18~97岁中国人的超重与肥胖：来自2002~2019年63449例人体数据的分析

张兴华^{1†}, 宇克莉^{1†}, 李咏兰^{2,3†}, 郑连斌^{1*}, 包金萍⁴

1. 天津师范大学生命科学学院, 天津市动植物抗性重点实验室, 天津 300387;

2. 内蒙古师范大学生命科学与技术学院, 呼和浩特 010022;

3. 内蒙古师范大学民族学人类学学院, 呼和浩特 010022;

4. 天津师范大学体育科学学院, 天津 300387

† 同等贡献

* 联系人, E-mail: zhenglianbin@sina.com

收稿日期: 2020-03-19; 接受日期: 2020-05-20; 网络版发表日期: 2020-05-27

国家自然科学基金(批准号: 39660032, 30170482, 30570978, 30830062, 31271283, 31401022, 31460270, 31671245, 31771329)和科技部基础性工作专项(2015FY111700)资助

摘要 超重与肥胖一直是公众关注的健康问题. 本研究组2002~2019年采集了115个族群63449成人的体质指标. 通过身体质量指数(body mass index, BMI)与体脂率(percent body fat, PBF)指标分析, 得出了我国国民的超重和肥胖状况. 结果如下: 男性的体重、身高、腰围、上臂围、体密度、瘦体质量(lean mass, LM)、瘦体质量指数(lean mass index, LMI)均大于女性. 女性的大腿围、BMI、身体肥胖指数(body adiposity index, BAI)、体脂率、脂肪量(fat mass, FM)、脂肪质量指数(fat mass index, FMI)均大于男性. 根据BMI指数分型, 在男性总样本量中超重占29.6%、肥胖占11.8%, 在女性总样本量中超重占30.0%、肥胖占14.0%. 根据体脂率分型, 在男性总样本量中肥胖率为54.0%, 在女性总样本量中肥胖率为27.2%. 根据腰围均数, 男性40~59岁两个年龄组处于中心型肥胖的前期. 女性30~59岁、70~79岁4个年龄组都处于中心型肥胖前期, 女性60~69岁组为中心型肥胖. 通过聚类分析和主成分分析, 南亚语系、苗瑶语族、藏缅语族、壮侗语族各民族聚为一组, 他们的体重、臀围、腰围均较小. 北亚类型民族与汉族体重、臀围、腰围值则较大. 按BMI指数均值, 藏缅语族民族、壮侗语族民族、苗瑶语族民族、南亚语系民族、汉族男女均数属于正常, 而北亚类型民族男女属于超重. 按腰围均值, 汉族男女属于中心型肥胖前期, 北亚类型民族男女属于中心型肥胖. BMI更适用于判定国人的超重与肥胖.

关键词 超重, 肥胖, BMI, 体脂率, 腰围

超重与肥胖已经成为世界公认的健康问题. 由于体内脂肪体积和脂肪细胞数量的增加导致的体重增加, 或者体脂占体重的百分比(体脂率)异常增高, 被定

义为超重或肥胖^[1]. 肥胖与饥饿一直伴随着人类, 并且在人类的历史进程中, 肥胖都源于食物的获取或达到所需体型而表现的一种意识目的行为^[2]. 在美国, 肥胖

引用格式: 张兴华, 宇克莉, 李咏兰, 等. 18~97岁中国人的超重与肥胖: 来自2002~2019年63449例人体数据的分析. 中国科学: 生命科学, 2020, 50
Zhang X H, Yu K L, Li Y L, et al. Overweight and obese Chinese adults between the ages of 18 and 97: analysis of anthropometric data derived from 63,449 adults from 2002 to 2019 (in Chinese). Sci Sin Vitae, 2020, 50, doi: 10.1360/SSV-2020-0097

的患病率在1976~1980年至1988~1994年之间有所增加, 在1988~1994年至1999~2000年之间再次增加^[3]. 2009~2010年, 美国成年男性中肥胖的患病率为35.5%, 美国成年女性中肥胖的患病率为35.8%, 与2003~2008年相比没有显著变化^[4]. 2001~2010年, 古巴肥胖率上升, 超重和肥胖显著增加, 主要归因于不良行为, 年龄和教育程度的变化, 及吸烟人数大幅度下降和人口年龄结构的变化^[5]. 肥胖症的治疗成功率很低, 食物成瘾被认为是潜在病因^[6]. 儿童肥胖难治原因之一是对影响肥胖因素的复杂性和各因素之间相互联系性的认识不足^[7]. 认知控制的不足被认为是导致肥胖的原因^[8]. 针对不良情绪的饮食可能有助于体重减轻^[9]. 与肥胖有关的个人风险包括受教育程度低, 生活压力大和体育锻炼强度低^[10]. 社会经济地位和社会心理压力源对种族肥胖的影响有差异^[11].

随着科技的发展与人民生活水平的提高, 肥胖问题越来越引起人们的重视. 本研究调查了63449例成人的人体测量数据, 分析与肥胖相关的指标, 目的是具体阐述我国国民的身体肥胖与超重现状.

1 研究对象与方法

本研究组2002~2019年共在全国115个采样点调查成人63449例(男性29418例, 女性34031例). 采样点及族群见表1. 测量指标包括体重(kg)、身高(mm)、腰围(mm)、臀围(mm)、大腿围(mm)、上臂围(mm)、肱二头肌皮褶(mm)、肱三头肌皮褶(mm)、肩胛下皮褶(mm)、髂嵴上皮褶(mm). 计算指标包括身体质量指数(body mass index, BMI)(kg/m^2)、身体肥胖指数(body adiposity index, BAI)、体密度D($10^3 \text{ kg}/\text{m}^3$)、体脂率(percent body fat, PBF)(%)、脂肪量(fat mass, FM)(kg)、瘦体质量(lean mass, LM)(kg)、脂肪质量指数(fat mass index, FMI)(kg/m^2)、瘦体质量指数(lean mass index, LMI)(kg/m^2). 男女年龄范围为20~97岁, 男性平均年龄(47.0 ± 15.9)岁, 女性平均年龄(47.4 ± 15.2)岁. 采用随机整群抽样的方法确定测量样本. 样本量男女各分为7个年龄组分别为20~29岁、30~39岁、40~49岁、50~59岁、60~69岁、70~79岁、80~97岁. 被调查者身体健康, 并且均为世居当地三代以上的本地成年人.

