

# 玛咖片缓解体力疲劳作用的研究

张志超, 邱春媚, 殷光玲, 张旭光\*

(广州市佰健生物工程有限公司, 广州 510663)

**摘 要:** **目的** 研究以玛咖、管花肉苁蓉为主要原料的保健食品对缓解体力疲劳的作用。**方法** 将 SPF 级 ICR 雄性小鼠按体重随机分组, 每天摄入成品推荐摄入量的 5、10、30 倍作为低、中、高剂量, 即 0.25、0.50、1.50 g/(kg·bw), 设蒸馏水为阴性对照组, 灌胃给予受试物连续 30 d 后, 测定小鼠尾部负重的游泳时间, 于不同实验组分别检测小鼠运动后血清尿素含量、肝糖原、运动前后的血乳酸含量。**结果** 连续灌胃玛咖片 30 d 后, 高剂量组 1.50 g/(kg·bw)能明显延长小鼠尾部负重游泳时间, 显著降低小鼠游泳后血清尿素含量, 以及小鼠游泳后血乳酸含量, 并且与阴性对照组相比具有显著性差异( $P<0.05$ )。**结论** 玛咖片作为保健食品具有缓解体力疲劳功能。

**关键词:** 玛咖; 管花肉苁蓉; 缓解疲劳; 动物实验

## Study on alleviating physical fatigue function of Maca tablet

ZHANG Zhi-Chao, QIU Chun-Mei, YIN Guang-Ling, ZHANG Xu-Guang\*

(Guangzhou Baijian Bioengineering Co., Ltd., Guangzhou 510663, China)

**ABSTRACT: Objective** To study the effect of Maca tablet with material Maca and *Cistanche tubulosa* (Schenk) Wight as main raw material on alleviating physical fatigue. **Methods** SPF grade ICR male mice were randomly separated into 3 doses (0.25, 0.50, 1.50g/(kg·bw) respectively, and the negative group were given the equivalent pure water, by gavage for 30 days, and the swimming time with heavy load in the tail was measured. Then the serum urea content, the content of hepatic glycogen and different time point blood lactic acid area after exercise were measured in different groups. **Results** After continuous gavage of maca tablets for 30 days, the high-dose group in 1.50 g/(kg·bw) could significantly prolong the swimming time with heavy load in the tail of mice, the serum urea content and blood lactic acid content of mice after swimming were significantly reduced, and the difference was significant compared with the negative control group ( $P<0.05$ ). **Conclusion** Maca tablet as a health food has the function of relieving physical fatigue.

**KEY WORDS:** Maca; *Cistanche tubulosa* (Schenk) Wight; alleviating physical fatigue; animal experiment

## 1 引 言

处于亚健康状态的人, 通常会有易感疲劳、记忆力不集中或下降、精神反应迟钝、精神不振等主要表现, 中医一般认为属于气虚或阳虚的范畴, 以及肾精亏虚、肝肾阴虚, 故使用一些具有补肾阳、益精血的功效物质能够有效

改善以上症状。玛咖作为在南美具有 5800 多年的食用历史的传统食物和草药, 含有丰富的蛋白质、还原糖、牛磺酸、矿物质、支链氨基酸(亮氨酸、缬氨酸、异亮氨酸)等抗疲劳营养物质, 以及各种活性次级代谢物如玛卡酰胺、玛咖生物碱、芥子油苷等, 以上营养成分使得玛咖具有多种营养保健功能和药理作用, 目前现代药理上已经发现的功能

\*通讯作者: 张旭光, 博士, 主要研究方向为功能性食品研发。E-mail: zhangxg2@by-health.com

\*Corresponding author: ZHANG Xu-Guang, Guangzhou Baijian Bioengineering Co., Ltd., Guangzhou 510663, China. E-mail: zhangxg2@by-health.com

