



水中瑞士球训练对优秀游泳运动员核心稳定性与运动表现的影响

高捷, 鲍凯, 刘旭蕊*

摘要:通过对18名北京体育大学中国游泳运动学院的一级游泳运动员进行陆上瑞士球核心训练和水中瑞士球核心训练,探讨水中瑞士球训练对优秀游泳运动员核心稳定性和运动表现的影响。结果表明,8周陆上和水中瑞士球训练均能显著提高优秀游泳运动员躯干力量、背肌耐力和身体平衡性,改善运动员陆上身体控制和平衡能力,进而改善游泳运动员力量传导的效率,促进躯干和上下肢之间力量的有效转移,提升打腿和划手的效果,提高50 m自由泳运动表现;两种训练对运动员柔韧性和功能性表现无显著影响;水中瑞士球训练对各测试的提升幅度和RPE强度上均高于陆上瑞士球训练,且水中瑞士球训练手段可以更有效地提高游泳运动员的50 m自由泳运动表现。

关键词: 瑞士球;核心稳定性;运动表现;游泳;水中训练

中图分类号:G808 文献标志码:A 文章编号:1006-1207(2020)04-0075-07

DOI:10.12064/ssr.20200411

Effects of Swiss Ball Training in Water on Core Stability and Performance of Elite Swimmers

GAO Jie, BAO Kai, LIU Xurui*

(Beijing Sport University, Beijing 100084, China)

Abstract: This study discusses the influence of Swiss ball training in water on the core stability and sport performance by comparing the core training of Swiss ball in and out of the water among 18 elite swimmers from China Swimming College of Beijing Sport University. The results show that 8 weeks Swiss ball training both in and out of the water can significantly enhance the elite swimmers' trunk strength, back muscle endurance and body balance, improve their abilities of body control and balance on land, thereby increase their efficiency of power transmission and promote the effective transfer of strength between the trunk and the upper and lower limbs, boost the effect of kicking and stroking, and improve the 50-meter freestyle swimming performance. Both trainings have no significant influence on the flexibility and functional performance of athletes. But the Swiss ball training in water leads to higher improvement and RPE intensity in each test than the training on land; and the Swiss ball training in water can more effectively improve the 50-meter freestyle performance of swimmers.

Key Words: swiss ball; core stability; sport performance; swim; in water training

“核心稳定性”在运动中起到控制骨盆和躯干部位肌肉的稳定姿态,为上下肢运动创造支点,并协调上下肢的发力,使力量的产生、传递和控制达到最佳化的作用,是在不稳定状态下进行运动(如田径、登山、足球、游泳)的重要前提^[1-2]。这一概念进入国内后,

从业者对核心训练重视了起来,设计多种核心训练手段且均取得了较好的效果^[3]。由于在竞技游泳运动中,除出发和转身外所有的动作(打腿、划手、躯干运动)都是在相对不稳定的平面下完成的,根据专项化训练需求^[4-5],在平时训练中,运动员的练习动作必须要尽

收稿日期:2019-03-04

基金项目:北京体育大学自主课题科研平台建设项目(2019pt009)。

第一作者简介:高捷,女,博士,教授。主要研究方向:游泳教学与训练。E-mail:1103828931@qq.com。

*通信作者简介:刘旭蕊,女,在读博士研究生,讲师。主要研究方向:游泳运动训练与水中康复。E-mail:1195245693@qq.com。

作者单位:北京体育大学 中国游泳运动学院,北京 100084。



可能地模仿实际运动形式,以满足其专项性需求。同时,一些游泳专家如高伟、陆一帆等人也提倡进行核心训练要冲破运动器材的约束和限制,尽可能选择同游泳动作相近的无支撑练习^[67]。因此,游泳核心训练计划的制定也要从其不稳定特点和需要出发。

当前常用的核心稳定性训练手段,包括各种借由悬吊、波速球、瑞士球、泡沫轴、平衡板、滑板、振动训练杆等器械的训练及垫上徒手练习等^[8]。而瑞士球练习因为能够在陆上形成不稳定的支撑环境,对训练者小肌肉群产生额外训练刺激,可有效提升运动员核心稳定性^[1],被众多教练员和运动员所青睐^[9]。当前有科研人员在随队出国训练和比赛时发现,国外优秀游泳运动员会将瑞士球放入水中进行核心练习,但查阅文献资料发现有关水中瑞士球的训练手段和效果的研究较少。

