

不同运动项目青少年体能特征与综合体能指数的比较研究

朱祎然

上海大学, 上海 200444

[摘要]目的: 探究不同运动项目青少年运动员的体能特征差异, 揭示专项训练对青少年体能发展的塑造规律, 为科学选材、精准分层训练及训练科学化提供实证依据。方法: 以上海市 115 名 7~16 岁健美操、啦啦操、攀岩、武术和冰壶青少年运动员为调查对象, 标准化测试 CMJ (爆发力水平)、Pro-Agility (灵敏性)、30m 冲刺 (速度)、300m 折返 (无氧耐力) 和 Yo-Yo IR1 (有氧耐力); 各指标按年龄段计算 Z 分数, 计算形成体能指数 (PFI)。采用单因素方差分析与 LSD 事后检验比较不同项目差异, 并计算部分 η^2 评估效应量。结果: 不同运动项目在爆发力、灵敏性、无氧耐力及综合体能指数方面存在显著差异 ($p < 0.05$)。具体表现为攀岩与武术运动员在爆发力上优势明显; 灵敏性方面, 啦啦操与武术运动员表现突出; 无氧耐力以武术运动员最强, 健美操和冰壶运动员相对较低; 综合体能指数显示武术、攀岩与啦啦操运动员的体能水平显著高于健美操与冰壶运动员; 而在速度和有氧耐力方面, 各项目间未呈现显著差异。结论: 不同运动项目专项训练在青少年体能水平与特征上呈现其项目特点, 存在着一定的差异性。

[关键词]不同运动项目; 青少年运动员; 专项体能; 体能指数

DOI: 10.33142/jscs.v5i3.16959

中图分类号: G808

文献标识码: A

Comparative Study on Physical Fitness Characteristics and Comprehensive Physical Fitness Index of Adolescents in Different Sports Events

ZHU Yiran

Shanghai University, Shanghai, 200444, China

Abstract: Objective: to explore the differences in physical fitness characteristics of young athletes in different sports events, reveal the shaping laws of specialized training on the physical development of young athletes, and provide empirical evidence for scientific selection, precise layered training, and scientific training. Method: a total of 115 young athletes aged 7-16 in Shanghai were selected as the survey subjects for aerobics, cheerleading, rock climbing, martial arts, and curling. Standardized tests were conducted on CMJ (explosive power level), Pro Agility (agility), 30m sprint (speed), 300m turn back (anaerobic endurance), and Yo-Yo IR1 (aerobic endurance); Calculate the Z-score for each indicator by age group to form the Physical Fitness Index (PFI). Using one-way analysis of variance and LSD post hoc test to compare differences in different items, and calculating the partial η^2 evaluation effect size. Result: there were significant differences ($p < 0.05$) in explosive power, agility, anaerobic endurance, and comprehensive physical fitness index among different sports events. Specifically, rock climbers and martial artists have a significant advantage in explosive power; In terms of agility, cheerleaders and martial arts athletes perform outstandingly; Anaerobic endurance is strongest among martial arts athletes, and relatively lower among aerobics and curling athletes; The comprehensive physical fitness index shows that martial arts, rock climbing, and cheerleading athletes have significantly higher physical fitness levels than aerobics and curling athletes; However, there was no significant difference in speed and aerobic endurance among the various events. Conclusion: there are certain differences in the physical fitness level and characteristics of adolescents in specialized training for different sports projects.

Keywords: different sports events; youth athletes; specialized physical fitness; physical fitness index

引言

青少年运动训练阶段是个体运动能力由“全面发展”向“专项定型”储备与过渡的窗口期^[1], 不同运动项目的训练模式在肌纤维招募、能量供给途径及神经-肌肉协同策略上呈现显著差异, 进而形成不同运动项目的专项体能特征^[2]。已有研究大多围绕单一项目进行纵向跟踪, 或在不同测试体系下作横断式对照, 尚缺乏统一测试平台上的跨项目综合分析, 难以揭示不同专项训练对体能要素的真实效应^[3]。随着运动训练范式由教练员经验转向科学分析

