

# 西洋参水提物改善睡眠功能的研究

张梓萱<sup>1,2</sup>, 申 旻<sup>3</sup>, 朱晨辉<sup>1,2\*</sup>

(1. 西北大学化工学院, 西安 710069; 2. 西北大学生物医药研究院, 西安 710069;  
3. 陕西省太白酒业有限责任公司, 宝鸡 722399)

**摘要: 目的** 研究不同剂量西洋参水提物对小鼠睡眠功能的影响。**方法** 根据改善睡眠功能评价方法, 分别通过直接睡眠实验、延长戊巴比妥钠睡眠时间实验、戊巴比妥钠阈下剂量催眠实验、巴比妥钠睡眠潜伏期实验判定西洋参水提物高、中、低剂量组[133.3、66.7、33.3 mg/(kg·BW)相当于人体剂量的 20、10、5 倍]是否具有改善小鼠睡眠的功能, 并通过酶联免疫吸附分析(enzyme linked immunosorbent assay, ELISA)实验测定小鼠脑中 5-羟色胺(5-hydroxytryptamine, 5-HT)的含量。**结果** 西洋参水提物各剂量组均无直接睡眠作用; 与空白对照相比, 西洋参水提物中、高剂量组能显著延长小鼠睡眠时间( $P<0.05$ ), 提高小鼠的入睡率( $P<0.05$ ), 且西洋参水提物高剂量组能显著缩短小鼠巴比妥钠睡眠潜伏期, 并能显著提高小鼠脑中 5-HT 含量( $P<0.05$ )。**结论** 西洋参水提物具有改善小鼠睡眠的作用, 这可能与提高小鼠脑中 5-HT 含量有关。

**关键词:** 西洋参水提物; 睡眠; 戊巴比妥钠; 巴比妥钠

## Study on improving sleep function of water extract of *Panax quinquefolium*

ZHANG Zi-Xuan<sup>1,2</sup>, SHEN Min<sup>3</sup>, ZHU Chen-Hui<sup>1,2\*</sup>

(1. School of Chemical Engineering, Northwest University, Xi'an 710069, China; 2. Biotech. & Biomed. Research Institute, Northwest University, Xi'an 710069, China; 3. Shaanxi Taibai Wine Industry Co., Ltd., Baoji 722399, China)

**ABSTRACT: Objective** To study the effects of different doses of water extract of *Panax quinquefolium* on sleep in mice. **Methods** According to the improved sleep function evaluation method, direct sleep test, prolonged pentobarbital sodium sleep time test, pentobarbital sodium subthreshold dose hypnosis test and barbituric sodium sleep latency test were carried out respectively to determine whether the water extract of *Panax quinquefolium* in high, medium and low dose groups [133.3, 66.7, 33.3 mg/(kg·BW) were equivalent to 20, 10 and 5 times of human dose] had the function of improving sleep in mice. The content of 5-hydroxytryptamine (5-HT) in brain stem of mice was determined by enzyme linked immunosorbent assay (ELISA) experiment. **Results** The water extract of *Panax quinquefolium* had no direct sleep effect in all dosage groups, compared with blank control, medium and high dose of *Panax quinquefolium* water extract groups could significantly prolong the sleep time of mice ( $P<0.05$ ) and improve the sleep rate of mice ( $P<0.05$ ), high dose of *Panax quinquefolium* water extract group could significantly shorten the sleep latency of barbital sodium in mice, and significantly increase the content of 5-HT in brain stem of mice ( $P<0.05$ ). **Conclusion** The water extract of *Panax quinquefolium* can improve the sleep of mice, which may be related to increasing the content of 5-HT in brain stem of mice.

