

# 枸杞多糖抗长波紫外线致大鼠皮肤损伤的保护作用研究

武艳玮<sup>1</sup>, 平洪璐<sup>1</sup>, 董玉婷<sup>2</sup>, 丁奎虎<sup>1</sup>, 曹相玫<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>宁夏医科大学, 基础医学院, 病理学系, 宁夏 银川

<sup>2</sup>宁夏医科大学, 基础医学院, 人体解剖学与组织胚胎学系, 宁夏 银川

收稿日期: 2022年1月6日; 录用日期: 2022年6月27日; 发布日期: 2022年7月6日

## 摘要

目的: 建立长波紫外线(UVA)诱导的皮肤光老化大鼠模型并研究枸杞多糖是否可以抵御长波紫外线所致的皮肤光老化损伤。方法: 将40只大鼠随机分为4组, 设立对照组、仅接受UVA照射组、UVA + 枸杞多糖组和UVA + 甘油组。采取连续一周每日照射半小时UVA (强度为 $0.0265 \text{ J}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ )的方法, 建立皮肤光老化的实验动物模型。每日照射UVA之前, 在UVA + 枸杞多糖组UVA照射区域的皮肤上涂抹枸杞多糖甘油混悬剂。在UVA + 甘油组照射处皮肤涂抹甘油。观察照射部位皮肤的HE染色切片、胶原纤维的Masson染色切片和Cleaved Caspase-3免疫组化染色切片。结果: 与对照组相比, UVA组和UVA + 甘油组角质形成细胞大量增生, 无极性排列, 皮肤增厚明显( $P < 0.01$ )。皮脂腺大量增生呈聚集状, 炎症细胞浸润明显, Masson染色示胶原纤维含量减少。免疫组化Cleaved Caspase-3表达量与对照组相比明显上升, 差异具有统计学意义( $P < 0.01$ )。UVA + 枸杞多糖组与UVA组相比照射区皮肤增厚减少( $P < 0.01$ ), 黑色素颗粒减少, 皮脂腺增生减轻, 细胞坏死减少, 炎细胞浸润减轻, Masson染色提示胶原纤维含量上升, 凋亡因子Cleaved Caspase-3表达下降( $P < 0.01$ )。结论: 该强度长波紫外线连续照射一周可以成功构建皮肤光老化的模型。枸杞多糖对长波紫外线损伤有保护作用。

## 关键词

枸杞多糖, 长波紫外线, 光老化

## Study on the Protective Effect of *Lycium barbarum* Polysaccharides on Rat Skin from Longwave Ultraviolet Injury

Yanwei Wu<sup>1</sup>, Honglu Ping<sup>1</sup>, Yuting Dong<sup>2</sup>, Kuihu Ding<sup>1</sup>, Xiangmei Cao<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Pathology, School of Basic Medicine, Ningxia Medical University, Yinchuan Ningxia

\*通讯作者。

文章引用: 武艳玮, 平洪璐, 董玉婷, 丁奎虎, 曹相玫. 枸杞多糖抗长波紫外线致大鼠皮肤损伤的保护作用研究[J]. 生物医学, 2022, 12(3): 212-219. DOI: 10.12677/hjbm.2022.123026

<sup>2</sup>Department of Anatomy and Embryology, School of Basic Medicine, Ningxia Medical University, Yinchuan Ningxia

Received: Jan. 6<sup>th</sup>, 2022; accepted: Jun. 27<sup>th</sup>, 2022; published: Jul. 6<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

