

黎族人的瘦体与脂肪质量指数

张兴华¹, 宇克莉¹, 金丹¹, 李咏兰², 包金萍³, 郑连斌^{1*}

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. 天津师范大学体育科学学院, 天津市动植物抗性重点实验室, 天津, 300387

摘要: 2014 年 11 月在海南省五指山市 5 个黎族村寨测量了 607 例(男为 308 例, 女为 299 例)黎族人体质量、身高等 6 项成分指标值, 计算了黎族人的体脂率(P_{bf})、瘦体质量(m_l)、脂肪质量(m_f)、瘦体质量指数(I_{lm})、脂肪质量指数(I_{fm})。研究发现, 女性体脂率、脂肪质量、脂肪质量指数都明显大于男性, 瘦体质量、瘦体质量指数均明显小于男性。随年龄增长, 黎族人身高、瘦体质量逐渐减小, 体脂率、脂肪质量、脂肪质量指数逐渐增大。受试者特征曲线显示身体质量指数、脂肪质量指数都可以适宜评价黎族人的体脂率, 而且脂肪质量指数对体脂率的估算准确性比身体质量指数更高。这也提示脂肪质量指数是比身体质量指数评价肥胖更好的指标。

关键词: 体脂率; 肌肉量; 瘦体质量指数; 脂肪质量指数; 黎族

中图法分类号: Q983; 文献标识码: A; 文章编号: 1000-3193(2018)01-0131-07

Lean mass and fat mass indices of the Li people in Hainan

ZHANG Xinghua¹, YU Keli¹, JIN Dan¹, LI Yonglan², BAO Jinping³, ZHENG Lianbin^{1*}

1. College of Life Sciences, Tianjin Normal University, Tianjin Key Laboratory of Animal and Plant Resistance, Tianjin, 300387; 2. College of Life Sciences and Technology, Inner Mongolia Normal University, Huhhot 010022; 3. Institute of Sports Science, Tianjin Normal University, Tianjin Key Laboratory of Animal and Plant Resistance, Tianjin, 300387

Abstract: Stature, body mass and four other body composition index values of 607 Li adults (308 males and 299 females) were measured in five villages of Wuzhishan City, Hainan Province. The percent body fat (P_{bf}), lean mass (m_l), fat mass (m_f), lean mass index (I_{lm}) and fat mass index (I_{fm}) were calculated in November 2014. The study finds that P_{bf} , m_f and I_{fm} of females are higher than those of males, while m_l and I_{lm} values are the opposite. As age increases, stature and m_l of the Li decreases gradually, and P_{bf} , m_f and I_{fm} increase gradually. The characteristic curve of the sample indicates that both I_{lm} and I_{fm} can predict P_{bf} of the Li, and accuracy of the I_{fm} is much higher than

收稿日期: 2015-11-10; 定稿日期: 2016-03-31

基金项目: 国家自然科学基金项目资助 (31401022); 国家自然科学基金项目资助 (31271283)

作者简介: 张兴华 (1981-), 男, 实验师, 山东潍坊人, 主要从事体质人类学研究。E-mail: zxhwf1981@126.com

通讯作者: 郑连斌 (1948-), 男, 教授。E-mail: zhenglianbin@sina.com

Citation: Zhang XH, Yu KL, Jin D, et al. Lean mass and fat mass indices of the Li people in Hainan[J]. Acta Anthropologica Sinica, 2018, 37(1): 131-137

accuracy of I_{bm} in estimating P_{bf} . It also indicates that I_{fm} is a better index than I_{bm} in evaluating fatness.

Key words: Percent body fat; Lean mass; Lean mass index; Fat mass index; Li

目前在国际上普遍采用体质量和身高计算得到的身体质量指数 (BMI, 即 I_{bm}) 判断成人的全身性肥胖的指标^[1]。考虑到体质量中包含脂肪质量 (fat mass, m_f)、瘦体质量 (lean mass, m_l) 两部分。脂肪质量、瘦体质量的变化, 都会影响体质量值。所以用 I_{bm} 来判定肥胖存在一定的局限性^[2-4]。

