

# 传统明目中药材复配对视网膜损伤 小鼠抗氧化的影响

王 玥<sup>1</sup>, 李丽维<sup>1</sup>, 周王谊<sup>1</sup>, 王 丹<sup>2</sup>, 刘焱杰<sup>3</sup>, 徐咏全<sup>1</sup>, 王 浩<sup>3\*</sup>

(1. 天士力研究院, 天津 300410; 2. 天津天士力(辽宁)制药有限责任公司, 阜新 123000;

3. 天津科技大学食品科学与工程学院, 天津 300457)

**摘 要:** **目的** 探讨各复配组方对视网膜损伤小鼠的影响。**方法** 将小鼠分为正常对照组、模型组、熟地黄+枸杞子组、熟地黄+菊花组、熟地黄+铁皮石斛组、熟地黄+枸杞子+菊花组共 6 组, 分别对小鼠连续干预 8 周后进行强光造模, 光照结束后用采集晶状体及肝脏组织进行抗氧化的指标检测。观察晶状体中谷胱甘肽过氧化物酶(glutathione peroxidase, GSH-Px)和总抗氧化能力(total antioxidant capacity, T-AOC), 肝组织中丙二醛(malondialdehyde, MDA)、超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)、过氧化氢酶(catalase, CAT)、及 GSH-Px 的活力。**结果** 模型组晶状体 GSH-Px 与 T-AOC 值均显著低于正常对照组( $P < 0.05$ ); 各复配组 GSH-Px 和 T-AOC 值与模型组比较均显著升高( $P < 0.05$ )。在肝脏抗氧化指标中, 模型组与正常组比较, MDA 含量升高, SOD 活力、CAT 活力和 GSH-Px 活力下降; 与模型组比较, 各复配组均可降低 MDA 含量, 升高 SOD 活力、CAT 活力和 GSH-Px 活力, 且均具有显著性差异( $P < 0.05$ )。**结论** 各复配组均对光损伤造成的氧化损伤具有缓解作用。

**关键词:** 熟地黄; 枸杞子; 菊花; 铁皮石斛; 复配; 光损伤; 抗氧化

## Effect of traditional Chinese medicine compound on the antioxidant retinal injury mice

WANG Yue<sup>1</sup>, LI Li-Wei<sup>1</sup>, ZHOU Wang-Yi<sup>1</sup>, WANG Dan<sup>2</sup>, LIU Yao-Jie<sup>3</sup>, XU Yong-Quan<sup>1</sup>, WANG Hao<sup>3\*</sup>

(1. Tasly Academy, Tianjin 300410, China; 2. Tianjin Tasly (Liaoning) Pharmaceutical Co., LTD., Fuxin 123000, China;

3. College of Food Science and Technology, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300457, China)

**ABSTRACT: Objective** To investigate the effects of each compound prescription on retinal injury mice **Methods** The mice were divided into 6 groups: Normal control group, model group, *Rehmanniae radix* reaparata+*Lycii fructus*, *Rehmanniae radix* reaparata+*Chrysanthemum*, *Rehmanniae radix* reaparata+*Dendrobium officinale*, and *Rehmanniae radix* reaparata+*Lycii fructus*+*Chrysanthemum*. After 8 weeks of continuous intervention, the mice were subjected to strong light modeling. After the illumination was over, the lens and livers were used to detect the antioxidant indexes. The glutathione peroxidase (GSH-Px) and total antioxidant capacity (T-AOC) in the lens, and the malondialdehyde (MDA), superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), and GSH-Px in liver tissue were observed. **Results** The values of GSH-Px activity and T-AOC in the model group were significantly lower than those of the control group ( $P < 0.05$ ). The GSH-Px and T-AOC values of each compound group were significantly higher than those of the model

\*通讯作者: 王浩, 副教授, 硕士生导师, 主要研究方向为功能因子活性分离。E-mail: wanghao@tust.edu.cn

\*Corresponding author: WANG Hao, Associate Professor, College of Food Science and Technology, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300457, China. E-mail: wanghao@tust.edu.cn

group ( $P<0.05$ ). From the results of the liver antioxidant index, compared with the control group, the MDA content of the model group increased, and the activities of SOD, CAT and GSH-Px decreased. Compared with model group, all the compound groups could reduce MDA content, increase SOD activity, CAT activity and GSH-Px activity, and each compound groups had significant differences ( $P<0.05$ ). **Conclusion** All the compounds have alleviated the oxidative damage caused by light damage.