**Objective:** To establish a rat model of skin photoaging induced by long-wave ultraviolet (UVA) and investigate whether *Lycium barbarum* polysaccharide can resist the skin photoaging damage caused by long-wave ultraviolet. **Methods:** Forty rats were randomly divided into 4 groups, a control group, a UVA irradiation group only, a UVA + *Lycium barbarum* polysaccharide group and a UVA + glycerol group. An experimental animal model of skin photoaging was established by irradiating UVA for half an hour (intensity of  $0.0265 \text{ J}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) every day for one week. Before daily UVA irradiation, apply *Lycium barbarum* polysaccharide glycerol suspension on the skin of UVA-irradiated area in UVA + *Lycium barbarum* polysaccharide group. Apply glycerin to the skin in the UVA + glycerin group irradiated. The HE-stained sections of the irradiated skin, Masson-stained sections of collagen fibers and Cleaved Caspase-3 immunohistochemically stained sections were observed. **Results:** Compared with the control group, the keratinocytes in the UVA group and UVA + glycerol group proliferated massively, with no polarity arrangement, the skin thickened significantly ( $P < 0.01$ ). Massive hyperplasia of sebaceous glands in the shape of a cluster, massive infiltration of inflammatory cells, and Masson staining showed that the content of collagen fibers decreased. Compared with the control group, the expression of Cleaved Caspase-3 by immunohistochemistry was significantly increased, and the difference was statistically significant ( $P < 0.01$ ). Compared with the UVA group, the UVA + *Lycium barbarum* polysaccharide group had less skin thickening in the irradiated area ( $P < 0.01$ ), fewer melanin granules, less sebaceous gland hyperplasia, less collagen breakage, less cell necrosis, less inflammatory cell infiltration, and Masson staining indicated that the content of collagen fibers increased. The expression of apoptosis factor Cleaved Caspase-3 decreased ( $P < 0.01$ ). **Conclusion:** Continuous irradiation of long-wave ultraviolet rays with this intensity for one week can successfully build a model of skin photoaging. *Lycium barbarum* polysaccharide has a protective effect on long-wave ultraviolet damage.

## Keywords

LBP, UVA, Photoaging

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

皮肤作为第一道防线,为机体抵御生活中的各种刺激。无论春夏秋冬,自然界中都存在着大量紫外线。人们生活离不开紫外线,紫外线能促进人体合成维生素 D,以防止幼儿患佝偻病。然而另一方面,紫外线可使皮肤细胞产生过量的氧自由基(reactive oxygen species, ROS),损伤细胞结构或功能[1],进而使皮肤发生红斑、水泡、炎症、免疫抑制、黑色素沉着、光老化及癌症等症状[2]。长波紫外线(Ultraviolet A, UVA)可穿透表皮直达真皮深处,可对黑色素细胞起作用,从而引起皮肤黑色素沉着,使皮肤变黑。UVA 可长期积累,越来越多的人意识到 UVA 在光损伤中发挥主要作用[3]。光老化不仅影响美观,更有害身体健康。与内源性老化不同,外源性老化如紫外线所致的光老化是可以避免的[4]。目前为预防紫外线对皮肤的损伤,普遍使用的是防晒霜。不论是物理防晒还是化学防晒都有其弊端[5]。天然植物提取物

具有来源广、刺激小、抗氧化等特性,且具有抗紫外线损伤的强大潜力,已被广泛关注。枸杞多糖(*Lycium barbarum polysaccharide*, LBP)是茄科植物枸杞的成分之一[6],现已有实验证明 LBP 具有降低血糖、保护血管、抗氧化、抗衰老、加强免疫力等多种功效[7] [8],也因此常常为人所食用。而外用 LBP 是否可以防护 UVA 诱发的皮肤损伤,鲜有报道。故本实验进行如下研究,就 LBP 是否可以保护皮肤受 UVA 损伤进行研究。具体以 UVA 照射前不同处理的大鼠为实验对象,观察不同组别的皮损情况、组织病理等检测结果为评价指标,探讨 LBP 抗 UVA 损伤的功能。

## 2. 材料与仪器

### 2.1. 材料

实验动物 21~25 d 的雌性 SD 大鼠(SPF 级)由宁夏医科大学实验动物中心提供[动物合格证号: SCXK(宁)2019-0001]。分笼饲养,光照规律,自由饮食,无不良影响因素。

甘油(北京博奥拓达科技有限公司),枸杞多糖(银川市农科院提供,纯度 98%),Masson 染色试剂盒(上海索莱宝生物科技有限公司)。抗体 Cleaved Caspase-3 (Asp175) (5A1E) Rabbit mAb (cell signaling technology 公司)。

### 2.2. 仪器

紫外灯高压泵灯(北京天脉恒辉光源电器有限公司),LEICAASP200 电脑组织脱水机;LEICAEG116 包埋机;LEICARM2145 石蜡包埋切片机;CS-IV 摊片烤片机。