研究表明瑞士球对于核心训练的刺激程度与其不稳定程度有关^[10],训练时支撑面所提供的的不稳定程度不同,对于躯干肌肉激活和募集程度以及训练的效果也会差异显著。本研究以水作为一种液态介质,将瑞士球放入水中,以提高训练的不稳定性,与陆上训练相比,进行相同的动作练习需要更高的身体控制能力,会增加躯干肌肉活动,募集更多肌肉群,能取得更好的核心训练效果。为了验证该假设,本研究招募受试者并设计水中瑞士球训练手段进行训练,探究该训练方法对游泳运动员核心稳定性和运动表现的影响,以期丰富游泳运动员核心练习手段。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

本研究以在北京体育大学中国游泳运动学院中招募的国家一级及以上水平游泳运动员 18 名(男性 15 名,女性 3 名)作为实验对象,并随机将受试者分

成实验组(N=9)、对照组(N=9),基本情况见表 1,分别进行 8 周水中瑞士球和陆上瑞士球核心训练,纳入标准为身体健康且无上下肢或腰部损伤史。所有受试者自愿参与本实验,并在实验前告知实验目的、流程、测试要求。

表 1 本实验受试者的基本情况($\bar{X}\pm SD$)

Table 1 The Subjects' Profiles in This Study($\bar{X}\pm SD$)

	年龄/岁	身高/cm	体重/kg	训练年限/年
实验组(N=9)	18.4±0.5	183.1±7.0	77.6±4.7	11.2±2.5
对照组(N=9)	18.6±0.5	178.2±6.6	74.8±2.1	11.0±3.3

1.2 训练动作和方案设计

由于常用的瑞士球核心练习动作如背桥、球上卷腹、球上背起等动作,并不适合在水中进行练习。因而本实验在咨询国家游泳队体能教练等专家后设计了若干适合在水中进行的瑞士球练习动作,进行预实验后筛选出 7 个练习动作(图 1),具体包括:(1)脚夹球平板支撑,受试者双脚夹住球控制稳定,双肘支撑池边,身体做平板支撑;(2)仰卧脚夹瑞士球手支撑,受试者脸朝上,双脚夹住球同时双手伸直,背撑住身体,髋部上顶,整个身体平直;(3)抱球平板支撑,平板支撑姿势,双脚在陆上支撑,双手抱球;(4)夹球左侧撑,左肘陆上支撑,双脚夹球;(5)夹球右侧撑,右肘陆上支撑,双脚夹球;(6)抱球腹肌滚轮,膝关节和脚陆上支撑身体,抱球在水中先做前推动作至身体平直,随后腹部用力将身体拉回;(7)夹球倒 V 拉起,双手池边支撑,双脚夹球身体平直,开始后腹部收缩将球拉向双手,身体呈倒“V”形后恢复至平直状态,开始下一次动作。对照组在陆上做与水中瑞士球练习动作相似的瑞士球平板支撑(脚在球上)、仰卧支撑(脚在球上)、抱球平板支撑、球上左右侧支撑、抱球腹肌滚轮和倒 V 拉起动作。

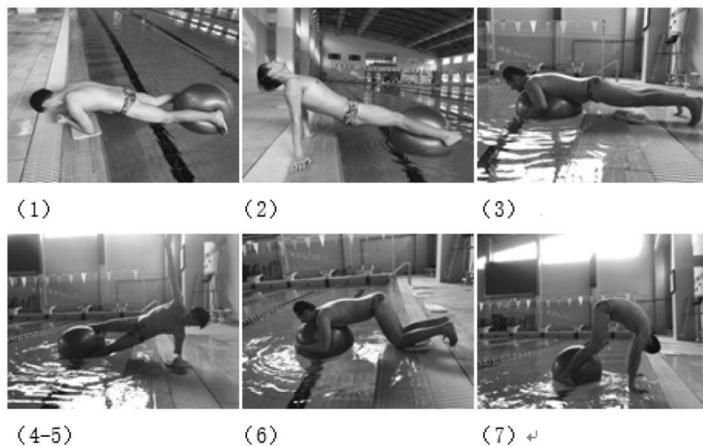


图 1 水中瑞士球练习动作 1-7

Figure 1 Swiss Ball Training Movements in Water 1-7



实验干预为期8周,每周3次,每次35~40 min,所有动作进行2次,每个动作间歇时间为60 s,4周后动作持续时间由60 s提高至90 s(表2)。实验过程中使用同一品牌的瑞士球,直径为75~85 cm。

表2 8周瑞士球训练方案

Table 2 Swiss Ball Training Plan for 8 Weeks

练习动作	前4周	后4周
脚夹球平板支撑	60 s	90 s
仰卧脚夹瑞士球手支撑	60 s	90 s
抱球平板支撑	60 s	90 s
夹球左侧撑	60 s	90 s
夹球右侧撑	60 s	90 s
抱球腹肌滚轮	8次	12次
夹球倒V拉	8次	12次