主要包括: 抗疲劳<sup>[1]</sup>、提高生育能力<sup>[2]</sup>、抗氧化<sup>[3]</sup>、抗衰老<sup>[4]</sup>、调节内分泌<sup>[5,6]</sup>和抑制肿瘤<sup>[7]</sup>等。玛咖作为植物药或功能食品原料已在全球范围内普遍应用, 检索国产保健食品数据库发现, 目前以玛咖为主要原料的保健食品大部分以缓解体力疲劳和增强免疫力功能为主, 补气类的配伍中药以西洋参、红景天、黄芪居多, 补阴类以枸杞子、黄精、麦冬居多, 补阳类以淫羊藿、马鹿茸、虫草菌粉居多, 安神类与灵芝配伍居多<sup>[8]</sup>, 目前暂无玛咖与管花肉苁蓉的配伍功能性研究。

管花肉苁蓉是中药临床常用的一种传统的补益中药, 在《中国药典》中记载具有补肾阳、益精血等功效, 有“沙漠人参”之美誉。肉苁蓉中含量最高的功效性成分为苯乙醇苷类, 其中包括《中国药典》中规定的活性成分松果菊苷和毛蕊花糖苷, 除此之外还包括环烯醚萜苷、木脂素苷、糖类等化合物<sup>[9]</sup>。现代药理研究表明, 管花肉苁蓉具有抗疲劳、抗衰老、提高肾功能、调节免疫功能等多方面的药理作用<sup>[10]</sup>。

目前已有部分研究证实单一原料玛咖和管花肉苁蓉在缓解体力疲劳、增强免疫力等方面的功能, 彭亮等<sup>[11]</sup>通过研究表明单一原料玛咖粉的缓解体力疲劳的人体最低有效剂量约为 3.0 g/d, 王小新等<sup>[12]</sup>通过缓解体力疲劳的试验表明单一原料管花肉苁蓉的人体最低起效剂量约为 0.6 g/d, 但是目前未见有针对玛咖和管花肉苁蓉的组合物进行功能试验的研究。

玛咖片主要由玛咖和管花肉苁蓉制成, 本研究旨在通过测定小鼠尾根部负重的游泳时间, 小鼠运动后血清尿素含量、肝糖原、运动前后的血乳酸含量, 从而研究玛咖片对缓解体力疲劳的作用。通过动物试验探讨玛咖与管花肉苁蓉配伍使用下对缓解体力疲劳的功能优势, 以期对抗疲劳保健品的研发提供参考。

## 2 材料与方法

### 2.1 实验材料

#### 2.1.1 实验样品

玛咖片, 由某有限公司提供, 产品为浅棕色片剂, 带有褐色斑点, 人体日口服推荐剂量为 3.0 g。

#### 2.1.2 实验动物

选用长春市亿斯实验动物技术有限责任公司提供的无特定病原体(specific pathogen free, SPF)级 ICR(由美国癌症研究所提供, Institute of Cancer Research)雄性小鼠, 实验动物使用许可证号: SYXK-(吉)2015-0020, 160 只, 18~22 g; 自由饮水进食。

#### 2.1.3 仪器与试剂

自制游泳箱(50 cm×50 cm×40 cm); JEA3001 电子天平(精度 0.1 g, 上海浦春计量仪器有限公司); 铅皮(江苏环海

金属制品有限公司); 722 分光光度计(上海仪电分析仪器有限公司); 秒表(深圳市锐赛科技有限公司); SBA-40C 型生物传感分析仪(山东省科学院生物研究所); TBA-120FR 型全自动生化分析仪(日本东芝公司)。

尿素测定试剂盒(深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司); 肝糖原试剂盒(南京市建成生物工程研究所); 血乳酸测试酶盒(山东省科学院生物研究所)。

### 2.2 实验方法

根据《保健食品检验与评价技术规范》(2003 年版)中的缓解体力疲劳功能检验方法。

#### 2.2.1 剂量设计与受试物给与方式

将小鼠分成 4 批, 每批 40 只, 每批按人体每日口服推荐摄入量的 5、10、30 倍设置低、中、高 3 个灌胃剂量, 即 0.25、0.50、1.50 g/(kg·bw), 同时设蒸馏水为阴性对照组, 经口灌胃给予小鼠受试物。

