复方红景天缓解体力疲劳活性的研究

甘昌胜， 王珊珊， 李 鸿， 蔡坤良

（合肥工业大学 食品科学与工程学院，农产品生物化工教育部工程研究中心，安徽 合肥 230009）

摘要： 依据传统中医药理论，在藏药红景天抗疲劳的基础上，从常用缓解疲劳的中药中优选了黄精、枸杞、当归、五味子、肉苁蓉与红景天组成复方，以期从多个侧面提高抗疲劳活性。以昆明种雄性小鼠为研究对象，随机分成安静对照组、运动对照组、配方一组、配方二组、配方三组和红景天单方组，灌胃 30 d。研究结果表明，给药组均能不同程度地延长小鼠游泳时间、降低血清尿素氮、血乳酸的含量，增加肝糖元的含量，其中与红景天单方组相比，配方二和配方三组活性较好，而配方一组与红景天单方组比较无显著性差异。进一步考察了各组对运动小鼠的琥珀酸脱氢酶、肌酸激酶、ATP 酶等能量代谢相关酶活的影响，综合比较，配方三组抗疲劳活性效果最显著，表明其中各味中药能够很好地协同发挥作用，对开发复方红景天抗疲劳保健品具有一定的指导意义。

关键词： 红景天；复方；抗疲劳；机制

中图分类号：Q 946.83 **文章编号：**1673-1689(2019)08-0134-08 **DOI：**10.3969/j.issn. 1673-1689.2019.08.019

Study on the Anti-Fatigue Activity of the Compound of *Rhodiola*

GAN Changsheng， *WANG Shanshan*， *LI Hong*， *CAI Kunliang*

（Engineering Research Center of Bio-process of Ministry of Education，School of Food Science and Technology，Hefei University of Technology，Hefei 230009，China）

Abstract： According to the theories of traditional Chinese medicine，we selected the *Angelica*，*Schisandra*，*Cistanche*，*Chinese wolfberry*，*Polygonatum* from the commonly used traditional Chinese medicine to relieve the fatigue in combined with *Rhodiola*，in order to improve the anti-fatigue activity. Kunming male mice were randomly divided into 6 groups：the quiet control group，the swimming control group，formula group I，formula group II，formula group III，and single *Rhodiola* group. All mice were subjected to gavage administration for 30 days. Results showed that the drugs could significantly prolong the swimming time of mice，decrease the content of serum BUN，blood LA，increase the content of liver glycogen. Compared with single Rhodiola group，formulation II and III displayed better activities，while there was no significant difference between formula group I and single *Rhodiola* group. Each group was further investigated with SDH，CK，ATP enzyme activities in swimming mice. By comprehensive comparison，formula group III proved the best anti-fatigue effect，indicating the Chinese traditional medicines in formula III other than *Rhodiola* had a good

收稿日期： 2017-03-15

作者简介： 甘昌胜(1972—)，男，博士，副研究员，主要从事农产品加工、保健食品和天然药物化学研究。E-mail：gancs7894@163.com

引用本文： 甘昌胜，王珊珊，李鸿，等. 复方红景天缓解体力疲劳活性的研究[J]. 食品与生物技术学报，2019，38(08)：134-141.

synergy effect with it,and that may have some directive significance for the development of novel anti-fatigue health products.

Keywords:*Rhodiola*,compound,anti-fatigue,mechanism

疲劳是涉及许多生理生化因素的综合性生理过程,是机体体力或脑力活动达到一定阶段时出现的正常生理现象。但若疲劳长时间得不到有效缓解,会对肌体产生一系列伤害,甚至导致器质性疾病,威胁人类健康。

红景天作为我国传统的藏药,药用历史悠久,常生长在高寒缺氧地带[1],可在极其恶劣多变的自然环境中生长,造就了其独特的抗辐射、耐缺氧、抗疲劳、延缓人体衰老等功效,被誉为"高原人参"[2-5]。目前,红景天的抗疲劳活性已有一些报道,笔者也对红景天的活性成分及其提取物的抗疲劳活性进行了系列研究,表明具有较强的抗疲劳效果。

疲劳是一个受多重因素影响的复杂过程,中药单体一般作用比较单一,难以达到综合调理的效果,而且,红景天作为一种名贵珍稀药用植物,成本高,药价贵,适用群体有限。关于单味中药的实验报道较多见,检索了在文献中经常出现的具有抗疲劳活性的中药,发现多以滋补类中药为主,其中,补气的有人参、刺五加、红景天、灵芝、枸杞、五味子、黄精、大枣、黄芪、何首乌、绞股蓝等,补血活血的有三七、当归、阿胶、丹参等,还有补肾阳的中药,如淫羊藿、巴戟天、肉苁蓉、鹿茸等。作为中医药的一大特色,中药复方能够从不同侧面促进疲劳的缓解,综合调理,以有机的整体来认识人与疲劳的关系,注重疲劳产生的综合性和复杂性,调补相结合,使机体达到新的平衡,从而消除疲劳,恢复体力,具有其他单方或单味中药无法比拟的优势[6-8]。

