



运动员身体成分与身体发育中其他组成部分的关系

孙有平,贺静

摘要: 身体成分能够在一定程度上反映机体各组成成分的变化,是人体体质学、人类发育学的重要研究内容。目前国内对外对身体成分在生长发育过程中的应用越来越重视,已有的相关研究表明身体成分各指标与青少年运动员生长发育各指标存在一定的关系,国内对运动员身体成分各指标与身体形态之间的关系研究较少,相关方面的研究有待提高。

关键词: 青少年;生长发育;身体成分;关系

中图分类号: G804.4 文献标志码: A 文章编号: 1006-1207(2016)05-0100-04

Relationship Between Athletes' Body Composition and the Other Parts in Physical Development

SUN Youping, HE Jing

(East China Normal University, Shanghai 200241, China)

Abstract: Body composition can reflect the changes of the component parts of body. It is a main research subject of human physique science and human developmental biology. Currently, the researchers at home and abroad pay more and more attention to the function of body composition in the course of growth. The related research results show that there is a certain correlation between the different indexes of athletes' body composition and body shape. The progress of the related researches is expected.

Key Words: teenager; growth and development; body composition; relationship

青少年的生长发育包括心理发育和身体发育,其中,身体发育主要由形态、身体机能、运动素质和身体成分4部分构成^[1]。身体成分(Body Composition, BC)是指人体体内所含脂肪、蛋白质、无机盐和水等主要化学组成成分的比例^[2],它随年龄、机体的新陈代谢、性成熟和衰老而发生变化,在一定程度上反映身体化学组成的动态变化、生长发育程度、营养状况和参与体育锻炼的水平,是青少年生长发育评价的重要组成部分。因此,身体成分也是人类体质学和人类发育学的重要研究内容。目前,国外对于身体成分与生长发育、性成熟以及衰老的关系展开了的研究,取得了一系列较为重要的研究成果^[2-8],运用科学计量学中的共词分析方法及可视化软件 CiteSpace,绘制出2006—2015年 Web of Science 数据库中有身体成分文献的高频关键词知识图谱,通过对知识图谱的排名分析,发现近十年对于身体成分研究中,生长发育、儿童、运动及青少年分别排在第2、7、16、17,由此可见,以上几个领域中身体成分的重要性。本文基于人类发育学、青少年卫生学已有的研究基础,对青少年运动员的身体成分与身体形态、身体机能及身体素质的关系进行梳理,揭示身体成分在评价青少年身体发育中的应用价值,以期丰富我国青少年身体发育评价手段,优化其身体发育评价指标体系,以及青少年运动员的科学选材、训练监控提供理论参考。

近年来,随着人们对身体成分研究的深入,国内外大量研究者关注其与运动员身体形态、身体机能、身体素质

之间的关系,研究表明,身体成分与青少年的身体形态、身体机能、运动素质、身体机能存在不同程度的关联^[2, 6, 9-13]。并且不同的运动项目呈现出不同的特征。对国内外的相关研究进行梳理,厘清身体成分与运动员身体形态、身体机能、身体素质之间的关系,目前所涉及的运动项目、研究结果,以期为运动员科学选材或运动训练监控提供一定的建议和启示。

1 运动员身体成分与身体形态的关系

在我国运动员选材学中,身体成分作为运动员身体形态的下位概念出现,所以国内有关身体成分与运动员身体形态的关系研究鲜少,而在国外有关身体成分的专著中,身体成分被作为评价青少年身体发育的独立部分^[2, 4]。直到2012年,我国著名体质研究专家季成叶才明确了身体成分与运动员身体形态的关系,将身体成分作为评价青少年身体发育的独立部分^[11]。

国外对于该方面的研究主要集中在冲浪运动中。Matthew^[14]等人通过对79名(平均年龄15.6岁)男子冲浪运动员进行人体测量、身体成分测试,研究表明,运动员的内胚层体型与体脂百分比($r=-0.38, P<0.01$)、皮脂厚度($r=-0.34, P<0.01$)呈负相关。

