

柚皮水提液耐缺氧抗疲劳的研究

李 明

(泰山学院体育学院, 山东泰安 271021)

摘 要:观察了柚皮水提液的耐缺氧与抗疲劳作用。以小鼠为研究对象,随机分为正常对照组、柚皮水提液小剂量、中剂量和大剂量组,连续灌胃10d。采用断头缺氧、常压耐缺氧及负重游泳等实验方法,观察小鼠断头后张口呼吸时间、常压缺氧存活时间及游泳存活时间。结果发现,1g/mL和2g/mL柚皮水提液能明显延长小鼠断头后张口呼吸时间和常压缺氧存活时间($p<0.01$),显著延长力竭游泳时间(分别为 $p<0.05$ 和 $p<0.01$),明显提高肝糖原和肌糖原含量($p<0.01$)。柚皮水提液具有提高小鼠耐缺氧和抗疲劳能力的作用。

关键词:柚皮,水提液,耐缺氧,抗疲劳,小鼠

Anti-hypoxia and anti-fatigue effects of water extract from pummel pericarp

LI Ming

(P.E Dean, Tai Shan College, Tai'an 271021, China)

Abstract: Anti-hypoxia and anti-fatigue effects of water extracts from pummel pericarp were observed in this experiment. Mice were randomly divided into four groups: normal control, pummel pericarp water extracts low-dose group, medium-dose and high-dose group, and given corresponding solution intragastrically for 10d. Hypoxia tolerance under decapitation or normal pressure and loaded swimming test were conducted to observe the gasping duration after decapitation, survival time in normal pressure anoxia and swimming endurance. Results revealed that water extracts from pummel pericarp at 1g/mL and 2g/mL could significantly prolonged gasping duration after decapitation and survival time in normal pressure anoxia ($p<0.01$), improved swimming endurance ($p<0.05$ and $p<0.01$ respectively), increased liver glycogen and muscle glycogen content ($p<0.01$). Water extracts from pummel pericarp exhibited excellent effects on improving hypoxia and fatigue resistance.

Key words: pummelo pericarp; water extracts; anti-hypoxia; anti-fatigue; mice

中图分类号: R285.5

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2014)16-0342-03

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2014.16.066

柚皮为芸香科植物柚(*Citrus grandis* L.)的果皮,其性味辛、甘、苦、温,具有宽中理气,化痰止咳之功效,用于气滞腹胀,胃痛,咳嗽气喘,疝气痛。柚皮主要含黄酮类化合物、挥发油、矿物质等,其中黄酮类化合物主要是柚皮苷,还有少量的新橙皮苷及其他黄酮类化合物^[1-2]。现代药理研究发现,柚皮提取物具有抗氧化、降血脂、抑菌抗炎、抑制血小板聚集及抑制肿瘤等作用^[3-8]。只有少量外果皮用于凉果蜜饯加工、香精油提取以及中药饮片加工,90%以上作为废弃物而被丢弃,既污染环境,又不利于资源的综合利用。目前关于柚皮的研究,主要集中在提取工艺及抗氧化、降脂抑菌等活性,关于抗疲劳及耐缺氧则鲜有报导。本实验拟以小鼠为研究对象,柚皮水提取液连续灌胃给药,观察柚皮水提液对缺氧和运动疲劳的

作用,为进一步开发柚皮的药用价值提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

蜜柚 市售,果皮自然风干即为柚皮;萘酚、硫酸、亚硝酸钠、钠石灰、凡士林等 均为国产分析纯;昆明种清洁级小鼠 体质量18~22g,雌雄各半,购自山东泰邦生物制品有限公司,动物许可证号SCXK(鲁)2013-0006,在自由饮水、进食环境中适应性喂养5~7d后,用于实验。

RE-52型旋转蒸发器 上海亚荣生化仪器;T6型新世纪紫外分光光度计 北京普析通用仪器有限公司;游泳箱 自制。

1.2 实验方法

1.2.1 柚皮水提液的制备 精密称取柚皮100g,加10倍量水置电炉上煎煮2次,每次1h,过滤,合并滤液,滤液浓缩至2g/mL水提液(相当于每mL含生药2g,加水稀释成1、0.5g/mL,分别作为大、中、小三个剂量),置于4℃冰箱贮藏备用。

收稿日期: 2013-12-09

作者简介: 李明(1972-),男,硕士研究生,讲师,研究方向: 体育教育训练学,运动医学。

1.2.2 断头缺氧实验 取小鼠48只,随机分为4组,即正常对照组(蒸馏水)、柚皮水提液小、中、大剂量组(0.5、1、2g/mL),分别灌胃给药0.3mL/10g体重,每日1次,连续10d。末次给药1h后,各组小鼠均在双耳连线处快速断头,记录小鼠断头后至张口喘气停止时间(以小鼠张口呼吸停止且舌头外露为标志停止计时)^[9]。

