

# 长波紫外线对皮肤光老化的影响及防治的研究进展

樊纪元

青海大学, 青海 西宁

收稿日期: 2022年5月27日; 录用日期: 2022年6月19日; 发布日期: 2022年6月28日

## 摘要

皮肤作为人体最大的器官, 皮肤光老化是一个复杂的、多因素综合作用的过程, 其中紫外线(Ultraviolet, UV)辐射是加速皮肤老化和加快自然衰老进程的主要因素。皮肤时时刻刻都在老化, 皮肤含水量随老化而不断下降、不规则色素沉着、弹性降低及深在性皱纹。皮肤光老化的发生年龄可从儿童时期开始, 逐渐发展, 可并发多种良、恶性肿瘤等。UV所造成的皮肤损伤越来越受到人们的关注, 因此需迫切进一步对皮肤光老化进行有效的预防和治疗。本文旨在探讨光老化的病因、危害以及防范措施。

## 关键词

长波紫外线, 光老化, 皮肤结构, 预防治疗

# Research Progress on the Effect of UVA on Skin Photoaging and Its Prevention and Treatment

Jiyuan Fan

Qinghai University, Xining Qinghai

Received: May 27<sup>th</sup>, 2022; accepted: Jun. 19<sup>th</sup>, 2022; published: Jun. 28<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

As the largest organ of the human body, skin photoaging is a complex and multifactorial process, in which ultraviolet (UV) radiation is the main factor to accelerate skin aging and accelerate the natural aging process. The skin is aging all the time, and the skin's moisture content continues to

decline with aging, irregular pigmentation, loss of elasticity and deep wrinkles. The age of skin photoaging can begin in childhood and develop gradually, and can be complicated by various benign and malignant tumors. Skin damage caused by UV has attracted more and more people's attention, so it is urgent to further effectively prevent and treat skin photoaging. This article aims to explore the causes, hazards and preventive measures of photoaging.

## Keywords

UVA, Photoaging, Skin Structure, Prevention and Treatment

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. 长波紫外线

由于紫外线辐射是环境因素中导致皮肤老化的主要因素，所以皮肤外源性老化又称为皮肤光老化(photoaging) [1]。近年来，随着环境污染加剧，大气臭氧层空洞变得越来越严重，透过大气层的UV辐射强度也随之增加，而UV占太阳光的13%，UV辐射主要包括三个波长范围：长波紫外线(ultraviolet A, UVA)、中波紫外线(ultraviolet B, UVB)和短波紫外线(ultraviolet C, UVC)。其中，UVA (320~400 nm)具有很强的穿透力，有大约98%能穿透云层和臭氧层到达地球表面。UVB (280~320 nm)具有中等穿透力，其中大部分会被臭氧层所吸收，只有约2%能到达地球表面。UVC (100~280 nm)的穿透能力最弱，几乎被臭氧层完全吸收，因此穿过臭氧层到达地面的UV主要是UVA和UVB。相同剂量下，因为UVA占UV的绝大部分，所以日光中UVA的总强度比UVB高数倍。UVA辐射的能量小于短波紫外线UVB辐射，因此UVB辐射一直被认为是造成太阳辐射破坏的原因。事实上，UVA (320 nm~400 nm)是太阳紫外线中最普遍的成分，达90%以上，穿透力强于UVB，不仅可达皮肤表皮层，且可达皮肤真皮层。因此，即使在室内条件下，也会接受高剂量的UVA [2]。体内研究已证明UVA辐射可造成皮肤的长期恶化以及光老化，使皮肤出现斑片状色素沉着、皱纹、松弛、下垂、干燥、粗糙等皮肤光老化反应[3] [4] [5]。

## 2. 皮肤光老化

作为人体最大的器官，皮肤是机体固有免疫的重要组成部分，也是抵抗外界损害的第一道防线[6]。皮肤是人体最大的器官，它覆盖全身，是保护人体免受外界损伤的第一道屏障。皮肤老化是一个复杂的、多因素综合作用的过程，皮肤老化一般有两种表现形式：自然老化和光老化。自然老化主要指由机体内存在的不可抗因素引起的程序性老化，老化程度比较缓慢；皮肤光老化主要是由于环境因素如紫外线(ultraviolet, UV)辐射、吸烟、饮酒、吹风、冷热刺激、有害化学物品的接触等引起的皮肤老化，其中UV辐射是加速皮肤老化和加快自然衰老进程的主要因素，因此，皮肤老化是自然老化和UV辐射共同作用的结果。皮肤时时刻刻都在老化，其弹性会慢慢降低，变得越来越薄、脆弱、干燥和松弛，UV所造成的皮肤损伤越来越受到人们的关注，因此需迫切加深对皮肤光老化病因及其发病机制的了解，进一步对皮肤光老化进行有效的预防和治疗。大量非保护的日光暴露使光损伤人群增多，而且可以引起皮肤一系列改变：皮肤含水量随老化而不断下降、不规则色素沉着、弹性降低及深在性皱纹。光老化皮肤组织病理特征性改变是胶原纤维、弹力纤维组织结构缺失以及无定形弹力蛋白样物质的沉积[7]。

