论著

文章编号:1000-5404(2012)07-0632-04

男性青年体成分与军事体力作业能力相关性研究

游 嘉[1,5*],陈 卡[1*],常 辉[1],易 龙[1],糜漫天[1],朱俊东[1],周 永[1],郎和东[1],王 斌[1],张 婷[1],王 建[2],刘戟环[3],王卫平[4],张乾勇[1] (400038 重庆,第三军医大学军事预防医学院营养与食品安全研究中心,重庆市营养与食品安全重点实验室[1];400037 重庆,第三军医大学新桥医院营养科[2];510500 广州,广州军区疾病与预防控制中心[3];510500 广州,中国人民解放军75706部队卫生队[4];572528 海南 乐东,中国人民解放军91793部队卫生队[5])

[摘要] **目的** 测定不同体能战士的体成分,并探讨军事体力作业能力与体成分间的相互关系,为构建我军军事体力作业能力预测及评估模型提供依据。**方法** 选取200名青年男性战士,根据GJB1337-92规定的方法测定5 000 m跑、引体向上、立定跳远的运动成绩和最大摄氧量(VO_2max),并参照其评价标准,将受试者按体能分为差、较差、中等、良好和优秀5个组,同时利用多频生物电阻抗技术(multiple frequency bioelectrical impedance analysis,MBIA)测定各组战士的体成分,并探讨战士体成分与军事体力作业能力相关性。**结果** 随着体能的增强,机体的体脂百分比(percentage body fat,PBF)逐渐下降,肌肉百分比(percentage body muscle,PBM)逐渐增加。其中PBM与VO_2max、引体向上成绩、立定跳远成绩显著正相关($r=0.30,0.48,0.18$, $P<0.05$),与5 000 m跑耗时显著负相关($r=-0.26$,$P<0.01$);而PBF与VO_2max、引体向上成绩、立定跳远成绩显著负相关($r=-0.30,-0.47,-0.19$, $P<0.05$),与5 000 m跑时间显著正相关($r=0.25$, $P<0.05$);腰臀脂肪比(waist-hip fat ratio)与VO_2max、引体向上成绩显著负相关($r=-0.16,-0.17$,$P<0.05$)。**结论** 人体肌肉含量的增加与军事体力作业能力显著正相关,而脂肪含量的增加和腰臀脂肪比的升高与军事体力作业能力显著负相关,肌肉、体脂含量及腰臀脂肪比可作为我军军事体力作业能力预测与评估模型的重要参数因子。

[关键词] 体成分;多频生物电阻抗技术;军事体力作业能力

[中图法分类号] G804.21; R161.5; R82 [文献标志码] A

Correlation between military physical operation capacity and body compositions in young men

You Jia[1,5], Chen Ka[1], Chang Hui[1], Yi Long[1], Mi Mantian[1], Zhu Jundong[1], Zhou Yong[1], Lang Hedong[1], Wang Bin[1], Zhang Ting[1], Wang Jian[2], Liu Jihuan[3], Wang Weiping[4], Zhang Qianyong[1] ([1]Center of Nutrition and Food Hygiene, Chongqing Key Laboratory of Nutrition and Food Hygiene, College of Military Preventive Medicine, Third Military Medical University, Chongqing, 400038; [2]Department of Nutrition, Xiaqiao Hospital, Third Military Medical University, Chongqing, 400037; [3]Center for Disease Control and Prevention, Guangzhou Military Command, Guangzhou, Guangdong Province, 510500; [4]Medical Team of No. 65657 Troop, Guangzhou, Guangdong Province, 510500; [5]Medical Team of No. 91793 Troop, Ledong, Hainan Province, 572528, China)

[**Abstract**] **Objective** To provide the evidence for establishing a prediction and assessment model of military physical operation capacity by analyzing soldiers's body compositions and studying the correlation between military physical operation capacity and body compositions. **Methods** Two hundred male soldiers were enrolled in this study. Their performance of 5 000 m run, pull-ups, standing long distance jump and VO_2max was measured following the GJB1337-92 criteria. The soldiers were divided into poorest, poorer, mode-rate, good and excellent performance groups according to the criteria. Their body compositions were measured by multiple frequency bioelectrical impedance analysis (MBIA). Correlation between their military physical operation capacity and body compositions was studied. **Results** The percentage of body fat (PBF) decreased while the percentage of body muscle (PBM) increased with the increasing physical performance. The PBM was positively correlated with the VO_2max and performance of pull-ups and standing long distance jump

