安矿山、广州船厂工人) 6 组农民(北京石景山区、山西孟县、陕西汉中、江苏金坛、广西武鸣及广州番禺农民)及浙江舟山渔民。

2. 研究采用整群抽样的方法, 从每组研究人群中约抽取 2 000 ~ 4 000 人, 年龄 35 ~ 59 岁, 男女各半。对于所抽出的全部研究对象于 1982 ~ 1985 年进行基线危险因素调查, 内容包括问卷调查(疾病史、家族史、吸烟和饮酒等情况) 测量身高、体重、血压, 并抽取空腹静脉血测定血清总胆固醇(TC)。调查根据统一的研究方案进行, 采用统一标准化的方法^[2], 其中测量身高、体重时脱去鞋帽, 只穿单衣裤, 身高和体重测量的最小记录单位分别为 1 cm 和 0.5 kg。BMI 的计算方法为: $BMI = \text{体重}(\text{kg}) / \text{身高}(\text{m})^2$ 。

从 1987 ~ 1988 年起, 根据统一的随访方案和诊断标准, 对研究人群中无脑卒中、心肌梗死史, 无恶性肿瘤史的队列人群进行两年一次的随访, 对新发生的冠心病事件(包括急性心肌梗死、冠心病猝死和慢性冠心病死亡)和脑卒中事件以及各种原因的死亡进行登记和核实, 并根据国际疾病分类标准(ICD-9)进行死因分类。原始数据按统一的要求和程序, 由各协作单位分别录入计算机, 并由阜外心血管病研究所流行病学研究室进行资料汇总、整理及统计分析。

3. 根据中国肥胖问题工作组对中国成人 BMI 分类标准^[1]进行分组, 即低 BMI 组(BMI < 18.5) 正常 BMI 组(BMI 为 18.5 ~ 23.9) 超重组(BMI 为 24 ~ 27.9) 和肥胖组(BMI \geq 28), 比较各组的总死亡、冠心病和脑卒中死亡、恶性肿瘤死亡及其他原因死亡的死亡率。其中死亡率用人年率表示, 并用整个队列人群的年龄性别构成进行调整。用 Cox 比例风险回归模型分析不同 BMI 组别间总死亡以及冠心病和脑卒中死亡、恶性肿瘤死亡和其他原因死亡发生的相对危险(调整年龄、性别)。

结 果

1. 基线危险因素共调查 30 771 人, 应答率为 88.8%。去除基线调查时已罹患脑卒中、心肌梗死或恶性肿瘤者, 共有 30 560 人进入随访队列, 其中男

性 15 723 人, 女性 14 837 人。进入队列时, 男性平均年龄为 45.4 岁, 女性为 45.3 岁; 平均 BMI 男性为 21.3, 女性为 21.6, 有 73.9% 的男性和 65.1% 的女性 BMI 在正常范围, 男性吸烟率为 75.4%, 明显高于女性(表 1)。

表 1 队列人群基线时基本特征

基本特征	男性	女性
例数	15 723	14 837
平均年龄(岁)	45.4 ± 6.8	45.3 ± 6.7
平均 BMI(kg/m ²)	21.3 ± 2.6	21.6 ± 3.2
BMI 分布(%)		
< 18.5	11.5	14.5
18.5 ~ 23.9	73.9	65.1
24 ~ 27.9	12.7	16.2
\geq 28	1.9	4.3
吸烟率(%)	75.4	13.6

截至最近的一次随访(1999 ~ 2000 年), 由于各种原因共失访 800 人, 随访率为 97.4%。平均随访年限为(15.2 ± 2.8)年。在随访期间, 共死亡 3 212 例(男性 2 049 例, 女性 1 163 例), 其中冠心病和脑卒中死亡 676 例(男性 412 例, 女性 264 例), 恶性肿瘤死亡 1 281 例(男性 831 例, 女性 450 例), 其他原因死亡 1 255 例(男性 806 例, 女性 449 例)。

