

·运动人体科学·

择时力量训练与停训对青年男子篮球运动员运动能力的影响

王晨宇

(郑州航空工业管理学院 体育教学部, 河南 郑州 450015)

摘 要: 观察 12 周特定时间(清晨和傍晚)力量训练和停训(4 周和 6 周)对青年男子篮球运动员运动能力的影响, 探索运动能力日节律变化规律, 为科学安排训练计划提供理论依据。将 36 名青年男子篮球运动员随机分为清晨训练组(MT 组, 训练时间为清晨 07:00~08:00)、傍晚训练组(ET 组, 训练时间为傍晚 17:00~18:00)和对照组(C 组)。MT 组和 ET 组进行 12 周力量训练, C 组保持日常生活习惯不变但不进行训练。分别于训练前、训练后、停训 4 周、停训 6 周清晨(07:00)和傍晚(17:00)测定体温、肌肉最大力量和 Wingate 实验。结果发现: 各组各测试点体温在 17:00 均高于 07:00($P<0.05$)。ET 组和 C 组各测试点股四头肌最大随意收缩力(MVC)、最高功率(PP)和平均功率(MP)在 17:00 均高于 07:00($P<0.05$), MT 组训练前、停训 4 周和停训 6 周 MVC、PP 和 MP 在 17:00 均高于 07:00($P<0.05$)。ET 和 MT 组各运动能力参数在训练后显著升高, 停训 4 周仍高于训练前水平, 停训 6 周则恢复。结果表明: 特定时间力量训练对体温并无显著影响; 清晨力量训练可消除无氧运动能力的日节律变异; 力量训练后获得的运动能力可保持至停训 4 周后, 停训 6 周后则逐渐消退。

关 键 词: 运动生物力学; 择时力量训练; 运动能力; 停训; 青年男子篮球运动员
中图分类号: G804.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1006-7116(2016)05-0140-05

Effects of time-selected strength training and detraining on the sports abilities of young male basketball players

WANG Chen-yu

(Department of Physical Education, Zhengzhou University of Aeronautics, Zhengzhou 450015, China)

Abstract: The author observed the effects of 12-week time-specific (early morning and early evening) strength training and detraining (for 4 weeks and 6 weeks) on the sports abilities of young male basketball players, and probed into the pattern of daily rhythmically changing of sports abilities, so as to provide a theoretical basis for making training plans scientifically. The author divided 36 young male basketball players randomly into an early morning training group (MT, training time: 07:00~08:00 in the early morning), an early evening training group (ET, training time: 17:00-18:00 in the early evening), and a control group (C), let the players in groups MT and ET undergo 12-week strength training, let the players in group C maintain daily living habits unchanged and undergo no training, and measured their body temperature and maximum muscle strength and did the Wingate experiment in the early morning (at 07:00) and in the early evening (at 17:00) before training, after training, 4 weeks after detraining and 6 weeks after detraining respectively. Results: the temperature of all the testees in various groups measured at 17:00 was higher than that measured at 07:00 ($P<0.01$); the maximum voluntary contraction (MVC), peak power (PP) and mean power (MP) of quadriceps femoris of the testees in groups ET and C measured at 17:00 were higher than those measured at 07:00 ($P<0.01$); various sports ability parameters of the testees in groups ET and MT increased significantly after training, were still higher than those measured before training when measured after detraining for 4 weeks, but returned to their normal values after detraining for 6 weeks. The results indicate the

收稿日期: 2016-02-20

基金项目: 河南省重点科技攻关项目(152102310117)。

作者简介: 王晨宇(1975-), 男, 副教授, 博士, 研究方向: 运动与身体功能恢复。E-mail: wchenyu@126.com

followings: time-specific strength training has no significant effect on body temperature; strength training in the early morning can eliminate the daily rhythmic changing of anaerobic sports abilities; the sports abilities acquired after strength training can maintain up to 4 weeks, but gradually fade away after detraining for 6 weeks.