* 同等贡献者

[通信作者] 张乾勇,电话:(023)68752643

(r = 0.30, 0.48, 0.18, P < 0.05) and negatively with the time-consuming of 5 000 m run (r = −0.26, P < 0.01). The PBF was negatively correlated with the VO_2max and performance of pull-ups, standing long distance jump (r = −0.30, −0.47, −0.19, P < 0.05) and positively with the time-consuming of 5 000 m run (r = 0.25, P < 0.05). The waist-hip fat ratio was negatively correlated with the VO_2max and performance of pull-ups (r = −0.16, −0.17, P < 0.05). **Conclusion** The increase of the percentage of muscle is significantly positively correlated with the military physical operation capacity, while the increase of the percentage of fat and waist-hip fat ratio has negative relationship with military physical operation capacity. The PBM, PBF and waist-hip fat ratio can be used as important factors in prediction and assessment model of military physical operation capacity in China.

[**Key words**] body composition; multiple frequency bioelectrical impedance analysis; military physical operation capacity

You Jia and Chen Ka are first authors who contributed equally to the article. Corresponding author: Zhang Qianyong, Tel: 86-23-68752643

军事作业能力包括体力作业能力(体能)、脑力作业能力(智能)、武器操作能力(技能)以及人机结合效能等,其中军事体力作业能力是整体军事作业能力的基础,表现为人体各器官系统的机能在肌肉活动中显示出来的能力[1]。军事体力作业能力的预测对于有效的监测、维护和增强士兵的军事作业能力,进而最终取得军事行动的胜利,具有非常重要的实际意义。目前发达国家已研究建立了相应的军事体力作业能力预测模型,如美军空军的"武装部队专业潜能测验(ASVAB 测验)[2]"、英军提出的士兵负荷能力预测模型[3]等。这些模型都是利用简便的身体形态、体成分(body composition)构成、机能等方面指标构建军事体力作业能力预测模型,其中体成分是人从事各种活动的基础,也是军事体力作业能力的基础,在军事体力作业能力预测模型中占着非常重要的地位[4]。由于东西方种族差异,中国人体成分构成与国外相比有较大差异,直接借用外军的军事体力作业能力预测模型并不科学,因此研究我军士兵体成分与军事体力作业能力的关系十分必要。以往体成分缺乏准确的测量方法,多是通过对身体测量结果进行推算,多频生物电阻抗技术(multiple frequency bioelectrical impedance analysis, MBIA)是近年来发展起来的一门新兴技术,利用不同频率的低振幅交流电测量机体体成分构成,其原理是基于人体的主要成分(蛋白质、脂肪和无机质)的含水量不同而具有不同的电阻抗[5],其中肌肉的含水量远高于脂肪,因此机体含水量越高、导电性越好、肌肉比重越大。其可以根据身体各部分(上下肢、躯干)的电阻抗大小对体成分的构成和分布进行精确的测定,同时具有简便、快捷、无创等优点,受到国内外临床医学和生物医学工程学界的广泛重视。本研究利用先进的 MBIA 技术测定了我军 200 名青年男性战士的体成分,并通过分析不同体能战士的体成分差异,探讨体成分与军事体力作业能力间的相关性,为制定我军军事体力作业能力评估及预测模型提供依据。

1 资料与方法

1.1 对象

在某部队采用以班为单位的随机整群抽样,抽取 200 名男性战士作为研究对象,年龄(20.06 ± 1.55)岁,军龄(1.61 ± 0.86)年,身高(171.67 ± 5.03)cm,体质量(62.60 ± 7.06)kg。

1.2 方法

1.2.1 军事体力作业能力评价 参照《中华人民共和国国家军用标准》中"士兵体能的测量和评价"(GJB1337-92)的规定测定军事体力作业能力,主要包括耐力指标(5 000 m 跑)、力量指标(引体向上评价上肢力量;立定跳远评价下肢力量)和最大摄氧量(VO_2max)。其中 VO_2max 采用亚极量踏阶运动间接法测定,测量均由受过培训的专职人员完成。

1.2.2 军事体力作业能力分组标准 参照 GJB1337-92 中 VO_2max 评价标准,将受试者按体能分为 5 组。①体能差组:VO_2max < 40 ml/(kg · min);②体能较差组:VO_2 max 40 ~ 44 ml/(kg · min);③体能中等组:VO_2max 44 ~ 50 ml/(kg · min);④体能良好组:VO_2max 50 ~ 53 ml/(kg · min);⑤体能优秀组:VO_2max > 53 ml/(kg · min)。