本研究从补气和补血活血入手,辅以补肾阳,从上述常用的抗疲劳中药中选择了枸杞、黄精、五味子、当归和肉苁蓉,整体组方性平,久服不会燥热上火,且大多为药食同源的植物资源,即使长期服用,安全性也很高。论文在前期红景天抗疲劳功能的基础上,添加这几味中药复配组成复方,通过动物实验,研究复方对抗疲劳活性的增强效果,并进一步研究与运动小鼠的能量代谢密切相关的几种酶活性的变化,探讨抗疲劳机制,为保健品开发提供基础。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

大花红景天(*Rhodiola crenulata*)根,西藏林芝;当归(*Angelica sinensis*),甘肃岷县;多花黄精(*Polygonatum cyrtonema* Hua),安徽霍山;枸杞(*Lycium barbarumL.*),宁夏中宁;肉苁蓉(*Cistanche deserticola* Y. C. Ma),内蒙古阿拉善;北五味子(*Schisandra chinensis*(Turcz.) Baill),河北承德。中药材均购自合肥大药房。生化测试试剂盒均购自南京建成生物工程研究所。色谱纯乙腈、甲醇,国药集团化学试剂有限公司;水为超纯水;其余试剂均为分析纯,购自国药集团化学试剂有限公司。

UV-1600 型紫外分光光度计,北京瑞利分析仪器公司;FW177 型中草药粉碎机,天津市泰斯特仪器有限公司;1260 型高效液相色谱仪,美国安捷伦公司;RE52CS-1 型旋转蒸发仪,上海亚荣生化仪器厂。

健康雄性昆明种小鼠,体质量 20.0±2.0 g,购于安徽医科大学实验动物中心,同室分笼饲养一周,环境温度控制在 25±2 ℃,光照 12/24 h。

1.2 实验方法

1.2.1 复方中各味中药材浸膏的制备 1)红景天浸膏的制备。称取 10 g 已粉碎的大花红景天粉末,按照前期已优化出的提取条件,70%乙醇、料液比 1∶15、75 ℃提取 3 h。减压过滤,收集滤液,减压浓缩,回收乙醇,得红景天浸膏。

2)五味子浸膏的制备[9]。称取 20 g 粉碎后的五味子,选择 70%乙醇、料液比 1∶10、75 ℃提取 2 h,减压过滤,收集滤液;滤渣在同前的条件下再提取一次,合并两次收集的滤液,减压浓缩,得五味子浸膏。

3)枸杞浸膏的制备[10]。称取 5g 粉碎后的枸杞,加入 20 倍体积的水,80 ℃提取 2h。减压过滤,收集滤液,减压浓缩,得枸杞浸膏。

4)黄精浸膏的制备[11]。称取 10 g 黄精,粉碎,加入 15 倍体积水,90 ℃提取 2 h。收集滤液,减压浓

缩,得黄精浸膏。

5)肉苁蓉浸膏的制备[12]。称取 10 g 肉苁蓉,选择 60%乙醇、料液比 1:15、80 ℃提取 2 h,提取 2 次。合并滤液,减压浓缩,回收乙醇,得肉苁蓉浸膏。

6)当归浸膏的制备[13]。称取 10 g 粉碎后的当归粉末,加入 10 倍量水,80 ℃提取 2 次,第一次 3 h,第二次 2 h。合并滤液,滤液旋蒸浓缩,得当归浸膏。

1.2.2 复方中各味中药活性成分含量的测定 据 2010 版《中国药典》,红景天中的红景天苷、五味子中的五味子醇甲、枸杞子和黄精中的多糖、肉苁蓉中的松果菊苷、当归中的阿魏酸是其主要的代表性活性成分。其中红景天苷、五味子醇甲、松果菊苷、阿魏酸采用 HPLC 检测[9-16],枸杞多糖和黄精多糖含量由苯酚硫酸法测定[14]。

