

龙眼多糖对大鼠游泳运动能力的影响

聂英涛¹, 杨杰夫², 陈健³

(1. 广西师范大学体育学院, 广西桂林 541004; 2. 广西师范大学漓江学院, 广西桂林 541006; 3. 桂林医学院, 广西桂林 541004)

摘要 [目的] 观察龙眼多糖对大鼠游泳运动能力的影响。[方法] 80只雄性Wistar大鼠随机分为4组: 对照组和龙眼多糖低、中、高剂量组(50、100、200 mg/kg), 连续给药7 d后, 每组取10只进行负重游泳试验, 观察龙眼多糖对大鼠力竭游泳时间的影响; 剩余大鼠负重游泳90 min后观察血清尿素氮(BUN)、超氧化物歧化酶(SOD)、丙二醛(MDA)、乳酸、组织肝糖原和肌糖原的变化。[结果] 大鼠给药7 d后, 与对照组相比, 龙眼多糖能显著延长大鼠负重游泳时间, 提高血清中超氧化物歧化酶水平, 降低MDA的含量, 降低运动后血清BUN和乳酸水平, 同时显著增加大鼠肝糖原和肌糖原含量。[结论] 龙眼多糖可能通过改善组织糖原储备及抗氧化作用提高大鼠游泳运动能力。

关键词 龙眼多糖; 游泳; 代谢产物; 自由基

中图分类号 S865.1⁺2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2009)34-16863-02

Effects of Longan Polysaccharide on Swimming Ability of Rat

NIE Ying-tao et al (PE School of Guangxi Normal University, Guilin, Guangxi 541004)

Abstract [Objective] The aim was to observe effects of longan polysaccharide on swimming ability of rat. [Method] 80 Wistar rats were randomly divided into four groups: control group, low, middle and high dosage groups of longan polysaccharide (50, 100, 200 mg/kg). After continuous administration for 7 days, ten rats out of each group were trained into doing a weight-loaded swimming until they were exhausted, and the time span was recorded as the sign of physical endurance. Changes of BUN, SOD, MDA, liver glycogen, muscle glycogen in residual rats were observed after weight-loaded swimming 90 min. [Result] Compared with control group, longan polysaccharide could significantly prolong weight-loaded swimming time of rats, increase SOD activity, reduce the accumulation of MDA and lactic acid levels in serum, decrease BUN levels in serum, increase liver glycogen, muscle glycogen contents significantly. [Conclusion] Longan polysaccharides could enhance swimming ability of rats through improving organization of glycogen reserves and anti-oxidation.

Key words Longan polysaccharide; Swimming; Metabolite; Free radical

龙眼又名桂圆, 俗称圆眼, 属无患子科植物, 为广西的四大佳果之一。龙眼肉、核、皮及龙眼树根均可作药用。龙眼性温味甘, 益心脾, 补气血; 具有良好的滋养补益作用, 民间主要用于心脾虚损、气血不足所致的疲劳、健忘、惊悸、眩晕等症。多糖作为龙眼中一种重要的活性组分, 具有复杂的生物活性。研究表明, 龙眼多糖具有很强的体外抗氧自由基作用^[1], 而前期预试验也证实龙眼多糖有较强的抗疲劳作用。笔者就其对大鼠游泳运动能力作用及机制进行了探讨。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 药品。龙眼多糖(含量63%), 由桂林医学院机能实验室自行提取。

1.1.2 试验动物。雄性Wistar大鼠, 体重220~270 g(桂林医学院实验动物中心, 动物合格证号: 2008A045)。

1.2 方法

1.2.1 药物提取。龙眼新鲜果肉用8倍量蒸馏水提取3次, 合并水提液, 减压浓缩至适当体积, 浓度95%乙醇醇沉24 h后, 用浓度95%乙醇、丙酮洗涤5次, Sevage法除去植物蛋白后得龙眼多糖。

1.2.2 游泳训练。大鼠游泳训练在特殊的游泳箱(半径为50 cm、水深为50 cm)中进行, 水温保持在(35±1)℃。第1天训练时间为30 min, 以后逐日递增10 min, 加至80 min维持该训练量至试验结束^[2]。共训练14 d, 剔除不会游泳的大鼠。