**KEY WORDS:** water extract of *Panax quinquefolium*; sleep; pentobarbital sodium; barbital sodium

基金项目: 国家自然科学基金项目(22178287)

Fund: Supported by the National Natural Science Foundation of China (22178287)

\*通信作者: 朱晨辉, 教授, 主要研究方向为生物医药。E-mail: zch2005@nwu.edu.cn

\*Corresponding author: ZHU Chen-Hui, Professor, School of Chemical Engineering, Northwest University, Xi'an 710069, China; Biotech. & Biomed. Research Institute, Northwest University, Xi'an 710069, China. E-mail: zch2005@nwu.edu.cn

## 0 引言

近年来, 国内的失眠障碍发病率持续上升, 失眠已成为神经内科门诊的第二大疾病, 失眠是目前困扰大多数人日常生活的一种现象, 学习生活压力的增加使越来越多的年轻人精神紧张过度, 思虑过多, 导致失眠群体不断年轻化<sup>[1]</sup>。此外, 由于电子设备的更新换代, 丰富的娱乐功能使得熬夜人群逐渐增加, 相应地, 长期熬夜也会造成失眠<sup>[2]</sup>。而失眠不仅会影响人们日常的工作和学习, 还会对身心健康带来较为严重的损害, 增加如精神类、心脑血管、糖尿病等慢性疾病的发生几率<sup>[3-5]</sup>。充足的睡眠时间能促进机体正常发育和增长, 缓解疲劳, 保证大脑的高效运转, 是人体生存所必需的<sup>[6]</sup>。因此, 解决失眠问题显得尤为迫切。目前大部分治疗失眠的方法仍采用服用安眠类化工合成的药物, 这类药物效果明显, 但是副作用大, 长期使用容易产生药物依赖性<sup>[7-8]</sup>。中医学认为失眠是由心脾两虚和阴虚火旺以致心神不安和神失所养, 而失眠同时会进一步增加虚火旺盛的程度, 形成恶性循环<sup>[9-10]</sup>。中药治疗失眠历史悠久, 副作用小且疗效显著, 因此利用具有镇静催眠作用的中药来改善睡眠逐渐受到广泛的关注<sup>[11-13]</sup>。

西洋参(*Panax quinquefolium* L.)为五加科人参属, 又名花旗参, 味甘、性凉, 其含有丰富的皂苷, 具有清热生津、镇静滋阴, 提高自身免疫力、参与中枢神经调节、提高记忆力、改善睡眠和烦躁的功效, 还能应用于治疗肿瘤、心血管、高血压及高血糖等疾病<sup>[14-17]</sup>。西洋参最早来源于加拿大和美国北部, 我国引进后开始大量种植于山东、吉林、黑龙江、山西等地<sup>[18]</sup>。西洋参的功能应用广泛主要是因为其含有皂苷、氨基酸、多糖及多种微量元素, 其中皂苷种类丰富, 是其发挥主要作用的主要活性成分<sup>[19]</sup>。人参皂苷 Rb1、Rc、Rd、Re、Rg1 等水溶性成分均能从西洋参中分离获得且含量占总人参皂苷的 70%以上<sup>[20-21]</sup>。王万里<sup>[22]</sup>的研究发现从西洋参中提取分离得到的人参皂苷 Rb1 能通过减弱动物的肌力来减少其自发的活动。相关研究也表明人参皂苷 Rb1 能抑制中枢神经, 具有镇静和神经保护的作用<sup>[23]</sup>。王会军等<sup>[24]</sup>发现西洋参茎叶中的皂苷能通过改善自主神经系统功能紊乱等机制来改善患有心脏痛伴失眠患者的睡眠质量。这些研究均说明了西洋参中皂苷的镇静作用与其能调节神经递质有关。由此可见, 西洋参可作为改善睡眠的原料, 但其相关研究少见报道, 其效果和影响机制尚不清楚。本研究以西洋参的水提物为实验原料, 按照《保健食品检验与评价技术规范》<sup>[25]</sup>中的改善睡眠功能评价方法研究其对小鼠睡眠的改善作用, 以期为西洋参的功能产品开发和研究提供理论基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验药物