2. 队列人群的总死亡率为 689/10 万人年(表 2), 冠心病和脑卒中死亡、恶性肿瘤死亡及其他原因死亡率分别为 145/10 万人年、275/10 万人年和 269/10 万人年。总死亡率在正常 BMI 组和超重组相对较低, 分别为 675/10 万人年和 607/10 万人年, 肥胖组为 807/10 万人年, 低 BMI 组最高为 828/10 万人年。冠心病和脑卒中死亡率随 BMI 的增加呈明显上升趋势, 由 108/10 万人年(低 BMI 组)增加到 262/10 万人年(肥胖组); 低 BMI 组恶性肿瘤死亡率为 379/10 万人年, 肥胖组为 172/10 万人年, 呈明显下降趋势, 除冠心病和脑卒中、恶性肿瘤以外的其他原因死亡则与 BMI 呈“U”关系, 在正常 BMI 组和超重组其死亡率分别为 255/10 万人年和 216/10 万人年, 而在低 BMI 组和肥胖组分别达到 379/10 万人年和 373/10 万人年。

3. 用 Cox 比例风险回归模型分析不同 BMI 组与总死亡的相对危险, 在调整年龄、性别后, BMI 与总死亡的相对危险呈“U”形关系(表 3 及图 1), 正常 BMI 组和超重组相对危险较低, 分别为 1.00 和 0.91, 而低 BMI 组和肥胖组的相对危险较高, 分别为 1.21 和 1.12, 其中低 BMI 组的相对危险与正常 BMI 组的

差异达到显著性水平。由表 3 及图 1 可见,当分别剔除前 5 年的死亡病例和吸烟者后,低 BMI 组的相对危险比未剔除时有所减少(“U”形的左侧下降),而高 BMI 组的相对危险有所增加(“U”形的右侧上升);当同时剔除早期死亡病例和吸烟者后,死亡的相对危险最低点在正常 BMI 组,低 BMI 组和超重组相对危险分别增加 1% 和 3%,但与正常 BMI 组差异未达到显著性水平,而肥胖组的相对危险增加了 36%,并达到显著性水平。

表 2 BMI 水平与总死亡率及不同死因死亡率 (/10 万人年)*

死因	BMI 分层				合计
	< 18.5	18.5 ~ 23.9	24 ~ 27.9	≥ 28	
例数	3 956	21 275	4 406	923	30 560
随访人年数	59 854	325 549	66 942	13 907	466 252
总死亡					
例数	529	2 164	441	108	3 212
死亡率	828	675	607	807	689
冠心病、脑卒中死亡					
例数	69	447	121	39	676
死亡率	108	141	177	262	145
恶性肿瘤死亡					
例数	217	896	145	23	1 281
死亡率	341	279	214	172	275
其他死亡					
例数	243	821	145	46	1 255
死亡率	379	255	216	373	269

* 不同 BMI 组死亡率根据整个队列人群的年龄、性别构成调整

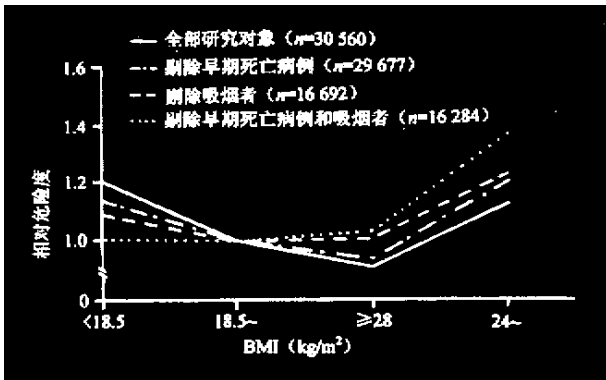


图 1 调整年龄、性别 BMI 与总死亡的相对危险度 Cox 回归分析

不同 BMI 水平与冠心病和脑卒中死亡、恶性肿瘤死亡及其他原因死亡的相对危险的分析结果(调整年龄、性别)见表 3。冠心病和脑卒中死亡的相对危险随 BMI 水平的增加而逐步升高,低 BMI 组死亡的相对危险为 0.74,超重组为 1.28,肥胖组为 1.89,其他 3 组与正常 BMI 组的差异均达到显著性水平。剔除早期死亡和吸烟者并不影响其关联的趋势。

以全部研究对象为分析样本进行 Cox 回归分析,恶性肿瘤死亡的相对危险随 BMI 水平增加而明显降低(表 3)其中低 BMI 组的相对危险为 1.22,超重组和肥胖组为 0.77 和 0.59。当分别和同时剔除早期死亡病例和吸烟者后,恶性肿瘤死亡的相对危险随着 BMI 增加而降低的趋势依然存在。

