



# 国家残疾人高山滑雪站姿运动员备战期生理生化机能监控与评价研究

程媛媛<sup>1</sup>, 罗 坤<sup>1</sup>, 李晓琳<sup>2</sup>, 于新凯<sup>1\*</sup>

**摘要:**目的: 对国家残疾人高山滑雪站姿组运动员在备战 2022 年北京冬残奥会期间进行身体机能监控与评价, 分析运动员身体机能状态。方法: 在 2019—2020 年训练备战期间, 对残疾人高山滑雪国家队站姿组运动员进行了 5 次血液测试以及 6 次尿液测试, 对运动员红细胞计数(RBC)、血红蛋白(Hb)、白细胞(WBC)、肌酸激酶(CK)、血睾酮(T)、皮质醇(C)、血睾酮与皮质醇比值(T/C)、尿十项、最大摄氧量( $VO_{2max}$ )等生理生化指标进行监控并分析。结果: 运动员 RBC、Hb、CK 浓度组间不存在差异( $P>0.05$ )。男性运动员 T 浓度在组间存在差异( $P<0.05$ ), 第 3 次 T 浓度显著低于其余 4 次( $P<0.05$ ); 运动员 C 浓度以及男、女 T/C 均存在组间差异( $P<0.05$ ), 运动员第 4 次 C 浓度显著低于其余 4 次( $P<0.05$ ); 男性运动员第 4 次 T/C 显著高于其他 4 次( $P<0.05$ ); 女性运动员第 4 次 T/C 显著高于第 1、第 3、第 5 次( $P<0.05$ )。尿十项检测中, 所有运动员第 5 次尿蛋白(PRO)呈阳性, 第 6 次测试中有个别运动员尿胆红素(BIL)、尿胆原(URO)呈阳性。运动员  $VO_{2max}$  水平正常, 个体间差异较大。结论: 国家残疾人高山滑雪站姿组运动员在备战期氧运输功能良好, 有氧耐力功能良好; 血清 T、C 以及 T/C 等指标在训练的不同阶段出现适应性变化, 随着训练的进行, 运动员的机能状态出现上升的现象。

**关键词:** 残疾人运动员; 高山滑雪; 生理生化; 机能监控; 最大摄氧量

中图分类号: G808 文献标志码: A 文章编号: 1006-1207(2022)02-0050-06

DOI: 10.12064/ssr.20220208

## The Monitoring and Evaluation of Physiological and Biochemical Function for the National Handicapped Alpine Skiing Standing Athletes in Preparation Period

CHENG Yuanyuan<sup>1</sup>, LUO Kun<sup>1</sup>, LI Xiaolin<sup>2</sup>, YU Xinkai<sup>1\*</sup>

(1. Shanghai University of Sport, Shanghai 200438, China; 2. Harbin Sport University, Harbin 150008, China)

**Abstract:** This paper aims to analyze the physical function status of the national disabled alpine skiing stance athletes during the preparation for the 2022 Beijing Winter Paralympics by monitoring and evaluating their physical function. The physiological and biochemical indicators of athletes are monitored and analyzed by five blood tests and six urine tests during the 2019-2020 training period. The physiological indicators include the red blood cells (RBC), hemoglobin (Hb), creatine kinase (CK), blood testosterone (T) and cortex. The biochemical indicators include cortisol (C), blood testosterone to cortisol ratio (T/C), urine ten items, and maximum oxygen uptake ( $VO_{2max}$ ). The results show that there is no difference in the concentration of athletes' RBC, Hb, CK between the groups ( $P>0.05$ ) while the T concentration of male athletes between the groups is different ( $P<0.05$ ). The third T concentration is significantly lower than the other four ( $P<0.05$ ). At the same time, there are differences between the athletes' C concentration and T/C ( $P<0.05$ ). The athlete's fourth C concentration is significantly lower than the other four ( $P<0.05$ ). The fourth T/C of male athletes is significantly higher than the other four ( $P<0.05$ ). The fourth T/C of female athletes is significantly higher than the 1st, 3rd, and 5th times ( $P<0.05$ ). In the urine ten items test, all ath-

