

# 芝麻酚对小鼠银屑病样炎症的抑制作用

## Inhibition of psoriasis-like inflammation in mice by sesamol

陈 雪 刘学波 王雨萱

CHEN Xue LIU Xue-bo WANG Yu-xuan

(西北农林科技大学食品科学与工程学院, 陕西 咸阳 712100)

(College of Food Science and Engineering, Northwest A&F University, Xianyang, Shaanxi 712100, China)

**摘要:**目的:探究芝麻酚对银屑病所致皮肤损伤的改善作用。方法:采用小鼠背部连续 7 d 涂抹 5% 咪喹莫特(IMQ)乳膏构建银屑病模型,建模前 1 周至结束使用芝麻酚皮肤表面涂抹干预,探究芝麻酚对皮肤的保护作用;观察及测定各组小鼠背部厚度、银屑病面积与严重性指数(PASI)、脾脏指数、病理组织切片、皮肤组织中细胞因子[白介素(IL)-17、IL-23、肿瘤坏死因子 $\alpha$  (TNF- $\alpha$ )等炎症因子及趋化因子(C-X-C 基序)配体 1(CXCL1)和趋化因子配体 20(CCL20)]及血清中炎症因子(IL-17、TNF- $\alpha$ ),分析芝麻酚抑制小鼠银屑病样炎症的作用。结果:模型组小鼠背部皮肤出现了典型银屑病的皮损表现及病理特征,涂抹 3% 的芝麻酚可以减轻皮肤损伤和表皮增生情况,降低脾脏指数,显著降低皮肤组织及血清中炎症因子的表达。结论:芝麻酚可以明显改善银屑病模型小鼠的皮肤损伤,降低其病理特征并下调机体炎症状态。

**关键词:**芝麻;芝麻酚;银屑病;炎症因子;趋化因子

**Abstract: Objective:** This study aimed to explore the improvement effect of sesamol on skin lesions caused by psoriasis.

**Methods:** The psoriasis model was constructed by using 5% imiquimod cream applied to the backs of mice for seven consecutive days, with sesamol intervention used from one week before to the end of modelling to explore the protective effect of sesamol on the skin. Then, observed and measured skin thickness, PASI score, spleen index, pathological tissue sections, cytokines (IL-17, IL-23, TNF- $\alpha$  and other inflammatory factors and chemokines like CXCL1 and CCL20), and inflammatory factors (IL-17, TNF- $\alpha$ ) in plasma of mice in each group, to analyze the effect of sesamol on the inhibition of psoriasis-like inflammation in mice. **Results:** The results showed that the skin of the model group of mice showed typical lesion manifestations and pathological features of psoriasis on the back.

**作者简介:**陈雪,女,西北农林科技大学在读硕士研究生。

**通信作者:**刘学波(1975—),男,西北农林科技大学教授,博士。

E-mail: xueboliu@nwfau.edu.cn

**收稿日期:**2023-03-22 **改回日期:**2023-05-26

The application of 3% sesamol solution inhibited skin lesions and epidermal hyperplasia, decreased splenic index, and significantly reduced the expression of cytokines in skin tissues and plasma.

**Conclusion:** Sesamol can significantly inhibit the skin lesions, reduce the pathological features, and down-regulate the expression of inflammation of mice in psoriasis model.

**Keywords:** sesame; sesamol; psoriasis; inflammatory factors; chemokines

银屑病又被称为牛皮癣,是一种易复发的慢性炎症性皮肤病,其主要病理生理学特征反映为角质形成细胞异常增殖、真皮血管扩张突出及炎症细胞浸润<sup>[1]</sup>,患者通常伴有许多合并症,如银屑病关节炎、代谢综合征、心血管疾病、结肠炎以及抑郁症等<sup>[2]</sup>。各种遗传和环境因素共同参与银屑病及其合并症的发病机制,其中包括饮食习惯<sup>[3-4]</sup>,而膳食多酚、维生素等多种营养成分在改善银屑病方面具有积极作用<sup>[5-6]</sup>。研究<sup>[7-10]</sup>表明,白藜芦醇在体内及体外试验中均可以有效改善银屑病,并进一步发挥抗血管生成作用;姜黄素可以降低炎症因子以及血管内皮生长因子(VEGF)表达,进而降低银屑病细胞增殖;辣椒素也已被证实对银屑病有显著疗效;同时番木瓜乳胶被用作治疗银屑病,这些均表明多酚具有预防和改善银屑病的潜在作用。

芝麻(Sesame)是中国传统的油料作物之一,富含多种对人体有益的成分<sup>[11-13]</sup>。芝麻酚(Sesamol, SE)又名 3,4-亚甲二氧基苯酚,是一种重要的芝麻木酚素,其在芝麻油中含量较高,是芝麻油加工过程中由芝麻素和芝麻林素受热分解所生成的产物<sup>[14-15]</sup>。芝麻酚除了具有比芝麻林素更强的抗氧化性能外,还具有预防代谢综合征、抗炎、抗衰老、护肝、神经保护、抗关节炎及促进乙醇代谢等生理功能<sup>[16-17]</sup>。此外,芝麻酚分子量较小(138.34)且为油性,使其具有一定的皮肤渗透性,因而可以发挥抑制皮肤黑色素生成<sup>[18-19]</sup>,促进皮肤伤口愈合的皮肤保护作用<sup>[20-21]</sup>。研究拟采用 5% 咪喹莫特乳膏连续 7 d 涂抹