Key words: sports biomechanics; time-selected strength training; sports ability; detraining; young male basketball player

运动时间生物学(exercise chronobiology)是一门新兴学科,专门探索和揭示在体育运动影响下人体生物时间结构的本质、特点及变化规律,其目的在于指导科学健身、运动员科学训练,提高运动训练效率和成绩,减少甚至避免运动性伤病^[1-2]。研究发现,无氧运动能力具有生物节律变异特征,即下午以及傍晚时分明显高于清晨^[3-4]。由于体温存在相似的日节律变异(即下午高于清晨),因此有学者推测,体温的波动可能是机体无氧运动能力具有生物节律的重要原因^[5]。国内外学者针对特定时间运动诱导的昼夜节律基因表达进行了多项研究^[2, 6],我们前期的研究发现,青年男子足球运动员的无氧运动能力和运动性疲劳程度在傍晚时高于清晨,其原因可能与安静状态下组织损伤和氧化应激水平具有日节律波动性有关,而特定时间无氧运动后组织损伤与氧化水平的日节律变异依然存在,抗氧化水平的日节律变异则减弱^[7]。然而,特定时间力量训练对运动能力日节律变异的影响尚无定论。此外,停训对特定时间训练后运动能力的作用鲜有关注。本研究旨在观察12周特定时间(清晨和傍晚)力量训练和停训(4周和6周)对青年男子篮球运动员运动能力的影响,探索运动能力日节律变化规律,为科学安排训练计划提供理论依据。

1 研究对象和方法

1.1 研究对象

选取河南省体育运动学校和郑州市体育运动学校青年男子篮球运动员36名。纳入标准:(1)年龄18~25岁;(2)身体健康;(3)依从性好。排除标准:(1)心血管疾病、糖尿病、慢性感染、骨骼肌肉病史及其他严重患病史;(2)长期用药者(包括营养补剂);(3)吸烟嗜酒者。将受试者随机分为清晨训练组(MT组,训练时间为清晨07:00~08:00)、傍晚训练组(ET组,训练时间为傍晚17:00~18:00)和对照组(C组),每组12名。MT组和ET组进行12周力量训练,C组保持日常生活习惯不变。

1.2 整体实验步骤

包括实验室测试和12周力量训练。1)实验室测试:受试者第1次进入实验室,熟悉场地环境和测试步骤并进行身体形态学(身高和体重)和血液动力学(心率和血压)测试。1d后早晨07:00进入实验室测定体温和无氧运动能力,傍晚17:00再次进入实验室,测试内容

同早晨。2)12周力量训练:次日开始,MT组和ET组进行12周力量训练。训练结束后2d、第4周末和第6周末(分别代表训练后、停训4周和停训6周),分别于早晨07:00和傍晚17:00进入实验室,测试内容与实验室测试相同。

1)身体形态学参数测定。

利用体质检测组件测定身高和体重并计算 $BMI(kg/m^2)=\text{体重}/\text{身高}^2$ 。体重测试时要求轻装、赤足,使用的电子体重计最大称重为200kg,测量误差 $<0.2\text{kg}$ 。

2)血液动力学参数测定。

受试者坐位休息10~15min后,计数3次($4\times 15\text{s}$)坐位时的脉搏并取均值作为安静心率(heart rate, HR)。然后用水银柱血压计测量右上臂肱动脉血压,连续测量3次,每次间隔5~10min,取均值,获得收缩压(SBP)和舒张压(DBP)。

3)体温测试。

用水银柱式口腔温度计测受试者口腔温度。将温度计甩至 30.0°C 以下,温度计水银端斜放入受试者舌系带处,嘱其闭紧嘴唇,用鼻呼吸,测量时间为5~10min。

4)股四头肌最大随意收缩力(MVC)测试。

用等速肌力测试仪(Cybex,德国)测试优势腿股四头肌的MVC。测试前选择等速向心模式,测试速度为 $120^\circ/s$ 。嘱受试者尽全力屈伸膝5次,取均值,以单位体重峰力矩($\text{N}\cdot\text{m}/\text{kg}$)作为股四头肌MVC力^[8]。

