

文章编号:1001-6880(2014)1-0027-06

锁阳对运动训练大鼠睾酮含量、物质代谢及抗运动疲劳能力的影响

郭伟¹,曹建民²,周海涛^{3*}¹营口职业技术学院,营口 115000; ²北京体育大学,北京 100084; ³北京联合大学生物化学工程学院,北京 100023

摘要:本文以大强度耐力训练大鼠为模型,对锁阳对运动训练大鼠睾酮含量、物质代谢及抗运动疲劳能力的影响进行了研究。试验中分别以0.75、1.5、4.5 g/(kg·d)的剂量给大鼠灌胃49 d,并进行负重游泳实验、血睾酮等生化指标测定。结果显示,锁阳各剂量组力竭游泳时间长于运动对照组(T组)(P<0.01);血清睾酮高于T组(P<0.01),血清皮质酮低于T组(P<0.05);各组间血清睾酮与皮质酮比值变化与睾酮变化较为一致;肝糖原(P<0.05)、肌糖原(P<0.01)高于T组;血尿素氮低于T组(P<0.05);血红蛋白高于T组(P<0.05)。从而表明补充锁阳可以减轻大鼠血睾酮、皮质酮受高强度运动量的影响,维持在正常生理水平;促进蛋白质合成,抑制氨基酸和蛋白质分解,提高血红蛋白含量和糖原的储备,增强抗疲劳能力,具有多靶点、多途径的显著特点。

关键词:锁阳;睾酮;抗疲劳;促黄体生成素;促卵泡刺激素

中图分类号:R285.5

文献标识码:A

Effect of *Cynomorium songaricum* Rupr on Testosterone Content, Substance Metabolism and Anti-fatigue Capacity of Rats After Exercise Training

GUO Wei¹, CAO Jian-min², ZHOU Hai-tao^{3*}

¹Yingkou Vocational and Technical College, Yingkou 115000, China; ²Beijing Sport University, Beijing 100084, China; ³Biochemical Engineering College of Beijing Union University, Beijing 100023, China

Abstract: The objective of this study was to investigate the effect of *Cynomorium songaricum* Rupr on the testosterone content, substance metabolism and anti-fatigue capacity in rats model. The rats were gavage with 0.75, 1.5, 4.5 g/(kg·d) doses of *C. songaricum*. Weight-bearing swimming test was then carried out which was followed by the determination of serum testosterone and other biochemical indicators in 49 days. The results showed that exhaustive swimming time of *C. songaricum* group was longer than that of motion control group (T group) (P<0.01). The content of serum testosterone of *C. songaricum* group was higher than that of T group (P<0.01), but serum corticosterone was lower than that of the T group (P<0.05). The changes of content of serum testosterone were consistent with the changes of ratio of serum testosterone and corticosterone among different groups. The liver glycogen (P<0.05), muscle glycogen (P<0.01) and hemoglobin (P<0.05) in *C. Songarium* group were higher than these in T group, but the serum urea nitrogen were lower than the T group (P<0.05). The experimental results showed that the variances of testosterone and corticosterone content in serum caused by high-intensity exercise can be alleviated by *C. songaricum* supplement to maintain the serum at normal physiological level. At the same time, *C. songaricum* can promote protein synthesis, inhibit the decomposition of amino acids and proteins, increase the hemoglobin content and glycogen reserves. Hence, it showed the potential of anti-fatigue capability with multi-target, multi-channel features.