诱导小鼠银屑病模型,通过芝麻酚在皮肤表面的直接涂抹,探究芝麻酚对银屑病样小鼠皮肤损伤及机体炎症的干预作用,以期对银屑病与营养干预之间的联系提供依据。

## 1 材料及方法

### 1.1 材料与仪器

#### 1.1.1 材料与试剂

C57BL/6J 雌性小鼠:8 周龄,体重 20~22 g,所有动物试验均获得西北农林科技大学实验动物伦理委员会批准,陕西诺优生物科技有限公司;

5%咪喹莫特乳膏(IMQ):四川明欣药业有限公司;

芝麻酚:98%,美国 Sigma-Aldrich 公司;

羧甲基纤维素钠(CMC-Na):北京索莱宝科技有限公司;

卡泊三醇乳膏:重庆华邦制药有限公司;

凡士林:商丘圣邦生物科技有限公司;

TRIzol:北京康为世纪生物科技有限公司;

逆转录试剂盒:上海百赛生物技术有限公司;

2×FastHS SYBR QPCR 预混体系试剂盒:北京傲美生物科技有限公司;

小鼠 TNF- $\alpha$ 、IL-17 ELISA 试剂盒:上海科兴生物科技有限公司。

#### 1.1.2 主要仪器设备

数显外径千分尺:1779745290 型,温州韦度电子有限公司;

倒置荧光显微镜:LX71 型,日本奥林巴斯株式会社;

低温高速冷冻离心机:5417R 型,德国 Eppendorf 公司;

多功能酶标仪:Model 680 型,美国 Bio Tek 公司;

实时荧光定量 PCR 仪:Quant Studio5 型,新加坡 ABI 公司。

### 1.2 方法

1.2.1 银屑病小鼠模型建立和分组 试验期间所有小鼠进食和饮水均不受限制。试验开始前用婴儿剃毛刀剔除小鼠背部大约 2 cm×3 cm 的毛发,随机将小鼠分为 5 组:对照组(CON)、模型组(Model)、芝麻酚低剂量组(L-SE)、芝麻酚高剂量组(H-SE)及卡泊三醇阳性对照组(CAL)。模型组、芝麻酚高、低剂量组及卡泊三醇连续 7 d 在小鼠背部涂抹 62.5 mg 5% 的 IMQ 乳膏以建立银屑病模型,同时对对照组小鼠背部涂抹 62.5 mg 凡士林。建模前 1 周,将 1%、3% 芝麻酚溶液(溶于 0.1% CMC-Na 溶液中)及卡泊三醇乳膏分别涂抹于 L-SE、H-SE 及 CAL 组小鼠背部脱毛处,对照组及模型组则使用 0.1% CMC-Na 溶液涂抹,每日 1 次,持续至建模结束。

1.2.2 银屑病面积与严重性指数(PASI 评分)及小鼠背部皮肤厚度测定 自建模第 1 天开始至建模结束,每日

观察各组小鼠背部皮损变化,并参照文献[22]从红斑、鳞屑、浸润三方面进行 PASI 评分(见表 1)。同时在建模第 0、2、4、6、7 天分别使用数显外径千分尺测量小鼠背部皮肤厚度。

表 1 小鼠 PASI 评分标准

Table 1 PASI scoring standard of mice

项目	评分标准
红斑	无(0分)、淡红色红斑(1分)、红色红斑(2分)、深红色红斑(3分)、全部皮肤覆盖紫红色红斑(4分)
鳞屑	无(0分)、轻微细碎鳞屑(1分)、大部分皮肤覆盖片状鳞屑(2分)、几乎全部皮肤覆盖鳞屑(3分)、全部皮肤覆盖厚鳞片且较厚成层(4分)
浸润	无(0分)、皮肤表面轻微隆起(1分)、皮肤表面中度隆起(2分)、皮肤表面隆起明显(3分)、全部皮肤表面明显隆起,皮损严重(4分)

1.2.3 小鼠脾脏指数测定 建模结束后处死小鼠,观察小鼠脾脏情况,拍照记录并称重,按式(1)计算小鼠脾脏指数。

$$c = \frac{m_1}{m_2} \times 100\%, \quad (1)$$

式中:

$c$ ——小鼠脾脏指数,%;

$m_1$ ——小鼠脾脏重量,g;

$m_2$ ——小鼠体重,g。

1.2.4 组织病理学分析 处死小鼠后,用 4% 多聚甲醛将小鼠背部皮损组织进行固定,24 h 后用石蜡包埋,制成石蜡切片,通过苏木精—伊红染色后于显微镜下观察小鼠皮肤损伤情况及炎症浸润程度。

1.2.5 RT-qPCR 检测皮损组织中炎症因子及趋化因子的 mRNA 表达水平 采用 TRIzol 法提取小鼠皮肤组织中总 RNA,将总 RNA 反转为 cDNA,按照 2×FastHS SYBR QPCR 预混体系试剂盒说明书进行实时荧光定量 PCR 反应,测定皮损组织中各炎症因子及趋化因子的基因表达水平。所有基因的相对表达量依照  $2^{-\Delta\Delta Ct}$  法计算, $\beta$ -actin 为管家基因进行归一化处理。各炎症因子及趋化因子的特异性基因引物序列见表 2。