1.2.3 常压耐缺氧实验 取小鼠48只,分组及给药方法同“1.2.2”。末次给药1h后,将小鼠分别放入盛有15g钠石灰的250mL广口瓶内(每瓶1只),瓶口涂抹凡士林盖严使之不漏气,立即计时,以呼吸停止为指标,记录小鼠存活时间^[9]。

1.2.4 负重游泳实验 取小鼠48只,分组及给药方法同“1.2.2”。末次给药1h后,将小鼠尾部系以体重5%的铅丝负重,置入温度为25℃,水深30cm的游泳箱中负重游泳。记录小鼠开始游泳到体力耗尽沉入水面8s不能浮出水面为止的时间,该时间为小鼠的力竭游泳时间^[9]。此后迅速取出小鼠、断头处死,立即取出肝脏和大腿肌肉,加冰生理盐水制备肝组织和肌肉组织匀浆,按照蒽酮-硫酸法测定肝糖原和肌糖原含量^[10]。

1.2.5 统计学处理 所有数据均以均值±标准差($\bar{x} \pm SD$)表示,采用SPSS 17.0统计软件对实验数据进行单因素方差分析及组间均数差异的统计学分析。

2 结果与分析

2.1 柚皮水提液的耐缺氧作用

随着现代竞技体育的迅猛发展,运动强度也逐渐增大,高机体的耐缺氧和抗疲劳能力,是运动医学和运动生理学关心和探讨的问题,寻找安全有效的药物也成为当前领域的研究热点。大强度运动时机体内需氧量增加而导致机体缺氧,糖酵解作用增强,乳酸生成增多并在体内堆积。乳酸的还原可使体内自由基消除酶受到破坏,导致自由基生成的底物增

表1 柚皮水提液的耐缺氧作用($n=12, \bar{x} \pm SD$)

Table 1 Effect of water extracts from pummel pericarp on hypoxia tolerance ($n=12, \bar{x} \pm SD$)

组别	剂量(g/mL)	断头后张口呼吸时间(s)	常压缺氧存活时间(s)
正常对照组	-	16.22±4.54	24.69±7.31
柚皮水提液小剂量组	0.5	18.74±7.12	30.67±4.54*
柚皮水提液中剂量组	1.0	25.08±5.77** ^Δ	38.22±8.57** ^{ΔΔ}
柚皮水提液大剂量组	2.0	28.65±6.58** ^{ΔΔ}	42.67±6.84** ^{ΔΔ}

注:与正常对照组比较* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$;与柚皮水提液小剂量组比较 $\Delta p < 0.05$, $\Delta\Delta p < 0.01$;表2同。

表2 柚皮水提液的抗疲劳作用($n=12, \bar{x} \pm SD$)

Table 2 Anti-fatigue Effect of water extracts from pummel pericarp in mice ($n=12, \bar{x} \pm SD$)

组别	剂量(g/mL)	力竭游泳时间(min)	肝糖原含量(g/100g)	肌糖原含量(g/100g)
正常对照组	-	132.74±34.52	5.02±1.12	0.56±0.08
柚皮水提液小剂量组	0.5	128.14±37.06	6.84±0.96	0.74±0.16
柚皮水提液中剂量组	1.0	169.35±42.57* ^Δ	9.77±2.78** ^{ΔΔ}	1.17±0.39** ^{ΔΔ}
柚皮水提液大剂量组	2.0	214.54±39.66** ^{ΔΔ}	12.55±3.11** ^{ΔΔ}	1.38±0.44** ^{ΔΔ}

多,造成细胞过氧化损伤^[11]。

本实验观察了柚皮水提液的耐缺氧作用,结果见表1。柚皮水提液中、大剂量组小鼠断头后张口呼吸时间较正常对照组显著延长,差异极显著($p < 0.01$);与柚皮水提液小剂量组相比有显著性差异,其中中剂量差异显著($p < 0.05$),大剂量差异极显著($p < 0.01$)。小、中、大剂量柚皮水提液均可显著延长小鼠常压缺氧状态下的存活时间,与正常对照组比较,小剂量差异显著($p < 0.05$),中、大剂量具有极显著差异($p < 0.01$),且柚皮水提液中、大剂量组的存活时间显著长于小剂量组(分别是 $p < 0.05$ 和 $p < 0.01$)。