西洋参水提物(提取率 16%, 含人参皂苷 10%)购于陕

西开普勒生物科技有限公司; 戊巴比妥钠[27 mg/(kg·BW)]、巴比妥钠[270 mg/(kg·BW)](美国 Sigma 公司); 5-HT 酶联反应试剂盒(南京建成生物工程有限公司)。

### 1.2 实验动物

昆明小鼠(SPF 级), 雄性, 体重在 18~22 g 之间, 购买于西安交通大学医学部实验动物中心[许可证号 SCXK(陕)2018-001]。本研究中所有动物实验的过程均经西北大学动物伦理委员会批准。

### 1.3 实验方法

#### 1.3.1 直接睡眠实验

从适应性喂养 1 周后的小鼠中选取 40 只, 随机分为空白对照组(蒸馏水)、西洋参水提物高剂量组[133.3 mg/(kg·BW)]、中剂量组[66.7 mg/(kg·BW)]、低剂量组[33.3 mg/(kg·BW)], 每组 10 只。每天给药 1 次, 连续灌胃 30 d, 于末次给药后观察小鼠的睡眠情况。小鼠不发生翻正反射为睡眠的指标。当小鼠背卧, 能立即翻正。当小鼠超过 50 s 没有翻正则说明其没有翻正反射, 在睡眠状态。当小鼠的翻正反射恢复, 则认为其觉醒, 记录翻正反射消失到发生的时间, 这段时间为睡眠时间, 并记录小鼠的入睡只数。

#### 1.3.2 延长戊巴比妥钠睡眠时间实验

实验分组给药同 1.3.1, 在动物最后一次给药 15 min 后, 给空白对照组和西洋参各剂量组的小鼠均按照 0.1 mL/10 (g·BW) 腹腔注射 45 mg/(kg·BW) 的戊巴比妥钠溶液, 记录各组小鼠给予戊巴比妥钠后, 从翻正反射消失到发生的时间。

#### 1.3.3 戊巴比妥钠阈下剂量催眠实验

实验分组给药同 1.3.1, 连续灌胃 30 d, 每天 1 次后, 在动物最后一次给药 15 min 后, 给空白对照组和西洋参各剂量组的小鼠均按照 0.1 mL/10 (g·BW) 腹腔注射 27 mg/(kg·BW) 的戊巴比妥钠溶液, 记录各组小鼠给予戊巴比妥钠的 30 min 内, 小鼠的入睡只数(以翻正反射消失超过 1 min 为指标)。

#### 1.3.4 巴比妥钠睡眠潜伏期实验

实验分组给药同 1.3.1, 连续灌胃 30 d, 在末次给药后 15 min, 给空白对照组和西洋参各剂量组的小鼠均按照 0.1 mL/10 (g·BW) 腹腔注射 270 mg/(kg·BW) 的巴比妥钠溶液, 以翻正反射消失为指标, 记录各组小鼠给予巴比妥钠后, 记录小鼠睡眠潜伏期的时间。

#### 1.3.5 脑内神经递质的检测

从适应性喂养 1 周后的小鼠中选取 40 只, 分为西洋参水提物高剂量[133.3 mg/(kg·BW)]、中剂量[66.7 mg/(kg·BW)]、低剂量组[33.3 mg/(kg·BW)]和空白对照组(蒸馏水)共 4 组, 连续给药 30 d, 在末次给药 1 h 后, 处死小鼠, 取出小鼠的脑干组织, 加入适量生理盐水后, 研磨均匀后离心取上清液, 用 5-HT 酶联反应试剂盒测定小鼠脑干中的 5-HT 含量。

### 1.4 数据处理

数据由 SPSS 20.0 软件处理, 并计算方差对其进行显

著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 西洋参水提取物对小鼠体重的影响

由图 1 可知, 西洋参水提取物高、中、低剂量组和空白对照组相比, 小鼠的初始体重与在第 7、14、21 和 30 d 的体重均无显著性差异( $P>0.05$ ), 且小鼠的日常活动正常, 未发生不良反应, 说明西洋参水提取物各剂量组对小鼠体重增长无明显影响且无副作用产生。