与量化, 以 CMJ、Pro-Agility、30m 冲刺、300m 折返及 Yo-YoIR1 等多维指标构建综合体能指数 (PFI), 已成为评估运动潜能与监测训练效果的前沿方法^[4]。因此, 对不同项目青少年运动员的体能构成进行差异化、系统化比较, 不仅能为精英选材、跨项转移与分层训练提供量化依据, 也可为青少年体能的专项化发展提供相关参考。本研究基于对 115 名 7~16 岁青少年, 采用一致的测试流程与 Z 标准化方法, 对五个典型项目的爆发力、灵敏性、速度、无氧与有氧耐力及 PFI 进行方差分析和效应量评估, 旨在

为不同项目青少年运动员体能差异研究进一步探索与深化，为其体能训练的科学化与精准化提供实证支持。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

本文的研究对象是不同运动项目青少年运动员体能特征差异。研究选取上海市中小学 115 名青少年运动员为调查对象，年龄为 7~16 岁，样本分布情况如下表（见表 1）。

表 1 不同运动项目样本量一览表（单位：人）

	健美操	啦啦操	攀岩	武术	冰壶	合计
男	11	12	7	6	20	56
女	12	16	11	7	13	59
合计	23	28	18	13	33	115

1.2 研究方法

1.2.1 文献资料法

以中国知网、万方数据库、Google Scholar 数据库、Web of science 数据库、PubMed 数据库等为检索平台，围绕“青少年运动员（Adolescent athletes）”“不同运动项目（Different sports events）”“体能指数（Physical Fitness Index）”等关键词检索近五年发表的核心论文，对中英文文献及书籍进行整理和阅读，为本研究奠定理论基础。

1.2.2 测试法

对受试者进行 CMJ、Pro Agility、30m 冲刺、300m 折返、Yo-Yo IR1 测试。测试前，将测试目的与要求耐心细致地向受试者讲解清楚，征得同意后进行测试。测试时，为减小测试结果的误差，要求受试者穿着较为轻薄的衣服。测试后，为了使受试者尽快恢复体能，向他们介绍一些恢复措施与相关的注意事项。

1.2.2.1 CMJ（爆发力水平，cm）

在平整的地面放置垂直跳跃测试仪。受试者双脚自然站立，双手自然下垂或叉腰，双腿弯曲呈半蹲姿势准备。然后，受试者用力向上起跳，同时充分伸展身体，尽可能达到最大垂直高度。测试仪器自动记录跳跃的高度，以厘米为单位。每位受试者进行三次跳跃，取其中最佳成绩作为最终成绩。

1.2.2.2 Pro Agility（灵敏，秒）

在测试场地设置三个标志物，分别放置在起点线、中点线和终点线，三条线之间的距离均为 5m，形成一个 10m×5m 的测试区域。受试者站在起点线后，双脚与肩同宽站立，双手自然下垂。测试人员下达开始信号后，受试者迅速向右侧中点线方向侧身移动，触摸中点线标志物后立即折返向终点线方向移动，触摸终点线标志物后再次折返回起点线。测试人员记录受试者从起点出发到返回起点的总用时，以秒为单位，精确到小数点后两位。

1.2.2.3 30m 冲刺（速度，秒）

在标准田径跑道上，划定起跑线和终点线，两者之间的距离为 30m。受试者采用蹲踞式起跑姿势准备，当听到

起跑信号后，迅速起跑并以最快速度冲向终点线。测试人员在终点处使用电子计时设备准确记录受试者从起跑至冲过终点线所用的时间，精确到小数点后两位。

1.2.2.4 300m 折返（无氧能力，秒）

测试场地需设置长度为 30m 的折返跑区域，在起点线与折返点分别放置标志物。受试者听到起跑信号后，从起点出发，跑到折返点并用手触摸标志物后，立即折返跑向起点，如此反复进行，共计完成 5 个来回，总距离为 300m。测试人员在终点处记录受试者完成 300m 折返跑的总用时，以秒为单位。

1.2.2.5 Yo-Yo IR1（有氧能力，米）

在室内田径场地上，按照 Yo-Yo IR1 测试的标准要求设置测试标志线和放置音频播放设备。受试者两人一组，分别站在起始线两侧，跟随音频指令进行前后折返跑。随着音频信号的提示，受试者需在规定时间内跑至前方标志线处并触摸标志物后立即折返，回到起始线后与另一名受试者击掌接力，另一名受试者按照相同要求向前跑，如此往返进行。测试人员密切关注受试者跑步节奏和是否按规定动作完成测试，当受试者连续两次未能在音频规定时间内到达标志线或出现其他违规行为时，测试结束，记录其完成的完整跑动阶段数作为测试成绩。