1.3 核心稳定性测试

本研究核心稳定性测试步骤和要求严格遵照郭梁^[11]采用的核心稳定性测试方法进行,采用1 min计时仰卧起做、背肌耐力测试、躯干屈伸活动范围测试、优势腿单脚闭眼站立测试、单脚跳远测试,从核心力量、耐力、柔韧性、平衡性(动作控制)和功能性5个方面对核心稳定性进行全面评价^[12-13]。

本研究对国家游泳队技术、体能专家,北京体育大学游泳教研室教授以及北京市游泳资深高级教练等多位专家进行访谈,采用压三角板25 m自由泳计时评价运动员水中平衡和核心稳定能力,测试方法为将一块三角板置于运动员腹部,运动员控制住打水板,采用自由泳游进25 m,记录所使用的时间。获得压板游时间后再次测试一次运动员全力蹬边25 m自由泳,记录两者时间差值。

1.4 运动表现测试

采用蹬边0~15 m水下蝶泳腿时间、50 m自由泳时间和划水次数评价运动表现。所有测试均在标准游泳馆进行,15 m水下测试方法为运动员蹬壁出发后启动秒表,记录运动员打水下蝶泳腿至头部到达15 m处的时间;测量50 m自由泳成绩与50 m划水次数时运动员采用蹲踞式出发,为保证数据记录精确性,测试时安排3位国家一级游泳裁判作为计时员,使用秒表进行成绩记录,并记录划水次数,取中位数成绩。

1.5 训练强度评价

采用主观感觉强度量表(Rating of Perceived Exertion, RPE)评价运动强度^[14],在每次瑞士球练习结束后,要求受试者根据主观感受,对照RPE量表,选

择相应的负荷程度,每周记录3次,共24次。

1.6 统计分析

使用SPSS23.0软件对实验测试所得数据进行统计分析,所得数据均以平均数±标准差表示。组内训练前后数据分析比较采用配对T检验,两组之间差异性比较采用独立样本T检验,显著性水平取 $P < 0.05$ 。

2 研究结果

2.1 核心稳定性变化

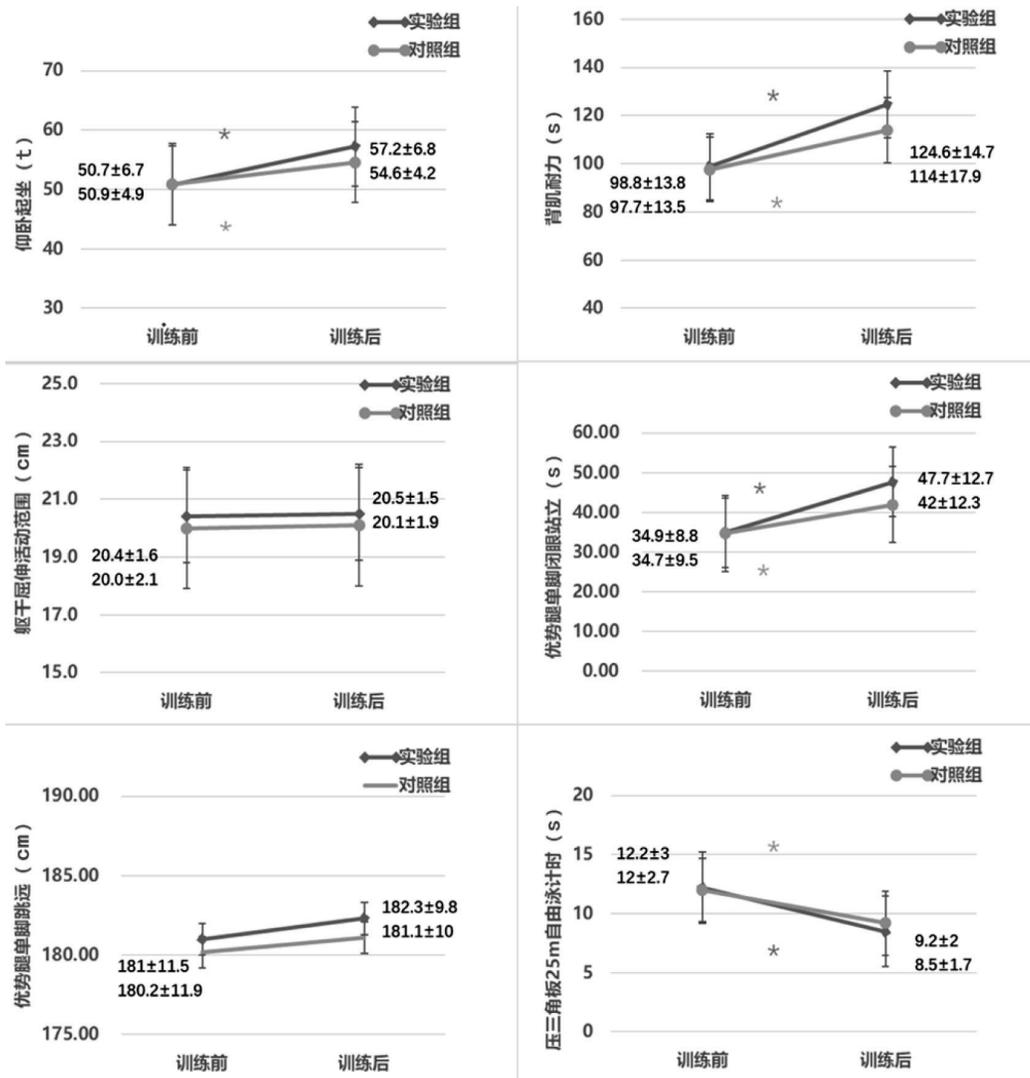
8周瑞士球训练后,两组的仰卧起坐、背肌耐力、优势腿单脚闭眼站立、压三角板25 m自由泳计时均显著增加($P < 0.05$),而躯干屈伸活动范围、优势腿单脚跳远没有显著变化(图2)。

