



优秀青少年运动员有氧运动能力项群特点

朱镛鑫¹, 司文翰¹, 蔡广¹, 尹晓峰¹, 冯煜^{2*}

摘要:目的:通过分析上海地区不同项群优秀青少年有氧能力,寻找不同项群有氧能力特点。方法:选择上海市2003—2014年一线、二线运动员测试数据库,从中筛选88名16岁以上男性,年龄为(17.5±1.2)岁,103名15岁以上女性,年龄为(16.4±1.1)岁,均为国家二级以上运动员,对其最大摄氧量绝对值和相对值进行统计分析,使用单因素方差分析以及Z分值等方法比较不同性别各项群间有氧运动能力特点。结果:耐力项群最大摄氧量绝对值显著高于隔网对抗($P<0.05$)与格斗对抗($P<0.01$)。男性各项群间最大摄氧量相对值无显著差异;女性耐力项群最大摄氧量相对值显著高于同场对抗($P<0.01$)、隔网对抗($P<0.01$)与格斗对抗($P<0.01$);女性同场对抗项群最大摄氧量相对值显著高于格斗对抗($P<0.05$)。结论:耐力项群最大摄氧量绝对值高于其他项群;体能主导类项群最大摄氧量相对值高于技能主导类项群;同场对抗项群最大摄氧量绝对值优于相对值,其余项群最大摄氧量相对值和绝对值同步。为科学训练提供有力数据支持,教练员可以结合项群有氧运动能力特点,判断运动员的有氧工作能力水平,从而针对性地制定训练计划,提高整体竞技水平。

关键词: 青少年; 有氧能力; 项群; 最大摄氧量

中图分类号: G804 文献标志码: A 文章编号: 1006-1207(2023)06-0044-06

DOI: 10.12064/ssr.2023022802

Event-group-characteristics of Aerobic Capacity in Elite Adolescent Athletes

ZHU Rongxin¹, SI Wenhan¹, CAI Guang¹, YIN Xiaofeng¹, FENG Yu^{2*}

(1. Shanghai Research Institute of Sports Science & Shanghai Anti-Doping Agency, Shanghai 200030, China; 2. Shanghai Competitive Sports Training and Management Center, Shanghai 202162, China)

Abstract: Objective: This study intends to find the aerobic capacity characteristics of different sport groups by reviewing the aerobic capacity test data of Elite youths in Shanghai. Methods: The database of first- and second-tier athletes tested in Shanghai from 2003-2014 was selected, from which the absolute and relative values of maximal oxygen uptake of national second-tier athletes above 16 years old ($n=88$, age 17.5 ± 1.2) for males and above 15 years old ($n=103$, age 16.4 ± 1.1) for females were selected for statistical analysis. One-way ANOVA and Z-scores were used to determine the characteristics of aerobic capacity between the sports in different gender. Results: The absolute values of VO_{2max} in the endurance group (male: 4.22 ± 0.70 L/min; female: 3.33 ± 0.55 L/min) were significantly higher than those in the net events (male: 3.48 ± 0.48 L/min, $P=0.002$; female: 2.74 ± 0.31 L/min, $P=0.035$) and the combat events (male: 3.38 ± 0.49 L/min, $P=0.001$; female: 2.72 ± 0.43 L/min, $P=0.007$). No significant differences in the relative values of VO_{2max} among the male groups. The relative values of VO_{2max} in the female endurance events (56.99 ± 9.51 mL/kg/min) were significantly higher than those in the same-field confrontation group (48.16 ± 7.22 mL/kg/min, $P=0.004$), the net events (43.92 ± 5.64 mL/kg/min, $P=0.000$), and the combat events (43.33 ± 4.94 mL/kg/min, $P=0.000$). The relative values of VO_{2max} were significantly higher in the female same-field confrontation item group than in the combat events ($P=0.0028$). Conclusion: The absolute values of VO_{2max} of endurance events are higher than those of

