

玛咖提取物对大鼠运动耐力和血液激素水平的影响

俞发荣, 陈望军, 谢明仁*, 连秀珍, 李登楼, 郭蕴萱, 杨博

(甘肃省证据科学技术研究与应用重点实验室 甘肃政法学院, 兰州 730070)

【摘要】 目的 探讨玛咖提取物对运动耐力和血激素水平的影响。方法 采用循环水流自由游泳, 给予Wistar大鼠2.0、4.0和8.0 g/(kg·bw)玛咖提取物, 连续给药15 d。第16天, 采用酶联免疫吸附法(ELISA)检测血去甲肾上腺素(NA)、雌二醇(E₂)、睾酮(T)水平。结果 给予玛咖提取物2.0、4.0和8.0 g/(kg·bw)15 d, 下沉前游泳时间和游泳总时间比单纯游泳组分别延长了32.51%、60.04%、106.52%和16.99%、56.50%、101.73% ($P < 0.01$), 下沉次数比单纯游泳组分别减少了18.89%、35.89%、58.06% ($P < 0.01$)。大鼠血NA水平比对照组分别增加了3.30%、6.60%、16.50%, 比单纯游泳组分别增加了42.49%、47.05%、60.70%; 血E₂水平比对照组增加了132.83%、102.72%、62.26% ($P < 0.01$), 比单纯游泳组降低了23.88%、33.72%、46.95%; 血T水平比对照组分别增加了5.11%、37.65%、123.16%, 比单纯游泳组分别增加了28.98%、68.92%、173.85% ($P < 0.01$)。结论 玛咖提取物具有缓减疲劳、增强运动能力的作用。其机制与升高血NA和T水平, 降低E₂水平有关。

【关键词】 玛咖提取物; 耐力; 去甲肾上腺素; 雌二醇; 睾酮; 大鼠

【中图分类号】 Q95-33 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1005-4847(2017) 05-0558-05

Doi:10.3969/j.issn.1005-4847.2017.05.016

Effects of maca extract on exercise endurance and blood hormone levels in the rats

YU Fa-rong, CHEN Wang-jun, XIE Ming-ren*, LIAN Xiu-zhen, LI Deng-lou, GUO Yun-xuan, YANG Bo

(Gansu Institute of Political Science and Law, Key Laboratory of Evidence of Science and Technology Research and Application, Lanzhou 730070, China)

【Abstract】 Objective To study the effects of maca extract on exercise endurance and blood hormone levels in the rats. **Methods** Wistar rats treated with maca extract (2.0, 4.0, 8.0 g/kg body weight) were freely swimming in the circulating water flow daily for 15 days. On the 16th day of experiment, the exercise endurance and blood noradrenaline (NA), estradiol (E₂), and testosterone (T) levels of the rats were determined. **Results** The rats administered with maca extract at the doses of 2.0, 4.0, 8.0 g/kg body weight for 15 d showed that the swimming time before sinking was increased by 32.51%, 60.04%, 106.52%, the total swimming time was extended by 16.99%, 56.50%, and 101.73% respectively ($P < 0.01$); while the number of sinking was decreased by 18.89%, 35.89%, and 58.06%, respectively ($P < 0.01$), compared with those swimming rats without maca extract treatment. The noradrenaline level in the blood of rats treated with maca extract 2.0, 4.0, 8.0 g/kg body weight was increased by 3.30%, 6.60%, and 16.50%, respectively, compared with the control group, and increased by 42.49%, 47.05%, and 60.70%, respectively, compared with the swimming rats without extract treatment; the E₂ level was increased by 132.83%, 102.72%, and 62.26% ($P < 0.01$)

【基金项目】 甘肃省基础研究创新群体项目(145RJIA333); 兰州市科技计划项目(2014-1-182; 2015-3-80); 甘肃省高校科技创新团队项目(2016C-09); 兰州市人才创新创业项目(2016-RC-85); 西北民族地区侦查理论与实务研究中心项目; 甘肃政法学院重大项目(2016XZD15); 甘肃政法学院“文翰学者”项目。

【作者简介】 俞发荣(1959-), 男, 博士, 研究员, 硕士研究生导师。研究方向: 法医学、社会环境压力对人类健康的影响、药理学和毒理学实验及实验动物学。E-mail: tim9898@163.com