仰卧起坐是腰腹部核心力量训练常用手段^[15],也是评价腹肌力量的有效指标^[16]。通过对18名运动员8周训练后仰卧起坐的测试结果进行分析发现,相较于训练前,水中瑞士球训练组和陆上瑞士球练习组训练后核心力量均发生显著性提高($P < 0.05$),但两组之间并没有显著性差异。说明两种瑞士球训练均是提升游泳运动员核心力量的有效手段。

背肌是脊柱稳定系统的重要组成部分,在维持脊柱稳定性方面起着非常重要的作用^[17],较弱的背肌力量会增加运动中的损伤风险,引起下腰疼痛等疾病。而核心稳定训练能显著提升躯干本体感觉和背肌肌力^[11]。通过对本实验结果实验组和对照组的数据进行分析,发现相较于训练前,两组运动员的背肌能力均发生显著性提高($P < 0.05$),实验组提高了26.1%高于对照组的16.7%,但两组运动员间并没有显著性差异($P > 0.05$),说明两者均能显著改善运动员的背肌耐力。

躯干屈伸活动范围是受试者在保持髋部稳定的情况下尽可能地向前和向后伸展身体,记录下颈根部最凸的棘突尖C7和骶骨S1之间的距离,并减去中立位后前伸和后伸的距离之和。使用这种方法评价柔韧性具有较高的可靠性,前伸和后屈的组内相关系数分别为0.71和0.79^[12],但通过分析本实验前后两组运动员躯干活动范围数据时发现,实验前后两组运动员的躯干活动范围均未发生显著性改变,实验前后躯干活动范围变化幅度较小,增长幅度均为0.5%,表明这两种瑞士球训练方法均不能显著改善运动员的柔韧素质。

优势腿单脚闭眼测试是评价运动员的动作控制和平衡能力的有效手段。通过对本实验结果实验



注：* 表示同一组训练前后存在显著性差异， $P < 0.05$

图 2 8 周水中瑞士球与陆上瑞士球训练对仰卧起坐、背肌耐力、躯干屈伸活动范围、优势腿单脚闭眼站立、优势腿单脚跳远、压三角板 25 m 自由泳的影响

Figure 2 The Effect of 8 Weeks in and out of Water Swiss Ball Training on Sit-up, Back Muscle Endurance, Trunk Flexion and Extension Range, Dominant Leg Closed-eye Standing, One-foot Long Jump, Timed 25 m Freestyle with Board

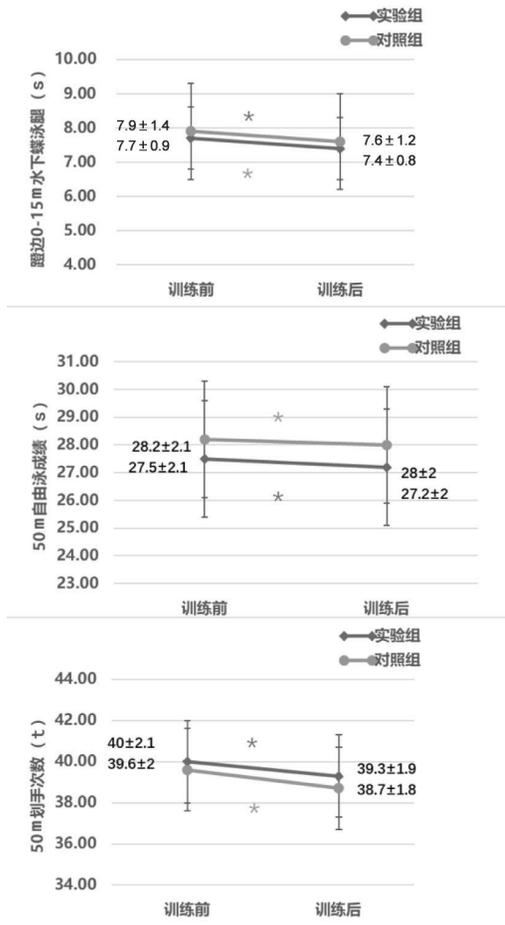
组和对照组的数据进行分析,发现相较于训练前,两组运动员的动作控制和平衡能力均发生显著性增长($P < 0.05$),实验组由 (34.9±8.8) s 增长到 (47.7±12.7) s,提升了 36.7%;对照组由 (34.7±9.5) s 增长到 (42.0±12.3) s,提升了 21%,尽管两者之间无显著性差异,但实验组提高幅度更大。