收稿日期: 2021-07-05

基金项目: 国家重点研发计划“科技冬奥”重点专项(2018YFF0300602)。

第一作者简介: 程媛媛, 女, 硕士研究生。主要研究方向: 运动训练监控。E-mail: chengyuanyuan96@163.com

\* 通信作者简介: 于新凯, 男, 博士, 教授, 硕士生导师。主要研究方向: 运动对器官形态结构的影响。E-mail: yuxinkai@sus.edu.cn。

作者单位: 1. 上海体育学院, 上海 200438; 2. 哈尔滨体育学院, 黑龙江 哈尔滨 150008。



letes test positive on urine protein during the fifth time. In the sixth test, some athletes test positive on urine bilirubin and urobilinogen. Athletes'  $VO_{2max}$  are normal, and there are great differences between individuals. In conclusion, the athletes have good oxygen transport functions and good aerobic endurance functions during the preparation period. The serum T, C, and T/C indicators change adaptively at different stages of training while the athlete's functional status appears to rise as the training progresses.

**Keywords:** disabled athletes; alpine skiing; physiological and biochemical; function monitoring; maximum oxygen uptake

残疾人高山滑雪随着北京获得 2022 年冬季奥林匹克运动会的举办权获得了极大的发展机遇。通过系统全面的生理生化监控,以评价运动员的训练负荷,可以精准了解与掌握运动员的训练效果与机能状态<sup>[1]</sup>,从而有效促进残疾人高山滑雪运动员训练的科学化<sup>[2-3]</sup>,因此通过对相关生理生化指标的检测,监控运动员的机能状态是科学训练的基础。但当前对运动员的机能测试监控主要集中于健全运动员的研究,对于残疾人运动员的研究很少,对于残疾人高山滑雪运动的研究更是存在空缺。基于此本文以国家残疾人高山滑雪站姿运动员为研究对象,通过对其备战期生理生化指标的检测,探讨运动员备战期机能变化规律,为运动员后续训练安排提供参考。

## 1 研究对象与方法

### 1.1 研究对象

本研究以残疾人高山滑雪国家队站姿组一线运动员研究对象,共 9 人,运动员的残疾等级分别为: LW2 1 名, LW5/7-2 1 名, LW6/8-1 1 名, LW6/8-2 4 名, LW9-1 1 名, LW9-2 1 名。均由同一教练团队指导训练,具体信息见表 1。

表 1 国家残疾人高山滑雪国家队站姿组运动员基本信息 ( $\bar{X} \pm SD$ )

Table1 The basic information of national disabled alpine skiing stance athletes ( $\bar{X} \pm SD$ )

性别	n	年龄 / 岁	身高 / cm	体重 / kg	训练年限 / 年
男	5	23.20±1.70	174.20±8.08	66.20±7.16	4.60±0.22
女	4	22.30±2.20	163.30±5.40	56.80±3.00	4.30±0.50

### 1.2 测试安排

对国家残疾人高山滑雪站姿运动员在 2019 年 10 月—2020 年 10 月备战训练期进行生理生化监控,并对其结果进行科学分析。测试指标主要包括血液指标、尿液指标、最大摄氧量 ( $VO_{2max}$ ) 测试,其中血样和尿样均送至专业检测机构。

#### 1.2.1 血液测试

对运动员共进行了 5 次血液生化指标的检测。

在 06:00—07:30 之间,取运动员空腹上肢静脉血 (1 名运动员双上肢残疾,取下肢静脉血),分别检测红细胞计数 (RBC)、血红蛋白 (Hb) 和血清肌酸激酶 (CK)、血清睾酮 (T) 和皮质醇 (C) 等生化指标。由医院专业护士进行取血,血样在 2 h 内送至医院、体检中心进行检测。具体测试事项见表 2。

表 2 血液测试安排 ( $\bar{X} \pm SD$ )

Table2 The blood test arrangement ( $\bar{X} \pm SD$ )

测试次数	测试时间	训练主题	负荷特点
第 1 次	2019 年 10 月	功率输出训练	爆发力训练,训练量轻微降低,训练强度逐渐增加
第 2 次	2019 年 12 月	雪上训练	训练量逐渐增大,训练强度减小
第 3 次	2020 年 7 月	力量耐力训练	训练量基本不变,训练强度逐渐增大
第 4 次	2020 年 9 月	力量耐力训练	训练量基本不变,训练强度逐渐增大
第 5 次	2020 年 10 月	功率输出训练	训练量轻微降低,训练强度逐渐增加