【通讯作者】 谢明仁(1977-), 男, 副教授。E-mail: xmr7600@gsli.edu.cn

respectively, compared with the control group, while decreased by 23.88%, 33.72%, and 46.95% ($P < 0.01$) respectively, compared with the swimming rats without extract treatment. The blood testosterone level was increased by 5.11%, 37.65%, and 123.16% ($P < 0.01$) respectively, compared with the control group, and increased by 28.98%, 68.92%, and 173.85%, ($P < 0.01$) respectively, compared with the swimming rats without extract treatment. **Conclusions** The results of this study demonstrate that maca extract has effect to resist fatigue and enhance exercise capacity in rats. The mechanism is associated with reduced blood E_2 , and increased noradrenaline and testosterone levels in the blood of rats.

[Key words] Maca extract; Endurance; Blood noradrenaline; blood estradiol; blood testosterone; Rats

Corresponding author: XIE Ming-ren. E-mail: xmr7600@gsli.edu.cn

随着科学技术和竞技体育水平的迅速提高,运动训练的科学化越来越受到重视。在竞技体育中,由于训练强度的加大,运动员处于紧张状态,下丘脑-垂体-肾上腺轴过度兴奋引起下丘脑-垂体-性腺轴功能低下或调节功能紊乱^[1],直接影响到激素的分泌节律动态平衡,血清睾酮水平降低,进而导致体能下降,运动能力降低,甚至因过度疲劳而导致训练停止^[2]。睾酮是体内主要的雄激素,能增加运动员肌肉蛋白质合成和肌肉力量,增加肌肉对葡萄糖的吸收和肌糖原合成,并且在一定条件下能增强运动员的运动能力和竞技能力。为了探索血液中激素水平与运动耐力的关系,用 Wistar 大鼠为实验对象,给予玛咖提取物结合游泳,观察玛咖提取物对大鼠游泳耐力和血液中激素水平的影响,为研究运动疲劳机制和玛咖的开发利用提供实验依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 实验动物

SPF 级 Wistar 雄性大鼠 50 只,体重 180 ~ 190 g,购于甘肃省中医学院科研实验中心【SCXK(甘)2015-0001】。全部实验均在甘肃省证据科学技术研究与应用重点实验室 SPF 级动物实验室完成【SYXK(甘)2015-0006】。本实验所有操作均符合中华人民共和国《实验动物管理条例》。

1.1.2 试剂与仪器

玛咖提取物:西藏林芝产的玛咖块根 500 g,加水 1500 mL,得煎液 600 mL,再隔水加热浓缩为 250 mL(含生药 2.0 g/mL),实验时用蒸馏水稀释成所需浓度;去甲肾上腺素(noradrenaline, NA),睾酮(testosterone, T),雌二醇(estradiol, E_2)检测试剂盒购于上海就晶天生物科技有限公司。酶联免疫检测仪,购于上海雷勃分析仪器有限公司(Multiskan MK3);ZHJH-C1112B 型双人单面百级超净工作台,

上海智城分析仪器制造有限公司。

1.2 方法

1.2.1 动物分组

50 只 Wistar 大鼠在独立通气笼(individually ventilated cages, IVC)内饲养,自由饮水进食,人工光照 12 h。实验室温度 20 ~ 22°C, IVC 内温度(22 ± 0.2)°C,湿度 55%~65%,适应 7 d。随机分为 5 组,每组 10 只。对照组:正常饲养,不进行游泳,灌胃(ig)等量蒸馏水;单纯游泳组:游泳,ig 等量蒸馏水;玛咖提取物组:按玛咖最大耐受量 320 g/(kg·bw)^[3]的 1/40、1/80、1/160 给药量分为:高剂量组,游泳,ig 玛咖提取物 8.0 g/(kg·bw);中剂量组,游泳,ig 玛咖提取物 4.0 g/(kg·bw);低剂量组,游泳,ig 玛咖提取物 2.0 g/(kg·bw)。

1.2.2 游泳训练和耐力测试

给药组动物在游泳前按各组剂量给药,给药后 1 h,游泳组大鼠在流动水游泳池中进行游泳训练,每天游泳 1 次,游泳水速 0.8 m/s,水温 22 ~ 24°C。首次游泳 30 min,每天递增 5 min。实验第 16 天,开始进行游泳耐力测试。为了缩短测试时间,每只大鼠尾部负重 10 g 砝码进行游泳,以动物沉入水下停留 10 s 为止。

