

## 经皮穴位电刺激对大学生运动员血清 LA、CK 的影响\*

游世晶<sup>1</sup>, 易红梅<sup>2</sup>, 吴追乐<sup>1</sup>, 何芙蓉<sup>1</sup>, 何玲玲<sup>1</sup>, 李守江<sup>2</sup>, 夏 勇<sup>3△</sup>

(1. 福建中医药大学针灸学院, 福建 福州 350122; 2. 福建中医药大学体育部, 福建 福州 350122;

3. 上海中医药大学针灸推拿学院, 上海 201203)

**摘要:** 目的 观察经皮穴位电刺激对大运动量体能训练大学生运动员血清乳酸(LA)、肌酸激酶(CK)的影响。方法 将 45 个大学生男性运动员随机分为对照组、治疗 1 组、治疗 2 组, 每组 15 人。各组进行 2 周的大运动量训练, 分别于训练前和训练后对各组主观体力感觉进行评估并检测运动员血清 LA、CK 值。结果 对照组运动员训练前后血清 LA、CK 值相比有非常显著性差异( $P<0.01$ ); 治疗 1 组和治疗 2 组前后血清 LA、CK 含量相比( $P<0.05$ ); 训练后, 治疗 1 组和治疗 2 组血清 LA、CK 含量与对照组相比有显著性差异( $P<0.05$ )。各组主观体力感觉评分值与训练前相比也有非常显著性差异( $P<0.01$ ); 训练后治疗 1 组和治疗 2 组主观体力感觉评分值与对照组相比都有显著差异( $P<0.05$ ); 治疗 1 组与治疗 2 组相比无显著差异( $P>0.05$ )。结论 过度的运动训练可引起机体疲劳, 使血清 LA 和 CK 含量增加, TEAS 能改善运动员疲劳状态, 增强运动能力, 减少血清 LA 和 CK 的含量, 起到防治运动性疲劳的作用。

**关键词:** 经皮穴位电刺激; 乳酸; 肌酸激酶; 运动性疲劳

**中图分类号:** R245.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-2723(2015)04-0034-04

近年来, 有关运动性疲劳的恢复问题已成为是现代运动医学中关注的热点之一。运动性疲劳是指机体生理过程不能持续其机能一定水平和/或机能不能维持预定的运动强度<sup>[1]</sup>。骨骼肌作为人体运动的主要动力器官, 其功能的好坏直接影响了肢体的运动, 而长期过度训练容易导致运动员骨骼肌疲劳或损伤。因此寻求合理有效的方法来消除骨骼肌疲劳, 对保护运动员身心健康和提高其竞技水平有着十分重要的意义。经皮穴位电刺激(transcutaneous electrical acupoint stimulation, TEAS)是一种经皮电刺激疗法与经络腧穴相结合的新型针疗手段, 具有无创性、易操作、便于携带等特点。实验研究证实 TEAS 在防治运动性疲劳的方面具有积极作用<sup>[2]</sup>, 我们前期动物实验也表明 TEAS 显著降低 NO 对大运动量耐力训练大鼠骨骼肌的损伤<sup>[3]</sup>, 减少骨骼肌乳酸(LA)的堆积<sup>[4]</sup>和细胞凋亡<sup>[5]</sup>, 改善大鼠疲劳症状。但其对大运动量体能训练运动员的作用还是

未知数, 故本试验通过观察 TEAS 对大运动量体能训练大学生运动员血清 LA、CK 的影响, 探讨 TEAS 对运动性疲劳的防治作用, 为进一步临床研究提供可靠的试验依据。

### 1 试验对象与方法

#### 1.1 受试对象

福建中医药大学爱好体育运动的男性在校大学生 45 人, 身体健康, 经常体检未发现异常者。将 45 人随机分成 3 组, 对照组、治疗 1 组、治疗 2 组, 每组 15 人。各组年龄、身高、体质量无明显的组间差异。见表 1。

表 1 受试者一般情况表( $\bar{x} \pm s$ )

| 组别     | 年龄/岁       | 身高/cm       | 体质量/kg     |
|--------|------------|-------------|------------|
| 对照组    | 21.53±1.43 | 170.45±2.75 | 61.22±4.65 |
| 治疗 1 组 | 22.32±1.26 | 169.68±2.57 | 60.86±3.78 |
| 治疗 2 组 | 21.86±1.35 | 169.53±2.86 | 61.57±4.76 |