收稿日期: 2023-02-28

基金项目: 上海市科委“科技创新行动计划”社会发展科技攻关项目(22dz1205100)。

第一作者简介: 朱镛鑫,男,硕士,助理研究员。主要研究方向:青少年选育才。E-mail: zhurongxin@shriss.cn。

* 通信作者简介: 冯煜,男,本科,助理研究员。主要研究方法:运动损伤防护。E-mail: 329975312@qq.com。

作者单位: 1. 上海体育科学研究所(上海市反兴奋剂中心),上海 200030; 2. 上海市竞技体育训练管理中心,上海 202162。



other events. The relative values of VO_{2max} were higher in the fitness-dominated group than in the skill-dominated group. Absolute values of VO_{2max} in the same-field confrontation events are better than relative values, the relative and absolute values of VO_{2max} in the remaining events are synchronized. This study provides data can be used for research and training, coaches can use characteristics of VO_{2max} in different groups to determine the athletes' aerobic work capacity, to target the training plan and improve the overall competitive level.

Keywords: adolescent; aerobic capacity; event-group; VO_{2max}

体能是决定运动员运动表现的重要因素之一,有氧运动能力是其重要组成部分。有氧能力是指机体长时间利用有氧氧化供能的运动能力。最大摄氧量指人体在递增负荷运动中,单位时间内所摄取、消耗的最大氧气量,是反映人体有氧运动能力的重要指标^[1],也是用于评价运动员体能的重要指标之一^[2]。

Mirwald 等^[3]的研究发现,运动训练对青春期前男童的最大摄氧量影响不大,发育突增期后,运动训练能够带来持续的最大摄氧量增长,并最终使有运动训练习惯的青少年成年期最大摄氧量显著高于没有运动训练的青少年。前人^[4]研究发现,男性最大摄氧量绝对值在 16 岁之前持续增长,女性最大摄氧量大约在 13 岁左右达到平台期直到青春期结束。青春期后期运动员的最大摄氧量受年龄和发育因素影响较小,可以排除生长发育本身对最大摄氧量的影响,有利于寻找有氧能力的项群特点。

项群训练理论认为,属于同一项群的项目虽然有各自的项目特点,但是存在相似的竞技特征与技术要求,对体能的要求也基本一致。根据项目特点将各项目划分为快速力量、速度、耐力、表现难美、表现准确、同场对抗、隔网对抗和格斗对抗 8 个项群。其中快速力量、速度、耐力为体能主导项群;表现难美、表现准确、同场对抗、隔网对抗、格斗对抗为技能主

导项群^[5]。本研究结合项目特点,选择上海地区速度、耐力、同场对抗、隔网对抗和格斗对抗等项群处于青春期后期的国家二级运动员或以上运动水平的优秀青少年运动员的有氧能力测试数据,寻找不同项群有氧能力特点,为教练员评价运动员有氧运动能力和制定训练目标提供依据。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象与分组

选用为上海市 2003—2014 年一线、二线运动员测试数据库,属于年度监控测试数据,测试通常一年一次,测试对象为上海市二线运动员和部分一线运动员,有氧测试合计 1 132 人次。为排除生长发育的影响,最终将男性 16 岁以上,女性 15 岁以上的运动员的有氧能力测试数据纳入统计,最终纳入统计的数据有 191 条,项目分布如表 1 所示。其中速度项群包含项目为田径(短跨)、自行车(短组);耐力项群包含项目为田径(中长跑、全能)、游泳、自行车(中长组)、赛艇、皮划艇;同场对抗项群包含项目为棒球、篮球、垒球、曲棍球、手球、水球、足球;隔网对抗项群包含项目为排球、乒乓球、网球、羽毛球;格斗对抗项群包含项目为击剑、柔道、摔跤、跆拳道、武术(散打)。

表 1 运动员基本情况

Table1 Basic information of athletes

项群	男		女		
	n	年龄 / 岁	n	年龄 / 岁	
体能主导	速度	5	17.1±0.8	4	17.6±1.3
	耐力	35	17.4±1.2	23	16.1±1.2
技能主导	同场对抗	12	18.4±1.5	42	16.6±1.1
	隔网对抗	19	17.1±0.8	13	16.3±1
	格斗对抗	17	17.4±1.2	21	16±0.9
合计	88	17.5±1.2	103	16.4±1.1	