根据知情同意的原则, 与被测者签订知情同意书. 体质调查严格按照《人体测量方法》所规定的进

行^[12]. 数据统计采用Excel、SPSS软件进行处理. 其中BMI=体重/身高²; BAI=臀围/身高^{1.5}-18^[13](臀围(cm), 身高(m)); 按照Durnin和Womersley方法^[14], 通过4项皮褶厚度之和计算体密度D. 按照Siri公式(体脂率=(495/体密度-450))计算体脂肪率^[15,16]. 根据体脂率、体重计算FM和LM: FM=PBF×体重, LM=体重-FM. 根据FM, LM和身高计算FMI和LMI: FMI=FM/身高²; LMI=LM/身高²^[17]. 男女间数据比较采用 u 检验, $0.01 < P < 0.05$ 与 $P < 0.01$, 说明男女间差异具有统计学意义. 男女各年龄组间数据比较采用单因素方差分析, $0.01 < P < 0.05$ 与 $P < 0.01$, 说明男女各年龄组间数据差异具有统计学意义.

2 结果与分析

男女7个年龄组的测量结果见表2. 男女7个年龄组的方差分析见表3. 男女BMI和PBF分型统计见表4. 男女族群各项指标见表5.

2.1 男女分年龄组的结果分析

由表2可知, 男女性别间 u 检验, 除臀围外, 男女指标间均具有统计学意义. 男性的体重、身高、腰围、上臂围、D值、LM值、LMI值均大于女性. 女性的大腿围、BMI、BAI、PBF值、FM值、FMI值均大于男性. 由表3可知, 通过单因素方差分析, 男女各年龄组指标间均具有统计学意义.

由表2、图1可见, 男女BMI值随着年龄的增大, 先增大后减小, 呈倒“U”型趋势. 男性的BMI最大值在40~49岁组, 而女性的BMI最大值在50~59岁组. 20~40岁男性的BMI值要大于女性, 40岁以后女性的BMI值大于男性.

由表2、图2可见, 男女PBF值随着年龄的增大, 先增大后减小. 男性的PBF最大值在60~69岁组, 而女性的PBF最大值在50~59岁组. 20~40岁女性的PBF值略大于男性, 40岁以后女性的PBF值远大于男性. 男性30~50岁PBF的增长率要小于60~70岁.

2.2 男女各年龄组BMI与PBF的分型

由表4可知, 根据BMI指数分型^[1], 在男性20~29岁组中超重占19.7%、肥胖占6.5%, 30~39岁组中超重占30.8%、肥胖占14.0%, 40~49岁组中超重占33.9%、肥

表 1 被测量的族群与测量地点(n , 年)Table 1 Measured ethnic groups and locations (n , Year)

族群	地点	男性	女性	年
乌孜别克族	伊宁	110	91	2002
俄罗斯族	额尔古纳	186	150	2003
京族	东兴	375	560	2004
蒙古族	通海	201	237	2005
克木人	勐腊	141	144	2005
怒族	贡山	140	119	2006
莽人	金平	33	23	2006
珞巴族	米林	71	100	2007
僮人	察隅	60	84	2007
蒙古族	鄂温克旗	152	158	2007
图瓦人	布尔津	55	59	2008
汉族	乌兰浩特	145	175	2009
汉族	突泉	258	262	2009
汉族	锦州	238	247	2009
汉族	祁县	401	402	2009
汉族	寿光	428	350	2009
汉族	化州	580	749	2009
汉族	昌图	246	231	2010
汉族	义县	241	259	2010
汉族	张家口	750	750	2010
汉族	南阳	450	450	2010
汉族	新野	250	250	2010
汉族	西安	207	222	2010
汉族	蒲城	251	252	2010
汉族	富平	252	253	2010
汉族	邛崃	368	380	2010
汉族	简阳	342	357	2010
汉族	滁州	353	341	2010
汉族	淮安	370	362	2010
汉族	浮梁	349	350	2010
汉族	丰城	354	351	2010
汉族	宁乡	346	391	2010
汉族	双峰	353	377	2010
汉族	文昌	366	356	2010
汉族	琼海	334	309	2010
汉族	兰州	200	206	2011
汉族	平凉	251	252	2011
汉族	天祝	250	249	2011
汉族	嘉兴	335	362	2011
汉族	诸暨	329	357	2011

(续表1)

族群	地点	男性	女性	年
汉族	赣州	337	346	2011
汉族	梅州	313	358	2011
汉族	福州	339	353	2011
汉族	漳州	322	357	2011
汉族	京山	347	389	2012
汉族	荆州	335	360	2012
汉族	安顺	251	256	2012
汉族	呈贡	356	353	2012
革家人	黄平	159	152	2012
汉族	哈尔滨	357	373	2013
汉族	榆树	333	356	2013
汉族	保定	334	354	2013
傣族	勐海	197	205	2013
彝族	昭觉	367	480	2013
摩梭人	宁蒗	179	207	2013
蒙古族	新巴尔虎左旗	196	204	2013
黎族	五指山	308	299	2014
临高人	海南	211	205	2014
蒙古族	鄂托克旗	142	194	2014
羌族	茂县	318	355	2015
基诺族	景洪	324	414	2015
白马人	平武	93	140	2015
尔苏人	石棉	69	51	2015
木雅人	石棉	77	80	2015
空格人	景洪	46	25	2015
布朗族	勐海	298	474	2015
八甲人	勐阿	61	98	2015
蒙古族	额济纳旗	84	112	2015
水族	三都	520	553	2016
侗族	榕江	333	618	2016
侗族	新晃	247	387	2016
门巴族	墨脱	150	225	2016
土家族	长阳	258	349	2016
土家族	龙山	272	329	2016
土家族	沿河	380	420	2016
彝族	楚雄	336	363	2016
夏尔巴人	定结	98	84	2016
蒙古族	黑龙江	85	155	2016
蒙古族	松原	177	224	2016
蒙古族	阜新	158	246	2016
蒙古族	喀左	136	272	2016