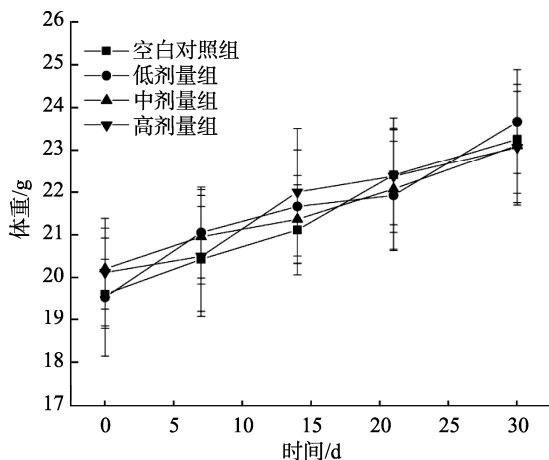


图 1 西洋参水提取物对小鼠体重的影响( $n=10$ )

Fig.1 Effects of water extract of *Panax quinquefolium* on weights of mice ( $n=10$ )

### 2.2 西洋参水提取物对小鼠直接睡眠作用的影响

各组小鼠在给予相应的受试样品后, 1 h 内均未发生翻正反射消失的现象, 说明西洋参水提取物对小鼠无直接睡眠作用。

### 2.3 西洋参水提取物对戊巴比妥钠诱导后小鼠睡眠时间的影响

由表 1 可知, 在各组小鼠注射戊巴比妥钠后, 与空白对照组相比, 西洋参水提取物随着剂量的增加, 睡眠时间逐渐延长, 其中西洋参中、高剂量组具有显著性差异( $P<0.05$ ), 戊巴比妥钠具有镇静作用<sup>[26]</sup>, 西洋参水提取物能延长注射戊巴比妥钠后的睡眠时间, 说明西洋参参与戊巴比妥钠具有协同作用。

表 1 西洋参水提取物对小鼠戊巴比妥钠睡眠时间的的影响( $n=10$ )  
Table 1 Effects of water extract of *Panax quinquefolium* on sleep time of pentobarbital sodium in mice ( $n=10$ )

剂量组 /[mg/(kg·BW)]	动物数/只	入睡时间 /min	延长率 /%
133.3	10	51.28±11.64*	34.21
66.7	10	49.27±10.95*	28.95
33.3	10	42.17±8.96	10.36
空白对照组	10	38.21±7.26	0

注: \*与对照组相比  $P<0.05$ , 下同。

### 2.4 西洋参水提取物对戊巴比妥钠阈下剂量小鼠催眠的影响

从表 2 可知, 西洋参水提取物高、中剂量组[133.3、66.7 mg/(kg·BW)]的入睡率均为 60%, 西洋参水提取物低剂量组[33.3 mg/(kg·BW)]的入睡率为 50%, 而空白对照组的入睡率为 10%, 且西洋参水提取物中、高剂量组相对于空白对照组具有显著性差异( $P<0.05$ )。戊巴比妥钠是通过肝酶进行代谢的, 能抑制肝酶的药物同样能延长戊巴比妥钠睡眠时间<sup>[27]</sup>, 所以戊巴比妥钠阈下剂量催眠实验结果表明, 西洋参水提取物与戊巴比妥钠具有协同作用, 排除了西洋参水提取物对肝酶抑制的作用。

表 2 西洋参水提取物对小鼠戊巴比妥钠阈下剂量催眠的影响( $n=10$ )  
Table 2 Effects of water extract of *Panax quinquefolium* on hypnosis of subthreshold dosage of pentobarbital sodium in mice ( $n=10$ )