2002 年 Schutz 等^[5] 提出, 将 I_{bm} 分解为瘦体质量指数 (Lean mass index, LMI) 和脂肪质量指数 (Fat mass index, FMI), 来更精准地研究人体肥胖问题。 $I_{bm}=I_{fm}+I_{lm}$ (I_{fm} : 脂肪质量指数; I_{lm} : 瘦体质量指数)。用脂肪质量指数来研究肥胖可能是更好地思路。因此, 有必要对个人和人群正确评价体内脂肪质量指数^[6-10]。

黎族人口约 146 万, 其中海南省约为 126 万 (2010 年全国人口普查资料)。黎族属于汉藏语系壮侗语族族群^[11]。黎族主要聚居于海岛上, 生活在热带环境中, 这是黎族有别于中国其他少数民族的显著特点。处于相对原生态环境中的黎族 I_{fm} 、 I_{lm} 情况如何, 尚未见研究报道。本文就此问题进行了探讨。

1 研究对象和方法

2014 年 11 月在海南省五指山市测量了黎族 607 例 (男性 308 例, 女性 299 例) 的身高 (H)、体质量 (m)、肱三头肌皮褶厚度 (T_{ts})、肱二头肌皮褶厚度 (T_{bs})、肩胛下皮褶厚度 (T_{sbs})、髂嵴上皮褶厚度 (T_{ss})。

采用上述 4 项皮褶厚度值 (mm), 按照 Durnin and Womersley 方法^[12] 计算体密度 $d(10^3\text{kg}/\text{m}^3)$, 男性: $d=1.1765-0.0744\times\log T$; 女性: $d=1.1567-0.0717\times\log T$, $T=T_{ts}+T_{bs}+T_{sbs}+T_{ss}$ 。由体密度计算体脂率 (P_{bf}): $P_{bf}=(495/d)-450$, 根据体脂率、体质量计算脂肪质量 (m_f) 和瘦体质量 (m_l): $m_f=m P_{bf}$; $m_l=m-m_f$ 。根据 m_f , m_l 和身高计算 $I_{fm}(\text{kg}/\text{m}^2)$ 、 $I_{lm}(\text{kg}/\text{m}^2)$: $I_{fm}=m_f/H^2$; $I_{lm}=m_l/H^2$; $I_{bm}=m/H^2$ 。

按照《人体测量方法》^[13] 测量各项指标。使用人体测高仪测量身高 (精确到 1mm), 使用经过校准的电子体质量计测量体质量 (精确到 0.1kg), 使用皮褶厚度计 (精确到 0.5mm) 测量皮褶厚度。测量时遵循知情同意、随机取样的原则, 执行关于人体测量的质量控制规定。被测量者为世居当地 3 代以上的黎族人。

调查数据采用 Excel 2003、SPSS17.0 软件统计处理。将被测量者分为 20s 岁组、30s 岁组、40s 岁组、50s 岁组、60s 岁组 5 个年龄组, 5 个年龄组男性样本量依次为 64 例、60 例、62 例、60 例、62 例, 女性依次为 60 例、60 例、62 例、60 例、57 例。对年龄组间的指标、指数均数进行回归分析, 对性别间指标、指数均数进行 t 检验, 以 $P<0.05$ 作为判断年龄组间差异、回归系数、 t 值是否具有统计学意义的界限。

2 结果

黎族男性身高、体质量、 P_{br} 、 m_f 、 m_l 、 I_{lm} 、 I_{fm} 的均值见表 1、女性均值见表 2, 黎族男女性 I_{fm} 值的分布见表 3、表 4, ROC 曲线下的面积见表 5, I_{bm} 与 I_{fm} 的 ROC 曲线见图 1。

线性回归分析结果显示, 身高、 P_{br} 、 m_f 、 m_l 、 I_{lm} 、 I_{fm} 与年龄呈线性变化关系 ($P<0.01$)。随年龄增长, 黎族男性 m_l 、 I_{lm} 逐渐减小, P_{br} 、 m_f 、 I_{fm} 逐渐增大。

以平均值而言, 一般情况下, 人体的脂肪质量与瘦体质量保持一定的比例关系, 这是可以用 I_{bm} 来评价一般人群肥胖的原因。但一些特殊人群, 如运动员、演员、一些特殊疾病患者, 由于他们脂肪质量与瘦体质量的比例关系明显偏离一般人群, 就不适合采用 I_{bm} 来评价超重、肥胖了, 这时我们可用 I_{fm} 来初步探讨肥胖问题。