(续表1)

族群	地点	男性	女性	年
蒙古族	德令哈	166	195	2016
傣族	勐遮	113	167	2017
仡佬族	务川	228	260	2017
瑶族	金秀	276	383	2017
瑶族	恭城	258	276	2017
阿昌族	陇川	224	387	2017
景颇族	芒市	233	392	2017
彝族	威宁	316	260	2017
哈尼族	墨江	205	327	2017
拉祜族	澜沧	318	366	2017
佤族	西盟	500	510	2017
德昂族	芒市	226	380	2017
维吾尔族	喀什	273	228	2017
蒙古族	阿拉善左旗	89	144	2017
蒙古族	温泉	217	225	2017
蒙古族	精河	112	127	2017
布依族	安顺	163	182	2018
布依族	三都	361	339	2018
布依族	册亨	338	494	2018
仡佬族	罗城	544	651	2018
毛南族	环江	451	631	2018
苗族	丹寨	163	197	2018
白族	鹤庆	276	517	2018
藏族	迪庆	159	242	2018
独龙族	贡山	281	267	2018
普米族	丽江	222	289	2018
怒族	匹河	140	133	2018
傈僳族	泸水	380	464	2018
纳西族	丽江	290	397	2018
傣族	打洛	53	193	2019
壮族	田阳	208	271	2019
壮族	河池	179	291	2019
藏族	林芝	271	253	2019
蒙古族	正镶白旗	161	241	2019

胖占14.4%, 50~59岁组中超重占32.1%、肥胖占13.4%, 60~69岁组中超重占31.1%、肥胖占11.0%, 70~79岁组中超重占27.7%、肥胖占9.0%, 80~97岁组中超重占22.2%、肥胖占7.1%。男性总样本量中超重占29.6%、肥胖占11.8%。根据PBF分型^[18~20], 男性20~29岁组中肥

胖率为30.0%, 男性30~39岁组中肥胖率为50.6%, 男性40~49岁组中肥胖率为56.5%, 男性50~59岁组中肥胖率为58.1%, 男性60~69岁组中肥胖率为68.4%, 男性70~79岁组中肥胖率为65.8%, 男性80~97岁组中肥胖率为65.5%。男性总样本量中肥胖率为54.0%。

表 2 男女7个年龄组测量结果

Table 2 Measurement results among the 7 age groups of males and females

性别	年龄组	人数	体重	身高	腰围	臀围	大腿围	上臂围	BMI
			(均值±标准差)	(均值±标准差)	(均值±标准差)	(均值±标准差)	(均值±标准差)	(均值±标准差)	(均值±标准差)
男性	20~29	4789	62.3±11.0	1678.9±72.5	800.7±94.0	907.4±72.5	497.9±66.9	263.5±28.8	22.3±3.4
	30~39	5341	66.1±11.8	1654.4±67.7	849.2±96.4	928.1±73.4	503.8±66.8	277.8±29.5	24.0±3.6
	40~49	6227	65.9±11.6	1643.2±66.3	858.2±97.9	928.0±72.6	499.9±63.2	277.3±28.8	24.2±3.6
	50~59	6129	64.3±11.7	1631.9±67.4	857.0±100.7	923.9±74.3	492.1±62.4	272.3±28.9	23.8±3.9
	60~69	4404	62.1±11.3	1615.9±67.2	848.2±105.4	916.2±75.1	480.6±57.2	265.2±28.4	23.3±4.6
	70~79	2177	59.4±11.1	1599.4±70.1	843.8±104.4	907.0±75.5	472.0±62.5	257.7±28.5	22.6±4.8
	80~97	351	56.3±11.5	1568.1±80.4	833.5±106.5	898.6±77.4	452.5±60.0	249.5±29.7	20.9±7.1
	合计	29418	63.9±11.7	1640.5±72.5	844.3±101.3	920.1±74.2	493.1±64.2	270.5±29.7	23.5±4.0
	年龄组	人数	BAI	D值	PBF值	FM值	LM值	FMI值	LMI值
	20~29	4789	24.0±3.5	1.052±0.014	21.2±6.6	13.2±5.7	47.6±7.7	4.9±2.0	17.5±2.2
	30~39	5341	25.6±3.5	1.045±0.013	24.6±6.6	16.3±6.1	48.7±7.9	6.0±2.2	18.0±2.4
	40~49	6227	26.0±3.4	1.040±0.013	25.6±6.4	17.1±6.1	48.3±7.8	6.3±2.2	17.9±2.3
	50~59	6129	26.2±3.6	1.036±0.014	25.9±6.7	17.0±6.5	47.4±8.4	6.3±2.3	17.6±2.6
	60~69	4404	26.5±3.5	1.035±0.014	27.4±6.4	17.1±6.4	44.2±9.2	6.5±2.3	16.7±3.1
	70~79	2177	26.7±3.6	1.036±0.014	27.3±6.6	16.3±6.3	42.5±9.7	6.3±2.3	16.4±3.3
	80~97	351	27.6±4.2	1.037±0.021	26.8±8.5	14.3±8.0	38.4±14.7	5.6±3.0	15.1±5.5
	合计	29418	25.8±3.6	1.041±0.015	25.1±6.9	16.2±6.4	46.9±8.7	6.0±2.3	17.5±2.7
女性	年龄组	人数	体重**	身高**	腰围**	臀围	大腿围**	上臂围**	BMI**
	20~29	4936	52.0±8.4	1560.5±60.9	767.0±89.6	893.6±63.3	497.6±76.9	243.7±27.2	21.3±3.3
	30~39	6042	56.0±9.4	1546.8±60.0	804.6±95.4	917.6±69.3	512.7±57.1	262.1±29.0	23.4±3.6
	40~49	7479	58.1±10.1	1537.6±64.8	828.7±99.0	932.6±76.0	515.2±54.5	268.4±29.5	24.6±4.2
	50~59	7631	57.7±10.6	1524.9±59.6	849.6±104.5	933.8±89.2	504.3±55.0	266.6±30.4	24.7±4.0
	60~69	5350	55.6±10.5	1506.1±58.8	852.6±111.6	922.4±80.5	484.2±52.0	260.2±31.1	24.3±4.2
	70~79	2181	51.8±9.8	1478.5±64.3	845.2±108.3	907.3±75.7	463.5±52.6	250.2±30.6	23.6±3.9
	80~97	412	46.9±9.3	1443.3±62.7	820.6±109.7	882.6±76.2	433.5±49.4	238.1±30.3	22.4±4.1
	合计	34031	55.8±10.2	1529.8±65.6	825.1±105.3	920.7±78.4	500.6±60.5	260.5±30.9	23.8±4.0
	年龄组	人数	BAI**	D值**	PBF值**	FM值**	LM值**	FMI值**	LMI值**
	20~29	4936	27.9±3.5	1.047±0.012	22.9±5.3	12.1±4.2	39.9±5.6	5.0±1.7	16.4±2.0
	30~39	6042	29.8±3.8	1.039±0.011	26.5±4.9	15.0±4.6	40.9±6.1	6.3±1.9	17.1±2.2
	40~49	7479	31.0±4.0	1.030±0.010	30.6±4.7	18.0±5.0	40.1±6.1	7.6±2.0	16.9±2.2
	50~59	7631	31.6±4.8	1.027±0.191	33.0±7.3	19.3±5.9	38.3±6.2	8.3±2.4	16.5±2.3
	60~69	5350	32.0±4.3	1.025±0.011	32.9±5.2	18.5±5.4	36.9±6.1	8.1±2.2	16.2±2.3
	70~79	2181	32.5±4.3	1.027±0.011	31.9±5.3	16.7±5.1	34.9±5.8	7.6±2.2	15.9±2.2
	80~97	412	33.0±4.6	1.031±0.013	30.4±6.1	14.6±4.9	32.3±5.6	7.0±2.2	15.5±2.2
	合计	34031	30.7±4.4	1.033±0.091	29.7±6.7	16.9±5.7	38.9±6.3	7.2±2.4	16.6±2.2