剂量组 /[mg/(kg·BW)]	动物数/只	入睡数/只	入睡率/%
133.3	10	7	60*
66.7	10	6	60*
33.3	10	5	50
空白对照组	10	1	10

### 2.5 西洋参水提取物对巴比妥钠诱导小鼠睡眠潜伏期的影响

由表 3 可知, 注射巴比妥钠后, 与空白对照组相比, 西洋参水提取物随着剂量的增加, 小鼠的入睡潜伏期逐渐减少, 其中西洋参高剂量组与空白对照组具有显著性差异( $P<0.05$ ), 巴比妥钠对中枢神经具有抑制作用<sup>[28]</sup>, 西洋参水提取物能缩短注射巴比妥钠后的入睡潜伏期, 说明西洋参参与巴比妥钠具有协同作用。

表 3 西洋参水提取物对小鼠巴比妥钠催眠潜伏期的影响( $n=10$ )  
Table 3 Effects of water extract of *Panax quinquefolium* on hypnotic latency of barbital sodium in mice ( $n=10$ )

剂量组 /[mg/(kg·BW)]	动物数/只	睡眠潜伏期/min	缩短率/%
133.3	10	19.26±4.96*	25.26
66.7	10	21.79±3.16	15.45
33.3	10	24.27±3.61	5.8
空白对照组	10	25.76±4.87	0

### 2.6 西洋参水提取物对小鼠脑干中 5-HT 浓度的影响

由表 4 可以看出, 与空白对照组相比较, 西洋参水提取物各剂量组小鼠脑干中 5-HT 的含量随剂量增加而增加, 且西洋参水提取物高剂量组具有统计学差异( $P<0.05$ ), 说明西洋参水提取物能通过提高小鼠脑内 5-HT 的含量来发挥镇静催眠的作用。

表 4 西洋参水提物对小鼠脑中 5-HT 浓度的影响( $n=10$ )  
Table 4 Effects of water extract of *Panax quinquefolium* on 5-HT concentration in brain stem of mice ( $n=10$ )

剂量组/[mg/(kg·BW)]	5-HT 含量/(ng/g)
133.3	89.12±2.73*
66.7	72.39±2.48
33.3	69.58±2.04
空白对照组	65.22±1.28

### 3 讨论与结论

本研究通过对西洋参水提物的改善睡眠功能的研究, 结果表明, 西洋参水提物对小鼠无直接睡眠作用, 且延长戊巴比妥钠睡眠时间实验、戊巴比妥钠阈下剂量催眠实验和巴比妥钠睡眠潜伏期实验这 3 项实验结果均为阳性, 根据《保健食品检验与评价技术规范》<sup>[25]</sup>说明西洋参水提物具有改善睡眠的功能, 同时还发现西洋参水提物能提高小鼠脑中 5-HT 含量。睡眠觉醒与许多的神经递质都有关, 例如谷氨酸、乙酰胆碱、褪黑素等。不同的神经递质之间相互联系, 维持睡眠的觉醒节律。其中能参与睡眠发生与维持的重要睡眠调节神经递质是 5-HT, 它是脑内一种较为重要的单胺类神经递质, 对调节睡眠起到了至关重要的作用, 其主要分布在脑干背侧中线附近, 具有抑制效应<sup>[29-30]</sup>。当小鼠脑中 5-HT 合成酶减少时, 引起 5-HT 含量减少, 则会导致小鼠的睡眠时间缩短<sup>[31-32]</sup>。FISCHER 等<sup>[33]</sup>用 5-HT 治疗 1 例严重失眠患者, 结果显示失眠现象有所缓解。MOU 等<sup>[34]</sup>研究发现了人参皂苷具有镇静、催眠的作用, 其作用机制可能与增加脑内神经递质 5-HT 和  $\gamma$ -氨基丁酸有关。匡荣等<sup>[29]</sup>研究了由西洋参和珍珠组成的洋参珍珠胶囊的药理作用, 发现其能显著降低小鼠的自主活动和增加小鼠的睡眠时间, 说明与其能抑制中枢神经系统有关。这些研究均与本研究的结论一致。