线性回归分析结果显示, 身高、 P_{br} 、 m_f 、 m_l 、 I_{lm} 、 I_{fm} 与年龄呈线性变化关系 ($P<0.01$)。随年龄增长, 黎族女性身高、 m_l 逐渐减小, P_{br} 、 m_f 、 I_{fm} 逐渐增大。

女性体质量、身高都明显小于男性, 体脂率、脂肪质量、脂肪质量指数都明显大于男性 ($P<0.01$), 瘦体质量、瘦体质量指数均明显小于男性 ($P<0.01$)。

表 1 黎族男性各年龄组身高、体质量、 P_{br} 、 m_f 、 m_l 、 I_{lm} 、 I_{fm} 的均数
Tab.1 Means of H , m , P_{br} , m_f , m_l , I_{lm} and I_{fm} of Li men in each age group

指标 Index	20s 岁组	30s 岁组	40s 岁组	50s 岁组	60s 岁组	合计 Total	回归分析 RA	
	Group 20s	Group 30s	Group 40s	Group 50s	Group 60s		F	P
体质量 m (kg)	60.4±10.5	62.3±9.9	59.2±8.7	63.0±9.9	57.8±10.2	60.5±10.0	2.611	0.107
身高 H (mm)	1669.0±57.9	1662.8±51.3	1633.2±58.6	1647.2±58.3	1599.5±55.9	1642.4±61.4	50.602	0.000
P_{br}	13.3±4.6	16.6±4.3	18.6±4.1	20.9±5.8	20.5±4.6	17.9±5.5	82.174	0.000
m_f (kg)	8.4±4.4	10.6±4.4	11.3±3.9	13.6±5.5	12.2±4.4	11.2±4.9	26.125	0.000
m_l (kg)	52.0±7.1	51.7±6.3	47.9±5.3	49.4±5.5	45.6±6.4	49.3±6.6	41.584	0.000
I_{lm} (kg/m ²)	3.0±1.5	3.9±1.6	4.2±1.5	5.0±2.0	4.7±1.6	4.1±1.8	39.728	0.000
I_{fm} (kg/m ²)	18.6±2.0	18.7±2.1	18.0±1.9	18.2±1.7	17.8±2.0	18.2±2.0	9.47	0.002

表 2 黎族女性各年龄组身高、体质量、 P_{br} 、 m_f 、 m_l 、 I_{lm} 、 I_{fm} 的均数
Tab.2 Means of H , m , P_{br} , m_f , m_l , I_{lm} and I_{fm} of Li women in each age group

指标 index	20s 岁组	30s 岁组	40s 岁组	50s 岁组	60s 岁组	合计 Total	回归分析 RA		t -test t
	Group 20s	Group 30s	Group 40s	Group 50s	Group 60s		F	P	
体质量 (kg)	48.8±8.5	53.7±8.8	56.1±8.1	55.9±10.4	49.7±8.3	52.9±9.3	0.52	0.471	9.703**
身高 (mm)	1552.9±58.2	1545.4±42.3	1543.4±53.4	1524.8±53	1481.7±63.2	1530.2±59.6	65.68	0.000	22.810**
P_{br}	23.6±4.0	26.5±4.4	30.7±3.5	31.5±3.9	30.4±4.2	28.4±5.4	109.71	0.000	-24.892**
m_f (kg)	11.8±4.0	14.5±4.5	17.4±4.1	17.9±5.1	15.3±4.3	15.4±4.9	26.391	0.000	-10.649**
m_l (kg)	37.1±5.0	39.2±4.7	38.6±4.4	38.0±5.7	34.4±4.7	37.5±5.1	11.963	0.001	24.594**
I_{lm} (kg/m ²)	4.9±1.6	6.1±1.8	7.3±1.6	7.7±2.0	7.0±1.9	6.6±2.0	56.045	0.000	-15.653**
I_{fm} (kg/m ²)	15.4±1.8	16.4±1.7	16.2±1.5	16.3±2.0	15.6±1.8	16.0±1.8	0.554	0.475	14.832**

t 检验: 性别间 t 检验: **: $P<0.01$;

