

河南省优秀男子皮艇运动员有氧能力的评价

赵孟可¹ 高巧英¹ 王刘强¹ 傅胤泓¹ 代鹏悦²

1 河南省体育科技中心(河南省反兴奋剂中心), 河南 郑州 450000

2 河南省游泳赛艇皮划艇运动中心, 河南 郑州 450014

[摘要]目的: 分析探讨河南省优秀男子皮艇运动员最大有氧能力, 与国内外运动员相比, 了解河南省皮艇运动员有氧能力水平, 为教练员科学制定专项有氧训练计划提供科学依据。方法: 测试对象为河南省皮艇队 10 名男运动员, 年龄在 20~24 岁之间, 通过 Breath by Breath 法, 采用跑台逐级递增负荷至力竭运动方案测试最大摄氧量 (VO_{2max}), 记录达到极限状态的心率, 采集安静状态、运动后即刻、运动后 3min、运动后 6min、运动后 9min 耳垂血测血乳酸水平。结果: (1) 河南省优秀男子皮艇运动员的绝对 VO_{2max} 为 5.30 ± 0.51 L/min, 相对 VO_{2max} 为 61.3 ± 3.91 ml/kg/min; (2) 河南省优秀男子皮艇运动员达到极限状态的心率为 191.7 ± 9.48 b/min; (3) 河南省优秀男子皮艇运动员在递增负荷力竭运动后长时间血乳酸值仍处于较高的状态, 在运动后第 6min 出现血乳酸峰值, 为 11.4 ± 4.2 mmol/L, 乳酸消除速率慢, 身体机能恢复比较缓慢。结果分析: 河南省优秀男子皮艇运动员最大摄氧量水平较高, 优于国家队水平, 但较国际最高水平还有一定差距, 血乳酸代谢清除能力较弱, 需要进一步加强。

[关键词]皮艇; 最大摄氧量; 血乳酸

DOI: 10.33142/jscs.v3i5.10190

中图分类号: G804.21

文献标识码: A

Evaluation of Aerobic Ability of Excellent Male Kayak Athletes in He'nan Province

ZHAO Mengke¹, GAO Qiaoying¹, WANG Liuqiang¹, FU Yinhong¹, DAI Pengyue²

1 He'nan Provincial Sports Technology Center (He'nan Anti Doping Center), Zhengzhou, He'nan, 450000, China

2 He'nan Provincial Swimming and Kayaking Sports Center, Zhengzhou, He'nan, 450014, China

Abstract: Objective: to analyze and explore the maximum aerobic capacity of excellent male kayakers in He'nan Province, and to understand the aerobic capacity level of kayakers in He'nan Province compared to domestic and foreign athletes, in order to provide scientific basis for coaches to formulate special aerobic training plans. Methods: The test subjects were 10 male kayak team athletes from He'nan Province, aged between 20 and 24 years old. The Breath by Breath method was used to test the maximum oxygen uptake (VO_{2max}) using a gradually increasing load to exhaustion exercise program on the treadmill. The heart rate reaching the limit state was recorded, and blood lactate levels in the earlobe were collected in a quiet state, immediately after exercise, 3 minutes after exercise, 6 minutes after exercise, and 9 minutes after exercise. Results: (1) The absolute VO_{2max} of excellent male kayakers in He'nan Province is 5.30 ± 0.51 L/min, and the relative VO_{2max} is 61.3 ± 3.91 ml/kg/min; (2) The heart rate of excellent male kayakers in He'nan Province reaching the limit state is 191.7 ± 9.48 b/min. (3) After incremental load exhaustion exercise, the blood lactate value of excellent male kayakers in He'nan Province is still high for a long time, and a peak of 11.4 ± 4.2 mmol/L appears at the 6th minute after exercise. The lactate elimination rate is slow, and the recovery of physical functions is relatively slow. Results analysis: the maximum oxygen uptake level of excellent male kayakers in He'nan Province is good, better than the national team level, but there is still a certain gap compared to the international best level. The ability to clear blood lactate metabolism is weak, and further strengthening is needed.

