

DOI:10.16781/j.0258-879x.2017.06.0799

• 短篇论著 •

参加咀嚼片的研制及其对小鼠的抗疲劳作用

程明和¹, 王巍^{2*}, 陈卫星², 张晓洁³, 王新霞⁴

1. 第二军医大学药学院药理学教研室, 上海 200433
2. 解放军455医院药剂科, 上海 200052
3. 解放军后勤保障部直属供应保障局丰台综合仓库药材供应站, 北京 100071
4. 第二军医大学东方肝胆外科医院药材科, 上海 200438

[摘要] **目的** 研制一种具有抗疲劳作用的新型营养剂参加咀嚼片, 探讨参加咀嚼片对小鼠的抗疲劳作用。

方法 以人参多糖、刺五加提取物、牛磺酸为原料按6:8:1的比例混合作为主药, 甘露醇作填充剂、蔗糖作矫味剂、硬脂酸镁作润滑剂。采用正交试验法, 以甘露醇、蔗糖、硬脂酸镁用量为考察因素, 通过外观、硬度、口感等指标评分对方组成进行筛选。将60只雄性ICR小鼠随机分为参加咀嚼片低、中、高剂量组(200、600、1 800 mg/kg)和空白对照组(给予生理盐水), 每组15只, 持续给药7 d, 通过小鼠负重游泳实验记录小鼠的负重游泳时间, 游泳结束后检测小鼠体质量与血清生化相关指标三磷酸腺苷(ATP)、乳酸(Lac)、游离三碘甲状腺原氨酸(FT3)、游离甲状腺激素(FT4)、皮质醇和褪黑素(MT)。**结果** 参加咀嚼片的优选处方为人参多糖30%、刺五加提取物40%、牛磺酸5%、甘露醇19%、蔗糖5%、硬脂酸镁1.0%; 制得片剂呈土黄色圆形、光滑细腻、口感清凉味甜。与空白对照组相比, 不同剂量参加咀嚼片均能延长小鼠的负重游泳时间($P<0.01$), 中、高剂量组小鼠血清ATP、FT3、FT4和MT的水平均升高($P<0.05$, $P<0.01$), 高剂量组小鼠的血清Lac水平升高($P<0.05$), 低、中、高剂量组小鼠血清皮质醇含量增加($P<0.05$, $P<0.01$)。参加咀嚼片对小鼠体质量增长无明显影响。**结论** 参加咀嚼片的处方组成合理, 制备工艺简单, 载药量高、口感好, 具有抗疲劳作用, 是一种理想的抗疲劳营养剂。

[关键词] 人参多糖; 刺五加提取物; 牛磺酸; 疲劳; 咀嚼片

[中图分类号] R 943.4 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2017)06-0799-05

Development and anti-fatigue function of *Shenjia* chewable tablet

CHENG Ming-he¹, WANG Wei^{2*}, CHEN Wei-xing², ZHANG Xiao-jie³, WANG Xin-xia⁴

1. Department of Pharmacology, School of Pharmacy, Second Military Medical University, Shanghai 200433, China
2. Department of Pharmacy, No. 455 Hospital of PLA, Shanghai 200052, China
3. Fengtai Warehouse Material Supply Station of General Logistics Department of PLA, Beijing 100071, China
4. Department of Pharmacy, Eastern Hepatobiliary Surgery Hospital, Second Military Medical University, Shanghai 200438, China

[Abstract] **Objective** To develop a new type of anti-fatigue nutrient chewable tablet and to explore its anti-fatigue effect in mice. **Methods** Ginseng polysaccharide, acanthopanax extract and taurine were mixed together in a proportion of 6:8:1 as remedium cardinale, mannitol was used as filler, sucrose as a correctant and magnesium stearate as a lubricant. Hardness, appearance and taste were utilized as score indexes, the dosage of mannitol, sucrose, and magnesium stearate were used as study factors. The orthogonal test was applied to screen the best proportion of raw materials to create the formulation according to the mouse behaviors. A total of 60 male mice were randomly divided into control group (normal saline) and three doses of *Shenjia* chewable tablet groups (200, 600 and 1 800 mg/kg). Lavage administration was lasted for 7 days. We then carried out the weight loading swimming test to record the swimming time of mice, and also recorded the body mass and the serum biochemical indexes, including adenosine triphosphate (ATP), lactic acid (Lac), free triiodothyronine (FT3), free thyroid hormone (FT4), cortisol and melatonin (MT).

