



优秀短距离蛙泳运动员个性化体能诊断与训练的实证研究

闫琪,裴怡然

摘要: 根据现代功能性体能训练的理念和短距离蛙泳的专项特点,对运动员王×进行个性化体能诊断,通过对体成分、FMS、Y型平衡、CMJ垂直纵跳、最大功率、攀爬机等测试结果的分析,发现运动员的左右下肢的灵活性存在不对称,右下肢后群肌肉柔韧性较差,左侧髋关节和右侧肩关节的稳定性相对偏弱。确定运动员的薄弱环节和训练初始能力后,根据诊断结果和比赛时间设计12周的个性化体能训练计划,将训练划分为基础能力训练期、最大力量训练期、爆发力训练期和连续功率训练期4个阶段,在距离比赛一周时对运动员重新进行各项体能测试,通过数据分析发现运动员的薄弱环节得到改善,同时爆发力、速度和专项耐力均得到提高。运动员在训练结束一周后参加全国游泳锦标赛,在50 m和100 m蛙泳比赛中均获得金牌,专项成绩均得到较大幅度提高。

关键词: 个性化体能诊断;个性化体能训练;体能训练;短距离蛙泳

中图分类号: G804.6 文献标志码: A 文章编号: 1006-1207(2015)02-0023-05

Empirical Study of the Personalized Physical Diagnosis and Training of Elite Short-distance Breaststroke Swimmers

YAN QI, PEI Yiran

(Beijing Research Institute of Sports Science, Beijing 100075, China)

Abstract: The personalized physical diagnosis was arranged for Wang, a swimmer, according to the concept of modern functional physical training and the specific characteristics of short-distance breaststroke. Through the analysis of the test results of body composition, FMS, YBT, CMJ, maximum power and climber, it is discovered that the mobility of the swimmer's left and right lower extremities is asymmetric. The flexibility of the posterior muscles of the right leg is unsatisfactory. The stability of the left hip and right shoulder is relatively weak. After determining the weak points and initial training ability of the swimmer, a 12-week personalized physical training program was worked out according to the diagnosis result and the competition schedule. The training period was divided into 4 stages of the basic ability development period, maximal strength development period, explosive power development period and continuous power development period. All the above-mentioned tests were conducted one week before the competition. The result of the data analysis shows that the swimmer's weak points have been improved and the explosive power, speed and specific endurance have been enhanced. The swimmer entered the National Swimming Championships one week after the training and carried off the gold medals of 50m and 100m breaststroke. His specific performance was improved greatly.

Key Words: personalized physical diagnosis; personalized physical training; physical training; short-distance breaststroke

1 研究目的

短距离蛙泳是对运动员的关节灵活性、身体对称性和肌肉爆发力有很高需求的运动项目。王×是我国优秀的短距离蛙泳选手,多次获得全国比赛前三名。为了进一步取得突破,在夏训期间,对运动员进行个性化体能诊断和针对性的体能训练,希望通过应用现代功能性体能训练的方

法^[1-5],帮助运动员全面提高体能水平,在两个月后的全国比赛能够取得好成绩。

2 研究对象

北京短距离蛙泳运动员王×,运动员基本信息见表1。

收稿日期: 2015-01-08

基金项目: 国家体育总局重点研究领域课题(2012B052)

第一作者简介: 闫琪,男,研究员,博士。主要研究方向: 体能训练。

作者单位: 北京市体育科学研究所,北京 100075



表 1 王×基本信息一览表

Table I Basic Information of Wang

年龄/岁	身高/cm	体重/kg	运动等级
22	190	86	健将

3 研究方法

3.1 体成分测试

应用韩国 In-Body 体成分测试仪, 运动员空腹, 穿泳裤站在仪器上双手抓住手柄, 仪器自动进行测试。

3.2 FMS 测试

FMS 测试包括 7 种人体基本动作模式(深蹲、过栏架步、前后分腿蹲、肩部灵活性、主动直膝抬腿、躯干稳定性俯撑和转动稳定性动作)的测试来分析运动员的身体稳定性、关节灵活度和对称性。每一项的分数为 0~3 分, 总分为 21 分。