1.2.6 ELISA 法检测血清 IL-17 和 TNF- $\alpha$  水平 将小鼠外周血液样本于 3 000 r/min 离心 10 min,取上清即为小鼠血清,按照试剂盒说明书操作并测定 450 nm 下的 OD 值,依照标准曲线分别计算待测血清样本中 IL-17 及 TNF- $\alpha$  含量。

1.2.7 统计学分析 采用 GraphPad Prism 8 软件进行统计学分析及绘图,使用 Adobe Illustrator CC 2018 处理图片。采用单因素方差分析(one-way ANOVA)进行多组组间比较及分析, $P < 0.05$  表示差异具有统计学意义。

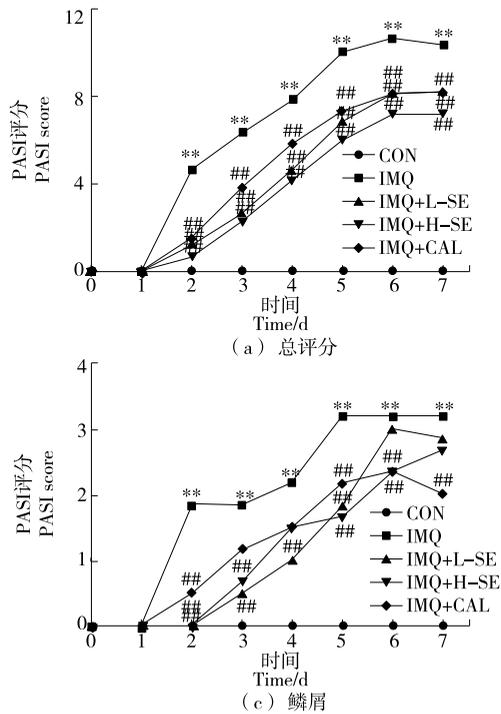
表 2 RT-qPCR 引物序列  
Table 2 RT-qPCR primer sequence

基因	引物(5'→3')
<i>TNF-α</i>	F: CCCTCACACTCAGATCATCTTCT
	R: CTACGACGTGGGCTACAG
<i>IL-17</i>	F: CTCCAAAGGCCCTCAGACTAC
	R: GGGTCTTCATTGCGGTGG
<i>IL-23</i>	F: AACTCCTCCAGCCAGAGGATCA
	R: TCTTGGAAACGGAGAAGGGGG
<i>IL-22</i>	F: ATGAGTTTTTCCCTTATGGGGAC
	R: GCTGGAAGTTGGACACCTCAA
<i>IL-1β</i>	F: ACTCATTGTGGCTGTGGAGA
	R: TTGTTCATCTCGGAGCCTGT
<i>IFN-γ</i>	F: TCAAGTGGCATAGATGTGGAAGAA
	R: TGGCTCTGCAGGATTTTCATG
<i>IL-6</i>	F: GTGGCTAAGGACCAAGACCA
	R: GGTTCGCCGAGTAGACCTCA
<i>CXCL1</i>	F: TGTGGGAGGCTGTGTTTGTA
	R: ACGAGACCAGGAGAAACAGG
<i>CCL20</i>	F: CAGGCAGAAGCAAGCAACTAC
	R: AGCTTCATCGCCATCTGTC
<i>β-actin</i>	F: GGCTGTATTCCCCTCCATCG
	R: CCAGTTGGTAACAATGCCATGT

## 2 结果与分析

### 2.1 芝麻酚对小鼠银屑病皮损和 PASI 评分的影响

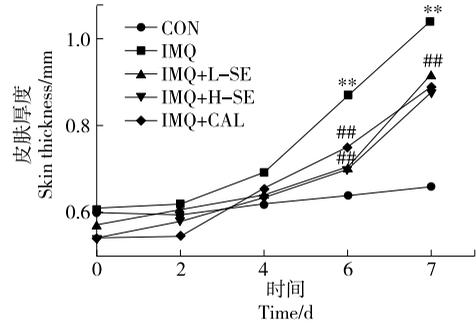
由图 1 可知,建模开始至处死小鼠,对照组小鼠背部



相较于对照组, \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ ; 相较于模型组, #  $P < 0.05$ , ##  $P < 0.01$

图 2 各组小鼠 PASI 评分

Figure 2 PASI scores for each group of mice



相较于对照组, \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ ; 相较于模型组, #  $P < 0.05$ , ##  $P < 0.01$

图 1 建模第 0,2,4,6,7 天小鼠背部皮肤厚度

Figure 1 Skin thickness on the back of mice on days 0, 2, 4, 6 and 7

皮肤表面光滑无损伤,背部厚度无明显增加。模型组小鼠第 2 天开始背部出现红斑,随着时间的推移,皮肤表面红斑不断扩散且颜色加深,浸润及鳞屑的程度也更加严重,皮损处皮肤厚度相较于对照组显著增厚( $P < 0.05$ ),逐渐表现为经典银屑病的表征。而与模型组相比,芝麻酚高、低剂量组及卡泊三醇阳性对照组小鼠背部红斑范围较小,且皮肤表面鳞屑更少,皮损处表面轻微隆起,皮损症状明显减轻,其背部皮肤厚度相较于模型组也呈显著降低趋势( $P < 0.05$ ),其中卡泊三醇及芝麻酚高剂量组的改善作用最为明显。