[收稿日期] 2016-12-16 **[接受日期]** 2017-02-08

[基金项目] 原南京军区“十三五”医药卫生科研基金(15MS026)。Supported by The “13th Five-Year” Medical Research Fund from the Original Nanjing Military Area Command (15MS026).

[作者简介] 程明和, 高级实验师。E-mail: chengmh@smmu.edu.cn

* 通信作者 (Corresponding author). Tel: 021-81815101, E-mail: wwyrsrh@sina.com

Results The formulation was optimized as 30% ginseng polysaccharide, 40% acanthopanax extract, 5% taurine, 19% mannitol, 5% sucrose, and 1.0% magnesium stearate. The *Shenjia* chewable tablet tasted cool and sweet, round in shape, yellow in color and smooth in appearance. Compared with the control group, there were significant increases in the loaded-swimming time in the three doses groups ($P < 0.01$), in the levels of ATP, FT3, FT4 and MT in middle and high dosage groups ($P < 0.05$, $P < 0.01$), and in Lac level in high dosage group ($P < 0.05$). Cortisol was increased in the three doses groups ($P < 0.05$, $P < 0.01$). All mice in three doses groups had no significant increase in body weight.

Conclusion The *Shenjia* chewable tablet is an ideal anti-fatigue nutrient with reasonable formulation, simple preparation technology, high drug loading and good taste.

[Key words] Ginseng polysaccharide; acanthopanax extract; taurine; fatigue; chewable tablet

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2017, 38(6): 799-803]

疲劳是人体的一种复杂的生理变化过程,是脑力或体力到达一定阶段时必然出现的正常生理现象,也是多因素作用的结果^[1]。由于社会竞争日益激烈,人们不得不付出更多的体力和脑力劳动予以应对,导致身心疲惫、精神紧张,经常出现疲劳等感觉。世界卫生组织(WHO)调查发现全球有35%以上的人处于疲劳状态,我国约有70%的人群处于亚健康状态,而亚健康的总体特征就是持续或难以恢复的疲劳^[2-3]。疲劳已成为当今社会不得不面对的一大问题,深入研究疲劳的机制、开发具有抗疲劳作用的药物与营养品也成为国内外的研究热点。国外研究表明,含有特殊营养物质且同时具有调节人体生理机能的营养补充剂是提高人体机能与抵抗疲劳的最佳选择,营养干预是最有效的抗疲劳措施^[4-6]。目前,临床用于缓解疲劳的药物主要以化学药物为主,如咖啡因、安非他明、莫达非尼等中枢兴奋药,但该类药物会导致成瘾性、依赖性等一系列不良反应。此外,临床上还会应用维生素B、维生素C以及支链氨基酸等补益剂,但抗疲劳效果往往较弱。因此,亟需开发一种高效、无不良反应且具有明显抗疲劳效果的营养剂来抵抗疲劳。

近年来,从天然中药材中寻找具有抗疲劳作用的活性成分已成为一种趋势。研究表明,人参多糖具有多样的生物活性,如调节免疫、抗氧化、抗疲劳及抗抑郁等^[7-10];刺五加具有抗疲劳、防止记忆力衰退及增强机体免疫力等作用^[11-13],且来源广泛、价格低廉;牛磺酸为含硫氨基酸,是一种公认的营养强化剂,能有效提高运动能力,延缓运动性疲劳的出现^[14]。但上述几种活性成分单独应用均效果有限。本研究拟将人参多糖、刺五加提取物以及牛磺酸组成复方制剂,并将该制剂制成便于携带与服用的咀