3.3 Y 平衡测试

Y 平衡性测试可以对人体执行相关动作时所同时需要的力量、灵活性、神经控制、核心部位稳定性、活动范围、平衡和本体感觉进行精确地量化。运动员的左右侧上、下肢分别在俯卧撑和单腿站立姿势下, 在 Y 平衡性测试仪 3 个方向上进行 3 次触够, 取最好成绩。

3.4 CMJ 垂直纵跳测试

应用瑞士 Myotest 爆发力测试仪进行测试, 运动员双脚与肩同宽站立, 双手放于腰部, 将 Myotest 爆发力测试仪固定于运动员腰部, 听到仪器提示音后, 快速下蹲后立即向上全力纵跳, 纵跳后双脚落于原地, 双腿微屈进行缓冲, 仪器自动进行记录, 进行 3 次测试, 取最大值。

3.5 最大功率测试

卧推采用常规卧推动作, 双手握住杠铃杆, 间距约为

1.5 倍肩宽, 将杠铃杆从固定位置举至双臂伸直, 慢慢放下, 接近但不触及胸部, 然后用最大速度推起至双臂伸直, 仪器获得推起过程中的最大速度计算功率。

下蹲采用半蹲动作, 肩扛杠铃, 缓慢下蹲至膝关节屈 90°, 然后用最快速度蹬直双腿, 仪器获得推起过程中的最大速度计算功率。

推举动作测试时运动员双手握住手柄, 由站立开始, 双腿下蹲后快速蹬伸, 同时双手快速上举完成推举动作, 仪器通过传感器自动记录最大爆发力数值。

3.6 攀爬机测试

应用 Versa Climber 攀爬机进行测试, 运动员在攀爬机上准备好, 听到开始的口令后, 全力进行固定时间的攀爬, 仪器自动记录攀爬的高度, 休息 10 min 后再次进行测试, 取最大值。本研究进行 10 s 的速度测试和 1 min 的持续耐力测试。

4 结果与分析讨论

4.1 体能训练周期的划分

训练开始前对运动员进行了全面测试, 通过数据分析发现, 运动员身体脂肪含量为 10.1%, 处于较好水平; 通过 FMS 测试(见表 2)和 Y 型平衡性测试(见表 3)发现, 运动员右肩和下背部在完成测试时有疼痛, Y 型平衡测试时左右侧上肢向下触够时的差值达到 19.5 cm, 而一般认为两侧差值超过 6 cm, 即可判断左右侧肩关节活动度存在明显差异^[6,7]。通过数据我们可以看出, 运动员的左右上肢存在一定的不对称性, 右下肢后群肌肉柔韧性或左侧髋部的稳定性、肩背部伸展性和右侧肩背部的稳定性相对偏弱, 提示在训练中首先需解决右侧下肢后群肌肉的柔韧性和肩背部的伸展性, 注意避免肩部的损伤风险。同时在测试中记录了运动员训练前的各种爆发力指标和 Versa Climber 攀爬机的测试指标, 作为初始值。

表 2 训练前 FMS 测试分数

Table II FMS Test Scores before the Training

测试时间	过栏架步		前后分腿蹲			肩部灵活性		主动直膝抬腿			躯干稳定性俯卧撑			转动稳定性		总分						
	左	右	得分	左	右	得分	左	右	得分	左	右	得分	左	右	得分							
																	排除性测试	排除性测试	排除性测试	排除性测试		
训练前	3	3	2	2	3	2	2	3	3	+	0	3	2	2	3	+	0	2	2	-	2	11

表 3 训练前 Y 型平衡性测试分数

Table III YBT Test Scores before the Training

	肢侧	长度	中部	下侧	上外侧	分值
上肢	右侧	97.5	97	74	59.5	78.8
	左侧	97.5	96	93.5	65.5	87.2
	差值		1	-19.5	-6	
下肢	右侧	99.5	70	124	128.5	108.0
	左侧	99.5	76.5	122	128	109.4
	差值		-6.5	2	0.5	



