

不同项目运动员身体成分与机能的关系

蔡广, 沈勋章, 许汪宇, 梁佩珍
(上海体育科学研究所, 上海 200030)

摘 要: 以上海市二线运动员为研究对象, 探讨不同项目运动员身体成分与运动机能的关系, 以期今后运动员选材和运动训练提供科学依据。对上海市短跑、自行车、击剑 3 项目的 117 名二线运动员(男 60 名, 女 57 名)进行身体成分、无氧能力和有氧能力测试。结果发现: 3 项目男女运动员体重、肌肉、蛋白质与无氧能力指标基本都存在中度或高度的相关关系, 男女运动员肌肉、蛋白质总量, 体重与血乳酸都呈低度相关关系; 肌肉、蛋白质、体重与绝对摄氧量都有高度的相关关系, 而与相对摄氧量都只存在低度或负相关关系; 3 项目体脂与无氧能力有关指标和有氧能力相关低且呈负相关趋势。说明各种身体成分与身体机能有密切关系, 但由于不同项目特点不一样, 因此其相关关系也有明显的差别。

关 键 词: 运动生理学; 身体成分; 运动机能

中图分类号: G804.2 文献标识码: A 文章编号: 1006-7116(2010)01-0096-05

Relations between physical components and capacities of athletes of different events

CAI Guang, SHEN Xun-zhang, XU Wang-yu, LIANG Pei-zhen
(Shanghai Research Institute of Sports Science, Shanghai 200030, China)

Abstract: Basing their research subject on second string athletes in Shanghai, the authors probed into the relations between physical components and sports capacities of athletes of different events, hoping to provide a scientific criterion for athlete selection and sports training in the future. The authors performed physical component and aerobic and anaerobic capacity tests on 117 second string athletes (60 males and 57 females) of such three events as sprinting, bicycle racing and fencing, and revealed the following findings: basically there is a medium or high degree correlation between the body weight, muscle, protein and anaerobic capacity index of male and female athletes of the three events; there is a low degree correlation between the athlete's total muscle and protein weight, body weight, and blood lactic acid; there is a low degree negative correlation between the body fat and anaerobic capacity related indexes of the athletes of the three events. The said findings indicate that various physical components have a close relation with physical capacities; however, since different events have different characteristics, their correlations are significantly different.

Key words: sports physiology; physical component; sports capacity

身体成分是个体健康和身体素质的一个关键组成部分, 有许多研究显示运动员的身体成分与运动能力密切相关。一些研究人员在对各种项目的高水平运动员测试中发现, 其身体成分比例都有一定的特征^[1-3]。在本研究中将以上海市二线运动员为研究对象, 以不同项目分类, 对不同项目的运动员身体成分与运动能

力的相关关系进行研究, 以期今后运动员的选材或者教练员的训练提供参考。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

研究对象为上海市二线运动员, 训练项目分别为:

收稿日期: 2009-07-19

基金项目: 上海市体育局资助-腾飞计划(06TF022)。

作者简介: 蔡广(1978-), 男, 助理研究员, 硕士, 研究方向: 运动员选材。

速度性项目(短跑)、耐力性项目(公路自行车)、技巧类项目: (击剑)。训练年限 3~5 年, 研究对象基本情况见表 1。

表 1 各项目男女运动员基本特征 ($\bar{x} \pm s$)

性别	项目	人数	骨龄/岁	身高/cm	体重/kg
男	自行车	20	17.6±0.50	176.8±5.43	72.1±8.60
	短跑	22	17.1±1.19	181.1±5.27	66.3±7.16
	击剑	18	17.2±0.73	186.8±4.89	75.3±7.53
女	自行车	15	16.3±1.22	166.8±3.46	57.3±5.58
	短跑	18	16.5±0.80	166.8±5.31	54.3±5.50
	击剑	24	16.9±0.62	173.2±5.37	61.7±4.64

1.2 研究方法

1) 身体形态和身体成分测试。

身体形态测试主要包括身高、体重等。身体成分主要采用韩国 Biospace 公司生产的 InBody3.0 生物电阻抗身体成分测试仪, 测试指标有: 肌肉重量(kg)、体脂百分比、体脂重量(kg)、祛脂体重(kg)、蛋白质含量等。