2 运动员身体成分与身体机能的关系

国内外已有研究表明:身体成分与运动员的身体机能

收稿日期: 2015-10-16

基金项目: 上海市体育局科技雏鹰计划项目(14CY008)。

第一作者简介: 孙有平,男,教授,博士研究生导师。主要研究方向:运动与健康,专项教学与训练。E-mail:sunyouping@163.com。

作者单位: 华东师范大学 体育与健康学院,上海 200241。



存在密切相关^[15]。由于不同的运动项目具有不同的项目特征,其运动员的身体机能与身体成分之间的相关关系亦存在不同。但是,国内外相关研究所涉及的运动项目存在一致性,国内的相关研究涉及的运动项目主要有:柔道、滑

雪、摔跤、短跑、自行车、击剑、赛艇、艺术体操;国外的相关研究所涉及的运动项目有:滑雪、自行车、短跑、体操。同时,国内外有关滑雪、自行车、短跑及体操4个运动项目的研究结果存在一致性(见表1)。

表1 身体成分与运动员身体机能关系一览表

Table I Relations between Body Composition and Athletes' Physical Function

国内外	项目	研究结果
国内	柔道 ^[16]	男运动员的体重、瘦体重、肌肉重量和蛋白质量与最大功率、平均功率呈正相关。
	滑雪 ^[17]	女运动员肺通气量与体脂百分比($r=-0.979, P<0.01$)、脂肪重量($r=-0.941, P<0.05$)呈负相关。
	摔跤 ^[18]	男、女运动员的体脂百分比与最大功率、平均功率呈负相关,与疲劳指数呈正相关;体重、瘦体重、瘦体重与最大功率、平均功率呈正相关,与疲劳指数呈负相关。
	短跑、击剑、自行车 ^[19]	体重、肌肉、蛋白质与无氧能力指标在中度或高度的相关关系,与血乳酸都呈低度相关关系;与绝对摄氧量都有高度的相关关系。
	赛艇、短跑、艺术体操 ^[20]	体水分量及其分布与机体的新陈代谢及机能能力有着密切的关系。
	赛艇 ^[21, 22]	瘦体重与运动员平均乳酸阈功率呈显著正相关($r=0.94, P<0.01$) ^[23] 。
国外	滑雪 ^[24, 25]	体重、瘦体重与越野滑雪运动员身体机能呈正相关。
	自行车 ^[26]	身体成分与运动员的有氧能力和无氧能力存在一定的关系。
	短跑 ^[27]	体重与短跑运动员的无氧能力存在正相关关系。
	体操 ^[28]	身体成分与体操运动员的运动形象、运动能力以及运动水平存在一定的关系。

2.1 运动员身体成分与无氧能力的关系

无氧代谢能力(Anaerobic Capacity, AC)是指运动中肌肉在磷酸原和糖酵解供能条件下的做功能力。检测运动员的无氧能力,对客观地评价运动员的身体运动能力、检测运动训练的效果以及分析AC对运动训练的适应规律和特点均具有重要意义^[29-31]。无氧功率(最大功率、平均功率)是评定运动员机体无氧代谢能力的主要指标。

研究证明,瘦体重和一定的脂肪量是运动员无氧能力的重要物质基础^[32-34]。Mayhew等人经过研究证明:身体成分是运动员无氧能力和短跑能力的影响因素之一^[33, 35]。表1显示:体重、肌肉量、瘦体重与运动员的无氧能力、有氧能力存在正相关关系,脂肪量与运动员的无氧能力存在负相关关系。

2.2 身体成分与运动员有氧能力的关系

运动员有氧能力的评价中最大摄氧量的直接测量被称作金标准,在运动实践中常用最大摄氧量、肺活量、乳酸阈等指标评定运动员的有氧能力。蔡广等人通过对上海市77名运动员[自行车35名,男20名、女15名;击剑42名(男18名、女24名)]进行身体成分、无氧能力、有氧能力(自行车和击剑项目测试)测试,结果显示:男女运动员的体重、肌肉量、蛋白质量与血乳酸都呈低度相关关系,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。

综上所述,国内外有关身体成分与运动员身体机能关系的研究存在一致性,即瘦体重与各项身体机能指标存在正相关关系,脂肪量与肺通气功能呈负相关性关系。国内研究证明身体水分量及其分布与新陈代谢存在一定的关系,并没有阐述其研究设计。与普通青少年相比,有关身体成分与运动员身体机能指标关系的研究结果相对一致,并且更加侧重于身体成分与运动员疲劳指数、血乳酸水平等