1.2.3 数理统计法

本研究采用 EXCEL 软件对数据进行录入、整理。运用 SPSS26.0 软件对本次数据进行分析 and 处理。对体能指标进行单因素方差分析，LSD 事后检验用于两两比较。

将 CMJ、Pro Agility、30m 冲刺、300m 折返、Yo-Yo IR1 按不同年龄段的均值和标准差进行标准化，计算出各指标的 Z 分数，Z 分 = (实测值 - 均值) / 标准差。其中 Pro Agility、30m 冲刺、300m 折返为低优指标，Z 分数越高表示测试者的成绩越低，所以 Z 分数取其相反数。体能指数（Physical Fitness Index）是各单项指标的 Z 分数之和，代表研究对象体能的综合得分，即 PFI 得分越高说明个体的体能越好，即 $PFI = -Z_{CMJ} - Z_{Pro\ Agility} - Z_{30\ 米\ 冲刺} - Z_{折返\ 300\ 米} + Z_{Yo-Yo\ IR1}$ 。

2 分析与讨论

2.1 不同运动项目青少年运动员 CMJ 体能特征的差异性比较分析

对五个运动项目（健美操、啦啦操、攀岩、武术、冰壶）青少年运动员的 CMJ 爆发力标准化 Z 分数进行单因素方差分析显示（见表 2），不同运动项目在爆发力水平具有显著差异， $F(4, 110) = 2.851, p = 0.027$ ，部分 $\eta^2 = 0.094$ ，属于小-中等效应量。描述性统计结果表明，攀岩组（ 0.9 ± 0.797 ）与武术组（ 0.395 ± 0.846 ）的爆发力水平明显高于总体平均值，而健美操组（ -0.373 ± 0.706 ）最低，冰壶组（ -0.186 ± 1.285 ）亦低于平均水平。LSD 事后比较进一步指出：健美操显著低于攀岩与武术，冰壶显著低于攀岩，其余配对差异不显著。综合来看，长期专项训练对

下肢快速蹬伸能力的差异化塑造是导致项目间爆发力差异的主要原因^[5]；攀岩与武术运动注重垂直或腾空发力，因而表现最优，而健美操由于侧重形体控制与柔韧性，其爆发力相对不足。

表 2 不同运动项目青少年运动员 CMJ 差异性统计

维度	类别	个案数	M±SD	F	P	多重比较
CMJ	健美操	23	-0.373±0.706	2.851	0.027	健美操<攀岩、武术 冰壶<攀岩
	啦啦操	28	0.034±0.824			
	攀岩	18	0.9±0.797			
	武术	13	0.395±0.846			
	冰壶	33	-0.186±1.285			

2.2 不同运动项目青少年运动员 Pro Agility 体能特征的差异性比较分析

Pro Agility 为低优指标，因此将 Z 值取相反数（见表 3）。结果显示，不同运动项目在灵敏性水平上存在显著差异， $F(4,110)=9.803$ ， $p<0.001$ ，部分 $\eta^2=0.261$ ，属于中等效应量。描述性统计结果表明，啦啦操组(0.559±1.116)与武术组(0.686±0.792)的灵敏性水平明显高于总体平均值，而健美操组(-0.404±0.596)和冰壶组(-0.558±0.975)显著低于总体平均值。LSD 事后比较进一步指出：健美操组的灵敏性显著低于啦啦操、攀岩和武术组，冰壶组的灵敏性显著低于啦啦操、攀岩和武术组，而啦啦操组与武术组之间的差异不显著。综合来看，不同专项训练对运动员的灵敏性塑造存在显著差异，啦啦操和武术由于其项目特点对灵敏性和快速变向能力有较高要求，因此表现最优^[6]，而健美操和冰壶由于训练重点不同，其灵敏性相对较低。

表 3 不同运动项目青少年运动员 Pro Agility 差异性统计

维度	类别	个案数	M±SD	F	P	多重比较
Pro Agility	健美操	23	-0.404±0.596	9.803	<0.001	健美操<啦啦操、攀岩、武术 冰壶<啦啦操、攀岩、武术
	啦啦操	28	0.559±1.116			
	攀岩	18	0.174±0.433			
	武术	13	0.686±0.792			
	冰壶	33	-0.558±0.975			