2) 有氧能力测试(间接测试方法)。

测试仪器: Monark839-E 功率自行车, 遥测心率表 Polar S-610。

测试方法: 受试运动员在功率自行车连续蹬踏。以规定的运动负荷进行递增运动, 起始功率为 80 W, 然后每 3 min 以 40 W 的功率递增, 当受试者心率超过 120 次/min 水平以后每阶段负荷递增 20 W, 运动时间 3 min。当运动负荷使运动员心率达到 170 次/min 左右便停止运动, 同时要求测试每个阶段最后 15 s 的心率变化相差不超过 5~6 次, 如果两平均心率相差超过 5~6 次, 那么必须保持同样的负荷继续运动, 直到最后 15 s 的心率变化相差不超过 5~6 次。记录指标: 记录每个阶段的功率及其对应最后 15 s 稳定的心率。

最大摄氧量计算: 在计算最大摄氧量之前, 首先要推算出机体所能输出的最大功率, 其方法是选择两个阶段的心率(要求这两个阶段的心率在 120~170 次/min), 以及这两阶段运动心率所对应的功率, 还有根据年龄预测的最大心率(220-年龄), 然后依据这 3 个变量, 通过画图法或者预测公式推算出最大功率, 最后由下面的公式求最大摄氧量^[4]。

VO_{2max} (单位: $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)=(预测的最大功率/体重) $\times 10.8+7$ 。

3) 无氧能力测试。

测试仪器: Monark839-E 功率自行车, 遥测心率表 Polar S-610, YSI-1500 型血乳酸分析仪。

测试方法: 受试运动员在功率自行车上全力蹬踏, 以最快的速度 and 最大的做功能力蹬踏全力冲刺, 速度类、技巧类项目进行 15 s 冲刺, 耐力类项目进行 30 s 冲刺, 阻力系数设置为男子体重乘以 0.80, 女子体重乘以 0.75, 15 s 冲刺血乳酸取点分别为运动后 2、4、6 min, 30 s 冲刺血乳酸取点分别为运动后 4、6、8 min。

测试指标: 最大功率(P_{max} , W)、最小功率(P_{min} , W)、平均功率(\bar{P} , W)、血乳酸浓度(α 血乳酸), $mmol \cdot L^{-1}$)。

4) 数据统计。

所有的数据用 SAS6.12 统计软件进行处理, 两变量之间关系采用 Pearson 相关分析。

2 研究结果与分析

2.1 男子运动员身体成分与无氧能力和有氧能力关系

表 2 是不同项目男子运动员身体成分与身体机能相关关系统计情况, 从表中可见 3 项目运动员体重、肌肉、蛋白质总量与最大功率、最低功率、平均功率、都存在中度到高度的相关关系; 与血乳酸关系, 除短跑项目中体重与血乳酸存在中度相关, 其它都是低相关或者负相关, 且相关不具有显著性。在自行车、击剑项目中, 体重、肌肉、蛋白质与绝对最大摄氧量也呈中度到高度相关关系, 而与相对最大摄氧量仅存在低度或负低度相关关系, 且相关不具有显著性。在自行车项目中, 脂肪与最大功率、平均功率、血乳酸呈中度或低度相关, 相关具有显著性, 而与最低功率、最大摄氧量相对值和绝对值也存在低度相关, 但不具有显著性; 在击剑项目中, 脂肪与最大功率、最低功率、平均功率、血乳酸、最大摄氧量相对值和绝对值只存在低度相关或者负相关, 相关不具有显著性; 在短跑项目中, 脂肪与最大功率、最低功率、平均功率、血乳酸呈负相关, 但都不具有显著性。