## 3. 方法

### 3.1. 动物分组和造模

40 只大鼠随机分为 4 组:对照组、UVA 组、UVA + 枸杞多糖组、UVA + 甘油组,每组 10 只。采用动物专用推毛器脱去背部被毛,暴露面积  $2\text{ cm} \times 3\text{ cm}$ 。放置于距离紫外灯(300 W) 30 cm 处,即大鼠受到的能量为  $0.0265\text{ J}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ,照射 0.5 h/d,连续照射一周。对照组脱毛后,不做任何处理;UVA 组脱毛后只进行紫外线灯照射不予药物处理;UVA + 甘油组每次照射前 1 h 分别每只背部涂抹 0.6 mL 甘油;UVA + 枸杞多糖组每次照射前 1 h 分别每只涂抹枸杞多糖甘油混悬涂剂(LBP: 0.3 g/mL)。除了每次照射时间外,其他时间大鼠自由饮食[9]。照射实验结束后,取背部脱毛区域的皮肤组织,多聚甲醛固定,石蜡包埋,切片用于以下实验。

### 3.2. HE 染色

苏木精是碱性染料能将嗜碱性结构可被染成蓝紫色。伊红是酸性染料,能将嗜酸性结构染成红色。染色常规前脱蜡复水,染色时先把切片放入苏木精水溶液中浸染色 10 分钟,洗去浮色,分色液分色数秒钟后流水充分水洗。再放入伊红染色液中染色 1 分钟,充分水洗。最后在 95%乙醇中孵育切片 2 次,每次 10 秒。在 100%乙醇中重复孵育 2 次,每次 10 秒。在二甲苯中重复孵育 2 次,每次 10 秒。使用盖玻片和封片剂封片。

### 3.3. Masson 染色

石蜡切片脱蜡复水后按照 Masson 染色说明书进行染色。先用 Weigert 铁苏木素染色液染色 5 min~10 min。再放入酸性乙醇分化液中短暂分化后充分水洗。之后用 Masson 蓝化液染色 3~5 min 后充分水洗。丽春红品红染色液中染色 5~10 min 后依次用弱酸工作液、磷钼酸溶液、弱酸工作液浸洗 2 min,放入苯

胺蓝染液中染色 1~2 min 后弱酸工作液充分清洗,最后在 95%乙醇中孵育切片 2 次,每次 10 秒。在 100%乙醇中重复孵育 2 次,每次 10 秒。在二甲苯中重复孵育 2 次,每次 10 秒。使用盖玻片和封片剂封片。显微镜下观察染色结果,胶原纤维被染成蓝色,细胞核被染成黑蓝色,肌纤维为红色。

### 3.4. 免疫组化及结果判定

使切片脱蜡复水,修复抗原,先脱蜡复水,再进行抗原修复,室温下用 3% 双氧水 10 分钟阻断内源性过氧化物酶,PBS 清洗后滴入 5% 山羊血清于 37℃ 温箱中 30 min,然后在每个玻片中加入一滴 Cleaved Caspase-3,4℃ 中过夜。第二日 PBS 清洗后加入聚合物增强剂放入 37℃ 温箱中 30 min,PBS 清洗后加入每张切片加入一滴鼠抗兔血清放入 37℃ 温箱中 1 h,再加入 DAB 显色液,最后使用苏木素染液复染。观察,脱水,封片。

所有结果均由两位实验人员在同一条件设置的光学显微镜下观察后,取得一致意见得出。将切片置于高倍镜下随机选取 10 个视野。判断标准如下[9]: 1) 阳性细胞数量判定:按阳性细胞的占细胞总数的百分比记分,将 0 记为 0 分、1%~25% 记为 1 分、26%~50% 记为 2 分、51%~75% 记为 3 分、>75% 记为 4 分; 2) 细胞着色程度判定(与背景着色相对比):不着色记为 0 分,浅黄色记为 1 分,茶色记为 2 分,棕褐色记为 3 分。两项评分的乘积为免疫反应强度分布指数(immunoreactivity intensity distribution index, IRIDI)。IRIDI 的值越大说明组织中 Cleaved Caspase-3 表达量越大[10]。