皮肤光老化的发生年龄可从儿童时期开始逐渐发展，可并发多种良、恶性肿瘤等。由于当今社会对

美貌与健康对需求日益增高，如何延缓及预防皮肤衰老，已成为皮肤科与医学美容科的关注重点。

### 3. 皮肤结构

在结构上，皮肤可分三层：表皮、真皮和皮下组织。表皮由鳞状角质化上皮细胞构成，其中 80%左右是角质形成细胞，它不仅具有物理性保护屏障作用，而且还参与免疫、炎症、肿瘤转化等多种细胞生物学过程，从而保护机体免受外界刺激的危害，维持机体内环境稳态；真皮主要由致密的不规则结缔组织与胞外基质中的胶原蛋白和弹力纤维组成，以保持真皮层的可压缩性和弹性；真皮层的主要细胞是成纤维细胞，其发达的粗面内质网能合成 I 型和 II 型胶原等多种胶原和纤维；此外，真皮层还包括了肥大细胞、巨噬细胞、脂肪细胞和浆细胞等细胞，这些细胞与周围的神经纤维、血管和淋巴管交织在一起，为表皮层提供了丰富的营养，促进表皮细胞的分化、增殖和迁移[8]。角质形成细胞对外界侵害具有一定的修复作用，一旦外界侵害的强度超出角质形成细胞自身所能承受的能力时，会表现出过早或异常的角质化，甚至细胞凋亡[9][10]。

### 4. 皮肤光老化的防治

#### 4.1. 光老化的防护

光老化的物理防护一般是指通过遮阳伞、防晒衣帽和太阳镜，以及防晒剂等达到防晒的目的。理想防晒剂应该都能够对 UVA 和 UVB 辐射起抵抗作用，从而达到有效的光防护。一般用日光防护系数(Sun protection factor, SPF)来表示防晒剂对 UVB 防晒效果，防晒剂避免 UVB 诱导皮肤发生日晒红斑的指标，防晒系数  $SPF > 30$ 、 $SPF > 50$  分别表示为  $SPF30+$ 、 $SPF50+$ 。在一定范围内，随着 SPF 的增大，防晒效果就越强。用 UVA 防护系数(PFA)表示防晒剂对 UVA 的防晒效果，一般按  $PA+$ 、 $PA++$ 、 $PA+++$ 、 $PA++++$  表示对 UVA 的防护等级依次增强。尤其高海拔地区平均海拔 4000 m 以上，大气压与氧分压低，太阳辐射量随海拔的升高而增加，部分地区年日照时数均在 2600 h 以上；由于日照长，蒸发量一般大于降水量 3 倍左右，最高可达 9.7 倍，年平均湿度在 50%左右[11]；空气稀薄，尘埃和水汽含量少，故大气透明，阳光透过大气层时，紫外线损失少，300 nm 紫外线在 4000 m 高原较海平面增加 2.5 倍，所以高海拔地区是全国太阳辐射量最多的地区[12]。居民长期处在高海拔、强紫外线和缺水干燥的环境中，光损伤性皮肤病特别是皮肤光老化发病率更高，应更加意识到物理的重要性。

#### 4.2. 光老化的治疗

##### 4.2.1. 维甲酸类药物

维甲酸是 FDA 批准用于治疗光老化的维生素衍生物，又称维 A 酸，是体内维生素 A 的代谢中间产物，主要影响其骨生长，促进上皮细胞增生、分化以及角质溶解等过程中。局部使用维甲酸治疗临床症状改善通常见于数周后，其副作用为可能发生红斑、鳞屑损害为特征的类型视黄醇皮炎，但一般不久可自行消退。在临床上使用较低浓度的维甲酸见效所需时间较长，而高浓度维甲酸表现出其治疗光老化的潜能，并且联合治疗可能疗效更佳。0.05%维甲酸润肤膏以 0.1%他扎罗汀乳膏是仅有的被美国食品和药物管理局(FDA)批准的用于适应症的维甲酸。它们不仅能够减少细纹的出现，纠正肤色与皮肤弹性，且适用范围人群较广泛，并且延缓光老化的进程。

##### 4.2.2. 抗氧化剂

紫外线是一种重要的氧化应激因素，通过产生氧自由基造成一系列组织损伤，如皮肤红斑、皮肤黑化、皮肤光老化以及 DNA 损伤等。通过抗氧化剂清除自由基是光防护措施的重要部分。可以局部或系统使用抗氧化剂，包括维生素 E、维生素 C、胡萝卜素、泛醌(又称辅酶 Q)、巯基化合物如谷胱甘肽(GSH)、