2.3 不同运动项目青少年运动员 30 米冲刺体能特征的差异性比较分析

30m 冲刺为低优指标，Z 值取相反数（见表 4）。结果显示，不同项目在速度水平上不存在显著差异， $F(4,110)=1.652$ ， $p=0.166$ ，部分 $\eta^2=0.058$ ，属于小效应量。说明不同运动项目仅能解释约 5.8% 的冲刺时间变异，组间差异未达统计显著。描述性统计结果表明，攀岩组(0.373±1.102)和武术组(0.33±0.709)的速度水平相对较高，而健美操组(-0.185±0.762)和冰壶组(-0.223±1.186)的速度水平相对较低。综合来看，各运动项目在直线加速能力上的

专项训练效应有限，可能由于速度训练在各项目中均受到重视，且训练方法具有一定的共通性，导致各项目运动员在速度水平上的差异不显著。

表 4 不同运动项目青少年运动员冲刺 30m 差异性统计

维度	类别	个案数	M±SD	F	P
冲刺 30m	健美操	23	-0.185±0.762	1.652	0.166
	啦啦操	28	0.021±0.886		
	攀岩	18	0.373±1.102		
	武术	13	0.33±0.709		
	冰壶	33	-0.223±1.186		

2.4 不同运动项目青少年运动员无氧能力体能特征的差异性比较分析

300m 折返（无氧能力）为低优指标，Z 值取相反数（见表 5）。结果显示，不同运动项目在无氧耐力水平上存在显著差异， $F(4,110)=3.553$ ， $p=0.008$ ，部分 $\eta^2=0.115$ ，属于小-中等效应量。描述性统计结果表明，武术组(0.618±0.677)的无氧耐力水平明显高于总体平均值，而健美操组(-0.116±0.427)和冰壶组(-0.417±1.246)显著低于总体平均值。LSD 事后比较进一步指出：健美操组的无氧耐力显著低于武术组，冰壶组的无氧耐力显著低于啦啦操组和武术组，其他组之间的差异不显著。综合来看，不同专项训练对运动员的无氧耐力影响存在显著差异，武术由于其高频短时爆发等动作特点对高强度间歇运动能力有较高要求，表现出最佳的无氧耐力水平^[7]，而健美操和冰壶可能因持续输出负荷高、变向效率相对不足，导致其无氧耐力相对较低^[8]。

表 5 不同运动项目青少年运动员无氧耐力差异性统计

维度	类别	个案数	M±SD	F	P	多重比较
300m 折返	健美操	23	-0.116±0.427	3.553	0.008	健美操<武术 冰壶<啦啦操、武术
	啦啦操	28	0.243±1.112			
	攀岩	18	0.089±0.623			
	武术	13	0.618±0.677			
	冰壶	33	-0.417±1.246			

2.5 不同运动项目青少年运动员有氧耐力体能特征的差异性比较分析

对不同运动项目青少年运动员的 Yo-Yo IR1（有氧能力）标准化 Z 分数进行单因素方差分析显示（见表 6），不同项目在在有氧耐力水平上不存在显著差异， $F(4,110)=1.943$ ， $p=0.108$ ，部分 $\eta^2=0.067$ ，属于小效应量。描述性统计结果表明，啦啦操组(0.13±0.953)、攀岩组(0.328±0.948)和武术组(0.297±1.049)的有氧耐力水平相对较高，而健美操组(-0.366±0.724)和冰壶组(-0.151±1.119)的有氧耐力水平相对较低。尽管各组之间差异不显著，但可以看出不同项目在在有氧耐力方面存在一定的差异。由于整体检验不显著，未实施事后多重比较。综合来看，

各项目在有氧耐力上专项效应不明显，可能与各项目在训练中对于有氧耐力的共同重视或训练手段的相似性有关。

表 6 不同运动项目青少年运动员有氧耐力差异性统计

维度	类别	个案数	M±SD	F	P
Yo-Yo IR1	健美操	23	-0.366±0.724	1.943	0.108
	啦啦操	28	0.13±0.953		
	攀岩	18	0.328±0.948		
	武术	13	0.297±1.049		
	冰壶	33	-0.151±1.119		