### 3.5. 统计学方法

使用 SPSS 25.0 对实验数据进行统计分析,比较不同组别大鼠皮肤厚度差异采用单因素方差分析, $P < 0.01$  为差异有统计学意义;比较不同组别 Cleaved Caspase-3 蛋白 IRIDI 的差异采用多个独立样本比较的 Kruskal-Wallis H 检验,并进行每组两两检验。取  $\alpha = 0.01$  为检验标准。

## 4. 结果

### 4.1. 皮肤组织形态学观察

成功建立大鼠皮肤光老化模型。HE 染色结果显示对照组(见图 1(a))皮肤结构完整,皮肤角质层无增厚现象,与 UVA 组表皮增厚具有显著性差异( $P < 0.01$ ),分布均匀,无炎细胞浸润,毛皮脂腺分布均匀,淡粉色的纤维含量丰富,粗细均匀,形态流畅;UVA 组(见图 1(b))皮肤角质层存在过度角化,角质层增厚。角质形成细胞大量增生,无极性排列,棘层和基底层增厚,与对照组大鼠比较表皮增厚约两倍(见表 1),部分表皮细胞坏死崩解,黑色素细胞增生,存在明显的黑色素颗粒,朗格汉斯细胞增生,炎细胞浸润。真皮下局部组织呈深蓝色,位于组织间质。胶原纤维粗细不均。毛细血管扩张充血,皮脂腺大量增生呈聚集状,此结果说明皮肤光老化模型建立成功。黑色素可以吸收 UV,减少细胞核内 DNA 突变[11],是机体应对 UV 的保护性措施。UVA + 枸杞多糖组(见图 1(c))皮肤角质层增厚明显减少,与 UVA 组具有

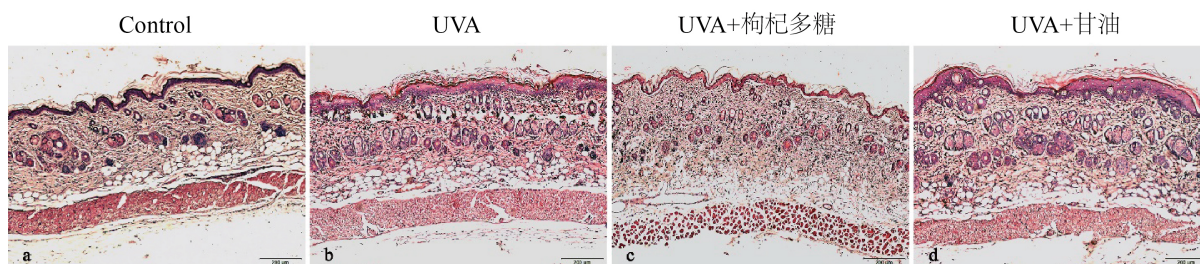


Figure 1. Histological observation of the skin of rats in each group (HE staining, \*10)

图 1. 各组大鼠皮肤组织学观察(HE 染色, \*10)

**Table 1.** Effect of *Lycium barbarum* polysaccharides on the thickening of epidermis by ultraviolet radiation ( $\bar{x} \pm s$ ,  $n = 3$ )**表 1.** 枸杞多糖对紫外辐射表皮增厚的影响( $\bar{x} \pm s$ ,  $n = 3$ )

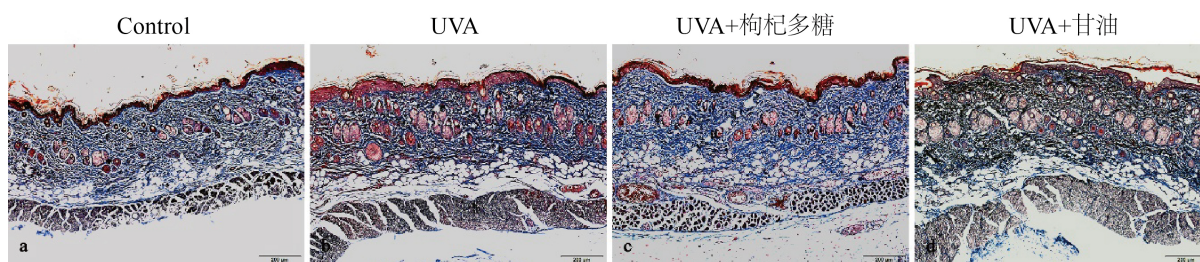
组别	皮肤厚度( $\mu\text{m}$ )
对照组	$16.44 \pm 0.3^{**}$
UVA	$39.79 \pm 4.1$
UVA + 枸杞多糖	$20.08 \pm 2.1^{**}$
UVA + 甘油	$42.32 \pm 1.5$