指标的关系研究,这与运动员的运动训练经历有关。运动员的体重、肌肉量以及瘦体重与无氧能力和有氧能力存在密切的关系,提示在评价运动员的无氧、有氧能力或运动选材时将体重、肌肉量以及瘦体重可以作为新的评价指标。

3 运动员身体成分与身体素质的关系

探讨身体成分与身体素质的内在联系,对于运动员身体发育状况评价、运动员科学选材以及运动训练监控具有重要的意义。关于身体成分与普通青少年运动员身体素质关系的研究,国内尚未出现,国外则主要集中在足球、游泳以及摔跤3个运动项目中,具体研究成果见表2。

表2 国外有关身体成分与运动员身体素质关系一览表
Table II Foreign Research Results of the Relations between Body Composition and Athletes' Physique

项目	研究结果
足球 ^[14, 33]	足球运动员的体脂百分比与下肢力量呈显著负相关。
游泳 ^[36, 37]	游泳运动员的瘦体重与全身力量呈正相关($r=0.83$),体重与手臂力量呈正相关,体脂百分比与手臂力量呈负相关($r=-0.33; P=0.016$)。
摔跤 ^[38]	运动员瘦体重(2.21kg)和脂肪量(2.08kg)适宜范围内的减少,对运动员的力量并未有明显影响。

由表2可知,身体成分与运动员的力量存在一定的关系。Widerman PM等^[38]人早在1982年,对一名摔跤运动员进行了2个月的追踪研究,发现该运动员瘦体重(2.21 kg)和脂肪量(2.08 kg)适宜范围内的减少,对运动员的力量并没有明显的影响。Moura等人^[39]通过对56名男青少年游泳运动员身体成分和运动素质测试,发现青少年游泳运动员的手臂力量与身体成分以及人体测量学指标呈正相关,其与体重($r=0.34; P=0.013$),体脂百分比($r=-0.33; P=0.016$),瘦体重($r=0.34; P=0.015$)存在一定的相关关系。

综上所述,身体成分与运动员的身体机能、身体形态、



身体素质存在一定关系。体重、瘦体重、肌肉量与运动员的无氧、有氧能力存在正相关关系；体重与运动员的上臂力量呈正相关，瘦体重与运动员的全身力量呈正相关关系。脂肪量与运动员的无氧能力存在负相关关系，体脂百分比与运动员的内胚层体型存在负相关关系，与运动员的全身力量呈负相关。体水分量及其分布与机体的新陈代谢及机能能力有着密切的关系，关于身体成分的研究由于受条件与方法的限制，对体成份的研究多局限于脂肪量与瘦体重等方面，而对于机体体液分布及其比例重视不够。

理想的身体成分对运动员有一定的促进作用，已有研究认为身体成分可以作为运动员科学选材的评价指标之一，但是，身体成分作为其中一个影响因素，对不同运动项目的影响程度如何，还未见报道，因此，在今后有关身体成分的研究中，除了要继续探讨各种运动项目的身体成分特征外，还需要分析身体成分对不同项目运动员的影响程度，更好地掌握不同运动项目的身体成分变化规律，为今后的运动员科学选材、运动训练监控提供理论基础。

4 结论

运动员的身体成分与身体机能、身体形态、身体素质存在一定关系。运动员的体脂百分比与身体形态、身体素质存在一定的关系，体脂百分比与内胚层体型、力量呈负相关。青少年运动员的体重、瘦体重、肌肉量与无氧、有氧能力存在正相关关系；脂肪量与无氧能力存在负相关关系。青少年运动员的体重与运动员的上臂力量呈正相关，瘦体重与运动员的全身力量呈正相关关系。