综上, 根据《保健食品检验与评价技术规范》的功能评价方法说明西洋参水提物具有改善睡眠的功能, 可能与其提高小鼠脑内的 5-HT 含量有关。这为西洋参应用于改善睡眠的保健食品中提供了理论依据, 也为西洋参相关的功能保健食品开发提供了参考, 但关于西洋参改善睡眠的机制还需进一步深入研究。

### 参考文献

- [1] YAN CQ, WANG X, HUO JW, *et al.* Abnormal global brain functional connectivity in primary insomnia patients: A resting state functional MRI study [J]. *Front Neurol*, 2018, 9(11): 856.
- [2] WICKWIRE EM, SHAYA FT, SCHARF SM. Health economics of insomnia treatments: The return on investment for a good night's sleep [J]. *Sleep Med Rev*, 2016, 30: 72–82.

- [3] HUNTER P. Getting on top of sleep: Research begins to unravel the molecular mechanisms that link sleep and health [J]. *EMBO Rep*, 2021, 22: e52957.
- [4] MORIN CM, BENCA R. Chronic insomnia [J]. *Lancet*, 2012, 379(9821): 1129–1141.
- [5] LAUGSAND L, VATTEN L, PLATOU C, *et al.* Insomnia and the risk of acute myocardial infarction: A population study [J]. *Circulation*, 2011, 124: 2073–2081.
- [6] YUEN KM, PELAYO R. Socioeconomic impact of pediatric sleep disorders [J]. *Sleep Med Clin*, 2017, 12(1): 23–30.
- [7] ZISAPPEL N. Drugs for insomnia [J]. *Exp Opin Emerg Drug*, 2012, 17(3): 299–317.
- [8] DOGHRAMJI K, JANGRO WC. Adverse effects of psychotropic medication on sleep [J]. *Psy Clin Am*, 2016, 11(4): 503–514.
- [9] 陈婷婷, 姬佳, 石斐, 等. 中医治疗失眠的治则浅析[J]. *中国老年保健医学*, 2020, 18(1): 3–5.  
CHEN TT, JI J, SHI F, *et al.* Analysis on TCM treatment of insomnia [J]. *Chin J Geria Care*, 2020, 18(1): 3–5.
- [10] 王俊睿, 白玉昊. 中医治疗失眠证研究进展[J]. *世界最新医学信息文摘(连续型电子期刊)*, 2021, 21(27): 144–145.  
WANG JR, BAI YH. Research progress in TCM treatment of insomnia syndrome [J]. *World Latest Med Inform*, 2021, 21(27): 144–145.
- [11] 朱尧, 夏伟, 刘激激, 等. 中医论治失眠研究进展[J]. *吉林中医药*, 2016, 36(3): 320–324.  
ZHU Y, XIA W, LIU WW, *et al.* Research progress on the treatment of insomnia in traditional Chinese medicine [J]. *Jilin Tradit Chin Med*, 2016, 36(3): 320–324.
- [12] 牛嘉暄, 赵英强, 牛增辉, 等. 中医药治疗失眠的研究进展[J]. *内蒙古中医药*, 2021, 40(4): 159–162.  
NIU JX, ZHAO YQ, NIU ZH, *et al.* Research progress of traditional Chinese medicine treatment of insomnia [J]. *Inner Mongolia J Tradit Chin Med*, 2021, 40(4): 159–162.
- [13] 王亮, 李绍旦, 王鹏, 等. 中医药干预失眠模型动物的代谢组学研究进展[J]. *中医药学报*, 2021, 49(11): 91–95.  
WANG L, LI SD, WANG P, *et al.* Research progress of TCM in intervening insomnia model animals based on metabolomics [J]. *Acta Chin Med Pharmacol*, 2021, 49(11): 91–95.
- [14] 刘笑男, 历凯, 盛波, 等. 西洋参药理学研究进展[J]. *辽宁中医药大学学报*, 2019, 21(11): 112–115.  
LIU XN, LI K, SHENG B, *et al.* Advances in pharmacology of *Panax quinquefolium* Linn [J]. *Liaoning Univ Tradit Chin Med*, 2019, 21(11): 112–115.
- [15] 钟运香, 袁娇, 刘丰惠, 等. 西洋参化学成分、药理作用及质量控制研究进展[J]. *中国中医药现代远程教育*, 2020, 18(7): 4.  
ZHONG YX, YUAN J, LIU FH, *et al.* Research progress on chemical constituents, pharmacological effects and quality control of American ginseng [J]. *Chin Med Mod Dist Edu Chin*, 2020, 18(7): 4.
- [16] 刘俊文, 徐美利, 徐冰, 等. 西洋参不同部位皂苷成分研究[J]. *天津中医药*, 2019, 36(7): 4.  
LIU JW, XU ML, XU B, *et al.* Study on saponin components in different parts of *Panax quinquefolium* L [J]. *Tianjin Tradit Chin Med*, 2019, 36(7): 4.
- [17] 徐丽华, 王新茗, 于金倩, 等. 西洋参茎叶的化学成分和药理作用研究进展[J]. *食品与药品*, 2021, 23(3): 278–284.