优势腿单脚跳远是对于实验者功能性运动表现的评价,体现了受试者的神经肌肉控制能力^[13]。在实验开始前,实验组的跳远距离为(181.0±11.5) cm,实验后为(182.3±9.8) cm,对照组前测为(180.2±11.9) cm,后测为(181.1±10.0) cm,尽管稍有增长(0.7%, 0.5%),但并不具备统计学意义($P > 0.05$),表明瑞士球训练对运动员的功能性运动表现没有显著影响。

由于 25 m 成绩在短时间内变化幅度小,因此若出现前后测试时间差值减小,说明运动员对打水板的控制能力提高,水中的平衡稳定能力改善。将实验组和对照组实验前压板游 25 m 自由泳与 25 m 自由泳时间相减得到的时间与实验后得到的时间进行比较分析,发现时间均显著性减少($P < 0.05$),实验组由 (12.2±3) s 减少到 (8.5±1.7) s,提升幅度为 30.3% 大于对照组的 23.3%,但两组运动员间并没有显著性差异($P > 0.05$)。表明两种瑞士球训练后运动员水中核心稳定性得到改善,能够更好地在水中控制身体,保持平衡,在运动过程中减少了下肢下沉或身体过度摆动的情况。

2.2 运动表现变化

8周瑞士球训练后,两组在蹬边0~15 m水下蝶泳腿,50 m自由泳成绩,50 m自由泳划手次数上与训练前具有显著改善($P < 0.05$)(图3)。



注:*表示同一组训练前后存在显著性差异, $P < 0.05$

图3 8周水中瑞士球与陆上瑞士球训练对蹬边0~15 m水下蝶泳腿、50 m自由泳成绩、50 m自由泳划手次数的影响

Figure 3 The Effect of 8 Weeks in and out of Water Swiss Ball Training on 0~15 m Underwater Butterfly Kick, 50 m Freestyle Performance, and 50 m Freestyle Stroke Times

采用15 m蹬壁蝶泳腿成绩反映运动员在水中的核心力量和运动表现,蝶泳腿力量的产生和传递与核心区各肌肉群的协同作用密不可分,核心力量的改善将直接影响蝶泳腿的运动表现^[18]。通过对两组运动员实验前后蝶泳腿的运动表现进行分析发现,实验组和对照组在实验后水下蝶泳腿运动表现均显著提高($P < 0.05$),实验组水下蝶泳腿速度提高了3.8%,由实验前的(7.9±1.4) s提高到(7.6±1.2) s(图3),对照组提高了3.9%,由实验前的(7.7±0.9) s

提高到(7.4±0.8) s。基于动力链理论^[19],在力传递过程中,核心环节作为动力链传导的链接点,起着链接上下肢的作用。水中蝶泳腿运动表现的提高说明运动员核心能力的提高优化了动力链的传导,进而水下蝶泳腿更有效率,速度更快。

由于受试运动员专项不同,通过查阅文献和咨询专家,本研究以50 m自由泳成绩与50 m划水次数评价运动表现和划水效率。8周水中瑞士球训练后实验组和对照组在50 m自由泳成绩与训练前相比均表现出显著性提高($P < 0.05$),且实验组提升幅度大于对照组。实验组50 m自由泳成绩提升1.1%,由实验前的(27.5±2.1) s减少到(27.2±2.0) s,对照组提升0.7%,由(28.2±2.1) s减少到(28.0±2.0) s。同时通过对运动员50 m划水次数的前后比较发现,运动员在后阶段的50 m自由泳划水次数均显著性减少($P < 0.05$),划水次数的减少说明运动员提高了每一划的效率,划水技术和效果得到了改善。对于优秀的游泳运动员来说,比赛成绩的正常浮动约在1%,因而任何提高成绩的方法都需要至少达到0.5%才能认为是有效的^[20]。因此认定本研究水中瑞士球训练手段可以更有效提高游泳运动员的短距离运动表现(1.1%,0.7%)。