Key words: *Cynomorium songaricum* Rupr; testosterone; anti-fatigue; luteinizing hormone; follicle-stimulating hormone

锁阳(*Cynomorium songaricum* Rupr, CSR),又名不老药、锈铁棒、地毛球,羊不锁拉。为锁阳科(*Cynomoriaceae*)锁阳属的单科单属单种植物。始载

于《本草衍义补遗》。其性甘、温,具补肾、助阳、益精、润肠、健胃、消食、补血及养身之功效,是兴阳益精、抗衰老的重要药物。研究表明锁阳富含多种氨基酸及微量元素,已检测并确定的氨基酸有17种之多,其中苯丙氨酸、赖氨酸、蛋氨酸、异亮氨酸、缬氨

酸 5 种为人体必需氨基酸；微量元素达 24 种，其中如 Fe、Cu、Zn、Mn、Ni、Co、Mo 等 7 种均为 WHO 公布的人体必需微量元素。锁阳还含有如三萜类、甾体类、鞣质类、多糖类、有机酸以及多种挥发性物质，是中药和蒙药中的常用药物。现代医学研究证明，其具有多种药理活性，可增强机体免疫功能、改善机体内分泌功能，提高清除自由基、抗缺氧、抗应激能力^[1]。已有研究表明，长时间大运动量训练造成的运动性低血睾酮症是机体运动能力下降和恢复过程延长的主要原因^[2]。本文以大强度耐力训练大鼠为模型，研究锁阳对运动训练大鼠睾酮含量、物质代谢与抗运动疲劳能力的影响，旨在为其临床应用提供理论依据。

1 材料与仪器

1.1 试验动物

清洁级雄性 Wistar 大鼠 55 只，42 d 龄，平均体重 (195.1 ± 15.1) g，北京大学医学部实验动物科学部提供，合格证编号 SCXK(京)2006-0008。在整个实验过程中，实验室内温度保持在 (22 ± 2) °C，相对湿度 55% ~ 75%，光照时间随自然变化。所有实验大鼠均以基础饲料（北京大学医学部实验动物科学部提供）和蒸馏水常规饲养，自由饮食。实验时间为 56 d，正式训练时间为 49 d。

1.2 试验用药

锁阳 (*Cynomorium songaricum* Rupr.)，产自甘肃，北京同仁堂购得，批号：120814351，并经天津中瑞药业有限公司高占友高级工程师鉴定。称取锁阳粉粒 50 g 加蒸馏水 250 mL，浸泡 4 h，武火煮沸后文火煮 25 min 后过滤。药渣加蒸馏水 250 mL 武火煮沸后文火煮 15 min，过滤。合并 2 次滤液，浓缩至生药浓度 1 g(生药)/mL，4 °C 存放备用。

1.3 主要仪器

ALCYON300 全自动生化分析仪，美国雅培；LG 10-3A 高速冷冻离心机，北京医用离心机厂；DY 89-II 型电动玻璃匀浆机，宁波新芝生物科技股份有限公司；SHH.W21.Cr600 型三用电热恒温水箱，北京市东霞科学仪器厂；UV7502pc 型紫外可见分光光度计，上海欣茂仪器有限公司。

2 试验方法

2.1 动物分组

实验大鼠适应性饲养 4 d 后，以 20 min/d 的运

动量对其进行为期 3 d 的筛选，淘汰个别不适应游泳训练者，将剩余大鼠以数字随机分组法分为 5 组：静止对照组（C 组）、运动对照组（T 组）、运动 + 低剂量锁阳组（TML 组）、运动 + 中剂量锁阳组（TMM 组）、运动 + 高剂量锁阳组（TMH 组），每组 10 只。各组每天自由摄食饮水，采用专业灌胃器，每天灌胃 (ig) 一次。低、中、高剂量组 ig 剂量分别为 0.75、1.5、4.5 g/(kg·d)，相当于成人推荐剂量的 5 倍、10 倍、30 倍。TM 各组 ig 体积为 5 mL/kg，对照组 ig 等量生理盐水。

2.2 训练及测试方案

C 组不进行任何训练。其他组进行负重游泳训练，均采用 100 cm × 50 cm × 60 cm 的玻璃泳槽作为大鼠游泳训练装置，水深 50 cm。水温 (31 ± 2) °C，为防止大鼠在水面漂浮不动，特在游泳箱底部放置佳宝“AP1500”型水泵形成流动水。训练 42 d，第 1 周不负重，第 2 周负 2% 体重，第 3 周负 4% 体重，第 4 ~ 7 周负 5% 体重，每次游泳训练至力竭^[3]。大鼠开始游泳至力竭所用时间为大鼠力竭运动能力^[3]。力竭标准以大鼠下沉后 10 s 不露出水面为度。处死前的最后 1 次为无负重力竭游泳训练，记录力竭时的游泳时间。