1)红景天苷标准曲线的绘制。HPLC 条件。流动相:甲醇:水=20:80,检测波长:275 nm,柱温:30 ℃,进样量:10 μL;流速:1.00 mL/min。分别配制质量浓度为 0.057 8、0.115 6、0.231 2、0.578、1.156、1.734 mg/mL 的红景天苷甲醇溶液,以质量浓度为横坐标,峰面积为纵坐标,得回归方程:

y=2 406.1x−5.587 6(R^2=0.999 9)。

2)五味子醇甲标准曲线的绘制。HPLC 条件。流动相:甲醇:水=65:35,检测波长:250 nm,柱温:30 ℃,进样量:10 μL。配制质量浓度为 0.010 3、0.031、0.051 5、0.103、0.152、0.206、0.31 mg/mL 的溶液,进样检测,以质量浓度为横坐标,峰面积为纵坐标,得回归方程:y=2197 9x+23.604(R^2=0.999 7)。

3)松果菊苷标准曲线的绘制。HPLC 条件。流动相:26.5(甲醇):73.5(0.1%甲酸溶液),梯度洗脱 0~17 min;29.5:70.5,17~27 min。检测波长:330 nm;柱温:30 ℃;进样量:10 μL;流速:1.0 mL/min。配制质量浓度为 0.025、0.05、0.1、0.2 和 0.4 mg/mL 的松果菊苷溶液,进样检测,以质量浓度为横坐标,峰面积为纵坐标,得回归方程:y=1 328.7x+25.385 (R^2=0.999 9)。

4)阿魏酸标准曲线绘制。HPLC 条件。流动相:乙腈:水=17:83;检测波长:316 nm;进样量:10 μL;柱温:35 ℃。配制质量浓度为 0.025 9、0.051 8、0.077 8、0.103 7、0.129 6、0.259 2、0.388 8、0.518 4 mg/mL 的阿魏酸甲醇溶液。在设定的色谱条件下进行分析,以阿魏酸质量浓度为横坐标,峰面积为纵坐标,得回归方程:y=32 790x+430.13(R^2=0.998 2)。

5)葡萄糖标准曲线的绘制。配制质量浓度为 5、20、35、50、65 μg/mL 的葡萄糖标准溶液。分别吸取 2.0 mL 上述不同质量浓度的葡萄糖溶液,置于 20 mL 试管中,每支试管中加入 1.00 mL 5%的苯酚,摇匀后缓慢滴加 5.00 mL 的浓硫酸。摇匀,静置 20 min,蒸馏水作空白对照,在 486 nm 处测定各管吸光度。测量结果对葡萄糖质量浓度做线性回归,回归方程为 y=0.013 7x+0.081 9(R^2=0.999 7)。

1.2.3 复方设计 将制得的各味中药浸膏,加水定容至 100 mL,得到各味中药的水溶液,配方以水溶液的体积进行配比。所有配方中含有的生药材总量都是 4 g,各复方中不同组分混合后,都加水稀释至 60 mL,保持与红景天单方同样的料液比 1:15(表 1)。

表 1 复方组成

Table 1 Composition of the compounds

药材种类	配方一		配方二		配方三	
	原药质量/g	溶液体积/mL	原药质量/g	溶液体积/mL	原药质量/g	溶液体积/mL
红景天	2.0	20	2.0	20	1.5	15
当归	0.2	2	0.3	3	0.5	5
五味子	0.3	1.5			0.3	1.5
枸杞	0.5	10	0.5	10	0.5	10
黄精	1.0	10	1.0	10	0.9	9
肉苁蓉			0.2	2	0.3	3

1.2.4 复方红景天抗疲劳活性的测定[17] 1)小鼠分组。小鼠随机分成 6 组,每组 40 只,分别是安静对照组、运动对照组、配方一组、配方二组、配方三组、红景天单方组(将 1.2.1 节中所得红景天浸膏加 150 mL 水复溶),分别灌以生理盐水、配方一、配方二、配方三溶液、红景天提取物溶液,以12 mL/kg(体质量)灌胃,每日一次,连续灌胃 30 d。每半个月记录小鼠体质量。

2)负重游泳实验[17]。末次灌胃 30 min 后,每组随机取出 10 只小鼠,在小鼠尾部绑上其体质量 5%的铅皮,放入水深 30 cm 左右、水温 25±0.5 ℃的水箱中游泳,记录小鼠自游泳开始至死亡的时间,作为小鼠力竭游泳时间。

3)血清尿素氮的测定[17]。末次灌胃 30 min 后,每组随机取出 10 只小鼠,置于 30 ℃的水中无负重游泳 90 min 后取出,休息 60 min,摘眼球采血 0.5 mL。待凝固后离心,取血清待测,具体测定方法按照南京建成试剂盒测定。