Keywords: kayak; maximum oxygen uptake; blood lactate

河南省男子皮艇项目在全运会的成绩一直不太理想, 虽然近几年成绩和实力有所提升, 但与国内优势皮艇项目的省份相比还有着较大的差距, 因此找准症结、更新观念, 寻求突破, 对于河南省男子皮艇队来说迫在眉睫。

皮艇运动员通过肌肉不断收缩和放松交替进行, 运动过程中会消耗大量能量和氧气。皮艇运动是一项兼具力量和耐力的运动项目, 男子皮艇项目设单人 200 米、1000 米, 双人 500 米和 1000 米以及四人 500 米 5 个比赛项目, 东京奥运会男子单人皮艇 200 米最好成绩为 35" 035, 男

子双人皮艇 1000 米最好成绩为 3' 15" 280, 男子四人皮艇 500 米最好成绩为 1' 22" 219, 由此可见, 皮艇项目以短时间、高强度的有氧耐力为主要功能特点, 具有周期性、节律性等特点, Hassane 等人研究发现在皮艇 500 米和 1000 米项目中, 有氧氧化供能系统供能的比例分别为 $(78.30 \pm 1.85)\%$ 和 $(86.61 \pm 1.86)\%$ ^[1], 由此可以看出, 皮艇项目主要以有氧氧化供能系统为主, 皮艇运动员有氧能力的好坏直接影响着运动成绩的好坏。

在实际运动训练运用中, 最大摄氧量 (VO_{2max}) 是评

价运动员有氧能力的最重要的指标之一，另外，在大强度训练后，乳酸的消除速率也与有氧能力密切相关。因此，通过对运动员最大摄氧量和乳酸消除速率的测定，了解河南省皮艇运动员的有氧能力，让教练员准确把握运动员的身体机能特点，制定科学的训练计划具有重要指导意义。

1 研究对象和方法

1.1 研究对象

以10名年龄在20~24岁之间的河南省游泳赛艇皮划艇运动中心优秀男子皮艇运动员为研究对象，基本情况见表1。

表1 研究对象基本情况

n	年龄 (岁)	身高 (cm)	体重 (kg)
10	21.9±1.37	187.2±5.63	86.5±6.47

1.2 研究方法

1.2.1 最大摄氧量 (VO_{2max}) 的测试方案及评价标准

测试方案:运动员在跑台上以7km/h的速度开始跑步,每分钟速度逐渐增加2km/h,速度到17km/h后,速度不再增加,开始增加坡度,每分钟递增1%的坡度至力竭。

在运动过程中,当运动员出现以下4种情况的3种即可判定达到力竭,此时的摄氧量为运动员的最大摄氧量 (VO_{2max})^[2]: (1)运动过程中,摄氧量差值小于5%或150ml/min; (2)呼吸商>1.10,心率>180b/min,血乳酸值>8mmol/L; (3)运动员主观感受体力已达到力竭,不能再继续运动; (4)摄氧量随运动强度增加开始出现平台或下降。

在实际测试过程中,若运动员因为特殊原因无法达到最大摄氧量 (VO_{2max}) 的判定标准,我们则以运动员力竭时的峰值摄氧量作为最大摄氧量 (VO_{2max})。

1.2.2 测试仪器

本次最大摄氧量测试采用意大利科时迈 Cosmed 肺功能/代谢仪 Fitmate 和 Life Fitness 跑台,通过 Breath by Breath 法测定摄氧量。

血乳酸测试是通过收集安静状态、运动后即刻、运动后3分钟、运动后6分钟、运动后9分钟的耳血20微升左右,放入试剂中混合均匀,在 Biosen C-Line 葡萄糖乳酸分析仪中20~45秒,读取数值并记录血乳酸结果。

在正式测试前,各项仪器设备都已进行了校准。

1.3 统计方法

测试结果通过 Excel 软件进行处理分析,结果计算平均值和标准差,以平均数±标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示。

2 结果与分析

2.1 河南省优秀皮艇运动员的形态特点

河南省男子皮艇运动员平均身高为187.2±5.63cm,与国外优秀选手(185.2cm)^[3]相比略占优势,拥有优秀皮艇运动员的良好身高条件。河南省男子皮艇运动员平均体重为86.5cm,与国外优秀选手相比,体重偏高。体重

高的同时,若体脂百分比高,则肌肉重量将会降低,肌肉力量下降,会对技战术表现造成额外负担,所以科学监测皮艇运动员的体重和体成分是十分必要的。

2.2 河南省优秀皮艇运动员的有氧运动能力分析

表2 研究对象 VO_{2max} 等有氧能力指标测试结果

n	相对 VO _{2max} (ml/kg/min)	绝对 VO _{2max} (L/min)	HR max (b/min)
10	61.3±3.91	5.30±0.51	191.7±9.48