分别称取 0.125、0.25、0.75 g 的受试物样品, 置于研钵中研磨均匀后加少量蒸馏水溶解后, 再用蒸馏水定容至 10 mL 体积后充分混匀, 得低、中、高剂量组的供试液。灌胃体积均为 0.2 mL/10 g 体重, 连续灌胃 30 d。

#### 2.2.2 负重游泳试验

末次给予受试物 30 min 后, 将尾部负重 5% 的小鼠置于游泳箱中游泳, 水深约 30 cm, 水温约为(25±1) °C。负重游泳时间(min)的计算为小鼠从开始游泳至游泳力竭死亡的时间。

#### 2.2.3 血清尿素测定

末次给予受试物 30 min 后, 置小鼠于水深约 30 cm, 水温(30±0.50) °C 的游泳箱中, 不负重游泳 90 min, 休息 60 min 后摘眼球采全血, 待血液凝固后离心取血清, 使用血清尿素试剂盒于全自动生化分析仪上测定小鼠血清尿素的含量。

#### 2.2.4 肝糖原测定(萘酮法)

末次给予受试物 30 min 后, 断颈椎处死小鼠取肝脏, 经生理盐水漂洗后用滤纸吸干, 精确称取肝脏 75 mg, 于试管中加入 225 μL 试剂盒提供的碱溶液, 用扎有透气孔的薄膜封住管口, 沸水浴 20 min, 冷却后加入 7.2 mL 蒸馏水, 充分混匀, 制备成糖原检测液, 加入显色剂后沸水浴 5 min, 冷却后使用 722 分光光度计于 620 nm 波长进行比色测定, 并按肝糖原测定试剂盒说明书进行操作, 测定肝糖原含量。

#### 2.2.5 血乳酸测定

末次给予小鼠受试物 30 min 后, 第 1 次从内眦静脉丛采血 20 μL, 用血乳酸测定试剂盒测定小鼠的血乳酸含量, 再在温度为(30±0.5) °C 的水中不负重游泳 10 min 后停止, 分别于游泳后 0 min 和游泳后休息 20 min 各采血 20 μL, 测定小鼠血乳酸含量, 并计算 3 个时间点的血乳酸曲线下面积, 计算方式如下: 血乳酸曲线下面积=5×(游泳前血乳酸值+3×游泳后 0 min 的血乳酸值+2×游泳后休息 20 min 的血乳酸值)。

2.3 统计分析结果判定

2.3.1 试验数据统计

数据的统计处理采用 SPSS 11. 5 软件中单因素方差分析进行均值比较, 方差齐时, 空白对照组与受试物阳性实验组的两两比较用 LSD 统计方法; 方差不齐时, 各组间两两比较采用秩和检验。

2.3.2 结果综合判定

负重游泳实验结果阳性, 小鼠 3 个时间点血乳酸曲线下面积、血清尿素、肝糖原 3 项生化指标中任 2 项指标阳性, 可判定该受试样品具有缓解体力疲劳的作用。

3 结果与分析

3.1 玛咖片对小鼠负重游泳时间及小鼠增重的影响

由表 1 可见, 经口连续灌胃小鼠不同剂量的玛咖片 30 d 后, 各实验组小鼠增重与阴性对照组相比未见显著性差异 ( $P>0.05$ ); 各实验组与对照组比较, 中、高剂量组负重游泳时间延长, 且具有显著性差异 ( $P<0.05$ )。说明玛咖片能

延长小鼠负重游泳时间而对小鼠增重无影响。

3.2 玛咖片对小鼠血清尿素及小鼠增重的影响

由表 2 可见, 经口连续灌胃小鼠不同剂量的玛咖片 30 d 后, 各实验组小鼠增重与阴性对照组相比未见显著性差异 ( $P>0.05$ ), 说明玛咖片对于受试期间内小鼠的体重增加无异常干扰; 高剂量组中, 小鼠游泳后血清尿素含量检测明显低于阴性对照组, 与阴性对照组比较具有显著性差异 ( $P<0.05$ ), 而中、低剂量组未见统计学差异, 说明玛咖片能够显著抑制小鼠游泳后血清尿素升高, 而血清尿素的含量越低则说明样品对于动物体内分解代谢产物的能力越强。