2.3 指标测定

各组在末次训练 24 h 后称重，乙醚适度麻醉，从颈总动脉处取 20 μL 全血测定血红蛋白含量，取 0.5 mL 全血测定尿素氮含量，取 2 ~ 3 mL 全血测定血清睾酮和血清皮质醇含量^[4]。加入柠檬酸钠溶液抗凝，37 °C 水浴中 30 min 后，4 °C 3000 rpm 离心 10 min，分离制备血清，并迅速取肝脏、双侧睾丸和深层股四头肌，剔除筋膜，置于预冷的生理盐水中洗净血污，滤纸吸干后置于 -20 °C 冰箱保存备用。组织匀浆制备：精确称取 100 mg 肝脏组织、500 mg 肌肉组织，按 W(g) 组织块重量/V(mL) 匀浆介质为 1/9 的比例加取预冷的匀浆介质 (0.9% 的 NaCl 溶液) 于烧杯中，迅速剪碎组织块（以上全部操作在冰水浴中进行）。匀浆经 3000 rpm 低温离心 15 min，分离提取上清液，在 4 °C 冰箱冷藏即用或 -20 °C 冰箱冰冻备用。血清睾酮、血清皮质酮、促黄体生成素和促卵泡刺激素采用放射免疫分析法测定。试剂盒由天津九鼎医学生物工程有限公司提供，批号 20120903。肝糖原、肌糖原采用南京建成生物工程研究所的试剂盒所提供的方法测定，试剂盒编号：20120904。血尿素氮采用 UV-GLDH 法测定。血红

蛋白采用高铁氰化钾氧法测定,蛋白质定量采用双缩脲法^[5]。

2.4 数据统计

采用SPSS12.0软件对所有数据进行统计学处理,数据用平均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用t检验,多组间比较采用方差分析,以 $\alpha=0.05$ 与

0.01为标准, $P<0.05$ 表示有差异, $P<0.01$ 表示有显著性差异。

3 试验结果

3.1 锁阳对大鼠体重及运动能力的影响

表1 锁阳对大鼠体重及运动能力的影响($n=10, \bar{x} \pm s$)

Table 1 Effect of *C. songarum* extracts on weight and swimming ability of rats ($n=10, \bar{x} \pm s$)

组别 Group	剂量 Dose (mg/kg)	训练前体重 Weight before training/g	训练后体重 Weight after training /g	运动疲劳时间 Time of exhaustive swimming/min
C group	-	194.85 ± 14.58	411.23 ± 17.54	84.15 ± 13.14
T group	-	194.54 ± 15.16	330.68 ± 17.97 ²⁾	73.78 ± 13.32
TML group	0.75	194.69 ± 15.09	373.16 ± 17.54 ^{1,3)}	100.12 ± 13.39 ^{2,4)}
TMM group	1.5	195.09 ± 14.74	381.43 ± 17.39 ^{1,3)}	104.15 ± 13.13 ^{2,4)}
TMH group	4.5	195.24 ± 14.99	392.19 ± 16.95 ^{1,3)}	107.19 ± 13.18 ^{2,4)}

注:与C组比较,¹⁾表示 $P<0.05$,²⁾表示 $P<0.01$;与T组比较,³⁾表示 $P<0.05$,⁴⁾表示 $P<0.01$ 。

Note: Compared with C group,¹⁾ represent $P<0.05$,²⁾ represent $P<0.01$; compared with T group,³⁾ and ⁴⁾ represent $P<0.05$ and $P<0.01$, respectively.

