

## 牛磺酸对力竭运动大鼠抗疲劳的作用

魏源, 罗桂珍, 林石梅, 许实德

(韩山师范学院体育系, 广东潮州 521041)

**摘要:** 30只雄性Wistar大鼠按体重随机分为安静组、力竭运动组、服牛磺酸力竭运动组。后两组跑台力竭运动后立即取血测定血乳酸(LD)含量和乳酸脱氢酶(LDH)活力,取股四头肌红肌测定肌糖原(Muscle glycogen, MG)含量,取肝组织测定肝糖原(Liver glycogen, LG)含量。结果表明:1)与运动组相比,服牛磺酸运动组力竭运动时间有延长的趋势,初步显示牛磺酸能抵抗运动性疲劳的产生;2)与安静组相比,运动组力竭后立即血清LD、LDH都显著升高,MG、LG都显著下降,补充牛磺酸能抑制这种变化,提示牛磺酸具有抗疲劳作用而提高机体的运动能力。

**关键词:** 牛磺酸;力竭运动;大鼠;血乳酸;乳酸脱氢酶;肌糖原;肝糖原

**中图分类号:** G804.22;G804.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-7116(2001)06-0059-03

### Experimental study of the effect of taurine on the anti-exercise fatigue

WEI Yuan, LUO Gui-zhen, LIN Shi-mei, XU Shi-de

(Department of Physical Education, Hanshan Teachers College, Chaozhou 521041, China)

**Abstract:** Thirty Wistar male rats, weighed 120~140g, were randomly divided into 3 groups: quiet group (A); exhaustive exercise group (B); taurine and exhaustive exercise group (C). LD content and LDH activity in plasma, muscle glycogen (MG) content in red muscle and liver glycogen (LG) content in liver were determined. The results showed: 1) taurine can enhance exercise ability; 2) immediately after exhaustive exercise, LD content and LDH activity in plasma were increased significantly, muscle glycogen (MG) content in the red muscle and liver glycogen (LG) content in liver were decreased significantly. But having supplied with 1% taurine in drinking water for five weeks, their changes were not significantly. The results suggested that taurine had the effect on anti-fatigue.

**Key words:** taurine; exhaustive exercise; rat; blood lactic acid (LD); lactic acid dehydrogenase (LDH); muscle glycogen (MG); liver glycogen (LG)

运动性疲劳是人体运动过程中发生的生理现象,这是一种警报性信号,或者说是一种保持健康的保险阀。但疲劳的产生将引起运动能力的下降,疲劳的程度也能体现出人体机能的生化变化。牛磺酸作为一种 $\beta$ -氨基酸有望成为一种抗运动性疲劳的营养补剂,但已往的研究大多从牛磺酸的抗氧化作用和维持膜稳定等方面着手,而要观察评价某营养剂是否有抗疲作用、效果如何,显然应用那些与疲劳产生机制有关的生物化学指标才能得到最直接可靠的结果。为此,我们选用血乳酸(LD)、乳酸脱氢酶(LDH)、肌糖原(MG)和肝糖原(LG)作为产生疲劳程度的指标评价牛磺酸的抗疲劳作用,旨在为牛磺酸应用到运动实践中去提供参考依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 实验运动分组及饲养

由中山医科大学实验动物中心提供雄性Wistar大鼠30只(粤卫动字26-99A017号),体重120~140g,按体重随机分为A(安静对照组)、B(力竭运动组)、C(牛磺酸+力竭运动组)3组,每组10只,各组分笼饲养,自由饮食,室温( $22 \pm 3$ ) $^{\circ}\text{C}$ ,自然光照,相对湿度55%~75%,C组在饮水中加入牛磺酸(最终质量分数为1%),饲养5周后进行力竭运动。

#### 1.2 动物运动模型(力竭运动)

B、C两组大鼠在跑台上进行力竭运动,按I级:0°,8.2 m/min, 15min→II级:0°,15 m/min, 15 min→III级:0°,20 m/min运动至力竭<sup>[1]</sup>,力竭标准为:毛刷刺激大鼠尾部,仍跟

收稿日期:2001-01-13

作者简介:魏源(1971-),男,湖南岳阳人,讲师,硕士,研究方向:运动疲劳与恢复。

不上预定速度,臀部压在跑台后壁,后肢随转动皮带后拖欠达 30 s,记录大鼠在Ⅲ级负荷中运动的时间为力竭运动时间<sup>[2]</sup>。

### 1.3 标本制备

大鼠力竭运动后即刻腹腔注射质量分数为 2% 戊巴比妥-生理盐水麻醉,迅速分离出颈总动脉,肉眼直视下采取血液约 5 mL,静置待凝后,以 3 000 r/min 离心 10 min 分离血清,置 4℃ 冰箱备用,以测定 LD 含量和 LDH 活力;迅速剪取肝组织和股四头肌红肌各 1 g 左右,制成 10% 的组织匀浆,以 3 000 r/min 离心 5 min,取上清液置 4℃ 冰箱备用,以测定肝糖和肌糖原。A 组于安静时取材,其它处理同上。