表 2 不同项目男运动员身体成分与身体机能相关关系

指标	项目	人数	P_{\max}/W	P_{\min}/W	\bar{P}/W	$c(\text{血乳酸})/(\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1})$	最大摄氧量绝对值 $/(L \cdot \text{min}^{-1})$	最大摄氧量相对值/ $(\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1})$
体重	自行车	20	0.78 ²⁾	0.73 ²⁾	0.73 ²⁾	-0.13	0.67 ²⁾	0.12
	击剑	18	0.60 ²⁾	0.60 ²⁾	0.77 ²⁾	0.42	0.71 ¹⁾	0.29
	短跑	22	0.71 ²⁾	0.60 ²⁾	0.61 ²⁾	0.50 ¹⁾	—	—
肌肉	自行车	20	0.79 ²⁾	0.84 ²⁾	0.80 ¹⁾	-0.10	0.74 ¹⁾	0.25
	击剑	18	0.64 ¹⁾	0.64 ¹⁾	0.79 ²⁾	0.34	0.74 ²⁾	0.37
	短跑	22	0.73 ²⁾	0.63 ²⁾	0.67 ²⁾	0.47	—	—
脂肪	自行车	20	0.34 ²⁾	0.17	0.42 ¹⁾	0.40 ²⁾	0.08	-0.17
	击剑	18	0.29	0.03	0.14	-0.11	0.08	-0.31
	短跑	22	-0.32	-0.21	-0.19	-0.43	—	—
蛋白质	自行车	20	0.79 ²⁾	0.85 ²⁾	0.82 ¹⁾	-0.10	0.76 ¹⁾	0.30
	击剑	18	0.62 ²⁾	0.61 ¹⁾	0.78 ²⁾	0.34	0.71 ²⁾	0.31
	短跑	22	0.71 ²⁾	0.63 ²⁾	0.66 ²⁾	0.45	—	—

1) $P < 0.05$; 2) $P < 0.01$

2.2 女子运动员身体成分与无氧能力和有氧能力关系

表 3 是不同项目女子运动员身体成分与身体机能相关关系情况,从表 3 中可见各项目女子运动员体重、肌肉,蛋白质总量与最大功率、最低功率、平均功率相关情况与男子运动员基本一致,基本都呈中度到高度相关;与血乳酸基本只存在低度相关关系,相关不具有显著性,但击剑项目中体重与血乳酸相关关系呈中度相关,且相关具有显著性;与最大摄氧量绝对值基本都呈高度相关,且肌肉、蛋白质总量与最大摄氧量绝对值相关明显要高于体重与最大摄氧量绝对值相关,但 3 者与最大摄氧量相对值相关度都明显降低,

基本只存在低度相关,且不具有显著性。脂肪与各身体机能相关关系在 3 项目中不尽一致。在自行车项目中,与最大功率、平均功率,血乳酸都呈中度相关,且相关都具有显著性,与最低功率,最大摄氧量(相对和绝对值)只有低度相关,且不具有显著性。在击剑项目中脂肪与最大功率、血乳酸呈中度相关关系,但不具有显著性;与最低功率、平均功率、最大摄氧量相对值和绝对值都存在低度或负相关,但相关也都不具有显著性。在短跑项目中与最大功率、最低功率、平均功率、血乳酸都只存在负相关,相关都不具有显著性。

表 3 不同项目女运动员身体成份与身体机能相关关系

指标	项目	人数	P_{\max}/W	P_{\min}/W	\bar{P}/W	$c(\text{血乳酸})/(\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1})$	最大摄氧量绝对值 $/(L \cdot \text{min}^{-1})$	最大摄氧量相对值/ $(\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1})$
体重	自行车	15	0.73 ²⁾	0.21	0.52	0.36	0.58 ¹⁾	0.07
	击剑	24	0.50 ²⁾	0.41 ¹⁾	0.54 ²⁾	0.51 ¹⁾	0.62 ²⁾	0.49 ¹⁾
	短跑	18	0.77 ²⁾	0.74 ²⁾	0.73 ²⁾	0.26	—	—
肌肉	自行车	15	0.79 ²⁾	0.35	0.60 ¹⁾	0.27	0.64 ¹⁾	0.17
	击剑	24	0.51 ¹⁾	0.51 ¹⁾	0.58 ²⁾	0.24	0.65 ²⁾	0.44
	短跑	18	0.88 ²⁾	0.84 ²⁾	0.82 ²⁾	0.41	—	—
脂肪	自行车	15	0.53 ²⁾	-0.05	0.48 ¹⁾	0.61 ²⁾	0.14	0.09
	击剑	24	0.52	0.01	0.31	0.41	0.39	-0.06
	短跑	18	-0.18	-0.19	-0.10	-0.42	—	—
蛋白质	自行车	15	0.80 ²⁾	0.35	0.61 ¹⁾	0.28	0.61 ¹⁾	0.14
	击剑	24	0.53 ²⁾	0.51 ¹⁾	0.60 ²⁾	0.29	0.63 ²⁾	0.42
	短跑	18	0.88 ²⁾	0.86 ²⁾	0.82 ²⁾	0.42	—	—