参考文献：

- [1] 季成叶,陶芳标,武丽杰. 儿童少年卫生学[M]. 北京:人民卫生出版社,2012.377.
- [2] Stewart A, Sutton L. Body composition in sport, exercise, and health[M]. Abingdon, Oxon:Routledge,2012,218.
- [3] Silvestre R, Kraemer W J, West C, et al. Body composition and physical performance during a National Collegiate Athletic Association Division I men's soccer season[J]. J Strength Cond Res, 2006,20(4):962-970.
- [4] Jurimae T, Hills A P. Body composition assessment in children and adolescents[M]. Basel:Karger,2001,182.
- [5] Roche A F, Heymsfield S, Lohman T G. Human body composition[M]. Champaign, IL:Human Kinetics,1996,366.
- [6] Forbes G B. Human body composition :growth, aging, nutrition, and activity[M]. New York:Springer-Verlag,1987,350.
- [7] Ellis K J, Eastman J D. Human body composition:in vivo methods, models, and assessment[M]. New York:Plenum Press,1993,400.
- [8] Brozek J. Human body composition:approaches and applications.[M]. [1st ed.]. ed. Oxford:Symposium Publications Division, Pergamon Press,1965,311.
- [9] Wilmore J H, Costill D L, Kenney W L. Physiology of sport and exercise[M]. Sixth edition. ed. 2015,233.
- [10] Thompson J, Meyer N L, Manore M. Sport nutrition for health

and performance[M]. 2nd ed. ed. Champaign, IL:Human Kinetics,2009,543.

- [11] Katch F I, Katch V L, Mcardle W D. Sports and exercise nutrition[M]. 4th ed. ed. Philadelphia:Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins Health,2012,681.
- [12] Katch F I, Katch V L, Mcardle W D. Sports and exercise nutrition[M]. 3rd ed. ed. Philadelphia:Lippincott Williams & Wilkins, 2009,672.
- [13] Wildman R E C. The nutritionist:food, nutrition, and optimal health[M]. New York:Haworth Press,2002,421.
- [14] Barlow M J, Findlay M, Gresty K, et al. Anthropometric variables and their relationship to performance and ability in male surfers[J]. Eur J Sport Sci,2014,14 Suppl 1:S171-S177.
- [15] Yoshiga C C, Higuchi M. Bilateral leg extension power and fat-free mass in young oarsmen[J]. J Sports Sci,2003,21(11):905-909.
- [16] 高炳宏,韩恩力,曹佩江. 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[Z]. 2006:220-224.
- [17] 宁宏伟. 我国部分冬季项目运动员身体成分与身体机能的检测及相关性研究[D]. 沈阳体育学院,2012:56.
- [18] 孙红梅. 不同运动水平和体重中国式摔跤运动员身体成分特征及与无氧代谢能力关系研究[J]. 山东体育学院学报, 2009(08):58-61.
- [19] 蔡广,沈勋章,许汪宇,等. 不同项目运动员身体成分与机能的关系[J]. 体育学刊,2010(01):96-100.
- [20] 段文杰. 不同项目女子优秀运动员身体成份的实验研究[J]. 西安体育学院学报,2004(06):63-64.
- [21] 李涛,高炳宏. 比赛前后优秀女子赛艇运动员体成分与 AT4 功率的变化特点及其相关性研究[J]. 体育科研,2014(03):48-52.
- [22] 李涛,高炳宏. 赛前训练与赛后停训对优秀女子赛艇运动员体成分和 AT4 功率的影响及其相关性探析[Z]. 中国辽宁沈阳:2013,2.
- [23] 郑亮亮,曾凡星,吴昊,等. 优秀女子公开级赛艇运动员体成分改善与专项运动能力关系的研究[Z]. 北京:2007,1.
- [24] Larsson P, Henriksson-Larsen K. Body composition and performance in cross-country skiing[Z]. 2008,29:971-975.
- [25] Eisenman P A, Johnson S C, Bainbridge C N, et al. Applied physiology of cross-country skiing[J]. Sports Med,1989,8(2):67-79.
- [26] Nana A, Slater G J, Hopkins W G, et al. Effects of exercise sessions on DXA measurements of body composition in active people[J]. Med Sci Sports Exerc,2013,45(1):178-185.
- [27] Dowson M N, Nevill M E, Lakomy H K, et al. Modelling the relationship between isokinetic muscle strength and sprint running performance[J]. J Sports Sci,1998,16(3):257-265.
- [28] di Cagno A, Baldari C, Battaglia C, et al. Anthropometric characteristics evolution in elite rhythmic gymnasts[J]. Ital J Anat Embryol,2008,113(1):29-35.
- [29] 高炳宏,陈佩杰,吴荷萍,等. 男子青少年运动员身体成分和无氧代谢能力发育特征及相关关系的研究[J]. 体育科学, 2005(09):33-37.
- [30] 高炳宏,梁佩珍,吴荷萍. 男子青少年运动员身体成分和无氧代谢能力发育特征及相关关系的研究[Z]. 中国北京:2004.2.
- [31] 高炳宏,赵秋蓉,薛朝. 中国优秀男子跆拳道运动员身体成



