

力竭运动对小鼠骨骼肌6种元素含量的影响

赵 光¹, 肖德生²

(江苏大学 1. 体育部; 2. 医学院, 江苏 镇江 212001)

摘 要: 利用高频电感耦合等离子体原子发射光谱法(ICP-PES)测定了小鼠一次性力竭游泳运动后, 骨骼肌内铁(Fe)、锌(Zn)、铜(Cu)、硒(Se)、钙(Ca)、镁(Mg) 6种元素含量的变化。结果表明, 力竭运动后可使小鼠骨骼肌内Ca、Se含量明显上升, Cu元素含量基本不变, Fe、Zn、Mg含量则明显下降。

关键词: 力竭运动; 微量元素; 骨骼肌; 小鼠

中图分类号: G80 文献标识码: A 文章编号: 1006-7116(2003)06-0055-02

Content variety of 6 kind's trace elements in the skeletal muscle after exhausted movement of mouse

ZHAO Guang¹, XIAO De-shen²

(1. Department of Physical Education; 2. Medical College, Jiangsu University, Zhenjiang 212001, China)

Abstract: In this paper, after the mice made exhausted movement (exhausted swim at only one time), in their skeletal muscles the change levels of trace elements such as Iron(Fe), Zinc(Zn), Copper(Cu), Selenium(Se), etc and plentiful elements calcium(Ca), magnesium(Mg) were determined by ICP-AES. These results show that exhausted movement could result in the increases of the levels of selenium in skeletal muscles. However the levels of calcium and magnesium were significantly decreased. So for the athletes who are in hard training, there is a suggestion that the categories and the levels of supplementary trace element should be distinguished in order to adapt to their physiological need physically.

Key words: exhausted movement; trace element; skeletal muscles; mouse

运动可导致机体血清中微量元素含量发生改变, 力竭运动通常伴随着一些重要微量元素的丧失, 而体内缺乏微量元素则会引起运动能力下降, 甚至产生疾病^[1]。但到目前为止, 有关运动员力竭运动后体内不同器官微量元素分布和含量有何变化的报导并不多见。本文利用小鼠一次性力竭游泳运动试验, 为测定小鼠骨骼肌内Fe、Zn、Cu、Se、Ca、Mg 6种元素的含量变化, 探讨力竭运动与微量元素的关系, 为今后进一步研究力竭运动对运动员骨骼肌微量元素的影响提供参考, 为运动员合理的微量元素补充提供科学的依据。

1 材料与方法

(1) 试验对象: 采用昆种小鼠 50 只为实验对象, 小鼠体重(20±4)g。

(2) 分组: 将 50 只小鼠随机分为 2 组, 一组为力竭运动组, 一组为安静组(对照组), 每组各 25 只。

(3) 测试方法: 实验开始时安静组停止喂食; 运动组直接放入长 100 cm、宽 50 cm、高 60 cm、水深约 50 cm、水温(30±2)℃的玻璃泳槽中作力竭游泳运动。小鼠游泳至沉入水下 10 s 无力再浮起为力竭, 力竭后即捞出, 与安静组同时断头

处死。取出右侧的腓肠肌及比目鱼肌, 用去离子水洗涤后放入培养器中, 在 105℃烘箱中烘 4 h 后取出, 精确称重, 然后消化、定容, 进行样品测定。仪器为美国 Lenman 公司生产的(ICP-PES)高频电感耦合等离子体原子发射光谱仪(型号: PLASMA-SPEC-1)。

(4) 数据统计: 所有数据采用 SPSS10.0 软件进行, 采用均数±标准差表示, 并经 *t* 检验, $P < 0.05$ 为显著性差异, $P < 0.01$ 为非常显著性差异。

2 实验结果

(1) 小鼠在力竭运动后, 骨骼肌中Ca、Se质量分数上升, 与对照组比较差异非常显著($P < 0.01$)(见表1)。

(2) 力竭运动可使骨骼肌中的Fe、Zn、Mg质量分数与安静组比较明显下降, 其中实验组Zn与安静组比较下降较明显, 具有显著性差异($P < 0.05$), 实验组Fe、Mg与安静组比较下降明显, 具有非常显著性差异($P < 0.01$)(见表1)。

(3) 小鼠力竭运动骨骼肌Cu元素变化不明显。试验结果表明小鼠在力竭运动后, 骨骼肌Cu元素与安静组比较没有显著性差异($P > 0.05$)(见表1)。

收稿日期: 2003-05-08

基金项目: 国家自然科学基金《运动对铁代谢的影响及其机制》(项目号: 30270639)资助项目。

作者简介: 赵 光(1944-), 男, 教授, 研究方向: 运动生理, 体育教学和管理。

表 1 小鼠力竭运动对骨骼肌内 6 种元素质量分数的影响

组别	n/只	$\bar{x} \pm s, \mu\text{g/g}$					
		Fe	Zn	Cu	Se	Ca	Mg
安静组	25	11.54 ± 1.50	24.70 ± 3.70	0.62 ± 0.06	0.40 ± 0.08	1 096.41 ± 154.75	103.80 ± 4.60
运动组	25	9.22 ± 1.31 ¹⁾	22.69 ± 2.60 ²⁾	0.62 ± 0.04	0.44 ± 0.07 ¹⁾	1 556.27 ± 165.23 ¹⁾	83.51 ± 6.37 ¹⁾