根据测试数据分析和训练时间, 将整个夏训划分为 4 个训练阶段(见表 4), 第一个阶段是基础力量训练期, 时间为 4 周, 主要改善运动员的肩部和腰部的伤病问题, 解决左右侧上肢的不对称问题, 提高运动员的基础力量水平, 提高躯干稳定性, 改善柔韧性, 强化薄弱环节, 防止伤病, 为后期训练打好基础; 第二个阶段是最大力量训练期, 时间为 2 周, 在前期基础上进一步提高运动员的力量水平, 因为运动员的主要项目是短距离蛙泳, 对力量水平需求较高, 同时继

续强化运动员的身体稳定性、柔韧性等基本运动功能, 为爆发力训练做好身体准备; 第三个阶段是爆发力训练期, 时间为 3 周, 主要提高运动员单次动作的爆发力, 同时增加功能性力量的练习, 使前两个阶段获得的力量水平向专项能力转化, 为最后爆发力耐力训练打好基础; 第四个阶段是连续功率训练期, 时间为 2 周, 训练内容主要为较小负荷快速连续用力的连续, 重复次数多、组间间歇短, 主要提高运动员在单位时间内保持功率的能力, 为比赛做好准备。

表 4 备战全国游泳锦标赛体能训练计划

Table IV Physical Training Program for Preparing for the National Swimming Championships

周数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
阶段	第一阶段 基础力量训练				第二阶段最大力量			第三阶段 爆发力训练		第四阶段 连续功率		赛前减量	
主要训练目标	提高力量水平, 提高躯干稳定性, 改善柔韧性, 强化薄弱环节, 防止伤病				提高最大力量, 改善柔韧性			提高单次动作的爆发力, 使前两个阶段获得力量向专项能力转化, 改善柔韧性		提高运动员在单位时间内保持功率的能力		测试	全国比赛
训练量	高				中等			中等		低		低	
训练负荷	中等				高			高		高		中等	

4.2 体能训练方案的制定

根据运动员每个训练期的主要训练目标, 为运动员制定相应的体能训练方案。

4.2.1 基础力量训练期体能训练方案

基础力量训练期主要任务是提高运动员的力量水平, 提高躯干稳定性, 改善柔韧性, 强化肩部和腰部力量, 缓解陈旧性伤病, 为后期训练打好基础。本阶段每周进行 2 次体能训练, 采用“IHP 双重混合式训练方法”^[8], 一项大肌肉群的练习与一项功能性练习相结合, 每个动作 4 组, 动作之间没有间歇, 4 组完成后休息 3 min。每次训练后, 首先对运动员的髋关节和右侧肩关节进行灵活性练习, 然后应用泡沫轴在髋关节和肩关节周围进行滚压, 提高相关肌肉的延展性和关节的灵活性。

4.2.2 最大力量训练期体能训练方案

最大力量训练期主要任务是提高运动员的最大力量水平, 为后期的爆发力建立一个更高的力量平台。本阶段每周进行 2 次体能训练, 以宽距卧推、蛙泳式深蹲和宽距引体向上这种多关节复合式力量练习为主, 每个练习进行 6 组, 采取逐渐递增式负荷, 从运动员的 85% 最大负荷到 100% 最大负荷, 每次练习在安全的情况下尽力完成最多次数, 每个练习完成后休息 2~3 min; 大肌肉群力量练习后进行核心区域的力量训练和稳定性训练, 最后仍然进行髋关节的灵活性训练和恢复再生训练, 促进运动员的恢复。

4.2.3 爆发力训练期的体能训练方案

爆发力训练期主要任务是提高运动员的单次爆发力水平, 为下一个阶段的快速连续功率训练打好基础。本阶段每周进行 2 次体能训练, 以中等负荷、低次数的爆发式力量练习为主, 强调全身协调快速发力, 每个练习进行 3~4 组, 每次练习 3~6 次, 每个练习完成后休息 1~2 min;