注: 各组年龄、身高、体质量, 无显著性差异( $P>0.05$ )

\* 基金项目: 国家自然科学基金(81403453); 福建省自然科学基金(2014J 05095); 福建省卫生厅资助项目(2012-1-29)

收稿日期: 2015-05-08

作者简介: 游世晶(1979-), 男, 福建福州人, 讲师, 研究方向: 针灸对运动性疲劳的防治作用。

△通信作者: 夏勇, E-mail: xiayongbrave@sina.com

## 1.2 训练方案

体能训练方案参考文献制定<sup>[6]</sup>。剧烈运动项目:400m 跑 3 次,1 000m 全力跑 1 次;耐力训练项目:5 000m 徒手跑 1 次,限定在 25 min 内完成。每日训练在同一时间段内完成,先进行剧烈运动,然后进行耐力性运动,剧烈运动与耐力运动之间休息 20min,持续时间 2w,每周训练 6d,共训练 12d 以造成受试者运动性疲劳。

## 1.3 干预方法

治疗 1 组:运动员于体能训练前 1h,用 75%酒精消毒足三里、环跳穴,然后分别在环跳穴、足三里贴一直径约 1cm 长的电极片,再将电极片与韩氏 HANS-200A 穴位神经刺激仪相连,连接方法是一侧环跳穴与同侧的足三里相连。选用疏密波,强度 15mA、刺激频率 2~15Hz、时间 30min,每日 1 次,共 12 次。治疗 2 组:运动员于体能训练后 1h 进行 TEAS 干预,干预方法同治疗 1 组;对照组:不进行任何干预措施。

## 1.4 检测指标

### 1.4.1 主观体力感觉评分

使用由 Borg 设计的“自认的劳累分级表”(ratings of perceived exertion, RPE)来对受试者疲劳的状况进行评估<sup>[7]</sup>。让受试者根据负荷引起的疲劳程度,对自己运动后的感觉进行评分。本试验分别在体能训练前和 2w 体能训练后进行主观体力感觉评估。

### 1.4.2 血清 LA 和 CK

各组运动员分别于运动体能训练前 24h 安静时、2w 体能训练后 24h 静脉取血,检测血清 LA 和 CK 的含量变化。

## 1.5 统计学方法

试验结果以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,采用 SPSS17.0 软件进行统计学处理,并对各观察指标进行正态分布检验。组间比较,符合正态分布者,采用单因素方差分析(One-way ANOVA),两两比较用 LSD-*t* 检验;不符合正态分布,采用非参数检验。以

$P < 0.05$  表示有显著性差异, $P < 0.01$  表示有非常显著性差异。

## 2 结果

### 2.1 主观体力感觉评分

从评分表结果来看,各组运动员体能训练前后对比疲劳感觉都增加,但是对照组前后对比( $P < 0.01$ ),治疗 1 组和治疗 2 组前后对比( $P < 0.05$ );体能训练后治疗 1 组和治疗 2 组与对照组相比( $P < 0.05$ )。见表 2。

表 2 受试者主观体力感觉评分( $\bar{x} \pm s$ )

| 组别     | 人数 | 训练前       | 训练后         |
|--------|----|-----------|-------------|
| 对照组    | 15 | 6.6±0.46  | 17.0±0.95*  |
| 治疗 1 组 | 15 | 6.42±0.39 | 11.25±0.76# |
| 治疗 2 组 | 15 | 6.53±0.57 | 10.74±0.83# |

注:训练前后对比,\* $P < 0.01$ ;与对照组比较,# $P < 0.05$

### 2.2 血清 LA 和 CK

各组运动员体能训练前后血清 LA 对比情况:对照组有非常显著性差异( $P < 0.01$ ),治疗 1 组和治疗 2 组有显著性差异( $P < 0.05$ )。体能训练后,治疗 1 组、治疗 2 组与对照组相比都有显著性差异( $P < 0.05$ ),治疗 1 组和治疗 2 组相比无显著性差异( $P > 0.05$ )。各组运动员体能训练前后血清 CK 对比情况:对照组有非常显著性差异( $P < 0.01$ ),治疗 1 组和治疗 2 组有显著性差异( $P < 0.05$ )。体能训练后,治疗 1 组、治疗 2 组与对照组相比都有显著性差异( $P < 0.05$ ),而治疗 1 组和治疗 2 组相比无显著性差异( $P > 0.05$ )。见表 3。