5)Wingate(温盖特)实验。

利用功率自行车(Monark,瑞典)进行30s Wingate实验测试。先进行10~15min准备活动(慢跑和拉伸),然后以0W蹬车2min,在2~3s内加到预定阻力(阻力系数为 $0.075\text{kg}/\text{kg}$),同时嘱受试者尽全力蹬车,时间为30s。测定参数包括最大功率(PP)和平均功率(MP),单位均为 W/kg ^[9]。

1.3 运动处方

MT组和ET组进行每周3次、每次60min、共12周中等强度抗阻运动,即在综合力量练习器上进行大关节的力量训练。训练内容由6种运动组成一个(循环)组,包括坐位胸部推举、坐姿划船、肩上推举、哑铃弯举、坐位腿屈伸和俯卧腿弯举。每组8~12RM(repetition maximum,最大重复),完成2~3组,每节运动之间间歇30s~1min,组间间歇4~6min。训练前进行5~10min准备活动(慢跑和拉伸),训练后进行

10~15 min 整理运动(拉伸)。

数据结果进行处理。

1.4 统计学处理

数据以“均数±标准差”($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较或同组同一时间点(07:00 或 17:00)不同测试时间段(训练前、训练后、停训 4 周和 6 周)比较使用单因素方差分析,组内实验前后比较使用配对 t -检验, $P < 0.05$ 为显著性水平。用 SPSS 14.0 for Windows 统计软件包对

2 结果及分析

2.1 受试者基线特征

3 组受试者在年龄、训练年限、身高、体重、BMI、HR、SBP 和 DBP 等基线参数间均无显著性差异 ($P > 0.05$), 组间具有可比性(见表 1)。

表 1 受试者基线($\bar{x} \pm s$)特征

| 组别 | n/名 | 年龄/岁 | 训练年限/年 | 身高/m | 体质量/kg | BMI/(kg·m ⁻²) | HR/(b·min ⁻¹) | SBP/mmHg | DBP/mmHg |
|----|-----|----------|---------|-----------|----------|---------------------------|---------------------------|----------|----------|
| MT | 12 | 19.7±3.2 | 3.5±0.8 | 1.89±0.11 | 72.5±8.4 | 20.4±4.7 | 71±8 | 125±15 | 75±9 |
| ET | 12 | 21.5±4.0 | 3.1±0.7 | 1.91±0.11 | 73.2±7.6 | 20.2±3.4 | 68±9 | 120±16 | 80±11 |
| C | 12 | 22.3±4.6 | 4.0±1.5 | 1.92±0.08 | 76.8±6.9 | 20.9±2.9 | 67±10 | 126±17 | 76±10 |

2.2 体温的变化

组内比较, 3 组受试者各测试点(训练前、训练后、停训 4 周和 6 周)体温在 17:00 均高于 07:00 ($P < 0.05$);

同一时间(07:00 或 17:00)不同测试点比较均无显著性差异 ($P > 0.05$)。同一时间(07:00 或 17:00)组间比较均无显著性差异 ($P > 0.05$)(见表 2)。

表 2 体温的变化

| 组别 | n/名 | °C | | | | | | | |
|----|-----|----------|------------------------|----------|------------------------|----------|------------------------|----------|------------------------|
| | | 训练前 | | 训练后 | | 停训 4 周 | | 停训 6 周 | |
| | | 07:00 | 17:00 | 07:00 | 17:00 | 07:00 | 17:00 | 07:00 | 17:00 |
| MT | 12 | 36.1±0.4 | 36.8±0.3 ¹⁾ | 36.0±0.5 | 36.6±0.3 ¹⁾ | 36.2±0.3 | 36.9±0.4 ¹⁾ | 36.2±0.4 | 37.0±0.5 ¹⁾ |
| ET | 12 | 36.0±0.4 | 36.7±0.5 ¹⁾ | 36.2±0.2 | 37.0±0.1 ¹⁾ | 36.3±0.1 | 36.9±0.2 ¹⁾ | 36.1±0.4 | 36.8±0.3 ¹⁾ |
| C | 12 | 36.2±0.3 | 36.9±0.2 ¹⁾ | 36.1±0.3 | 37.0±0.4 ¹⁾ | 36.0±0.3 | 36.8±0.3 ¹⁾ | 36.2±0.2 | 36.8±0.2 ¹⁾ |