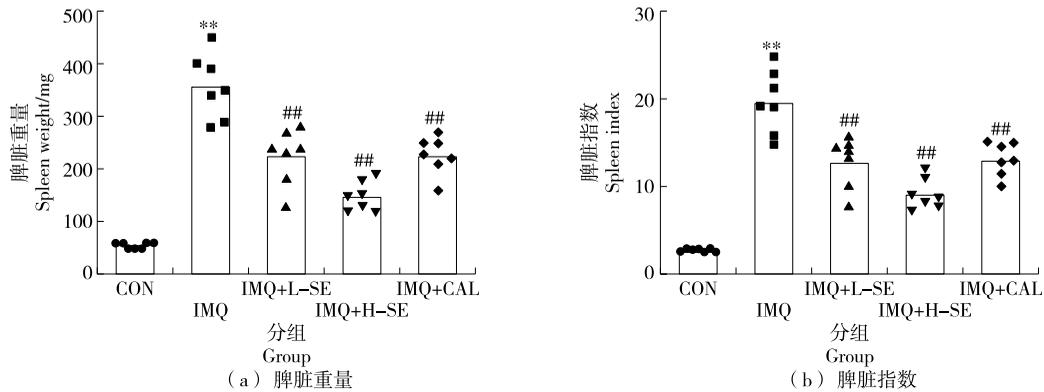
由图 2 可知,除对照组外,各组小鼠的红斑、鳞屑及浸润评分从建模第 2 天开始增加。模型组相较于其他组

更为严重,在第4~6天时达到峰值,第7天时呈平稳趋势,且建模第2~7天,模型组 PASI 总评分均显著高于其他组( $P<0.05$ )。芝麻酚高、低剂量组及卡泊三醇组各项评分始终低于模型组,且以芝麻酚高剂量组最为显著。

## 2.2 芝麻酚对小鼠银屑病脾脏指数的影响

研究<sup>[23-24]</sup>发现,银屑病患者常出现脾脏肿大,脾脏

指数相对增加的情况。由图3可知,相较于对照组,模型组、芝麻酚高、低剂量组及卡泊三醇组的小鼠脾脏明显肿大,且脾脏重量及脾脏指数也增加。而芝麻酚高、低剂量组及卡泊三醇组相较于模型组脾脏肿大情况有所缓解,脾脏重量显著减轻,脾脏指数也明显降低( $P<0.05$ ),其中芝麻酚高剂量组的改善效果更明显。



相较于对照组, \*  $P<0.05$ , \*\*  $P<0.01$ ; 相较于模型组, #  $P<0.05$ , ##  $P<0.01$

图3 各组小鼠脾脏重量及脾脏指数

Figure 3 Spleen weight and spleen index in each group of mice

## 2.3 芝麻酚对小鼠银屑病皮损组织病理学的影响

由图4可知,对照组小鼠皮肤组织结构正常,表皮层较薄;与对照组小鼠相比,其他各组小鼠均存在表皮增生情况。模型组小鼠表皮层显著增厚,棘层肥厚并有表皮突

出下延,且皮损组织的真皮层可观察到明显的炎症细胞浸润,呈经典的银屑病皮肤病理变化。与模型组相比,芝麻酚高、低剂量组及卡泊三醇组小鼠表皮增生情况明显改善,表皮突出下延情况及炎症细胞浸润情况相对减轻。

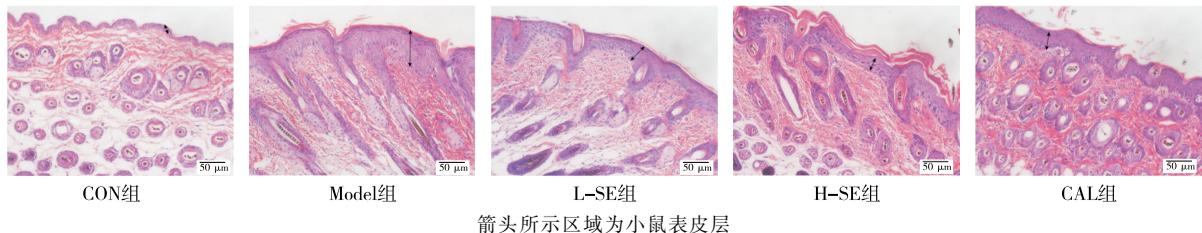


图4 各组小鼠银屑病样皮损组织形态学变化

Figure 4 Histomorphological changes of psoriasis-like skin lesions of mice in each group