#### 1.2.2 尿十项测试

06:00—07:30 之间,要求运动员空腹取晨尿 10 mL,进行尿液检测,主要监测指标有尿比重 (SG)、尿 PH 值、尿蛋白 (PRO)、尿胆红素 (BIL)、尿胆原 (URO)、尿潜血 (BID)、尿亚硝酸盐 (NIT)、尿葡萄糖 (GLU)、尿酮体 (KET)、尿白细胞 (Leu)。尿样在 2 h 之内送至医院、体检中心进行检测。具体测试事项见表 3。

表 3 尿十项测试安排

Table3 The urine ten items arrangement

测试次数	测试时间	训练主题	负荷特点
第 1 次	2019 年 10 月 16 日	功率输出训练	训练量轻微降低,训练强度逐渐增加
第 2 次	2020 年 7 月 22 日	力量耐力训练	训练量基本不变,训练强度逐渐增大
第 3 次	2020 年 9 月 16 日	力量耐力训练	训练量基本不变,训练强度逐渐增大
第 4 次	2020 年 9 月 22 日	力量耐力训练	训练量基本不变,训练强度逐渐增大
第 5 次	2020 年 9 月 25 日	力量耐力训练	训练量基本不变,训练强度逐渐增大
第 6 次	2020 年 10 月 12 日	功率输出训练	训练量轻微降低,训练强度逐渐增加



### 1.2.3 $VO_{2max}$ 测试

运动员佩戴好遥测新陈代谢测试仪(COSMED K5, 意大利),在功率自行车(LODE Excalibur, 意大利)上进行简单热身稍作休息,待安静气体数据稳定后,让运动员在功率自行车上保持 60 r/min 的转速,进行递增负荷运动。男性运动起始功率为 60 W,女性运动员起始功率为 50 W,每 3 min 增加 30 W,在测试过程中对运动员一直进行口头鼓励,当运动员无法承受当前负荷,维持设定的转速时,停止测试。将测试结果经分析系统自动处理后形成测试报告。

注意事项:运动员测试前身体状况良好,无心血管、呼吸系统相关疾病;测试前进行 5 min 热身运动;在运动员达到最大心率、摄氧量出现平台期或运动员力竭不能维持当前运动负荷时,应停止运动;测试后解除自行车负荷,让运动员进行整理运动,不要立即从自行车上下来。

### 1.3 统计学分析

利用SPSS20.0进行统计学分析,所有计量资料以  $\bar{X} \pm SD$  表示,采用 Kolmogorov-Smirnov 检验对数

据进行正态性检验,对血液生化指标采用单因素方差分析以  $P < 0.05$  表示差异具有显著性。

## 2 研究结果

### 2.1 备战期残疾人高山滑雪站姿运动员血液生化指标变化

由表 4 所示,在备战期 5 次血液测试中运动员的 RBC、Hb、血清 CK、女性血清 T 浓度差异组间无统计学意义( $P > 0.05$ );血清 C、男性血清 T 浓度,男、女运动员 T/C 差异组间存在统计学意义( $P < 0.05$ )。运动员第 1 次 Hb 平均浓度显著低于第 2 次( $P < 0.05$ )。男性运动员第 3 次血清 T 浓度分别低于其余 4 次,且其差异具有显著性( $P < 0.05$ );第 1 次浓度分别显著低于第 4、第 5 次( $P < 0.05$ )。女性运动员血清 T 浓度第 3 次显著高于第 1 次( $P < 0.05$ )。血清 C 浓度第 4 次显著低于其余 4 次( $P < 0.05$ )。男性 T/C 第 4 次的比值分别显著高于其余 4 次( $P < 0.05$ ),第 3 次的比值显著低于第 5 次( $P < 0.05$ )。女性 T/C 第 4 次的比值分别显著高于第 1、第 2 和第 5 次( $P < 0.05$ )。

表 4 运动员血液生化指标情况( $\bar{X} \pm SD$ )

Table 4 The blood biochemical indexes of athletes( $\bar{X} \pm SD$ )