1)与 07:00 比较, $P < 0.05$

2.3 运动能力的变化

MT 组: 同一时间点(07:00 或 17:00)比较, MVC、PP 和 MP 训练后较训练前升高 ($P < 0.05$), 停训 4 周后较训练后降低 ($P < 0.05$), 但仍高于训练前 ($P < 0.05$), 停训 6 周后与训练前无显著性差异 ($P > 0.05$)。不同时间点比较(07:00 和 17:00), 训练前、停训 4 周后和 6 周后, MVC 在 17:00 时高于 07:00 时 ($P < 0.05$), 训练后无显著性差异 ($P > 0.05$)。

ET 组: 同一时间点(07:00 或 17:00)比较, MVC 训练后较训练前升高 ($P < 0.05$), 停训 4 周后较训练后降低 ($P < 0.05$), 但仍高于训练前 ($P < 0.05$), 停训 6 周后与训练前无显著性差异 ($P > 0.05$)。不同时间点比较(07:00 和 17:00), 训练前、训练后、停训 4 周后和停训 6 周后,

MVC 在 17:00 均高于 07:00 ($P < 0.05$)。

C 组: 同一时间点 (07:00 或 17:00) 比较, MVC 在训练前、训练后、停训 4 周和 6 周后均无显著性变化 ($P > 0.05$)。不同时间点比较(07:00 和 17:00), 训练前、训练后、停训 4 周和 6 周后, MVC 在 17:00 均高于 07:00 ($P < 0.05$)。

训练后, MT 组 07:00 时 MVC、PP 和 MP 较训练前分别升高了 53.3%、50.6%和 38.5%, ET 组分别升高了 26.3%、22.1%和 29.0%, 组间比较均有显著性差异 ($P < 0.05$)。MT 组 17:00 时 MVC、PP 和 MP 较训练前分别升高了 32.2%、28.0%和 24.4%, ET 组分别升高了 40.2%、39.4%和 37.8%, 组间比较均有显著性差异 ($P < 0.05$)(见表 3、4、5)。

表 3 股四头肌 MVC ($\bar{x} \pm s$)的变化

| 组别 | n/名 | N·m·kg ⁻¹ | | | | | | | |
|----|-----|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|
| | | 训练前 | | 训练后 | | 停训 4 周 | | 停训 6 周 | |
| | | 07:00 | 17:00 | 07:00 | 17:00 | 07:00 | 17:00 | 07:00 | 17:00 |
| MT | 12 | 7.5±1.5 | 9.0±1.6 ¹⁾ | 11.5±2.0 ²⁾ | 11.9±2.8 ²⁾ | 8.8±1.6 ²⁾³⁾ | 10.3±1.4 ¹⁾²⁾³⁾ | 7.9±1.2 ³⁾⁴⁾ | 9.3±1.4 ¹⁾³⁾⁴⁾ |
| ET | 12 | 8.0±1.3 | 10.2±1.8 ¹⁾ | 10.1±1.1 ²⁾ | 14.3±2.1 ²⁾ | 9.1±1.5 ²⁾³⁾ | 12.7±1.6 ¹⁾²⁾³⁾ | 8.5±1.1 ³⁾⁴⁾ | 11.5±1.0 ¹⁾³⁾⁴⁾ |
| C | 12 | 7.8±1.3 | 8.6±1.0 ¹⁾ | 7.9±1.4 | 9.0±1.2 ¹⁾ | 7.5±1.2 | 8.8±1.3 ¹⁾ | 8.1±1.3 | 9.2±1.4 ¹⁾ |