4)血乳酸测定[17-18]。末次灌胃 30 min 后,每组随机取出 10 只小鼠,负重 2%体质量在 30 ℃的水中游泳 60 min,安静 15 min 后采血备用。取小鼠全血 0.1 mL,加入蛋白沉淀剂 0.6 mL 混匀,4 000 r/min 离心 10 min,取上清液待测,具体测定方法按照南京建成试剂盒测定[19]。

5)肝糖元测定[17,20]。末次灌胃 30 min 后,每组随机取出 10 只小鼠,无负重置于水温 30 ℃的水中游泳 90 min 后,立即颈椎脱臼处死。取出肝脏,生理盐水漂洗后用滤纸吸干,称取肝组织 50 mg,加入 150 μL 30% NaOH 溶液,沸水浴 20 min,加 0.8 mL 水,混匀,制成 5%反应液,取反应液 0.5 mL 加水 0.5 mL,混匀,加蒽酮试剂 2 mL,沸水浴 5 min,620 nm 比色,按南京建成试剂盒要求测定。

1.2.5 复方红景天对运动小鼠能量代谢相关酶活的影响 小鼠运动方式同肝糖元的测定,运动后,立刻处死。取肝脏、血或肌肉组织测试琥珀酸脱氢酶(SDH)、肌酸激酶(CK)、三磷酸腺苷(ATP)酶活。

SDH 酶活测定:取小鼠肝组织匀浆上清和肌肉组织匀浆上清,按照南京建成试剂盒要求操作,在 600 nm 处比色,计算 5 和 65 s 时的吸光度值差值[20-22]。

CK 酶活测定:取小鼠肌肉组织匀浆上清,加生理盐水稀释为 0.25%的匀浆。取 20 μL 0.25%的肌肉组织匀浆,按照南京建成试剂盒说明书测定[21-23]。

ATP 酶活测定:称取 0.1 g 肌肉组织加入 0.8 mL 生理盐水,制备匀浆,1 500 r/min 离心 l0 min,取上清 0.2 mL 加 0.8 mL 生理盐水稀释成 2%组织匀浆,取 200 μL 测 ATP 酶活性,具体操作见南京建成试剂盒说明书[21-23]。

蛋白定量:采用考马斯亮兰染色法,具体操作见南京建成考马斯亮兰蛋白测定试剂盒说明书[24]。

1.2.6 统计分析 实验数据采用 SPSS 17.0 软件处理,以均数±标准差(x_0±s)表示,结果采用方差分析进行组间检验。

2 结果与讨论

2.1 复方中药材各活性成分测定结果

依据各活性成分的标准曲线,测得红景天溶液中红景天苷的质量浓度为 1.2 mg/mL,五味子溶液中五味子醇甲的质量浓度为 0.85 mg/mL,枸杞溶液中枸杞多糖的质量浓度为 2.51 mg/mL,黄精溶液中黄精多糖的质量浓度为 3.34 mg/mL,肉苁蓉溶液中的松果菊苷质量浓度为 1.56 mg/mL,当归溶液中的阿魏酸质量浓度为 0.05 mg/mL。从而,可以进一步计算出各组方中不同代表性活性成分的质量浓度,如表 2 所示。

表 2 各组方中代表性活性物质的含量

Table 2 Content of representative active substances in the prescription

活性成分	配方一	配方二	配方三
红景天苷/mg	24	24	18
阿魏酸/mg	0.1	0.15	0.25
五味子醇甲/mg	1.275		1.275
枸杞多糖/mg	25.1	25.1	25.1
黄精多糖/mg	33.4	33.4	30.06
松果菊苷/mg		3.12	4.68

2.2 复方红景天抗疲劳实验结果

2.2.1 对小鼠体质量的影响 灌胃期间,各组的小鼠精神状态良好,未见异常反应,不同组药物对小鼠体质量的影响见表 3。由表 3 可以看出,随着饲养天数的增加,小鼠体质量稳速增长,增长情况略有差异,但实验期间,各组小鼠体质量增长趋势相同。各给药组与对照组相比,无统计学差异(p>0.05),表明实验所采用的药物不影响小鼠的正常生长。

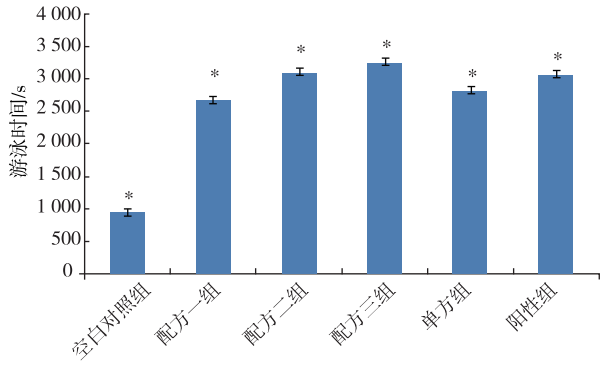
表 3 不同组药物对小鼠体质量的影响(x_0±s,n=40)