1.2.3 动物分组和给药。选取的80只大鼠随机分为对照组和龙眼多糖低剂量组(50 mg/kg)、中剂量组(100 mg/kg)、高剂量组(200 mg/kg), 每组20只。试验用药因含少量植物蛋白, 用0.5%羧甲基纤维素钠助溶, 其中对照组适应性饲养1周, 灌胃给予0.5%羧甲基纤维素钠7 d; 龙眼多糖各剂量组适应性饲养7 d后, 给予相应药物7 d。

1.2.4 负重游泳试验。每组取10只大鼠进行急性力竭负重游泳试验, 方法参考文献[3]。于末次给药后1 h, 在大鼠尾部缚大约为体重5%的砝码, 然后放入特殊的游泳箱, 水温维持在(35±1)℃。力竭的时间从游泳试验开始直至沉入箱底后10 s不浮出水面进行计算, 比较各组大鼠负重游泳至力竭的时间。

1.2.5 取动物标本。剩余大鼠实施90 min急性负重游泳后取出, 腹腔注射戊巴比妥钠(45 mg/kg)麻醉, 立即分离趾长伸肌和肝脏, 用4℃生理盐水冲洗后, 滤纸吸干, 迅速用电子天平称重, 放入液氮中快速冷冻, 保存在-80℃待测。同时立即于腹主动脉取血, 4℃下以3 000 r/min离心10 min, 取血清, 分装后保存在-80℃冰箱待测。

1.2.6 检测项目与方法。采用分光光度计检测大鼠血清乳酸、尿素氮(BUN)、超氧化物歧化酶(SOD)、丙二醛(MDA)及组织肌糖原和肝糖原等的变化。试剂盒均购自南京建成生物工程研究所, 严格按试剂盒说明书进行操作。

1.2.7 统计方法。试验数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 用单因素方差分析检验组间差异。

2 结果与方法

2.1 龙眼多糖对大鼠负重游泳时间的影响 由表1可知, 与对照组比较, 龙眼多糖高剂量组负重游泳时间极显著延长, 中剂量组显著延长。

基金项目 桂林医学院自然科学基金项目(AJSXY090105)。

作者简介 聂英涛(1978-), 女, 广西桂林人, 硕士, 讲师, 从事健美操、艺术体操、啦啦队教学与训练及运动人体科学研究。

收稿日期 2009-07-27

2.2 龙眼多糖对大鼠血清中乳酸、BUN、SOD及MDA的影响 由表1可知,与对照组比较,龙眼多糖高、中剂量组乳酸含量极显著降低;龙眼多糖高剂量组BUN含量极显著降低,中剂量组BUN含量显著降低;龙眼多糖高、中剂量组SOD含

量极显著提高,低剂量组显著提高;龙眼多糖高、中、低剂量组MDA含量均极显著降低。

2.3 龙眼多糖对大鼠肝糖原和肌糖原的影响 由表1可知,与对照组比较,龙眼多糖高剂量组肝糖原和肌糖原含量

表1 龙眼多糖对大鼠游泳运动能力的影响

Table 1 Effects of longan polysaccharide on swimming ability of rat

组别 Groups	负重游泳 时间//min Weight-loaded swimming tim	血清 Serum				肝糖原//mg/g Liver glycogen	肌糖原 mg/g Muscle glycogen
		乳酸//mmol/L Lactic acid	BUN//mmol/L	SOD//U/mg 蛋白	MDA// μ mol/L		
对照组 Control group	129.00 \pm 8.65	2.46 \pm 0.28	5.27 \pm 0.90	70.15 \pm 20.43	14.91 \pm 0.62	14.28 \pm 2.97	2.06 \pm 0.11
龙眼多糖高剂量组 High-dosage group	171.00 \pm 10.76**	1.16 \pm 0.16**	3.61 \pm 0.56**	119.10 \pm 23.81**	8.44 \pm 0.34**	21.44 \pm 3.76**	2.99 \pm 0.21**
龙眼多糖中剂量组 Middle-dosage group	140.36 \pm 11.02*	1.72 \pm 0.25**	4.59 \pm 0.71*	107.97 \pm 20.06**	10.11 \pm 0.46**	17.36 \pm 3.02*	2.29 \pm 0.15*
龙眼多糖低剂量组 Low-dosage group	131.44 \pm 9.99	2.39 \pm 0.28	5.09 \pm 0.64	88.88 \pm 13.98*	11.25 \pm 0.66**	15.44 \pm 4.99	2.17 \pm 0.09

注: *指与对照组比较在0.05水平有差异; **指在0.01水平有差异。n=10。

Note: * means difference at 0.05 level compared with control group; ** means difference at 0.01 level. n=10.