由表1可知, TM各组体重大于T组($P < 0.05$)、小于C组($P < 0.05$); TM各组力竭游泳时间明显长于C、T组,具有极显著性差异($P < 0.01$),且

随剂量增大而延长。

3.2 运动及锁阳对大鼠血清睾酮、皮质酮水平的影响

表2 运动及锁阳对大鼠血清睾酮、皮质酮水平的影响($n=10, \bar{x} \pm s$)

Table 2 Serum testosterone(T) and corticosterone(C) levels in various groups of rats ($n=10, \bar{x} \pm s$)

组别 Group	剂量 Dose (mg/kg)	T(nM)	C(nM)	T/C比值 ($\times 10^{-2}$)T/C ratio
C group	-	5.25 ± 1.21	101.54 ± 15.68	6.12 ± 1.39
T group	-	3.61 ± 1.20 ²⁾	106.47 ± 15.91 ¹⁾	3.64 ± 1.67 ²⁾
TML group	0.75	4.54 ± 1.08 ^{1,4)}	103.54 ± 15.35 ³⁾	4.64 ± 1.73 ^{1,4)}
TMM group	1.5	4.75 ± 1.21 ^{1,4)}	102.65 ± 15.08 ³⁾	4.91 ± 1.90 ^{1,4)}
TMH group	4.5	4.98 ± 1.06 ^{1,4)}	101.75 ± 15.17 ³⁾	5.17 ± 1.81 ^{1,4)}

注:与C组比较,¹⁾表示 $P<0.05$,²⁾表示 $P<0.01$;与T组比较,³⁾表示 $P<0.05$,⁴⁾表示 $P<0.01$ 。

Note: Compared with C group,¹⁾ represent $P<0.05$,²⁾ represent $P<0.01$; compared with T group,³⁾ and ⁴⁾ represent $P<0.05$ and $P<0.01$, respectively.

由表2可知: 血清睾酮水平,T组($P < 0.01$), TM各组($P < 0.05$)低于C组; TM各组高于T组($P < 0.01$); TM各组间无显著差异。血清皮质酮水平, TM各组($P < 0.05$)低于T组, TM各组间及与C组间比较无显著差异。各组间血清睾酮与皮质酮比值变化与睾酮变化较为一致。

3.3 运动及锁阳对大鼠肝、肌糖原储量的影响

由表3可知: 肝、肌糖原水平,T组($P < 0.01$), TM各组($P < 0.05$)低于C组; TM各组高于T组($P < 0.05$), TM各组间无显著差异。

3.4 运动及锁阳对大鼠血清LH和FSH水平的影响

表3 运动及锁阳对大鼠肝、肌糖原水平的影响($n=10, \bar{x} \pm s$)

Table 3 Content of muscle and liver glycogen levels in various groups of rats ($n=10, \bar{x} \pm s$)

组别 Group	剂量 Dose (mg/kg)	Liver glycogen (mg/g tissue)	Muscle glycogen (mg/g tissue)
C group	-	11.56 ± 1.38	3.15 ± 0.45
T group	-	8.51 ± 1.14 ²⁾	2.49 ± 0.62 ²⁾
TML group	0.75	10.15 ± 1.17 ^{1,3)}	3.77 ± 0.43 ^{1,3)}
TMM group	1.5	10.37 ± 1.16 ^{1,3)}	3.96 ± 0.52 ^{1,3)}
TMH group	4.5	11.07 ± 1.22 ^{1,3)}	4.15 ± 0.51 ^{1,3)}

注:与C组比较,¹⁾表示 $P<0.05$,²⁾表示 $P<0.01$;与T组比较,³⁾表示 $P<0.05$,⁴⁾表示 $P<0.01$ 。

Note: Compared with C group,¹⁾ represent $P<0.05$,²⁾ represent $P<0.01$; compared with T group,³⁾ and ⁴⁾ represent $P<0.05$ and $P<0.01$, respectively.