## 2.4 芝麻酚对小鼠银屑病皮损组织中各炎症因子表达水平的影响

由图5可知,相较于对照组,模型组小鼠皮肤组织中与银屑病发病机制相关的  $TNF-\alpha$ 、 $IL-17$ 、 $IL-22$ 、 $IL-23$ 、 $IFN-\gamma$ 、 $IL-1\beta$  及  $IL-6$  等重要炎症因子基因表达水平均显著增加( $P<0.05$ );通过芝麻酚及卡泊三醇的干预,芝麻酚高、低剂量组及卡泊三醇组小鼠皮肤组织中各炎症因子的基因表达水平相较于模型组均呈下降趋势,芝麻酚高剂量组及卡泊三醇组在炎症因子基因表达水平下降最为明显( $P<0.05$ )。

由图6可知,与对照组相比,模型组  $CCL20$  及  $CXCL1$  的 mRNA 表达水平显著上升;芝麻酚及卡泊三

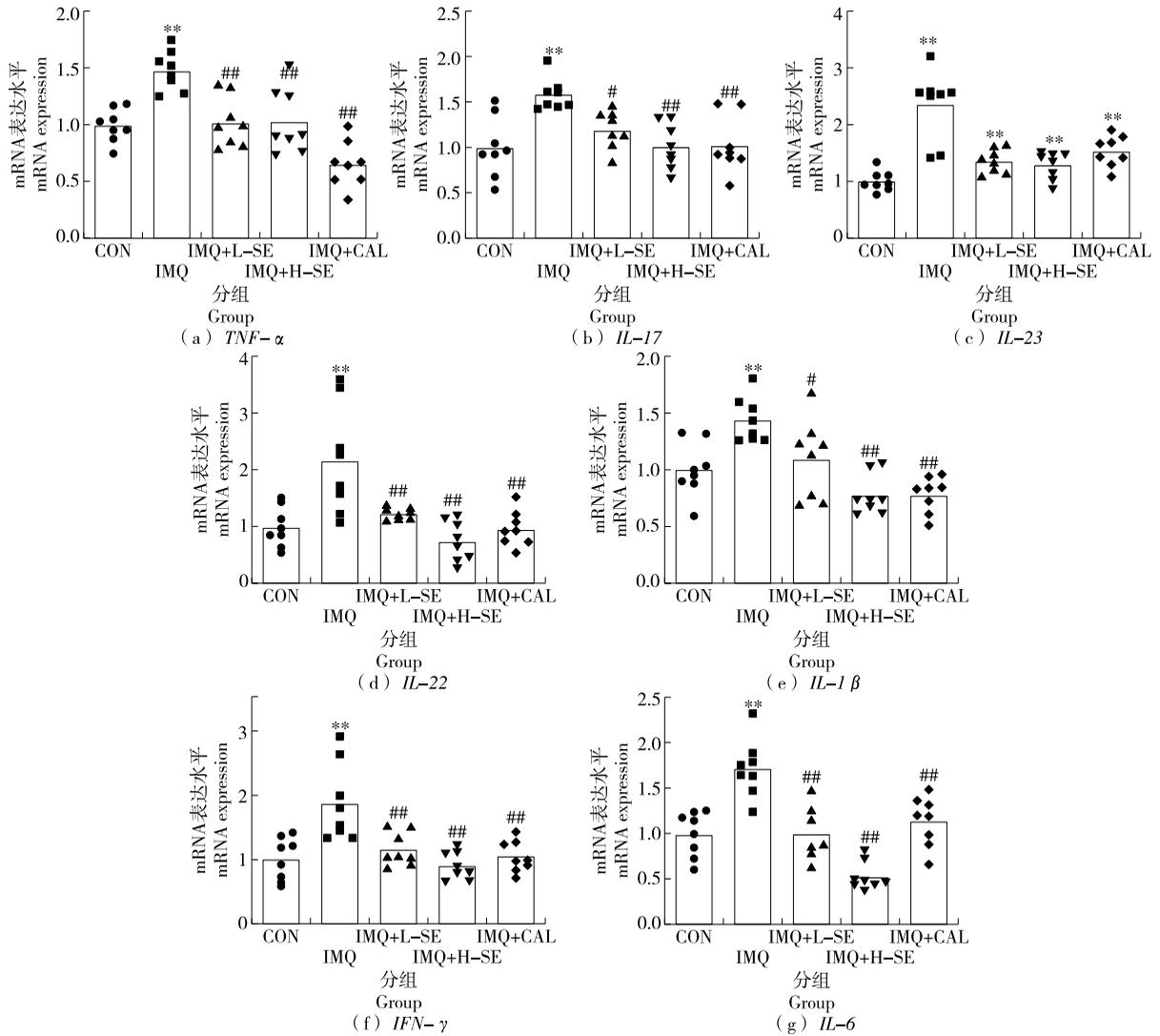
醇干预后,各组趋化因子水平相较于模型组显著下降( $P<0.05$ ),并接近对照组,其中芝麻酚高剂量组及卡泊三醇组在降低趋化因子水平方面效果更好。

## 2.5 芝麻酚对银屑病小鼠血清中 $TNF-\alpha$ 及 $IL-17$ 表达水平的影响

由图7可知,模型组血清样本中  $TNF-\alpha$  及  $IL-17$  的含量显著高于对照组,与皮肤组织中所得到的结果相对应。当小鼠背部施用芝麻酚或卡泊三醇后,血清中炎症因子水平显著下降( $P<0.05$ ),并且芝麻酚高剂量组表现出比低剂量组更明显的效果,卡泊三醇与芝麻酚高剂量组的改善效果较好。