**KEY WORDS:** *Rehmanniae radix* raeparata; *Lycii fructus*; *Chrysanthemum*; *Dendrobium officinale*; compound; light-damage; anti-oxidation

## 1 引言

视疲劳又称为“眼疲劳综合征”或“眼疲劳”，为目前眼科常见的疾病之一<sup>[1]</sup>。从中医角度来看，目为肝窍，肝得血而能视，目力、脑力过劳，耗伤肝血，则目窍失养而不耐久视，从而出现眼胀、眼痛、眼险重坠、干涩不适及头晕头痛等诸多视疲劳症候，此外，肾水不足也是导致目不能视的另一病因，因此，视疲劳与肝、肾功能密切相关，治疗视疲劳的中医方剂中常使用枸杞子、菊花、熟地黄、石斛等补肝肾的药材，枸杞子归肝、肾经，补肾而填精，益肝以养营，强精明目；菊花入肝经，主明目；熟地黄专入肝脏补血，善滋补肾阴，填精益髓；石斛专滋肺胃之气液，气液冲旺，肾水自生。从现代医学角度来看，视疲劳产生的原因为眼部产生的自由基得不到有效清除所造成的损伤<sup>[1,2]</sup>。而枸杞子、菊花、熟地黄、铁皮石斛单方均有抗氧化、清除体内自由基的作用<sup>[3-6]</sup>，从现代医学角度也解释了传统药材对缓解视疲劳作用，但对上述复配药材的研究相对较少，本文采用光损伤小鼠模型，分别用熟地黄+枸杞子(*Rehmanniae radix* raeparata + *Lycii fructus*, R+L)、熟地黄+菊花(*Rehmanniae radix* raeparata + *Chrysanthemum*, R+C)、熟地黄+铁皮石斛(*Rehmanniae radix* raeparata + *Dendrobium officinale*, R+D)、熟地黄+枸杞子+菊花(*Rehmanniae radix* raeparata + *Lycii fructus* + *Chrysanthemum*, RLC)对模型小鼠进行干预，研究各复配组方对视网膜损伤小鼠的晶状体及肝组织中各抗氧化指标的变化，从而探讨复配中药材对缓解视疲劳的作用，以期对缓解视疲劳提供参考。

## 2 材料与方法

### 2.1 材料与试剂

基础饲料、实验小鼠[斯贝福(北京)生物技术有限公司]；丙二醛(malondialdehyde, MDA)、超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)、过氧化氢酶(catalase, CAT)、谷胱甘肽(glutathione peroxidase, GSH-Px)、总抗氧化能力(total antioxidant capacity, T-AOC)、BCA 蛋白浓度测定试剂盒(南京建成生物工程研究所)；三氯乙醛(AR>99%)(上海麦克林生化科技有限公司)；复方托吡卡胺滴眼液[参天

制药(中国)有限公司]；氧氟沙星眼膏(沈阳兴齐眼药股份有限公司)；LED 灯(深圳市爱图仕影像器材有限公司)；U-3900 型紫外分光光度计(日本 HITACHI 公司)。

### 2.2 实验方法

#### 2.2.1 提取物来源

称取熟地黄、菊花、枸杞子、铁皮石斛(均符合 2015 版《中华人民共和国药典》标准)4 种药材，其中熟地黄和枸杞子分别采用水提醇沉干燥方式制备，分别得到熟地黄提取物和枸杞子提取物，菊花和铁皮石斛采用水提干燥方式制备，分别得到菊花提取物和铁皮石斛提取物(每克熟地黄提取物、菊花提取物、枸杞子提取物、铁皮石斛提取物分别相当于熟地黄生药 3.14 g、菊花生药 4.255 g、枸杞子生药 3.488 g、铁皮石斛生药 4.384 g)。