表 4 运动及锁阳对大鼠血清 LH 和 FSH 水平的影响 ($n = 10, \bar{x} \pm s$)

Table 4 Luteinizing hormone and follicle-stimulating hormone levels in various groups of rats ($n = 10, \bar{x} \pm s$)

组别 Group	剂量 Dose (mg/kg)	血清 LH (IU/L)	血清 FSH (IU/L)
C group	-	1.10 ± 0.57	7.26 ± 0.81
T group	-	0.86 ± 0.58	6.69 ± 1.37
TML group	0.75	1.11 ± 0.50	7.14 ± 1.14
TMM group	1.5	1.14 ± 0.63	7.24 ± 1.44
TMH group	4.5	1.17 ± 0.71	7.31 ± 1.20

由表 4 可知:各组间 LH, FSH 水平较为接近,无显著差异。

3.5 运动及锁阳对大鼠血尿素氮和血红蛋白水平的影响

表 5 运动及锁阳对大鼠血尿素氮和血红蛋白水平的影响 ($n = 10, \bar{x} \pm s$)

Table 5 Blood urea nitrogen and hemoglobin levels in various groups of rats ($n = 10, \bar{x} \pm s$)

组别 Group	剂量 Dose (mg/kg)	BUN (mmol/L)	Hb (g · dL ⁻¹)
C group	-	5.74 ± 0.65	13.49 ± 0.47
T group	-	10.12 ± 0.59 ²⁾	8.47 ± 0.55 ²⁾
TML group	0.75	7.15 ± 0.47 ^{1,3)}	11.86 ± 0.57 ^{1,3)}
TMM group	1.5	6.63 ± 0.42 ^{1,3)}	12.46 ± 0.63 ^{1,3)}
TMH group	4.5	6.07 ± 0.88 ^{1,3)}	13.05 ± 0.61 ^{1,3)}

注:与 C 组比较,¹⁾表示 $P < 0.05$,²⁾表示 $P < 0.01$;与 T 组比较,³⁾表示 $P < 0.05$,⁴⁾表示 $P < 0.01$ 。

Note: Compared with C group,¹⁾ represent $P < 0.05$,²⁾ represent $P < 0.01$; compared with T group,³⁾ and ⁴⁾ represent $P < 0.05$ and $P < 0.01$, respectively.

由表 5 可知:血尿素氮水平,T 组($P < 0.01$),TM 各组($P < 0.05$)高于 C 组;TM 各组低于 T 组($P < 0.05$),且组间无显著差异。血红蛋白水平,T 组($P < 0.01$),TM 各组($P < 0.05$)低于 C 组;TM 各组高于 T 组($P < 0.05$),且组间无显著差异。

4 讨论与分析

4.1 运动及锁阳对大鼠体重、力竭游泳的影响

体重是反映机体骨骼、肌肉的发育程度以及肥胖程度的标志。在运动训练过程中,通过体重的变化可以了解训练的安排是否妥当、训练对机体的影响程度和机体对训练的适应状况^[5]。运动性力竭是疲劳的一种特殊形式,是运动性疲劳发展的最后

阶段。力竭时间是机体的抗应激能力、抗疲劳能力等多种作用的综合体现,是衡量机体运动能力的重要直接指标^[6]。大鼠力竭性游泳时间是评定机体运动能力、抗疲劳能力及恢复能力的重要指标之一。实验结果表明机体的自身调节作用,已不能完全阻止力竭运动对生长发育所产生的影响,长时间力竭运动明显抑制了大鼠的正常生长。补充锁阳对长时间力竭运动造成的机体损伤有一定的作用,能够在一定程度上改善大强度训练造成的生长发育缓慢的现象、提高大鼠抗疲劳能力,进而延长大鼠运动时间,且呈剂量依赖性,但对机体损伤的作用没有随剂量的增加而呈现显著的递增状态。这可能与锁阳中含有 15 种氨基酸和糖苷有关,此类物质可以为大鼠提供一定的能源供应^[7]。

