

槲皮素对运动训练大鼠脑组织自由基代谢的影响

董改宁¹,熊正英²,刘海英²

(1 长安大学 公共体育部,陕西 西安 710061;

2 陕西师范大学 运动生物学研究所,陕西 西安 710062)

[摘要] 通过对运动训练大鼠在安静状态、非力竭运动状态及力竭运动状态下脑组织超氧化物歧化酶(T-SOD)、铜锌超氧化物歧化酶(CuZn-SOD)、过氧化氢酶(CAT)和谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)活性及丙二醛(MDA)含量的测定,研究了槲皮素对运动训练大鼠脑组织自由基代谢及运动能力的影响。结果表明,服用槲皮素的运动训练组大鼠力竭运动时间明显高于力竭对照组($P < 0.05$);服用槲皮素的运动训练组及运动力竭组大鼠脑组织T-SOD,CuZn-SOD,CAT和GSH-Px活性均高于其相应的对照组,MDA含量低于其相应的对照组($P < 0.05$)。这表明槲皮素是一种有效的自由基清除剂,可减轻运动后因脂质过氧化而产生的自由基对机体的损伤,保护细胞膜的完整性,具有增强氧化酶活力和提高大鼠运动能力的作用。

[关键词] 槲皮素;大鼠;自由基代谢;运动能力

[中图分类号] S865.1⁺2; G804.7

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2006)03-0029-04

槲皮素(quercetin)又名栎精、槲皮黄素,属黄酮类化合物,存在于许多植物的花、叶、果实中,在荞麦的秆和叶、沙棘、山楂、洋葱中含量较高,上百种中草药如槐米、侧柏叶、高良姜、三七、银杏中均含有此成分。槲皮素在槐米中的含量高达40 g/kg,而且提取方法比较简便^[1]。研究^[2]表明,槲皮素是一种天然抗氧化剂,具有多种药理作用,且抗氧化和多种药理作用与抗氧化自由基有关。大量资料^[3-5]还证明,大强度长时间运动会引起机体自由基增多,自由基进而攻击细胞膜上的不饱和脂肪酸,引起脂质过氧化反应,破坏膜的完整性、流动性及通透性,从而导致运动能力下降,诱发运动性疲劳。为了减少这一系列自由基的伤害,从天然植物中筛选高效、低毒、稳定和廉价的自由基拮抗剂,具有十分重要的意义。目前,对槲皮素的研究主要集中在医学、保健及药理作用方面,但在运动医学领域开展的研究较少。为了开拓槲皮素运用的新领域,揭示其对人体及生物体运动的影响,本试验选择了槲皮素这一黄酮类药物,以雄性SD(Sprague Dawley,SD)大鼠为试验对象,通过超负荷的跑台训练,建立大强度耐力训练运动模型,测定大鼠脑组织T-SOD,CuZn-SOD,CAT,GSH-Px活性及MDA的含量,揭示槲皮素对运动大鼠脑组织自由基代谢及运动能力的影响,以期槲皮素

在运动医学领域的开发提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试动物与分组

40只雄性SD健康大鼠,体重170~220 g,由陕西中医药研究院试验动物饲养中心提供,同时购入基础饲料分笼喂养,自由饮食。喂养条件:室温23~28℃,湿度40%~70%,照明时间与自然变化相同。将购入的大鼠进行7 d适应性训练后随机分组,即安静对照组A(8只)、运动训练组B(16只)、槲皮素训练组C(16只)。在最后1次训练时,B组和C组又分成2个亚组:不进行力竭运动组(B₁,C₁)和力竭运动组(B₂,C₂),每组各8只。

1.2 材料与给药方法

试验材料槲皮素为黄色粉剂,纯度为99.2%,由西安慧科植物有限公司提供。给药量以生理盐水配成含槲皮素10 mg/mL的溶液,按50 mg/(kg·d)的量灌胃给C组;A组和B组按体重灌胃相应体积的生理盐水。

