

芦荟抗疲劳作用的实验

唐 量, 熊正英

(陕西师范大学体育学院暨运动生物学研究所, 陕西 西安 710062)

摘 要:通过抗疲劳相关检测指标的测试, 研究芦荟对小鼠自由基代谢和抗疲劳效果的影响。用运动训练和建立动物训练模型, 测试小鼠血液中乳酸脱氢酶(LDH)活性及血尿素氮(BUN)浓度、血糖(Gluc)浓度、血红蛋白(Hb)质量浓度与肾组织超氧化物歧化酶(SOD)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)活性、总抗氧化能力(TAC)和丙二醛(MDA)质量摩尔浓度。结果: 安静时芦荟组小鼠Hb质量浓度和肾组织SOD、GSH-Px活性、TAC高于安静对照组, 而血液LDH活性、BUN、Gluc浓度和肾组织MDA质量摩尔浓度低于对照组, 其中TAC、GSH-Px活性和Gluc浓度、MDA质量摩尔浓度差异显著($P < 0.05$); 运动后即刻芦荟组小鼠血液中Hb质量浓度、Gluc浓度和肾组织SOD、GSH-Px活性、总抗氧化能力均显著高于对照组($P < 0.05$), 而血液LDH活性、BUN浓度和组织MDA质量摩尔浓度明显低于对照组($P < 0.05$); 运动后24h恢复组各指标均趋于安静时水平, 而除SOD活性和BUN浓度与对照组比较无显著差异外($P > 0.05$), LDH活性、Hb质量浓度、Gluc浓度、GSH-Px、TAC活性和MDA质量摩尔浓度均有显著差异($P < 0.05$)。芦荟具有明显的抗疲劳、抗氧化效果, 对小鼠运动性肾损伤有明显的保护作用, 可作为抗疲劳功能食品进行开发和研究。

关 键 词:库拉索芦荟; 抗疲劳功能食品; 自由基; 肾脏; 小鼠

中图分类号:G872.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-7116(2003)02-0050-03

Experimental study of aloe as anti-fatigue activity substances

TANG Liang, XIONG Zheng-ying

(Institute of Physical Education and Sports Biology, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China)

Abstract: Objective: To study the effects of *Aloe* on metabolism of free radical and anti-fatigue. Methods: By building the model of trained mice, the targets of LDH, BUN, Gluc, Hb in the bloods and the activities of SOD, GSH-Px, total antioxidant capacity(TAC) and concentration of MDA were tested in the kidney of trained mice. Results: The activities of Hb, SOD, GSH-Px, and TAC of *Aloe* group were higher and LDH, BUN, Gluc, MDA concentrations were lower than those of control group in rest state, which Gluc, TAC and MDA have obviously differences ($P < 0.05$). In immediately after exhaustive exercise, the blood's Gluc, Hb and kidney's SOD, GSH-Px activities and TAC are obvious higher and LDH, BUN, MDA concentration are remarkable lower in *Aloe* groups than those in control groups. After 24-hour recovery, except SOD and BUN, the others targets have significant difference compared *Aloe* group with its control group ($P < 0.05$). Conclusion: *Aloe* could increase the capacity of antioxidation and anti-fatigue and reduce the damage of the tissue caused by exercise. *Aloe* could be studied and exploited as an anti-fatigue activity substance.

Key words: *Aloe veres* L.; anti-fatigue activity substance; free radical; kidney; mice

近年来,我国功能食品的研制和开发有较大的发展和突破,但运动功能食品的研制和开发仍处于滞后的状况。如何选用天然物质作为自由基的高效清除剂已成为抗疲劳功能食品研究的一个重要内容。被美誉为“神奇植物”的芦荟在医药、美容、保健食品等领域的研究取得了丰硕的成果,而在运动功能方面的研究未见报道。研究表明芦荟的药理作用大多与其抗自由基氧化有关^[1-4]。本实验就芦荟对运动小