## 3 讨论

运动性疲劳属于中医“虚损”范畴,其病因病机主要与精气血耗损有关。足阳明胃经为多气多血之经,“气”、“血”与运动的肌肉力量关系极为密切。足三里为足阳明胃经的“合穴”和“下合穴”,在五行中为土经之土穴,土生万物,为补虚强壮要穴。环跳为足少阳胆经与足太阳膀胱经交会穴,此两经循行经

表 3 受试者血清 LA/(nmol/L)、CK/(u/L)含量变化( $\bar{x} \pm s$ )

| 组别     | 人数 | 训练前 T     | 训练后 T       | 训练前 CK       | 训练后 CK        |
|--------|----|-----------|-------------|--------------|---------------|
| 对照组    | 15 | 1.87±0.43 | 4.56±0.42*  | 180.6±12.49  | 290.7±12.49*  |
| 治疗 1 组 | 15 | 1.85±0.41 | 2.65±0.76** | 186.3±13.25# | 245.2±10.38** |
| 治疗 2 组 | 15 | 1.90±0.53 | 2.53±0.68** | 179.5±12.32# | 239.4±12.27** |

注:训练前后对比,\* $P < 0.01$ ,训练前后对比,\* $P < 0.05$ ;与对照组比较,# $P < 0.05$

过腰腿部。《针灸甲乙经》：“利腰肋相引痛急，髀筋痠，胫痛不可屈伸，痹不仁，环跳主之”。从解剖部位看，刺激环跳穴可刺激臀大肌、股方肌、股上皮神经、坐骨神经、臀下神经等组织，可使下肢感觉和运动功能得到改善，具有利腰腿、通经络之功效。

LA 是机体糖原(或葡萄糖)无氧代谢的产物。在正常情况下，机体 LA 的生成和消除处于动态平衡中。但在长期耐力运动过程中，当机体缺氧或剧烈运动使肌肉局部血流相对不足时，机体糖酵解的速度加快，肌糖原大量被消耗，乳酸生成过多并在体内堆积使肌肉 pH 值下降，进而引起一系列的生化变化，这是引起运动性疲劳的重要因素之一<sup>[8-9]</sup>。因此减少乳酸堆积是防治运动性疲劳的一个重要环节。本试验结果可看出经过两周的剧烈运动与耐力运动相结合训练后，对照组、治疗 1 组、治疗 2 组大学生运动员血清 LA 值明显下降，对照组训练前后血清 LA 对比有非常显著性差异( $P<0.01$ )，而受试者主观体力感觉评分值与体能训练前相比也有非常显著性差异( $P<0.01$ )，说明过度的运动训练可引起机体疲劳，运动能力下降。治疗 1 组和治疗 2 组能显著减少运动后血清 LA 产生，与对照组相比有显著性差异( $P<0.05$ )，体能训练后受试者主观体力感觉评分值与对照组相比也有显著差异( $P<0.05$ )，说明 TEAS 能改善体能训练大学生运动员疲劳状态，减少 LA 堆积，增强运动能力。

肌酸激酶(creatine kinase, CK)是催化磷酸肌酸(CP)和 ATP 之间进行高能磷酸键转移的酶类，为机体新陈代谢提供能量的关键酶之一。CK 主要存在于骨骼肌、心肌、平滑肌等细胞质中，以骨骼肌中含量最高。正常情况下，肌细胞完整，功能正常，CK 极少透出细胞膜，故血清 CK 的活性较低。长时间高强度的体能训练易导致骨骼肌细胞的损伤，其机制包括代谢性损伤和机械性损伤<sup>[10]</sup>，两种损伤均可使细胞通透性增高，细胞内 CK 漏出入血，从而造成血清 CK 的增高<sup>[11]</sup>。由于 CK 从细胞内大量漏出可导致 ATP 的合成受到影响，造成肌肉能量供应降低和运动功能下降。有研究发现运动负荷的大小、肌肉酸痛与血清中 CK 水平高度相关<sup>[12]</sup>。因为 CK 其能从损伤的肌肉中漏出，故临床常作为细胞膜渗透性改变或肌细胞膜损伤的重要指标<sup>[13-15]</sup>。本研究中结果表明，大强度的体能训练后，各组血清 CK 值都有显著的增多，其中对照组前后对比有非常显著性差异