#### 2.2.2 实验动物的选择

健康雄性 C57BL/6J 小鼠，6 周龄，(18±1) g，来自于斯贝福(北京)生物技术有限公司，许可证号为 SCXK(京)2016-0002，饲养于实验动物中心(23 °C±2 °C, 相对湿度 55%~75%)。小鼠置于白色塑料笼中，每笼 3 只，每组 2 笼。动物房从早上 7 点至晚上 7 点给予正常光照，其余时间无光照，并且为动物提供充足的食物和水。本研究的所有实验程序均按照天津科技大学动物实验伦理委员会批准的方案进行。

#### 2.2.3 光损伤模型制备及动物分组

强光照射在暗室内密闭进行，无自然光干扰。每只小鼠被单独的放置在由亚克力透明板制成的小方格中，每个格子的长、宽、高分别为 10、10、8 cm，并在光照前对小鼠眼球进行涂抹眼药处理，避免眼球表面由于长时间光照引起脱水。将光照器悬挂于小鼠顶端 50 cm 处，采用垂直照射方式照射，并在与小鼠同一高度处悬挂一温度计，进行温度实时监控，排除温度升高引起小鼠眼球光热损伤的可能。设立 6 个实验分组，分别为正常对照组(normal, NOR)、光损伤模型组(model, MOD)、R+L、R+C、R+D、RLC，每组 6 只，期间采用灌胃的方式分别对 6 组实验动物给药，根据前期预实验结，NOR 组和 MOD 组每天灌胃等量的无菌生理盐水，R+L 组给药剂量枸杞子提取物 460 mg/kg/d+熟地黄提取物 450 mg/kg/d；R+C 组的给药剂菊花提取物 380 mg/(kg.d)+熟地黄 450mg/(kg.d)；R+D 组给

药剂量铁皮石斛提取物 30 mg/(kg.d)+熟地黄提取物 450 mg/(kg.d); RLC 组给药剂量枸杞子提取物 460 mg/(kg.d)+菊花提取物 380 mg/(kg.d)+熟地黄提取物 450mg/(kg.d)。连续给药 8 周。喂养 8 周后, 除 NOR 组外, 其余 5 组小鼠在第九周开始, 在(9000±500) Lux 光强下, 每天照射 4 h, 连续照射 7 d, 光照期间正常进食与饮水, 光诱导损伤结束后, 检测各组小鼠指标。

#### 2.2.4 体重及摄食量记录

体重及摄食量自给药开始后记录, 其体重每周称量 1 次, 共计 8 周, 摄食量每天测量 1 次并记录。

#### 2.2.5 晶状体中相关抗氧化能力的检测

小鼠在脱颈处死后立即摘取眼球, 在高倍显微镜下, 将晶状体从眼球中剥离出来, 剥离过程在冰盘上进行。加入匀浆介质用匀浆器匀浆, 4 °C 环境离心 10 min (12000 r/min), 收取上清液, 供待测指标(GSH-Px、T-AOC)使用。各项步骤按试剂盒中操作说明书上步骤进行。

#### 2.2.6 肝组织中相关抗氧化能力指标检测

将小鼠体内取出的肝组织立即放入-80 °C冰箱中保存, 供待测生化指标(SOD、MDA、CAT、GSH-Px)使用。制备肝组织匀浆时, 取出于低温保存的肝组织, 按重量体积比 1:9 加冰生理盐水, 在低温环境下用研磨棒将 EP 管中的肝组织研磨成组织匀浆。4 °C、3000 r/min 低温高速离心机离心 10 min, 取上清液备用。各项指标根据试剂盒说明检测。

#### 2.2.7 统计学分析

本实验统计方法采用 SPSS 22.0 软件进行统计学处理, 结果以  $\bar{x}\pm s$  表示,  $P < 0.05$  表示具有统计学差异。

### 3 结果分析

#### 3.1 体重与摄食量

各组小鼠体重自开始给药时进行记录。如表 1 所示, 初始体重、最终体重及摄食量 R+L、R+C、R+D、RLC 组与 MOD 组比较均没有统计学差异( $P > 0.05$ )。

表 1 体重与摄食量  
Table 1 Weight and food intake in each group

分组	初始体重/g	最终体重/g	摄食量/(g/d)
NOR	22.15±2.17	32.04±2.13	4.7±0.31
MOD	21.91±2.32	30.21±3.11	4.6±0.22
R+L	21.13±2.92	31.12±2.19	4.66±0.28
R+C	23.04±2.18	30.86±2.58	4.57±0.35
R+D	21.86±2.51	30.88±2.62	4.58±0.31
RLC	22.00±1.96	30.55±1.88	4.47±0.32

