

天然酵素运动饮料的抗疲劳性研究

吕明明*

(西安工程大学, 西安 710048)

摘 要: **目的** 研究天然酵素运动饮料对小鼠的抗疲劳作用。**方法** 将健康雄性小鼠随机分为 4 组, 低、中、高剂量组和对照组, 灌胃剂量分别为 10、20、60 和 0 mL/(kg·bw), 即对照组按同体积纯净水灌胃, 喂养 30 d, 末次给药 30 min 后, 测定负重游泳时间、尿素氮、血乳酸、肌乳酸和肝糖原含量。**结果** 与对照组相比, 实验组小鼠的负重游泳时间和肝糖原含量明显增加($P<0.05$), 血清尿素氮、血乳酸和肌乳酸含量明显降低($P<0.05$), 且存在着一定的浓度依赖性。**结论** 此天然酵素运动饮料对小鼠增强运动耐力和消除疲劳具有一定的作用。**关键词:** 天然酵素; 血清尿素氮; 血乳酸; 肌乳酸; 肝糖原; 抗疲劳

Study on the anti-sport fatigue of natural enzymes sport drink

LV Ming-Ming*

(Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China)

ABSTRACT: **Objective** To investigate the anti-sport fatigue effect of natural enzymes sport drink on mice. **Methods** Healthy male mice were randomly divided into 4 groups: the low, medium and high dose groups and the control group. The intragastric doses were 10, 20, 60, and 0 mL/(kg·bw), respectively, which the control group was filled with the same volume of pure water. The mice were fed for 30 d, and 30 min after the last administration, the weight-bearing swimming time, serum urea nitrogen, blood lactic acid, sarcolactic acid and glycogen contents were measured. **Results** Compared with the control group, the times of weight-bearing swimming test and the contents of glycogen were significantly increased in the experimental groups ($P<0.05$), and the contents of serum urea nitrogen, blood lactic acid and sarcolactic acid were significantly decreased ($P<0.05$), showing a certain concentration dependence. **Conclusion** The natural enzymes sport drink has a certain effect on strengthening sports endurance and eliminating fatigue in mice.

KEY WORDS: natural enzymes; serum urea nitrogen; blood lactic acid; sarcolactic acid; glycogen; anti-fatigue

1 引 言

体力性疲劳又称运动性疲劳, 指由机体在从事体力劳动及体育运动时, 引起的“机体生理过程不能持续其功能在一特定水平上和(或)不能维持预定的运动强度”使身体体能活动效率降低的亚健康状态^[1]。为了保护机体的正常运转, 防止机体的损伤, 抗疲劳产品应运而生。种类繁多的运动饮料如黑米糠饮料、枸杞红枣复合运动饮料、枸杞龙

眼复合运动饮料、苦荞运动饮料和玉木耳运动饮料等受到越来越多的青睐, 有广阔的市场前景^[2-9]。天然酵素又称为“酶”, 它参与生物的基本生命活动, 是各种生物化学反应的催化剂^[10]。天然酵素含有多种酶类、矿物质、维生素以及微生物次生代谢产物, 人体食入后, 不仅可以提高人体免疫力和对食物的利用率, 还会生成许多益生物, 从而为机体提供营养物质和能量, 使机体呈现出新一轮的生命活力^[11,12]。但目前有关天然酵素运动饮料抗疲劳性的研究较

*通讯作者: 吕明明, 助教, 主要研究方向为体育教育。E-mail: 792364401@qq.com

*Corresponding author: LV Ming-Ming, Assistant, Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China. E-mail: 792364401@qq.com

少。本研究就天然酵素运动饮料对小鼠抗疲劳作用效果展开了研究,为开发具有抗疲劳功能的天然酵素饮料提供科学依据。

2 材料与方法

2.1 材料与试剂

2.1.1 实验材料

天然酵素运动饮料:市售某品牌饮料,其营养成分见表 1。

表 1 营养成分表
Table 1 Nutrition facts

项目	每 100 mL	营养素参考值/%
能量	240 kJ	1
蛋白质	0.1 g	0
脂肪	0.2 g	0
碳水化合物	14 g	3
钠	50 mg	2
钾	28 mg	1
泛酸	0.15 mg	3
烟酰胺	1.3 mg	10
牛磺酸	37 mg	20