### 1.4 指标测定

采用化学比色法测定 LD 含量、LDH 活力、LG 含量和 MG 含量;蛋白质定量采用考马斯亮蓝法。试剂盒均为南京建成生物工程研究所提供,其它试剂均为 AR 或以上级别,所有指标测定均采用上海产品的 724 微机型可见光分光光度计完成。

### 1.5 数据处理

所有数据由 Microsoft Excel 建立原始数据库。数据处理均由 SPSS (Statistical Program For Social Science) For WIN 统计软件包完成。数据以  $\bar{x} \pm s$  表示,组间比较采用 *t* 检验,

显著性水平为  $P < 0.05$ 。

## 2 结果

### 2.1 牛磺酸对大鼠运动能力的影响

补充牛磺酸后,大鼠力竭运动时间有延长的趋势,但无显著性变化 ( $0.05 < P < 0.20$ ) (见表 1)。

表 1 跑台运动力竭时间  $\bar{x} \pm s$

组别	n/只	力竭运动时间/s	变化率/%
力竭运动组(B)	10	70.6 ± 24.4	
牛磺酸+力竭运动组(C)	10	83.3 ± 13.4 <sup>1)</sup>	17.98

1)  $0.05 < P < 0.20$

### 2.2 补充牛磺酸和力竭运动对大鼠血乳酸、乳酸脱氢酶、肌糖原和肝糖原变化的影响

力竭运动后,血乳酸浓度、乳酸脱氢酶活性显著升高 ( $P < 0.001$ ),肌糖原含量和肝糖原含量都非常显著地降低 ( $P < 0.001$ );补充牛磺酸能使血乳酸浓度变化的幅度明显减小 ( $P < 0.05$ );乳酸脱氢酶活性变化的幅度减小但差异不明显 ( $P < 0.05$ );肌糖原和肝糖原变化的幅度显著地减小 ( $P < 0.001$ ) (见表 2)。

表 2 牛磺酸和力竭运动对在鼠血乳酸、乳酸脱氢酶、肌糖原和肝糖原变化的影响  $\bar{x} \pm s$

组别	n/R	C(LD)/(mmol·L <sup>-1</sup> )	乳酸脱氢酶活力/(IU·dL <sup>-1</sup> )	肌糖原含量/(mg·g <sup>-1</sup> )	肝糖原含量/(mg·g <sup>-1</sup> )
A	10	3.01 ± 0.18	171.28 ± 42.27	2.86 ± 0.72	13.74 ± 1.02
B	10	11.02 ± 1.00 <sup>1)</sup>	700.82 ± 79.49 <sup>1)</sup>	1.37 ± 0.65 <sup>1)</sup>	10.12 ± 1.71 <sup>1)</sup>
C	10	10.27 ± 0.64 <sup>2)</sup>	600.33 ± 60.31 <sup>3)</sup>	4.02 ± 0.84 <sup>3)</sup>	16.07 ± 2.41 <sup>3)</sup>

1)  $P < 0.001$ ,与安静组比较;2)  $P > 0.05$ ,3)  $P < 0.001$ ,与运动组比较

## 3 分析与讨论

骨骼肌疲劳是由于长时间活动引起其收缩功能的暂时性降低,它的发生受到从中枢到外周许多因素的影响,涉及到许多环节,其中任何一个或几个环节的功能降低或损伤,都可能发生疲劳而引起机体运动能力下降产生力竭,就肌细胞本身而言,可能与肌细胞的生化代谢反应、能源物质的供给与利用等因素有关<sup>[3,4]</sup>。

肌肉活动时主要靠肌细胞中的 ATP 迅速分解提供能量,而 ATP 的补充主要靠糖原、葡萄糖的无氧酵解生成乳酸过程中释放能量合成 ATP 和有氧情况下线粒体内糖、脂肪酸及氨基酸氧化分解产生能量合成 ATP;另外,肌肉中 CP 分解合成 ATP。所以糖酵解是生物内普遍存在的一种代谢方式。在长时间的急性力竭运动过程中,由于组织缺血、缺氧,造成组织细胞产生大量乳酸,从而引起血乳酸的堆积,在肌肉剧烈收缩时,因供氧不足单靠有氧氧化不能满足能量的需要,必须加速糖酵解的供能过程,这时,肌肉主要靠糖原酵解来获得能量,当糖原被大量消耗,机体运动能力就下降,在无氧情况下,肌肉在通过糖原酵解反应得到能量的同时,也产生了大量的乳酸。乳酸解离生成的氢离子占肌肉中酸性