#### 3.2 复配提取物对晶状体抗氧化结果分析

如表 2 所示, 分析小鼠在(9000±500) Lux 的光强下, 不同复配的提取物对小鼠晶状体内抗氧化能力的影响。从 GSH-Px 和 T-AOC 两个抗氧化指标上看, 与 NOR 组比较, MOD 组的 GSH-Px 和 T-AOC 值均显著降低( $P < 0.05$ ), 药物干预后, 各药物干预组的 GSH-Px 和 T-AOC 值有所升高, 与 MOD 组比较, 各复配组 GSH-Px 和 T-AOC 值均显著升高( $P < 0.05$ ), 且 RLC 组晶状体抗氧化的指标优于两两复配组, 各复配组均对光损伤小鼠晶状体具有不同程度的抗氧化能力。

#### 3.3 复配提取物对光损伤小鼠肝组织中 MDA 含量的影响

NOR 组和 MOD 组的 MDA 含量分别为(0.8±0.1) nmol/mgprot 和(1.6±0.15) nmol/mgprot, 如图 1 所示。与 NOR 组比较, MOD 组中的 MDA 含量明显升高( $P < 0.05$ )。给予药物干预后, 各给药组中的 MDA 含量均降低。与 MOD 组相比, R+L、R+C、R+D 和 RLC 组可显著降低 MDA 含量( $P < 0.05$ ), 分别下降 40.00%、30.63%、38.13%和 45.00%, 且 RLC 组的 MDA 含量低于两两复配组。

表 2 各组晶状体抗氧化指标  
Table 2 Antioxidant index of lens in each group

指标	NOR	MOD	R+L	R+C	R+D	RLC
GSH-Px/(U/mgprot)	50.11±5.72 <sup>a</sup>	31.08±3.39 <sup>c</sup>	38.22±4.47 <sup>b</sup>	40.85±4.41 <sup>b</sup>	38.66±4.42 <sup>b</sup>	45.84±5.72 <sup>ab</sup>
T-AOC/(U/mgprot)	6.01±0.68 <sup>a</sup>	1.33±0.18 <sup>c</sup>	3.72±0.38 <sup>b</sup>	3.25±0.39 <sup>b</sup>	3.26±0.41 <sup>b</sup>	3.79±0.48 <sup>b</sup>

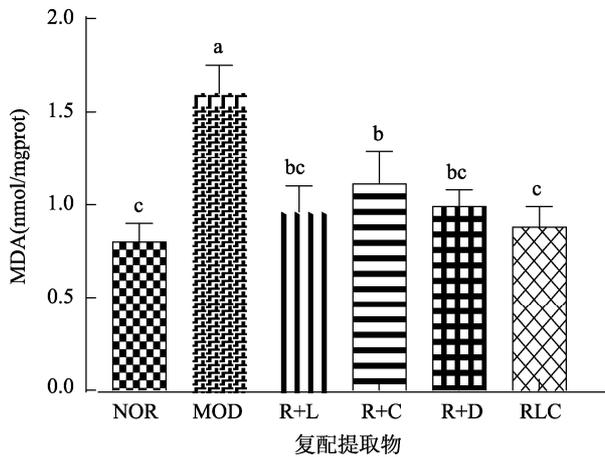
注: 表中用字母表示显著性。两组之间字母相同说明无统计学差异( $P > 0.05$ ), 两组之间字母不同说明具有统计学差异( $P < 0.05$ )。

#### 3.4 复配提取物对小鼠肝组织中 SOD 活力的影响

实验结果显示, 强的光照导致肝组织中 SOD 活力明显降低, NOR 组的 SOD 活力为(68.27±8.32) U/mgprot, MOD 组的 SOD 活力为(34.95±5.28) U/mgprot, 两者有显著

差异 ( $P < 0.05$ ), 而各复配提取物组中的 SOD 活力明显上升, 与 MOD 组比较, R+L、R+C、R+D 和 RLC 组肝组织中的 SOD 含量显著升高( $P < 0.05$ ), 分别提高 90.93%、106.39%、100.01%和 129.85%, 且 RLC 组中 SOD 活力优