Table 3 Effects of different drugs on body weight of mice (x_0±s,n=40)

组别	开始体质量/g	15 d 后体质量/g	30 d 后体质量/g
安静对照组	21.13±1.28	28.09±2.01	32.23±2.10
运动对照组	21.89±1.09	27.87±1.68	32.19±1.90
配方一组	20.99±1.34	28.11±1.29	33.02±2.00
配方二组	21.56±0.99	27.99±2.03	32.59±1.77
配方三组	21.10±1.87	28.10±1.36	32.89±1.63
红景天单方组	21.77±1.24	28.08±1.87	32.93±1.47

2.2.2 对小鼠力竭游泳时间的影响 运动耐力的下降是疲劳最直接和客观的一种表现,在保健品评

价方法中,力竭游泳时间是反映疲劳程度的一个重要指标。由图 1 可以看出,与空白对照组相比,给药组小鼠游泳时间显著延长,给药组小鼠的游泳时间与空白组相比增加超过 100%,都具有很高的抗疲劳活性。配方二组与配方三组优于红景天单方组,其中配方三组的游泳时间最长,而配方一组的游泳时间略低于单方组。



* 与空白对照组比较,$p<0.05$;阳性对照为益康胶囊[19]

图 1 不同组药物对小鼠力竭游泳时间的影响

Fig. 1 Effects of different drugs on exhaustive swimming time in mice

2.2.3 对运动小鼠血乳酸(LA)浓度和血清尿素氮(BUN)浓度的影响 通过测定小鼠运动后血乳酸的水平,可以了解其乳酸代谢情况,机体中乳酸的浓度与其疲劳程度密切正相关。由表 4 可知,小鼠游泳后,血 LA 浓度大幅度升高。与运动对照组相比,各给药组均明显降低 LA 浓度($p<0.05$),其中配方三组差异极显著($p<0.01$);配方一组和二组的 LA 水平也显著低于红景天单方组($p<0.05$)。同时,运动后小鼠血清 BUN 大幅度提高,给药组均能显著降低 BUN 浓度,其中配方一组与红景天单方组基本相当,配方三组降低 BUN 幅度最大,表现出良好的清除运动小鼠代谢产物的能力。

2.2.4 对运动小鼠肝糖元质量分数的影响 运动耐力的强弱与机体糖元的储备量有着密切的联系,机体的糖元储备和血糖水平直接影响运动耐力水平。由表 5 看出,游泳后小鼠体内的肝糖元含量急速下降,给药后,与运动对照组相比,有所增加。其中,配方一组与红景天单方组效果基本相当,对运动小鼠的肝糖元增加较少;配方二组和三组相比运动对照组提升显著。文献报道大量运动后肝脏组织损害严重,影响细胞的正常代谢和肝糖元合成。添加适量的肉苁蓉可通过降低乳酸脱氢酶 LDH 5 的活性以及上调一氧化氮合酶 NOS 3 的表达来保护肝脏和促进乳酸的糖异生过程,从而促进体能恢复[25]。适当增加具有补血活血功能的当归用量,能改善血液循环,提高运输氧及各种原料的能力,加速糖元合成,有利于维持机体处于正常生理代谢水平。

表 4 不同组药物对小鼠血乳酸和血清尿素氮浓度的影响($x_0±s$,n=10)

Table 4 Effects of different groups of drugs on blood lactic acid and serum urea nitrogen content in mice

组别	血乳酸浓度/(mmol/L)	血清尿素氮浓度/(mmol/L)
安静对照组	8.19±1.01	3.20±0.67
运动对照组	24.01±3.92	12.19±0.89
配方一组	15.71±1.89**	9.88±0.38*
配方二组	14.18±2.03**	10.17±1.09
配方三组	13.19±1.99**	6.59±1.21**
红景天单方组	19.36±4.36*	9.79±1.30*
益康胶囊(阳性对照)	21.84±2.84[19]	11.62±1.98[19]

注:与运动对照组相比,*$p<0.05$,**$p<0.01$

表 5 不同组药物对游泳后小鼠肝糖元质量分数的影响

Table 5 Effects of different groups of drugs on glycogen content in liver after swimming in mice($x_0±s$,n=10)