1.3 动物模型

B组和C组大鼠第1~3周每天训练前以15 m/min的速度运动5 min做适应跑台训练,3周之后正式进行训练,前3 d速度逐渐递增,到第4天达

[收稿日期] 2005-06-20

[基金项目] 陕西省自然科学基金项目(2003C137)

[作者简介] 董改宁(1973-),女,陕西西安人,讲师,硕士,主要从事运动生物化学与营养学研究。

到此周的最高速度 30 m/min;从第 4 周开始,每天训练前以 15 m/min 的速度运动 5 min,而后以最高速度 30 m/min 进行训练。全程训练分 2 个阶段:基础训练阶段(1~4 周)和大强度训练阶段(5~8 周),每阶段均为期 4 周,5 d/周,运动模型见文献[6],略加修改。于灌胃给药 3 h 后开始训练,具体训练方案

见表 1。

力竭判定标准见文献[7],即动物跟不上预定速度,大鼠臀部压在笼具后壁,后肢随转动皮带后拖达 30 s,毛刷刺激驱赶无效;行为特征为呼吸深急、幅度大,神情疲倦,俯卧位垂头,刺激后无反应。

表 1 供试动物的运动方案

Table 1 Exercises programm for experiment animals

周次 Week	速度/(m·min ⁻¹) Speed	坡度/% Gradient	运动时间/(min·d ⁻¹) Training time	运动距离/(m·周 ⁻¹) Training distance
1	15~20	0	20	1 800
2	20~25	0	25	3 000
3	25~30	0	35	4 700
4	30	0	40	6 000
5	30	5	40	6 000
6	30	5	40	6 000
7	30	8	40	6 000
8	30	8	40	6 000

1.4 试验方法

于第 8 周最后 1 d, B₂ 和 C₂ 组大鼠力竭运动后即刻称重,其余各组称重后用乙醚进行适度麻醉,然后各组大鼠均脱颈椎处死,取其相应部位脑组织,用 4 ℃ 预冷的生理盐水洗净,用滤纸吸去脑组织表面水分,加入生理盐水,在低温条件下仔细研磨,制成质量分数 10% 的匀浆液,以 4 000 r/min 转速离心 10 min(0~4 ℃)后取上清液,4 ℃ 冰箱保存以备用。

超氧化物歧化酶活性(SOD)测定采用黄嘌呤氧化酶法;过氧化氢酶活性(CAT)测定采用紫外分光光度法;谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)测定采用 DTNB 法^[8];丙二醛(MDA)含量测定采用硫代巴比妥酸法^[9]。以上 4 种指标测试均采用南京建成生物工程研究所提供的试剂盒,测试方法严格按照试剂盒说明进行。

1.5 数据统计学处理

用 SPSS (Sigmaplot Scientific Graphing System) 软件对所测试验数据进行统计学处理,试验结果以平均数±标准差($\bar{X} \pm SD$)表示,对数据进行方差分析和 *t* 检验。

2 结果与分析

2.1 槲皮素对运动训练大鼠运动能力的影响

槲皮素对大鼠运动能力影响的测试结果见表 2。由表 2 可知,槲皮素力竭组大鼠运动时间大于力竭对照组,延长比率为 23.20%,二者差异显著($P < 0.05$),这说明槲皮素有较明显的抗疲劳作用。

表 2 槲皮素对试验大鼠运动能力的影响

Table 2 Effect of quercetin on exercise performance of rats

组别 Group	力竭运动时间/min Exhaustive time	变化率/% Difference
力竭对照组(B ₂) Exhaustive control group	92.80 ± 9.01	
槲皮素力竭组(C ₂) Que exhaustive group	111.30 ± 6.20 [#]	23.20

注:标#者表示与力竭对照组差异显著($P < 0.05$)。

Note: # Stands for obvious difference with exhaustive control group ($P < 0.05$).