1.2.3 大鼠血激素测定

每组动物游泳耐力测试结束,用乙醚吸入麻醉,无痛手术打开胸腔,暴露出心脏,从左心室进针采血,3000 r/min,离心 30 min,取上清,分别按 NA、T、 E_2 试剂盒操作说明测定其含量。

1.2.4 直线回归方程

取标准品 50 μ L 加入酶标板,用酶标仪在 450 nm 波长下测定吸光度(A 值),以标准品的浓度为横坐标,对应的 A 值为纵坐标计算出标准曲线的直线回归方程。

1.3 统计学分析

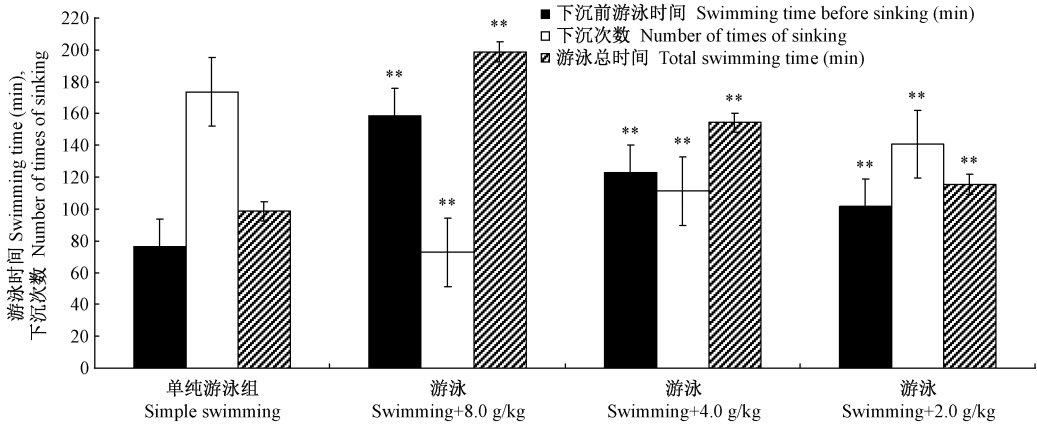
实验数据采用 SPSS 17.0 软件进行统计学处理。玛咖提取物对大鼠血激素水平影响的实验数据用百分

比表示,组间差异采用单因素方差分析,用均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 玛咖提取物对大鼠游泳耐力的影响

游泳耐力实验结果表明,分别 ig 玛咖提取物 2.0、4.0 和 8.0 g/(kg·bw),下沉前游泳时间比单纯游泳组分别延长了 32.51%、60.04%、106.52%,下沉次数分别减少了 18.89%、35.89%、58.06%,游泳总时间分别延长了 16.99%、56.50%、101.73%,差异均有显著性(均 $P < 0.01$)。图 1。

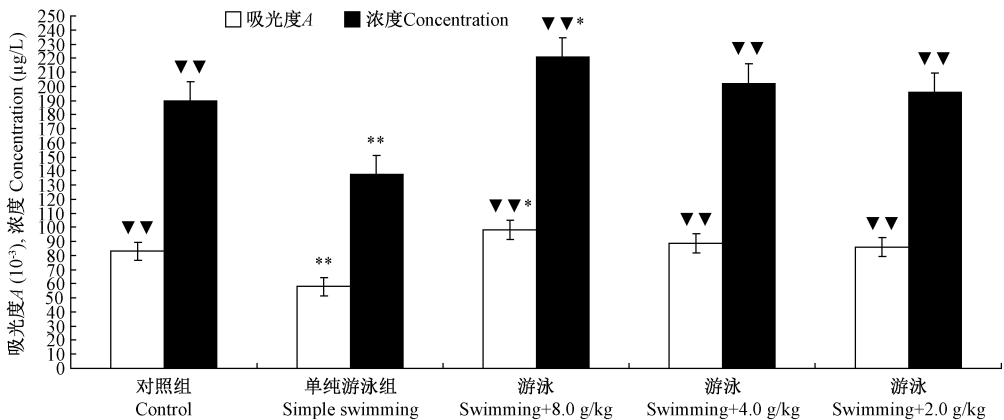


注:与单纯游泳组比:** $P < 0.01$ 。

图 1 玛咖提取物对大鼠游泳耐力的影响

Note. ** $P < 0.01$ vs the simple swimming group.