嚼片(参加咀嚼片),探讨并优化参加咀嚼片的成分组成,观察不同剂量的参加咀嚼片对小鼠负重游泳后血清相关生化指标的影响,评价参加咀嚼片的抗疲劳作用,为今后研究与应用奠定基础。

1 材料和方法

1.1 材料与试剂 人参多糖,来源至吉林通化人参(*Panax ginseng* C. A. Mey.),市售,经第二军医大学药学院生药学教研室秦路平教授鉴定,醇提后人参渣用水提取浓缩,人参多糖提取物中D(+)-无水葡萄糖的含量为75.0%;刺五加提取物,来源至吉林通化刺五加[*Acanthopanax senticosus* (Rupr. Maxim.) Harms],市售,经秦路平教授鉴定,醇提,刺五加总苷含量为80.0%;牛磺酸、蔗糖(上海源叶生物科技有限公司);甘露醇(青岛明月海藻集团有限公司);硬脂酸镁(海盐六和药业有限公司)。三磷酸腺苷(ATP)试剂盒、乳酸(lactate, Lac)试剂盒、皮质醇试剂盒、褪黑素(MT)试剂盒、游离三碘甲状腺原氨酸(FT3)试剂盒、游离甲状腺激素(FT4)试剂盒均购自上海信裕生物科技有限公司。

1.2 仪器与设备 ZPS8型旋转式压片机(上海天祥健台制药机械有限公司);78X-2B型片剂四用测定仪(上海黄海药检仪器有限公司);JY10001型电子天平(上海良平仪器仪表有限公司);60目筛网(上海大名筛网有限公司)。

1.3 复方比例与辅料 根据文献报道,人参多糖小鼠给药剂量为200 mg/(kg·d)时抗疲劳效果较好^[15],正常人的等效剂量相当于每天摄入人参多糖约1g;刺五加提取物小鼠给药剂量约为700 mg/(kg·d)时抗疲劳作用明显^[16],正常人的等效剂量相当于每天摄入约3.6g;牛磺酸在保健中的

常用有效剂量为 50~100 mg/d。故初步拟定每片咀嚼片含人参多糖 300 mg、刺五加提取物 400 mg、牛磺酸 50 mg,即复方比例为 6:8:1。根据主药以及剂型特征,选择甘露醇为填充剂,蔗糖为矫味剂,硬脂酸镁为润滑剂。

1.4 片剂制备方法 该物料本身的可压性与流动性均良好,符合粉末直接压片的基本要求。故采用粉末直接压片法。将人参多糖、刺五加提取物、牛磺酸、甘露醇、蔗糖、硬脂酸镁分别过 60 目筛,备用。将人参多糖、刺五加提取物、牛磺酸按 6:8:1 的比例等量递加混合,过筛 3 遍使混合均匀,得主药;按正交设计试验方案称取一定量的甘露醇、蔗糖和硬脂酸镁,与主药等量递加混合,过筛 3 遍使混合均匀,得物料;将物料置于压片机中压片,使每片含人参多糖 300 mg、刺五加提取物 400 mg、牛磺酸 50 mg,即得参加咀嚼片。

1.5 正交试验设计与质量评价 在预实验基础上采用正交试验法,以甘露醇、蔗糖、硬脂酸镁的用量为考察因素,每个因素取 3 个水平对方剂组成进行优化,见表 1。按正交设计的试验方案分别制备参加咀嚼片,对所制得片剂的外观、硬度、口感分别进行评分,并计算总评分,评分标准参考文献[17-19],见表 2。

表 1 处方组成正交试验的因素水平表

水平	因素		
	A: 甘露醇 (%)	B: 蔗糖 (%)	C: 硬脂酸镁 (%)
1	14	1	1.0
2	19	3	0.7
3	24	5	0.3

表 2 参加咀嚼片质量评分标准^[17-19]