物质解离的 85% 以上。乳酸的增加使肌肉中 H<sup>+</sup> 浓度上升, pH 下降,进而引起一系列生化变化,是导致疲劳的重要原因<sup>[5]</sup>。

乳酸在体内清除有赖于 LDH 的参与。LDH 广泛存在于各组织中,尤以肝、心、肌肉等组织中最。它主要催化 LD 和丙酮酸之间的相互转化,在碱性条件下,促进 LD 向丙酮酸转化,中性条件促进相反方向的反应,反应式如下: L-乳酸 + NAD<sup>+</sup> = 丙酮酸 + NADH + H<sup>+</sup> 在碱性条件下,有高浓度的 LD 及 NAD<sup>+</sup> 的存在,使反应向右进行, NAD<sup>+</sup> 还原成 NADH 的速率与血清中 LDH 的活力成正比<sup>[6]</sup>。大鼠长时间、高强度运动至力竭,血乳酸堆积, H<sup>+</sup> 增多,出现代偿性乳酸中毒,以及血糖浓度下降,引起大鼠中枢疲劳。乳酸在肌肉中堆积越多,疲劳程度就越严重,所以能够降低血乳酸含量的物质,能起到减少疲劳的作用。而乳酸的清除代谢可通过乳酸脱 H 酶催化完成,增加乳酸脱 H 酶含量可以减少乳酸的含量。LDH 升高非常显著。但关于运动引起血清酶变化的机制,目前尚未找到公认的解释。Friden 等发现,大强度离心性运动后人体骨骼肌小节 Z 线盘溢出,变宽甚至破裂,这种运动时肌纤维的损伤是目前解释运动引起血清酶活

性升高的观点之一。本研究采用的跑台运动至力竭,其强度大,持续时间长,尽管活动肌以向心性收缩为主,但也不能排除肌纤维损伤引起血清酶升高的可能。

体内的肌糖原是运动时能量的来源,肌糖原储备充足,供应的能量就多,耐力就好。在肌糖原被消耗的同时从血液中摄取血糖,后者又由肝糖原分解加以补充,维持血糖水平。肝脏中肝糖原的储备增加,可以维持运动时血糖水平,从而为机体提供更多的能力来达到抗疲劳的目的。一旦肌糖原、肝糖原已大量被消耗,则血液下降导致中枢神经系统供能不足,从而导致疲劳。

牛磺酸不但通过抗氧化、维持膜稳定、调节渗透平衡等作用来达到抗运动性疲劳的目的<sup>[7-12]</sup>。本实验研究表明了牛磺酸还能通过提高机体LDH活力,肌糖原和肝糖原的含量,降低血乳酸含量的作用来提高机体的运动能力,表现其对机体具有的抗运动性疲劳的作用。

#### 参考文献:

- [1] Bedford TG. Maximal oxygen consumption of rats and its changes with various experimental procedures[J]. *APPL Physiol*, 1979, 47:1278-1283.
- [2] 肖明珠. 动物运动性疲劳方法学研究之一[J]. *中国运动医学杂志*, 1998, 17(4):334-338.
- [3] Apple F S. Enzymatic estimation of skeletal muscle damage y analysis of changes in serum creatine kinase [J]. *APPL*

*Physiol*, 1988, 65:2598.

- [4] 李良鸣,王步标,魏源.力竭游泳对大鼠不同类型纤维自由基代谢和血清酶的影响[J]. *生命科学研究*, 1997, 1(1):60-64.
- [5] 许豪文. *运动生物化学进展*[M]. 上海:华东师范大学出版社, 1990.
- [6] 冯炜权. *血酸与运动训练应用手册*[M]. 北京:人民体育出版社, 1990.
- [7] 魏源,李良鸣,王步标,等.牛磺酸对运动小鼠骨骼肌自由基代谢的影响[J]. *中国运动医学杂志*, 2000, 19(2):158.
- [8] 刘武.牛磺酸的生物学作用[J]. *生命的化学*, 1990, 10(3):13.
- [9] 侯香玉.牛磺酸对运动机体自由基体系的影响[J]. *体育科学*, 1994, 14(2):81-83.
- [10] 张钧.牛磺酸对运动力竭大鼠心肌线粒体的保护作用[J]. *中国运动医学杂志*, 1998, 17(3):206-208.
- [11] 张宜龙,陈吉楦.牛磺酸对大鼠急性运动后自由基代谢、膜流动性及钙转运变化的影响[J]. *中国运动医学杂志*, 1999, 18(1):17-21.
- [12] 张宜龙.牛磺酸对人体自由基代谢水平和运动能力的影响[J]. *中国运动医学杂志*, 1999, 18(1):73-75.

[编辑:李寿荣]