3 讨论

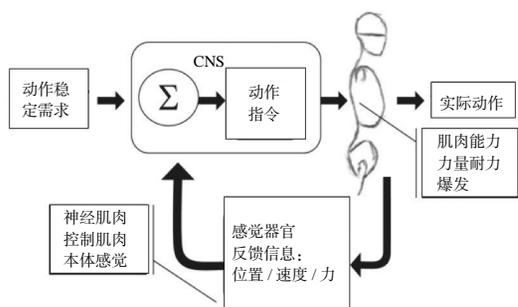
本研究的目的是探究为期8周的水中瑞士球训练对优秀游泳运动员核心稳定性与运动表现的影响。结果表明8周水中瑞士球训练可以显著提升优秀游泳运动员躯干核心力量、耐力和平衡性,改善运动员水中的身体控制和平衡能力以及提高运动表现,且提高幅度高于陆上瑞士球训练,但对运动员柔韧性和功能性表现无显著影响。

3.1 水中瑞士球训练对核心稳定性的影响

本研究仰卧起坐、背肌耐力、优势腿单脚闭眼站立、压三角板25 m自由泳计时均显著增加,说明运动员的核心力量、核心肌肉耐力、陆上和水中的身体稳定能力有显著改善。水中瑞士球训练通过增加不稳定程度来增强训练刺激,提升游泳运动员核心稳定性。核心稳定性由静态控制和动态控制两方面组成,主要是通过神经肌肉系统对内部和外部运动(预期的或意外的)的快速反应来保持躯干直立(静态)和控制躯干运动(动态)的能力来完成的^[21]。神经肌肉系统将可用的感觉信息(位置、速度、力)传递给中枢神经系统,然后中枢神经系统激活适当的肌肉组织来快速准确地产生力来提供稳定性(图4)^[22]。这表明核心稳定性是一个需要调动相应肌肉能力(力



量、耐力、爆发)和神经肌肉控制的动态过程,可以快速整合各类感觉信息,根据身体内部和外部情况快速进行运动反应调整。根据该原理,在进行水中瑞士球核心稳定性练习时,通过提高动作需求(增加不稳定性),即增强了训练刺激,预期可以收到良好的效果。而研究也证明了进行核心训练时使用不稳定支撑对于核心稳定能力有更强的刺激^[23-24],不稳定性可以增加躯干肌肉活动,募集更多小肌肉群和深层肌肉群参与到运动中;可以提高大脑皮层神经过程的灵活性以及分析综合能力,从而加强对腹背肌群的控制,特别是对小肌肉群的控制从而提供潜在的额外训练刺激。



注:中枢神经系统(CNS)是感官信息(Σ)和运动命令的集合

图 4 神经肌肉系统各组成部分的示意图

Figure 4 Schematic Diagram of the Neuromuscular System

在核心稳定性提高幅度上,实验组优于对照组,这可能与两种练习方式的强度有关。本研究中的水中瑞士球和陆上瑞士球动作相似,练习时间、组数和间歇时间相同,但根据对运动员每次实验后的主观感觉强度 RPE 进行统计分析发现(图 5),实验组的平均负荷强度(13.6 ± 2.1)高于对照组(12.5 ± 1.4)。这也能解释实验组和对照组在 8 周实验后实验组在仰卧起坐、背肌耐力等核心稳定性能力上提高幅度要大于对照组。

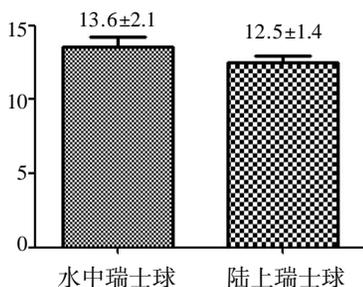


图 5 8 周水中瑞士球与陆上瑞士球训练平均 RPE

Figure 5 Average RPE of 8 Weeks in and out of Water Swiss Ball Training

3.2 核心稳定性对游泳运动表现的影响

游泳运动的特殊性在于运动员需要在水中控制身体、保持平衡,其特性决定了运动员需要具有良好的核心稳定性^[9],因此对于游泳运动员来说,稳定平衡能力的好坏将直接影响其游泳运动表现。经典游泳理论认为运动员想要提高游进速度,可以通过减小阻力,增大推进力来实现^[25]。然而,陆上姿势和水上姿势的不同在于,陆上站立时,头胸髋部的脊柱形成了一个“S”形,而水中,如果想要减少阻力而得到最大推动力则需要把“S”形变为直线,即在游进中身体必须保持良好的流线型和较高的身体位置。而一名运动员具有好的平衡稳定能力则能够保证以较高的身体位置游进,保持良好的流线型、减少下肢下沉或身体过度摆动,由此减少了形状阻力,提高运动表现^[10,12]。