于两两复配组。结果如图 2 所示。



注: 图中用字母表示显著性。两组之间字母相同说明无统计学差异( $P > 0.05$ ), 两组之间字母不同说明具有统计学差异( $P < 0.05$ )。以下同。

图 1 复配提取物对光损伤小鼠肝组织 MDA 含量的影响( $n=6$ )  
Fig.1 Effects of compound extract on MDA content in liver tissue of light-damaged mice ( $n=6$ )

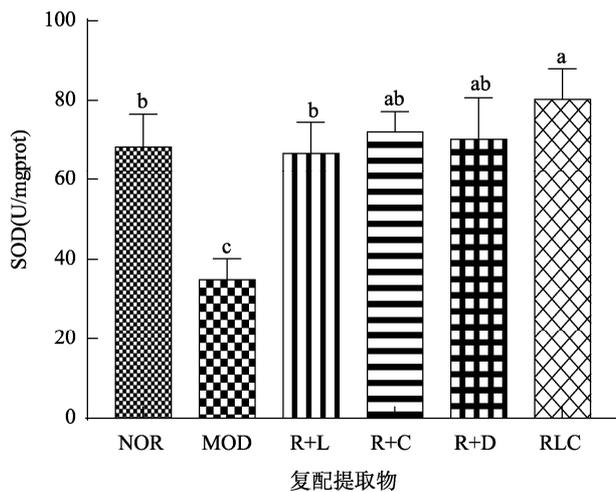


图 2 复配提取物对光损伤小鼠肝组织 SOD 活力的影响( $n=6$ )  
Fig.2 Effects of the compound extract on SOD activity in liver tissue of light-damaged mice ( $n=6$ )

### 3.5 复配提取物对小鼠肝组织中 CAT 活力的影响

从实验结果上看,强的光照可引起肝组织中 CAT 活力明显降低, NOR 组的 CAT 活力为(73.65±10.95) U/mgprot, MOD 组的 CAT 活力为(30.51±4.25) U/mgprot。而药物干预组方面,给各复配提取物后,与 MOD 组比较,所有复配组的小鼠肝组织中的 CAT 活力显著上升( $P < 0.05$ ), R+L、R+C、R+D 和 RLC 组分别提高 100.1%、67.88%、86.91% 和 104.9%, 且 RLC 组 CAT 活力值优于两两复配组, 结果如图 3 所示。

### 3.6 复配提取物对肝组织中 GSH-Px 活力的影响

实验结果显示,光损伤之后导致肝组织中 GSH-Px 活力明显降低, NOR 组为(1719.12±92.2) U/mgprot, MOD 组为(1570±76.94) U/mgprot。给各复配提取物后,肝组织中 GSH-Px 活力均有升高,与 MOD 组比较, R+L、R+C、R+D 和 RLC 组分别提高 31.45%、42.99%、34.11% 和 50.06%, 且均有显著性差异( $P < 0.05$ )。其结果如图 4 所示。

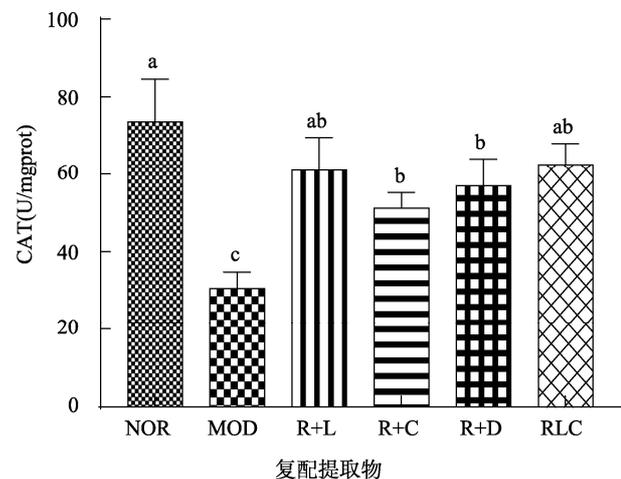


图 3 复配提取物对光损伤小鼠肝组织 CAT 活力的影响( $n=6$ )  
Fig.3 Effects of the compound extract on CAT activity of liver tissue in photo injured mice ( $n=6$ )