3.3 玛咖片对小鼠肝糖原含量及小鼠增重的影响

由表 3 可见, 经口连续灌胃小鼠不同剂量的玛咖片 30 d 后, 各实验组小鼠增重与阴性对照组相比未见统计学差异 ( $P>0.05$ ), 说明玛咖片对小鼠体重增加无异常干扰; 高、中、低各个剂量组肝糖原储备量与阴性对照组相比, 均未见统计学差异 ( $P>0.05$ ), 本研究结果表明, 玛咖片并不能增加小鼠肝糖原的储备, 减少肝糖原的消耗。

表 1 玛咖片对小鼠负重游泳时间及小鼠增重的影响( $n=3$ )  
Table1 Effects of Maca tablet on weight loading swimming time and mice weight gain ( $n=3$ )

| 组别与剂量/[g/(kg·bw)] | 动物数/只 | 始重/g     | 终重/g     | 增重/g     | 负重游泳时间 $\bar{X}\pm S/\text{min}$ |
|-------------------|-------|----------|----------|----------|----------------------------------|
| 阴性对照组             | 10    | 19.8±1.3 | 35.5±3.4 | 15.7±3.5 | 11.20±3.47                       |
| 高剂量组(1.5)         | 10    | 20.1±0.9 | 36.1±4.5 | 16.2±4.2 | 20.21±7.88*                      |
| 中剂量组(0.5)         | 10    | 20.0±1.1 | 36.3±5.2 | 16.3±5.4 | 16.33±4.71*                      |
| 低剂量组(0.25)        | 10    | 19.7±1.2 | 35.9±3.9 | 16.2±3.8 | 12.41±4.32                       |

注: \*表示与阴性对照组相比, 有显著性差异( $P<0.05$ ), 以下同。

表 2 玛咖片对小鼠血清尿素含量及小鼠增重的影响( $n=3$ )  
Table 2 Effect of Maca tablet on serum urea content and mice weight gain( $n=3$ )

| 组别与剂量/[g/(kg·bw)] | 动物数/只 | 始重/g     | 终重/g     | 增重/g     | 血清尿素/(mmol/L) |
|-------------------|-------|----------|----------|----------|---------------|
| 阴性对照组             | 10    | 19.6±1.5 | 36.5±4.3 | 16.9±2.9 | 10.4±2.7      |
| 高剂量组(1.5)         | 10    | 19.8±1.3 | 36.1±4.5 | 16.3±3.2 | 8.4±2.4*      |
| 中剂量组(0.5)         | 10    | 20.2±0.9 | 36.3±5.2 | 16.1±4.2 | 9.3±1.9       |
| 低剂量组(0.25)        | 10    | 20.1±1.1 | 35.9±3.9 | 15.8±2.8 | 9.8±2.5       |

表 3 玛咖片对小鼠肝糖原含量及小鼠增重的影响( $n=3$ )  
Table 3 Effect of Maca tablet on the hepatic glycogen content and mice weight gain( $n=3$ )

| 组别与剂量/[g/(kg·bw)] | 动物数/只 | 始重/g     | 终重/g     | 增重/g     | 肝糖原/(mg/g 肝组织) |
|-------------------|-------|----------|----------|----------|----------------|
| 阴性对照组             | 10    | 19.5±1.8 | 37.1±4.0 | 17.6±2.3 | 33.49±12.56    |
| 高剂量组(1.5)         | 10    | 20.3±1.3 | 36.7±3.6 | 16.4±2.3 | 37.88±10.49    |
| 中剂量组(0.5)         | 10    | 20.5±0.9 | 37.2±5.2 | 16.7±4.3 | 35.17±13.41    |
| 低剂量组(0.25)        | 10    | 20.3±1.5 | 36.4±4.3 | 16.1±2.9 | 34.72±11.31    |