1.2. 测试方法

最大摄氧量测试使用间接测试法^[6],测试仪器为 Monak 839E 功率自行车、心率表(V800, Polar, 美

国),受试者按照测试方案进行递增负荷运动,具体实验方案参考前人^[7]实验设计。在最大摄氧量测试前,详细告知受试者测试流程,并进行充分的准备活动。



1.3 结果统计

所有数据均采用 SPSS 26.0 进行统计, 统计显著性水平设置为 $P < 0.05$, 男性和女性项群间有氧能力特征比较采用单因素方差分析。单因素方差分析使用 Levene 检验方差齐性, 对于方差齐的样本, post-hoc 使用 Scheffe, 方差不齐的样本使用 Dunnett's T3。为观察各项群最大摄氧量特征, 分别以男女群体平均值和标准差计算各项群运动员的最大摄氧量绝对值和相对值的 Z 分值, $Z = (x - \mu) / \sigma$, (x 为个体原始数据, μ 为群体平均值, σ 群体标准差)。数据可视化使用 Graphpad Prism 8。

2 结果

2.1 不同项群有氧工作能力特点

如表 2 所示, 耐力项群男性运动员最大摄氧量绝对值最高, 其他项群由高到低依次为同场对抗、速度、隔网对抗、格斗对抗。耐力项群显著高于隔网对抗 ($P=0.002$) 与格斗对抗项群 ($P=0.001$)。

耐力项群女性运动员最大摄氧量绝对值最高, 其他项群由高到低依次为同场对抗、速度、隔网对抗、格斗对抗。耐力项群显著高于隔网对抗 ($P=0.035$) 与格斗对抗项群 ($P=0.007$)。

表 2 最大摄氧量绝对值 (单位: L/min)

Table2 The absolute values of VO_{2max} (unit: L/min)

项群	男性				女性			
	n	$\bar{X} \pm SD$	95%CI	范围	n	$\bar{X} \pm SD$	95%CI	范围
速度	5	3.77±0.64	[2.98,4.56]	[2.90,4.60]	4	3.10±0.23	[2.72,3.47]	[2.83,3.40]
耐力	35	4.22±0.70	[3.97,4.46]	[3.23,6.40]	23	3.33±0.55	[3.10,3.57]	[2.70,4.65]
同场对抗	12	4.06±0.62	[3.67,4.46]	[3.05,4.90]	42	3.13±0.61	[2.94,3.31]	[2.20,4.80]
隔网对抗	19	3.48±0.48*	[3.25,3.71]	[2.65,4.40]	13	2.74±0.31*	[2.55,2.92]	[2.30,3.40]
格斗对抗	17	3.38±0.49*	[3.13,3.63]	[2.45,4.10]	21	2.72±0.43*	[2.53,2.92]	[2.00,3.80]
合计	88	3.85±0.70	[3.70,4.00]	[2.45,6.40]	103	3.04±0.56	[2.93,3.15]	[2.00,4.80]

注: * 表示与耐力项群相比差异具有显著性, $P < 0.05$ 。

如表 3 所示, 耐力项群男性运动员最大摄氧量相对值最高, 其他项群由高到低依次为速度、隔网对

抗、同场对抗、格斗对抗。各项群间最大摄氧量相对值无显著差异。

表 3 最大摄氧量相对值 (单位: mL/kg/min)

Table3 The relative values of VO_{2max} (unit: mL/kg/min)