**, $P<0.01$

表 3 男女7个年龄组方差分析

Table 3 Analysis of variance among the 7 age groups of males and females

指标	男性		女性	
	方差分析的F值	方差分析的P值	方差分析的F值	方差分析的P值
体重	172.821	0.00	357.765	0.00
身高	597.720	0.00	871.526	0.00
BMI	170.452	0.00	505.244	0.00
BAI	298.685	0.00	663.670	0.00
D值	936.904	0.00	75.194	0.00
PBF值	439.443	0.00	69.047	0.00
FM值	242.615	0.00	43.506	0.00
LM值	319.334	0.00	109.898	0.00
FMI值	285.331	0.00	55.755	0.00
LMI值	220.980	0.00	183.277	0.00

图 1 男女BMI均值随年龄的变化
Figure 1 Changes in mean BMI with age in males and females

根据BMI指数分型，在女性20~29岁组中超重占12.6%、肥胖占3.7%，30~29岁组中超重占27.0%、肥胖占10.7%，40~49岁组中超重占35.8%、肥胖占16.5%，50~59岁组中超重占35.5%、肥胖占19.3%，60~69岁组中超重占33.6%、肥胖占17.5%，70~79岁组

图 2 男女PBF均值随年龄的变化
Figure 2 Changes in mean PBF with age in males and females

中超重占31.2%、肥胖占11.9%，80~97岁组中超重占22.8%、肥胖占8.0% 女性总样本量中超重占30.0%、肥胖占14.0%。根据体脂率分型，在女性20~29岁组中肥胖率为7.5%，在30~39岁组中肥胖率为19.5%，在40~49岁组中肥胖率为30.6%，在50~59岁组中肥胖率

表 4 男女BMI和PBF分型统计
Table 4 Typing statistics of BMI and PBF in males and females

性别	指数	分型	20~29		30~39		40~49		50~59		60~69		70~79		80~97		合计	
			n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
男性	BMI	过低(<18.5)	436	9.1	200	3.7	169	2.7	239	3.9	232	5.3	195	9.0	41	11.7	1512	5.1
		正常 (18.5~23.9)	3097	64.7	2747	51.4	3051	49.0	3101	50.6	2318	52.6	1183	54.3	207	59.0	15704	53.4
		超重 (24~27.9)	945	19.7	1646	30.8	2110	33.9	1967	32.1	1368	31.1	604	27.7	78	22.2	8718	29.6
		肥胖(≥28)	311	6.5	748	14.0	897	14.4	822	13.4	486	11.0	195	9.0	25	7.1	3484	11.9
		合计	4789	100.0	5341	100.0	6227	100.0	6129	100.0	4404	100.0	2177	100.0	351	100.0	29418	100.0
	PBF	正常(<25)	3353	70.0	2640	49.4	2708	43.5	2571	41.9	1391	31.6	745	34.2	121	34.5	13529	46.0
		肥胖(≥25)	1436	30.0	2701	50.6	3519	56.5	3558	58.1	3013	68.4	1432	65.8	230	65.5	15889	54.0
		合计	4789	100.0	5341	100.0	6227	100.0	6129	100.0	4404	100.0	2177	100.0	351	100.0	29418	100.0
	BMI	过低(<18.5)	726	14.7	287	4.8	213	2.8	282	3.7	273	5.1	163	7.5	49	11.9	1993	5.9
		正常 18.5~23.9	3403	68.9	3475	57.5	3354	44.8	3166	41.5	2340	43.7	1079	49.5	236	57.3	17053	50.1
		超重 (24~27.9)	622	12.6	1633	27.0	2679	35.8	2710	35.5	1799	33.6	680	31.2	94	22.8	10217	30.0
		肥胖(≥28)	185	3.7	647	10.7	1233	16.5	1473	19.3	938	17.5	259	11.9	33	8.0	4768	14.0
		合计	4936	100.0	6042	100.0	7479	100.0	7631	100.0	5350	100.0	2181	100.0	412	100.0	34031	100.0
女性	PBF	正常(<35)	4565	92.5	4866	80.5	5189	69.4	4910	64.3	3503	65.5	1447	66.3	292	70.9	24772	72.8
		肥胖(≥35)	371	7.5	1176	19.5	2290	30.6	2721	35.7	1847	34.5	734	33.7	120	29.1	9259	27.2
		合计	4936	100.0	6042	100.0	7479	100.0	7631	100.0	5350	100.0	2181	100.0	412	100.0	34031	100.0