指标	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次
RBC/( $\times 10^{12} \cdot L^{-1}$ )	4.95 $\pm$ 0.23	5.06 $\pm$ 0.23	4.82 $\pm$ 0.24	4.99 $\pm$ 0.37	4.87 $\pm$ 0.35
Hb/( $g \cdot L^{-1}$ )	146.78 $\pm$ 9.59	158.5 $\pm$ 5.07 <sup>*</sup>	147.4 $\pm$ 7.87	150.6 $\pm$ 10.96	149.6 $\pm$ 10.41
CK/( $U \cdot L^{-1}$ )	398.55 $\pm$ 481.24	105.50 $\pm$ 45.23	314.60 $\pm$ 294.41	349.60 $\pm$ 233.69	179.80 $\pm$ 175.95
T-man/( $nmol \cdot L^{-1}$ )	18.79 $\pm$ 1.90	20.47 $\pm$ 4.90	11.74 $\pm$ 0.19 <sup>#</sup>	24.78 $\pm$ 2.45 <sup>+</sup>	25.73 $\pm$ 5.85 <sup>+</sup>
T-woman/( $nmol \cdot L^{-1}$ )	1.03 $\pm$ 0.39	1.24	1.86 $\pm$ 0.11 <sup>*</sup>	1.66 $\pm$ 0.24	1.36 $\pm$ 0.43
C/( $nmol \cdot L^{-1}$ )	442.68 $\pm$ 59.36	383.88 $\pm$ 60.49	463.28 $\pm$ 105.64	212.60 $\pm$ 51.99 <sup>#+</sup>	445.44 $\pm$ 113.74 <sup>^</sup>
T/C-man/( $\times 10^{-1}$ )	0.44 $\pm$ 0.08	0.56 $\pm$ 0.11	0.03 $\pm$ 0.11	1.31 $\pm$ 0.44 <sup>#+</sup>	0.71 $\pm$ 0.23 <sup>^</sup>
T/C-woman/( $\times 10^{-2}$ )	0.22 $\pm$ 0.06	0.29	0.35 $\pm$ 0.01	0.75 $\pm$ 0.14 <sup>+</sup>	0.25 $\pm$ 0.09 <sup>^</sup>

注:\*表示本次与第 1 次相比差异具有显著性, $P < 0.05$ ;#表示本次与第 2 次相比差异具有显著性, $P < 0.05$ ;+表示本次与第 3 次相比差异具有显著性, $P < 0.05$ ;^表示本次与第 4 次相比差异具有显著性, $P < 0.05$ 。

### 2.2 备战期残疾人高山滑雪站姿运动员尿十项变化

NIT、GLU、KET 以及 Leu 均未检测出阳性结果。有 5 名运动员在第 5 次出现 PRO 阳性率;有 2 名运动员在第 6 次出现 BIL 阳性;有 1 名运动员在第 6 次出现 BID 阳性;有 1 名运动员在第 6 次出现 URO 阳性,SG 在第 3 和 4 次较高,均达到了 1.030,其他测试结果均正常。

### 2.3 残疾人高山滑雪站姿运动员 $VO_{2max}$

本研究在 2020 年 9 月对残疾人高山滑雪队进行了一次  $VO_{2max}$  测试,其中 3 名男性(A、B、C),2 名女性(D、E),

男性运动员  $VO_{2max}$  的均值可达 54.82 mL/kg/min,女性运动员的  $VO_{2max}$  的均值为 43.32 mL/kg/min,且个体间存在一定差异。

## 3 讨论与分析

### 3.1 血液指标变化分析

RBC 与 Hb 是评价机体携氧能力重要指标,一般来说,指标数值越高表示机体携氧能力越好,有助于提高运动水平,增强运动中机体的代谢能力<sup>[4]</sup>。在备战期间运动员的血红蛋白浓度起伏程度较小,表明运动员对负荷的适应程度良好,并未发生过度运



