

水下体能训练对运动员身体机能的影响

商 攀

(河北省体育科学研究所, 石家庄 050000)

摘 要: 目的: 探寻水下体能训练对耐力及大体重运动员身体机能的影响。方法: 选取 68 名耐力及重竞技项目、球类项目大体重运动员随机分成水下体能训练组(实验组)与陆上常规体能训练组(对照组), 分别进行 12 周的体能训练。实验结束, 测试两组运动员的机能状态及相关血液指标。结果: 实验组的最大摄氧量、背肌核心力量、下肢力量以及平衡能力等均优于对照组, 生理生化指标两组比较变化不显著, 且都在正常范围。结论: 水下体能训练相对于陆上常规体能训练对耐力及大体重运动员身体机能发挥了良好的影响。

关键词: 水下体能训练; 最大摄氧量; 核心力量; 下肢力量; 平衡能力

中图分类号: G804

文献标志码: A

文章编号: 1008-3596 (2017) 05-0076-06

1 研究对象

选取河北省专业队运动员 68 名(基本资料见表 1)。主要为耐力项目以及重竞技项目、球类项目的大体重运动员。

表 1 实验对象基本资料

运动项目	人数		平均年龄/y	平均体重/kg
	男	女		
马拉松	0	6	17.5±2.4	60.1±3.1
铅球	6	6	24.1±8.2	95.3±2.6
铁饼	6	8	23.5±6.9	94.2±8.7
举重	5	5	21.1±3.8	100.5±12.4
柔道	8	8	19.2±10.2	96.8±11.2
篮球	4	6	18.9±3.4	95.2±9.5

2 研究方法

2.1 实验分组及训练方案

将 68 名运动员按项目及性别随机分成水下体能训练组和陆上常规体能训练组, 即实验组与对照组。实验组除进行日常专业训练外, 要进行为期 12 周的水下体能训练, 每周训练 3 次, 每次 150 min, 包括 15 min 陆上热身活动、120 min 水下训练、15 min 水下娱乐游戏。实验

组水下体能训练时, 对照组进行常规陆上体能训练。实验结束时对两组运动员相关指标进行测试。水下体能训练计划及主要训练内容见表 2。

表 2 各项目水下体能专项训练方案

目的	内容及方法	训练量、时间
提高心肺能力	水下靠背单车抗阻练习和水下运转机抗阻练习: 以运动员能尽最大努力完成为宜。随训练能力提高, 抗阻力负荷逐渐增加。可通过抗阻水流逆行运动及增加器械的抗阻负荷实现。	各 5 min * 5, 组间间歇 1 min
	水中倒后走(主要增强竖脊肌力量)。仰卧位收腹(主要增强腹肌力量, 陆上进行): 方式有三级, 由简到难分别是: a. 双膝屈曲状态下收腹收腹; b. 两下肢绷直状态下交替屈髋收腹; c. 两下肢绷直状态下同时屈髋收腹。训练时, 先简后难, 随训练能力提高逐级进行练习。	10 min * 2, 组间间歇 1 min 各 20 个 * 3
增强腰背部核心力量及平衡能力	水中单腿站: 先无干扰, 能力提高后在水中站平衡软垫或半球进行单腿站	(1—2) min * 3, 根据个人能力可适当延长站立时间

2.2 主要测试指标

生化指标：晨起空腹抽取静脉血，测量白细胞（WBC）、血红蛋白（Hb）、红细胞分布宽度（RDW）、肌酸激酶（CK）、血尿素（BUN）、睾酮（T）等相关指标。

肺活量：采用肺活量测试仪进行测量，测量两次，取最大值。

最大摄氧量：采用 MAXII 最大摄氧量测试分析系统进行最大摄氧量测试。

肌力：利用 ERGO-FIT 核心力量测试系统对腹背部核心力量进行测试，应用美国 CyebexII 等速肌力测试系统测试膝关节股四头肌及腘绳肌肌力。

平衡能力测试：包括睁眼单腿站立、闭眼单腿站立两个指标，秒表测量。

3 统计学处理

采用 SPSS13.0 统计软件进行统计分析，计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示，组间比较采用独立样本 t 检验，以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