表 5 男女族群各项指标

Table 5 Indicators of male and female ethnic groups

性别	族群	藏缅语族	壮侗语族	苗瑶语族	南亚语系	北亚类型	汉族
男性	人数	6754	4516	857	1621	2449	13221
	体重	61.7±11.2	59.2±10.1	59.4±9.5	58.4±9.5	73.7±13.8	65.6±10.8
	身高	1620.1±69.9	1599.8±65.2	1591.8±62.8	1603.1±61.3	1677.5±64.8	1665.5±65.4
	腰围	823.2±98.5	813.5±95.0	802.9±91.7	805.7±81.8	918.5±113.8	859.5±95.1
	臀围	910.7±68.0	895.2±66.8	894.9±69.0	887.3±63.4	984.5±81.9	926.9±71.2
	大腿围	483.8±51.7	473.9±55.1	473.2±51.7	462.7±55.8	513.8±56.3	505.5±71.4
	上臂围	267.9±28.9	266.8±31.0	264.0±29.0	271.4±29.9	286.2±32.4	271.5±31.9
	BMI	23.4±3.5	22.8±4.1	23.4±3.3	22.7±3.2	26.2±4.3	23.6±3.4
女性	人数	8327	5844	1010	2118	3025	13707
	体重	55.1±10.0	52.5±9.1	52.7±9.0	53.1±9.9	63.8±12.2	56.5±9.2
	身高	1518.2±62	1496.9±59.2	1486.9±58.5	1500.0±73.8	1557.7±60.3	1552.5±58.8
	腰围	810.7±100.6	797.7±100.0	778.4±98.4	795.4±96.1	869.7±117.2	843.9±102.3
	臀围	916.7±74.1	898.6±69.1	899.8±121.6	900.3±82.6	980.3±93.2	924.1±68.7
	大腿围	501.4±72.4	485.7±58.1	477.7±51.7	488.5±60.5	523.2±58.0	505.0±51.7
	上臂围	259.4±30.7	255.7±29.8	255.1±29.2	260.7±32.1	275.3±34.1	260.2±29.7
	BMI	23.9±3.8	23.3±4.0	23.8±3.6	23.5±3.9	26.3±4.8	23.5±3.9

为35.7%，在60~69岁组中肥胖率为34.5%，在70~79岁组中肥胖率为33.7%，在80~97岁组中肥胖率为29.1%。女性总样本量中肥胖率为27.2%。

2.3 各大族群的聚类分析与主成分分析

本文把整个样本量分成了6大人群：藏缅语族民族、壮侗语族民族、苗瑶语族民族、南亚语系民族、北亚类型民族、汉族。

选取藏缅语族、壮侗语族、苗瑶语族、南亚语系、北亚类型、汉族6大人群的体重、身高、腰围、臀围、BMI共5项指标分别进行聚类分析与主成分分析。

根据图3，男女族群均分为两组，壮侗语族、南亚语系、苗瑶语族、藏缅语族民族聚为第1组，北亚类型民族与汉族聚为第2组。

男性第1主成分的贡献率为95.20%，第2主成分的贡献率为4.52%，累计贡献率为99.72%。第1主成分载荷较大的项目为体重(1.000)、臀围(0.996)、腰围(0.996)、BMI(0.953)，第2主成分载荷较大的项目为PBF(0.359)。

北亚类型与汉族的体重、臀围、腰围、BMI值均

较大；南亚语系、藏缅语族、苗瑶语族、壮侗语族体重、臀围、腰围、BMI值均较小(图4)。

女性第1主成分的贡献率为90.17%，第2主成分的贡献率为9.61%，累计贡献率为99.78%。第1主成分载荷较大的项目为体重(0.995)、臀围(0.991)、腰围(0.961)，第2主成分载荷较大的项目为BMI(0.458)。

北亚类型与汉族的体重、臀围、腰围均较大；南亚语系、苗瑶语族、藏缅语族、壮侗语族体重、臀围、腰围均较小(图5)。

3 讨论与结论

3.1 各大族群的身体肥胖与超重现状及分析

按BMI指数均值，藏缅语族民族、壮侗语族民族、苗瑶语族民族、南亚语系民族、汉族男女均数属于正常范围，而北亚类型民族男性BMI为26.2属于超重，北亚类型民族女性BMI为26.3属于超重。

根据中华人民共和国卫生行业标准《成人体重判定》^[1]规定：850 mm≤男性腰围<900 mm和800 mm≤女性腰围<850 mm为中心型肥胖前期；男性腰围≥900 mm和女性腰围≥850 mm为中心型肥胖。按腰

图 3 男女族群聚类图

Figure 3 Cluster diagram of male and female ethnic groups

图 4 男性族群主成分分析图

Figure 4 Principal component analysis of male ethnic groups

图 5 女性族群主成分分析图

Figure 5 Principal component analysis of female ethnic groups

围均值, 藏缅语族民族、壮侗语族民族、苗瑶语族民族、南亚热带系民族男性都属于正常范围, 而汉族男性属于中心型肥胖前期, 北亚类型民族男性属于中心型肥胖。壮侗语族民族、苗瑶语族民族、南亚热带系民族女性都属于正常范围, 而藏缅语族民族与汉族女性属