1) $P < 0.05$; 2) $P < 0.01$

3 讨论

已有大量研究表明,身体成分与人体的身体机能有着密切的关系^[9],但是由于不同的项目对身体机能有不同的要求,因此对于不同的项目来说这种相关关系不尽一致。

祛脂体重是指除去体脂以后剩下的体重,肌肉是祛脂体重中重要的组成,在运动过程中,肌肉是运动员工作的原动力,已有大量研究表明,祛脂体重与人体无氧和有氧能力有着高度的相关关系^[6-8, 11, 13]。本研究结果也证实了同样的规律。从表2、3可见3项目男女运动员肌肉与最大功率、最低功率、平均功率几乎都存在中度到高度的相关关系;由于蛋白质是肌肉的组成部分,因此蛋白质总量也与最大功率、最低功率、平均功率存在中度到高度的相关关系;体重与最大功率、最低功率、平均功率也同样存在中度到高度的相关关系,但是体重对应的相关关系要低于与蛋白质和肌肉,这是因为体重包含非原动力做功器官,因此与各无氧能力指标相关性要低。

另外从表2、3中可见,在3项目中男女运动员肌肉、蛋白质总量,体重与血乳酸都呈低度相关关系,这可能与3项目运动中能量供应特点有关系,在自行车项目中是以有氧耐力占首要地位,因此运动员的肌纤维类型偏向慢肌纤维,而慢肌纤维是以有氧工作为主;在击剑项目中,主要是强调速度和爆发力,因而主要是以磷酸原代谢功能为主,但是击剑比赛的时间较长,所以又要以有氧能力为基础;而短跑项目也是以磷酸原系统供能为主,糖酵解只是在后程所占的比例逐渐增大,因此从以上3项目能量供应特点分析可见,在运动过程中,糖酵解不是3项目主要供能系统,因此肌肉、蛋白质总量、体重与糖酵解没有表现出较高的相关性。

肌肉、蛋白质、体重和有氧能力关系,从表2、3中可见,与绝对摄氧量都有高度的相关关系,而与相对摄氧量都只存在低度或负相关关系,这是因为相对摄氧量是指单位体重每分钟所吸入的氧气量,已经排除重量对摄氧量的影响,因此肌肉、蛋白质总量、体重与相对摄氧量相关性低或者呈负相关。

体脂,它在人体中有许多的生理功能。在激烈的对抗比赛中,需要一定脂肪来增加内脏的缓冲,以减少运动员的受伤机率;在长时间耐力项目中,可以为运动员体能储存提供一定的帮助,此外体脂还有其它生理代谢功能。然而,对于一名优秀的运动员来说,体内多余的脂肪是一种“死的体重”,是一种负担,它会影响运动员的力量、速度和耐力的发展,影响运动技能的发挥,增加运动过程中的耗氧量。一些研究也

证实体脂与运动能力呈负相关关系,与运动员的有氧或无氧能力呈负相关^[8]。Ricardo Silvestre等^[10, 12]在对国家水平的足球运动员身体成分和运动能力的研究结果中报道,体脂和最大摄氧量呈负相关($r=-0.67$)^[10]。在本研究结果中,脂肪与各身体机能相关关系在3项目中表现不尽一致,与以往的文献研究结果也有一定的不同。体脂与无氧能力各项指标基本都存在低度相关关系,3项目中相比较,无论男子还是女子,自行车项目最高,击剑次之,而短跑项目中是负相关,其中自行车项目中大部分相关都具有显著性,从3项目的相关趋势来看,这种相关特点可能与各自项目特点有关,长距离自行车项目是长时间的有氧耐力供能为主,在长时间的运动过程中,体脂也是主要的能量来源,因此对于自行车运动员一定的脂肪有助于运动成绩的提高;击剑项目是磷酸原代谢和以有氧为基础供能系统,过多的脂肪只会影响运动员移动速度;短跑项目是磷酸原和无氧酵解供能系统,过多的体脂也会增加运动员的负担;从3项目的能量代谢系统和运动特点可见,对于自行车项目一定的脂肪含量有利于运动员的长时间运动,因此脂肪与自行车运动员各项无氧能力指标呈低度的正相关,而对于击剑和短跑正好相反,脂肪含量的减少有助于成绩的提高,因此脂肪和此两项目各项无氧能力指标相关度更低,这个特点在短跑项目中表现更明显,体脂与各项无氧能力的指标呈明显的负相关关系。