1.2.3 体成分测定及评价 于 10:00(早餐后 3 h),受试者赤足、着体能训练迷彩服,不携带金属等干扰物品,测定前无剧烈运动并排空大小便。①用 RGZ-120 型身高体质量计进行体质量和身高测量,并计算体质指数(body mass index, BMI),BMI = 体质量/身高^2(kg/m^2)。②采用 Inbodys-720 人体体成分仪(Biospace 公司)测定人体成分,受试者仰卧,将 4 个电极相对应连于手足的固定解剖位置,测定蛋白质含量(protein content)、无机盐含量(salt content)、瘦体重(fat-free mass, FFM)、肌肉百分比(percentage body muscle, PBM)、体脂百分比(percentage body fat, PBF)、上肢含水量(arm body water)、下肢含水量(leg body water)、上臂肌围(upper arm muscle circumference, AMC)和腰臀脂肪比(waist-hip fat ratio)。测量由受过培训的专

职人员进行。

1.3 统计学分析

数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示，采用 SPSS 17.0 统计软件对实验数据进行分析，其中组间比较用单因素方差分析，体成分和军事体力作业能力间关系用 Pearson 相关性分析。

2 结果

2.1 受试战士军事体力作业能力测试结果

对200名男性战士的军事体力作业能力情况进行测评，并参照GJB1337-92分为5组。随着军事体力作业能力的增强，5 000 m跑、引体向上的运动成绩有上升趋势，其中体能优秀组明显高于体能差组（$P<0.05$），见表1。

表1 各组受试者军事体力作业能力情况（$\bar{x} \pm s$）

组别	n	VO_2max [ml/(kg·min)]	5 000 m跑 (min)	引体向上 (个)	立定跳远 (m)
体能差组	29	37.77±2.22	22.71±1.24	8.76±4.87	2.21±0.29
体能较差组	36	41.84±1.33[a]	22.07±2.93	10.14±6.39	2.28±0.29
体能中等组	72	46.86±1.76[a]	20.74±1.91[a]	12.66±7.29	2.30±0.40
体能良好组	32	51.46±0.90[a]	20.94±2.43[a]	16.57±9.68[a]	2.32±0.25
体能优秀组	31	57.13±3.17[a]	21.07±1.71[b]	17.00±7.36[b]	2.25±0.21

a：$P<0.01$，b：$P<0.05$，与体能差组比较

2.2 体成分测试结果

体能良好组和优秀组的腰臀脂肪比显著低于体能差组（$P<0.01$），而体能中等组、良好组和优秀组的AMC明显高于体能差组（$P<0.05$，$P<0.01$，$P<0.01$）。BMI随着体能的增加有减少的趋势，但各组间并未出现明显差异。同时利用MBIA法测定战士体成分构成发现，随着体能的增强，PBF逐渐减少，PBM逐渐增加，其中体能优秀组的PBF明显低于体能差组（$P<0.01$），PBM明显高于体能差组（$P<0.01$）。而蛋白质含量、无机盐含量、上肢含水量、下肢含水量在各组间未见明显差异（表2）。

2.3 体成分与军事体力作业能力指标间相关性分析

进一步分析在组间有显著差异的体成分（PBM、PBF、腰臀脂肪比）和体能指标（VO_2max）、运动成绩（5 000 m跑、引体向上、立定跳远）间的相互关系，发现肌肉含量（PBM）、体脂肪含量（PBF）、脂肪分布（腰臀脂肪比）对军事体力作业能力具有显著影响。PBM与VO_2max、引体向上成绩、立定跳远成绩显著正相关（$r=0.30, 0.48, 0.18$，$P<0.05$），与5 000 m跑耗时负相关且具有显著意义（$r=-0.26$，$P<0.01$）；PBF与VO_2max、引体向上成绩、立定跳远成绩显著负相关（$r=-0.30, -0.47, -0.19$，$P<0.05$），与5 000 m跑耗时正相关且具有显著意义（$r=0.25$，$P<0.05$）；腰臀脂肪比与VO_2max、引体向上成绩显著负相关（$r=-0.16, -0.17$，$P<0.05$）。