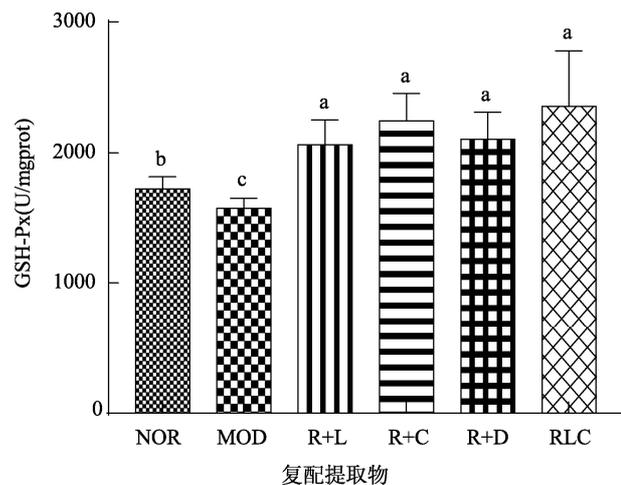


图 4 复配提取物对光损伤小鼠肝组织 GSH-Px 活力的影响( $n=6$ )  
Fig.4 Effects of the compound extract on GSH-Px activity in liver tissue of light-damaged mice ( $n=6$ )

## 4 讨论

晶状体是眼球中重要的屈光介质,对光线有屈光效果,具有过滤紫外线、保护视网膜的作用。有研究发现<sup>[7]</sup>,晶状体与视疲劳之间具有密切的关系。桑传兰等<sup>[8]</sup>研究发现,过强的光照会使肝脏功能受损,其机制可能是因为过

强的光照促使体内产生过量的活性氧自由基, 引起蛋白质和脂质过氧化<sup>[9,10]</sup>, 导致体内肝细胞受损。传统治疗视疲劳的中医方剂中, 枸杞子、菊花、熟地黄为使用频率较高的 3 种药材, 且枸杞子、菊花、熟地黄之间常配伍使用<sup>[11]</sup>。此外, 石斛为常用缓解视疲劳用药。所以本研究选取熟地黄、枸杞子、菊花、铁皮石斛四味药材, 并且通过两两复配以及三方复配探讨这 4 味传统药材对光损伤小鼠的影响。现代研究表明枸杞可提高视网膜中 SOD 活性, 减少脂质过氧化产物 MDA 生成, 保护视网膜神经节细胞<sup>[12]</sup>; 菊花具有较强的清除氧自由基能力<sup>[13]</sup>; 熟地黄可提高 SOD、CAT 及 GSH-Px 活力水平<sup>[14]</sup>; 铁皮石斛可以提高 SOD、CAT 活力, 降低 MDA 含量<sup>[15]</sup>。此外, 现代研究表明, 熟地黄、枸杞等大复方联用也具有缓解视疲劳<sup>[16]</sup>、抑制视网膜光感受器细胞损伤<sup>[17]</sup>、保护视网膜<sup>[18]</sup>等功效。所以, 从 4 味药材的抗氧化能力以及大复方的功效初步推断, 上述 4 味药材相互复配具有较强抗氧化能力, 并具有缓解视疲劳的作用。