3.4 玛咖片对小鼠血乳酸值及小鼠增重的影响

由表 4 可见,经口连续灌胃小鼠不同剂量的玛咖片 30 d 后,各实验组小鼠增重与阴性对照组相比均无显著性差异( $P>0.05$ ),说明玛咖片对小鼠体重增加无异常干扰;由表 5 可见,玛咖片高剂量组小鼠游泳后 3 个时间点血乳酸曲线下面积与阴性对照相比具有显著性降低( $P<0.05$ ),说明玛咖片能够抑制游泳时血乳酸的产生或者加速血乳酸的清除,而当血乳酸水平降低之后,疲劳会得以恢复,故能够起到抗疲劳的作用。

表 4 玛咖片对血乳酸组小鼠增重的影响( $n=3$ )  
Table 4 Effect of Maca tablet on blood lactic acid group mice weight gain ( $n=3$ )

| 组别与剂量<br>/(g/(kg·bw)) | 动物数<br>/只 | 始重/g     | 终重/g     | 增重/g     |
|-----------------------|-----------|----------|----------|----------|
| 阴性对照组                 | 10        | 19.7±1.6 | 36.8±4.6 | 17.1±3.1 |
| 高剂量组(1.5)             | 10        | 20.6±0.9 | 36.7±4.1 | 16.1±3.1 |
| 中剂量组(0.5)             | 10        | 20.1±1.2 | 36.5±4.9 | 16.4±3.7 |
| 低剂量组(0.25)            | 10        | 20.3±1.1 | 37.3±5.3 | 17.0±4.2 |

4 讨 论

玛咖传统上作为食物和草药,除含有丰富的蛋白质、氨基酸、多糖、矿物质等多种营养物质外,还含有生物碱、芥子油苷、玛咖烯、玛卡酰胺<sup>[13]</sup>等活性物质。管花肉苁蓉(*Cistanche tubulosa* (Schenk) Wight) 为列当科(Orobanchaceae)肉苁蓉属(*Cistanche*)多年寄生草本植物,主产于我国内蒙、新疆等地。据统计,在历代增力中药处方中肉苁蓉的出现率占第 1 位,而在抗老防衰类方剂中仅次于人参居第 2 位。管花肉苁蓉的主要有效化学成分为苯乙醇苷类、环烯醚萜类、木质素类、寡糖脂类等<sup>[14-16]</sup>,其抗疲劳作用可能主要和其抗氧化功能有关。而药典中记载:“一般补阳物多燥,滋阴物多腻,但是本品补而不燥,滋而不腻,其力

和缓,故有苁蓉(与“从容”谐音)之称”。

力竭游泳时间是衡量机体运动能力的直接指标,血清尿素、肝糖原、血乳酸面积可以一同反应机体疲劳程度的强弱。其中血清尿素是反应磷酸原功能系统的敏感指标,是反应机体中蛋白质氨基酸分解代谢的情况;血乳酸是糖降解的产物,是糖酵解功能系统更敏感的指标;肝糖原储备的增加,同时减少糖损耗,是保持血糖浓度稳定和延缓疲劳发生的重要部分。沈维治等<sup>[1]</sup>对玛咖粉抗疲劳动物实验的结果表明,玛咖粉高、中、低剂量组均能显著延长健康小鼠负重游泳时间、显著降低血清尿素氮的含量、显著增加血红蛋白和肝糖原的含量。纪志华等<sup>[17]</sup>对管花肉苁蓉药材进行缓解体力疲劳的研究,实验结果提示管花肉苁蓉能够显著延长小鼠的力竭游泳时间,降低剧烈运动时肌酸激酶上升的幅度,加速血乳酸的清除,并且对小鼠的体重增长无明显影响。本实验对玛咖与管花肉苁蓉为主要原料配制的玛咖片进行研究,其结果与前人报道一致。