SPF(specific pathogen-free)级 KM(Kunming 昆明)小鼠:购买于广东省农业科学院动物卫生研究所,健康雄性小鼠,体质量 18~21 g,生长环境温度 20~25 ℃,相对湿度 50%~70%。

2.1.2 试剂

血尿素氮试剂盒、血乳酸试剂盒、肌乳酸试剂盒、肌糖原试剂盒,购买于南京建成生物工程研究所。

2.1.3 仪器

游泳恒温箱(60 cm×50 cm×50 cm,自制);U-3900 日立紫外分光光度计(日立高新技术公司);SIGMA1-14 高速台式离心机(北京科普顺科技有限公司)。

2.2 方法

2.2.1 试验动物分组和剂量

试验动物随机分配成 4 组,分别为低剂量组、中剂量组、高剂量组和对照组,低、中、高剂量组分别按功能饮料人体摄入量的 5 倍、10 倍、30 倍,即 10、20、60 mL/(kg·bw)剂量灌胃,对照组按同体积纯净水灌胃。每组 20 只,组间的实验小鼠体质量经 *t* 检验无显著差异,共设计 5 批实验,5 批分别为小鼠负重游泳实验、血清尿素氮测定、血乳酸测定、肌乳酸测定和肌糖原测定。实验连续 30 d。

2.2.2 指标测定方法

(1) 负重游泳实验

连续给药 30 d,末次给药 30 min,将质量为小鼠自身

体质量 5%的铅皮负荷捆绑在尾部,并置于水深 30 cm、水温(30±0.5) ℃的游泳箱中,记录从游泳开始至死亡的时间(min),作为小鼠的游泳时间^[13]。

(2) 血清尿素氮测定

连续给药 30 d,末次给药 30 min,小鼠负重 2%体质量,置于水深 30 cm、水温(30±0.5) ℃的游泳箱中游泳。60 min 后,拨眼球采血 1 mL,血样置于 4 ℃条件下凝固后,所得血样在 8000 r/min 下离心 10 min,分离血清,采用血清尿素氮测定试剂盒进行测定^[13]。

(3) 血乳酸测定

连续给药 30 d,末次给药 30 min,小鼠负重 2%体质量,置于水深 30 cm、水温(30±0.5) ℃的游泳箱中游泳 30 min。静休 20 min 后取出,拨眼球采血 0.5 mL,血样置于 4 ℃条件下凝固后,在 5000 r/min 下离心 15 min,分离血清,用血乳酸测定试剂盒测定乳酸浓度^[13]。

(4) 肌乳酸测定

连续给药 30 d,末次给药 30 min,小鼠负重 2%体质量,置于水深 30 cm、水温(30±0.5) ℃的游泳箱中游泳 30 min。静休 20 min 后取出,颈椎脱臼法处死小鼠,精确称取小鼠后腿肌肉 0.1 g,按 1:9 (m:V)的比例加入生理盐水,冰水浴匀浆后,5000 r/min 离心 10 min,分离血清,按照试剂盒操作说明测定肌乳酸含量^[13]。

(5) 肝糖原测定

连续给药 30 d,末次给药 30 min,将小鼠置于水深 30 cm、水温(30±0.5) ℃的游泳箱中游泳 30 min 后,取出脱颈椎处死,将两后肢肌肉和肝脏,用生理盐水冲洗后,滤纸吸干,各取 1 g,按照肝糖原试剂盒操作说明测定肝糖原含量^[13]。