- XU LH, WANG XM, YU JQ, *et al.* Advances in chemical constituents and pharmacological effects of stems and leaves of *Panax quinquefolium* [J]. Food Drug, 2021, 23(3): 278–284.
- [18] WANG W, ZHAO YQ, RAYBURN ER, *et al.* *In vitro* anti-cancer activity and structure-activity relationships of natural products isolated from fruits of *Panax ginseng* [J]. Cancer Chem Pharm, 2007, 59(5): 589–601.
- [19] 许衍东, 张金宇, 张卓. 西洋参药理作用的研究[J]. 饮食保健, 2018, 5(11): 83–84.
- XU YD, ZHANG JY, ZHANG Z. Study on pharmacological action of *Panax quinquefolium* L. [J]. Diet Health, 2018, 5(11): 83–84.
- [20] 安琪, 郭梅, 申亚君, 等. 西洋参蒸制前后人参皂苷类成分变化及活性比较研究[J]. 中国中药杂志, 2020, 45(18): 4404–4410.
- AN Q, GUO M, SHEN YJ, *et al.* Comparative study on changes of ginsenosides and activities of American ginseng before and after steaming [J]. Chin J Chin Mater Med, 2020, 45(18): 4404–4410.
- [21] QI LW, WANG CZ, YUAN CS. American ginseng: Potential structure-function relationship in cancer chemoprevention [J]. Biochem Pharmacol, 2010, 80(7): 947–954.
- [22] 王万里. 人参皂苷 Rb1 对大鼠 IL-1 $\beta$  和 TNF- $\alpha$  表达及睡眠脑电影响的研究[D]. 成都: 电子科技大学, 2008.
- WANG WL. Effects of ginsenoside Rb1 on il-1 $\beta$  and TNF- $\alpha$  expression and sleep eeg in rats [D]. Chengdu: University of Electronic Science and Technology, 2008.
- [23] DI L, REN JW, ZHANG T, *et al.* Anti-fatigue effects of small-molecule oligopeptides isolated from *Panax quinquefolium* L. in mice [J]. Food Funct, 2018, 9(8): 4266–4273.
- [24] 王会军, 刘慧敏, 池伟伟, 等. 西洋参茎叶总皂苷联合西药对青中年稳定性心绞痛伴自述失眠患者的临床疗效[J]. 中成药, 2021, 43(5): 138.
- WANG HJ, LIU HM, CHI WW, *et al.* Clinical effect of *panax quinquefolium* stem and leaf saponins combined with western medicine on young and middle-aged patients with stable angina pectoris accompanied by self-reported insomnia [J]. Chin Tradit Patent Med, 2021, 43(5): 138.
- [25] 中华人民共和国卫生部. 保健食品检验与评价技术规范(2003 年版)[M]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- Ministry of Health of the People's Republic of China. Technical specification for health food inspection and evaluation (2003 edition) [M]. Beijing: China Standard Press, 2003.