与 UVA 组比较\*\* $P < 0.01$ 。

显著性差异, 表皮细胞坏死减少, 表皮棘层和基底层细胞中细胞仅少量增生, 黑色素颗粒不明显, 皮脂腺无明显聚集, 说明 LBP 确实减少了 UVA 对皮肤的损伤; 相比较在 UVA + 甘油组(见图 1(d))中, 皮肤角质层也存在过度角化, 表皮增厚程度与 UVA 组无显著性差异, 皮脂腺增生聚集, 血管扩张充血, 黑色素颗粒明显均与 UVA 组损伤较一致, 说明甘油无抵抗 UVA 损失的效果。由此, 说明 LBP 有一定的抗皮肤 UVA 损伤作用。

#### 4.2. 皮肤胶原纤维的改变

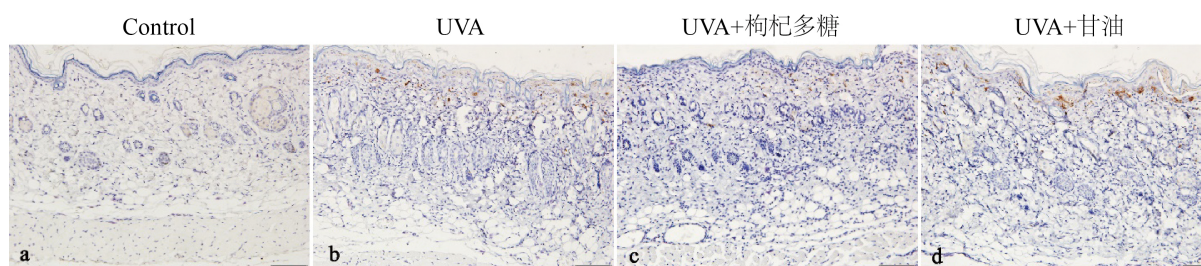
通过 Masson 染色来对比各组的胶原纤维的变化。可以看出对照组(见图 2(a))表皮厚度均匀, 棘层和基底层清晰无增厚; 真皮层的胶原纤维表达的量较高, 分布呈网, 粗细较均匀, 无明显的断裂; 未经保护的 UVA 组(见图 2(b))表皮增厚, 角质形成细胞呈现无极性排列。真皮下局部组织呈黑蓝色, 位于组织间质。胶原纤维含量减少。肌纤维横断面变宽。说明 UVA 对皮肤的胶原纤维有一定损伤; 而 UVA + 枸杞多糖组(见图 2(c))胶原纤维形态较 UVA 组明显好转, 胶原纤维含量明显增加, 胶原纤维断裂程度较轻, 排列较为致密, 说明 LBP 会减少 UVA 对皮肤胶原的损伤; UVA + 甘油组(见图 2(d))中胶原纤维的损伤相较 UVA 组更明显, 胶原纤维且排列紊乱, 可见甘油没有防止 UVA 对胶原纤维损伤的作用。以上结果说明, LBP 具有抗 UVA 损伤胶原纤维的作用。

**Figure 2.** Skin fiber staining of rats in each group (Masson staining method, \*10)**图 2.** 各组大鼠皮肤纤维染色(Masson 染色法, \*10)

#### 4.3. 皮肤中凋亡因子 Caspase-3 的表达变化

Caspase 家族在哺乳动物细胞凋亡执行阶段起重要作用。Cleaved Caspase-3 是有活性的 Caspase-3, 是凋亡最终的关键蛋白酶。首先低倍镜观察整张切片, 发现对照组中阳性细胞染色浅, 数量少, 主要分布在皮脂腺汗腺细胞中(见图 3(a))。而 UVA 组和 UVA + 甘油组中阳性细胞染色深, 且主要分布在表皮层(见图 3(b), 图 3(d))。说明 UVA 照射可以诱导细胞异常凋亡, 进而损伤皮肤。与 UVA 组相比 UVA + 枸