除冠心病和脑卒中及恶性肿瘤死亡以外的其他死亡的相对危险与 BMI 呈“U”关系,低 BMI 组、正常 BMI 组、超重组和肥胖组的相对危险分别为 1.47, 1.00, 0.85 和 1.27,其中低 BMI 组与正常 BMI 组的差异达到显著性水平,当剔除早期死亡病例或吸烟者后,低 BMI 组的相对危险有所减低,肥胖组的相对危险增加,但“U”形关系依然存在;同时剔除早期死亡病例和吸烟者,低 BMI 组的相对危险(1.33)和肥胖组的相对危险(1.60)与正常 BMI 组的差异达到显著性水平。

讨 论

本研究队列人群达 3 万余人,来自我国不同地区的 10 组人群,平均随访年限超过 15 年,是国内相关的研究中规模较大、随访时间最长的研究队列;本项研究还是国家“六五”至“九五”期间的重点攻关课题,所用随访方案和事件诊断标准等是参照“中美心肺疾病流行病学合作研究”的方案和标准制定,较严格的质量控制保证了此项研究采集数据的质量。

在本研究中,BMI 水平与总死亡的关系呈“U”形关系。由于基线调查时研究对象可能已存在某些潜在消耗性疾病是 BMI 与死亡的关系中的重要的混杂因素,此外吸烟者往往体重减轻,但使死亡率增高^[3A],故也是一个重要的混杂因素,所以在进一步分层分析时剔除了早期死亡(基线调查后 5 年内死亡)的病例以及吸烟者,以减少混杂效应。当分别剔除早期死亡病例或吸烟者后(表 3 及图 1),低 BMI 组总死亡的相对危险有所降低,当同时剔除上述两个混杂因素后,低 BMI 组的死亡风险为 1.01,与正常 BMI 组差异不再显著,说明潜在消耗性疾病和吸烟对低 BMI 的超额死亡有很大影响。

大多数研究结果证实,BMI 增加是冠心病、脑卒中特别是缺血性脑卒中发生的重要危险因素。本研究结果表明,超重和肥胖使冠心病和脑卒中死亡率增加,与正常 BMI 组相比,超重和肥胖使心血管病死亡的相对危险分别增加了 28% 和 89%。因此,BMI 水平增加是心血管病死亡的重要原因。

本研究结果表明,恶性肿瘤死亡与 BMI 水平呈明显的负关联,即使控制了早期死亡和吸烟的混杂作用后,此种趋势依然存在。在美国进行的相关研究中发现高 BMI 水平与恶性肿瘤死亡的增加有关^[5],这可能与由于恶性肿瘤的死因构成不同有关,在美国其恶性肿瘤死亡中,有相当部分是与肥胖有关的恶性肿瘤如结肠癌、胆囊癌、男性前列腺癌及女性乳腺癌、子宫和卵巢癌等。在我国恶性肿瘤的死亡主要集中于胃癌、食管癌、肝癌及肺癌等恶性肿瘤,在本队列人群恶性肿瘤死因构成中,胃癌和食管癌、肝癌、肺癌分别占 31%、25% 和 17%。这种恶性肿瘤死因谱的差异是影响 BMI 水平与恶性肿瘤死亡关系的主要因素。

本研究结果还发现,除冠心病、脑卒中及恶性肿瘤以外的其他死亡与 BMI 水平呈“U”形关系,即使剔除早期死亡和吸烟者,这种关系依然存在,说明 BMI 过低或过高,排除冠心病、脑卒中及恶性肿瘤以

外的死亡风险仍然较高。

综合本研究结果,低 BMI 者尽管其冠心病和脑卒中死亡的相对危险较低,但恶性肿瘤死亡及除冠心病、脑卒中及恶性肿瘤死因以外的死亡相对危险较高,超重和肥胖与 BMI 正常者相比,心血管病死亡的相对危险明显增加,此外肥胖者其他原因死亡的危险也明显增加。总死亡与 BMI 水平呈“U”形关系,虽然低 BMI 与死亡的关系受混杂因素的影响,但仍有其重要的公共卫生学意义,因为针对全人群来讲,区分出每一个低 BMI 者的原因是困难的,超重者总死亡的相对危险虽未增加,但有关的危险因素如血压、血脂、血糖水平等已明显增加^[1]。因此,中国肥胖工作组建议的中国人 BMI 的分类标准是恰当的,BMI 在正常范围内,不仅与肥胖有关的心血管病、糖尿病危险因素较低^[1],而且其死亡的风险也相对较低,这对于促进国民的健康水平有重要意义。

表 3 不同 BMI 水平死亡的相对危险及 95% 可信限(调整年龄、性别)