动疲劳的现象。运动员整体 RBC 与 Hb 水平较高,反映运动员经过训练机体有较好的携氧、利用氧气的的能力,是运动员对训练的适应性改变。在备战期,运动员的 RBC、Hb 先上升后下降,随后上升并维持在较稳定的状态,原因可能是第 1 次测试时运动员刚结束国外大强度体能集训,机体状态尚未恢复,运动员第 3 次测试时,刚从雪上技能训练调换至力量耐力训练,RBC、Hb 都出现了一定幅度的下降,此阶段运动队的训练主题为力量耐力训练,训练负荷增强,对机体刺激较大,机能水平出现下降,红细胞溶血增多。随着训练的进行,到第 4 次 2 项指标均出现上升,说明运动员对训练负荷逐渐适应,加之营养的及时补充,运动员机能状态恢复,RBC、Hb 出现回升。血清 CK 能够反映运动中骨骼肌的应激情况和机体在运动后的恢复情况。高炳宏等<sup>[5]</sup>在研究表明,当运动员此日清晨的血清 CK 浓度超过 300 U/L 时,表示当前负荷对运动员来说足够大,且机体没有得到完全恢复,会有发生疲劳的风险。本研究中运动员第 1 次、第 3 次和第 4 次的清晨 CK 含量均超过 300 U/L,结合运动员的训练计划,第 1 次测试运动员刚结束一轮体能训练,机体出现疲劳尚未恢复,第 3 和第 4 次测试期间,运动队的训练主题均为力量训练,训练负荷强度较高,肌肉对运动强度产生了应激,导致血清 CK 浓度升高。随着训练强度的减小以及充分的休息,运动员的 CK 会下降。大负荷运动容易导致骨骼肌损伤,进而导致血清 CK 升高<sup>[6]</sup>,而运动强度是引起血清 CK 变化最重要的因素<sup>[7-8]</sup>。因此 CK 是训练监控中常用来评价训练强度的有效指标。

T 是促进蛋白质合成的重要激素,能够促进机体能源物质的储备,当 T 水平上升时,能够改善机体的机能状态,提高运动能力;C 是促进机体分解代谢的重要激素,在新陈代谢中促进能源物质的分解,同时具有抑制 T 分泌的功能,另外在运动中 C 的适当分泌可以促进能源物质快速分解,以适应机体在运动中对能量的需求<sup>[9]</sup>。T/C 能够体现机体的综合代谢情况以及运动后的恢复能力。本研究中男性运动员的 T 先下降后上升,女性运动员的 T 先上升后下降;运动员 C 呈先下降后上升的趋势;男性运动员的 T/C 先下降再上升,后下降,女性运动员的 T/C 先上升再下降。男女运动员在第 3 次测试对力量耐力训练呈现出不同的反应,男性运动员 T 水平出现下降,女性运动员 T 水平反而上升。结合训练主题以及运动员的实际训练安排,男女训练负荷和强度存在一定差别。该阶段以力量耐力训练为主题,男性运动员在该阶段训练负荷较女性大,机体所需能量增

加,为满足能量需求,机体分解代谢增强,合成代谢降低,加之在调换训练主题初期机体对负荷不适应,存在出现疲劳的可能性。随着对训练的适应、训练内容的不断调整以及营养的补充,运动员的机能状态恢复,T 水平升高,同时在力量耐力训练后期运动员 C 水平下降,致 T/C 水平出现显著的增长,与王玉博<sup>[10]</sup>的研究结果类似,运动员经过一段时间的训练适应后,机能状态得到提高。在结束力量耐力训练后 T/C 水平下降,恢复到训练前水平,运动员对训练负荷适应后,机能的体能素质出现提高的趋势,随着训练的继续进行,机体的合成与分解代谢达到平衡,机能状态基本稳定,表明运动员机体的合成与分解代谢达到了动态平衡。何斌等<sup>[11]</sup>指出当 T/C 小于  $0.35 \times 10^{-3}$  或下降幅度大于 30% 时,可认为运动员当前处于过度疲劳状态。本研究中,运动员 T/C 平均水平较高,没有出现过度疲劳的现象,训练后的恢复能力较好,身体自我调节状态正常。