1)与 07:00 比较, $P < 0.05$; 2)与训练前比较, $P < 0.05$; 3)与训练后比较, $P < 0.05$; 4)与停训 4 周后比较, $P < 0.05$

表4 PP ($\bar{x} \pm s$) 的变化W·kg⁻¹

| 组别 | n/名 | 训练前 | | 训练后 | | 停训4周 | | 停训6周 | |
|----|-----|---------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|
| | | 07:00 | 17:00 | 07:00 | 17:00 | 07:00 | 17:00 | 07:00 | 17:00 |
| MT | 12 | 8.5±1.4 | 10.0±1.6 ¹⁾ | 12.8±2.2 ²⁾ | 12.8±2.5 ²⁾ | 9.7±1.4 ²⁾³⁾ | 11.2±1.9 ¹⁾²⁾³⁾ | 8.8±1.1 ³⁾⁴⁾ | 10.5±1.3 ¹⁾³⁾⁴⁾ |
| ET | 12 | 8.6±1.5 | 9.9±1.7 ¹⁾ | 10.5±1.0 ²⁾ | 13.8±2.0 ²⁾ | 9.5±1.4 ²⁾³⁾ | 12.7±1.5 ¹⁾²⁾³⁾ | 8.5±1.8 ³⁾⁴⁾ | 10.2±1.6 ¹⁾³⁾⁴⁾ |
| C | 12 | 8.0±1.6 | 9.7±1.1 ¹⁾ | 8.5±1.5 | 10.9±1.3 ¹⁾ | 8.8±1.1 | 11.2±1.0 ¹⁾ | 8.3±1.1 | 10.8±1.5 ¹⁾ |

1)17:00与07:00比较, P<0.05; 2)与训练前比较, P<0.05; 3)与训练后比较, P<0.05; 4)与停训4周后比较, P<0.05

表5 MP ($\bar{x} \pm s$) 的变化W·kg⁻¹

| 组别 | n/名 | 训练前 | | 训练后 | | 停训4周 | | 停训6周 | |
|----|-----|---------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|
| | | 07:00 | 17:00 | 07:00 | 17:00 | 07:00 | 17:00 | 07:00 | 17:00 |
| MT | 12 | 6.5±0.9 | 7.8±1.0 ¹⁾ | 8.6±1.3 ²⁾ | 9.7±1.2 ²⁾ | 7.5±1.2 ²⁾³⁾ | 8.6±1.3 ¹⁾²⁾³⁾ | 6.8±1.0 ³⁾⁴⁾ | 7.5±1.2 ¹⁾³⁾⁴⁾ |
| ET | 12 | 6.9±1.1 | 8.2±1.2 ¹⁾ | 8.9±1.1 ²⁾ | 11.3±1.5 ²⁾ | 7.7±1.1 ²⁾³⁾ | 9.3±1.6 ¹⁾²⁾³⁾ | 7.2±1.1 ³⁾⁴⁾ | 8.5±1.2 ¹⁾³⁾⁴⁾ |
| C | 12 | 6.6±1.4 | 7.5±1.2 ¹⁾ | 6.5±1.2 | 7.9±1.1 ¹⁾ | 6.8±1.0 | 8.0±0.9 ¹⁾ | 7.1±0.9 | 8.5±1.0 ¹⁾ |

1)与07:00比较, P<0.05; 2)与训练前比较, P<0.05; 3)与训练后比较, P<0.05; 4)与停训4周后比较, P<0.05

3 讨论

本研究旨在探讨12周特定时间(清晨和傍晚)力量训练和停训(4周和6周)对青年男子篮球运动员无氧运动能力的影响, 结果发现: 1)12周特定时间力量训练可提高机体的无氧运动能力, 其效果具有明显的日节律特点, 即清晨训练对运动能力的改善作用高于傍晚, 反之亦然。2)清晨力量训练可消除无氧运动能力的日节律变异。3)停训4周, 清晨和傍晚时段的运动能力均仍高于训练前水平, 停训6周后则逐渐消退。