5 结 论

小鼠连续 30 d 给予受试物 0.25、0.50、1.50 g/(kg·bw),1.50 g/(kg·bw)剂量组能明显延长小鼠的负重游泳时间,减少小鼠游泳时血清尿素的产生,减少血乳酸的产生,并且与阴性对照组比较均有显著性差异( $P<0.05$ ),各剂量组对肝糖原储备及小鼠体重、增重均未见影响,根据《保健食品功能学评价程序与检验方法规范》判断,受试物具有缓解体力疲劳的功能。

随着亚健康问题的逐渐突出,抗疲劳目前已经成为亚健康类别中的热门方向,目前有大量的文献研究针对单一原料或中药的抗疲劳作用,但对于联合起来复配使用的研究相对较少。玛咖作为法规批准的新资源食品,管花肉苁蓉作为中国传统的中药材,在原料自身的机制研究上都较为充分,而本实验也表明,玛咖、管花肉苁蓉复配具有缓解体力疲劳的作用,这为今后进一步开发含以上主要成分的缓解体力疲劳功能性食品提供了理论依据。

表 5 玛咖片对小鼠不同时间点血乳酸曲线下面积的影响( $n=3$ )  
Table 5 Effect of Maca tablet on the blood lactic acid curve area of different time point( $n=3$ )

| 组别与剂量<br>/[g/(kg·bw)] | 动物数/只 | 运动前血乳酸值<br>/(mmol/L) | 运动后 0 min 血乳酸值<br>/(mmol/L) | 运动后 20 min 血乳酸值<br>/(mmol/L) | 血乳酸曲线下面积     |
|-----------------------|-------|----------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------|
| 阴性对照组                 | 10    | 2.71±0.57            | 5.74±1.38                   | 4.56±1.13                    | 145.35±24.23 |
| 高剂量组(1.5)             | 10    | 2.64±0.67            | 3.82±1.03                   | 2.27±0.71                    | 93.75±22.9*  |
| 中剂量组(0.5)             | 10    | 2.74±0.70            | 5.17±1.23                   | 3.64±1.23                    | 129.65±24.25 |
| 低剂量组(0.25)            | 10    | 2.60±0.63            | 4.89±1.39                   | 3.50±0.84                    | 121.35±19.4  |