### 3.2 尿十项指标变化分析

运动员在第 3 次与第 4 次测试时 SG 均达到 1.030。第 3、第 4 次运动队的训练主题是力量耐力训练,运动员在经历高强度训练、机体大量出汗的同时,补水不及时,导致机体失水,且补水的液体多为纯净水等低渗溶液,缺少电解质,不利于肠道对水的吸收,可认为此阶段运动员在经历大强度训练时缺少及时正确的补水,导致 SG 增大。大量研究表明,PRO 的浓度受运动强度的影响较大<sup>[12-13]</sup>,尤其是在训练强度加大的情况下,运动员机体蛋白质出现大量分解,故而晨尿的 PRO 阳性较高<sup>[14]</sup>。次日早晨若 PRO 显示为阳性,说明机体未恢复,负荷过大;为阴性,说明已恢复,负荷小或适当。在第 5 次测试期间所有运动员晨尿均出现了 PRO 阳性,表明在当前阶段运动员的训练的强度过大,机体尚未恢复。BIL 是红细胞破坏后其中 Hb 的降解物,通过泌尿系统排出即为 BIL, BIL 可以反映血液中胆红素的水平<sup>[15]</sup>。URO 是胆红素在肠道内细菌进一步分解形成的。在第 6 次测试时运动员以功率输出训练为主,该训练可提升运动员的爆发力能力,有 2 位运动员 BIL 阳性,其中 1 名运动员出现尿胆原阳性,说明当前的训练对运动员的红细胞造成了一定程度的破坏,导致 Hb 出现降解,并经由泌尿系统排出,出现 BIL、URO 阳性。

运动员在第 3 至第 5 次连续测试期间,训练主题为力量训练,可以看到运动员在训练期间整体 SG 较高,并出现明显的 PRO 阳性,期间运动员所承受



的负荷大,机体出现失水的状况,影响运动员的水合状态,说明运动员机体存在蛋白质大量分解的现象,机能状态不佳,应及时调整训练内容,避免损伤。

### 3.3 $VO_{2max}$ 结果分析

$VO_{2max}$  是评价机体心肺功能和有氧耐力的金指标<sup>[16]</sup>,不仅在运动中起着重要作用,运动后  $VO_{2max}$  在机体的快速恢复和乳酸清除方面也发挥着积极作用。有研究发现,高山滑雪运动员的有氧耐力对运动成绩有重要影响<sup>[17-18]</sup>。Polat<sup>[19]</sup>通过跑台递增负荷对20名男性高山滑雪运动员进行  $VO_{2max}$  测试发现,受试者的  $VO_{2max}$  为  $(51.36 \pm 2.68)$  mL/kg/min。Hydren 等<sup>[20]</sup>指出意大利高山滑雪国家队运动员的  $VO_{2max}$  平均值为 56.5 mL/kg/min。Neumayr 等<sup>[18]</sup>通过跑台递增负荷对奥地利高山滑雪运动员进行  $VO_{2max}$  测试发现,男性运动员的  $VO_{2max}$  平均值为 60 mL/kg/min, 女性为 55 mL/kg/min。本研究中,男性站姿运动员的  $VO_{2max}$  处于上述研究测试值之间,但仍稍低于奥地利等冰雪强国运动员的测试值。女性站姿运动员的  $VO_{2max}$  低于奥地利女性高山滑雪运动员。杨锡让等<sup>[21]</sup>曾采用不同的运动方式测试  $VO_{2max}$ ,发现其数值有较大的差异,其中跑台测试数据大于功率自行车,在2种测试方法中,自行车运动调动的主要是下肢肌肉,跑台测试将运动员上下肢的肌肉都调动了起来<sup>[22]</sup>,机体调动的肌肉越多对氧气的消耗越多,即所表现的  $VO_{2max}$  越大<sup>[23]</sup>,Pannier 等<sup>[24]</sup>指出在同等情况下,跑台实验所测的峰值摄氧量 ( $VO_{2peak}$ ) 比自行车运动测得的高 10% 左右。残疾人高山滑雪站姿比赛中运动员的技术动作与健全人高山滑雪比赛是相似的,所以本研究认为健全人高山滑雪运动员的  $VO_{2max}$  是具有参考意义的。

## 4 小结

国家残疾人高山滑雪站姿组运动员在备战期氧运输功能良好,运动员的 RBC 整体较高,有氧耐力功能良好。在力量训练期间,运动员的肌肉承受刺激较大。血清 T、C 以及 T/C、PRO、BIL 等指标在训练的不同阶段出现适应性变化,能够反映残疾人高山滑雪运动员的机能状态和训练效果,运动员整体身体机能较好,随着训练的进行,运动员的机能状态出现上升的现象。鉴于残疾人高山滑雪国家队建队时间短,队内一线运动员的总数较少,加上训练成绩和个人伤病等因素,研究对象人数较少,未来还需进一步扩大样本容量的研究,并结合体能、心理等指标数据,以完善残疾人高山滑雪训练监控与评价的合理性、科学性与有效性。