本研究中优势腿单脚闭眼测试时间、水中 25 m 压板与不压板自由泳测试时间差值分别代表着游泳运动员的陆上核心稳定性与水中稳定性,在 8 周训练后实验组和对照组在这两项测试中的表现均得到提升,表明 8 周训练显著提高了游泳运动员的平衡稳定能力。同时实验组和对照组在 50 m 自由泳成绩与训练前相比均表现出显著性提高($P < 0.05$),且实验组提升幅度大于对照组。这与 Weston 等研究结果相似^[26],其对 20 名国家初级水平的游泳运动员进行了 12 周,每周 3 次的核心练习。干预后实验组和对照组的核心理能力、动作效率都得到了提高且实验组的运动员 50 m 爬泳成绩提高了 2%。但由于运动专项需求的不同,核心稳定性的提高并不意味着运动表现的提高。如杨文学对 24 名男子短跑运动员进行了 6 周瑞士球训练,结果表明瑞士球训练提高了运动员的核心稳定性,但核心理能力的提高并没有转化到短跑成绩上^[27]。同时,使用瑞士球进行核心训练时要根据训练目的选择不同的稳定程度,Behm 等研究了使用瑞士球在不稳定状态下进行训练时肌肉产生力的变化,发现在瑞士球上主动肌的激活程度减小,但对抗肌的激活程度和产生的力值变大,且随着不稳定的程度增加,变化幅度越明显^[10]。因而研究建议使用不稳定支撑进行训练的手段需要根据训练目的来决定:当训练目的主要为提高肌肉力量时,可以使用轻微和一般程度的不稳定支撑;当训练目的集中于运动员的平衡能力时,需要在难度更高的不稳定支撑的条件下进行训练。

以运动项目的专项特征作为运动训练的基础和依据,是当今世界竞技体育训练的一个显著标志和发展趋势^[28],因此必须从运动项目的专项特点和竞



技需求出发,才能有效提高训练效率。本实验中采用的核心训练方法与传统核心训练的不同与创新之处在于动作设计根据游泳的专项能力发展的需求,使用与游泳动作相近的无支撑练习来模仿实际运动形式,满足游泳专项运动对于稳定性的需求,达到了较好的训练效果。但将水中瑞士球和陆上瑞士球两种训练手段进行比较时发现除划手次数外,水中瑞士球组提升幅度均高于陆上瑞士球组,但并不具备统计学意义上的显著性($P > 0.05$)。说明在训练方法上两者之间没有显著性差异,其原因可能与训练时间较短有关。在训练后测水平上,水中瑞士球训练方法提高幅度优于陆上瑞士球训练方法。

4 结论

4.1 8周陆上和水中瑞士球训练能够显著提高优秀游泳运动员躯干力量、背肌耐力和身体平衡性,改善运动员身体控制和平衡能力,但对运动员柔韧性和功能性表现无显著影响。

4.2 8周陆上和水中瑞士球训练可显著提高运动员水中核心稳定性,改善水中平衡稳定能力,但水中瑞士球核心训练组提升幅度和 RPE 强度明显高于陆上瑞士球组。

4.3 8周陆上和水中瑞士球核心训练均可改善游泳运动员力量传导的效率,促进躯干和上下肢之间的力量有效转移,提升打腿和划手的效果,提高 50 m 自由泳运动表现,水中瑞士球核心训练组效果更为明显。

参考文献:

[1] 陈小平,黎涌明.核心稳定力量的训练[J].体育科学,2007,27(9):97.

[2] Akuthota V., Ferreiro A., Moore T., et al. Core stability exercise principles[J]. *Curr. Sports Med. Rep.*, 2008, 7: 39-44.

[3] 高捷,魏梅,刘小溪.我国竞技游泳核心力量发展阶段及特征的研究[J].沈阳体育学院学报,2013,32(06): 93-96+108.

[4] Behm D. G., Sale D. G. Velocity specificity of resistance training[J]. *Sports Med.*, 1993, 15(6): 374-388.

[5] Behm D. G., Drinkwater E. J., Willardson J. M., et al. The use of instability to train the core musculature[J]. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.*, 2010, 35(1): 91-108.

[6] 高伟.游泳运动员腰腹部力量的练习[J].游泳,2001,48(3):18.

[7] 陆一帆,张亚东.游泳运动员力量训练新观点[J].游泳,

2004(4):14-15.

[8] 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.

[9] 柴健,陶旻,高捷.瑞士球在游泳运动员“核心部位”训练中的应用[J].游泳,2009(4):40-41.

[10] Behm D.A., Anderson K., Curnew R.S. Muscle force and activation under stable and unstable conditions[J]. *J. Strength Cond. Res.*, 2002, 16(3):416-422.