Fig. 1 Effect of the maca extract on swimming endurance of the rats



注:与对照组比:* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$;与单纯游泳组比:▼▼ $P < 0.01$ 。

图 2 玛咖提取物对大鼠血 NA 水平的影响

Note. * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$ vs control group; ▼▼ $P < 0.01$ vs simple swimming group.

Fig. 2 Effect of the maca extract on blood NA level in the rats

2.2.2 玛咖提取物对游泳大鼠血 E_2 水平的影响

E_2 标准曲线的直线回归方程为: $Y = 7 \times 10^{-4}x + 1.5 \times 10^{-3}$, $R^2 = 0.9981$ 。将各组动物的 A 值代入

2.2 玛咖提取物对游泳大鼠血激素水平的影响

2.2.1 玛咖提取物对游泳大鼠血 NA 水平的影响

NA 标准曲线的直线回归方程为: $Y = 2.4 \times 10^{-3}x - 7.9 \times 10^{-3}$, $R^2 = 0.9989$ 。将各组动物的 A 值代入方程,计算出各组 NA 水平。单纯游泳组大鼠血 NA 水平比对照组降低了 27.51%;玛咖 2.0、4.0 和 8.0 g/(kg·bw) 组大鼠血 NA 水平比对照组分别增加了 3.30%、6.60%、16.50%;玛咖 2.0、4.0、8.0 g/(kg·bw) 组大鼠血 NA 水平比单纯游泳组分别增加了 42.49%、47.05%、60.70%,差异有显著性($P < 0.01$)。图 2。

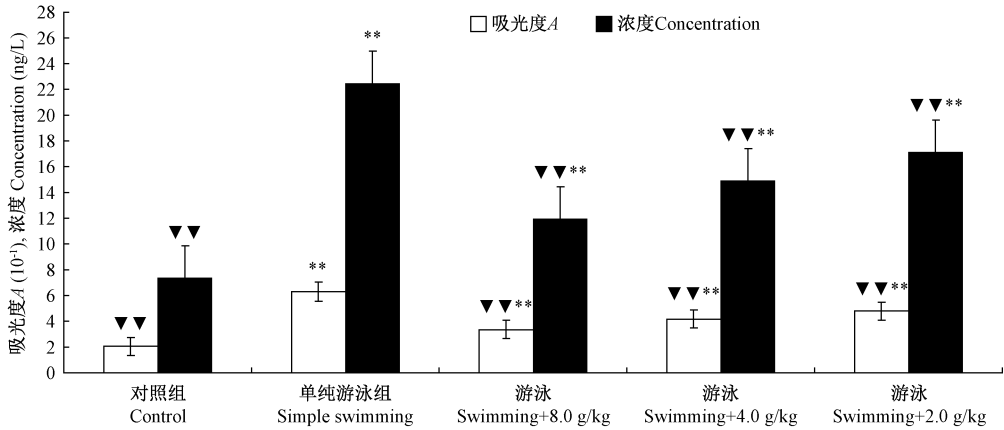
方程,计算出各组 E_2 水平。单纯游泳组和玛咖 2.0、4.0 和 8.0 g/(kg·bw) 组血 E_2 水平比对照组分别增加了 205.86% 和 132.83%、102.72%、

62.26% ,差异有显著性 ($P < 0.01$) ;玛咖 2.0、4.0 和 8.0 g/(kg·bw) 组 E_2 水平比单纯游泳组分别降低了 23.88%、33.72%、46.95% ,差异有显著性 ($P < 0.01$) 。图 3。

2.2.3 玛咖提取物对游泳大鼠血 T 水平的影响

T 标准曲线的直线回归方程为: $Y = 3.4 \times 10^{-3}x + 1.863 \times 10^{-1}$, $R^2 = 0.9991$ 。将各组动物

的 OD 值代入方程,计算出各组 T 水平。单纯游泳组 T 水平比对照组降低了 18.51% ;玛咖 2.0、4.0 和 8.0 g/(kg·bw) 组血 T 水平比对照组分别增加了 5.11%、37.65%、123.16% ;玛咖 2.0、4.0、8.0 g/kg 体重组 T 水平比单纯游泳组分别增加了 28.98%、68.92%、173.85% ,差异有显著性 ($P < 0.01$) 。图 4。