爆发力练习后进行瑞士球或者泡沫柱的稳定性练习, 提高运动员的核心稳定性和肌肉控制能力。

4.2.4 连续功率训练期的体能训练方案

连续功率训练期主要任务是在保持运动员单次爆发力水平前提下, 提高运动员在单位时间内的连续快速发力和保持功率的能力^[4]。本阶段训练计划第一个单元首先是进行单次爆发力的练习, 动作选择尽量接近专项需要, 比如快速下拉、出发式前推实心球、抗阻蹲跳等, 每周进行 2 次体能训练, 以轻负荷、多次数的快速力量练习为主, 在保持良好的身体姿态情况下快速完成练习, 练习以循环的方式进行, 每组 6 个练习, 每个练习进行 20 s, 然后 10 s 休息, 循环进行, 组间休息 3 min, 每次课进行 3~4 组。

4.3 体能训练效果评价

在经过 12 周的系统体能训练后, 距离比赛一周时对运动员重新进行各项体能测试, 观察运动员体能水平的变化。

4.3.1 身体成分的变化

运动员在训练前身体脂肪比例为 10.1%, 体成分处于良好状态, 在训练后, 运动员的肌肉量进一步增加 0.5 kg, 同时脂肪量下降 0.9 kg, 身体脂肪比例下降到 9.3%, 体成分得到进一步优化, 为运动员达到最佳竞技状态打好基础(见表 5)。

表 5 训练前后身体成分测试数据对比

Table V Comparison between the Body Composition Test Data Obtained before and after the Training

时间	体重/kg	肌肉量/kg	脂肪量/kg	身体脂肪比例/%
训练前	85.8	72.7	8.6	10.1
训练后	85.5	73.2	7.7	9.3



4.3.2 FMS 测试成绩的变化

FMS 测试是国际公认的对人体基本运动功能进行测试的方法,通过对 7 个功能性动作进行评价,来观察运动员的身体的稳定性、关节灵活度和对称性^[6,7]。运动员测试总分为 14 分或者低于 14 分,说明运动员的身体基本运动功能受限,身体稳定性、平衡性、对称性或者柔韧性出现问题,需要具体查找和解决体能的薄弱环节。

运动员在夏训前的 FMS 测试中,髋关节的灵活性有部分功能限制,肩关节和下背部虽然没有明显的伤病,但

在进行排除性测试时肩部和下背部都有疼痛,最后得分仅为 11 分,显示运动员的受伤风险很大。在第一个阶段的训练中加强了髋关节的灵活性训练,同时也对肩部的稳定性、下背部的力量进行强化,为后几个阶段大负荷的训练打好基础,保证训练的系统性。在夏训后的测试中运动员的髋关节灵活性得到改善,测试分值提高,同时肩关节和下背部在排除性测试中已经没有疼痛,最后 FMS 总分达到 20 分,说明运动员的身体基本运动功能处于良好状态(见表 6)。

表 6 训练前后 FMS 测试分数对比

Table VI Comparison between the FMS Test Data Obtained before and after the Training

测试时间	过栏架步			前后分腿蹲			肩部灵活性			排除性测试	主动直膝抬腿			躯干稳定性 俯卧撑		转动稳定性		最后得分	总分			
	左	右	得分	左	右	得分	左	右	得分		左	右	得分	排除性测试	得分	左	右			排除性测试	得分	
训练前	3	3	2	2	3	2	2	3	3	+	0	3	2	2	3	+	0	2	2	-	2	11
训练后	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-	3	3	3	3	3	-	3	2	2	-	2	20

4.3.3 Y 型平衡性测试成绩的变化

根据前期测试分析,在训练中加入对运动员薄弱环节的纠正性训练,在夏训后运动员的左右侧上肢向下侧触够的差值从原来的 19.5 cm 下降到了 10.5 cm,同时双侧上肢和下肢向 3 个方向的触够距离都有所提高,Y 平衡总分均提高了 10%左右,说明运动员在四肢的稳定性与灵活性方面均有所提高,左右侧上肢的对称性和平衡性得到一定程度改善(见表 7、8)。

表 7 训练前后 Y 型上肢平衡性测试分数对比

Table VII Comparison between the Upper Limb YBT Test Data Obtained before and after the Training

测试时间	肢侧	长度	中部	下侧	上外侧	分值
训练前	右侧	97.5	97	74	59.5	78.8
	左侧	97.5	96	93.5	65.5	87.2
	差值		1	-19.5	-6	
训练后	右侧	97.5	112	85.5	68.5	88.9
	左侧	97.5	113.5	96	71.5	96.1
	差值		-1.5	-10.5	-3	