4.2 运动及锁阳对大鼠血清睾酮、皮质酮水平的影响

睾酮作为人体内一个重要的促合成激素,可以刺激组织摄取氨基酸,促进肌纤维和骨骼的生长,增加肾脏促红细胞生成素生成及肌糖原储备,增强免疫功能^[8]。其在雄性激素中活性最高,在运动训练中对运动成绩的影响有着重要的意义。而皮质酮作为促分解激素,具有减少蛋白质合成、降低运动能力的作用。所以通常把睾酮与皮质酮比值(T/P)作为衡量合成代谢分解代谢平稳指标,反映运动能力以及疲劳积累程度。实验结果表明长时间力竭运动使得运动组大鼠促黄体生成素、卵泡刺激素水平小幅度降低(无统计意义),睾酮水平显著降低($P < 0.01$),皮质酮水平显著上升($P < 0.05$),睾酮/皮质酮比值显著降低,长时间力竭运动显著抑制了大鼠性腺睾酮合成和分泌的能力,从而使力竭运动组大鼠的分解和合成代谢紊乱,合成能力显著降低,导致运动组大鼠运动能力降低。而各治疗组运动大鼠睾酮水平非常显著提高、并且显著降低了皮质酮水平,使得进行力竭运动大鼠的能量代谢紊乱得到纠正,促进了运动大鼠的各种营养物质的快速恢复,有利于维持其运动能力,提高了大鼠抗疲劳能力。其机制可能为:一、锁阳中所含黄酮类、三萜类、多糖具有较高的抗氧化活性,可通过激活抗氧化酶(SOD)的活性,抑制体内生成过量自由基,降低脂质过氧化物(LPO)的浓度^[1,8],减轻机体细胞损伤,同时锁阳中所含维生素 E 具有抗体脂质过氧化,清除自由基,保护腺体结构的功效,从而使睾丸能够正常分泌睾酮^[9];二、锁阳中所含乙酸、硬脂酸、油酸、亚油酸

及其他酸性物质比油脂更容易失 H⁺,从而延缓脂质的氧化,终止了油脂氧化链式反应的传播,起到抗氧化剂的作用,进而减轻机体细胞损伤,保证睾丸能够正常分泌睾酮^[9];三、锁阳中锁阳多糖对丘脑-垂体-性腺系统正向调节作用,促进雄性激素分泌,而皮质酮水平变化则与运动应激密切相关^[1]。

另外,实验中 TM 各组 LH、FSH 水平较 T 组有小幅度提高,较 C 组有所降低,但幅度较小,并无统计意义。提示锁阳对雄性大鼠下丘脑、垂体、性腺的作用是多方面的,但具体作用于何处?需进一步研究证实。

4.3 运动及锁阳对大鼠肝、肌糖原储量的影响

糖是机体最重要的能源物质。其中肌糖原是骨骼肌中可以随时动用的贮备能源,其贮备量与运动的耐力呈正相关。肝糖原的主要作用是维持血糖的相对稳定。运动初期肌群主要利用肌糖原供能。随着运动时间的延长,血糖水平开始下降,为了补偿血糖的消耗并维持较高水平,肝糖原分解和糖异生作用增强,一旦肝糖原耗竭,会使运动肌供能不足,导致外周疲劳。同时中枢神经系统因血糖浓度下降也产生中枢疲劳^[10]。所以增加肝、肌糖原储备,减少糖损耗,是保持血糖浓度稳定和延缓疲劳发生的重要措施。实验结果表明长时间力竭运动导致大鼠肝糖原、肌糖原储量下降,补充锁阳可以促进机体的糖代谢,提高糖原储备,使肝糖原及时分解维持补充血糖浓度,从而保证了中枢神经系统、运动肌及红细胞等组织的能量供给,提高抗疲劳能力,且呈剂量依赖性。其机制可能为:一是补充锁阳可以减轻长时间力竭运动对血睾酮和皮质酮的影响,并维持在正常生理水平促进糖原合成和糖异生作用的加强。二是锁阳所含有的多糖成分作为外源性糖分,可以补充或延缓长时间力竭运动对内源性糖的消耗,从而维持或提高机体内糖原储备的提高量,促进肝糖元的合成、保护。