最大摄氧量 (VO_{2max}) 是指机体在全身各器官、各系统被充分动员的情况下,经过长时间的剧烈运动,机体的心肺功能和利用氧的能力已达到本人的极限水平,单位时间内机体吸收和利用的氧容量,它能够反映人体最大的有氧代谢能力,反映机体吸收利用氧的能力、肺换气的效率,是衡量运动员有氧能力最重要的指标之一^[4]。在实践中,我们用绝对最大摄氧量 (VO_{2max}) 和相对最大摄氧量 (VO_{2max}) 来表示,绝对最大摄氧量 (VO_{2max}) 的单位是 L/min,是一个人摄氧能力的最大体现。但是不同项目、不同身高体重的运动员,用绝对最大摄氧量 (VO_{2max}) 来表示有氧能力就有点局限性了,所以为了更科学合理地体现运动员的有氧能力,我们通常用相对最大摄氧量 (VO_{2max}) 来表示,即绝对最大摄氧量与运动员的体重的比值,单位是 ml/kg/min。

在测试最大摄氧量时,功率计我们可以选择跑台、自行车、测功仪等,不同的功率计,测试出来的最大摄氧量是有差别的。就皮艇项目而言,在测最大摄氧量时,专项划船测功仪可能是最好的选择。有文献报道^[5],采用上肢测功仪和跑台分别测试瑞典优秀运动员 VO_{2max},结果上肢运动测值为跑台的88%。尚文元等^[6]人研究发现,采用跑台递增负荷测试测定皮艇运动员的最大摄氧量时,受试者达到力竭时,各项指标均达到了 VO_{2max} 的判断标准,因此采用跑台递增负荷测试测定皮艇运动员的最大摄氧量测值可靠,可以反映皮划艇运动员的有氧运动能力。虽然划船项目运动员上肢做功能力对专项能力的影响更显著,但是跑台能够调动身体更多器官系统参与运动,而测功仪仅局限于上肢,采用专项划船测功仪测定出来的 VO_{2max} 可能比跑台测定值低,所以跑台测定的结果更准确,更具有指导意义。

河南省优秀皮艇运动员的最大摄氧量为5.30±0.51L/min,与我国优秀皮艇运动员水平(5.30L/min)^[6]相当,但与 Tesch 等^[5]研究的瑞典4名优秀皮划艇运动员用跑台测试测得的 VO_{2max} 值(5.40L/min)相比较低。有研究^[3]报道,国外优秀男子皮划艇运动员相对最大摄氧量为60~68ml/kg/min,仅次于中长跑运动员,与赛艇、游泳运动员相当。目前,我国男子皮艇运动员相对最大摄氧量值为60.8±1.43ml/kg/min,河南省优秀男子皮艇运动员相对摄氧量值为61.3±3.91ml/kg/min,优于国家男子

皮划艇运动员水平,说明河南省男子皮艇运动员具备获得较好成绩的身体基础。但大量研究表明,VO_{2max} 受遗传因素影响较大,对于已经进行多年训练的运动员来说,VO_{2max} 变化量很小,因此,如何利用最大摄氧量的指标结果来合理指导有氧耐力训练,科学提高运动成绩,还需进一步研究。

2.3 河南省优秀皮艇运动员力竭运动后血乳酸清除速率分析

表 3 研究对象力竭运动后血乳酸变化情况 (mmol/L)

安静	运动后即刻	运动后 3min	运动后 6min	运动后 9min
0.8±0.32	8.5±1.39	10.9±2.12	11.4±2.42	11.0±2.32