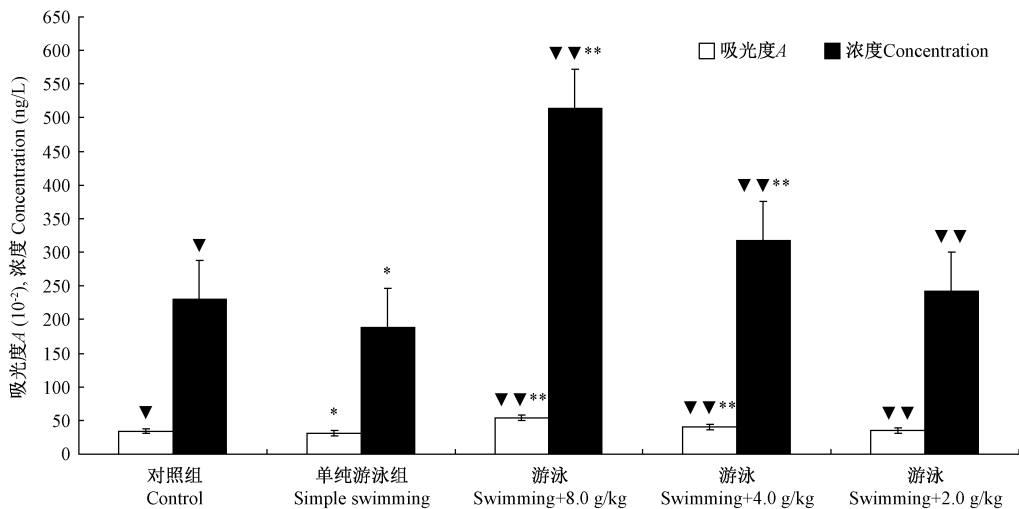


注:与对照组比: ** $P < 0.01$;与单纯游泳组比: ▼▼ $P < 0.01$ 。

图 3 玛咖提取物对大鼠血 E_2 水平的影响

Note. ** $P < 0.01$, vs the control group; ▼▼ $P < 0.01$, vs the simple swimming group.

Fig.3 Effect of the maca extract on blood E_2 level in the rats



注:与对照组比: * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$;与单纯游泳组比: ▼ $P < 0.01$, ▼▼ $P < 0.01$ 。

图 4 玛咖提取物对大鼠血 T 水平的影响

Note. * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, vs the control group; ▼ $P < 0.01$, ▼▼ $P < 0.01$, vs the simple swimming group.

Fig.4 Effect of the maca extract on blood T level in the rats

3 讨论

适量的运动对人们的身心健康是有益的^[4] ,正常运动使血液中 $NA^{[5]}$ 、 $T^{[6]}$ 水平升高,并在运动后

恢复到正常水平^[7]。睾酮激素可以刺激蛋白质合成和抑制蛋白质降解,从而增进肌肉肥大^[8]。在体育训练初期,由于性腺的分泌受交感神经支配^[9],交感神经兴奋引起性腺分泌睾酮激素,从而引起血

液中睾酮含量的上升^[10]。NA 是肾上腺素能神经冲动时释放的神经介质,属于 α 受体激动剂。NA 在运动过程中起着非常重要的作用,其功能主要是维持血管张力和血压,在应激机制中,能快速调节以维持血管张力和血压,提高运动能力,保持肌肉的协调性,提高运动成绩^[11]。随着持续大负荷训练,或在急性运动应急状态^[12],出现睾酮消耗增多,同时伴随有下丘脑-垂体-性腺轴被抑制,血睾酮水平降低,运动时间越长,运动负荷量越大,血睾酮下降越明显^[13]。赵裕虎等^[14]将玛咖提取物给予大鼠进行训练,血液中睾酮水平比对照组显著升高($P < 0.01$)。张静等^[15]将玛咖粉给予训练小鼠,显著缓解了疲劳,延长了小鼠爬杆的时间($P < 0.01$)和力竭游泳时间($P < 0.01$)^[16]。丁振宾^[17]将玛咖提取物口服液给予运动员连续训练 3 个月,运动员血液中睾酮水平明显高于对照组运动员($P < 0.05$),疲劳状态明显低于对照组运动员($P < 0.05$),证明玛咖提取物能有效缓解运动性疲劳作用。本文给予大鼠不同浓度玛咖提取物,游泳大鼠下沉前游泳时间和游泳总时间比单纯游泳组显著延长($P < 0.01$),下沉次数比单纯游泳组明显减少,实验结果与张静和丁振宾的实验结果相一致。本文实验结果发现,单纯游泳组大鼠血 NA、T 水平比对照组明显降低, E_2 水平却显著升高,雌性激素水平的升高将对雄性激素的合成分泌产生抑制^[18]。给予玛咖提取物的大鼠血各激素水平均比单纯游泳组显著增加(均 $P < 0.01$)。实验结果说明,力竭运动使大鼠血 NA、T 水平降低,游泳耐力下降;补充玛咖可以纠正由于运动导致的下丘脑-垂体-性腺轴功能的紊乱,有效预防血液睾酮水平的降低,进而增强抗疲劳能力;玛咖提取物具有促进和调节 NA、T 合成和释放、延缓疲劳和提高运动能力的作用,赵裕虎等实验结果支持了本文的观点,其机制有待进一步探索研究。