表 3 黎族男性 I_{fm} 值的分布
Tab.3 Distribution of Li males I_{fm}

I_{fm} (kg/m ²)	20s 岁组 Group 20s		30s 岁组 Group 30s		40s 岁组 Group 40s		50s 岁组 Group 50s		60s 岁组 Group 60s		合计 Total	
	人数 n	出现率 %	人数 n	出现率 %	人数 n	出现率 %	人数 n	出现率 %	人数 n	出现率 %	人数 n	出现率 %
第 1 种分级 Type I												
<2.00	17	26.6	3	5.0	1	1.6	1	1.7	2	3.2	24	7.8
2.00~2.99	23	35.9	18	30.0	9	14.5	7	11.7	7	11.3	64	20.8
3.00~3.99	11	17.2	16	26.7	20	32.3	13	21.7	10	16.1	70	22.7
4.00~4.99	6	9.4	13	21.7	19	30.6	11	18.3	15	24.2	64	20.8
5.00~5.99	4	6.3	4	6.7	4	6.5	13	21.7	16	25.8	41	13.3
6.00~6.99	2	3.1	3	5.0	5	8.1	5	8.3	9	14.5	24	7.8
7.00~7.99	0	0.0	2	3.3	3	4.8	6	10.0	0	0.0	11	3.6
> 8.00	1	1.6	1	1.7	1	1.6	4	6.7	3	4.8	10	3.2
第 2 种分级 Type II												
<2.00	17	26.6	3	5.0	1	1.6	1	1.7	2	3.2	24	7.8
2.00~4.99	40	62.5	47	78.3	48	77.4	31	51.7	32	51.6	198	64.3
5.00~6.99	6	9.4	7	11.7	9	14.5	18	30.0	25	40.3	65	21.1
≥7.00	1	1.6	3	5.0	4	6.5	10	16.7	3	4.8	21	6.8

表 4 黎族女性 I_{fm} 值的分布
Tab.4 Distribution of Li females I_{fm}

I_{fm} (kg/m ²)	20s 岁组 Group 20s		30s 岁组 Group 30s		40s 岁组 Group 40s		50s 岁组 Group 50s		60s 岁组 Group 60s		合计 Total	
	人数 n	出现率 %	人数 n	出现率 %	人数 n	出现率 %	人数 n	出现率 %	人数 n	出现率 %	人数 n	出现率 %
第 1 种分级 Type I												
<3.00	1	1.7	2	3.3	0	0.0	2	3.3	0	0.0	5	1.7
3.00~3.99	18	30.0	6	10.0	2	3.2	0	0.0	2	3.5	28	9.4
4.00~4.99	19	31.7	10	16.7	2	3.2	1	1.7	6	10.5	38	12.7
5.00~5.99	11	18.3	13	21.7	6	9.7	7	11.7	9	15.8	46	15.4
6.00~6.99	4	6.7	10	16.7	18	29.0	15	25.0	10	17.5	57	19.1
7.00~7.99	4	6.7	13	21.7	15	24.2	14	23.3	15	26.3	61	20.4
8.00~8.99	1	1.7	4	6.7	9	14.5	5	8.3	7	12.3	26	8.7
9.00~9.99	2	3.3	0	0.0	8	12.9	11	18.3	3	5.3	24	8
>10.00	0	0.0	2	3.3	2	3.2	5	8.3	5	8.8	14	4.7
第 2 种分级 Type I												
<3.49	13	21.7	5	8.3	0	0.0	2	3.3	0	0.0	20	6.7
3.50~7.49	43	71.7	44	73.3	32	51.6	25	41.7	38	66.7	182	60.9
7.50~9.99	4	6.7	9	15.0	28	45.2	28	46.7	14	24.6	83	27.8
≥10.00	0	0.0	2	3.3	2	3.2	5	8.3	5	8.8	14	4.7