- [26] 珠娜, 郝云涛, 刘欣然, 等. 核桃低聚肽改善睡眠作用及机制[J]. 中国生育健康杂志, 2020, 31(2): 147–150, 173.
- ZHU N, HAO YT, LIU XR, *et al.* Effects of walnut oligopeptides on sleep and its mechanism [J]. Chin J Reprod Health, 2020, 31(2): 147–150, 173.
- [27] 赵颖, 彭纪铭, 路娟, 等. 祛菲亚协同戊巴比妥钠改善睡眠作用的研究[J]. 食品与药品, 2019, 21(2): 85–89.
- ZHAO Y, PENG JM, LU J, *et al.* Study on sleep improving effect of *Pfaffia glomerata* combined with pentobarbital sodium [J]. Food Drug, 2019, 21(2): 85–89.
- [28] 张婷, 秦小明, 章超桦, 等. 牡蛎酶解产物改善睡眠作用效果研究[J]. 大连海洋大学学报, 2021, 36(3): 430–436.
- ZHANG T, QIN XM, ZHANG CH, *et al.* Effects of enzymatic hydrolysis products of oyster on sleeping improving [J]. J Dalian Fish Univ, 2021, 36(3): 430–436.
- [29] 匡荣, 朱社敏, 倪维芳, 等. 洋参珍珠胶囊的药效学研究[J]. 中成药, 2005, 27(7): 4.
- KUANG R, ZHU SM, NI WF, *et al.* Pharmacodynamic study of *Panax ginseng* pearl capsules [J]. Chin Tradit Patent Med, 2005, 27(7): 4.
- [30] 叶钰娟, 李昕蓉, 曹梦琪, 等. 中医失眠证候模型的研究述评[J]. 中国中医基础医学杂志, 2021, 27(1): 178–181.
- YE YJ, LI XR, CAO MQ, *et al.* Research progress on animal models of TCM syndromes of insomnia [J]. Chin J Basic Tradit Chin Med, 2021, 27(1): 178–181.
- [31] 钟静瑜. 5-羟色胺与睡眠的研究进展[J]. 医学综述, 2010, 16(10): 1471–1473.
- ZHONG JY. Advances in research of 5-hydroxytryptamine and sleep [J]. Med Recap, 2010, 16(10): 1471–1473.
- [32] 刘冬, 代婷婷, 查荣博, 等. 珍珠母镇静催眠作用及其不同炮制品对小鼠脑内 5-羟色胺浓度的影响[J]. 吉林中医药, 2014, 34(1): 61–63.
- LIU D, DAI TT, CHA RB, *et al.* Study on sedative and hypnotic effects of *Concha margaritifera* and its different processed products on the content of 5-HT in the brain of mice [J]. Jilin J Tradit Chin Med, 2014, 34(1): 61–63.
- [33] FISCHER PC, MOURET J, JOUVET M. Case of agrypnia (4 months without sleep) in Morvan's disease favorable eaction of 5-hydroxytryptophan [J]. Electroen Clin Neuro, 1974, 36(1): 1–18.
- [34] MOU N, DUAN Z, MA P, *et al.* Study on the hypnotic effect of rare protopanaxadiol-type and protopanaxatriol-type ginsenosides [J]. RSC Adv, 2019, 9(35): 20483–20491.

(责任编辑: 于梦娇 郑 丽)

## 作者简介



张梓萱, 硕士研究生, 主要研究方向为生物化工。

E-mail: 925863677@qq.com



朱晨辉, 教授, 主要研究方向为生物医药。

E-mail: zch2005@nwu.edu.cn