于中心型肥胖前期, 北亚类型民族女性属于中心型肥胖。

大腿围与上臂围代表四肢围度。根据表5, 北亚类型民族的大腿围与上臂围较大, 而壮侗语族、苗瑶语族、南亚热带系各民族的大腿围与上臂围较小。北亚类

型民族的四肢围度大于上述3个语族族群。因为北亚类型民族的饮食以肉类居多, 再加上他们居于高纬度地区, 气候寒冷, 使其四肢积累脂肪较多。壮侗语族、苗瑶语族、南亚语系各民族主要居于我国南方地区, 多属于低纬度地区, 气候炎热。他们的饮食以大米为主, 长年劳作, 使得四肢脂肪积累较少。环境条件与饮食习惯的不同是造成这些民族四肢围度差异的主要原因。

藏彝走廊的藏缅语民族渊源于由西北南下的古羌人^[21]。语言学的最新研究支持了汉藏语系的“北方起源假说”^[22]。苗瑶语族的mtDNA谱系起源于南方^[23]。南亚语系诸语言分为孟高棉语族、越芒语族、蒙达语族、尼科巴语族^[24]。壮侗语族包括壮傣语支、侗水语支、黎语支^[25]。蒙古人种北亚类型主要包括阿尔泰语系蒙古语族、突厥语族、满-通古斯语族各民族, 及乌拉尔语系和古亚细亚语系各民族^[26]。本文聚类分析和主成分分析认为, 南亚语系、苗瑶语族、藏缅语族、壮侗语族各民族体重、臀围、腰围均较小, 而北亚类型民族与汉族的体重、臀围、腰围均较大。李辉等人^[27,28]基于Y染色体SNP频率数据的群体聚类分析认为, 藏缅语族、苗瑶语族、壮侗语族、南亚语系各民族聚为一类, 跟本文的研究结果一致。南方藏缅人群与苗瑶、侗台、南亚和南岛语系的人群发生过较大规模的基因交流^[29], 使得藏缅语族跟苗瑶语族、壮侗语族、南亚语系在遗传上联系紧密, 这是4大人群的体重、腹围、臀围特征接近的主要原因。北亚类型民族饮食以肉类居多, 汉族食物来源多样, 藏缅语族、苗瑶语族、壮侗语族、南亚语系多居于南方, 一般以大米为主食。饮食来源不同是北亚类型民族、汉族与其他语族族群的体重、臀围、腰围产生差异的原因之一。

3.2 关于国人超重、肥胖状况的初步分析

本文选用BMI与PBF同时对国人的超重与肥胖进行判定(表4)。根据BMI指数分型, 男性总样本量中超重占29.6%、肥胖占11.8%, 女性总样本量中超重占30.0%、肥胖占14.0%。根据体脂率分型, 在男性总样本量中肥胖率为54.0%, 女性总样本量中肥胖率为27.2%。这些数字充分说明, 国人超重与肥胖率比较高, 应该引起足够的重视。本研究组又对各年龄组的肥胖与超重率进行了分析。根据BMI指数分型, 男性在

30~69岁4个年龄组中, 超重都超过30%, 肥胖都超过了10%。女性在40~69岁3个年龄组中, 超重都超过30%, 肥胖都超过了15%。根据体脂率分型, 男性在30~79岁5个年龄组中肥胖率都超过了50%, 女性在40~79岁4个年龄组中肥胖率都超过30%, 其中男性肥胖率要远高于女性, 男性肥胖应该引起足够的重视。男女肥胖差别大跟身体激素分泌、劳作分工不同、劳动强度大小、饮食来源差异有关。

肥胖能引起诸多健康问题, 肥胖与糖尿病和高血压紧密相关, 易引发糖尿病。有研究表明, 呼吸困难与肥胖和成人体重增加独立相关^[30]。儿童肥胖与睡眠障碍之间存在密切关系^[31]。肥胖使绝经前的女性更易患心血管疾病^[32]。不良饮食习惯和缺乏运动是肥胖和癌症风险的主要决定因素^[33]。绝经后肥胖妇女罹患乳腺癌的风险增加, 乳腺癌的发病率和死亡率增加^[34]。有氧运动与减肥计划有机结合, 可改善代谢异常并降低血压^[35]。

有研究认为, BMI适于评估美国军人的肥胖状况^[36]。宇克莉等人^[37]认为, 用BAI与BMI分别判断汉族人的超重和肥胖时, 结果出现明显矛盾, 二者评价结果的一致率低于56%, 因此认为, BAI不适合大范围评估中国汉族人的肥胖状况。周密等人^[38]认为, 25岁时BMI水平越高者, 成年期增重量越小。成年期体重增长以脂肪体重为主, 主要聚集在腰部, 产生中心性肥胖, 更容易导致不良的健康影响。姜莹莹等人^[39]认为, 1990~2016年间中国高BMI导致的糖尿病死亡病例显著增加, 高BMI造成的糖尿病死亡率增幅显著。Vallée等人^[40]认为, 男女两性中, 部分人体测量学指标与颈股脉搏速度的相关性要高于BMI。

男性的腰围随年龄的变化是先上升后下降, 在40~49岁组达到峰值。女性的腰围随年龄缓慢上升, 在60~69岁组达到峰值, 之后快速下降。按腰围均值, 男性腰围 ≥ 900 mm和女性腰围 ≥ 850 mm为中心型肥胖。男性40~59岁两个年龄组处于中心型肥胖的前期。女性30~59岁、70~79岁4个年龄组都处于中心型肥胖前期, 女性60~69岁组为中心型肥胖。男性体重的变化先迅速上升, 在30~39岁达到峰值, 然后缓慢下降。女性体重变化亦是先升后降, 在40~49岁达到峰值。男女BMI值随着年龄的增大, 先增大后减小, 呈倒“U”型趋势。男女体脂率均值随着年龄的增大, 先增大后减小。根据男性体脂率 $\geq 25\%$, 女性体脂率 $\geq 35\%$ 判定标准, 我国男性肥