2.2 柚皮水提液的抗疲劳作用

疲劳最直接和客观的表现是运动耐力下降,有时也是机体发展到伤病状态的一个先兆。近年来,学者对运动疲劳的发生机制进行了有益的探索,并提出了很多假说。能量耗竭学说提出,运动过程中大量能源物质被消耗又不能及时补充,是产生运动疲劳的主要原因^[12]。因此,体内糖原含量可反映疲劳发生的快慢或程度。增加糖原储备或减少运动时糖原的消耗,能够给机体提供更多的能量,从而达到抗疲劳的目的^[13]。小鼠游泳实验是评价药物抗疲劳能力的主要方法,力竭游泳时间可作为评价疲劳时运动耐力的重要指标。

本实验观察了柚皮水提液的抗疲劳作用,结果见表2。从表2可以看出,与正常对照组比较,柚皮水提液中、大剂量组小鼠力竭游泳时间明显延长(分别为 $p < 0.05$ 和 $p < 0.01$),肝糖原和肌糖原含量极显著增加($p < 0.01$),而小剂量组的力竭游泳时间和肌糖原含量则无显著变化($p > 0.05$),提示中、大剂量的柚皮水提液可缓解负重游泳小鼠的疲劳发生。

3 结论

柚皮水提液能显著延长常压下小鼠耐缺氧存活时间和断头后张口呼吸时间,明显提高小鼠耐缺氧能力,表现出一定的量效关系。柚皮水提液还能显著延长负重游泳小鼠的力竭游泳时间,增加体内肝糖原和肌糖原贮备,从而发挥延缓小鼠疲劳发生的作用,具有良好的开发应用前景,但其确切的作用机制尚有待进一步研究和探讨。

参考文献

- [1] 赵雪梅,叶幸乾,席屿芳,等. 胡柚皮中的化学成分研究[J]. 中国食品学报,2004,4(2):19-24.
- [2] 郭景梅,张天歌. 胡柚皮中化学成分的研究[J]. 黑龙江医药,2008,21(4):30-31.

(下转第348页)

conference on quality management of fresh cut produce, 2007: 83-88.

[25] 孙炳新, 杨金玲, 赵宏侠, 等. 鲜切果蔬包装的研究现状与进展[J]. 食品工业科技, 2013, 34(7): 392-396, 400.

[26] Bai J H, Saftner R A, Watada A E, *et al.* Modified atmosphere maintains quality of fresh-cut cantaloupe[J]. Food Science, 2001, 66(8): 1207-1211.

[27] Agar I T, Massantini R, Hess-Pierce B, *et al.* CO₂ and ethylene production and quality maintenance of fresh-cut kiwifruit slices[J]. Food Science, 1999(64): 433-440.

[28] 陈学红, 秦卫东, 马利华, 等. 高氧气调包装对鲜切莴苣品质的影响[J]. 食品科学, 2009, 30(24): 457-459.

[29] 王成, 陈于陇, 徐玉娟, 等. 超高氧阻隔膜气调包装对鲜切胡萝卜品质的影响[J]. 北京工商大学学报: 自然科学版, 2012, 30(3): 59-64, 68.

[30] Liesbeth Jacxsens, Frank Devlieghere, Caroline Van der Steen, *et al.* Effect of high oxygen modified atmosphere packaging on microbial growth and sensorial qualities of fresh-cut produce[J]. Food Microbiology, 2001, 71(2-3): 197-210.

[31] 吴绪敏, 周颖越, 欧阳杰. 高氧气调包装鲜切洋葱的研究[J]. 食品科学, 2007, 28(9): 564-567.

[32] 华璐云, 雷桥, 谢晶. 臭氧协同气调包装对鲜切叶菜的保鲜作用[J]. 食品工业科技, 2012, 33(1): 354-358.

[33] 张敏. 气调包装对超市常温销售的先切芹菜品质的影响研究[J]. 包装工程, 2007, 28(3): 48-49.

[34] 张引成, 雷云, 王志英, 等. 二氧化碳气调包装对鲜切结球莴苣贮藏品质和生理的影响[J]. 食品科学, 2012, 33(8): 318-322.

[35] 高书亚, 王贞丽, 吴帅帅, 等. 气调包装对鲜切猕猴桃和木瓜贮藏[J]. 包装工程, 2013, 34(11): 39-42.

[36] 李伟丽, 李喜宏, 张培培, 等. 高氧处理对鲜切雪莲果货架寿命的影响[J]. 中国农学通报, 2009, 25(20): 72-75.

[37] 梁小玲, 卢立新. 高氧气调结合化学试剂处理对鲜切梨颜色变化的影响[J]. 食品与发酵工业, 2008, 34(6): 152-159.

[38] 车东, 卢立新. 高氧气调对鲜切莲藕包装质量的影响[J]. 包装工程, 2007, 28(8): 87-89.

[39] Maghoumi M, Gómez P A, Mostofi Y, *et al.* Combined effect of heat treatment, UV-C and super atmospheric oxygen packing on phenolics and browning related enzymes of fresh-cut

pomegranate arils[J]. LWT-Food Science and Technology, 2013, 54: 389-396.