3 讨论

士兵的军事体力作业能力是决定军事行动成败的核心要素之一，快捷、有效的评估及预测军事体力作业能力，对于士兵选材时军人职业起始素质测评，以及指挥员根据士兵军事体力作业能力状态及时调整训练（作战）计划具有重要意义。近年来许多发达国家已经建立了相应的士兵军事体力作业能力预测模型，英国Williams等[3]通过研究身高、体质量、体成分和一次最大上提力量与搬运箱子最大能力的关系，提出了预测士兵负荷能力模型；美国Harman等[2]研究身高、体质量、仰卧起坐、俯卧撑、3 200 m跑、跳高、跳远与模拟野战作业体能的关系，构建了野战作业体能预测模型。在这些军事体力作业能力预测模型中，体成分是主要的参数指标，占有非常重要的地位。这是因为军事体力作业能力是人体各器官系统的机能在肌肉活动中显示出来的能力，仅仅依靠运动成绩并不能全面反映机体的军事体力作业能力情况。而体成分是人体活动的基础，也是军事体力作业能力产生的基础，与心肺功能密切相关[6]，很早就有研究利用体成分构成预测工人工作时的受伤概率[7]。因此，将体成分纳入军事体力作业能力的评价和预测有重要的实际意义。

以往研究体成分构成主要通过对身体测量值进行推算，如通过测量身高、体质量、上臂肌围和皮褶厚度对体成分进行粗略的评价。但是形态学指标的掺杂因素较多，遗传和肌肉、脂肪分布差异等因素都容易造成

表2 各组身体测量和MBIA法测定体成分（$\bar{x} \pm s$）

组别	n	BMI(kg/m^2)	AMC(cm)	蛋白质含量	无机盐含量	FFM(kg)	PBM(%)	PBF(%)	上肢含水量	下肢含水量	腰臀脂肪比(%)
体能差组	29	21.69±1.47	23.84±1.44	10.77±0.94	3.64±0.34	54.41±4.73	80.00±3.78	15.34±3.94	4.44±0.48	13.87±1.51	82.21±2.47
体能较差组	36	21.01±2.17	24.41±1.80	10.81±1.13	3.65±0.39	54.63±5.56	82.28±4.10[b]	12.83±4.32[a]	4.40±0.60	14.11±1.37	80.63±3.07
体能中等组	72	21.50±2.01	24.96±1.66[a]	10.94±1.10	3.66±0.42	55.17±5.58	82.11±3.36[b]	13.22±3.35[b]	4.60±0.58	14.02±1.54	81.86±2.86
体能良好组	32	20.78±1.71	24.75±1.79[b]	10.49±0.80	3.49±0.25	53.05±3.92	84.00±4.16[a]	11.21±4.31[a]	4.38±0.50	13.56±1.19	80.06±2.89[a]
体能优秀组	31	20.73±1.65	24.94±1.19[b]	10.52±0.83	3.45±0.33	52.97±4.30	84.68±3.42[a]	10.49±3.49[a]	4.39±0.46	13.58±1.19	79.84±2.46[a]

a：$P<0.01$，b：$P<0.05$，与体能差组比较

推算结果与实际情况出现偏差,如 BMI 正常者中有可能出现被掩盖的低脂肪或高脂肪者[8],同时我们不能用 BMI 指数直接判断机体的肌肉或者脂肪含量[9],这就要求我们通过更精确、全面的方法,对人体成分进行分析。MBIA 主要基于蛋白质、脂肪和无机盐等成分的含水量不同而具有不同的电阻抗来准确测定人体构成成分,可以对体成分的构成和分布有精确的测定。不过当机体运动后大量出汗或大量饮水时将影响体内水分布,用 MBIA 法测量体成分将会出现偏差,因此本研究选择在餐后 3 h 且无剧烈运动的情况下测量不同体能组战士的体成分。从研究结果可见,与传统指标 BMI、AMC 在各组间的变化相比,运用 MBIA 法测得的 PBF、PBM 及腰臀脂肪比在不同体能组间有显著差异,随着军事体力作业能力的增强,PBF、腰臀脂肪比明显减少,而 PBM 明显增加。