表 8 训练前后 Y 型下肢平衡性测试分数对比

Table VIII Comparison between the Lower Limb YBT Test Data Obtained before and after the Training

测试时间	肢侧	长度	前部	后中部	后外侧	分值
训练前	右侧	99.5	70	124	128.5	108.0
	左侧	99.5	76.5	122	128	109.4
	差值		-6.5	2	0.5	
训练后	右侧	99.5	80	127	135.5	114.7
	左侧	99.5	83.5	127.5	131.5	116.4
	差值		-3.5	-0.5	4	

4.3.4 纵跳高度的变化

运动员通过夏训的系统体能训练,下肢爆发力得到明显提高,在 CMJ 纵跳测试中高度提高了 7.5 cm,增长率为 15.34%,摆臂纵跳高度提高了 7.1 cm,增长率为 11.64%(见表 9)。

表 9 训练前后纵跳高度数据对比

Table IX Comparison between the CMJ Test Data Obtained before and after the Training

	CMJ 纵跳高度/cm	摆臂纵跳高度/cm
训练前	48.9	61.0
训练后	56.4	68.1
差值	7.5	7.1
变化率	15.34%	11.64%

4.3.5 卧推功率测试数据的变化

运动员通过夏训的系统体能训练,上肢的爆发力得到明显提高,在卧推功率的测试中最大功率提高 13.2%,同时最大力量和最大速度都得到一定程度的提高(见表 10)。

表 10 训练前后卧推功率数据对比

Table X Comparison between the Bench Press Power Data Obtained before and after the Training

	最大功 率/w	最大功率 负荷/w	最大功率速 度/kg	最大力量 /kg	最快速度/ (m/s)
训练前	966.6	55.9	1.764	111.8	3.528
训练后	1094.6	59.3	1.883	118.7	3.765
差值	127.9	3.4	0.119	6.8	0.238
变化率	13.2 %	6.1 %	6.7 %	6.1 %	6.7 %

4.3.6 半蹲功率测试

由于运动员在夏训开始时的腰部有伤,所以没有进行最大功率和最大力量测试,而是使用较轻的负荷(40 kg、50 kg、60 kg)进行固定负荷功率测试。运动员通过夏训的系统体能训练,下肢的爆发力得到明显提高,在半蹲功率的测试中,运动员在 40 kg 负荷下最大功率提高 19.95%,50 kg 负荷下最大功率提高了 15.34%,60 kg 负荷下最大功率提高了 12.57%,说明运动员在同等负荷的情况下动作速度得到提高,显示了良好的爆发力水平(见表 11)。

表 11 训练前后半蹲功率数据对比

Table XI Comparison between the Crouch Power Data Obtained before and after the Training

	40kg	50kg	60kg
训练前最大功率/w	822	978	1050
训练后最大功率/w	986	1128	1182
差值/w	164	150	132
变化率/%	19.95%	15.34%	12.57%

4.3.7 推举功率测试

推举是专门针对蛙泳专项动作中上肢与下肢配合动作设计的测试,运动员通过夏训的系统体能训练,上下肢协同的爆发力得到明显提高,从图 1、图 2 可以看出,运动员的负荷-功率曲线明显扩展,负荷-速度曲线明显右移,说明运动员的负荷重量和速度水平均得到明显提高。从表 12 的数据可以看出,运动员在推举功率的测试中最大功率提高 20.0%,同时最大力量和最大速度都得到一定程度的提高,速度能力提高幅度为 12.3%,显示了运动员良好的速度能力。

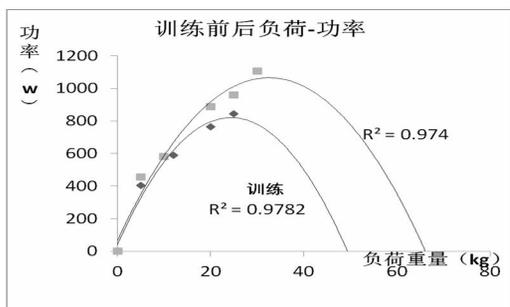


图 1 训练前后推举负荷-功率曲线对比

Figure 1 Comparison between the Curves of Pushing Load-Power before and after the Training