杞多糖组阳性细胞数明显减少(见图 3(d))。真皮层中则阳性细胞分布较少。各组 IRIDI 值如表 2 所示。对照组与 UVA 组间 Cleaved Caspase-3 的 IRIDI 值具有显著差异( $P = 0.0001$ ), 对照组与 UVA + 枸杞多糖组之间 IRIDI 值不具有显著差异( $P = 1.000$ ), 差异不具有统计学意义, 对照组与甘油组间 IRIDI 值具有显著性差异( $P = 0.001$ )。UVA + 枸杞多糖组与 UVA 组间 IRIDI 值具有显著性差异( $P = 0.004$ ), UVA + 枸杞多糖组与 UVA + 甘油组间具有显著性差异( $P = 0.002$ )。UVA 组和 UVA + 甘油组的 IRIDI 值差异无统计学意义( $P = 1.000$ )。



**Figure 3.** The expression of caspase-3 in the skin of rats in each group (DAB, \*20)

**图 3.** 各组大鼠皮肤 caspase-3 表达情况(DAB, \*20)

**Table 2.** The distribution of caspase-3 positive cells in each group

**表 2.** 各组 caspase-3 阳性细胞分布情况

组别	例数	IRIDI 平均值	P1	P2	P3
对照	10	0.2	—	—	—
UVA	10	3.2	0.002	—	—
UVA + 枸杞多糖	10	0.3	1.000	0.004	—
UVA + 甘油	10	3.9	0.001	1.000	0.002

P1: 与对照组比较; P2: 与 UVA 组比较; P3: 与 UVA+枸杞多糖组比较; P 值已经过 Bonferroni 校正。

## 5. 讨论

皮肤作为第一道防线, 为人体抵御外界各种刺激。大量研究证实紫外线在皮肤氧化应激损伤的发生与发展中起到关键性的作用。过量紫外线辐射可使细胞产生过量的氧自由基, 导致细胞氧化/抗氧化系统平衡失调, 进而诱发光敏反应、光老化、光致癌等相关疾病[8]。日光中的紫外线可按波长大小分类, 其中长波紫外线, 穿透力强, 可直达真皮层, 破坏胶原纤维。UVA 含量不受天气影响, 即使阴天也大量存在于自然界中, 是导致皮肤问题的重要原因。近年来, 越来越多的研究证明 UVA 与皮肤光老化密切相关。故本次实验采用 UVA 灯管照射, 探讨 UVA 对光老化的影响。

UVA 光照的强度为  $0.0265 \text{ J}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ , 每只动物处死时, 共接受了约为  $333.9 \text{ J}/\text{cm}^2$  的能量。研究结果显示, 形态学方面, UVA 大量照射, 可以刺激皮肤出现过度角化, 棘层和基底层增厚明显, 部分表皮细胞坏死崩解, 黑色素细胞增生, 炎细胞浸润, 毛细血管扩张充血, 皮脂腺增生聚集。角质形成细胞排列紧密无极性, 提示有患皮肤癌的风险[9]。Masson 染色结果可以看出未经保护的 UVA 组和 UVA + 甘油组真皮内胶原纤维排列紊乱, 胶原蛋白减少。HE 染色和 Masson 染色都出现真皮下局部组织呈蓝黑色, 位于组织间质, 弥漫分布, UVA + 甘油组更为明显。真皮下呈蓝黑色染色的组织一方面提示可能为成纤维细胞增生后的形态, 成纤维细胞胞质嗜碱性, 符合染色结果; 另一方面提示可能存在胶原纤维嗜碱性变。胶原纤维嗜碱性变常见于日光性角化病[10]。胶原纤维出现嗜碱性变性后, 被碱性染料苏木精染成

粗细不均、排列紊乱的蓝黑色。观察切片发现 UVA 组与 UVA + 甘油组肌纤维横断面变宽, 猜测可能与 UVA 促进皮肤产生维生素 D 有关。维生素 D 在肌肉组织的早期发育中具有重要意义[11], 本实验采用的 3 周龄的幼鼠, 符合上述猜想, 但仍需进行下一步实验验证。综上, 实验结果符合皮肤光老化的特征病理表现, 光老化模型建立成功[12]。且可以说明甘油对于皮肤接受 UVA 照射产生的光老化并无保护作用。