组别	肝糖元质量分数/(mg/g)
安静对照组	21.46±1.99
运动对照组	11.92±1.87
配方一组	13.98±1.68
配方二组	19.18±1.65*
配方三组	18.59±1.40*
红景天单方组	13.16±1.21
益康胶囊(阳性对照)	16.90±2.71[19]

注:与运动对照组相比,*$p<0.05$

2.3 复方红景天对运动小鼠能量代谢相关酶活的影响

疲劳的产生及其缓解与运动时的能量供给密切相关。线粒体被称为细胞内的“能量工厂”,SDH 是反映线粒体功能的标志酶之一,其活性一般可作为评价三羧酸循环运行程度的指标。ATP 酶是一类能将三磷酸腺苷催化水解为二磷酸腺苷和磷酸根离子的酶,释放的能量可以通过传递而被用于驱动另一需要能量的反应。CK 催化三磷酸腺苷和肌酸,生成磷酸肌酸,是一个与细胞内能量运转、肌肉收

缩、ATP 再生有直接关系的重要激酶。本节研究了不同药物组对 SDH、CK、ATP 酶活性的影响,以进一步考察对运动小鼠能量代谢的干预作用,初步探讨抗疲劳机制。

2.3.1 对运动小鼠 SDH 活力的影响 由表 6 可以看出，小鼠运动后 SDH 活性具有明显组织特异性。与安静对照组相比，游泳小鼠肝组织 SDH 显著降低,给药后有所升高,其中配方二组和配方三组的小鼠肝 SDH 含量较高,已接近安静组水平;而小鼠骨骼肌 SDH 在运动后活性有所升高，给药后小鼠 SDH 活力较安静组有所升高，但低于运动对照组,其中配方三与运动对照组无显著性差异。提高 SDH 活力,有利于有氧代谢过程的顺畅进行,促进运动过程中能量的供给。

表 6 不同组药物对游泳小鼠 SDH 活力的影响

Table 6 Effects of different groups of drugs on SDH activities after swimming in mice($x_0\pm s$,n=8)

组别	肝 SDH/(U/mg)	骨骼肌 SDH/(U/mg)
安静对照组	16.38±1.48	14.29±1.22
运动对照组	11.59±0.99	17.72±1.28
配方一组	14.87±1.24$^{\#}$	16.34±1.11$^{\#}$
配方二组	16.01±1.21*	15.98±1.09*
配方三组	16.37±1.09*	17.28±1.88$^{\#}$
红景天单方组	14.99±1.01$^{\#}$	15.29±1.87*

注:与运动对照组相比,*p<0.05;与安静对照组相比,$^{\#}p$<0.05

2.3.2 对运动小鼠体内 CK 活力的影响 在一定程度上,血清 CK 水平的高低与横纹肌损害程度有关,肌细胞受损后,CK 会经细胞间隙渗透到淋巴液,最终进入血液循环,间接引起血清 CK 增加。由表 7 可以看出,与安静组相比,游泳小鼠体内骨骼肌和血清中的 CK 活力均有升高趋势，这是因为正常状态下,CK 处于肌肉中,它的功能是使肌酸上增加磷酸基团,转化为高能分子磷酸肌酸,释放能量。当肌肉损伤时,CK 不能正常发挥功能,CK 由肌肉细胞进入血液,在血液中检测到 CK 含量增加,暗示肌肉损伤发生[26]。给药组与运动对照组相比,血清 CK 活力均有所下降,其中配方三组降低显著(p<0.05),基本接近正常水平,表明红景天复配各味中药材大大降低了运动后细胞膜的损伤程度。而对于骨骼肌 CK 活力,运动组和给药组与安静组相比,均有所升高,其中只有配方三组与运动对照组有显著性差异(p<0.05)。

表 7 各组药物对小鼠血清和骨骼肌 CK 活力的影响

Table 7 Effects of different groups of drugs on CK activities in serum and skeletal muscle in mice after swimming($x_0\pm s$,n=8)

组别	骨骼肌 CK 活力/(U/mg)	血清 CK 活力/(U/mL)
安静对照组	0.78±0.02	0.66±0.04
运动对照组	0.97±0.03	0.89±0.03
配方一组	1.10±0.12$^{\#}$	0.79±0.04$^{\#}$
配方二组	1.03±0.10$^{\#}$	0.72±0.20*
配方三组	1.46±0.23$^{*\#\#}$	0.70±0.12*
红景天单方组	1.02±0.11$^{\#}$	0.81±0.10$^{\#}$