2.6 不同运动项目青少年运动员体能指数的差异性比较分析

对五个运动项目青少年运动员的综合体能指数(PFI)进行单因素方差分析显示(见表7),不同项目在综合体能指数上存在显著差异, $F(4,110)=5.28, p<0.001$, 部分 $\eta^2=0.165$, 属于中等效应量。描述性统计结果表明, 武术组(2.325±2.834)的综合体能指数显著高于总体平均值, 其次是攀岩组(1.444±2.990)和啦啦操组(0.987±2.919), 而健美操组(-1.443±2.305)和冰壶组(-1.535±4.880)显著低于总体平均值。LSD 事后比较进一步指出: 健美操组的综合体能指数显著低于啦啦操组、攀岩组和武术组, 冰壶组的综合体能指数显著低于啦啦操组、攀岩组和武术组, 而啦啦操组、攀岩组和武术组之间的差异不显著。综合来看, 不同专项训练对运动员综合体能的影响显著, 以高强度踢击、翻腾等全身爆发作为主的武术, 以及要求持续上肢拉-下肢蹬配合的攀岩训练, 对青少年整体体能具有显著促进作用^[9], 健美操与冰壶运动员则需在训练中补充无氧耐力与敏捷模块, 以全面提升综合体能水平。

表 7 不同运动项目青少年运动员体能指数差异性统计

维度	类别	个案数	M±SD	F	P	多重比较
体能指数 PFI	健美操	23	-1.443±2.305	5.28	<0.001	健美操<啦啦操、攀岩、武术 冰壶<啦啦操、攀岩、武术
	啦啦操	28	0.987±2.919			
	攀岩	18	1.444±2.990			
	武术	13	2.325±2.834			
	冰壶	33	-1.535±4.880			

3 结语

青少年阶段是身体机能可塑性与运动潜能同步发展的关键期, 系统揭示不同项目训练对专项体能的塑造规律, 对科学选材、精准分层训练等具有重要意义。研究发现在综合体能指数上武术、攀岩和啦啦操项目占优; 在专项体能的各个构面上不同项目之间存在着一定的差异性。总体上, 武术项目对青少年各专项体能构面的影响和促进是全

面的, 这也在一定程度上体现中华传统体育项目的运动特点综合性^[10]。然而, 本研究样本数据来源于单一区域, 横断设计无法捕捉体能纵向演变; 测试指标虽涵盖五大要素, 但未纳入形态学、生理学和心理学等因素。未来可采用多维度纵向跟踪、融合生物力学与代谢指标, 构建更完善的青少年运动员体能训练的评价体系, 并探索数字化监控手段在青少年运动训练中的应用, 以进一步提升体能干预的精准度与实效性。

[参考文献]

[1]李丹阳,赵焕彬,杨世勇,等.青少年早期专项化训练学者共识[J].成都体育学院学报,2020,46(3):112-121.

[2]陈丽,王廷兴,翁明嘉,等.单边肌力训练对青少年男子足球运动员专项体能的影响[J].成都体育学院学报,2023,49(4).

[3]Ouergui I,Daira I,Chtourou H,et al.Effects of intensified training and tapering periods using different exercise modalities on judo-specific physical test performances[J].Biology of sport,2022,39(4):875-881.

[4]Cerrah A O,Bayram İ.RELATIONSHIP BETWEEN ISOKINETIC STRENGTH,VERTICAL JUMP,SPRINT SPEED,AGILITY AND YO-YO INTERMITTENT RECOVERY TEST PERFORMANCE IN SOCCER PLAYERS[J].European Journal of Physical Education and Sport Science,2022,9(2).

[5]于亮,周志博,赵丽.激活后增强效应提高青少年足球运动员冲刺能力的研究[J].首都体育学院学报,2020,32(6):550-554.

[6]Forster J W D,Uthoff A M,Rumpf M C,et al.Training to improve pro-agility performance:a systematic review[J].Journal of Human Kinetics,2023(85):35.

[7]姜飞,黎桂华,罗应景,等.武术散打项目的专项特征及其训练应用研究[J].武汉体育学院学报,2022,56(1):71-77.

[8]Yılmaz H H,Seren K,Atasever G.The Effect of 12-Week Traditional Resistance Training Applied to Elite Curling Athletes on Muscular Endurance[J].Akdeniz Spor Bilimleri Dergisi,2023,6(3):835-8.

[9]魏梦力,钟亚平.国际精英级攀岩运动员身体形态、机能与运动素质研究进展[J].中国体育科技,2020,56(7):90-98.

[10]田金龙,邱丕相.武术内外家之争:焦点、论点及其分水岭[J].上海体育学院学报,2020,44(11):13-17.

作者简介:朱祎然(2000—),女,汉族,甘肃兰州人,硕士在读,上海大学,研究方向:体育学。