外观	硬度 (kg·mm ⁻²)	口感	评分
色泽均一,光滑完整	4~5	易嚼,细腻,味甜	10
片面轻微粗糙	6~7	易嚼,稍黏,味甜,无清凉感	7
片面有缺损	1~3	较易嚼,有轻微沙砾感,味甜	5
严重缺损或裂片	≥8	较硬,有沙砾感,味苦	3

1.6 实验小鼠分组与负重游泳实验 ICR 小鼠,SPF 级,雄性,体质量 18~22 g,由上海西普尔-必凯实验动物有限公司提供[许可证号:SCXK(沪)2013-0016]。将小鼠按体质量随机分为 4 组,分别为参加咀嚼片低、中、高剂量组和空白对照组,每组 15 只。

参加咀嚼片低、中、高剂量组分别给予参加咀嚼片 200、600、1 800 mg/kg,空白对照组给予等体积生理盐水,每天灌胃 1 次,连续 7 d 后测小鼠各项指标。小鼠灌胃体积为 0.01 mL/g。灌胃结束后即刻称量各组小鼠体质量。末次灌胃 1 h 后,使小鼠尾部负荷 5%体质量的铅丝,置于水深 20 cm、水温 27.0 °C 的游泳箱中游泳,记录小鼠自游泳开始至下沉水面下 5 s 不能上浮的时间,作为小鼠负重游泳时间。

1.7 血清相关生化指标测定 小鼠游泳后立即摘眼球取血,1 744×g 离心 15 min 后取血清,按试剂盒说明书的方法检测 ATP、Lac、FT3、FT4、皮质醇和 MT 等指标的水平。

1.8 统计学处理 应用 SPSS 18.0 软件进行数据分析,数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用方差分析和 *t* 检验。检验水准(α)为 0.05。

2 结果和分析

2.1 正交试验结果 以甘露醇、蔗糖、硬脂酸镁的用量为因素进行考察,结果见表 3。因素极差大小排序为 A>B>C,即甘露醇的用量对制剂的影响最大($F=76.00, P<0.05$),蔗糖与硬脂酸镁的用量次之($F=21.00, P<0.05; F=1.75, P>0.05$)。此外,比较各因素下各水平的指标均值发现,因素 A 的第 2 水平最好,因素 B 的第 3 水平与因素 C 的第 1 水平较好,故得出各因素的最优水平组合为 A₂B₃C₁。

表 3 处方组成正交试验设计及试验结果

编号	因素				评分			
	A	B	C	空白	外观	硬度	口感	总分
1	1	1	1	1	3	5	3	11
2	1	2	2	2	7	5	3	15
3	1	3	3	3	3	3	10	16
4	2	1	2	3	3	3	3	9
5	2	2	3	1	10	3	3	16
6	2	3	1	2	3	3	7	13
7	3	1	3	2	10	7	3	20
8	3	2	1	3	7	10	10	27
9	3	3	2	1	10	3	10	23
均值 1	19.67	22.33	24.00					
均值 2	26.67	22.33	23.67					
均值 3	24.33	26.00	23.00					
极差	7.00	3.67	1.00					

A: 甘露醇; B: 蔗糖; C: 硬脂酸镁

2.2 处方优选结果 参加咀嚼片的优选处方为:人参多糖 30%、刺五加提取物 40%、牛磺酸 5%、甘露醇 19%、蔗糖 5%、硬脂酸镁 1.0%。所有物料过 60 目筛,粉末直接压片法压片,制得的片剂呈土黄色圆形、光滑细腻、口感清凉味甜。所得片剂硬度控制为 4~5 kg/mm²,片剂质量约为 1 g。

