

文章编号:1004-3624(2003)04-0010-02

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

(1. 江苏大学 体育部, 江苏 镇江 212001; 2. 江苏大学 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。为进一步研究运动员大运动量训练后合理补充微量元素提供科学的依据。

关键词:力竭运动;微量元素;骨骼肌

中图分类号:G804.7

文献标识码:A

Content variety of 6 kinds trace elements of the skeletal muscle after exhausted movement in mouse

Zhao guang¹, Xiao de-shen²

(1. PE department of Jiangsu university, Zhenjiang 212001, China;

2. Medical college of Jiangsu university, Zhenjiang 212001, China)

Abstract: In this paper, after the rats 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) and plentiful elements calcium(Ca), magnesium(Mg) were determined by ICP-PES. 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 elements should be distinguished in order to adapt to their physiological need.

Key words: exhausted movement; trace element; skeletal muscles

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生命活动中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道并不多见。本文利用小鼠一次性力竭游泳运动试验,测定小鼠骨骼肌内 Fe、Zn、Cu、Se、Ca、Mg 6 种元素的含量变化,并对运动前后加以比较,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,为运动员进行合理的微量元素补充提供科学的依据。

1 材料与方 法

1.1 试验对象

采用昆种小鼠 50 只为实验对象,小鼠平均体重 20g。

1.2 分组情况

将 50 只小鼠随机分为 2 组,1 组为力竭运动组,1 组为安静组(对照组),每组各 25 只。

1.3 测试方法

安静组不施任何处理,运动组直接放入水中游泳,用长 100cm、宽 50cm、高 60cm 的玻璃泳槽作为小鼠游泳装置,水深约 50cm,水温 30±2℃。小鼠游泳至沉入水下 10s 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 4h 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(型号:PLASMA

* 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)子课题。

收稿日期:2003-04-30

作者简介:赵 光(1944-),男,江苏镇江人,教授,主要从事运动生理、体育教学和管理。

-SPEC-1)。

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

2.1 力竭运动后小鼠骨骼肌 Ca、Se 元素含量明显增加

实验结果表明,小鼠在力竭运动后,骨骼肌微量元素出现了明显的变化,其中 Ca、Se 含量上升,与对照组相比差异

非常显著 ($p<0.01$)。

2.2 力竭运动后骨骼肌 Fe、Zn、Mg 元素含量明显降低

从表中可以看出,力竭运动可使骨骼肌中的 Fe、Zn、Mg 含量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,具有非常显著差异 ($P<0.01$)。

2.3 力竭运动后骨骼肌 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差异 ($p>0.05$)。

表 1 力竭运动对小鼠骨骼肌内 6 种元素含量的影响 ($\mu\text{g/g}$)

组别	n	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	1096.41±154.75	103.80±4.60
运动组	25	9.22±1.31**	22.69±2.6*	0.62±0.04	0.44±0.07**	1556.27±165.23**	83.51±6.37**

注: * $p<0.05$, ** $p<0.01$

3 讨论

哺乳动物和人类含有丰富的微量元素,它们通过参与许多酶的合成,影响酶、激素及微生物的活性从而影响机体的营养转运、DNA 和 RNA 代谢、血液生成、免疫反应及氧化还原等过程。本实验观察了小鼠力竭运动后骨骼肌中 Fe、Zn、Cu、Se、Ca、Mg 的含量变化各不相同。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他各组织,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 Ca 含量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制 ATP 合成,又可以激活 PLA_2 ,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。

力竭运动后小鼠骨骼肌 Fe 含量比安静组下降 $2.32\mu\text{g/g}$ 具有非常显著差异,这可能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三种原因,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。

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、利用中发挥着至关重要的作用。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]本实验力竭运动小鼠骨骼肌 Mg 含量降低,与对照组比较降低 $20.29\mu\text{g/g}$,具有非常显著性差异。

本试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。总之,微量元素与运动的关系,尤其是大强度运动与体内器官微量元素的关系有许多值得探讨的问题,由于实验的对象、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,郑东海.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,等.剧烈运动后大鼠心肌线粒体内钙、心肌酸性磷酸酶和 β 葡萄糖醛酸酶的动态变化[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.

(下转第 27 页)

给学生自主的选择感兴趣的课程,多变换不同的组织方法,给学生一种全新的感觉,体现出学生是真正学习的主体。

传统的体育教学过分强调教师的主体地位、主导作用,认为学生只是一个需要教育的客体,只能被动地接受体育教师的教育培养,这样就导致了学生主体地位的丧失,自觉性、积极性的泯灭。失去兴趣的学习,不能激发与维持学生学习的动机,不能体验到满足需要的乐趣,学生也不会进行有效的学习。现代学校体育十分重视体育教学过程中学生的主体地位,教学中充分发挥学生的主体作用。重视学生的主体地位,激发和维持学生学习的兴趣与动机是提高教学效果的手段。从人的发展看,兴趣和动机是构成人的人格特征的一个重要组成部分。另外,学生从事体育学习的基础、追求目标、个性心理、学习的方式方法等均不相同,教师只有最大限度适应学生的需要,因材施教,积极地鼓励、引导学生,才能取得良好的教学效果。

4 结语

对于每一个中国人来说,申奥能够成功,举办奥运会也必将成功,因为北京有着 13 亿炎黄子孙的支持,有着博大精深的历史文化的支撑,有着振奋与向上的民族精神的支持。但是,奥运 4 会提供给中国人的仅仅是一次千载难逢的历史

机遇,更重要的是怎样借助这次机遇,弘扬中华民族重伦理、守信义、兼容并蓄、协和万邦的优秀传统。这是每一个中华青年所必须认识到的,也是每一个承担培养现代人才的教育者所要深思的。

参考文献

- [1] 陈培德,等. 2008 年北京奥运会对中国社会经济发展的影响[J]. 体育科学,2003,(1):24~25.
- [2] 邵宝龙. 全球化与“文化自觉”及其教育[N]. 中国教育报,2001-08-08(3).
- [3] 江泽民. 论有中国特色社会主义(专题摘编)[M]. 北京:中央文献出版社. 2002. 399.
- [4] 崔发周. 创新精神的实质——实事求是[N]. 中国教育报,2001-07-25(3).
- [5] 杜国如,等. 对我国高校体育与健康教育现状的调查研究[J]. 体育科学,2002,(6):34~37.
- [6] 李学江. 奥运走到岔路口[N]. 人民日报,1999-01-26(7)
- [7] 谢琼桓. 中华体育精神是全民族的精神财富[J]. 求是,2000,(21):15.

(上接第 9 页)

- [10] Doré E, Bedu M, Franca NM, et al. Testing peak cycling performance: effects of braking force during growth. Med Sci Sports Exerc 2000,32: 493~498.
- [11] Ferretti G, Narici MV, BinZoni T, et al. Determinants of peak muscle power, effects of age and physical conditioning. Eur J Appl Physiol 1994, 68:111~115.
- [12] Sale DG, Spriet LL. Skeletal muscle function and ener-

gy metabolism. Exercise and the female: a life span approach. Perspectives in exercise science and sports medicine 9. Carmel(IN), 1996,289~359.

- [13] 郑光新,邹 毅,周贤丽. 屈、伸膝肌向心性等速肌力测试的正常值研究[J]. 中国康复医学杂志,1998,13(5): 201~205.
- [14] 成 鹏. 青年男性膝关节等速向心收缩正常值研究. 中国运动医学杂志,1996,15(1): 50~51.

(上接第 11 页)

- [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. FreeRadicRes, 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,陈吉棣,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,等. 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,等. 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.