注:与运动对照组相比,*p<0.05;与安静对照组相比,$^{\#}p$<0.05

2.3.3 对运动小鼠骨骼肌 ATP 酶活力的影响 ATP 酶活性高低可以反映机体能量代谢的水平。由表 8 可以看出,相比较安静组,运动组小鼠骨骼肌中的 Na^+K^+–ATP 酶活和 $Ca^{2+}Mg^{2+}$–ATP 酶活均显著降低,给药后,酶活均有所升高,其中配方三组对 Na^+K^+–ATP 酶活的提高极显著(p<0.01),接近正常水平,配方二组也较显著(p<0.05),而配方一组和红景天单方组提高 Na^+K^+–ATP 酶活的能力无统计学差异，都低于配方二组和配方三组。对于 $Ca^{2+}Mg^{2+}$–ATP 酶活,相比较运动对照组,各给药组中只有配方三组提升显著(p<0.05),其他组增加不明显。

表 8 不同组药物对游泳小鼠骨骼肌 ATP 酶活影响

Table 8 Effects of different groups of drugs on ATPase activity of skeletal muscle after swimming in mice($x_0\pm s$,n=8)

组别	Na^+K^+–ATPase/(μmol P/mg.pr.hr)	$Ca^{2+}Mg^{2+}$–ATPase/(μmol P/mg.pr.hr)
安静对照组	4.91±0.12	14.17±1.34
运动对照组	2.99±0.09	7.86±1.06
配方一组	3.79±0.10$^{\#}$	8.66±1.18$^{\#\#}$
配方二组	4.08±0.12*	8.93±1.12$^{\#\#}$
配方三组	4.65±0.21**	9.02±1.09*
红景天单方组	3.91±0.15	8.77±1.11$^{\#\#}$

注:与运动对照组相比,*p<0.05,**p<0.01;与安静对照组相比,$^{\#}p$<0.05,$^{\#\#}p$<0.01

3 结 语

1）确定了复方红景天抗疲劳药物中的各药材的提取工艺，并通过其中代表性物质的标准曲线，

分析了各提取物中活性物质五味子醇甲、枸杞多糖、黄精多糖、松果菊苷、阿魏酸的含量。

2)以兼补气血、辅以补肾阳思路,保持中药原药总量 4.0 g,确定了三组复方的组方。通过小鼠游泳实验,以及血清 BUN、血 LA、肝糖元的测定,分析比较了各组方和单方红景天的抗疲劳活性。结果表明各配方组均能提高运动小鼠的抗疲劳效果,配方二组和三组的活性优于一组和单独红景天组,综合比较,配方三组的活性更佳。

3) 通过对运动小鼠体内 SDH、CK、ATP 酶活的测定,进一步分析了各组方的抗疲劳活性,并从能量代谢方面对抗疲劳机制进行了初探。

参考文献:

[1] GONG Hongdong. Establishment of Tibetan medicinal plant resources in Jingtian Branch of eastern Qinghai-Tibet Plateau[J]. **Chinese Journal of Traditional Chinese Medicine**,2016,23(2):18-20.(in Chinese)

[2] 罗达尚.中华藏本草[M]. 北京:民族出版社,1997:110-112.

[3] TENG Jingru,XIONG Jiapeng,XIAO Cheng,et al. Rhodiola modern pharmacological research progress [J]. **Chinese Journal of Basic Medicine**,2006,12(4):319.(in Chinese)

[4] PERINSKAYA Y,SAKANYAN E. Current state and prospects of developing drugs based on rhizomes and roots of rhodiola rosea L[J]. **Pharmaceutical Chemistry Journal**,2014,48(8):525-528.

[5] GUAN Xin. Clinical efficacy and pharmacological effects of Rhodiola [J]. **China Medical Herald**,2010,7 (32):14-16.(in Chinese)

[6] XIAO Tingting,GUO Qian,TIAN Chengwang,et al. Research progress in Chinese material medica and their compounds for treatment of exercise-induced fatigue[J]. **Drugs & Clinic**,2013,28(30):446-450.(in Chinese)

[7] XU Xingtao,LIU Wen. A review of the research on the elimination of traditional Chinese medicine for exercise-induced fatigue [J]. **Guang Ming Zhong Yi**,2002,17(5):35-391.(in Chinese)

[8] WANG Hongyan,HE Zuxin,LIU Xin. The mechanism of fatigue and the research progress of anti-fatigue traditional Chinese medicine[J]. **Modern Traditional Chinese Medicine**,2007,27(2):58-59.(in Chinese)

[9] FAN Chenyi,ZHANG Xiaohua,WEI Huihua,et al. Study on the extraction and purification process of schisandrin [J]. **China Pharmacy**,2007,18(12):896-898.(in Chinese)