极显著升高,中剂量组肝糖原和肌糖原含量显著升高。

3 讨论

疲劳会引起机体一系列生化改变,而这些变化将导致体育训练效果的下降。体育训练中,大量长时间的运动带来的必然是运动性疲劳。机体在进行某些运动时肌肉所需的能量是靠有氧无氧混合供能,如力竭负重游泳,既要求供能快,又要求供能的持续时间长,而且整个过程缺氧程度较深。所以导致疲劳的原因可能是机体产生大量的氧自由基对细胞器(如线粒体)的破坏以及代谢产物堆积过多(如乳酸、尿素氮)而造成内环境稳定性失调^[4]。而在体外有很强抗氧自由基活性的龙眼多糖,对抗氧自由基和抑制代谢产物的堆积都有较好的作用,故它在提高游泳运动能力方面是很合适的天然药物。

(1) 龙眼多糖减轻游泳运动后大鼠体内脂质过氧化程度。机体安静状态下,氧自由基的生成和清除是处于动态平衡的。当机体进行力竭负重游泳运动时,机体将大量增加氧化磷酸化反应,从而产生足够的能量以维持机体的需要,此时氧自由基将大量产生^[5]。细胞内存在的SOD能清除超氧阴离子自由基,保护细胞免受损伤,但当清除速度小于生成速度时,平衡被打破,氧自由基与组织生物膜不饱和脂肪酸发生脂质过氧化连锁反应,产生大量MDA^[6]。有研究表明,运动训练时给予抗氧化剂可以减少氧自由基对细胞器的伤害,减轻细胞的应激反应^[7]。该研究结果表明,龙眼多糖可以明显提高血清中SOD水平,减轻运动过程中血清中细胞膜和线粒体脂质过氧化程度,从而减少对其的伤害。同时这一特性可减少机体的无氧供能,从而减少代谢产物(如乳酸、尿素氮)的产生过多,延缓疲劳的发生。龙眼多糖在体外有很强抗氧自由基活性^[1],故笔者认为其提高游泳运动能力主要是通过对抗氧自由基、减轻脂质过氧化程度来实现的。至于龙眼多糖在体内是减少抗氧自由基的生成还是加快其清除,有待进一步探讨。

(2) 龙眼多糖减少游泳运动后大鼠血清乳酸的含量。力竭游泳运动时,当供氧不足单靠有氧氧化不能满足能量的要求,就必须靠加速糖的无氧酵解来提供能量,在这一过程中,

机会会产生大量的乳酸,乳酸解离可产生大量的H⁺,从而抑制磷酸果糖激酶活性并且细胞膜通透性增加,降低糖的分解速率。而肌肉组织内的乳酸迅速渗入血液中,使血乳酸含量增加^[8],机体产生的大量氧自由基加重了这一反应的发生。试验中观察到,对照组血清乳酸明显升高,可能是大鼠游泳过程中糖无氧酵解增多和组织细胞(尤其是骨骼肌)膜通透性增加所致。龙眼多糖可以明显减少运动后大鼠血清中乳酸的含量,提示可能与其对抗氧自由基对细胞器的损害,减少细胞膜通透性和葡萄糖无氧酵解,改善大鼠有氧供能的能力从而提高机体的耐力有关。

(3) 龙眼多糖减少游泳运动后大鼠血清尿素氮的含量。力竭游泳运动时,机体可利用的糖耗竭,糖和(或)脂肪分解代谢不能提供足够的能量时,机体的蛋白质与氨基酸分解代谢会随之增强,而机体中氨基酸可生成丙酮酸和谷氨酸。谷氨酸进入线粒体基质形成游离氨,再经尿素循环生成尿素,使血中尿素氮含量增加,同时核苷酸代谢的加强,也使得尿素氮含量增加^[9]。力竭运动诱发肾脏组织自由基作用的加强和自由基清除能力的相对不足,导致肾小球滤过膜、肾小管超微结构的改变和功能下降,以及肾线粒体膜结构和功能受损、能量代谢障碍^[10],也是导致尿素氮增加的重要原因。该试验中观察到龙眼多糖高、中剂量可以减少运动后大鼠BUN的含量,延缓疲劳的发生,可能与对抗氧自由基,保护肾小球滤过膜以及肾线粒体有关。