4 结果

4.1 体能的变化

表 3 结果显示，最大摄氧量、肺活量、膝关节相对最大肌力指标，实验组较对照组提高显著（ $P < 0.05$ ）；腹背部核心力量提高显著（ $P < 0.05$ ），腹部及左旋力量不平衡性非常显著性降低（ $P < 0.01$ ）。单腿站、闭眼单腿站时间实验组较对照组有明显延长，且具有非常显著性差异（ $P < 0.01$ ）。

表 3 水下体能训练实验前后测试结果 ($\bar{x} \pm s$)

测试指标			对照组	实验组
VO ₂ max/(ml/kg/min)			54.7±18.4	57.2±16.8*
肺活量/ml			3 011.2±241.1	3 257.3±202.9*
单腿站时间/s			129.6±33.2	310.5±25.7**
闭眼单腿站时间/s			68.3±3.1	170.4±4.4**
腹背部核心力量	腹部/Nm		207±20.1	219±38.5*
	背部/Nm		451±38.2	459±39.1*
	不平衡/%		腹部 7.4	腹部 4.0**
	左旋/Nm		149±16.1	165±21.1*
	右旋/Nm		167±14.3	177±20.5*
	不平衡/%		左侧 6.0	左侧 3.0**
膝关节相对最大肌力/(Nm/kg)	慢速(60°/s)		3.22±0.21	3.67±0.31*
	股四头肌	中速(180°/s)	2.19±0.27	2.51±0.21*
		快速(240°/s)	1.78±0.30	2.10±0.21*
		慢速(60°/s)	1.80±0.22	2.00±0.17*
	腘绳肌	中速(180°/s)	1.48±0.20	1.60±0.25*
		快速(240°/s)	1.10±0.12	1.26±0.28*

注：与对照组比较，* 代表 $P < 0.05$ ，** 代表 $P < 0.01$ 。

4.2 生化指标变化

表 4 结果显示，整个干预过程中实验组与对

照组比较 WBC、Hb、RDW、CK、T 变化不大，差异不具有显著性（ $P > 0.05$ ）。

表 4 生化指标实验前后测试结果

指标	正常范围	对照组	实验组
WBC/($\times 10^9/L$)	4—10	5.1	6.2
Hb/(g/dL)	110—180	15.1	15.3
RDW/%	11.6—13.7	12.3	12.7
BUN/(mmol/L)	1.7—8.3	6.07	6.87
CK/(U/L)	20—300	300.46	243.5
T/(ng/dL)	10—1 001	475	473

5 讨论

5.1 目前国内体能训练存在的问题

长期以来，我国竞技体育的优势项目集中在技能主导类，体能主导类项目总体处于劣势，然而造成我国体能类项目停滞不前的原因，并不是没有重视体能训练的问题，而是因为竞技体育的极值化^[1]造成许多竞技项目体能训练出现诸多问题：一是过分追求专项动作，忽视人体动作规律，使得运动员肌肉发展不均衡，运动损伤增加；二是体能各子能力及其要素之间内部结构与专项特质匹配不合理，使得“体能”相对过剩，而参赛能力不足；三是不科学、枯燥的大负荷力量训练可能引起运动员免疫机能的下降等^[2]。面对低质量、低水平、高成本的体能训练与竞赛不断对体能提出更高要求的矛盾，寻找更加有效的训练手段，在进行高强度体能力训练的同时保持运动员的免疫机能，减少运动损伤的发生是一个亟待解决的问题。

本研究选取的实验对象主要为耐力项目以及重竞技项目、球类项目的大体重专业运动员，目的是为体能训练理论研究开辟新的思路与方法，解决这些运动员在陆上体能训练方面存在的问题。

5.2 水下体能训练设计的依据

水的阻力比空气的阻力要大 800 多倍，借助水的压力、水的粘滞性在水中进行抗阻力训练，施加的阻力越大，越能刺激大脑皮层，反射性地调动更多的肌肉群运动起来，这就促使全身的肌肉得到了统一有序的锻炼；水的密度和导热系数都比空气大，在同等时间、强度下，水中运动耗散的热量要比陆地大得多，实验表明，在 12℃ 的水中停留 4 min 所耗散的热量，相当于在同等