通过本研究光损伤动物模型的实验评价发现, 4 种复配提取物组合均能够明显减轻(9000±500) Lux 光强引起的氧化应激损伤。与 MOD 组比较, 不同复配提取物均可以明显提高晶状体 GSH-Px 和 T-AOC 活力, 从各指标活力值看, RLC 组的 GSH-Px 和 T-AOC 活力值高于 R+L、R+C、R+D, 说明 3 种复配提取物的对晶状体抗氧化效果优于两种复配提取物。通过测定肝脏的抗氧化的指标发现, 与 MOD 组比较, 不同复配组提取物均可以显著降低肝脏 MDA 含量, 显著升高 SOD、CAT 和 GSH-Px 活力; 且与 NOR 组比较, R+L、R+D、RLC 组复配提取物 MDA 含量无明显差异, R+L、R+C、R+D 组复配提取物 SOD 活力无明显差异, R+L、RLC 组复配提取物 CAT 活力无明显差异。这说明不同复配提取物在体内均具有明显的抗氧化能力, 并且能将光损伤所导致的部分抗氧化的指标恢复到正常水平, 综合来看, RLC 组的抗氧化能力较其他两两复配组更强。Kumar 等<sup>[19]</sup>研究发现, 视疲劳是一种眼部综合症, 氧化应激是导致其发生的重要因素, 与本研究实验结果一致。综上, 本研究的各组复配提取物均具有缓解光损伤造成的氧化损伤的作用, 具有较强的抗氧化能力, 提示各复配提取物具有缓解视疲劳的功效。同时, 本研究也表明明目中药材可通过减轻肝组织氧化损伤达到护眼明目的作用, 这与传统中医肝开窍于目的经典理论是完全正确的, 通过摄取明目中药材抗氧化损伤保护肝功能, 对于保护视力, 缓解或防治视疲劳损伤具有积极意义。

## 参考文献

- [1] 金鑫, 臧茜茜, 葛亚中, 等. 缓解视疲劳功能食品及其功效成分研究进展[J]. 食品科学, 2015, 36(3): 258-264.  
Jin X, Zang XX, Ge YZ, et al. Recent progress in studies and development of anti-visual fatigue functional foods and their functional components [J]. Food Sci, 2015, 36(3): 258-264.
- [2] 唐秀荣, 高雅萍, 王海英, 等. 视疲劳的分析与研究[J]. 天津医科大学学报, 2004, 10(3): 368-369, 373.  
Tang XR, Gao YP, Wang HY, et al. The study and analysis of eye fatigue [J]. J Tianjin Med Univ, 2004, 10(3): 368-369, 373.
- [3] 俞洋, 冯振娥, 李楠, 等. 枸杞子含药血清对兔视网膜色素上皮细胞光损伤保护的实验研究[J]. 中华中医药杂志, 2012, 27(11): 2950-2952.  
Yu Y, Feng ZE, Li N, et al. Experiment research of serum containing *Fructus Lycii* on the rabbit retinal pigment epithelium cells damaged by light [J]. China J Tradit Chin Med Pharm, 2012, 27(11): 2950-2952.
- [4] 刘东顺, 陈春林, 车晓航, 等. 菊花、叶、茎抗氧化活性比较[J]. 中国实验方剂学杂志, 2016, 22(18): 40-44.  
Liu DS, Chen CL, Che XH, et al. Compare to antioxidant activity of *Chrysanthemum morifolium* flower, leaf and stem [J]. Chin J Exp Tradit Med Form, 2016, 22(18): 40-44.
- [5] 李寒冰, 苗静静, 李根林, 等. 生、熟地黄的体外抗氧化活性测定方法研究[J]. 中国医药指南, 2012, 10(9): 393-395.  
Li HB, Miao JJ, Li GL, et al. Study on the determination method of antioxidant activity of raw and *Rehmannia glutinosa* in vitro [J]. Guide China Med, 2012, 10(9): 393-395.
- [6] 肖家翔, 胡文婧, 郑丽. 养阴行血方对实验性光损伤大鼠视网膜感光细胞的保护作用[J]. 中国中医眼科杂志, 2015, 25(3): 153-155.  
Xiao JX, Hu WJ, Zheng L. Protective effects of prescriptions for nourishing yin and promoting blood circulation on retinal photoreceptor caells of animal with experimental photodamage [J]. China J Chin Ophthalmol, 2015, 25(3): 153-155.
- [7] 严宏 惠延年, 李明勇. 非甾醇类抗炎药物对晶状体抗氧化酶失活的保护作用[J]. 第四军医大学学报, 2001, (13): 1227-1229.  
Yan H, Hui YN, Li MY. Protection of nonsteroidal anti-inflammatory drugs against inactivation of antioxidant enzymes [J]. J Fourth Milit Med Univ, 2001, (13): 1227-1229.
- [8] 桑传兰, 王萧, 董浩然, 等. 光照和噪声对实验小鼠血液指标及肝肾功能的影响[J]. 动物医学进展, 2012, 33(5): 64-68.  
Sang CL, Wang X, Dong HR, et al. Effects of light and noise on blood indexes, liver and kidney functions of experimental mice [J]. Progress Veter Med, 2012, 33(5): 64-68.
- [9] Krigel A, Berdugo M, Picard E, et al. Light-induced retinal damage using different light sources, protocols and rat strains reveals LED phototoxicity [J]. Neuroscience, 2016, 12(2): 1-3.
- [10] Tanito M, Kaidzu S, Ohira A, et al. Topography of retinal damage in light-exposed albino rats [J]. Exp Eye Res, 2008, 87(3): 292-295.
- [11] 陆红梅. 视疲劳中医理论探讨及用药规律分析[D]. 扬州: 扬州大学, 2010.  
Lu HM. Discussion on the theory of TCM of eye fatigue and analysis of the rule of medication [D]. Yangzhou: Yangzhou University, 2010.
- [12] 胡瑾, 杨静, 张开云, 等. 枸杞多糖对大鼠视神经损伤的保护作用[J]. 宁夏医科大学学报, 2017, 39(1): 30-33.  
Hu J, Yang J, Zhang KY, et al. Protective effect of *Lycium barbarum* polysaccharides on optic nerve injury in rats [J]. J Ningxia Med Univ, 2017, 39(1): 30-33.
- [13] 邝春林, 吕都, 黄霞, 等. 杭白菊不同溶剂提取物的抗氧化活性研究[J]. 食品工业科技, 2015, 36(21): 83-87, 92.