机体受到 UVA 刺激后通过分泌黑色素来吸收 UVA, 减少细胞核内 DNA 突变[13]; 通过刺激皮脂腺的分泌排泄脂溶性代谢废物。UVA + 枸杞多糖组皮肤仅少量增厚与 UVA 组有显著性差异, 角质形成细胞增生明显减弱且排列整齐, 黑色素颗粒明显减少, 皮脂腺无明显增生聚集, 朗格汉斯细胞增生不明显, 胶原纤维含量明显增多, 胶原纤维断裂程度较轻, 排列较为致密。说明 LBP 可以减轻 UVA 对皮肤的刺激, 减轻皮肤的炎症反应, 有助于皮肤状态的稳定, 减少红血丝出现的可能, 维持肌肤稳态平衡。LBP 保护皮肤胶原纤维, 维持皮肤含水量与弹性, 减少皱纹的产生。这可能与其抗氧化能力有关, 使 UVA 导致的过量氧自由基被中和, 从而减轻细胞损伤。以上结果说明, LBP 具有抗 UVA 损伤的作用。

UVA 可以引起皮肤细胞凋亡, 李金莲[14]等发现用 Caspase-3 的特异性抑制剂处理 UVA 照射过的 HaCaT 细胞的凋亡完全受到抑制, 证明 UVA 引起的 HaCaT 细胞凋亡为 Caspase-3 依赖性凋亡。HaCaT 细胞是一种与正常人角质形成细胞分化特性极为相似的永生表皮细胞。王莹[15]等用 UVA + UVB 照射小鼠皮肤后也发现角质形成细胞中的 Caspase-3 的表达强度增强, 以上说明, Caspase-3 与 UVA 引起的皮肤细胞凋亡联系密切。由免疫组化的结果可知, 与对照组相比 UVA 组 Caspase-3 表达量增多(IRIDI 值显著增大), 说明细胞凋亡严重, UVA 照射不仅可以导致细胞坏死, 还可以导致皮肤细胞病理性凋亡。这与前面两位的实验结果相验证。而 UVA + 枸杞多糖组中 IRIDI 相比 UVA 组明显减小( $P < 0.01$ ), 表现了 LBP 强大的抗 UVA 损伤作用, 这可能与其抗氧化的能力有关, 使 UVA 对皮肤的损害程度减弱, 氧自由基生成减少, 进而减少了细胞凋亡, 减轻了皮肤的损伤。UVA 组、UVA + 甘油组真皮层中 Caspase-3 表达相较对照组少, 推测这可能与过量氧自由基促进皮脂腺细胞增生有关。机体为产生更多的皮脂腺细胞, 进而在基因层面一定程度上抑制了腺体细胞凋亡, 并促进细胞分裂而抑制了分化。但由于新增生的皮脂腺并未成熟, 皮脂的分泌量并未增加, 目前对于 UVA 对皮脂分泌量的影响仍有争议[16]。

LBP 的抗氧化作用可以帮助机体有效减少 UVA 照射所致皮肤细胞的坏死与凋亡, 成分稳定, 具有成为防晒霜的天然植物替代品或添加剂的巨大潜力。

本实验通过 UVA 照射成功做出皮肤光老化模型, 证实 LBP 的抗氧化能力可以减轻 UVA 对皮肤的损害。

## 基金项目

宁夏回族自治区大学生创新创业训练计划项目(S202010752016)。

## 参考文献

- [1] Lephart, E.D. (2016) Skin Aging and Oxidative Stress: Equol's Anti-Aging Effects via Biochemical and Molecular Mechanisms. *Ageing Research Reviews*, **31**, 36-54. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2016.08.001>
- [2] Liu, X.M., Zhang, R.Z., Shi, H.X., Li, X.B., Li, Y.H., Taha, A. and Xu, C.X. (2018) Protective Effect of Curcumin against Ultraviolet A Irradiation-Induced Photoaging in Human Dermal Fibroblasts. *Molecular Medicine Reports*, **17**, 7227-7237. <https://doi.org/10.3892/mmr.2018.8791>
- [3] 马晓原, 赵永红, 刘慧民. 天然植物油在防晒化妆品中的功效研究进展[J]. *中国油脂*, 2021, 46(1): 71-75.
- [4] Zhang, M.H., Li, F., Smritee, P., Ma, T., Wang, X.Y., Wang, Y.Y., Wang, W.R. and Lin, R. (2020) *Lycium barbarum* Polysaccharide Protects against Homocysteine-Induced Vascular Smooth Muscle Cell Proliferation and Phenotypic Transformation via PI3K/Akt Pathway. *Journal of Molecular Histology*, **51**, 629-637. <https://doi.org/10.1007/s10735-020-09909-1>
- [5] Liu, L., Lao, W., Ji, Q.-S., et al. (2015) *Lycium barbarum* Polysaccharides Protected Human Retinal Pigment Epithelial Cells