鼠抗疲劳的效果及肾组织自由基代谢的影响进行研究,旨在阐释芦荟有利于提高运动能力的机理和为其在运动功能食品方面的深入研究及开发利用提供理论依据和实验支持。

1 实验方法

1.1 实验材料与对象

实验材料为库拉索芦荟(*Aloe veres* L.),由西安植物园

提供,生长期为两年。

实验对象为雄性昆明小鼠90只,5周龄,体重18~22g,由西安交通大学实验动物中心购入,按实验组分笼饲养,同时购买基础饲料,适应性饲养一周后进行实验。

1.2 实验设计

将小鼠随机分成安静组和游泳训练组,两组内又分别设口服芦荟组和对照组。对照组小鼠服用基础饲料,芦荟组小鼠用基础饲料饲养外,每日用同株芦荟鲜汁0.4 mL灌胃,剂量参照文献[5]。小鼠自由摄入水和食物,动物房内室温为22~27℃,湿度为40%~65%,照明时间随时间变化。训练组进行6周的游泳训练,每周游6d,水温(30±2)℃,水深35cm,每周1、4称重。第一周游泳30 min·d⁻¹,以后每周递加10 min,至第6周游泳90 min·d⁻¹,在处死前进行最后一次无负重的力竭性游泳,记录游泳时间。力竭判断的标准为:小鼠沉入水中超过10s,且放在平面上无法完成翻正反射。力竭运动后训练组分为运动后即刻组和运动后恢复24h组,运动后即刻组在力竭运动后即刻处死,运动后恢复24h组力竭运动后经24h恢复后处死。各组处死后即刻眼眶采血,血液分为2份:一份加肝素抗凝制备全血以测Hb,另一份制备血清测LDH活性和BUN、Gluc浓度。然后立即取出肾脏,用滤纸吸干称重,按1:9(m_肾/V)加入磷酸盐缓冲液匀浆,离心(5000 r/min,25 min,0~4℃),取上清液,在1~4℃的冰箱保存,以测SOD、GSH-Px活性、总抗氧化能力和MDA质量摩尔浓度。

1.3 测试方法

血液BUN、Gluc的测定用试剂盒测定(温州东瓯生物工程公司提供)。LDH活性的测定用试剂盒测定(北京中生生物工程高级技术公司提供)。以上指标测试仪器为ACE全自动生化分析仪(美国)。

Hb的测定采用氰化高铁比色法^[6];SOD活性的测定用邻苯三酚自氧化法^[6];GSH-Px活性的测定用DTNB法^[7];MDA质量摩尔浓度的测定用硫代巴比妥酸法(TBA法)^[8];总抗氧化能力的测定,用试剂盒测试(由南京建成生物研究所提供)。以上5种指标测试仪器为721B型分光光度计(上海第三分析仪器厂)。

1.4 数据统计学处理

用Sigmaplot Scientific Graphing System软件对所测数据进行处理,实验结果以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,数据进行组间*t*检验。

2 实验结果

2.1 芦荟对小鼠游泳至力竭时间的影响

训练加芦荟组小鼠游泳至力竭的平均时间为317 min,与训练对照组游泳时间(250 min)比较,力竭时间延缓了26.8%,表明芦荟可显著提高小鼠游泳至力竭的时间,具有明显的抗疲劳作用。

2.2 芦荟对运动训练小鼠血清ALT、AST、LDH、CK活性和血液BUN、Gluc浓度、Hb质量浓度的影响

表1(见第52页)显示,在安静状态下,芦荟组血清LDH

活性和BUN、Gluc浓度均低于对照组,其中Gluc差异显著($P < 0.05$),而Hb高于对照组,但无显著性差异($P > 0.05$);运动后即刻,芦荟组血清LDH活性显著低于相应对照组($P < 0.05$),BUN、Gluc浓度和Hb质量浓度却显著高于其对照组($P < 0.05$);运动恢复24h后,大部分指标仍未恢复到安静时水平,但芦荟组各指标恢复效果显著好于恢复对照组($P < 0.05$)。

2.3 芦荟对小鼠肾组织SOD、GSH-Px活性、总抗氧化能力及MDA质量摩尔浓度的影响

表2(见第52页)显示,在安静状态下芦荟组与安静对照组比较,肾组织SOD、GSH-Px活性、总抗氧化能力都增加,且总抗氧化能力差异显著($P < 0.05$),而MDA质量摩尔浓度显著降低($P < 0.05$);运动后即刻,上述指标都高于安静组,芦荟组与其对照组比较,肾组织SOD、GSH-Px活性、总抗氧化能力均显著增加($P < 0.05$),而MDA质量摩尔浓度显著下降($P < 0.05$);运动恢复24h后,大部分指标值有所下降,但仍没有恢复到安静时水平,其中芦荟组GSH-Px活性、总抗氧化能力仍显著高于恢复对照组($P < 0.05$),MDA质量摩尔浓度显著低于其对照组($P < 0.05$)。