- Kuang CL, Lu D, Huang X, *et al.* Research of the antioxidant activity of *Chrysanthemum morifolium's* extracts with different solvents [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2015, 36(21): 83–87, 92.
- [14] 杨兵, 夏先林, 施晓丽, 等. 熟地黄多糖对断奶仔猪抗氧化性能和免疫性能的影响. *江苏农业学报*, 2012, 28(4): 787–791  
Yang B, Xia XL, Shi XL, *et al.* Effects of *Rehmannia polysaccharide* on antioxidation and immunity in weaned piglets [J]. *Jiangsu J Agric Sci*, 2012, 28(4): 787–791.
- [15] 邱现创, 赵宁, 李晨, 等. 铁皮石斛多糖提取工艺优化及对果蝇抗氧化能力的影响[J]. *食品科学*, 2018, 39(2): 273–280.  
Qiu XC, Zhao N, Li C, *et al.* Optimization of extraction of polysaccharide from *Dendrobium officinale* and its antioxidant effect on *Drosophila melanogaster* [J]. *Food Sci*, 2018, 39(2): 273–280.
- [16] 段海霞. 补肝汤治疗视疲劳综合征 30 例[J]. *湖南中医杂志*, 2008, 24(6): 66–67.  
Duan HX. Bagan decoction in treating 30 cases of visual fatigue syndrome [J]. *Hunan J Tradit Chin Med*, 2008, 24(6): 66–67.
- [17] 杨柳, 李岱, 陈金卯, 等. 杞菊地黄汤防治 MNU 诱导大鼠视网膜变性的早期效应[J]. *中国病理生理杂志*, 2006, 22(12): 2466–2468.  
Yang L, Li D, Chen JM, *et al.* Protection of Qiju Dihuang Tang against the early N-methyl-N-nitrosourea-induced rat retinal degeneration [J]. *Chin J Pathophysiol*, 2006, 22(12): 2466–2468.
- [18] 黄俊珺. 自拟养肝明目汤治疗视网膜色素变性的临床观察[J]. *辽宁中医杂志* 2012, 39(12): 2438–2439.  
Huang JJ. Clinical observation of self-made yanggan mingmu decoction in the treatment of retinitis pigmentary [J]. *Liaoning J Tradit Chin Med*, 2012, 39(12): 2438–2439.
- [19] Kumar RN, George BP, Chandran R, *et al.* The influence of light on reactive oxygen species and NF- $\kappa$ B in disease progression [J]. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, 2019, 8(12): 640.

(责任编辑: 王 欣)

## 作者简介



王 玥, 硕士研究生, 中级工程师, 主要研究方向为食品与保健食品。  
E-mail: 603711895@qq.com



王 浩, 副教授, 主要研究方向为功能因子活性分离。  
E-mail: wanghao@tust.edu.cn