[10] CHEN Jisheng,YU Jianhao. Study on extraction technology of lycium barbarum polysaccharides [J]. **Herald of Medicine**,2010,29(5):649-652.(in Chinese)

[11] LIANG Yinku. Study on the extraction process of polygonatum polysaccharide [J]. **Chinese Agricultural Science Bulletin**,2012,28(12):269-272.(in Chinese)

[12] WANG Yingzi,ZHANG Chao,HE Kuibang. Methods research optimization of the extraction technology of cistanche deserticola [J]. **China Journal of Chinese Mesicine**,2012,27(2):191-193.(in Chinese)

[13] WANG Ping,ZHAO Shengjun,ZHANG Hong,et al. Study on extraction technology of ferulic acid from angelica sinensis[J]. **Xinjiang Journal of Traditional Chinese Medicine**,2006,24(3):49-51.(in Chinese)

[14] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典[M]. 北京:中国医药科技出版社,2010.

[15] TIAN Yubiao,YANG Guangan,HUANG Weijie,et al. Determination on the content of echinacoside and acteoside from herba cistanche micro powder by HPLC[J]. **Journal of Anhui Agricultural Sciences**,2015,43(33) :171-173.(in Chinese)

[16] CHEN Chaochao,WANG Yan,LIANG Chao. Determination of ferulic acid in angelica sinensis by high performance liquid chromatography[J]. **Journal of Chengdu University(Natural Science)**,2008,27(4):284-286.(in Chinese)

[17] 中华人民共和国卫生部. 保健食品检验与评价技术规范[M]. 北京:[s.n.],2003:87-93.

[18] CHEN Ying,WANG Xinzhi,WU Hao,et al. Anti-fatigue effect of the extract from ruditapes philippinarum cultivated in Jiangsu province[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**,2017,36(1):51-55.(in Chinese)

[19] SHEN Weizhi,ZHOU Yuxiao,LIN Guangyue,et al. Bioactive constituents and anti-fatigue effects in vivo of lepidium meyenii (Maca)[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**,2014,33(7):721-725.(in Chinese)

[20] 姚嘉赟. 哈士蟆油及其复方抗疲劳作用的研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2007.

[21] 吴健全. 槲皮素抗疲劳作用及其相关机制的实验研究[D]. 北京:中国人民解放军军事医学科学院,2010.
[22] 邓炳南. 大豆异黄酮抗疲劳作用及相关机制的实验研究[D]. 北京:中国人民解放军军事医学科学院,2015.
[23] 原海晓. 神来片功能及毒理研究[D]. 广州:南方医科大学,2010.
[24] SEDMAK J J,GROSSBERG S E. A rapid,sensitive and versatile assay for protein using Coomassie Brilliant Blue G250[J]. **Analyt Biochem**,2005,79:544-552.
[25] YANG Hongxin,YANG Yong,YAN Xiaohong. Experimental study of anti-sports fatigue effect mechanisms of cistanche deserticola[J]. **Chinese Journal of Information on TCM**,2008,15(4):24-28.(in Chinese)
[26] PETER D. Mitchell. Foundations of vectorial metabolism and osmochemistry[J]. **Bioscience Reports**,2005,24(4):387-435.

会　议　消　息

会议名称:中国化学会 2019 年全国高分子学术论文报告会

会议时间:2019 年 10 月 15–19 日

会议地点:陕西省西安市

主 办 方:中国化学会

承 办 方:中国化学会高分子学科委员会、西北工业大学

会议内容:2019 年全国高分子学术论文报告会将围绕高分子材料的基础、前沿与交叉研究、设计与加工、产业化等方面最核心和最前沿问题,设大会特邀报告、分会特邀报告、分会口头报告和墙报展讲 4 种报告形式,涵盖多个交流议题,如:高分子化学、生物大分子、高分子物理与软物质、高分子物理化学、高分子理论计算模拟、生物医用高分子、光电功能高分子、能源高分子、高分子组装与超分子体系、高性能高分子(空天高分子)、高分子加工、高分子共混与复合体系、共价骨架高分子与二维高分子、生物基高分子、高分子工业、高分子研究成果发布与转化市场、高分子教育与学科发展、中美高分子论坛和“一带一路”高分子前沿论坛等,大会将邀请 300 余所国内外高校院所、企事业单位、外资企业和行业协会等教授、技术专家、企业人员和学生等 3 000 余人参加。

会议主题:高分子链动新丝路

大会主席:张希

预计规模:3 000 人

联 系 人:张秋禹

电子邮箱:qyzhang@nwpu.edu.cn

电　　话:029-88431653/13152160629

地　　址:陕西省西安市友谊西路 127 号