( $P<0.01$ )，治疗 1 组和治疗 2 组前后对比都有显著性差异( $P<0.05$ )，说明该强度的体能训练已经造成骨骼肌细胞膜渗透性改变，从而使血清 CK 值增多。而体能训练后，治疗 1 组、治疗 2 组与对照组相比都有显著性差异( $P<0.05$ )，说明 TEAS 能减轻大强度的体能训练骨骼肌细胞的损伤，从而减少细胞内 CK 漏出，减少血清 CK 值的升高。

综上所述，采取 TEAS 干预手段，刺激大学生运动员足三里和环跳穴可以减轻过量运动导致的疲劳发生，减少血清 LA 和 CK 的含量，减少骨骼肌的损伤。其作用可能是 TEAS 能减少大强度训练的机械性损伤，减少 LA 堆积造成骨骼肌中 PH 下降，从而减轻骨骼肌细胞的损伤和血清 CK 含量，起到防治运动性疲劳的作用。

#### 参考文献：

- [1] Ron J Maughan, Susan M Shirreffs. Biochemistry of exercise [M]. Champaign: Human Kinetics Publishers, 1983: 27.
- [2] Fang JQ, Ma GZ, Liang Y, et al. Effect of transcutaneous electrical acupoint stimulation on rats with chronic exercise-induced fatigue [J]. J Acupunct Tuina Sci, 2012, 10 (5): 265-270.
- [3] 游世晶, 具紫勇, 夏勇, 等. 经皮穴位电刺激对大运动量耐力训练大鼠骨骼肌 NO、TNOS 及 iNOS 含量的影响[J]. 中国运动医学杂志, 2011, 30(5): 448-451.
- [4] 具紫勇, 游世晶, 王珂, 等. 经皮穴位电刺激对大运动量耐力训练大鼠血清睾酮和尿素氮含量及 ATP 酶活力的影响[J]. 上海针灸杂志, 2013, 32(4): 313-315.
- [5] 游世晶, 何金森, 夏勇, 等. 经皮穴位电刺激对大运动量耐力训练大鼠骨骼肌 Bcl-2 和 Bax 含量的影响[J]. 新中医, 2012, 44(11): 123-125.
- [6] 王文远, 赵建明, 刘岚. 针刺对运动性生理心理疲劳的调节作用[J]. 解放军保健医学杂志, 2004, 6(1): 35-37.
- [7] 曲绵域, 于长隆. 实用运动医学[M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2003: 77-78.
- [8] 刘斌, 张红. 对运动性疲劳的几个生化问题的探讨[J]. 安徽体育科技, 2000, 87(3): 99-102.
- [9] 王彬, 邹秋英. 穴位艾灸对运动员赛前强化训练运动性疲劳的影响研究[J]. 湖南人文科技学院学报, 2014, 141(6): 143-148.
- [10] Brancaccio P, Lippi G, Maffulli N. Biochemical markers of muscular damage [J]. Clin chem Lab Med, 2010, 48(6): 757-767.
- [11] 罗显荣, 罗春生, 蒋崇福, 等. 新兵体能训练对血清肌酸激酶的影响 [J]. 华南国防医学杂志, 2013, 27 (2): 115-117.