## 参考文献:

- [1] 冯连世,冯美云,冯炜权.运动训练的生理生化监控方法:国家体育总局体育科学技术成果专辑[M].北京:人民体育出版社,2006.
- [2] BERNARDI M, CARUCCI S, FAIOLA F, et al. Physical fitness evaluation of Paralympic winter sports sitting athletes[J]. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 2012, 22(1): 26-30.
- [3] GAWRONSKI W, SOBIECKA J. Medical care before and during the winter Paralympic games in Turin 2006, Vancouver 2010 and Sochi 2014[J]. *Journal of Human Kinetics*, 2015, 48:7-16.
- [4] 魏宏文,魏宏强,裴怡然,等.中国国家女子手球队运动员赛前训练的生化特点及机能评定[J].北京体育大学学报,2007,30(4):492-494.
- [5] 高炳宏,赵秋蓉,李之俊.优秀跆拳道运动员比赛前后及恢复期血清 CK、LDH、SOD 的变化[J].中国运动医学杂志,2002,21(6):598-600.
- [6] 常波,衣雪洁,庞晓峰,等.我国备战第20届冬奥会自由式滑雪空中技巧运动员不同训练时期机能水平的监控[J].中国体育科技,2006(1):125-127.
- [7] Dogru Y, Varol S R, Nalcakan G R, et al. Effects of eccentric exercise-induced delayed onset muscle soreness on endoplasmic reticulum stress-related markers[J]. *Turkish Journal of Biochemistry*, 2020, 46:407-414.
- [8] JAFARI M, MEHDI M. The Protective Effect of Different Methods of Exercise Training on Plasma Levels of Nesfatin-1, Cardiorespiratory Endurance and Body Composition in Overweight and Obese Females[J]. *Modern Care Journal*, 12 (2015): 61-67.
- [9] 马士龙,魏婷.排球运动代谢特点与运动训练监控探究[J].运动,2018(10):36-37.
- [10] 王玉博.优秀足球运动员冬训期间训练对部分生化指标影响的研究[D].大连:辽宁师范大学,2009.
- [11] 何斌,程钧,邱蕾,等.血睾酮/皮质醇比值与运动[J].体育科研,2001,22(1):33-35.
- [12] 冯炜权,冯美云,张爱芳,等.应用尿蛋白评定运动员的身体机能状态[J].北京体育学院学报,1992(1):4-15.
- [13] POORTMANS J R. Exercise and renal function[J]. *Sports Medicine*, 1984(1):125-153.
- [14] 王雅一,李同建,金明男,等.拳击运动员备战第12届全运会尿十项指标分析[J].体育科学研究,2015,19(2):63-67.
- [15] 董建涛.尿胆原对尿胆红素测定结果的影响[J].实验与检验医学,2018,36(5):689-690.
- [16] 董亚南,覃飞,瞿超艺,等.最大摄氧量评定与应用的研究现状与展望[J].中国运动医学杂志,2017,36(8):731-739.



- [17] VOUTSELAS V, SOULAS D, KRITIKOS A. Physiological predictors of performance in mountaineering ski[J]. Inquiries in Sport & Physical Education, 2005, 3(3):277-282.
- [18] NEUMAYR G, HOERTNAGL H, PFISTER R, et al. Physical and physiological factors associated with success in professional alpine skiing[J]. International Journal of Sports Medicine, 2003, 24(8):571-575.
- [19] POLAT M. An examination of respiratory and metabolic demands of alpine skiing[J]. Journal of Exercise Science and Fitness, 2016, 14(2):76-81.
- [20] HYDREN JR, VOLEK JS, MARESH CM, et al. Review of strength and conditioning for alpine ski racing[J]. Strength & Conditioning Journal, 2013, 20(1):10-28.
- [21] 杨锡让,田野,张士祥,等.有氧代谢能力的应用及机制[J].北京体育学院学报,1993(4):38-44.
- [22] GRECO C C, CAPUTO F. Critical power and maximal oxygenuptake: Estimating the upper limit of severe domain, a newchallenge?[J].Science Sport, 2008, 23:216-222.
- [23] 彭莉.置疑最大摄氧量:测试方法与判定标准[J].体育科学,2011,31(7):85-91.
- [24] PANNIER J L, VRIJENS J, VAN CAUTER C. Cardio-respiratory response to treadmill and bicycle exercise in runners[J]. The Journal of Clinical Investigation, 1980, 43(3):243-251.