[11] 郭梁.核心稳定性相关测试与摆臂和不摆臂下蹲跳高度的关系[J].体育科学,2018,38(4):67-72.

[12] Hibbs A. E., Thompson K. G., French D., et al. Optimizing performance by improving core stability and core strength[J]. *Sports Med.*, 2008, 38(12):995-1008.

[13] Reid A., Birmingham T., Stratford P., et al. Hop testing provides a reliable and valid outcome measure during rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction [J]. *Phys. Ther.*, 2007, 87(3): 337-349.

[14] Noble B., Robertson R. Perceived Exertion[M]. Champaign:Humankinetics Champaign IL, 1996.

[15] 徐玉明,李海鹏,袁莹.不同方式仰卧起坐腰腹部肌肉表面肌电信号的比较分析[J].中国体育科技,2015,51(6):121-127.

[16] 范洪彬,孙有平,季浏.体质测评中仰卧起坐测试规格的国际比较[J].北京体育大学学报,2016,39(4):60-65+71.

[17] Panjabi M. M. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement [J]. *Journal of Spinal Disorders*, 1992, 5(4):383.

[18] 李瑞杰,温宇红,张梦雪,等.青少年男性蝶泳运动员水陆核心稳定力量训练的模式探索与实证研究[J].成都体育学院学报,2016,42(4):70-75.

[19] Burkhart S. S., Morgan C. D., Kibler W. B. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part III: The SICK scapula, scapular dyskinesis, the kinetic chain, and rehabilitation[J]. *Arthroscopy*, 2003, 19(6):641-661.

[20] Stewart A. M., Hopkins W. G. Consistency of swimming performance within and between competitions[J]. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 2000, 32(5):997-1001.

[21] Borghuis A. J., Lemmink K. A., Hof A. L. Core muscle response times and postural reactions in soccer players and nonplayers[J]. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 2011,43(1):108-114.

[22] Reeves N. P., Narendra K. S., Cholewicki J. Spine stability: the six blind men and the elephant[J]. *Clin. Biomech.*, 2007, 22(3):266-274.

[23] Granacher U., Schellbach J., Klein K., et al. Effects of core strength training using stable versus unstable sur-

(下转第 92 页)



- [32] Takarada Y., Sato Y., Ishii N. Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in[J]. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 2002, 86(4):308-314.
- [33] McGawley K., Taylor D. The effect of short-term sprint interval training on repeated-sprint ability[J]. *Sci. Med. Sport*, 2010, 13(6):52.
- [34] Kim J., Lee N., Trilk J., et al. Effect of sprint interval training on elite judoists[J]. *Int. J. Sports Med.*, 2011, 32(12):929-934.
- [35] Lunn W. R., Finn J. A., Axtell R. S. Effect of sprint interval training and body weight reduction on power to weight ratio in experienced cyclists[J]. *Strength Cond. Res.*, 2009, 23(4):1217-1224.
- [36] 马国强,李之俊.速度型间歇训练的生物学效应研究进展[J].*中国运动医学杂志*,2014,33 (2):171.
- [37] Loenneke J. P., Wilson G. J., Wilson J. M. A. Mechanistic approach to blood flow occlusion[J]. *Int. J. Sport Med.*, 2010, 31(1):1-4.
- [38] Meyer R. A. Does blood flow restriction enhance hypertrophic signaling in skeletal muscle?[J]. *J. Appl. Physiol.*, 2006, 100(5):1443-1444.
- [39] Yasuda T., Fukumura K., Uchida Y., et al. Effects of low-load, elastic band resistance training combined with blood flow restriction on muscle size and arterial stiffness in older adults[J]. *Journals of Gerontology*, 2015, 70(8):950.
- (责任编辑:刘畅)

(上接第 81 页)

- faces on physical fitness in adolescents: a randomized controlled trial[J]. *Sports Sci. Med. Rehabil.*, 2014, 6(1): 40.
- [24] 陈华伟,宸铮,文世林.核心力量训练研究现状与展望[J].*哈尔滨体育学院学报*,2012,30(3):5-10.
- [25] 温宇红,高捷,张志同,等.游泳运动教程[M].北京:北京体育大学出版社,2013:18-26.
- [26] Weston M., Hibbs A. E., Thompson K. G., et al. Isolated Core Training Improves Sprint Performance in National-Level Junior Swimmers[J]. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2015, 10(2):204-210.
- [27] 杨文学.瑞士球训练对男子短跑运动员功能性力量和专项成绩的影响[J].*北京体育大学学报*, 2013,36(5): 130-133.
- [28] 陈小平.竞技运动训练实践发展的理论思考[M].北京:北京体育大学出版社,2008.
- (责任编辑:刘畅)