温度的陆地一小时所耗散的热量。水的温度要比陆上低，低温水刺激会反射性引起甲状腺分泌量的增加，促使新陈代谢加快，加速肝糖元分解和脂肪氧化，释放热量，不仅使血液温度迅速上升从而维持体温平衡，而且有利于剩余能量的消耗，可有效地预防和减少脂肪在体内的堆积，促使肌肉发达起来。水中运动还会改善人体的血液循环，增加皮下组织的营养供应，促进皮脂腺分泌大量的激素进入循环系统，使血液中的抗体生成量增加，从而提高人体的免疫力^[3]。其次，经常性的水下锻炼能使吸气肌和呼气肌的功能得到改善，增强肺组织的弹性和胸廓的活动度，提高肺通气和换气功能，增加机体的吸氧能力。因此，水下体能训练可为耐力项目运动员及大体重运动员提供良好的体能训练模式，产生良好的训练效果，同时水的浮力作用可以减轻体重负荷，避免大体重运动员陆上体能训练容易出现损伤的弊端。综上，水下训练可以在一定程度上弥补耐力项目及重竞技项目运动员在陆上体能训练的不足。

5.3 实验结果分析

经过 12 周的实验，与对照组比较，实验组的心肺能力、肌肉力量及平衡稳定能力均有显著提高，血液指标变化不大。

5.3.1 最大摄氧量及肺活量变化

最大摄氧量是指在人体进行最大强度的运动，机体出现无力继续支撑接下来的运动时，所能摄入的氧气含量，是反映人体有氧运动能力的重要指标，可作为耐力运动员的重要选材依据之一。肺活量是指一次尽力吸气后，再尽力呼出的气体总量。肺活量大，说明机体摄氧能力和排出废气的能力强，人体内部的氧供应就充裕，有利于运动能力的发挥。高水平的最大摄氧量和肺活量是有氧运动能力的基础，所有的运动项目都需要具备良好的有氧运动能力，尤其中长跑、球类项目等。陆上长跑训练一直是用来发展有氧耐力的传统方式，但长期使用该方法，运动员下肢的关节和肌肉承受的冲击负荷较大，容易造成损伤。水下靠背单车抗阻练习和水下运转机抗阻跑步练习，相对陆上运动有效降低了身体的机械应力。通过抗阻水流逆行运动及增加器械的抗阻负荷进行有氧锻炼，在保证运动员训练强度与训练

量的同时，流体阻力对机体提供了足够的刺激，大大提高了新陈代谢，增大了训练者的 VO_2 和 HR，使心肺功能有效改善。实验结果显示，实验组最大摄氧量及肺活量均显著高于对照组，说明水下体能训练可以有效提高运动员的有氧运动能力。

5.3.2 平衡能力的变化

平衡指身体所处的某种固定姿态以及在运动或在外力作用时能自动调整并维持这一姿势的能力，正常情况下人体平衡由前庭系统、视觉系统以及本体感觉系统协调完成。人的任何运动几乎都是在维持身体平衡的状态下进行的，尤其是大肌肉的活动，更需要有较好的平衡能力才能胜任，平衡能力是一切静态与动态活动的基础能力。在摔跤、柔道等对抗性项目比赛时，双方运动员需要在有额外的力量附加并且不稳定的条件下格斗，在不断保持自身平衡的同时，全力破坏对方的平衡。因此，交手性对抗项目，不仅要求运动员具有超强的体能，还必须具备有良好的身体平衡能力。单足支撑等平衡训练，能增强运动员本体感觉与姿势控制能力，改善人体平衡功能，利用平衡软垫和半球，加大了平衡控制的难度。水中单腿站训练，是在水的三维空间各个方位力的作用下进行的，水一方面能够从各个角度对人体进行刺激和锻炼，使肌肉协调发展；另一方面能够对肌肉、骨骼给予缓冲和保护，避免运动损伤。由于水的阻力作用，水下抗组训练及倒后走等动作速度减慢，感觉反应的时间相应延长，使得动作反馈充分，有利于神经对肌肉及动作稳定性的控制，一定程度上也促进了平衡能力的发展。本实验中，实验组运动员单脚站立和闭眼单脚站立时间均显著长于对照组，说明水下训练对身体的平衡能力提高具有显著效果。