- [12] Clarkson PM, Nosaka K, Braun B. Muscle function after exercise-induced muscle damage and rapid adaptation [J]. *Med Sci Sports Exerc*, 1992, 24(5):512-520.
- [13] Lee J, Goldfarb AH, Rescino MH, et al. Eccentric exercise effect on blood oxidative-stress markers and delayed onset of muscle soreness [J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2002, 34(3):443-448.
- [14] 崔玉鹏, 杨则宜. 血清 CK 活性变化与运动导致的骨骼肌损伤 [J]. *中国运动医学杂志*, 2004, 23(3):343-347.
- [15] 刘振宇, 张晓辉, 陈万. 负压-常压病劳恢复过程中血乳酸、肌酸激酶等指标的特征分析 [J]. *山东体育科技*, 2014, 36(5):76-79.
- (编辑:徐建平)

### Transcutaneous Electrical Acupoint Stimulation Effects on Serum Lactate and Creatine Kinase of College Athletes

YOU Shijing<sup>1</sup>, YI Hongmei<sup>2</sup>, WU Zhuile<sup>1</sup>, HE Furong<sup>1</sup>, HE Lingling<sup>1</sup>, LI Shoujiang, XIA Yong<sup>3Δ</sup>

(1. Acupuncture and Moxibustion College of Fujian University of TCM, Fuzhou 350122, China;

2. Department of Physical Education of Fujian University of TCM, Fuzhou 350122, China;

3. Acupuncture-moxibustion and Tuina College of Shanghai University of TCM, Shanghai, 201203, China)

**ABSTRACT: Objective** To observe how the transcutaneous electrical acupoint stimulation effects on of serum lactate and creatine kinase of the college athletes of intensive physical training. **Methods** 45 male college athletes were randomly divided into the control group, the treatment group 1 and the treatment group 2. 15 people in each group. Each group was training intensively for 2 weeks, evaluating physical subjective feelings and testing athletes values of serum lactate and creatine kinase of each group before and after training respectively. **Results** Compared with the serum lactate and creatine kinase of the athletes of control group before and after the experiment, there was very significant difference ( $P < 0.01$ ). Compared with the serum lactate and creatine kinase of treatment group 1 and 2 before and after the experiment, there was significant difference ( $P < 0.05$ ). After the experiment, compared with the serum lactate and creatine kinase of control group, there is a significant difference ( $P < 0.05$ ) between the treatment group 1 and 2. The values of the physical subjective feelings of each group compared with the values before the experiment also have a very significant difference ( $P < 0.01$ ); after the experiment, the subjective physical feeling values of the treatment group 1 and 2 have significant differences ( $P < 0.05$ ) compared with the model group; compared with the treatment group 1 and 2 there is no significant difference ( $P > 0.05$ ). **Conclusion** Excessive exercise training can cause our body fatigue and increase the content of serum lactate and creatine kinase. Transcutaneous electrical acupoint stimulation can improve the state of fatigue and enhance athletic ability, as well as reduce the the content of the serum lactate and creatine kinase. The transcutaneous electrical acupoint stimulation has a role in preventing and treating exercise-induced fatigue.

**KEY WORDS:** transcutaneous electrical acupoint stimulation; Lactate; creatine kinase; exercise-induced fatigue

(原文见第 23 页)

### Supercritical CO<sub>2</sub> Extraction of Dianhong Tea and Analysis of Its Extract Components

SUN Hailin<sup>1</sup>, RUAN Zhiguo<sup>1</sup>, CHE Yanyun<sup>1</sup>, HUANG Weidong<sup>2Δ</sup>

(1. Yunnan University of TCM, Kunming 650500, China; 2. Yunnan Baiyao Teayield Co., Ltd., Kunming 650034, China)

**ABSTRACT: Objective** To optimize the supercritical CO<sub>2</sub> extraction procedure of Dianhong Tea, and analyze the components of extracts. **Methods** The effect factors including entrained, the feel particle, extraction time, extraction pressure and the extraction temperature were investigated by single factor method, then through the orthogonal tests optimize processing conditions. the extract were identified by GC-MS. **Results** The optimum extraction parameters were established with the entrainer of 250 mL ethanol, the feel particle of 20 meshes, the extraction time of 0.5 h, the extraction pressure of 25 MPa, the extraction temperature of 45°C, the yield was up to 0.46%, and 50 kinds of components were identified. **Conclusion** Supercritical fluids extraction can be used to extract the effective components of Dianhong Tea.

**KEY WORDS:** Supercritical CO<sub>2</sub>; Dianhong Tea; GC-MS