2.3 参加咀嚼片对小鼠体质量的影响 灌胃前,参加咀嚼片低、中、高剂量组小鼠的体质量与空白对照组相比差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。灌胃 7 d 后,各剂量组小鼠的体质量与空白对照组相比差异仍无统计学意义($P>0.05$),且各剂量组小鼠灌胃前、后体质量差异也无统计学意义($P>0.05$),表明参加咀嚼片对小鼠体质量增长无明显影响。见表 4。

2.4 参加咀嚼片对小鼠负重游泳时间的影响 参加咀嚼片低、中、高剂量组小鼠的负重游泳时间分别

为(17.7±4.3)、(18.1±5.4)、(20.8±8.0) min,均长于空白对照组[(12.3±1.7) min, $P<0.001$]。

表 4 参加咀嚼片对小鼠体质量的影响

<i>m/g, n=15, $\bar{x}\pm s$</i>		
组别	喂药前体质量	喂药后体质量
空白对照组	22.4±0.7	25.4±1.3
参加咀嚼片低剂量组	22.8±0.8	26.0±1.4
参加咀嚼片中剂量组	21.7±1.0	24.9±0.9
参加咀嚼片高剂量组	22.1±1.0	25.3±1.5

2.5 参加咀嚼片对小鼠负重游泳后血清相关生化指标的影响 与空白对照组相比,参加咀嚼片中、高剂量组小鼠血清 ATP、FT3、FT4 和 MT 的水平均升高($P<0.05, P<0.01$);参加咀嚼片高剂量组小鼠血清 Lac 水平升高($P<0.05$);参加咀嚼片低、中、高剂量组小鼠血清皮质醇含量均增加($P<0.05, P<0.01$)。见表 5。

表 5 参加咀嚼片对小鼠负重游泳后血清相关生化指标的影响

<i>n=15, $\bar{x}\pm s$</i>						
组别	ATP <i>c_B/(nmol·L⁻¹)</i>	Lac <i>ρ_B/(μg·L⁻¹)</i>	FT3 <i>c_B/(pmol·L⁻¹)</i>	FT4 <i>c_B/(pmol·L⁻¹)</i>	MT <i>ρ_B/(pg·mL⁻¹)</i>	皮质醇 <i>ρ_B/(μg·L⁻¹)</i>
空白对照组	425±99	465±95	16.8±4.7	13.1±1.3	653±167	197±10
参加咀嚼片低剂量组	456±95	532±105	20.1±4.2	12.6±1.6	747±128	209±11*
参加咀嚼片中剂量组	515±93*	503±88	28.6±1.9**	15.1±2.1**	817±145*	214±10**
参加咀嚼片高剂量组	502±77*	561±123*	29.4±3.6**	16.8±2.7**	853±62**	220±16**

ATP: 三磷酸腺苷; Lac: 乳酸; FT3: 游离三碘甲状腺原氨酸; FT4: 游离甲状腺激素; MT: 褪黑素。* $P<0.05$, ** $P<0.01$ 与空白对照组比较

3 讨论

本研究旨在制备一种高效、无不良反应、方便携带与服用的具有抗疲劳作用的复方营养剂咀嚼片。在辅料选择方面,本研究选用了吸湿性较弱且易溶于水的甘露醇作填充剂,避免咀嚼服用时出现沙砾感,也使得咀嚼片防潮性好;根据主料的不同性味可发现,主药整体口感无强烈辛辣味,偏温和,略带轻微苦味,故选用安全性较高的蔗糖作为矫味剂,以达到更好的口感以及提高顺应性。此外,我们通过预实验发现,主药可压性较差,并且出现较为严重的粘冲现象,需添加高效的润滑剂方可解决,故添加少量的硬脂酸镁作为润滑剂,使所制备的片剂更光滑、细腻。在物料粒度选择方面,当物料粒度不均匀或粒度较大时,片剂易出现色斑等,本研究通过对不同粒度的考察,最终确定所有物料通过 60 目筛网过筛后,所得片剂色泽均一,片面光滑。在片剂压制过程