5.3.3 核心力量的变化

核心力量的概念源于核心稳定性，Kibler^[4]首次将核心稳定性的概念引入竞技运动训练，其认为核心稳定性有产生力量、传递力量和控制力量三方面功能。Kanpik^[5]认为身体左右侧力量不平衡可导致功能性的运动技术异常，进而导致损伤发生率提高。核心稳定性是核心力量的结果，核心力量是核心稳定性的具体表现形式^[6]。强有力的核心肌群，对运动中的身体姿势、运动

技能和专项技术动作的发挥起着稳定和支持作用。物体在流体中做相对运动，会受到流体所产生的阻力，包括磨擦阻力、压差阻力、惯性阻力等。人体在水下运动，通过调整水下运转机可改变水的各种阻力。倒走在运动模式、身体的运动特征、肌肉活动特征、步态特征以及动力学特征上与正走存在一定的差异和独特性。吕晓梅等发现^[7]，倒走时腰部竖脊肌的积分肌电值明显高于正走，倒走能增加腰背部肌肉的活动，加速局部血液循环，从而改善腰背部肌肉内部的协调性。“水中倒走”要克服不断变化的阻力，运动员需要腰身挺直或略后仰才能完成，脊椎和腰背肌要承受比平时大几倍至几十倍的重力和运动力，这就使脊椎和腰背肌等得到了陆上训练所不能达到的强有力的刺激，利于肌肉的发展。水中阻力的增加，更能刺激人体大脑皮层，从而可以反射性地调动更多的肌肉群参与运动，进一步促使全身肌肉得到统一有序的锻炼。结合陆上屈髋收腹训练，可有效促进腹背部核心力量的发展。经过 12 周的体能训练，相比较对照组，实验组腹背部力量、左右旋转力量均有显著提高，力量发展的不平衡性显著改善。说明水下体能训练较单一的陆上体能训练能更有效提高运动员的核心力量，有利于运动技能的发挥。

5.3.4 膝关节力量变化

膝关节作为人体运动的一个主要关节，在日常生活和体育运动中占有重要的地位，膝关节的工作能力和效率往往制约着大多数体能性运动项目的水平，其屈伸肌群的力量对运动能力具有重要的影响，对膝关节屈伸肌群的训练是力量训练的重要内容^[8]。在所有的运动项目中，膝关节损伤最普遍，尤其是大级别运动员^[9]。实验结果显示，实验组膝关节伸肌股四头肌、屈肌腓绳肌不仅中速及慢速肌力显著高于对照组，快速肌力也显著高于对照组。说明水下体能训练较陆上体能训练更能有效提高受试者的下肢力量及膝关节屈伸肌力量。人体浸入水中时，在自然的状态下可使肌肉松弛，肌肉的紧张度发生改变，病疼感降低，借助于水的浮力、压力、阻力等物理特性，可以提高肌肉的力量与耐力，增加动作的活动范围，恢复动作的控制能力、平衡能力及协调能力，可有效改善机体的灵活性，促进损伤恢

复^[10]。本实验中,将水中有氧训练与力量训练有机结合,使快肌纤维在有氧负荷下也得到了有效训练,克服了张晓晖^[11]提到的在水中只进行有氧训练慢肌纤维增长迅速,而快肌纤维因刺激不够增长缓慢的弊端。平衡能力的训练增强了膝关节的本体感觉,改善了膝关节的稳定性,这对于有效预防膝关节运动损伤及损伤恢复意义重大。

5.3.5 生化指标的变化

基本生理生化指标的变化可客观评定运动员承受训练负荷的身体机能状态。白细胞(WBC)能够比较准确地反映运动员免疫机能的高低^[12]。血红蛋白(Hb)可参与体内的酸碱平衡调节^[13],运动员在大负荷训练阶段容易发生缺铁性贫血,Hb降低,影响运动员竞技能力的发挥。红细胞分布宽度(RDW)是反映外周血液中红细胞体积差异程度的参数,运动员机体出现疲劳积累时RDW值会变大。血清肌酸激酶(CK)对大强度训练、疲劳积累具有灵敏的同步反应^[14],是运动员机能监控中最重要的指标之一,大负荷的训练可引起血清酶活性增高^[15]。血尿素(BUN)是反映运动量的指标,用来监控运动员机体对运动量的反应^[16],训练负荷大,BUN值增加明显,反之增加不明显。睾酮(T)是机体内活性最高的一种雄性激素,一般来说,当运动员身体机能良好时,T值变化不大甚至略有上升,而在疲劳、过度训练或机能状态不好时,T值则会下降。实验结果显示,实验组与对照组相关生理生化指标变化不显著,且都在正常范围内,提示水下体能训练与陆上常规体能训练运动员身体机能总体代谢相一致,没有出现过度疲劳。