- against Oxidative Stress-Induced Apoptosis. *International Journal of Ophthalmology*, **8**, 11-16.
- [6] Yang, Y., Chang, Y.F., Wu, Y., Liu, H.R., *et al.* (2021) A Homogeneous Polysaccharide from *Lycium barbarum*: Structural Characterizations, Anti-Obesity Effects and Impacts on Gut Microbiota. *International Journal of Biological Macromolecules*, **183**, 2074-2087. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.05.209>
- [7] 游星兰, 任建敏, 毛卫波, 黄建胜. 非小细胞肺癌中PD-L1的表达及其与临床病理特征的关系[J]. 实用肿瘤杂志, 2021, 36(6): 520-524.
- [8] Lan, C.C.E., Hung, Y.T., Fang, A.H. and Wu, C.-S. (2019) Effects of Irradiance on UVA-Induced Skin Aging. *Journal of Dermatological Science*, **94**, 220-228. <https://doi.org/10.1016/j.jdermsci.2019.03.005>
- [9] Verkouteren, J.A.C., Ramdas, K.H.R., Wakkee, M. and Nijsten, T. (2017) Epidemiology of Basal Cell Carcinoma: Scholarly Review. *British Journal of Dermatology*, **177**, 359-372. <https://doi.org/10.1111/bjd.15321>
- [10] 陈福祥, 王海伦. 脂溢性角化病并发日光性角化病及基底细胞癌 1 例[J]. 中国皮肤性病学杂志, 2018, 32(6): 682-684.
- [11] Girgis, C.M., Clifton-Bligh, R.J., Mokbel, N., Cheng, K. and Gunton, J.E. (2014) Vitamin D Signaling Regulates Proliferation, Differentiation, and Myotube Size in C2C12 Skeletal Muscle Cells. *Endocrinology*, **155**, 347-357. <https://doi.org/10.1210/en.2013-1205>
- [12] 雷波. 芦荟多糖对光老化大鼠皮肤中 SOD、GSH-Px、Hyp、CAT、MDA 水平的影响[J]. 宜春学院学报, 2020, 42(12): 73-75.
- [13] Slominski, A.T., Zmijewski, M.A., Semak, I., Kim, T.-K., Janjetovic, Z., Slominski, R.M. and Zmijewski, J.W. (2017) Melatonin, Mitochondria, and the Skin. *Cellular and Molecular Life Sciences*, **74**, 3913-3925. <https://doi.org/10.1007/s00018-017-2617-7>
- [14] 李金莲, 严州萍, 陈雪红, 等. 扇贝多肽抑制紫外线 A 波诱导的 HaCaT 细胞凋亡依赖 p38 MAPK 通路和 caspase-3 [J]. 中国药理学杂志, 2007(2): 116-120.
- [15] 王莹, 陈旭, 姜鹏爽, 等. 慢性紫外线损伤小鼠模型皮肤角质形成细胞中 Bax 和 Caspase-3 的表达[J]. 中国皮肤性病学杂志, 2012, 26(1): 22-26.
- [16] Lee, W.J., Chae, S.Y., Ryu, H.S., Jang, Y.H., Lee, S.-J. and Kim, D.W. (2015) Inflammatory Cytokine Expression and Sebum Production after Exposure of Cultured Human Sebocytes to Ultraviolet A Radiation and Light at Wavelengths of 650 nm and 830 nm. *Annals of Dermatology*, **27**, 163-170. <https://doi.org/10.5021/ad.2015.27.2.163>