## 3 结论

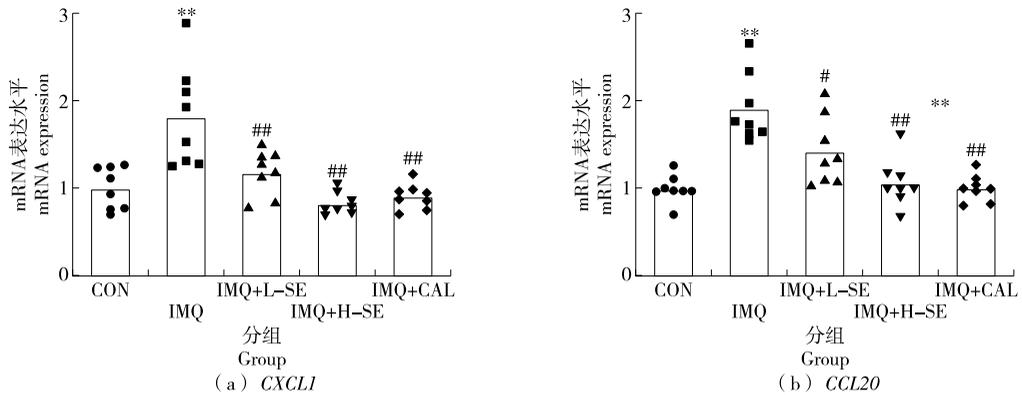
试验以咪喹莫特涂抹建立了小鼠银屑病模型以探究



相较于对照组, \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ ; 相较于模型组, #  $P < 0.05$ , ##  $P < 0.01$

图 5 各组小鼠皮肤组织中炎症因子水平

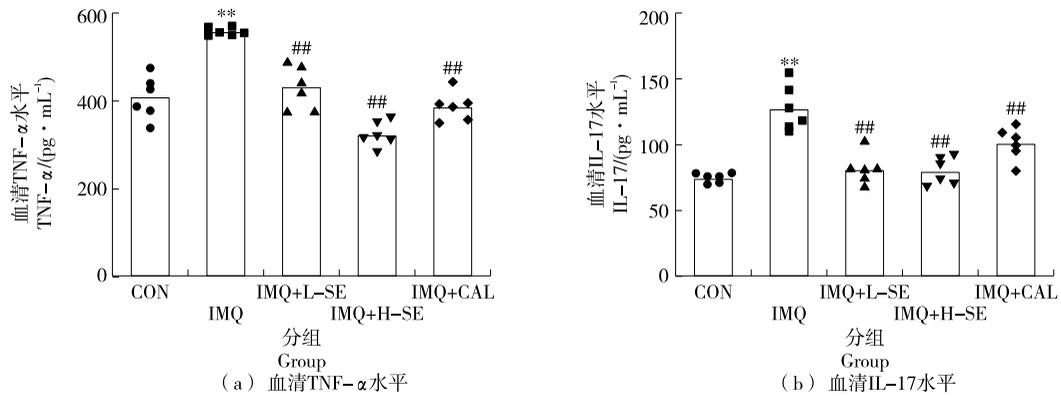
Figure 5 Levels of inflammatory factors in skin tissues of mice in each group



相较于对照组, \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ ; 相较于模型组, #  $P < 0.05$ , ##  $P < 0.01$

图 6 各组小鼠皮肤组织中趋化因子水平

Figure 6 Levels of chemokines in skin tissues of mice in each group



相较于对照组, \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ ; 相较于模型组, #  $P < 0.05$ , ##  $P < 0.01$

图7 各组小鼠血清中 TNF- $\alpha$  和 IL-17 因子水平

Figure 7 Levels of TNF- $\alpha$  and IL-17 in plasma of mice in each group

芝麻酚对银屑病的作用。结果表明,模型组小鼠背部皮肤红斑、鳞屑及浸润的情况严重,PASI评分增加,小鼠皮损处表皮异常增生,出现典型病理学特征,同时银屑病小鼠脾脏肿大,脾脏指数增加。模型组小鼠皮肤组织中炎症因子及趋化因子异常表达,且血清中炎症因子水平也显著增加。在芝麻酚的作用下,小鼠表皮厚度降低,背部皮损情况及炎症浸润减轻,皮肤状况得到改善;小鼠的脾脏肿大情况得到缓解,脾脏指数降低;同时在银屑病皮肤组织及血清中异常表达的炎症因子及趋化因子被显著下调,并接近正常水平,表现出对炎症的抑制作用,且芝麻酚对银屑病样炎症的改善具有一定的剂量依赖性。综上,芝麻酚可以减轻银屑病所导致的病理表现,发挥预防和改善银屑病的作用。但芝麻酚抑制银屑病小鼠炎症的具体作用机制需进一步研究。