中,发现湿度对片剂的生产影响较大,主要是处方中的刺五加提取物极易吸潮,吸潮后粉体流动性降低,导致片重差异较大,故需在干燥的环境下压片,这可借助于除湿机予以控制。此外,为提高参加咀嚼片的长期储存稳定性,本研究通过优选水溶性薄膜衣将其制备成包衣片,以达到隔绝空气、避免氧化或受潮的目的。本研究制备的参加咀嚼片生产工艺简单易行、质量可控、稳定性良好,完全符合《中华人民共和国药典》的相关规定,为进一步的研究与应用奠定了基础。

本研究中动物实验结果显示,不同剂量参加咀嚼片对小鼠体质量均无显著影响,而低剂量参加咀嚼片即能延长小鼠的负重游泳时间,且小鼠的负重游泳时间也随剂量的增加延长,表明参加咀嚼片的抗疲劳作用具有一定的量效关系,与睢大箕等^[15]发现的复合人参素和人参多糖 200 mg/(kg·d)对小鼠耐缺氧及抗疲劳的作用效果一致。在血清指标方

面,ATP水解时释放出能量,是生物体内最直接的能源;血Lac水平可直接反映机体的有氧代谢能力;FT3、FT4具有促进糖、脂肪代谢的作用;皮质醇是对糖类代谢作用最强的肾上腺皮质激素。本研究中各组小鼠游泳结束后,Lac水平均升高,其中高剂量组与空白对照组相比差异有统计学意义,与唐晖等^[20]研究发现人参皂苷Rg1(30 mg/kg)对小鼠力竭游泳后即刻血Lac浓度高于安静组一致。另有文献报道称小鼠运动后Lac的水平明显升高,且运动强度越大血Lac浓度越高^[21-22],表明随着运动时间的延长机体会产生更多的Lac,与高剂量参加咀嚼片能明显延长小鼠负重游泳时间的结果一致。与空白对照组比较,参加咀嚼片中、高剂量组小鼠血清ATP、FT3、FT4、皮质醇均有不同程度的升高,表明参加咀嚼片能增加机体合成促进能量代谢的活性物质,为机体运动提供更多能量,延缓疲劳出现时间,从而实现抗疲劳。人体在剧烈运动时会产生过多的自由基,氧自由基可与细胞膜多不饱和脂肪酸发生脂质过氧化反应,导致细胞结构和功能的破坏^[20,23]。MT具有清除自由基、抗氧化和抑制脂质的过氧化反应作用,能保护细胞结构、降低体内过氧化物的含量。参加咀嚼片中、高剂量组小鼠负重游泳后血清MT含量升高,表明小鼠清除自由基的能力增强,提示参加咀嚼片具有提高能量供应、消除自由基以达到抗疲劳的作用。

综上所述,不同剂量参加咀嚼片均能延长小鼠的负重游泳时间,且增加了小鼠的血ATP水平和MT含量,提示参加咀嚼片在促进糖代谢、为机体供能、减少运动疲劳自由基在体内的蓄积以及降低运动疲劳造成的肌细胞损伤程度等方面均具有良好作用,有利于缓解运动后疲劳。此外,参加咀嚼片各组分分为临床广泛应用的天然产物,无不良反应、剂型稳定、携带方便,有望成为使用方便的抗疲劳制剂。

[参考文献]