2.2 槲皮素对试验大鼠脑组织自由基代谢的影响

槲皮素对运动训练大鼠脑组织 T-SOD, CuZn-SOD, CAT, GSH-Px 酶活性及 MDA 含量的影响,结果见表 3。

由表 3 可知,与安静组 A 相比,与运动对照组 B₁ 的 T-SOD, CuZn-SOD, CAT, GSH-Px 活性均有不同程度的下降,其中 CAT, GSH-Px 活性呈显著性下降($P < 0.05$);MDA 含量显著性升高($P < 0.05$),这进一步证实运动可以使机体内自由基增多。与运动对照组 B₁ 相比,槲皮素运动组 C₁ 的 T-SOD, CuZn-SOD, CAT, GSH-Px 活性均有不同程度的升高,如 CAT 活性升高了 19.96%, T-SOD 活性升高了 6.82%;MDA 含量也呈显著性下降趋势($P < 0.05$),下降率为 33.33%。与力竭对照组 B₂ 相比,槲皮素力竭组 C₂ 的 T-SOD, CuZn-SOD, CAT 活性呈显著性升高趋势($P < 0.05$),其中 T-SOD 活性升高了 10.89%, CuZn-SOD 活性升高了 15.96%,

CAT 活性升高 32.07%;MDA 含量呈显著性下降 趋势($P<0.05$),下降幅度为21.9%。

表3 槲皮素对试验大鼠脑组织自由基代谢的影响

Table 3 Effect of quercetin on free radical metabolism in brain tissue of rats

组别 Group	T-SOD/ (U · mg ⁻¹)	CuZn-SOD/ (U · mg ⁻¹)	CAT/ (U · mg ⁻¹)	GSH-Px/ (U · mg ⁻¹)	MDA/ (nmol · mg ⁻¹)
安静组 A Control group	77.54±5.79	50.35±5.57	7.33±1.11	53.16±6.04	1.41±0.49
运动对照组 B ₁ Training control group	68.02±5.39	45.00±6.46	5.56±0.82 [△]	45.47±3.19 [△]	2.13±0.78 [△]
槲皮素运动组 C ₁ Que training group	72.66±12.60	48.19±9.47	6.67±0.98 [▲]	50.64±6.30	1.42±0.03 [▲]
力竭对照组 B ₂ Exhaustive control group	54.17±8.77	35.84±4.67	2.90±0.96	41.13±3.47	3.15±0.71
槲皮素力竭组 C ₂ Que exhaustive group	60.07±6.83 [#]	41.56±4.34 [#]	3.83±1.11 [#]	42.89±4.71	2.46±0.75 [#]

注:标▲者表示与运动对照组比较有显著性差异($P<0.05$);标#者表示与运动力竭组比较有显著性差异($P<0.05$);标△者表示与安静组比较有显著性差异($P<0.05$)。

Note: Obvious difference with training control group ▲($P<0.05$); # to exhaustive control group ($P<0.05$); Obvious difference with control group △($P<0.05$).

3 讨论

槲皮素属黄酮类化合物,大量药理作用表明,槲皮素具有抗氧化和清除自由基、延缓疲劳的作用,其可能机制与以下几个方面有关:(1)槲皮素与超氧阴离子络合而减少氧自由基的产生;(2)与脂质过氧化氢反应抑制脂质过氧化过程;(3)与铁离子络合而阻止羟自由基的形成;(4)抑制醛糖还原酶,减少NADPH消耗,从而提高机体抗氧化能力^[10]。已有试验^[3]证实,剧烈运动可使机体内自由基增多,自由基与病理损伤有关,其可导致运动性疲劳或诱发某些疾病。为了适应环境条件的改变,机体可产生较多的消除活性氧自由基的酶类,较为典型的有SOD, CAT, GSH-Px等。目前认为, SOD, CAT, GSH-Px能有效地清除自由基,阻止脂质过氧化,保持机体细胞免受运动性损伤^[11]。给机体补充自由基清除剂或抗氧化剂,能阻止脂质过氧化,保护组织细胞膜免受损伤^[12]。本试验中,槲皮素运动组C₁与运动对照组B₁相比, T-SOD, CuZn-SOD, CAT, GSH-Px活性均