### 参考文献

- [1] LIN T, CHEN Y. Successful treatment with ixekizumab in a guselkumab-resistant psoriasis patient [J]. *Dermatologic Therapy*, 2021, 34(1): e14585.
- [2] SINGH S, TAYLOR C, KORNMEHL H, et al. Psoriasis and suicidality: A systematic review and meta-analysis [J]. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 2017, 77(3): 425-440.
- [3] REICH K, PAPP K A, MATHESON R T, et al. Evidence that a neutrophil-keratinocyte crosstalk is an early target of IL-17A inhibition in psoriasis [J]. *Experimental Dermatology*, 2015, 24(7): 529-535.
- [4] BARREA L, MACCHIA P E, TARANTINO G, et al. Nutrition: A key environmental dietary factor in clinical severity and cardiometabolic risk in psoriatic male patients evaluated by 7-day food-frequency questionnaire [J]. *Journal of Translational Medicine*, 2015, 13: 303.
- [5] KANDA N, HOASHI T, SAEKI H. Nutrition and psoriasis [J]. *International Journal of Molecular Sciences*, 2020, 21(15): 5 405.
- [6] 刘婷玉, 周素梅, 刘丽娅, 等. 植物基谷物饮料研究及产业开发进展 [J]. *食品与机械*, 2020, 36(10): 18-22, 27.
- LIU T Y, ZHOU S M, LIU L Y, et al. Advances in research and industrial development of plant-based cereal beverage [J]. *Food & Machinery*, 2020, 36(10): 18-22, 27.
- [7] NORDSTRM K T, KASPER T, NIELS J, et al. Resveratrol ameliorates imiquimod-induced psoriasis-like skin inflammation in mice [J]. *PLoS One*, 2015, 10(5): e0126599.
- [8] ZENG Y, ZHAO H, ZHANG T, et al. Curcumin against imiquimod-induced psoriasis of mice through IL-6/STAT3 signaling pathway [J]. *Bioscience Reports*. (2020-06-18) [2023-03-22]. <https://doi.org/10.1042/BSR20192842>.
- [9] 高艳, 欧阳建勋, 谢定, 等. 辣椒素的提取及其应用研究进展 [J]. *食品与机械*, 2011, 27(1): 162-165.
- GAO Y, OUYANG J X, XIE D, et al. Study progress on the extraction and application of capsaicin [J]. *Food & Machinery*, 2011, 27(1): 162-165.
- [10] 肖双灵, 滕杰, 番木瓜不同部位活性成分及抗癌功能研究进展 [J]. *食品与机械*, 2020, 36(5): 221-226.
- XIAO S L, TENG J. Research progress on chemical constituents and anticancer activities in different parts of papaya [J]. *Food & Machinery*, 2020, 36(5): 221-226.
- [11] 赵宇航, 尹文婷, 汪学德, 等. 微波预处理对芝麻油风味、营养和安全品质的影响 [J]. *食品科学*, 2023, 44(9): 47-57.
- ZHAO Y H, YIN W T, WANG X D, et al. Effect of microwaving sesame seed on flavor, nutrition and safety quality of sesame oil [J]. *Food Science*, 2023, 44(9): 47-57.
- [12] 孟婷婷, 周星, 陆振猷, 等. 脂肪对低脂植物蛋白饮料风味及体系稳定性的影响研究进展 [J]. *食品与机械*, 2019, 35(7): 220-225.
- MENG T T, ZHOU X, LU Z Y, et al. Reviews of effects of fat on the flavor and system stability of low-fat plant protein beverage [J]. *Food & Machinery*, 2019, 35(7): 220-225.
- [13] 雷红, 王毅, 蔡亮亮, 等. 芝麻素防治非酒精性脂肪肝作用及机理 [J]. *食品科学*, 2012, 33(23): 331-335.