项群	男性				女性			
	n	$\bar{X} \pm SD$	95%CI	范围	n	$\bar{X} \pm SD$	95%CI	范围
速度	5	50.69±6.24	[42.95,58.44]	[40.11,56.03]	4	51.97±4.65	[44.57,59.37]	[46.55,57.72]
耐力	35	54.19±8.98	[51.11,57.28]	[39.86,78.00]	23	56.99±9.51	[52.88,61.10]	[39.95,79.35]
同场对抗	12	50.17±7.89	[45.15,55.18]	[37.83,58.82]	42	48.16±7.22*	[45.91,50.41]	[34.38,60.31]
隔网对抗	19	50.58±8.57	[46.45,54.71]	[36.61,74.58]	13	43.92±5.64*	[40.51,47.33]	[31.41,55.35]
格斗对抗	17	48.42±8.16	[44.22,52.62]	[33.47,61.57]	21	43.33±4.94**	[41.08,45.58]	[33.90,54.29]
合计	88	51.55±8.60	[49.73,53.37]	[33.47,78.00]	103	48.76±8.63	[47.07,50.45]	[31.41,79.35]

注: * 表示与耐力项群相比差异具有显著性, $P < 0.05$; # 表示与同场对抗相比差异具有显著性, $P < 0.05$ 。

耐力项群女性运动员最大摄氧量相对值最高, 其他项群由高到低依次为速度、同场对抗、隔网对抗、格斗对抗。耐力项群最大摄氧量相对值显著高于同场对抗 ($P=0.004$)、隔网对抗 ($P=0.000$) 和格斗对抗项群 ($P=0.000$); 同场对抗项群显著高于格斗对抗 ($P=0.028$)。

2.2. 不同项群最大摄氧量特征分型

为进一步观察各项群最大摄氧量特征, 以最大

摄氧量绝对值 Z 分值作为 X 轴、最大摄氧量相对值 Z 分值作为 Y 轴, 当运动员平均值落在第一、第三象限, 代表其最大摄氧量相对值与绝对值之间基本同步; 当运动员平均值落在第二象限时, 代表其相对值优于绝对值; 当运动员平均值落在第四象限时, 代表其绝对值优于相对值。如图 2 所示, 男女各项群最大摄氧量特征基本一致, 耐力、速度、隔网对抗和格斗对抗项群最大摄氧量绝对值和相对值同步, 同场对抗项群最大摄氧量绝对值优于相对值。

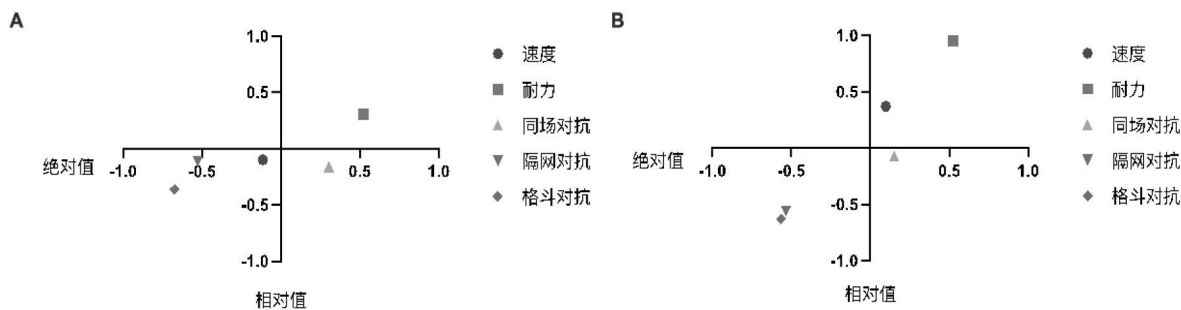


图1 不同项群最大摄氧量特征分型(A为男性,B为女性)

Figure1 Characteristic classification of VO_{2max} in different event-groups(left is male, right is female)