(4) 龙眼多糖改善游泳运动后大鼠肝糖原和肌糖原的含量。游泳运动初期,机体首先利用血中葡萄糖的有氧氧化和肌糖原酵解供给能量,而当肌糖原被分解耗竭,运动肌吸收血糖进而引起血糖水平下降,这时机体的胰岛素分泌下降,导致肝糖原分解增加,维持血糖水平,故肝糖原和肌糖原含量是反映疲劳程度的敏感指标^[11]。该试验结果表明,龙眼多糖中、高剂量组提高游泳运动后大鼠趾长伸肌肌糖原和肝糖原含量,从而为机体提供较好的能量储备起着重要的作用。但龙眼多糖低剂量组与对照组相比无明显差异。且龙眼多糖到底是通过增加肝、肌糖原储备,还是通过减少运动时对肝、肌糖原的消耗,或者两者兼有之,仍有待进一步研究。(下转第16915页)

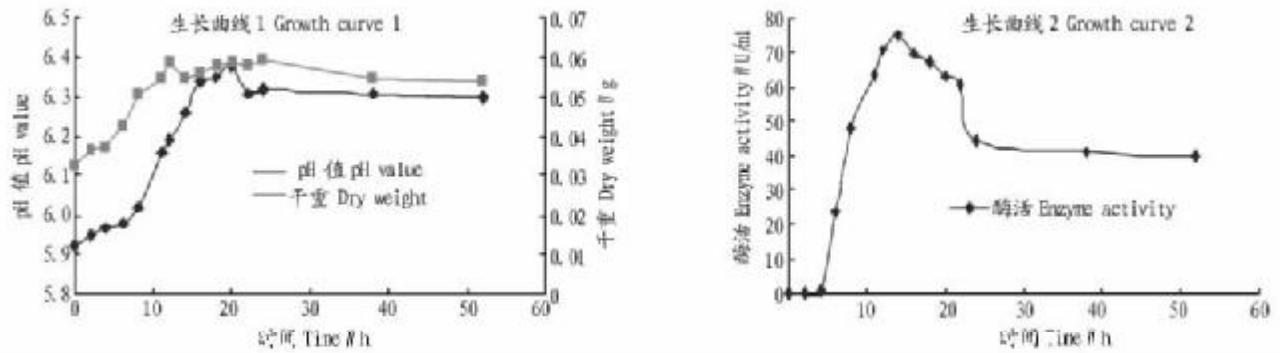


图2 研究菌生长曲线

Fig. 2 Growth curve of the fungus

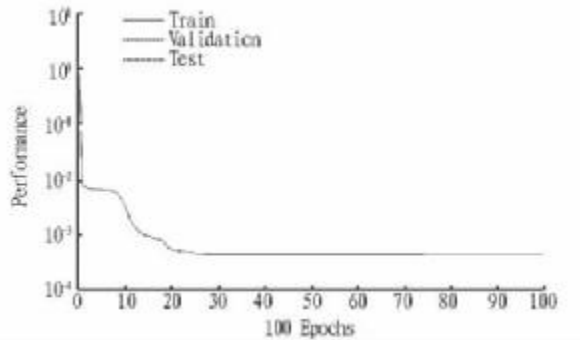


图3 误差平方和曲线

Fig. 3 Curve of error square sum

3 讨论

提出了基于BP神经网络筛得产 β -葡萄糖苷酶真菌预测模型。与其他常用方法相比,该模型构建简单,预测准确,说明提出的方法是行之有效的。在实际应用中,可以通过增加训练的数据量、对数据进行归一化处理等操作,进一步提高预测精度。总之,BP神经网络用于真菌的生长预测,有着良好的前景。

参考文献

- [1] 张铃,张钺. 人工神经网络理论及应用[M]. 杭州:浙江科学技术出版社,1997.
- [2] 张文孝,高国栋,慕光宇. 基于BP神经网络的海水盐度建模研究[J]. 海洋技术,2006(4):39-41.
- [3] 李博,李里特,辰巳英三,等. 豆腐(豆浆)中屎肠球菌生长的温度预测模型[J]. 中国农业大学学报,2003,8(2):49-53.