死 因	BMI 分 层			
	< 18.5	18.5 ~ 23.9	24 ~ 27.9	≥ 28
总死亡				
全部研究对象(n = 30 560)	1.2(1.10 ~ 1.33)	1.0	0.9(0.82 ~ 1.01)	1.1(0.93 ~ 1.37)
剔除早期死亡(n = 29 677)	1.14(1.02 ~ 1.28)	1.0	0.94(0.83 ~ 1.05)	1.2(0.97 ~ 1.49)
不吸烟者(n = 16 692)	1.1(0.94 ~ 1.28)	1.0	1.0(0.87 ~ 1.17)	1.2(0.96 ~ 1.58)
不吸烟者并剔除早期死亡(n = 16 284)	1.0(0.84 ~ 1.21)	1.0	1.0(0.87 ~ 1.23)	1.3(1.04 ~ 1.80)
冠心病和脑卒中死亡				
全部研究对象(n = 30 560)	0.74(0.57 ~ 0.95)	1.0	1.2(1.05 ~ 1.56)	1.8(1.36 ~ 2.63)
剔除早期死亡(n = 29 677)	0.75(0.57 ~ 0.99)	1.0	1.2(1.03 ~ 1.61)	1.9(1.34 ~ 2.78)
不吸烟者(n = 16 692)	0.39(0.23 ~ 0.65)	1.0	1.4(1.07 ~ 1.90)	2.1(1.42 ~ 3.29)
不吸烟者并剔除早期死亡(n = 16 284)	0.4(0.23 ~ 0.72)	1.0	1.4(1.06 ~ 2.03)	2.4(1.58 ~ 3.89)
恶性肿瘤死亡				
全部研究对象(n = 30 560)	1.2(1.05 ~ 1.41)	1.0	0.7(0.65 ~ 0.92)	0.5(0.39 ~ 0.89)
剔除早期死亡(n = 29 677)	1.1(0.94 ~ 1.34)	1.0	0.7(0.63 ~ 0.95)	0.5(0.31 ~ 0.87)
不吸烟者(n = 16 692)	1.2(0.95 ~ 1.52)	1.0	0.8(0.68 ~ 1.12)	0.6(0.38 ~ 1.12)
不吸烟者并剔除早期死亡(n = 16 284)	1.0(0.78 ~ 1.38)	1.0	0.8(0.62 ~ 1.12)	0.5(0.25 ~ 1.04)
其他死亡				
全部研究对象(n = 30 560)	1.4(1.27 ~ 1.70)	1.0	0.8(0.71 ~ 1.01)	1.2(0.94 ~ 1.72)
剔除早期死亡(n = 29 677)	1.4(1.19 ~ 1.67)	1.0	0.9(0.74 ~ 1.09)	1.4(1.07 ~ 2.05)
不吸烟者(n = 16 692)	1.3(1.11 ~ 1.72)	1.0	0.9(0.73 ~ 1.20)	1.3(0.89 ~ 1.92)
不吸烟者并剔除早期死亡(n = 16 284)	1.3(1.03 ~ 1.73)	1.0	1.0(0.76 ~ 1.33)	1.6(1.06 ~ 2.42)

(本文是由“我国人群心血管病发病趋势预测及 21 世纪预防策略研究”协作组共同完成)

参 考 文 献

1 中国肥胖问题工作组数据汇总分析协作组. 我国成人体重指数和腰围对相关疾病危险因素异常的预测价值. 适宜体重指数和腰围切点的研究. 中华流行病学杂志 2002 23:5-10.
 2 周北凡, 吴锡桂, 主编. 心血管病流行病学调查方法手册. 北京: 北京医科大学中国协和医科大学联合出版社, 1997. 9-75.

3 Garrison RJ, Feinleib M, Castelli WP, et al. Cigarette smoking as a confounder of the relationship between relative weight and long-term mortality: the Framingham Heart Study. JAMA, 1983, 249:2199-2203.
 4 Yuan JM, Ross RK, Wang XL, et al. Morbidity and mortality in relation to cigarette smoking in Shanghai, China: A prospective male cohort study. JAMA, 1996, 275:1646-1650.
 5 Calle EE, Thun MJ, Petrelli JM et al. Body-mass index and mortality in a prospective cohort of U. S. adults. N Engl J Med, 1999, 341: 1097-1105.

(收稿日期 2001-08-29)
 (本文编辑: 张林东)