## 参考文献

- [1] 沈维治, 邹宇晓, 林光月, 等. 玛咖抗疲劳作用及活性组分研究[J]. 食品与生物技术学报, 2014, 33(7): 721–726.
- Shen WZ, Zou YX, Lin YG, *et al.* Bioactive constituents and anti-fatigue effects *in vivo* of *Lepidium meyenii* (Maca) [J]. J Food Sci Biotech, 2014, 33(7): 721–726.
- [2] 何钊, 冯颖, 徐珑峰, 等. 云南种植玛咖乙醇提取物的体外抗氧化活性分析[J]. 食品科学, 2010, 31(15): 39–43.
- He Z, Feng Y, Xu LF, *et al.* *In vitro* antioxidant activity of ethanol extract of Maca (*Lepidium meyenii* Walpers) cultivated in Yunnan [J]. Food Sci, 2010, 31(15): 39–43.
- [3] 余龙江, 张永忠, 金文闻, 等. 玛咖醇提取物对小鼠的抗衰老作用[J]. 中草药, 2006, 37(1): 81–83.
- Yu LJ, Zhang YZ, Jin WW, *et al.* Anti-senility effect of ethanol extract in rhizome of *Lepidium meyenii* in mice [J]. Chin Tradit Herbal Drugs, 2006, 37(1): 81–83.
- [4] Chacon G. Estudio fitoquímico de *Lepidium meyenii* Walp [M]. Lima: Universidad mayor de San Marcos, 1962.
- [5] Mithen RF, Dekker M, Verkerk R, *et al.* The nutritional significance, biosynthesis and bioavailability of glucosinolates in human foods [J]. J Sci Food Agric, 2000, 80(7): 967–984.
- [6] 胡天祥. 南美高原植物玛咖的研究进展[J]. 中医临床研究, 2011, 3(19): 116–117.
- Hu TX. Researching progress of Maca in South American highland [J]. Clin J Chin Med, 2011, 3(19): 116–117.
- [7] 李爱民, 王淳, 张建军, 等. 玛咖的现状研究与分析[J]. 中华中医药杂志, 2018, (1): 244–248.
- Li AM, Wang C, Zhang JJ, *et al.* Research and analysis on the current situation of Maca [J]. Chin J Tradit Chin Med Pharm, 2018, (1): 244–248.
- [8] 彭芳, 徐荣, 徐常青, 等. 肉苁蓉药用及其食疗历史考证[J]. 中国药学杂志, 2017, (5): 55–61.
- Peng F, Xu R, Xu CQ, *et al.* Ancient literature textual research on medicinal and edible history of *Cistanche herba* [J]. Chin Pharm J, 2017, (5): 55–61.
- [9] 孟胜喜, 霍清萍. 肉苁蓉有效成分对神经系统作用研究进展[J]. 中国中医药信息杂志, 2016, 23(10): 123–126.
- Meng SX, Huo QP. Research progress in the effects of effective constituents in *herba cistanche* on functions of nervous system [J]. Chin J Inf Tradit Chin Med, 2016, 23(10): 123–126.
- [10] 汤小蕾, 孙平飞. 管花肉苁蓉的研究进展[J]. 中医药导报, 2009, 15(5): 101–104.
- Tang XL, Sun PF. Study progress of *C.tubulosa* (Schenk) R wight [J]. Guid J Tradit Chin Med Pharm, 2009, 15(5): 101–104.
- [11] 彭亮, 张洁宏, 覃光球, 等. 玛咖缓解小鼠体力疲劳功效的实验研究[J]. 云南医药, 2017, (2): 175–177.
- Peng L, Zhang JH, Qin GQ, *et al.* Experimental study on the efficacy of maca in relieving physical fatigue in mice [J]. Med Pharm Yunnan, 2017, (2): 175–177.
- [12] 王小新, 骆婷婷. 肉苁蓉对小鼠抗疲劳及记忆力的影响[J]. 内蒙古中医药, 2014, 33(22): 102–103.
- Wang XX, Luo TT. Effects of *Cistanche deserticola* on fatigue resistance and memory in mice [J]. Inner Mongol J Tradit Chin Med, 2014, 33(22): 102–103.
- [13] 余龙江, 金文闻. 国际良种—药食两用植物 MACA[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2003.
- Yu LJ, Jin WW. International fine variety-edible and medicinal plant MACA [M]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology Press, 2003.
- [14] 宋海龙, 贾晓光, 谢海辉. 管花肉苁蓉化学成分研究进展[J]. 新疆中医药, 2010, 28(1): 76–78.
- Song HL, Jia XG, Xie HH. Advances in chemical constituents of *Cistanche tubulosa* [J]. Xinjiang Tradit Chin Med, 2010, 28(1): 76–78.
- [15] 屠鹏飞, 出山武, 张正高, 等. 肉苁蓉类生药中苯乙醇甙类成分的 RP-HPLC 分析[J]. 药学报, 1997, (4): 55–61.
- Tu PF, Chu SW, Zhang ZG, *et al.* Analysis of phenylglycosides in *Cistanche tubulosa* by RP-HPLC [J]. Acta Pharm Sin, 1997, (4): 55–61.
- [16] Xie H, Morikawa T, Matsuda H, *et al.* Monoterpene constituents from *Cistanche tubulosa*-chemical structures of kankanosides A-E and kankanol [J]. Chem Pharm Bull, 2006, 37(44): 669–675.
- [17] 纪志华, 侯金凤, 韩丽春. 苁蓉运动保健饮料的动物实验研究[J]. 内蒙古医学杂志, 2000, (6): 412–413.
- Ji ZH, Hou JF, Han LC. Animal experimental study of *Cistanche tubulosa* sports tonic drink [J]. Inner Mongolia Med, 2000, (6): 412–413.

(责任编辑: 武英华)

## 作者简介

张志超, 主要研究方向为功能性食品研发。

E-mail: zhangzc@by-health.com

张旭光, 博士, 主要研究方向为功能性食品研发。

E-mail: zhangxg2@by-health.com