3.1 特定时间力量训练对运动能力的影响

由于某些运动项目(如游泳、拳击、柔道、篮球等)在不同赛事中的赛程安排并不固定, 因此研究特定时间力量训练对运动能力的影响, 对于教练员和运动员科学合理地制定和调整训练计划具有重要的现实意义。

机体的无氧运动能力具有日节律变异, 不同时间段肌肉爆发力测试证实, 半蹲跳和肌肉最大随意收缩力在下午以及傍晚时分明高于清晨^[10-11], 功率车试验(如Wingate试验)同样表明, 机体的无氧运动能力在下午达到峰值水平^[12]。本研究再次印证了上述结论, 即训练前3组受试者股四头肌MVC、PP和MP均在17:00显著性高于07:00。其中股四头肌MVC是评价肌肉最大力量的参数, 而30sWingate试验可评价机体的无氧运动能力, PP可代表下肢的最大功率输出(爆发力), MP则表示30s全力运动时功率输出的均值(肌肉耐力), 两者综合反映机体无氧供能系统的效率^[13]。有学者推测, 机体无氧运动能力的生物节律可用体温的波动来解释, 本研究的结果亦支持这一假说, 即训练前3组受试者体温在17:00均高于07:00。

研究发现, 不同时间段(清晨或傍晚)力量训练均可提高机体的无氧运动能力, 而且力量训练的效果具有明显的时间节律特异性, 即特定时间段训练对该时

间段运动能力的提高幅度明显高于其他时间段^[10]。本研究得出了相似的结论, 即训练后MT组07:00运动能力(MVC、PP和MP)较训练前提高的程度高于17:00, 而ET组则相反, 即07:00各运动能力参数的变化率低于17:00。但特定时间力量训练对无氧运动能力日节律变异幅度(振幅)的影响尚无定论。本研究发现, 训练后ET组运动能力参数在17:00仍高于07:00, MT组运动能力指标在07:00和17:00则无显著性差异, 提示傍晚训练后运动能力的变异仍然存在, 但清晨运动则消除了这种变异程度, 进一步证实了力量训练效果具有时间节律特性, 即清晨训练后对于07:00时运动能力的改善作用高于傍晚, 因此抵消了两个时间点的差异。这与Souissi等^[12]的研究相似, 他们发现傍晚训练可使运动能力的变异幅度增大, 而清晨运动则削弱了这种变异程度, 但力量训练效果呈现节律特性的机制尚不清楚。在本研究中, 训练后各组体温波动的日节律变异仍然存在, 因此与体温的变化并无关联。结合前人的研究, 我们推测可能与激素以及神经肌肉对训练的反应和适应存在日节律变异有关, 具体机制尚需进一步研究。

3.2 停训对运动能力的影响

优秀运动员在一个赛季后为了恢复体能以及备战下一赛季, 往往进行一段时间的恢复调整, 持续时间一般为4~6周, 时间过短不利于恢复, 时间过长则出现停训综合征(detaining syndrome)^[14]。因此, 停训对运动能力的效果同样重要。

在本研究中发现, 停训6周MT组和ET组各运动能力参数在07:00和17:00时均恢复至训练前水平, 提示12周力量训练的效果在停训6周后完全消退。Izquierdo等^[15]的研究则证实, 16周力量训练后停训4周肌肉力量和爆发力即被破坏, 可能与受试者的选取、

力量训练的方式和持续时间等因素有关。此外,本研究还发现,停训4周MT组和ET组清晨和傍晚时段的运动能力虽然较训练后降低,但仍高于训练前水平,提示运动员停训的最佳持续时间应控制在1个月以内,从而达到既可消除疲劳又能保持竞技状态的目的。不论停训4周还是6周,MT组和ET组各运动能力参数在17:00时仍高于07:00时,提示停训并不能改变运动能力的日节律变异。