本研究进一步对体成分与反映力量、耐力素质的军事体力作业能力指标进行相关性分析,探讨体成分对军事体力作业能力的影响。从结果可见,体成分构成中肌肉含量(PBM)和脂肪的含量(PBF)与分布(腰臀脂肪比)对军事体力作业能力有着显著影响。①其中 PBM 越大,机体的力量、耐力和有氧代谢能力越高,而 PBF 的升高对机体的力量、耐力和有氧代谢能力会造成负面影响。这是因为肌肉是机体运动的直接动力,肌肉含量增加,肌肉越发达,收缩力增加,使各项运动素质提高[10];而脂肪不仅不直接做功,而且过多的体脂会增加身体各部分的惰性和运动时的运动负担,增加肌肉收缩过程的摩擦力[11],降低肌肉收缩的速度和爆发力,使行动的灵活性和协调性受到破坏[12]。②脂肪分布对军事体力作业能力也有较大影响。腰臀脂肪比越大,腰腹或内脏就有可能堆积更多的脂肪,脂肪呈现中心性分布,从研究结果可见,腰臀脂肪比与引体向上的成绩、最大摄氧量成负相关,体能优秀组的腰臀脂肪比明显低于体能差组。本研究表明脂肪的中心型分布对军事体力作业能力有明显负面影响。其可能原因有:①腹部皮下与腹内脂肪的增多,妨碍了隔穹隆的下移,进而影响了呼吸深度;②腹部脂肪增加,使身体负担过重,弯腰前伸的动作受到限制,同时维持人体重心的难度加大,不利于运动[13];③由于上半身脂肪细胞中 β 受体较多,便于脂肪在细胞间的运送和储存,因此中心型分布的体脂更容易对心血管功能产生不良影响[14]。

综上所述,人体成分的构成和分布对军事体力作业能力有着明显影响,其中肌肉含量的减少、脂肪的含量增加及脂肪中心型分布都将严重影响战士的体力作业能力。因此将来我们可以将上述指标作为重要的参数因子,用于我军军事体力作业能力预测与评估模型建构中。

参考文献:

[1] 张敏, 朱丽琦, 高文静. 武警不同任务部队战士体能水平比较[J]. 解放军预防医学杂志, 2010, 28(3): 180 - 182.

[2] Harman E A, Gutekunst D J, Frykman P N, *et al*. Prediction of simulated battlefield physical performance from field-expedient tests[J]. Mil Med, 2008, 173(1): 36 - 41.

[3] Williams A G, Wilkinson M. Simple anthropometric and physical performance tests to predict maximal box-lifting ability[J]. J Strength Cond Res, 2007, 21(2): 638 - 642.

[4] 糜漫天, 郭长江. 军事营养学[M]. 北京: 人民军医出版社, 2004: 412 - 428.

[5] 祁朋祥, 马祖长, 孙怡宁, 等. 一种基于生物电阻抗原理的人体成分测试装置的研制[J]. 生物医学工程研究, 2009, 28(3): 197 - 201, 209.

[6] Denton S J, Kerr C J, Savory L A, *et al*. Physical activity levels and body composition: Significant predictors of cardiorespiratory fitness in 10-14 year old schoolchildren[J]. Obes Rev, 2011, 12 (Suppl 1): 189.

[7] Craig B N, Congleton J J, Kerk C J, *et al*. Correlation of injury occurrence data with estimated maximal aerobic capacity and body composition in a high-frequency manual materials handling task[J]. Am Ind Hyg Assoc J, 1998, 59(1): 25 - 33.

[8] 高春刚, 宋淑华, 韩雨梅. BF% 和 BMI 法对体育专业男大学生营养状况评价的效度研究[J]. 搏击: 武术科学, 2011, 8(1): 112 - 114.

[9] Garrido-Chamorro R P, Sirvent-Belando J E, Gonzalez-Lorenzo M, *et al*. Correlation between body mass index and body composition in elite athletes[J]. J Sports Med Phys Fitness, 2009, 49(3): 278 - 284.

[10] 张伟, 叶明翔, 张帅, 等. 军事体能训练对学员身体成分的影响[J]. 西南军医, 2011, 13(1): 28 - 30.

[11] 林慧明. 普通大学生运动员与二级运动员的体成分比较研究--以山西高校为例[J]. 搏击: 体育论坛, 2011, 3(4): 82 - 83.

[12] Sporis G, Jukic I, Bok D, *et al*. Impact of body composition on performance in fitness tests among personnel of the Croatian navy[J]. Coll Antropol, 2011, 35(2): 335 - 339.

[13] 吴秀琴, 周晓东, 葛林伟, 等. 体脂分布类型与身体机能、素质的关系: 福建省 3 个城市 7614 人调查[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2008, 12(33): 6550 - 6553.

[14] 孙飙, 姜文凯, 汤强, 等. 成人腰臀比与某些形态、机能和素质间的相关分析[J]. 体育与科学, 2002, 23(6): 56 - 58, 63.

(**收稿**:2011-11-23;**修回**:2011-12-15)

(编辑 吴培红)