2.3 统计分析

数据用平均值±标准偏差($\bar{x} \pm s$)表示应用,SPSS 统计软件进行数据分析,方差分析采用变异系数分析(ANOVA)。

3 结果与分析

3.1 天然酵素运动饮料对小鼠体质量的影响

低、中、高剂量组和对照组的 4 组小鼠喂养前后的体重变化,见表 2。4 组小鼠体重均增加,但是喂服前后体重变化及各组之间的差异并无显著性($P>0.05$),说明该运动饮料对小鼠体重无影响。

3.2 天然酵素运动饮料对小鼠负重力竭游泳的影响

低、中、高剂量组和对照组的 4 组小鼠的负重游泳时间、血清尿素氮、血乳酸、肌乳酸及肝糖原含量的变化,见表 3。

表 2 实验前后各组小鼠体质量变化
Table 2 Changes in body weight of mice before and after the experiment

组别	剂量 /[mL/(kg·bw)]	初始 体质量/g	终末 体质量/g
空白对照组	0	18.6±0.8	22.3±0.8
低剂量实验组	10	18.9±0.7	22.7±0.9
中剂量实验组	20	18.8±0.9	22.6±1.1
高剂量实验组	60	18.3±0.9	22.4±0.8

喂服天然酵素运动饮料的小鼠负重游泳时间明显变长且与喂服剂量成正相关,低、中、高剂量实验组与对照组比较,均有显著差异($P<0.05$)。其中,中、高剂量实验组对照量实验组分别显著高出 3、4 倍($P<0.01$),此运动饮料能明显增强小鼠的生命力,提高耐力和运动能力,延迟疲劳出现的时间,与之前的文献结论相一致^[14]。

3.3 天然酵素运动饮料对小鼠血清尿素氮浓度的影响

由表 3 可知,喂服运动饮料的小鼠血清尿素氮显著降低且与喂服剂量成负相关,3 个不同剂量实验组与对照组比较,均有显著差异($P<0.05$),其中高剂量组与对照组相比含量显著降低 2 倍($P<0.01$)。血清尿素氮是评价机体的抗疲劳程度的一项指标。机体运动时,主要是通过糖类和脂肪的分解代谢得到充足的能量,但当运动时间过长,便开始消耗蛋白质和氨基酸供给能量,产生代谢产物血尿素氮,其含量随着运动时间的延长及负荷的增加而增加,即机体负荷适应能力越差,血清尿素氮含量增加就越明显^[1,3]。天然酵素运动饮料中含有大量糖类物质^[15],能为机体补充能量,降低体内蛋白质和氨基酸消耗,血清尿素氮含量也会减少,使机体的运动负荷的耐力和适应性便会增强,疲劳感降低。

3.4 天然酵素运动饮料对小鼠血乳酸和肌乳酸浓度的影响

由表 3 可知,喂服不同剂量组受试运动饮料的小鼠血

乳酸和肌乳酸均降低且与喂服剂量成负相关,中、高剂量组与对照组比较,均有显著差异($P<0.05$),尤其是高剂量组的肌乳酸与对照组相比含量显著降低了 2 倍多($P<0.01$)。血乳酸和肌乳酸也是评价机体在体力负荷时承受能力的指标。在运动负荷过程中,随着机体氧气需耗,机体细胞组织便处于高度缺氧状态,在无氧条件下糖酵解过程产生能量,生成乳酸,使其含量上升,产生疲劳^[16,17]。天然酵素运动饮料含有矿物质^[15],可形成金属离子还可以改善机体酸碱性,使其处于碱性环境下,同样对乳酸进行中和,减少乳酸,使机体疲劳感降低,提高身体活力。

3.5 天然酵素运动饮料对小鼠肝糖原含量的影响

由表 3 可知,喂服不同剂量组受试运动饮料的小鼠肝糖原含量均增高,中、高剂量组的肌乳酸与对照组相比,含量显著升高了 2 倍多($P<0.01$),且存在一定正相关性。糖原在机体运动过程中,不断消耗,提供能量,有助于提高耐力和运动能力,减少疲劳感觉^[18]。原因主要为,天然酵素运动饮料中含有大量糖类物质,可以补充机体在运动中糖原的消耗,保持机体内糖原较高的储备含量,使肝糖原氧化能力提升,从而达到延缓疲劳的作用^[13]。