参 考 文 献

- [1] 武桂新, 谢敏豪, 冯炜权. 运动应激与睾酮生物合成研究进展 [J]. 北京体育大学学报, 2001, 24(3): 342-346.
- [2] 邱俊. 血清睾酮指标在运动中的应用 [J]. 中国体育教练员, 2011, 19(2): 32-33.
- [3] 俞发荣, 张诗爽, 张振南, 等. 玛咖提取物对小鼠毒性及免疫器官的影响 [J]. 中国实验动物学报, 2016, 24(3): 279-282.
- [4] 郭峰. 长期练习太极拳对老年人自主神经系统调节功能的影响 [J]. 中国应用生理学杂志, 2015, 31(2): 158-163.
- [5] 宋刚, 唐晖, 谢敏豪. 运动对肌糖原储备不同大鼠血激素的影响 [J]. 沈阳体育学院学报, 2009, 28(2): 69-71, 77.
- [6] 梁美杨, 赵玉华, 李丽. 有氧运动对不同年龄段雄性 SD 大鼠皮质醇、血睾酮的影响研究 [J]. 哈尔滨体育学院学报, 2015, 33(1): 92-96.
- [7] 赵鹏, 吴明方, 王杰龙, 等. 择时运动对神经体液调节激素的影响 [J]. 搏击(武术科学), 2013, 10(12): 138-140.
- [8] 赵少华. 抗阻运动对成年男性血睾酮的影响 [J]. 当代体育科技, 2015, 5(10): 17-19.
- [9] 王文莹, 张荷玲. 血睾酮与运动 [J]. 继续医学教育, 2011, 25(6): 72-74.
- [10] 种焕朝, 吕新颖. 运动引起性腺轴睾酮分泌特征的研究进展 [J]. 阜阳师范学院学报(自然科学版), 2011, 28(4): 92-95.
- [11] 王启荣, 周钰杰. 运动与单胺类神经递质之间关系的研究进展 [J]. 体育科研, 2012, 33(5): 70-73.
- [12] 刘一平, 袁明珠, 陈华, 等. 12 周太极拳对青年人群儿茶酚胺类与血管紧张素-Ⅱ的影响 [J]. 福建师范大学学报(自然科学版), 2015, 31(5): 115-119.
- [13] 赵华恩, 陈巍. 力量训练负荷与组间间歇时间对男性大学生心血管反应及儿茶酚胺水平的影响 [J]. 中国运动医学杂志, 2013, 32(6): 495-500.
- [14] 赵裕虎, 曹建民, 郭娴, 等. 玛咖对运动训练大鼠睾酮及相关激素和抗疲劳能力的影响 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2014, 20(23): 164-168.
- [15] 张静, 李慧, 周雯, 等. 玛咖粉对小鼠的抗疲劳作用及其机制研究 [J]. 卫生研究, 2013, 42(6): 1046-1061.
- [16] 陈成, 邱明鸿, 马云淑, 等. 玛咖提取物对小鼠运动性疲劳的作用研究 [J]. 云南中医中药杂志, 2014, 35(9): 63-65.
- [17] 丁振宾. 玛咖提取物对运动疲劳以及血浆成分的影响 [J]. 食品研究与开发, 2016, 37(18): 178-181.
- [18] 高珊珊, 闫旋飞, 高海宁, 等. 不同负荷运动对雄性肥胖模型小鼠性激素和精子质量的影响 [J]. 中国组织工程研究, 2016, 20(5): 729-735.

[收稿日期] 2017-04-03