本研究中,根据项目能量代谢特点只对自行车和击剑运动员进行了有氧能力测试,表2、3中显示,两项目中无论男女体脂与有氧能力都只存在低度相关,但相关并无显著性,其中和相对最大摄氧量都是呈负相关,这种趋势与当前的研究报道基本一致^[10],因为体脂在运动过程中并不能做功,做功只是瘦体重,也就是瘦体重的增加一般是可以增加机体的有氧能力。而与绝对摄氧量呈正相关,与相对摄氧量呈负相关的可能原因是,绝对吸氧量大小一般与个体体重有很大的关系,也就是一个人的体重越大,绝对摄氧量也越大,而脂肪越多,个体体重也会越大,因此脂肪与绝对摄氧量会呈正相关关系,而相对摄氧量是剔除体重的影响因素,而脂肪又不能做功,因此脂肪与相对摄氧量表现出负相关关系。

4 结论

3项目男女运动员体重、肌肉、蛋白质与无氧能力指标基本都存在中度到高度的相关关系,但是体重对应的相关关系要低于与蛋白质和肌肉;男女运动员肌肉、蛋白质总量,体重与血乳酸都呈低度相关关系;

肌肉、蛋白质、体重与绝对摄氧量都有高度的相关关系,而与相对摄氧量都只存在低度或负相关关系。

在3项目体脂与无氧能力有关指标和有氧能力相关性低且有呈负相关趋势,体脂与无氧能力相关性在3项目中相比较,自行车项目最高,击剑次之,而短跑项目中是负相关,其中自行车项目中大部分相关都具有显著性。

机体各种身体成分与无氧能力和有氧能力有密切关系,但由于不同项目特点不一样,其相关关系不一致,其相关程度具有明显项目特征,因此可以扩大样本量,对3项目优秀运动员身体成分特点和标准进行研究,为运动员选材或者训练提供参考依据。

参考文献:

- [1] Kevin Norton, Tim Olds. Anthropometrica : Anthropometry and sports performance[M]. 1996 : 287-364.
- [2] Ridder J, Monyeki K. Body composition and somatotypes of world class male African middledistance, long distance and marathon runners[C]//Australian Conference of Science and Medicine in Sport, 1998: 37-52.
- [3] 张莉,马维民. 青少年优秀拳击运动员身体成分生理机能相对指标特征与聚类分析[J]. 体育学刊, 2006, 13(1): 68-71.
- [4] Vivian H. Advanced fitness assessment and exercise prescription[M]. 4th ed, 2002: 69-71.
- [5] Watson A. Physical fitness and athletic performance[M]. 1995.
- [6] 陈明达,于道中. 实用体质学[M]. 北京:北京医科大学,中国协和医科大学联合出版社,1993.
- [7] 曾凡辉. 运动员的科学选材[M]. 北京:人民体育出版社,1992: 58-65.
- [8] 高炳宏,韩恩力. 我国优秀男子柔道运动员身体成份特征及与无氧代谢能力的关系的研究[J]. 天津体育学院学报, 2006, 21(3): 220-224.
- [9] 科学技术成果报告. 中国青少年儿童身体形态和机能素质的研究[M]. 北京:科技文献出版社,1982.
- [10] Ricardo S, Chris W. Body composition and physical performance in men's soccer: a study of a national collegiate athletic association division I team[J]. The Journal of Strength and Conditioning Research, 2006, 20(1): 177-183.
- [11] 高红,杨则宜,王启荣,等. 中国优秀运动员身体成分的初步研究[J]. 中国运动医学杂志, 2003, 22(4): 362-367.
- [12] 高炳宏,韩恩力. 中国优秀男子柔道运动员身体成分特征及与无氧代谢能力关系的研究[J]. 天津体育学院学报, 2006, 21(3): 220-224.
- [13] 杜忠林. 中国国家赛艇运动员身体成分的分析[J]. 湖北体育科技, 2003, 22(4): 457-458.
- [14] 刘卫,李丰祥. 大学生身体成分特征与运动能力及体质健康的关系[J]. 体育学刊, 2004, 11(1): 52-55.

[编辑: 郑植友]