4 结 论

喂服不同剂量天然酵素运动饮料,均可明显增强小鼠的生命力,提高小鼠的耐力和运动能力,延缓小鼠疲劳感。作用效果存在浓度依赖性,随着喂服剂量的加大而增强。低剂量组的负重游泳时间和血清尿素氮含量与对照组相比差异显著($P<0.05$);中、高剂量组的所有测定指标与对照组相比都存在显著差异($P<0.05$),尤其是小鼠的负重游泳时间和肝糖原含量与对照组存在极显著差异($P<0.01$),高剂量组对小鼠的血清尿素氮和肌乳酸含量的影响也极显著($P<0.01$);高剂量组受试饮料对机体抗疲劳作用效果最好。该饮料使机体在长时间高强度的运动训练中保持较高的肝糖原水平,降低运动中的乳酸积累,减轻运动机体疲劳感,为研制新型抗疲劳天然酵素饮料提供科学依据。

表 3 不同剂量受试饮料对小鼠负重游泳时间、血清尿素氮、血乳酸、肌乳酸及肝糖原水平的影响
Table 3 Effects of different doses of the test drinks on mice swimming time, the impact of blood urea nitrogen, serum lactic acid, muscle lactic acid and liver glycogen

组别	游泳时间/min	血清尿素氮 /(mmol/L)	全血乳酸含量 /(mmol/L)	肌乳酸含量 /(mmol/L)	肝糖原含量 /(mg/g)
空白对照组	7.6±0.5	13.06±0.07	8.06±1.22	0.96±0.08	1.86±0.13
低剂量实验组	15.2±1.1*	8.11±0.15*	5.47±1.09	0.57±0.03	2.41±0.98
中剂量实验组	22.6±3.3*■	6.44±0.86*	5.01±0.78*	0.46±0.05*	4.25±1.23*■
高剂量实验组	26.6±3.5*■	5.98±0.47*■	4.29±0.23*	0.40±0.01*■	4.86±1.43*■