4.4 运动及锁阳对大鼠血尿素氮和血红蛋白水平的影响

血尿素氮(BUN)是蛋白质的代谢产物,与机体机能、疲劳程度以及负荷量的大小呈密切正相关,可用来作为评定运动量的指标^[11]。在正常生理条件下,蛋白质和氨基酸等含氮物质在分解代谢中先进行脱氨基反应,氨在肝脏转变为尿素,BUN 经血液循环从肾脏排出体外使 BUN 维持在正常生理水平。长时间较大强度运动时,BUN 的变化范围明显,

BUN 与机体机能、疲劳程度以及负荷量的大小呈密切正相关,可用来作为评定运动量的指标^[12]。实验结果表明长时间力竭运动使机体大量蛋白质参与供能,其分解代谢程度增加,导致大鼠运动性疲劳提早发生,BUN 上升。补充锁阳可以延缓血尿素氮疲劳阈值的出现,提高代谢系统的能量供应和利用能力,提高机体的运动水平提高,从而达到延缓疲劳的目的。其机制可能为:一、锁阳中所含大量氨基酸、多糖提供了蛋白质合成糖异生的原料,增加了体内糖原含量,增大糖的供能比例,减轻运动过程中机体对蛋白质的利用程度,减少 BUN 的产生;二、补充锁阳,可以促进睾酮分泌,睾酮可促进脂肪分解,增强脂肪酸在肝内的氧化过程,有利于糖异生作用,增大糖的供能比例,减轻运动过程中机体对蛋白质的利用程度,减少 BUN 的产生。

血红蛋白(Hb)俗称血色素,是红细胞中的一种含铁蛋白质,是机体中运输 O₂ 和 CO₂ 的载体,可通过结合不同物质可形成缓冲对,对酸碱均有缓冲作用,参与体内酸碱平衡代谢,是评定身体机能状况的一个重要指标。实验结果表明长时间力竭运动导致大鼠 Hb 下降,补充锁阳能够增高大鼠 Hb 含量,增加血液中的血含氧量,从而提高抗疲劳能力。其机制可能为:一、锁阳中含有大量而丰富的营养素,如黄酮、多糖、氨基酸,这些物质对抗氧化、补充机体所需及防止细胞膜的脂质过氧化有一定的作用,能有效地清除运动产生的过量自由基,避免了过剩自由基对红细胞膜的损伤,维持红细胞膜正常结构,使大鼠机体内 Hb 氧化分解损失减少^[1,11];二、补充锁阳,促进睾酮分泌,进而促进肾脏 EPO 的合成,促进骨髓造血,促进血红素酶系的活性,进而提高红细胞和 Hb 含量;三、锁阳可经补肾而促进肾皮质分泌促红细胞生成素(EPO)、肾上腺皮质分泌糖皮质激素,此二者兴奋骨髓造血功能,刺激骨髓血细胞的成熟,使大鼠粘系祖细胞(CFU-D)的产出率明显增加,从而可维持应激状态下红白细胞系的平衡与稳定^[12]。

5 结论

锁阳可以减轻大鼠血睾酮、皮质酮受高强度运动量的影响,维持在正常生理水平;促进蛋白质合成,抑制氨基酸和蛋白质分解,提高血红蛋白含量和糖原的储备,增强抗疲劳能力,具有多靶点、多途径的显著特点。