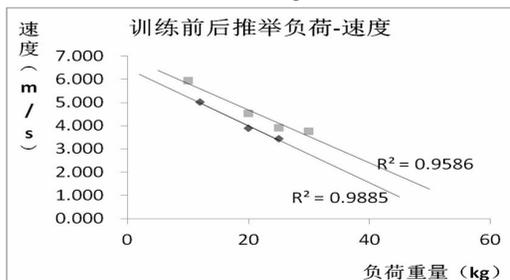


图 2 训练前后推举负荷-速度曲线对比

Figure 2 Comparison between the Curves of Pushing Load-Speed before and after the Training

表 12 训练前后推举功率数据对比

Table XII Comparison between the Barbell Pushing Power Data Obtained before and after the Training

	最大功率 /w	最大功率 负荷/w	最大功率 速度/kg	最大力量 /kg	最快速度/ (m/s)
训练后	989.9	27.9	3.624	55.8	7.247
训练前	824.9	26.1	3.226	52.2	6.451
差值	165.0	1.8	0.398	3.6	0.796
变化率	20.0 %	6.8 %	12.3 %	6.8 %	12.3 %

4.3.8 速度能力测试和无氧耐力测试

10 s 攀爬主要是体现运动员的速度能力,而 1 min 测试是体现运动员的专项耐力水平,因为 100 m 蛙泳的用时在 1 min 左右。运动员在夏训前后的 Versa Climber 攀爬机 10 s 速度测试中,攀爬高度提高了 4 英尺,显示了速度能力的提高。运动员在夏训前后的 Versa Climber 攀爬机 60 s 速度测试中,攀爬高度提高了 21 英尺,显示了无氧耐力得到较大幅度的提高(见表 13)。

表 13 训练前后速度能力测试数据对比

Table XIII Comparison between the Speed Ability Test Data Obtained before and after the Training

	10s 全力测试	60s 全力测试
训练前最好成绩/英尺	37	242
训练后最好成绩/英尺	41	263
差值	4	21
变化率	10.8%	8.7%

4.3.9 比赛专项成绩

在夏训后 9 月份的比赛,运动员显示出良好的竞技状态,在主项 50 m 蛙泳和 100 m 蛙泳中成绩分别提高了 0.86 s 和 0.41 s,获得 50 m 蛙泳金牌和 4×100 m 混合泳接力的金牌(见表 14)。

表 14 训练前后比赛专项最好成绩对比

Table XIV Comparison between the Best Specific Competition Results Achieved before and after the Training

	50m 蛙成绩	100m 蛙成绩
训练前最好成绩/s	28.77	61.31
训练后最好成绩/s	27.91	60.9
提高幅度/s	0.86	0.41

5 结论

5.1 通过个性化的体能诊断和 12 周的功能性体能训练,运动员的薄弱环节得到改善,体能水平得到全面提高。

5.2 通过个性化的体能诊断和 12 周的功能性体能训练,运动员的 50 m 和 100 m 蛙泳专项成绩都得到一定程度提高。

(下转第 31 页)



但着地时膝关节角度也有增加的趋势, 均值从 146.5° 增加到 147.7° , 即以更为伸直的膝关节体位着地。这可能是步幅调整在跑动作结构上最为直观的运动学体现。着地时下肢角度的变化可能直接体现为步幅的增加, 仅髌关节角度出现明显变化的原因可从如下两个方面考虑: 首先, 对于运动员个体而言, 短跑全程步数增加或减少一步, 都被视为动作幅度的较大调整, 但此步幅的改变对于单步来说其实是很小的变化, 而此变化还不足以体现出关节运动学的变化, 如对于平均步长接近 2 m 的运动员, 100 m 步数减少 1 步, 每步步长的改变一般也不足 2 cm, 变化还不到 1%; 其二, 由于个体在运动过程中, 关节角度的变异性较大, 而此运动学参数变异性的程度可能超过由于步幅调整而带来的变化。因此, 步长的改变是人体跑动过程的综合性体现, 而非单关节力量或运动结构的变化。