3 分析与讨论

根据项群理论分析,对于体能主导类项群中的速度和耐力项群,高度发展的耐力素质与心肺功能是其竞技能力提高的关键因素之一^[8]。本研究观察到体能主导类项群最大摄氧量优于其他项群。对于耐力项群运动员来说,有氧氧化是其运动过程中的主要能量来源,随着运动时间的增加,有氧供能系统的供能比例也随之增加。速度、耐力项群均涉及大、中强度的肌肉活动,随着运动距离的增加,有氧供能系统的供能比例随之增加,故要求运动员有较大的心输出量与每搏输出量。耐力项群,如赛艇、铁人三项、中长跑等项目的高水平运动员均有较高的最大摄氧量^[9],高水平男性田径运动员最大摄氧量可达到85 mL/kg/min,高水平女性田径运动员最大摄氧量可达到77 mL/kg/min^[10]。赛艇项目运动员可能拥有最高的最大摄氧量绝对值,但是由于赛艇运动员体格较为健壮最大摄氧量相对值可能会稍低。国外数据表明,男性划手最大摄氧量绝对值为(6.1±0.6)L/min,女性划手为(4.1±0.4)L/min^[11]。而对于技能主导类项群的运动员来说,有氧工作能力在表现上低于体能主导类运动员,尤其是表现难美和表现准确类项群,对有氧工作能力的要求较低。前人研究发现,这种最大摄氧量的差异可能与不同专项训练有关,不同的专项训练使运动员的心肺、骨骼肌产生不同的适应性变化,呈现专项特性^[12]。本研究观察到不同项群的运动员最大摄氧量存在较为明显的项群特征,总体来说体能主导的耐力与速度项群最大摄氧量水平较高,以技巧、爆发力为主导的隔网对抗与格斗对抗项群最大摄氧量水平较低。

同场对抗项群运动员在进行比赛的过程中,不仅需要完成各种技术动作与战术配合,还要求运动员在较长的时间内完成无球的跑动、游动、跳跃、转身、急停变向等动作^[8]。因此,运动员需要有较好的有氧工作能力,方可支持其长时间持续运动。本研究

也观察到,同场对抗类项群最大摄氧量是技能主导类项群中最高的,男性绝对值为(4.06±0.62)L/min,相对值为(50.17±7.89)mL/kg/min;女性绝对值为(3.13±0.61)L/min,相对值为(48.16±7.22)mL/kg/min,与体能主导类项群相当,部分女性同场对抗运动员最大摄氧量绝对值甚至高于速度、耐力等项群运动员,这可能与当前这类项目比赛日趋频繁,对运动员的技术水平与体能要求进一步提高有关,同场对抗项群比赛场地较大、对抗性强、比赛中技战术变化复杂、整体运动持续时间长、强度大、能量消耗高,在要求运动员耐力素质的同时,对运动员的身体对抗能力也有一定要求。本研究观察到同场对抗项群最大摄氧量特征分型与其他项群不同,存在最大摄氧量绝对值优于相对值的情况,这一现象的产生可能是身体对抗的项群要求导致该项群运动员相对体重较大,如足球需要运动员在运动场上进行反复冲刺,这种复杂的运动形式对运动员供能系统的要求较高。除了良好的有氧供能系统外,良好的磷酸原供能系统与糖酵解供能系统也是优秀足球运动员所必需的。有氧供能系统是发展无氧能力的强有力的基础,凭借更有效的氧化代谢,可以加速消除无氧代谢过程中产生的乳酸,延缓运动疲劳的产生^[13]。

格斗对抗项群需要有全面的身体素质,在以各种技术方法战胜对手的过程中,作为运动技能表现的基础,有氧、无氧工作能力等体能因素就显得尤为重要^[8]。隔网对抗项群属于技能主导^[8],总体来说对有氧工作能力的要求低于体能主导项群,但是随着对运动员技术水平要求的提高,其有氧工作能力也需有进一步的提高。

最大摄氧量与机体运输和利用氧气的的能力密切相关。最大摄氧量的主要影响因素有两方面:一是氧气运输,二是氧气利用^[14]。氧气运输指氧气从肺部运送到细胞线粒体的过程(包括氧气从肺部扩散、心脏每搏输出量、全身血量、骨骼肌毛细血管密度),氧气