在训练中,乳酸常用来评价训练强度,除此之外,乳酸清除速率可以用来评定机体的有氧代谢能力。机体主要通过完全氧化供能、糖异生还有转化为其他物质三种途径清除乳酸,氧化供能和糖异生是乳酸消除的主要途径。通过人体同位素追踪实验发现^[7],氧化供能是乳酸在安静和运动后的主要消除方式。研究还表明,运动会加快乳酸清除速率,这与运动会引起胰岛素水平下降、胰高血糖素、儿茶酚胺和皮质醇升高有关。运动中和运动后乳酸消除的生物学意义在于,乳酸生成于快肌纤维内,部分氧化于邻近具有高氧化代谢能力的慢肌纤维,其他的则扩散进入血液后在骨骼肌、心肌内氧化,因此骨骼肌、心肌的氧化代谢能力与乳酸的扩散、转移与消除密切相关,这也是我们用乳酸清除速率评定有氧能力的强有力理论基础。在训练实践中,主要是通过采集运动后不同时间的血乳酸值来监测血乳酸清除速率的。一般来说,运动结束 5 分钟后与结束 5 分钟前血乳酸值差异越大,则机体清除乳酸的速度越快,有氧代谢能力越强。

通过对河南省优秀男子皮艇运动员在递增负荷力竭运动后即刻、第 3min、第 6min、第 9min 的血乳酸测定值发现,河南省男子皮艇运动员平均血乳酸最高值为 11.4±2.42mmol/L (运动结束后 6min),运动后 9min 血乳酸值仍处于较高水平(11.0±2.32),说明乳酸清除速度较慢,有氧能力不足。其中有 3 名运动员的血乳酸值超过 12mmol/L,最高者达到 16.11mmol/L,该运动员相对最大摄氧量值为 56.2ml/kg/min,该运动员最大摄氧量较低的同时,乳酸清除速率也较低,提示可能有氧能力不足。

从本次测试结果发现,河南省男子皮艇运动员血乳酸值的高峰期出现得普遍较晚,乳酸清除速率缓慢。有文献报道^[8]游泳运动员在最大强度有氧运动后 10min 时,男、女运动员血乳酸值分别由峰值 10.85±1.59、10.05±2.67 降到 7.06±1.11、5.97±1.62mmol/L。这说明河南

省男子皮艇运动员相较于其他优秀运动员来说,机体乳酸代谢清除能力不强,速度耐力不够,提示河南省优秀男子皮艇运动员的有氧运动能力还有待加强。

3 结论

河南省男子皮艇运动员的最大摄氧量在国内占有一定优势,但力竭运动后 9min,血乳酸仍然处于较高值,血乳酸清除速率较慢,有氧能力有待进一步加强,在训练中应强化有氧耐力训练。

[参考文献]

- [1]Zouhal H, Le Douairon Lahaye S, Ben Abderrahaman A, et al. (2012). Energy system contribution to Olympic distance in flat water kayaking(500 and 1,000 M) in highly trained subjects[J]. J Strength Cond Res, 2012, 26 (3): 825-831.
 - [2]曲绵域,高云秋,浦钧宗,等.实用运动医学[M].北京:北京科学技术出版社,1996.
 - [3]吴昊,刘爱杰.优秀运动员身体机能评定方法--皮划艇项目运动员身体机能评定方法[M].北京:人民体育出版社,2003.
 - [4]冯连世,李开刚.运动员机能评定常用生理生化指标测试方法及应用[M].北京:北京人民体育出版社,2002.
 - [5]Tesch P, et al. Physiological investigations of Swedish elite canoe competitors[J]. Med Sci Sports, 1976, 8 (4): 8-214.
 - [6]尚文元,常芸,刘爱杰,等.中国优秀皮划艇运动员有氧能力测试分析[J].中国运动医学杂志, 2006, 25 (4): 443-446.
 - [7]Bryan C. Bergman. Eugene E. Active muscle and whole body lactate kinetics after endurance training in men[J]. J Appl Physiol, 1999, 87 (5): 1684-1696.
 - [8]李开刚,洪平,尚文元,等.利用跑台递增负荷运动时测定我国优秀游泳运动员的最大有氧能力[J].体育科学, 2003, 23 (5): 102-105.
- 作者简介:赵孟可(1993—),女,汉族,河南封丘人,研究实习员,主要研究方向:运动员身体机能评定、青少年生长发育评价及指导、反兴奋剂宣传教育;通讯作者:高巧英(1973—),女,汉族,河南郑州人,助理研究员,现任河南省体育科技中心(河南省反兴奋剂中心)运动机能测评室主任,曾先后服务于原河南省水上运动管理中心、原河南省球类运动管理中心、河南省田径自行车运动中心,主要研究方向:运动员身体机能评定、反兴奋剂宣传教育、无机化学。