胖率为54.0%, 女性肥胖率为27.2%, 远高于根据BMI值判定的男性肥胖率为11.8%, 女性为14.0%。主要原因是男性体脂率 $\geq 25\%$ 、女性体脂率 $\geq 35\%$ 判定标准是根

据国外人的体质数据建立, 不适用于中国人肥胖的判定。根据本文研究, BMI适用于国人肥胖与超重的判定。

参考文献

- 1 National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. Adult Weight Is Determined (WS/T428-2013) (in Chinese). Health Industry Standard of the People's Republic of China, 2013 [中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 成人体重判定(WS/T428-2013). 中华人民共和国卫生行业标准, 2013]
- 2 Spiegelman B M, Flier J S. Obesity and the regulation of energy balance. *Cell*, 2001, 104: 531–543
- 3 Flegal K M, Carroll M D, Ogden C L, et al. Prevalence and trends in obesity among US adults, 1999–2008. *JAMA*, 2010, 303: 235–241
- 4 Flegal K M, Carroll M D, Kit B K, et al. Prevalence of obesity and trends in the distribution of body mass index among US adults, 1999–2010. *JAMA*, 2012, 307: 491–497
- 5 Nie P, Alfonso Leon A, Díaz Sánchez M E, et al. The rise in obesity in Cuba from 2001 to 2010: An analysis of National Survey on Risk Factors and Chronic Diseases data. *Econ Hum Biol*, 2018, 28: 1–13
- 6 Lennerz B, Lennerz J K. Food addiction, high-glycemic-index carbohydrates, and obesity. *Clin Chem*, 2018, 64: 64–71
- 7 Hawkins S S, Oken E, Gillman M W. Early in the life course: Time for obesity prevention. In: Halfon N, Forrest C, Lerner R, et al., eds. *Handbook of Life Course Health Development*. Cham: Springer, 2018. 169–196
- 8 Kollei I, Rustemeier M, Schroeder S, et al. Cognitive control functions in individuals with obesity with and without binge-eating disorder. *Int J Eat Disord*, 2018, 51: 233–240
- 9 van Strien T. Causes of emotional eating and matched treatment of obesity. *Curr Diab Rep*, 2018, 18: 35
- 10 Hendryx M, Chojenta C, Byles J E. Obesity risk among young Australian women: A prospective latent class analysis. *Obesity*, 2020, 28: 154–160
- 11 Cuevas A G, Chen R, Slopen N, et al. Assessing the role of health behaviors, socioeconomic status, and cumulative stress for racial/ethnic disparities in obesity. *Obesity*, 2020, 28: 161–170
- 12 Xi H J, Chen Z. *Anthropometric Methods* (in Chinese). Beijing: Science Press, 2010 [席焕久, 陈昭. 人体测量方法. 北京: 科学出版社, 2010]
- 13 Bergman R N, Stefanovski D, Buchanan T A, et al. A better index of body adiposity. *Obesity*, 2011, 19: 1083–1089
- 14 Durnin J V G A, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr*, 1974, 32: 77–97
- 15 Siri W E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In: Brozek J, Henschel A, eds. *Techniques for Measuring Body Composition*. Washington: National Research Council, 1961. 223–244
- 16 Yao M, Roberts S B, Ma G, et al. Field methods for body composition assessment are valid in healthy Chinese adults. *J Nutr*, 2002, 132: 310–317
- 17 Zhang X H, Yu K L, Jin D, et al. Lean mass and fat mass indices of the Li people in Hainan (in Chinese). *Acta Anthropol Sin*, 2018, 37: 131–137 [张兴华, 宇克利, 金丹, 等. 黎族人的瘦体与脂肪质量指数. 人类学学报, 2018, 37: 131–137]
- 18 World Health Organisation. *Physical Status: The use and interpretation of anthropometry*. Technical Report Series 854. Geneva, 1995
- 19 Lohman T G, Houtkoper L, Going S B. Body fat measurements goes high-tech. Not all are created equal. *ACSM's Health Fitness J*, 1997, 1: 30–35
- 20 Deurenberg P, Yap M, van Staveren W. Body mass index and percent body fat: a meta analysis among different ethnic groups. *Int J Obes*, 1998, 22: 1164–1171
- 21 Shi S. The review of studies on the origin of the Tibetan-Burmese ethnic group in the Tibetan-Yi corridor area (in Chinese). *Thinking*, 2008, 34: 15–19 [石硕. 藏彝走廊地区藏缅语民族起源问题研究评述. 思想战线, 2008, 34: 15–19]
- 22 Zhang M, Yan S, Pan W, et al. Phylogenetic evidence for Sino-Tibetan origin in northern China in the Late Neolithic. *Nature*, 2019, 569: 112–115
- 23 Wen B, Li H, Gao S, et al. Genetic structure of Hmong-Mien speaking populations in East Asia as revealed by mtDNA lineages. *Mol Biol Evol*, 2004, 22: 725–734
- 24 Bauer R S, Wu L. A summarized account of China's Mon-Khmer languages and the Austroasiatic language family (in Chinese). *J World Peoples Stud*, 2004, 6: 77–78 [包睿舜, 吴兰. 《中国孟高棉语族语言与南亚语系》评介. 世界民族, 2004, 6: 77–78]