有不同程度的升高;槲皮素力竭组C₂与力竭对照组B₂相比, T-SOD, CuZn-SOD, CAT, GSH-Px活性也均有不同程度的升高。这一结果表明,槲皮素可以提高运动训练组大鼠脑组织中SOD, CAT, GSH-Px活性。脂质过氧化(LPO)是多不饱和脂肪酸受损后形成的,与运动疲劳有关。MDA是LPO的代谢产物,其含量可间接反映脂质过氧化程度。大脑中含有丰富的磷脂,磷脂中不饱和脂肪酸比例较高。因此,运动过程中脑组织自由基增多时,会导致MDA的含量增加^[13]。本试验结果表明,服用槲皮素的2组大鼠脑组织中MDA的含量明显低于其对照组,说明槲皮素具有抑制大强度耐力运动过程中,脑组织脂质过氧化生成的作用,这为槲皮素的深度开发提供了理论依据。

综上所述,槲皮素能提高运动训练组大鼠脑组织中SOD, CAT, GSH-Px活性,抑制MDA的形成,可减轻运动后因脂质过氧化而产生的自由基对机体的损伤,保护细胞膜的完整性,具有增强氧化酶活性及提高大鼠运动能力的作用。

[参考文献]

- [1] 王艳芳,王新华,朱宇同. 槲皮素药理作用研究进展[J]. 天然产物研究与开发, 2003, 15(2): 171-173.
- [2] 苏俊峰. 食物黄酮槲皮素的抗氧化作用[J]. 解放军预防医学杂志, 2001, 6(19): 229-231.
- [3] Loviln R. Are indices of free radices damage related to exercises intensity European[J]. Journal of Applied Physiology, 1987, 56: 313-316.
- [4] 代毅, 金文泉, 高卫. 运动对自由基代谢的影响[J]. 成都体育学院学报, 1995, 21(3): 65-68.
- [5] 曹锡清. 脂质过氧化对细胞与机体的作用[J]. 生物化学与生物物理进展, 1986, 5(2): 17-23.

- [6] Toby G. Bedford, Charles M, et al. Maximum oxygen consumption of rats and its changes with various experimental procedures[J]. *J Appl Physiol*, 1979, 47(6): 1278-1283.
- [7] 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.
- [8] 陈 奇. *中国药理研究方法学*[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1993: 962-964.
- [9] 陈可冀, 李春生. *新编抗衰老中药*[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1998: 135.
- [10] Kuklmann M K. Inhibition of oxidant induced Lipid Peroxidation in renal tubular epithelial cells (LIC-PK1) by quercetion[J]. *Free Radic Res*, 1998, 29(5): 451-460.
- [11] 朱 衍, 郭世炳, 勾海松, 等. 运动与氧自由基损伤[J]. *中国运动医学杂志*, 1990, 9(3): 161-166.
- [12] Sen C K. Oxidants and antioxidants in exercise[J]. *J Appl Physiol*, 1995, 79(3): 675-686.
- [13] 李良鸣, 魏 源, 罗桂珍, 等. 牛磺酸对力竭运动时大鼠脑组织自由基代谢的影响[J]. *湖北三峡学院学报*, 2000, 22(5): 82-85.

Effect of quercetin on exercise performance and free radical metabolism in brain tissue of trained rats

DONG Gai-ning¹, XIONG Zheng-ying², LIU Hai-ying²

(1 Department of Physical Education, Chang'an University, Xi'an, Shaanxi 710061, China;

2 Institute of Exercise Biology, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710062, China)

Abstract: The activities of T-SOD, CuZn-SOD, GSH-Px and CAT as well as MDA content in rats brain tissue are measured respectively in sedentary status, exercise training status and exhaustive exercise status. The results show that the exercising time of rats taken the quercetin was much longer than that of the control rats. The activities of T-SOD, Cu-Zn-SOD, CAT GSH-Px were evidently higher in quercetin group than in control group while the content of MDA was lower. Quercetin has a strong action on enhancing anti-oxidative, clearing the free radicals and modulating the body endocrine system. It can relieve some bad effects of the intensity endurance exercise on the body and promote the capability of exercise.

Key words: quercetin; rat; free radical; exercise performance