4 结论

针对蒋兰个体动作速率快、技术轻巧、动作幅度偏小的特点, 整个周期训练的重点是在保持其他训练形式不变的情况下, 解决保持高步频状况下逐步加大步长。100 m 平均步长从 1.82 m 增加到 1.85 m, 200 m 平均步长从 1.89 m 增加到 1.91 m, 通过专项力量和技术动作的训练与改进, 步长增加的同时, 步频也增加(100 m 平均步频从 4.64 step/s 增加到 4.69 step/s, 200 m 平均步频从 4.42 step/s 增加到 4.48 step/s)。

随着蒋兰专项力量和短跑技术的改变, 步长增加, 途中跑过程除着地时刻髌关节角度出现变化外 [$P < 0.05$, 训练前 (138.7 ± 5.3) $^{\circ}$, 训练后 (136.6 ± 5.1) $^{\circ}$], 其他运动学参数均无变化, 说明步长的改变是人体跑动过程的综合性体现, 而非单关节力量或运动结构的变化, 步态参数变异性程度可能大于步长改变所带来的差异。

参考文献:

- [1] 李宇航. 世界优秀女子短跑运动员 200m 速度分配的特征分析[J]. 浙江体育科学, 2004, 24(2): 11-13.
- [2] 王桂女, 李玉章. 世界优秀男子 100m 跑运动员的比赛节奏分析[J]. 体育科研, 2010 (4): 82-85.
- [3] 陆阿明, 王国栋, 王芳. 运动性疲劳对跑运动学与下肢肌电的影响[J]. 体育科学, 2012, 32(6): 44-49.
- [4] 黄达武, 余晓芳. 短跑运动生物力学——运动学研究现状[J]. 体育科研, 2007, 28(4): 65-68.
- [5] 路瑜, 黄贝君. 柏林田径世锦赛女子百米决赛的竞技特征分析[J]. 广西体育科技, 2010 (2): 78-81.
- [6] 李汀. 从八运会女子 100 米决赛看短跑技术现状[J]. 田径, 2001 (1).
- [7] 刘诺, 杨伟堂. 中外优秀 100m 运动员步频与步幅的对比研究[J]. 体育科学研究, 2005, 8(4): 53-56.
- [8] 李竹青, 徐信. 中外男子 100m 跑优秀运动员技术特征的比较分析[J]. 广州体育学院学报, 2001, 21(1): 100-103.
- [9] D. Johnson M, Buckley J G. (2001). Muscle power patterns in the mid-acceleration phase of sprinting[J]. *Journal of sports sciences*, 19(4): 263-272.
- [10] Enoka R M. (1997). Neural adaptations with chronic physical activity[J]. *Journal of biomechanics*, 30(5): 447-455.
- [11] 李子焯, 余其刚. 跑速与步长步频的内在联系[J]. 四川体育科学, 2004, 9, 13(3): 87-89.
- [12] Owings T M, Grabiner M D. (2004). Step width variability, but not step length variability or step time variability, discriminates gait of healthy young and older adults during treadmill locomotion[J]. *Journal of biomechanics*, 37(6): 935-938.

(责任编辑:何聪)

(上接第 27 页)

参考文献:

- [1] 闫琪. 功能性体能训练在我国的发展[J]. 中国体育教练员, 2011, 19(4): 34-36.
- [2] 闫琪. 论竞技体育中功能性体能训练的特点及其应用[J]. 山东体育科技, 2012, 34(3): 1-4.
- [3] 闫琪. 中国女子曲棍球队备战第 30 届夏季奥运会过程中体能训练的实证研究[J]. 中国体育科技, 2014, 50(5): 73-78.
- [4] BOYLE M. (2003). *Functional Training for Sports* [M]. Champaign IL: Human Kinetics.

- [5] BOYLE M. (2010). *Advance in Functional Training*. [M]. Champaign IL: Human Kinetics.
- [6] COOK G. (2003). *Athletic body in balance* [M]. Human Kinetics.
- [7] COOK G. (2009). *Movement* [M]. Human Kinetics.
- [8] SANTANA J C. (2004). *The Essence of Program Design* [M]. Human Kinetics.

(责任编辑:何聪)