[40] Ji Gang Kim, Yaguang Luo, Yang Tao, *et al.* Effect of initial oxygen concentration and film oxygen transmission rate on the quality of fresh-cut romaine lettuce[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2005, 85: 1622-1630.

[41] 穆翠娥, 饶景萍, 马海军, 等. 充N₂包装对猕猴桃鲜果切片品质和生理效应的影响[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2007, 35(7): 107-110.

[42] 提伟钢, 于文越, 邵士凤, 等. 可食性涂膜保鲜技术研究进展[J]. 保鲜与加工, 2012, 13(2): 49-52, 57.

[43] E A Baldwin, M O Nisperos, X Chen, *et al.* Improving storage life of cut apple and potato with edible coating[J]. Postharvest Biology and Technology, 1996, 9(2): 151-163.

[44] 胡文忠. 鲜切果蔬科学与技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2009: 267-271.

[45] 王思梦, 任艳芳, 何俊瑜, 等. 壳聚糖单一及复合涂膜对葡萄保鲜效果的影响[J]. 中国农学通报, 2010, 26(5): 46-50.

[46] 张伟娜, 代增英, 冯建岭, 等. 壳聚糖对鲜切苹果的保鲜效果[J]. 郑州轻工业学院学报: 自然科学版, 2012, 27(5): 21-24.

[47] Eissa, Hesham A A. Effect of chitosan coating on shelf life and quality of fresh-cut mushroom[J]. Journal of Food Quality, 2007(30): 623-645.

[48] Durango A M, Soares N F F, Andrade N J. Microbiological evaluation of an edible antimicrobial coating on minimally processed carrots[J]. Food Control, 2006(17): 336-341.

[49] 赵春霞, 胡蓉, 冯丽萍, 等. 涂膜处理对氩气气调包装的鲜切香菇品质的影响[J]. 包装工程, 2013, 34(5): 14-19, 33.

[50] 王娟, 陈平生, 孟祥春. 复合涂膜结合紫外处理对鲜切木瓜冷藏品质的影响[J]. 农业工程学报, 2012, 28(2): 273-277.

[51] 何建军, 周明全, 胡中立, 等. 真空包装冷藏生鲜净菜莲藕的研制[J]. 湖北农业科学, 2006(2): 118-120.

[52] 曾剑超, 吴希茜, 张卫佳, 等. 真空包装冷藏鲜切马铃薯的实验[J]. 上海蔬菜, 2007(6): 116-118.

[53] David Beltrán, María V Selma, Juan A, *et al.* Effect of different sanitizers on microbial and sensory quality of fresh-cut potato strips stored under modified atmosphere or vacuum packaging[J]. Postharvest Biology and Technology, 2005, 37: 37-46.

(上接第343页)

[3] 吴琼英, 贾俊强. 柚皮黄酮的超声辅助提取及其抗氧化性研究[J]. 食品科学, 2009, 30(2): 29-33.

[4] 杨晓泉, 张海德, 李琳. 柚皮黄酮类抗氧化物质的纯化及其降血脂作用研究[J]. 营养学报, 2004, 26(5): 378-381.

[5] 周效思, 周凯. 柚子皮提取物的抗炎止痛药效观察[J]. 临床和实验医学杂志, 2008, 7(12): 8-9.

[6] 李春美, 杜靖, 谢笔钧. 柚皮提取物的抑菌作用[J]. 食品与发酵工业, 2004, 30(1): 38-41, 56.

[7] 廖霞, 刘文, 丁航. 柚皮素对凝血酶诱导的兔血小板聚集的影响[J]. 时珍国医国药, 2010, 21(11): 2909-2910.

[8] 张海德, 何继芹, 黄玉林. 柚皮提取物的降血脂和抑肿瘤作

用[J]. 食品科学, 2006, 27(10): 517-520.

[9] 罗翔丹, 潘风光, 张铁华, 等. 鹿茸多肽对小鼠耐缺氧和抗疲劳能力的影响[J]. 食品科学, 2008, 29(4): 386-388.

[10] 高珊, 童英, 熊晓燕, 等. 蒽酮法与试剂盒法测定糖原含量的比较研究[J]. 首都公共卫生, 2011, 5(1): 38-40.

[11] 潘哲浩, 陈福习. 缺氧损伤、预防和应用[J]. 体育科技文献通报, 2012, 20(4): 20-22.

[12] 石展望. 运动疲劳产生机制研究进展[J]. 南阳师范学院学报, 2009, 8(3): 93-96.

[13] 李冰, 王敬凤, 傅佳, 等. 刺参对运动小鼠抗疲劳作用的研究[J]. 食品科学, 2010, 31(15): 244-247.