- LEI H, WANG Y, CAI L L, et al. Preventive and curative effects and mechanism of sesamin against nonalcoholic fatty liver disease in mice[J]. *Food Science*, 2012, 33(23): 331-335.
- [14] 盛冰莹, 陈振伟, 张晨霞, 等. 微波预处理对芝麻油中芝麻木酚素含量及油脂品质的影响[J/OL]. *中国油脂*. (2022-08-08) [2023-03-18]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1099.ts.20220805.1710.015.html>.
- SHENG B Y, CHEN Z W, ZHANG C X, et al. Effects of pretreatment with microwaves on the sesame lignan and quality of sesame oil[J/OL]. *China Oils and Fats*. (2022-08-08) [2023-03-18]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1099.ts.20220805.1710.015.html>.
- [15] 朱秀灵, 戴清源, 王枫, 等. 处理条件对芝麻素酚三糖苷稳定性的影响[J]. *食品与机械*, 2019, 35(6): 30-35.
- ZHU X L, DAI Q Y, WANG F, et al. The effects of different treatments on the stability of the sesaminol-triglucoside[J]. *Food & Machinery*, 2019, 35(6): 30-35.
- [16] GIRISH K S, KEMPARAJU K, SHANKAR R L, et al. Sesamol ameliorates cyclophosphamide-induced hepatotoxicity by modulating oxidative stress and inflammatory mediators[J]. *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry (Formerly Current Medicinal Chemistry-Anti-Cancer Agents)*, 2014, 14(7): 975-983.
- [17] CHU P Y, CHIEN S P, HSU D Z, et al. Protective effect of sesamol on the pulmonary inflammatory response and lung injury in endotoxemic rats[J]. *Food & Chemical Toxicology*, 2010, 48(7): 1 821-1 826.
- [18] WU P Y, YOU Y J, LIU Y J, et al. Sesamol inhibited melanogenesis by regulating melanin-related signal transduction in B16F10 cells[J]. *International Journal of Molecular Sciences*, 2018, 19(4): 1 108.
- [19] BAEK S H, LEE S H. Sesamol decreases melanin biosynthesis in melanocyte cells and zebrafish: Possible involvement of MITF via the intracellular cAMP and p38/JNK signalling pathways [J]. *Experimental Dermatology*, 2015, 24(10): 761-766.
- [20] SHENOY R R, SUDHEENDRA A T, NAYAK P G, et al. Normal and delayed wound healing is improved by sesamol, an active constituent of *Sesamum indicum* (L.) in albino rats[J]. *Journal of Ethnopharmacology*, 2011, 133(2): 608-612.
- [21] FL A, XL A, LIN W B, et al. Sesamol incorporated cellulose acetate-zein composite nanofiber membrane: An efficient strategy to accelerate diabetic wound healing[J]. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2020, 149: 627-638.
- [22] 刘宇, 赵京霞, 王燕, 等. 养血解毒方对银屑病角质形成细胞紧密连接的调节作用[J]. *中国实验方剂学杂志*, 2020, 26(3): 62-70.
- LIU Y, ZHAO J X, WANG Y, et al. Regulatory effect of yangxuejiedu decoction on tight junction of keratinocytes in psoriasis[J]. *Chinese Journal of Experimental Traditional Medical Formulae*, 2020, 26(3): 62-70.
- [23] 刘思骥, 罗宇榕, 彭余, 等. 6-羟基多巴胺阻断交感神经对咪喹莫特诱导银屑病样小鼠模型的系统性炎症的影响[J]. *皮肤病诊疗学杂志*, 2022, 29(3): 212-219.
- LIU S Q, LUO Y R, PENG Y, et al. Effect of 6-hydroxydopamine blockade of sympathetic nerves on systemic inflammation in an imiquimod-induced psoriasis-like mouse model [J]. *Journal of Diagnosis and Therapy on Dermato-venereology*, 2022, 29(3): 212-219.
- [24] JABEEN M, BOISGARD A S, DANOY A, et al. Advanced characterization of imiquimod-induced psoriasis-like mouse model [J]. *Pharmaceutics*, 2020, 12(9): 789.

(上接第 165 页)

- [12] 张莉, 王慧慧, 徐瑞豪, 等. 皂角刺水提取物对皮质酮诱导小鼠抑郁症模型的研究[J]. *中药药理与临床*, 2020, 36(5): 100-104.
- ZHANG L, WANG H H, XU R H, et al. Study on water extract from *gleditsiae spina* in corticosterone induced depression mice model[J]. *Pharmacology and Clinics of Chinese Materia Medica*, 2020, 36(5): 100-104.
- [13] 聂春莹, 王江荟, 张海楼, 等. 越鞠丸对 LPS 抑郁模型小鼠抗抑郁作用的机制研究[J]. *时珍国医国药*, 2020, 31(4): 774-778.
- NIE C Y, WANG J H, ZHANG H L, et al. Study on mechanism of the antidepressant-like effect of Yueju pill in LPS-induced Mice[J]. *Lishizhen Medicine and Materia Medica Research*, 2020, 31(4): 774-778.
- [14] WEI X B, LIU H Q, SUN X, et al. Hydroxysafflor yellow A protects rat brains against ischemia-reperfusion injury by antioxidant action[J]. *Neurosci Lett*, 2005, 386(1): 58-62.
- [15] 单佳铃, 魏荣锐, 王陆, 等. 基于 TLR2 /MyD88 /NF- $\kappa$ B 和 NALP3 信号通路探讨藏族药短穗兔耳草提取物抗慢性酒精性肝损伤大鼠的作用机制[J]. *中国实验方剂学杂志*, 2020, 26(2): 80-85.
- SHAN J L, WEI R R, WANG L, et al. Mechanism of anti-chronic alcoholic liver injury in rats of tibetan medicine *Lagotis brachystachys* extracts by TLR2 /MyD88 /NF- $\kappa$ B and NALP3 signaling pathway [J]. *Lishizhen Medicine and Materia Medica Research*, 2020, 26(2): 80-85.
- [16] 邵国艳, 黄业晟, 祝梦娅, 等. 氨磺必利通过 TLR/NLR 通路对慢性应激抑郁大鼠的改善作用研究[J]. *现代药物与临床*, 2021, 36(1): 9-15.
- SHAO G Y, HUANG Y S, ZHU M Y, et al. Improvement of amisulpride on chronic stress-depression in rats by TLR/NLR pathway[J]. *Drugs & Clinic*, 2021, 36(1): 9-15.
- [17] DUTCHER E G, PAMA E, LYNALL M E, et al. Early life stress and inflammation: A systematic review of a key experimental approach in rodents[J]. *Brain Neurosci Adv*, 2020, 4(12): 1-11.
- [18] MOHAMMAD A T, MOHAMMAD N I, KAZI A A C, et al. Targeting neuroinflammation by polyphenols: A promising therapeutic approach against inflammation-associated depression [J]. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 2022, 147(3): 12668.