我们按照 $I_{fm} < 2.00$, $2.00 \leq I_{fm} < 5.00$, $5.00 \leq I_{fm} < 7.00$, $I_{fm} \geq 7.00$ 分成 4 个级别（第 2 种分级）。5 个年龄组中， $I_{fm} < 2.00$ 的出现率以 20s 岁组最高，40s 岁组、50s 岁组很低；5 个年龄组 $2.00 \leq I_{fm} < 5.00$ 的出现率都超过 50%，仍以 30s 岁组最高； $5.00 \leq I_{fm} < 7.00$ 的出现率以 60s 岁组最高； $I_{fm} \geq 7.00$ 的出现率以 40s 岁组最高，其他 4 个组很低。

我们按照 $I_{fm} < 3.50 \text{ kg/m}^2$, $3.50 \text{ kg/m}^2 \leq I_{fm} < 7.50 \text{ kg/m}^2$, $7.50 \text{ kg/m}^2 \leq I_{fm} < 10.00 \text{ kg/m}^2$, $I_{fm} \geq 10.00 \text{ kg/m}^2$ 分成 4 个级别（第 2 种分级）。5 个年龄组中， $I_{fm} < 3.50 \text{ kg/m}^2$ 的出现率以 20s 岁组最高，40s 岁组、60s 岁组很低；5 个年龄组 $3.50 \text{ kg/m}^2 \leq I_{fm} < 7.50 \text{ kg/m}^2$ 的出现率 20s 岁组与 30s 岁组都很高； $7.50 \text{ kg/m}^2 \leq I_{fm} < 10.00 \text{ kg/m}^2$ 的出现率以 50s 岁组最高，20s 岁组与 30s 岁组较低； $I_{fm} \geq 10.00 \text{ kg/m}^2$ 的出现率以 60s 岁组最高。

3 讨论

3.1 黎族 m_f , m_l 等指标的年龄变化规律

综合黎族男性、女性线性回归分析结果，随年龄增长，黎族人身高、 m_l 逐渐减小， P_{bf} , m_f , I_{fm} 逐渐增大。 m_l 的减小， m_f 的增大主要是生理性变化所致。随年龄增长，人的骨骼重量、肌肉量都在下降，躯干脂肪积累。我们用人体脂肪测量仪测量了黎族的体成分，计算了 5 个年龄组推定骨量和总肌肉量。线性回归分析表明推定骨量、总肌肉量与年龄呈明显负相关（推定骨量： $F=14.346$, $P<0.01$ ；总肌肉量： $F=28.107$, $P<0.01$ ）。相反黎族男性内脏脂肪等级、躯干脂肪率与年龄呈显著正相关。女性骨量、肌肉量、脂肪量与男性一致。

I_{fm} 随年龄增长而呈线性增大的是由于身高的下降和 m_f 的增大共同导致的。

3.2 黎族 I_{bm} 值的分布

用 I_{bm} 评价肥胖的中国成人的标准^[14]是： $I_{bm} < 18.5 \text{ kg}$ 为体质量过低， $18.5 \text{ kg/m}^2 \leq I_{bm} < 24 \text{ kg/m}^2$ 为体质量正常， $24.0 \text{ kg/m}^2 \leq I_{bm} < 28 \text{ kg/m}^2$ 为超重， $I_{bm} \geq 28 \text{ kg/m}^2$ 为肥胖。我们统计了黎族的 I_{bm} 值，按照此标准对黎族男性进行评价：体质量过低率为 9.4%，体质量正常率为 63.9%，超重率为 23.4%，肥胖率为 4.3%。如果按照 $I_{fm} < 2.00 \text{ kg/m}^2$, $2.00 \text{ kg/m}^2 \leq I_{fm} < 5.00 \text{ kg/m}^2$, $5.00 \text{ kg/m}^2 \leq I_{fm} < 7.00 \text{ kg/m}^2$, $I_{fm} \geq 7.00 \text{ kg/m}^2$ 四个级别，黎族男性合计资料的出现率分别为 7.8%, 64.3%, 21.1%, 6.8%。这 4 个级别的 I_{fm} 出现率与 I_{bm} 评价男性超重、肥胖的结果较为吻合。