- 分的研究[J]. 中国体育科技,2001(04):22-24.
- [32] Dowson M N, Nevill M E, Lakomy H K, et al. Modelling the relationship between isokinetic muscle strength and sprint running performance[J]. J Sports Sci,1998,16(3):257-265.
- [33] Mayhew J L, Hancock K, Rollison L, et al. Contributions of strength and body composition to the gender difference in anaerobic power[J]. J Sports Med Phys Fitness,2001,41(1):33-38.
- [34] Young W, Mclean B, Ardagna J. Relationship between strength qualities and sprinting performance[J]. J Sports Med Phys Fitness,1995,35(1):13-19.
- [35] Jacobs I, Esbjornsson M, Sylven C, et al. Sprint training effects on muscle myoglobin, enzymes, fiber types, and blood lactate [J]. Med Sci Sports Exerc,1987,19(4):368-374.
- [36] Moura T, Costa M, Oliveira S, et al. Height and body composition determine arm propulsive force in youth swimmers independent of a maturation stage[J]. J Hum Kinet,2014,42:277-284.
- [37] Cochrane K C, Housh T J, Smith C M, et al. Relative contributions of strength, anthropometric, and body composition characteristics to estimated propulsive force in young male swimmers [J]. J Strength Cond Res,2015,29(6):1473-1479.
- [38] Widerman P M, Hagan R D. Body weight loss in a wrestler preparing for competition: a case report[J]. Med Sci Sports Exerc,1982,14(6):413-418.
- [39] Moura T, Costa M, Oliveira S, et al. Height and body composition determine arm propulsive force in youth swimmers independent of a maturation stage[J]. J Hum Kinet,2014,42:277-284.

(责任编辑:何聪)

(上接第99页)

- 上海体育学院学报, 2015(03): 68-70.
- [12] 何斌,郭小林. 谢文骏跨栏技术的运动学分析[J]. 湖南第一师范学院学报, 2014(03): 121-124.
- [13] 张正红,王阳春,刘志兰. 刘翔备战奥运会科学化训练研究——分栏时间与专项成绩灰色关联分析及模式训练途径[J]. 西安体育学院学报, 2008(04): 53-55.
- [14] 王阳春,张正红,刘志兰. 世界优秀跨栏运动员分栏时间与专项成绩灰色关联分析[J]. 天津体育学院学报, 2008(03): 275-276.
- [15] 邓聚龙. 灰理论基础[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2002.
- [16] 徐明欣,王童,潘新铭. 灰色关联分析在运动员竞技能力诊断中的应用[J]. 青岛大学学报(自然科学版), 2001(03): 85-90.
- [17] 徐明欣,王童,王秉彝,等. 运动成绩与竞技能力内在关系灰色关联分析[J]. 首都体育学院学报, 2001(01): 93-96.
- [18] 及化娟,梁月红,魏孟田,等. 对速度素质敏感期 11 岁男生身体素质灰色关联分析[J]. 北京体育大学学报, 2006(06): 804-806.
- [19] 朱泳. 不同水平男子百米运动员的身体素质与运动成绩的灰色关联度分析[J]. 广州体育学院学报, 2004(04): 57-59.
- [20] 程晖,王麒麟,张亚平,等. 中外优秀 110m 栏运动员主要技术指标与成绩的灰色关联分析[J]. 体育科技文献通报, 2009(10).
- [21] 张玉泉,张荃,田坤. 影响我国男子 110m 栏运动成绩的技术因素分析[J]. 体育与科学, 2004(03): 55-57.
- [22] 李汀,李爱东,钱风雷,等. 对刘翔备战第 28 届奥运会的综合攻关与服务[J]. 体育科学, 2006: 26-32.
- [23] 徐勤儿. 中外优秀 110m 跨栏跑运动员速度特征分析[J]. 西安体育学院学报, 2007(06): 90-92.

(责任编辑:何聪)