- 25 Wang Y. On similarities and differences of the 3 branches of the Zhuang-Dong language family (in Chinese). *J Hunan Tax Coll*, 2002, 15: 41–44 [王瑛. 论壮侗语族三个语支的异同. 湖南税务高等专科学校学报, 2002, 15: 41–44]
- 26 Chen Y L. *Ethnic Dictionary* (in Chinese). Shanghai: Shanghai Dictionary Publishing House, 1987 [陈永龄. 民族词典. 上海: 上海辞书出版社, 1987]
- 27 Li H. On dividing of Baiyue people's hereditary frame (in Chinese). *Cuangxi Ethn Stud*, 2002, 4: 26–31 [李辉. 百越遗传结构的一元二分迹象. 广西民族研究, 2002, 4: 26–31]
- 28 Li H, Jin L. *Y Chromosome and the Evolution of East Asian Ethnic Groups* (in Chinese). Shanghai: Shanghai Scientific and Technical Publishers, 2015 [李辉, 金力. Y染色体与东亚族群演化. 上海: 上海科学技术出版社, 2015]
- 29 Xie X H. From the genetic structure of Y chromosome to see the origin of Tibetan-Burmese population (in Chinese). Dissertation for Master's Degree. Shanghai: Fudan University, 2004 [谢选华. 从Y染色体遗传结构看藏缅语族人群的起源. 硕士学位论文. 上海: 复旦大学, 2004]
- 30 Ekström M P, Blomberg A, Bergström G, et al. The association of body mass index, weight gain and central obesity with activity-related breathlessness: the Swedish cardiopulmonary bioimage study. *Thorax*, 2019, 74: 958–964
- 31 Ye X H, Chen H, Kang X G, et al. Association between obesity and sleep disorders among children in Lanzhou, China. *Chin J Contemp Pediatr*, 2019, 21: 987–991
- 32 Faulkner J L, Kennard S, Huby A C, et al. Progesterone predisposes females to obesity-associated leptin-mediated endothelial dysfunction via upregulating endothelial MR (mineralocorticoid receptor) expression. *Hypertension*, 2019, 74: 678–686
- 33 Scazzocchio B, Vari R, Silenzi A, et al. Dietary habits affect fatty acid composition of visceral adipose tissue in subjects with colorectal cancer or obesity. *Eur J Nutr*, 2020, 59: 1463–1472
- 34 Miles R C, Lehman C D, Mercaldo S F, et al. Obesity and breast cancer screening: Cross-sectional survey results from the behavioral risk factor surveillance system. *Cancer*, 2019, 125: 4158–4163
- 35 Sowers J R. Obesity and cardiovascular disease. *Clin Chem*, 1998, 44: 1821–1825
- 36 Shams-White M M, Chui K, Deuster P A, et al. Comparison of anthropometric measures in US military personnel in the classification of overweight and obesity. *Obesity*, 2020, 28: 362–370
- 37 Yu K L, Li S, Zheng L B, et al. Feasibility research of BAI in evaluating adult obesity in Chinese rural Han nationality (in Chinese). *J Tianjin Norm Univ (Nat Sci Ed)*, 2019, 39: 70–75 [宇克莉, 李珊, 郑连斌, 等. BAI对于中国乡村汉族成人肥胖评价的适用性研究. 天津师范大学学报(自然科学版), 2019, 39: 70–75]
- 38 Zhou M, Zhu N B, Yu C Q, et al. Analysis on adulthood weight change in adults in China (in Chinese). *Chin J Epidemiol*, 2019, 40: 510–514 [周密, 祝楠波, 余灿清, 等. 中国人群成年期体重变化现状分析. 中华流行病学杂志, 2019, 40: 510–514]
- 39 Jiang Y Y, Liu M, Ji N, et al. Disease burden of diabetes attributable to high body mass index in China, 1990–2016 (in Chinese). *Chin J Epidemiol*, 2019, 40: 46–51 [姜莹莹, 刘敏, 吉宁, 等. 1990–2016年中国高BMI导致的糖尿病疾病负担研究. 中华流行病学杂志, 2019, 40: 46–51]
- 40 Vallée A, Olié V, Lelong H, et al. Relationship between BMI and aortic stiffness. *J Hypertens*, 2020, 38: 249–256

Overweight and obese Chinese adults between the ages of 18 and 97: analysis of anthropometric data derived from 63,449 adults from 2002 to 2019

ZHANG XingHua¹, YU KeLi¹, LI YongLan^{2,3}, ZHENG LianBin¹ & BAO JinPing⁴

1 Tianjin Key Laboratory of Animal and Plant Resistance, College of Life Sciences, Tianjin Normal University, Tianjin 300387, China;

2 College of Life Science and Technology, Inner Mongolia Normal University, Hohhot 010022, China;

3 College of Ethnology and Anthropology, Inner Mongolia Normal University, Hohhot 010022, China;

4 Institute of Sports Science, Tianjin Normal University, Tianjin 300387, China

A major public health concern is the number of individuals that are overweight or obese. A variety of physical indices of 63,449 adults from 115 ethnic groups were investigated from 2002 to 2019. The conditions associated with being overweight or obese were evaluated in the Chinese population using BMI and PBF. Our data revealed that weight, stature, waist circumference, upper arm circumference, body density, LM, and LMI were all greater in males than those in females. In females, thigh circumference, BMI, BAI, body fat rate, FM, and FMI were all greater when compared with those of males. According to the BMI index classification, 29.6% of males were overweight and 11.8% of males were obese, while 30.0% of females were overweight and 14.0% of females were obese. Based on the classification of the body fat percentage, the obesity rate was 54.0% in the total sample of males and 27.2% in the total sample of females. According to the mean of waist circumference, males aged 40 to 59 and females aged 30 to 59 or 70 to 90 were in the early stages of central obesity, whereas females in the 60- to 69-year-old age group had central obesity. Cluster analysis and principal component analysis suggested that Austroasiatic language ethnic groups, Hmong-Mien language ethnic groups, Tibeto-Burman language ethnic groups, and Kam-tai language groups cluster together. These groups all have relatively small values for weight and hip and waist circumferences. However, individuals from North Asian ethnic groups and Han had greater values for weight and hip and waist circumferences. According to BMI, people from the Tibeto-Burman ethnic groups, Kam-tai ethnic groups, Hmong-Mien ethnic groups, Austroasiatic ethnic groups, and the Han ethnic group were categorized as normal, whereas those from North Asian ethnic groups were considered overweight. In addition, the mean of waist circumference demonstrated that both Han males and females exhibited early stages of central obesity, while those from North Asia had central obesity. Therefore, we determined that BMI is a more reliable and suitable measure for the assessment of overweight and obese individuals in the Chinese population.

overweight, obesity, BMI, body fat rate, waist circumference

doi: [10.1360/SSV-2020-0097](https://doi.org/10.1360/SSV-2020-0097)