(责任编辑:刘畅)

(上接第30页)

- [3] 文苑编委会.徜徉书海[M].呼伦贝尔:内蒙古文化出版社,2011.
- [4] 方志平.知产宝典[M].北京:北京理工大学出版社,2017:182.
- [5] 金汕.绿茵迷狂:文化名人足球随笔[M].北京:工人出版社,1997:20.
- [6] 迟子建.原来姹紫嫣红开遍[M].杭州:浙江文艺出版社,2016:241-242.
- [7] 弗兰克林·弗尔.足球解读世界[M].都帮森,译.北京:当代中国出版社,2006:180-181.
- [8] 约翰·卡林.白天使:贝克汉姆、皇家马德里和全新足球[M].颜强,谢泽畅,陈江源,译.长沙:湖南文艺出版社,2005:32.
- [9] 阿尔弗雷德·瓦尔,皮埃尔·兰弗兰基.职业足球运动员的生活(1930-1995)[M].于虹,译.济南:山东画报出版社,2005:3.
- [10] 德斯蒙德·莫里斯.为什么是足球?[M].易晨光,译.北京:北京联合出版公司,2018:12-13.
- [11] 爱德华多·加莱亚诺.足球往事:那些阳光与阴影下的美丽和忧伤[M].张俊,译.桂林:广西师范大学出版社,2010:24.
- [12] 方千华.竞技运动表演论[M].北京:人民体育出版社,2008:25.
- [13] 霍斯特·布雷德坎普.摇曳的图像:从奇珍室到决赛[M].贺华,译.北京:知识产权出版社,2017:148,152-153,170-171,173.
- [14] 王干.青春忧郁[M].南京:江苏人民出版社,2002:12-13.
- [15] 湛江市委员会文史资料研究委员会.湛江文史[M].第16辑.广州:岭南美术出版社,1997:14.
- [16] 李文.球迷趣事[M].上海:上海书店出版社,1997:165-166.
- [17] 吴稼祥.把海倒进杯子[M].北京:知识出版社,2003:69.
- [18] 子页.中国足球与国运[M].北京:光明日报出版社,1995:36.
- [19] 张旭平.巴西:漫游世界指南[M].沈阳:辽宁教育出版社,1999:164.
- [20] 方寸.“荷阿”上演暗流涌动的宫廷大战[EB/OL].(2014-07-10)[2021-08-26].[http://blog.sina.com.cn/s/blog\\_67ad042c0102uws9.html](http://blog.sina.com.cn/s/blog_67ad042c0102uws9.html).
- [21] 方寸.德国“团结紧”小胜阿根廷“严肃活”[EB/OL].(2014-07-14)[2021-08-26].[http://blog.sina.com.cn/s/blog\\_67ad042c0102ux3t.html](http://blog.sina.com.cn/s/blog_67ad042c0102ux3t.html).
- [22] 航鹰.绿魂[M].上海:文汇出版社,2017:290.
- [23] 毛时安.长夜属于你[M].上海:上海书店出版社,1999:87-88,90.
- [24] 乔治·威廉斯.谁是造物主:自然界计划和目的的新识[M].谢德秋,译.上海:上海科学技术出版社,2008:24.
- [25] 拉斯洛·孔.体育运动全史[M].颜绍泸,译.中国体育史学会办公室内部交流,1985:7.
- [26] 陆兴华.当代艺术做什么?[M].上海:上海锦绣文章出版社,2012:107.
- [27] 乔纳森·威尔逊.倒转金字塔:足球战术史[M].迪生,徐天辰,译.武汉:湖北科学技术出版社,2016:4.
- [28] 胡伊青加.人:游戏者:对文化中游戏因素的研究[M].成穷,译.贵阳:贵州人民出版社,1998:5.

(责任编辑:晏慧)