- [1] 张颖捷,杜万红. 国内外抗疲劳研究进展[J]. 实用预防医学,2012,19:1112-1116.
- [2] MACLAREN D P, GIBSON H, PARRY BILLINGS M, EDWARDS R H. A review of metabolic and physiological factors in fatigue[J]. Exerc Sport Sci Rev, 1989, 17: 29-66.
- [3] 黄林章,黄宝康,秦路平. 中药抗疲劳作用机制的研究进展[J]. 现代药物与临床,2010,25:161-165.
- [4] BUCCI L R. Selected herbals and human exercise performance[J]. Am J Clin Nutr, 2000, 72(2 Suppl): 624S-636S.
- [5] MOUNTAIN S J, YOUNG A J. Diet and physical performance[J]. Appetite, 2003, 40: 255-267.
- [6] MINETTO M A, LANFRANCO F, TIBAUDI A, BALDI M, TERMINE A, GHIGO E. Changes in awakening cortisol response and midnight salivary cortisol are sensitive markers of strenuous training-induced fatigue[J]. J Endocrinol Invest, 2008, 31: 16-24.
- [7] 王佳. 人参多糖抗疲劳和抗抑郁作用及其机制的研究[D]. 长春:东北师范大学,2010.
- [8] 李珊珊,金银萍,姚春林,王英平. 人参多糖的结构与活性研究进展[J]. 中国中药杂志,2014,39:4709-4715.
- [9] WANG J, SUN C, ZHENG Y, PAN H, ZHOU Y, FAN Y. The effective mechanism of the polysaccharides from *Panax ginseng* on chronic fatigue syndrome[J]. Arch Pharm Res, 2014, 37: 530-538.
- [10] JIAO L, LI B, WANG M, LIU Z, ZHANG X, LIU S. Antioxidant activities of the oligosaccharides from the roots, flowers and leaves of *Panax ginseng* C. A. Meyer[J]. Carbohydr Polym, 2014, 106: 293-298.
- [11] 徐正伟,周渭渭,单祺,辛宁,侯文彬. 刺五加的研究进展[J]. 药物评价研究,2011,34:213-216.
- [12] 许光辉,吴艳萍,罗友华,黄亦琦,李廷利. 刺五加增强小鼠睡眠剥夺模型免疫功能和抗疲劳能力的实验研究[J]. 中国实验方剂学杂志,2012,18:173-175.
- [13] HAN J, XU Y, YANG D, YU N, BAI Z, BIAN L. Effect of polysaccharides from *Acanthopanax senticosus* on intestinal mucosal barrier of *Escherichia coli* lipopolysaccharide challenged mice[J]. Asian-Australas J Anim Sci, 2016, 29: 134-141.
- [14] 柯杰兵. 牛磺酸代谢及其抗疲劳机理[J]. 解放军体育学院学报,1999,18:43-47.
- [15] 睢大策,李岩,于晓凤,唐利民,刘艳秋. 复合人参素与人参多糖药理作用的对比[J]. 人参研究,1995, 7: 22-24.
- [16] 徐峰,赵江燕,刘天硕. 刺五加提取物抗疲劳作用的研究[J]. 食品科学,2005,26:453-456.
- [17] 陈武,邹盛勤,伍晓春. 绞股蓝无糖咀嚼片的制备工艺[J]. 食品与机械,2008,24:122-125.
- [18] 杨建宏,吴莹,李治芳,张霞. 枸杞多维钙咀嚼片的处方筛选及制备工艺优化[J]. 天津药学,2009,21:5-7.
- [19] 侯冬枝,文红,平齐能,徐岩. 左旋多巴咀嚼片的制备[J]. 西北药学杂志,2009,24:384-385.
- [20] 唐晖,汪保和,贺洪. 人参皂甙Rg1促进小鼠力竭游泳后体能恢复的作用[J]. 中国运动医学杂志,2002, 21: 375-377.
- [21] 王红梅,姚小曼,童英. 游泳时间、采血时间对小鼠血乳酸浓度的影响[J]. 中国食品卫生杂志,1998,10:3-4,7.
- [22] 文质君,陈筱春. 古汉养生精对运动小鼠血乳酸、乳酸脱氢酶和运动时间的影响[J]. 中国临床康复,2006, 10:95-97.
- [23] 杨波,张均. 氧自由基脂质过氧化反应致运动性疲劳产生的机制研究[J]. 中国临床康复,2005,9:188-190.