3 分析与讨论

自由基是引起许多疾病与损伤病理过程的重要因素。运动训练使自由基产生增多,是诱发疲劳的原因之一^[8],也是引起运动性肾损伤的重要因素^[9]。大强度剧烈运动时肾缺血再灌注引起肾组织自由基增多,从而诱发肾损伤。在抗自由基损伤的防御体系中,抗氧化酶系统对清除或阻断自由基的链式生成具有重要的作用。该体系的酶主要包括SOD、GSH-Px和CAT等。目前认为,SOD、GSH-Px能特意地、有效地清除自由基,从而有效地阻止脂质过氧化,保护机体细胞免受运动性损伤^[10]。脂质过氧化(LPO)是多不饱和脂肪酸受自由基作用后形成的,与运动损伤和疲劳有关,MDA是LPO的代谢产物,其质量摩尔浓度可反映脂质过氧化的程度^[11]。浦钧宗等^[12]认为抗疲劳活性物质评价的常规检测指标除SOD、GSH-Px和MDA外,还可以检测血液中LDH、BUN、Gluc、Hb等指标。若1项以上(含1项)耐力运动试验和2项以上(含2项)生化指标为阳性,即可以判定受试物具有抗疲劳活性。

实验结果表明,芦荟对运动后即刻和24h恢复后小鼠血液中LDH活性,BUN、Gluc浓度及Hb质量浓度的变化均为阳性。运动中测定BUN的变化是了解蛋白质分解代谢的一种简便可行的方法,血清酶LDH可反映运动对脏器细胞膜的损伤程度,Hb与运动耐力关系密切,血糖作为运动中脑组织和红细胞等的惟一能源物质而与疲劳的发生相关。芦荟对运动中以上指标的改良作用可能与芦荟的抗氧化功能和保护组织细胞膜的结构完整性有关,对血糖的影响可能与芦荟鲜汁中富含各种糖类物质如甘露聚糖等,作为外源性糖可补充运动对肝、肌糖原的部分消耗,或调节糖异生代谢途径,使运动中血糖的下降减缓和促进运动后血糖的恢复有关。

芦荟使运动后即刻小鼠肾组织SOD、GSH-Px活性明显

升高及 MDA 质量摩尔浓度显著下降,使恢复 24 h 后组织 SOD、GSH - Px 活性高于其对照组而 MDA 质量摩尔浓度显著低于对照组(见表 2)。芦荟对 SOD、GSH - Px 活性的升高作用和使 MDA 质量摩尔浓度下降的效果表明芦荟具有明显的抗自由基氧化的功能,可阻止细胞膜的脂质过氧化,进而提

高小鼠的运动能力,延缓小鼠游泳至力竭的时间。总抗氧化能力高低与机体防御体系密切相关,直接反映机体的健康程度。运动后即刻和恢复芦荟组小鼠肾组织总抗氧化能力显著高于相应对照组,表明芦荟在维护肾脏正常功能,提高机体的防御体系,进而防止运动性损伤方面有好的效果。

表 1 芦荟对运动小鼠血液 BUN、Gluc 浓度, Hb 质量浓度和 LDH 活性的影响

组别		n/只	LDH/(U·L ⁻¹)	c(BUN)/(mol·L ⁻¹)	c(Gluc)/(nmol·L ⁻¹)	$\bar{x} \pm s$ $\rho(\text{Hb})/(\text{g} \cdot \text{dL}^{-1})$
安 静	对照(A)组	12	147.35 ± 6.96	7.98 ± 0.51	7.22 ± 0.48	10.8 ± 0.6
	芦荟(B)组	12	140.03 ± 5.31	7.83 ± 0.56	6.67 ± 0.41 ¹⁾	11.5 ± 0.8
运动后即刻	对照(C)组	12	239.05 ± 14.62 ¹⁾	9.80 ± 0.47 ¹⁾	4.25 ± 0.79 ¹⁾	7.8 ± 0.6 ¹⁾
	芦荟(D)组	12	189.20 ± 7.75 ²⁾	8.73 ± 0.51 ²⁾	4.78 ± 0.52 ²⁾	8.9 ± 0.7 ²⁾
运动后恢复	对照(E)组	12	180.85 ± 9.81 ¹⁾²⁾	8.38 ± 0.35 ¹⁾²⁾	5.88 ± 0.34 ¹⁾²⁾	8.8 ± 0.4 ¹⁾²⁾
	芦荟(F)组	12	160.95 ± 10.02 ³⁾	7.98 ± 0.42 ³⁾	6.21 ± 0.40 ³⁾	9.8 ± 0.6 ³⁾

1)与 A 组比较,差异显著($P < 0.05$); 2)与 C 组比较,差异显著($P < 0.05$); 3)与 E 组比较,差异显著($P < 0.05$)