本研究的结果提示,机体的无氧运动能力存在日节律变异,即傍晚高于清晨。力量训练的效果具有明显的时间节律特性,即特定时间段训练对该时间段运动能力的改善程度明显高于其他时间段。清晨力量训练可消除无氧运动能力的日节律变异。力量训练后获得的运动能力可保持至停训后4周,停训6周时则逐渐消退。停训并不能改变运动能力的日节律变异。特定时间力量训练对体温无显著性影响。建议教练员和运动员应根据赛事的安排选择特定时间进行训练,赛季结束后的停训时间不宜超过4周,以此保持运动员的竞技状态和运动能力。

参考文献:

- [1] ERREN T C, GROSS J V, KANTERMANN T, et al. Chronobiology and competitive sports: recent studies and future perspectives[J]. *Chronobiol Int*, 2014, 31(5): 746-747.
- [2] MURPHY B A, WAGNER A L, MCGLYNN O F, et al. Exercise influences circadian gene expression in equine skeletal muscle[J]. *Vet J*, 2014, 201(1): 39-45.
- [3] DUNCAN M J, FRANKLIN K M, PENG X, et al. Circadian rhythm disruption by a novel running wheel: roles of exercise and arousal in blockade of the luteinizing hormone surge[J]. *Physiol Behav*, 2014, 131(8): 7-16.
- [4] CHTOUROU H, SOUISSI N. The effect of training at a specific time of day: a review[J]. *J Strength Cond Res*, 2012, 26(7): 1984-2005.
- [5] HAMMOUDA O, CHTOUROU H, CHAHED H, et al. High intensity exercise affects diurnal variation of some biological markers in trained subjects[J]. *Int J Sports Med*, 2012, 33(11): 886-891.
- [6] 简坤林, 徐莹, 王向前, 等. 择时运动对昼夜节律基因表达的影响[J]. *南方医科大学学报*, 2010, 30(10): 2384-2386.
- [7] 王晨宇. 择时运动对运动员组织损伤和氧化应激的影响[J]. *河南师范大学学报(自然科学版)*, 2015, 43(6): 169-174.
- [8] MAEO S, YOSHITAKE Y, TAKAI Y, et al. Effect of short-term maximal voluntary co-contraction training on neuromuscular function[J]. *Int J Sports Med*, 2014, 35(2): 125-134.
- [9] KLASNJAA A, BARAK O, POPADIC-GACESA J, et al. Analysis of anaerobic capacity in rowers using Wingate test on cycle and rowing ergometer[J]. *Med Pregl*, 2010, 63(9-10): 620-623.
- [10] RAE D E, STEPHENSON K J, RODEN L C. Factors to consider when assessing diurnal variation in sports performance: the influence of chronotype and habitual training time-of-day[J]. *Eur J Appl Physiol*, 2015, 115(6): 1339-1349.
- [11] ALOUI A, CHAOUACHI A, CHTOUROU H, et al. Effects of Ramadan on the diurnal variations of repeated-sprint performances[J]. *Int J Sports Physiol Perform*, 2013, 8(3): 254-262.
- [12] SOUISSI H, CHTOUROU H, CHAOUACHI A, et al. Time-of-day effects on EMG parameters during the Wingate test in boys[J]. *J Sports Sci Med*, 2012, 11(3): 380-386.
- [13] BERTUZZI R, KISS M A, DAMASCENO M, et al. Association between anaerobic components of the maximal accumulated oxygen deficit and 30-second Wingate test[J]. *Braz J Med Biol Res*, 2015, 48(3): 261-266.
- [14] ISSURIN V B. New horizons for the methodology and physiology of training periodization[J]. *Sports Med*, 2010, 40(3): 189-206.
- [15] IZQUIERDO M, IBANEZ J, GONZALEZ-BADILLO J J, et al. Detraining and tapering effects on hormonal responses and strength performance[J]. *J Strength Cond Res*, 2007, 21(3): 768-775.