利用指线粒体在氧化磷酸化过程中消耗氧气的能量^[14]。最大心输出量的增加,包括血容量红细胞总量增加、心肌壁厚度和舒张末期容量增加、动脉血管阻力降低等,可能是最大摄氧量提高的重要限制因素之一^[15]。对于长期接受训练的运动员来说,氧气运输常被认为是最大摄氧量的限制性因素^[16-17]。长期运动训练带来的骨骼肌适应,包括骨骼肌毛细血管密度增加、线粒体体积增大和含量增加、慢肌纤维百分比变化和有氧代谢相关酶活性增加等,虽然不能直接增加最大摄氧量,但是可以改善机体在亚极量运动下脂肪氧化的能力,节约糖原利用,减少乳酸堆积,从而延缓运动疲劳的产生,增加耐力表现^[18]。研究发现,最大摄氧量影响因素与其基本最大摄氧量水平有关,高最大摄氧量运动员主要受骨骼肌利用氧能力的影响,而较低最大摄氧量运动员主要受血红蛋白总量的影响^[12]。

教练员和科研人员可以利用本研究成果评价运动员有氧运动能力,指导运动员科学训练。利用项群最大摄氧量数据,可以计算Z值,评估运动员有氧能力与同项群高水平运动员的差异程度,判断运动员的有氧能力在该项群所处的水平。当Z值等于0时,说明该运动员的有氧能力处于相应项群的平均水平,Z值越大说明该运动员有氧运动能力越好。使用优秀青少年运动员群体平均值标准差计算运动员最大摄氧量分型情况,也可简单判断运动员当前有氧运动能力是否符合自身项目特征。例如某同场对抗项群运动员,其最大摄氧量绝对值为4 L/min,最大摄氧量相对值为57.14 mL/kg/min,由表3、表4数据计算可得该运动员最大摄氧量绝对值Z值为0.21,最大摄氧量相对值Z值为0.65,说明该运动员最大摄氧量相对值和绝对值基本同步,且相对值优于绝对值,提示该运动员体重相对其他同场对抗运动员较轻。同场对抗项群由于身体对抗的需求,体格较为健壮,最大摄氧量绝对值常优于相对值,说明该运动员可能需要通过训练提高最大摄氧量绝对值,并结合实际情况适当进行抗阻训练。此外,教练员还可以利用本研究提供的标准差来计算项目的最小有价值变化量(Smallest Worthwhile Change, SWC),为运动员设定合适的有氧训练目标。对于高水平运动员来说,SWC可以用特定人群、特定测试的主体间标准差乘以0.2来计算^[19]。例如,对于上海地区高水平男性耐力项群运动员最大摄氧量相对值标准差为8.98,那么该人群最大摄氧量相对值SWC为1.796,即当该项群某运动员最大摄氧量相对值提升超过1.796 mL/kg/min时,可以认为其最大摄氧量的提升

是运动员本身有氧能力提高带来的。

4 结论

青少年有氧运动能力存在较明显的项群特点,体能主导类项群最大摄氧量相对值高于技能主导类项群,耐力项群最大摄氧量绝对值高于其他项群;耐力、速度、隔网对抗和格斗对抗项群最大摄氧量绝对值和相对值同步,同场对抗项群最大摄氧量绝对值优于相对值。

本研究得到的不同项群青少年运动员有氧运动能力常模(平均值、标准差)可以为青少年科学训练提供有力数据支持。科研人员可以根据项群有氧运动能力特点,利用Z值综合判断运动员的有氧运动能力水平,选拔有氧运动能力高的运动员。利用优秀青少年运动员群体常模计算最大摄氧量分型情况,判断运动员有氧能力分型是否符合自身项群特征,给出更有针对性的训练建议。教练员可以利用不同项群的最大摄氧量常模,计算SWC评价阶段训练结果,科学设置训练目标,提高运动员的竞技表现。

参考文献:

- [1] DLUGOSZ E M, CHAPPELL M A, MEEK T H, et al. Phylogenetic analysis of mammalian maximal oxygen consumption during exercise[J]. *Journal of Experimental Biology*, 2013, 216(Pt 24):4712-4721.
- [2] FLEG J L, PIÑA I L, BALADY G J, et al. Assessment of functional capacity in clinical and research applications: An advisory from the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association[J]. *Circulation*, 2000, 102(13):1591-1597.
- [3] MIRWALD R L, BAILEY D A, CAMERON N, et al. Longitudinal comparison of aerobic power in active and inactive boys aged 7.0 to 17.0 years [J]. *Annals of Human Biology*, 1981, 8(5):405-414.
- [4] MALINA R M, BOUCHARD C, BAR-OR O. Growth, maturation, and physical activity[M]. Champaign: Human Kinetics, 2004.
- [5] 田麦久,麻雪田,黄新河,等.项群训练理论及其应用[J].*体育科学*,1990,10(6):29-35,94.
- [6] ASTRAND I. Aerobic work capacity in men and women with special reference to age[J]. *Acta Physiologica Scandinavica. Supplementum*, 1960, 49(169):1-92.
- [7] CAI G, QIU J, CHEN S, et al. Hematological, hormonal and fitness indices in youth swimmers: Gender-Related comparisons[J]. *Journal of Human Kinetics*, 2019, 70:



- 69-80.
- [8] 田麦久. 项群训练理论的创立与发展:1983-2013[M]. 北京:北京体育大学出版社,2013.
- [9] NEVILL A M, BROWN D, GODFREY R, et al. Modeling maximum oxygen uptake of elite endurance athletes [J]. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2003, 35(3):488-494.
- [10] NOAKES T, SHEEHAN G. *Lore of running: Discover the science and spirit of running*[M]. Champaign: Leisure Press, 1991.
- [11] HAGERMAN F C. Applied physiology of rowing [J]. *Sports Medicine*, 1984, 1(4):303-326.
- [12] 刘敏,汪军,周丽,等.不同专项运动员最大摄氧量及主要影响因素分析[J].北京体育大学学报,2018,41(11):74-80.
- [13] 常芸,张忠秋,陈吉棣.中国运动员生理心理常数和营养状况调查[M].北京:人民体育出版社,2006.
- [14] BASSETT D R JR, HOWLEY E T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance[J]. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2000, 32(1):70-84.
- [15] LUNDBY C, MONTERO D, JOYNER M. Biology of VO_{2max} : Looking under the physiology lamp[J]. *Acta Physiologica(Oxf)*, 2017, 220(2):218-228.
- [16] BASSETT D R JR, HOWLEY E T. Maximal oxygen uptake: "classical" versus "contemporary" viewpoints[J]. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 1997, 29(5):591-603.
- [17] WAGNER P D. New ideas on limitations to VO_{2max} [J]. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 2000, 28(1):10-14.
- [18] 汪军,周越,孙君志,等.质疑与思考:运动生理学研究的十个问题[J].成都体育学院学报,2021,47(1):118-124.
- [19] HOPKINS W G. How to interpret changes in an athletic performance test[EB/OL].[2023-02-27].<http://sportsci.org/jour/04/wghtests.htm>.
- (责任编辑:刘畅)

(上接第43页)

- movement patterns in elite male volleyball players of different competitive levels[J]. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2018, 32(9):2601-2611.
- [17] 罗智,高鸿辉.不同训练阶段下我国优秀游泳运动员形态结构的比较研究[J].天津体育学院学报,2006,21(4):310-314.
- [18] 赵振威,宋闪.游泳运动员体型三维扫描数据与流线型体型研究[J].中国体育教练员,2018,26(4):29-31,34.
- [19] ROBERTSON K, PION J, MOSTAERT M, et al. A coaches' perspective on the contribution of anthropometry, physical performance, and motor coordination in racquet sports[J]. *Journal of Sports Sciences*, 2018, 36(23):2706-2715.
- [20] SPANIOL F J. Baseball athletic test: A baseball-specific test battery [J]. *Strength & Conditioning Journal*, 2009, 31(2):26-29.
- (责任编辑:刘畅)