- [4] 秦鹏,吴振强. 基于BP神经网络的丝状真菌生长预测研究[J]. 现代食品科技,2009,25(4):388-390.
- [5] 王贵娟. 黑曲霉产 β -葡萄糖苷酶优良菌株的 Co^{60} 辐射诱变选育及发酵特性研究[D]. 合肥:合肥工业大学,2007.
- [6] 陈军杰. β -葡萄糖苷酶的液态发酵生产及其应用[D]. 无锡:江南大学,2005.
- [7] 朱凤妹,李军,杜彬,等. β -葡萄糖苷酶产生菌的选育及其性质研究[J]. 安徽农业科学,2008,36(3):860-862.
- [8] YANNIEK G, PATRIEK C, STEPHANE P, et al. Enhancement of aromatic quality of Muscat wine by the use of immobilized β -glucosidase[J]. Journal of Biotechnology, 1997, 55(3):151-156.
- [9] MANDELS M. Measurement of saccharifying cellulase[J]. Biotech Bioeng, 1976(6):21-34.
- [10] ZHENG Z M, FOO Y D, JEFFERY P O, et al. A simple structure model for enzyme production by *Phanerochaete chrysosporium* [J]. Chinese Journal of Chemical Engineering, 2003, 11(4):414-419.
- [11] 熊小平,文湘华,徐康宁,等. 白腐真菌批式发酵动力学模型研究[J]. 环境科学,2008,29(2):494-499.
- [12] VANDANA GOSWAMI, SRIVASTAVA A K. Fed-batch propionic acid production by *Propionibacterium acidipropionici* [J]. Biochemical Engineering Journal, 2000, 4:121-126.
- [13] BARD Y. Nonlinear parameter estimation, dynamic models [M]. New York: Academic Press, 1974.
- [14] 李春喜. 生物统计学[M]. 2版. 北京:科学出版社,2001.
- [15] HE BF, HAN B, ZHAO HX. Research on β -1,3-glucanase in plants [J]. Inner Mongolia Agricultural Science and Technology, 2006(5):21-25.
- [16] LIU JR, MA YJ, YANG WJ, et al. Normalized radial basis function neural network to forecasting the rice stem borer occurrence tendency and its comparison with BP network [J]. Inner Mongolia Agricultural Science and Technology, 2009(1):26-28.

(上接第16864页)

综上所述,龙眼多糖可明显提高大鼠游泳运动能力,可能与其有着很强的对抗氧自由基能力,提高血清SOD含量,减轻细胞脂质过氧化程度,从而减少运动后体内乳酸、尿素氮含量有关,同时也不排除龙眼多糖以多靶点、多途径的形式影响其中的一个或几个环节,达到综合的抗疲劳效果。

参考文献

- [1] 吴华慧,李雪华. 荔枝、龙眼果肉及荔枝、龙眼多糖清除活性氧自由基的研究[J]. 食品科学,2003(9):167-168.
- [2] 朱全,浦钧宗. 大鼠游泳训练在运动实验中的应用方法[J]. 中国运动医学杂志,1996,15(2):125-128.
- [3] MORIURA T, MATSUDA H, KUBO M. Pharmacological study on *Aegle marmelos* BOIE. V. anti-fatigue effect of the 50% ethanol extract in acute weight-loaded forced swimming-treated rats [J]. Biol Pharm Bull, 1996, 19(1):62-66.

- [4] 冯美云. 运动生物化学[M]. 北京:人民体育出版社,1999:211-212.
- [5] 张军,常波. 力竭性游泳运动后及恢复期不同时相大鼠心肌SOD活性和mRNA表达的研究[J]. 天津体育学院学报,2008,23(3):247-250.
- [6] BACHUR J A, GARCIA S B, VANNUCCI H, et al. Anti-oxidative systems in rat skeletal muscle after acute physical exercise [J]. Appl Physiol Nutr Metab, 2007, 32(2):190-196.
- [7] 蒋璐,车力龙,肖德生. 长期游泳运动对大鼠心肌脂质过氧化应激反应和抗氧化作用影响的性别差异[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2007, 11(47):9475-9478.
- [8] 查锡良. 生物化学[M]. 7版. 北京:人民卫生出版社,2008:169-208.
- [9] 杨静宜. 评价消除疲劳效果指标敏感性指标的研究[J]. 北京体育大学学报,1994,17(3):37-42.
- [10] 周涛,曹建民,吴丽霞,等. 大强度运动引起大鼠运动性尿蛋白升高机制的研究[J]. 北京体育大学学报,2004,27(11):87-92.
- [11] PAUL L, WOOD L. Skeletal muscle fatigue [J]. Physical Therapy Reviews, 2002, 7(2):123-132.