6 结论

12周的水下体能训练较陆上常规体能训练,能更有效地提高耐力及大体重运动员的心肺能力、腹背肌核心力量、下肢力量以及本体感觉平衡能力,并一定程度上可预防陆上训练可能导致的运动损伤,此研究可为其他项目进行水下体能训练提供一定的参考依据。

参考文献:

- [1] 李少丹.对专项训练方法的哲学思考[J].北京体育大学学报,2007,30(6):834-836.
- [2] 马继政,牛浩,田东,等.力量和耐力组合训练生物分子适应机制及现实应用[J].河北体育学院学报,2015,29(2):61-66.
- [3] 刘永祥,张晓辉.冷水浴对人的生理心理影响[J].体育文化导刊,2009(5):19-21.
- [4] 关亚军,马忠权.核心力量的定义及作用机制探讨[J].北京体育大学学报,2010,33(1):106-108.
- [5] Knapik J J, Bauman C L, Jones B H, et al. Preseason strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes[J]. Am J Sports Med, 1991, 19(1): 76-81.
- [6] 黎涌明,于洪军,资薇,等.论核心力量及其在竞技体育中的训练——起源、问题、发展[J].体育科学,2008,28(4):19-29.
- [7] 吕晓梅,赵焕彬,张海涛.健身反向走的生物力学分析[J].中国体育科技,2008,44(4):139-143.
- [8] 吴翠娥,刘建春,袁鹏,等.等速向心运动中膝关节屈伸肌群的sEMG研究[J].体育与科学,2008,29(6):20-23.
- [9] 熊维志.优秀男子举重运动员腰背、膝关节等速肌力与专项成绩的相关性研究[J].成都体育学院学报,2014,40(5):57-62.
- [10] 左自强,叶小明,刘丹宁.水中康复运动的作用原理及其运用[J].辽宁体育科技,2008,30(3):40-43.
- [11] 张晓晖.6周浅水跑训练对有氧能力及1500m跑成绩的影响研究[J].中国体育科技,2012,48(5):87-115.
- [12] 陈婷,张治远,张月娟.高温预处理对力竭运动后人血液白细胞HSP70mRNA及自由基代谢的影响[J].河北体育学院学报,2016,30(4):74-82.
- [13] 张漓,魏良忠,洪志强,等.中国古典式摔跤运动员赛前训练的生化特点及机能评定[J].中国运动医学杂志,2002,21(2):200-202.
- [14] 刘艳.运动员运动性疲劳对代谢物质的影响[J].山东体育学院学报,2009,25(6):38-40.
- [15] 郭子渊,洪雷,蒋华社.应用血清酶监控散打运动员赛前训练[J].中国运动医学杂志,2005,24(1):103-105.
- [16] 冯连世,冯美云,冯炜权.优秀运动员身体机能评定方法[M].北京:人民体育出版社,2003.

The Influence of Underwater Physical Training on Athlete's Physical Function

SHANG Pan

(Hebei Research Institute of Sport Sciences, Shijiazhuang 050000, China)

Abstract: *Objective:* To explore the effect of underwater physical training on stamina and the physical function of athletes with heavy weight. *Methods:* 68 athletes from the stamina events, heavy athletic events of stamina and athletes with heavy weight from ball games are selected and randomly divided into underwater physical training group (experimental group) and on-land routine physical training group (control group). The physical trainings are carried out for 12 weeks respectively. At the end of the experiment, the physical state and related blood parameters of the two groups are tested. *Results:* The maximal oxygen uptake, dorsal muscle core strength, lower limb strength and balance ability of the experimental group are better than those of the control group. The changes of physiological and biochemical indexes are not significant in the two groups, and both are in the normal range. *Conclusion:* Underwater physical training has a good effect on the physical function of stamina athletes and heavy-weight athletes compared with routine physical training.

Key words: underwater physical training; maximum oxygen uptake; core strength; lower limb strength; balance