1)与安静组比较, $P < 0.01$; 2)与安静组比较, $P < 0.05$

3 讨论

本实验观察了小鼠力竭运动骨骼肌中 Fe、Zn、Cu、Se、Ca、Mg 6 种元素含量变化各不相同。力竭运动使小鼠骨骼肌中 Se、Ca 含量明显升高,与安静组对照差异非常显著。关于微量元素 Se 的生物学作用虽然早已确定,但大强度运动后体内 Se 的变化报道很少。硒经肠道吸收后与血浆蛋白结合转运到其它各组织,肝、肾含量较高,而脑和肌肉较低。肝有储存过量 Se 的功能,当体内缺乏 Se 时,肝中的硒便向全身输送。Se 通过谷胱甘肽过氧化物酶发挥其生物活性,防止细胞膜的损伤,保护生物膜的完整性。本研究结果提示,力竭运动可能使肌肉代谢增加,促使肝脏中的 Se 部分转移至骨骼肌中,这是机体适应运动的一个重要表现。

小鼠力竭运动后骨骼肌中钙元素与安静组对照比较升高 460 $\mu\text{g/g}$,差异非常显著。机体总钙增加既可抑 ATP 合成,又可以激活 PLA2,使线粒体脂膜结构发生变化,促使线粒体钙释放通道开放,这可能是一种保护作用。力竭运动对肾功能损伤严重,运动对肾脏脂质过氧化增强,对生物膜产生毒副作用,导致 Ca^{2+} 内流增加,激活磷脂酶直接损害膜的通透性,破坏细胞膜导致线粒体钙聚集,改变线粒体膜极化状态,从而干扰氧化磷酸化偶联^[2],使 ATP 合成能力下降,出现肾功能异常,这可能成为运动性疲劳的产生原因之一。

实验结果表明小鼠在力竭运动后,骨骼肌 Cu 元素与安静组比较没有显著性差异 ($P > 0.05$)。

实验中发现小鼠力竭运动使骨骼肌 Fe、Mg、Zn 含量下降。力竭运动小鼠骨骼肌铁比安静组低 2.32 $\mu\text{g/g}$,具有非常显著性差异,这是由于大运动量引起血红蛋白浓度下降,导致一系列生理变化和病理性损伤。多年来运动医学界重视血红蛋白指标,将它作为运动员身体机能状态的重要指标。目前尽管运动性贫血的发生机理尚未有定论,但大多数研究认为主要有以下 3 种原因,其一是运动引起高血容量反应,血红蛋白浓度相对下降。其二是红细胞损伤破坏溶血,其三是运动员在大运动量过程中铁随汗液大量排出,又没有及时补铁导致运动性贫血,其中高血容量反应是运动训练机体应激的表现^[3,4],但并未造成临床学上的贫血,因此对运动员训练过程中铁代谢和红细胞损伤溶血等状况进行检测对防止运动性贫血的发生具有重要意义。

本实验力竭运动小鼠骨骼肌 Mg 与对照组比较低 20.29 $\mu\text{g/g}$,具有非常显著性差异。镁是细胞中许多关键酶的辅助

因子,可参与体内多种代谢过程,它可激活磷酸酶,使得包括 ATP 在内的所有磷酸基团水解、转移和反应,在能量的产生、转移、储存、利用中发挥至关重要的作用。由于力竭运动需要消耗大量的能量,大量 ATP 被水解,消耗了镁离子^[5]。

本实验小鼠力竭运动引起骨骼肌 Zn 离子减少明显,与对照组比较具有显著性差异,Zn 离子减少可以引起机体 MT 下降^[6],MT 不仅是一种应激蛋白,还是一种参与机体运动恢复的蛋白,由于小鼠力竭运动引起 MT 合成下降,必将影响对机体自由基的清除,使运动疲劳恢复受阻^[7-8]。

因此,运动员在大运动量后要适当补充一些富含微量元素 Fe、Zn、Se、Ca、Mg 的食物。由于实验对象、条件、采取的样本数目不同,可能结果不一致,但在运动员大运动量后适当的微量元素补充肯定是必需的。

参考文献:

- [1] 盛 蕾,郑海东. 游泳运动员阶段大强度训练后血清微量元素的变化[J]. 中国运动医学杂志,1996,15(1):55-58.
- [2] 陈英杰. 剧烈运动后大鼠心肌线粒体内钙、心肌酸性磷酸酶和 β 葡萄糖苷酸酶的动态变化[J]. 中国运动医学杂志,1998,17(1):4-7.
- [3] 肖德生,钱忠明. 运动诱导的低铁状态大鼠骨髓细胞铁摄入的变化[J]. 生理学报,2000,52(2):147-151.
- [4] Van Bergen P, Rauhala P, Spooner CM, et al. Hemoglobin and iron evoked oxidative stress in the brain: protection by bile pigments, manganese and snitrosoglutathione[J]. Free Radic Res, 1999(31):631-640.
- [5] 田 野. 不同负荷运动对骨骼肌线粒体镁含量的影响[J]. 体育科学,1996,16(2):48-50.
- [6] 艾 华,陈吉楝,贺师鹏. 补充睾酮对缺锌和补锌大鼠游泳能力和睾酮合成的影响[J]. 中国运动医学杂志. 1997,16(2):42-46.
- [7] 李 晖. 递增负荷运动至力竭大鼠肾脏自由基产生及氧化抗氧化能力的研究[J]. 中国运动医学杂志,1999,18(1):31-33.
- [8] 郭 林. 耐力运动对大鼠肾脏组织自由基代谢的影响[J]. 体育科学,1998,18(1):77.

[编辑:郑植友]