按照 I_{bm} 标准对黎族女性进行评价：体质量过低率为 11.7%，体质量正常率为 53.9%，超重率为 25.6%，肥胖率为 5.8%。如果分成 $I_{fm} < 3.50 \text{ kg/m}^2$, $3.50 \text{ kg/m}^2 \leq I_{fm} < 7.50 \text{ kg/m}^2$, $7.50 \text{ kg/m}^2 \leq I_{fm} < 10.00 \text{ kg/m}^2$, $I_{fm} \geq 10.00 \text{ kg/m}^2$ 四个级别，黎族女性合计资料的出现率分别为 6.7%, 60.9%, 27.8%, 4.7%。这 4 个级别的 I_{fm} 出现率与 I_{bm} 评价女性超重、肥胖的结果较为吻合。

目前尚无用 I_{fm} 来评价超重、肥胖的标准。制定 I_{fm} 的肥胖判断标准，需要大样本的 I_{fm} 资料，还要结合被测量者中肥胖易患疾病的出现情况来谨慎决定。

3.3 I_{fm} , I_{bm} 对黎族体脂率估算的准确性评价

I_{fm} 是近些年学者才提出来的指数。目前，尚未建立用 I_{fm} 评价超重、肥胖的标准。体脂率是评价肥胖的重要指标。男性成人体脂率大于 25%、女性成人体脂率大于 35% 可作为判断肥胖的标准^[15-17]。野外工作时，如何准确地测算大样本群体的体脂率较为困难。我

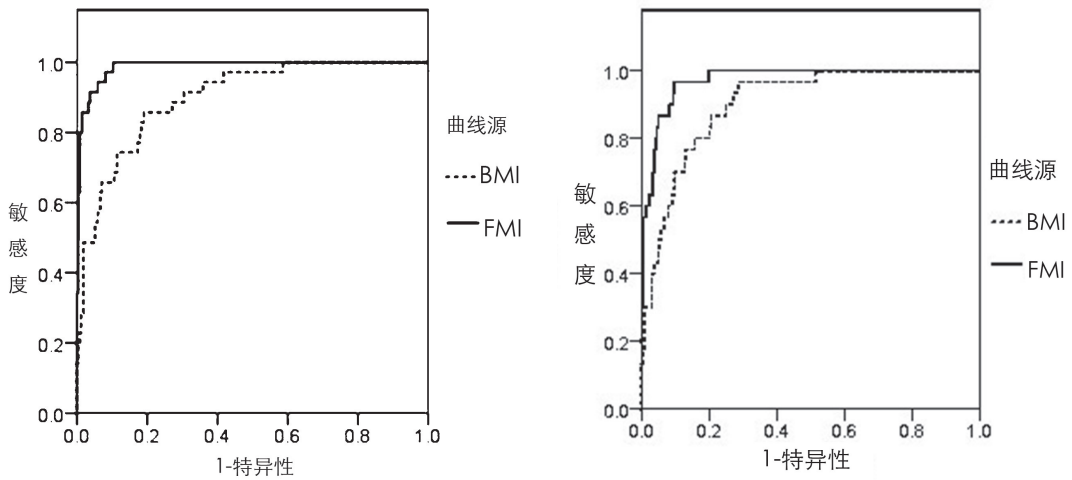


图 1 I_{bm} 与 I_{fm} 的 ROC 曲线 (a) 男性: I_{bm} 、 I_{fm} 和 P_{bf} ; (b) 女性: I_{bm} 、 I_{fm} 和 P_{bf} .
Fig.1 ROC analysis for I_{bm} and I_{fm} (a) Male: I_{bm} , I_{fm} and P_{bf} ; (b) Female: I_{bm} , I_{fm} and P_{bf}

表 5 ROC 曲线下的面积
Tab.5 The area under the ROC curve

性别 Sex	检验变量 Test Variable	面积 Area	标准误 SE	P	渐近 95% 置信空间 Asymptotic 95% Confidence Interval	
					下限 Lower Limit	上限 Upper Limit
男 male	I_{bm}	0.899	0.025	0.000	0.850	0.948
	I_{fm}	0.988	0.005	0.000	0.978	0.999
女 female	I_{bm}	0.904	0.024	0.000	0.858	0.950
	I_{fm}	0.973	0.009	0.000	0.955	0.992

们采用受试者特征曲线 (receiver operating characteristic curve, ROC 曲线)^[18] 以比较 I_{bm} 与 I_{fm} 对体脂率进行估算的准确性。