注: *代表与空白对照组比较,差异显著($P<0.05$); ■代表与空白对照组比较,差异极显著($P<0.01$)。

参考文献

- [1] 张红, 李红毅, 陈斌. 运动型乳饮料的抗疲劳作用[J]. 解放军预防医学杂志, 2008, 26(6): 407-410.
- Zhang H, Li HY, Chen B. The antifatigue effect of a sport milk drink [J]. J Prev Med Chin PLA, 2008, 26(6): 407-410.
- [2] 许洪文, 齐海萍. 运动食品抗疲劳功能因子研究进展[J]. 福建体育科技, 2010, 29(6): 7-9.
- Xu HW, Qi HP. Research progress on anti-fatigue functional factors of sports food [J]. Fujian Sports Sci Technol, 2010, 29(6): 7-9.
- [3] 程兆宇, 房磊. 黑米糠抗疲劳运动饮料的研究[J]. 食品研究与开发, 2015, 36(22): 165-168.
- Cheng ZY, Fang L. Study on the antifatigue-sport drink of black rice bran [J]. Food Res Dev, 2015, 36(22): 165-168.
- [4] 张锋, 房磊. 枸杞红枣复合运动饮料研制及其抗疲劳功能研究[J]. 食品研究与开发, 2016, 37(21): 58-62.
- Zhang F, Fang L. Study of wolfberry jujube composite sports drinks and its anti-fatigue function [J]. Food Res Dev, 2016, 37(21): 58-62.
- [5] 宫亚东, 房磊. 枸杞龙眼复合运动饮料研制及其抗疲劳功能研究[J]. 食品研究与开发, 2016, (22): 74-78.
- Gong YD, Fang L. Research of wolfberry longan composite sports drinks and its anti-fatigue function [J]. Food Res Dev, 2016, (22): 74-78.
- [6] 马月群, 李洪. 白灵菇运动饮料研制及其抗运动性疲劳功能研究[J]. 食品研究与开发, 2017, (3): 109-113.
- Ma YQ, Li H. Research of pleurotus nebrodensis sport drinks and anti-fatigue sport function [J]. Food Res Dev, 2017, (3): 109-113.
- [7] 张书奇. 苦荞运动饮料研制及抗疲劳活性研究[J]. 粮食与油脂, 2018, (10): 74-77.
- Zhang SQ. Research on production and anti-fatigue activity of tartary buckwheat sports beverage [J]. J Cere Oils, 2018, (10): 74-77.
- [8] 刘岩. 玉米耳运动饮料研制及抗运动疲劳功能研究[J]. 食品研究与开发, 2017, (21): 106-110.
- Liu Y. Research on jade fungus sport beverage and its anti-exercise fatigue function [J]. Food Res Dev, 2017, (21): 106-110.
- [9] 李明星. 苹果醋生产工艺优化及其抗运动疲劳功能研究[J]. 粮食与油脂, 2018, (3): 59-64.
- Li MX. Study on process optimization and anti-fatigue function of apple cider vinegar [J]. J Cere Oils, 2018, (3): 59-64.
- [10] 刘敏, 熊燕, 付忠旭, 等. 不同配方发酵的酵素产品中活性物质的对比研究[J]. 食品与发酵科技, 2015, 51(5): 27-31.
- Liu M, Xiong Y, Fu ZX, et al. Comparative study of active substances in different formulations of enzyme products [J]. Food Ferment Sci Technol, 2015, 51(5): 27-31.
- [11] 王子丹. 微生物酵素的研究进展[J]. 农业科技与装备, 2015, 12(8): 67-68.
- Wang ZD. Progress of microbe ferment research [J]. Agric Sci Technol Equip, 2015, 12(8): 67-68.
- [12] Rizo J, Guillén D, Farrés A, et al. Omics in traditional vegetable fermented foods and beverages [J]. Crit Rev Food Sci, 2018, (49): 199-206.
- [13] 刘媛, 戚露月, 顾伟光, 等. 麦苗运动饮料抗疲劳功能研究[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(19): 216-219.
- Liu Y, Qi LY, Gu WG, et al. Study on the anti-fatigue function of wheat seedling sports drink [J]. Jiangsu Agric Sci, 2018, 46(19): 216-219.
- [14] George M, Mussone PG, Bressler DC. Surface and thermal characterization of natural fibres treated with enzymes [J]. Ind Crops Prod, 2014, (53): 365-373.
- [15] 朱继元. 天然酵素在运动食品中的应用及市场前景分析[J]. 食品研究与开发, 2016, 37(18): 209-212.
- Zhu JY. The sports food application and market prospects analysis of natural enzymes [J]. Food Res Dev, 2016, 37(18): 209-212.
- [16] Baldwin KM, Fitts RH, Booth FW, et al. Depletion of muscle and liver glycogen during exercise [J]. Pflug Arch Eur J Phy, 1975, 354 (3): 203-212.
- [17] Gonzalez JT, James CJ, Betts A, et al. Liver glycogen metabolism during and after prolonged endurance-type exercise [J]. Am J Physiol-Endoc M, 2016, 311(3): 543-553.
- [18] 胡春, 谭晓东. 某保健品抗疲劳作用的实验研究[J]. 武汉科技大学学报, 2006, 29(2): 198-200.
- Hu C, Tan XD. Experimental study on the antifatigue effect of a health product [J]. J Wuhan Univ Sci Technol, 2006, 29(2): 198-200.

(责任编辑: 苏笑芳)

作者简介

吕明明, 助教, 主要研究方向为体育教育。

E-mail: 792364401@qq.com