参考文献

- 1 Qi YH(齐艳华), Su GE(苏格尔). Cynomorium research progress. *Chin Tradit Herbal Drugs(中草药)*, 2000, 31: 146-148.
- 2 Urhausen A, Kullmer T, Kindermann W. A 7-week follow-up study of the behaviour of testosterone and cortisol during the competition period in rowers. *Eur J Appl Physiol*, 1987, 56: 528-533.
- 3 Voces J, Alvarez AI, Vila L, et al. Effects of administration of the standardized *Panax ginseng* extract G115 on hepatic antioxidant function after exhaustive exercise. *Comp Biochem Physiol C Pharm Toxicol Endocrinol*, 1999, 123: 175-184.
- 4 Zhang QJ(张全江), Li QX(李秋霞), Xiong ZY(熊正英), et al. Effects of exhaustive exercise on biochemical indexes of endurance-trained mice. *Chin J Appl Physiol(中国应用生理学杂志)*, 2003, 19: 363-366.
- 5 Lai XH(赖学鸿). The experimental research on the burdock influence on the sporting ability of mice. *J Chongqing Med Univ(重庆医科大学学报)*, 2010, 35: 375-377.
- 6 Zhang P(张平), Li MX(李明学), Li L(李岚). Influence of zinc on free radical mechanism of liver and brain in rat during exhaustive exercise. *Chin Sport Sci(体育科学)*, 2005, 25(5): 63-64.
- 7 Wang ZB(王宗兵), Li J(李洁). The effect of Cynomorium endurance and biochemical indexes of male rat. *J Northwest Norm Univ, Nat Sci(西北师范大学学报, 自科版)*, 2011, 47: 112-114.
- 8 Flaws JA, Hirshfield AN, Hewitt JA, et al. Effect of bcl-2 on the primordial follicle endowment in the mouse ovary. *Biol Reprod*, 2001, 64: 1153-1159.
- 9 Luo JD(罗军德), Zhang RX(张汝学), Jia ZP(贾正平). Cynomorium pharmacological effects and mechanism of anti-stress progress. *Chin Med Mat(中药材)*, 2006, 29: 743-747.
- 10 Li YC(李永超). Study on anti-fatigue mechanism of effective parts of *Cistanche deserticola*. Beijing: China Union Medical University(中国协和医科大学), MSc, 2007.
- 11 Zhong HY(钟厚永). The experimental study on time-controlled supplements of different Chinese traditional medicine acting on mice's anti-fatigue competence and organism. Guilin: Guangxi Normal University(广西师范大学), MSc, 2006.
- 12 Nishida S, Kikuichi S, Yoshioka S, et al. Induction of apoptosis in HL-60 cells treated with medicinal herbs. *Am. J Chin Med*, 2003, 31: 551-562.

(上接第 63 页)

- 4 Jiang JS(姜建双). Studies on the chemical constituents and bioactivities of *Carthamus tinctorius*L. . Beijing: Peking Union Medical College(北京协和医学院), PhD. 2005.
- 5 Luo L(罗镭), Zhang L(张琳), Tian JK(田景奎), et al. Chemical constituents from leaves of *Lindera aggregata*. *Chin Tradit Herb Drugs(中草药)*, 2009, 40: 856-858.
- 6 Kazuma K, Takahashi T, Sato K, et al. Quinocarpanes and flavonoids from fresh florets in different cultivars of *Carthamus tinctorius* L. . *Biosci Biotechnol Biochem*, 2000, 64: 1588-1599.
- 7 Hattori M, Huang XL, Che QM, et al. 6-Hydroxykaempferol and its glycosides from *Carthamus tinctorius* petals. *Phytochemistry*, 1992, 31: 4001-4004.
- 8 Chen L(陈龙), Du LJ(杜力军), Ding Y(丁怡), et al. Studies on chemical constituents from flowers of *Apocynum venetum*. *Chin J Chin Mater Med(中国中药杂志)*, 2005, 30: 1340-1342.
- 9 Zheng JX(郑俊霞), Wang NL(王乃利), Chen HF(陈海峰), et al. Isolation and identification of phenolic constituents from *Selaginella uncinata* (Desv.) Spring. *Chin J Med Chem(中国药物化学杂志)*, 2007, 17: 302-305.
- 10 Chen L(陈立), Zhou YL(周义龙), Xing RY(邢瑞云), et al. Chemical constituents from metabolites of *Deinococcus radiodurans*. *Nat Prod Res Dev(天然产物研究与开发)*, 2010, 22: 1001-1002.
- 11 Zhang X, Geoffroy P, Miesch M, et al. Gram-scale chromatographic purification of β -sitosterol: synthesis and characterization of β -sitosterol oxides. *Steroids*, 2005, 70: 886-895.