我们取体脂率在男性 > 25% 和女性 > 35% 判断为肥胖。黎族人男性 I_{bm} 曲线下的面积为 0.899, I_{fm} 曲线下的面积为 0.988; 黎族人女性 I_{bm} 曲线下的面积为 0.904, I_{fm} 曲线下的面积为 0.975。这表明 I_{bm} 、 I_{fm} 都可以适宜评价黎族人的体脂率, 而且 I_{fm} 对体脂率的估算准确性比 I_{bm} 更高。这也提示 I_{fm} 是比 I_{bm} 评价肥胖更好的指标。

黎族居于海南岛, 处于热带地区, 主食为大米。黎族源于岭南的骆越人和驻守岭南的中原人。秦始皇征服岭南后, 骆越人与当地的中原人开始融合。赵佗据岭南建立“南越国”, 南越国居民登上海南岛, 逐渐融合形成今日的黎族先民。正是因为黎族人独特的族源特点及所处的生活环境, 形成他独特的体质特点。随年龄增长, 黎族人身高、瘦体质量逐渐减小, 体脂率、脂肪质量、脂肪质量指数逐渐增大。

参考文献

- [1] Report of a WHO Consultation. Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic[S]. WHO Technical Report Series, Geneva, 2000, 894
- [2] Garn SM, Leonard WR, Hawthorne VM. Three limitations of the body mass index[J]. *Am J Clin Nutr*, 1986, 44: 996-997
- [3] Jackson AS, Stanforth PR, Gagnon J, et al. The effect of sex, age and race on estimating percentage body fat from body mass index: The Heritage Family Study[J]. *Int J Obes*, 2002 26: 789-796
- [4] Nevill AM, Stewart AD, Olds T, et al. Relationship between adiposity and body size reveals limitations of BMI [J]. *Am J Phys Anthropol*, 2006, 129: 151-156
- [5] Schutz Y, Kyle UUG, Pichard C. Fat-free mass index and fat mass index percentiles in Caucasians aged 18-98 years [J]. *International Journal of Obesity*, 2002, 26, 953-960
- [6] Stein CJ, Colditz GA. The epidemic of obesity[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2004, 89: 522-525
- [7] Guerrero AD, Mao C, Fuller B, et al. Racial and ethnic disparities in early childhood obesity: Growth trajectories in body mass index[J]. *J Racial Ethn Health Disparities*, 2016, 3(1): 129-137
- [8] Pereira-da-Silva L, Dias MP, Dionísio E, et al. Fat mass index performs best in monitoring management of obesity in prepubertal children[J]. *J Pediatr (Rio J)*, 2016, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jped.2015.11.003>
- [9] Samadi M, Sadrzade-Yeganeh H, Azadbakht L, et al. Sensitivity and specificity of body mass index in determining obesity in children[J]. *J Res Med Sci*, 2013, 18(7): 537-542
- [10] Weber DR, Moore RH, Leonard MB, et al. Fat and lean BMI reference curves in children and adolescents and their utility in identifying excess adiposity compared with BMI and percentage body fat[J]. *Am J Clin Nutr*, 2013, 98(1): 49-56
- [11] 杨圣敏, 丁宏. 中国民族志 [M]. 北京: 中央民族大学出版社, 2011
- [12] Durnin JV, 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[J]. *Br J Nutr*, 1974, 32: 77-97
- [13] 席焕久, 陈昭. 人体测量方法 [M]. 北京: 科学出版社, 2010
- [14] 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 [J]. *中华流行病学杂志*, 2002, 23(1): 5-10
- [15] World Health Organization (WHO). Physical Status: The Use and Interpretation of Anthropometry[J]. Report of a WHO Consultation 1995. WHO Technical Report Series, 1995, 854, Geneva
- [16] De Lorenzo A, Deurenberg P, Pietrantuono M, et al. How fat is obese?[J]. *Acta Diabetol*, 2003, 40: 254-257
- [17] Deurenberg P, Yap M, van Staveren WA. Body mass index and percent body fat: A meta-analysis among different ethnic groups[J]. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 1998, 22: 1164-1171
- [18] López AA, Cespedes ML, Vicente T, et al. Aguilo A. Body adiposity index utilization in a Spanish Mediterranean population: Comparison with the body mass index[J]. *Plos One*, 2012, 7: e35281