表 2 芦荟对运动小鼠肾组织 SOD、GSH - Px 活性、总抗氧化能力及 MDA 质量摩尔浓度的影响

组别		n/只	SOD/(U·g ⁻¹)	GSH - Px/(U·g ⁻¹)	TAC/(U·g ⁻¹)	$\bar{x} \pm s$ m(MDA)/(nmol·g ⁻¹)
安 静	对照(A)组	12	108.89 ± 8.94	41.07 ± 4.74	103.88 ± 7.66	10.13 ± 0.91
	芦荟(B)组	12	114.93 ± 11.23	40.96 ± 3.92	111.70 ± 8.76 ¹⁾	8.69 ± 0.68 ¹⁾
运动后即刻	对照(C)组	12	129.78 ± 7.44 ¹⁾	54.49 ± 2.39 ¹⁾	140.50 ± 7.07 ¹⁾	14.42 ± 0.75 ¹⁾
	芦荟(D)组	12	141.16 ± 5.44 ²⁾	68.45 ± 2.86 ²⁾	158.79 ± 12.07 ²⁾	13.78 ± 0.54 ²⁾
运动后恢复	对照(E)组	12	118.83 ± 5.05 ¹⁾²⁾	43.12 ± 3.31 ²⁾	128.23 ± 9.16 ¹⁾²⁾	11.78 ± 0.77 ¹⁾²⁾
	芦荟(F)组	12	124.87 ± 5.42	51.48 ± 4.38 ³⁾	139.45 ± 8.14 ³⁾	9.94 ± 0.87 ³⁾

1)与 A 组比较,差异显著($P < 0.05$); 2)C 组比较,差异显著($P < 0.05$); 3)与 E 组比较,差异显著($P < 0.05$)。

以上测试指标从不同方面证明了芦荟抗自由基氧化、阻止膜的脂质过氧化和保护细胞结构完整的显著作用,这可能与芦荟中含有多种抗氧化物质有关。芦荟富含多种抗氧化物质,如芦丁等黄酮类, V_E、V_C、β-胡萝卜素等维生素,多种氨基酸、多糖、不饱和脂肪酸和其它抗氧化物质。芦荟抗疲劳效果可能是这些高效自由基清除成分综合作用的体现,或者与芦荟中某些成分诱导运动中内源性抗氧化酶的基因表达有关^[13]。芦荟抗疲劳的分子生物学机制及其抗疲劳功效和量效关系等尚待进一步研究。

参考文献:

- [1] Desai KN, Wei H, Lamartiniere CA. The preventive and therapeutic potential of the squalene - containing compound, Roindex, on tumor promotion and regression[J]. *Cancer Lett*, 1996, 101(1): 93 - 96.
- [2] Malterud KE, Farbot TL, Huse AE, et al. Antioxidant and adical scavenging effects of anthraquinones[J]. *Pharmacology*, 1993, Suppl 1: 77 - 85.
- [3] Sato Y, Kumazawa N, Suzuki M, et al. Studies on chemical Protectors against radiation. XXXIII. Protective mechanisms of various compounds against skin injury induced by radiation[J]. *Yaku-gaku Zasshi*, 1991, 111(1): 51 - 58.
- [4] 任 岱, 王一凡, 姚银秀, 等. 芦荟对超氧阴离子自由基

- 链式反应的影响[J]. *中国现代医学杂志*, 1999, 9(6): 22 - 24.
- [5] Thomas DP. Effects of repeated exhaustive exercise on myocardial subcellular membrane structure. *Int [J]. J Sports Med* 1988, 9(4): 257 - 260.
- [6] 陈 奇. 中药药理研究方法学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1993: 951 - 953, 834 - 836.
- [7] 徐淑云. 药理实验方法学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1982: 129 - 130.
- [8] Lovlin R. Are indices of free radical damage related to exercises intensity[J]. *European Journal of Applied Physiology*, 1987, 56(3): 313 - 316.
- [9] 许素文. 肾脏的自由基代谢与运动性蛋白尿关系的实验研究[J]. *中国运动医学杂志*, 1993, 12(4): 215.
- [10] 郭世炳, 匀海松. 运动与氧自由基损伤[J]. *中国运动医学杂志*, 1990, 9(3): 161 - 166.
- [11] Slater TF. Free - radical mechanisms in tissue injury[J]. *Biochem J*, 1984, 222(1): 1 - 15.
- [12] 浦钧宗. 优秀运动员机能评定手册—国家体委体育科学技术成果专辑[M]. 北京: 人民体育出版社, 1998.
- [13] Yagi A. Effect of aloe lectin on DNA synthesis in baby hamster kidney cell[J]. *Experientia*, 1985, 41(5): 669 - 671.

[编辑: 郑植友]