金属硫蛋白(MT)以及绿茶中提取的多酚类物质等[13]。并且天然抗氧化剂的使用不仅仅局限于口服,某些外源性天然化合物还可能通过增加皮肤细胞的抗氧化能力防止光老化[14]。另外,在日常生活中食用富含维生素C的食物和某些非维生素植物源性成分如枸杞多糖、黄芩素、高良姜素、大蒜等也可通过抗氧化作用预防光老化及皮肤癌的发生[15]。并且在使用抗氧化剂的过程中也可通过协同作用,进而增强抗氧化的效果。

#### 4.2.3. 光电治疗

目前应用于治疗皮肤光老化的光电技术有很多,包括激光、强脉冲光、低射频等,其中以激光的适用范围最为广泛。激光治疗皮肤光老化是基于选择性光热作用原理与局灶性光热作用原理而开展的,点阵激光的诞生使激光对真皮的刺激作用放大,它将光束排列成点阵状,这种点阵状热刺激会均匀地启动皮肤的修复程序,最终使表皮和真皮在内的全层皮肤发生重塑,有效地改善光老化引起的皮肤松弛、皱纹、毛孔粗大等质地改变。并且在光电治疗后辅以胶原贴敷料,不仅可以使胶原进入点阵激光后的孔径中,还能刺激更多的胶原合成,减少色素沉着、红肿及皮肤干燥等的发生。

#### 4.2.4. 光动力治疗

光动力对光老化引起的皮肤肿瘤等优势明显,光动力治疗的关键在于光敏剂、光源及组织氧利用率。光源的选择依赖其在靶组织的穿透深度及原卟啉 IX 的吸收峰,可选蓝光、红光、IPL 等光源[16]。光动力可以有效治疗光老化皮肤。

#### 4.2.5. 注射填充技术

注射美容是指用经皮注射的方法把特定的注射物(或填充剂等,特定的生物材料)注射到目标位置达到年轻化、美丽化效果的一种医学美容手段,以改善皱纹以及日渐失去的组织体积。注射的材料包括:人工合成材料、生物性材料、自体移植物等。随着填充材料以及填充技术的发展,注射填充技术在改善光老化方面发挥的作用已占有一席之地[17]。

#### 4.2.6. 中药及其提取物

中药文化绵延数千年,对光老化的防治大有意义。如三七总皂苷、艾叶[18]、枸杞、薰衣草精油、广藿香油、雪莲花、芦荟多糖、陈皮提取物、重楼皂苷 I [19]等。

目前,关于皮肤光老化的预防与治疗的研究与其发展前景越来越受到重视,但仍需更进一步深入的挖掘研究,尤其是 UV 造成光损伤的具体机制尚不清楚,可有效指导防晒产品的研发,从而去帮助更多长期暴露于日光下的群体,方便人们更好、更有效地防护皮肤光老化,服务于人民,造福社会。

## 参考文献

- [1] 杨智,王雪,郭冰心. 皮肤光老化的研究进展[J]. 实用老年医学, 2012, 26(6): 449-452.
- [2] 吴斯敏,杨慧龄. 紫外线引起皮肤光老化机制及防治的研究进展[J]. 医学综述, 2018, 24(2): 341-346.
- [3] Grice, E.A. and Segre, J.A. (2011) The Skin Microbiome. *Nature Reviews Microbiology*, **9**, 244-253. <https://doi.org/10.1038/nrmicro2537>
- [4] Pustišek, N. and Šitum, M. (2011) UV-Radiation, Apoptosis and Skin. *Collegium Antropologicum*, **35**, 339-341.
- [5] Hao, O.Y., Georgios, S., Claude, S. and Kollias, N. (2004) A Chemiluminescence Study of UVA-Induced Oxidative Stress in Human Skin *in Vivo*. *Journal of Investigative Dermatology*, **122**, 1020-1029. <https://doi.org/10.1111/j.0022-202X.2004.22405.x>
- [6] Kato, S., Kikuchi, R., Aoshima, H., Saitoh, Y. and Miwa, N. (2010) Defensive Effects of Fullerene-C60/Liposome Complex against UVA-Induced Intracellular Reactive Oxygen Species Generation and Cell Death in Human Skin Keratinocytes Ha Ca T, Associated with Intracellular Uptake and Extracellular Excretion of Fullerene-C60. *Photochem Photobiol B*, **98**, 144-151. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2009.11.015>

- [7] 刘国宁, 陈斌. 皮肤老化中弹性组织变性机制的研究进展[J]. 临床皮肤科杂志, 2013, 42(5): 325-328.
- [8] Svobodová, A. and Vostálová, J. (2010) Solar Radiation Induced Skin Damage: Review of Protective and Preventive Options. *International Journal of Radiation Biology*, **86**, 999-1030. <https://doi.org/10.3109/09553002.2010.501842>
- [9] Proksch, E., Brandner, J.M. and Jensen, J.M. (2008) The Skin: An Indispensable Barrier. *Experimental Dermatology*, **17**, 1063-1072. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0625.2008.00786.x>
- [10] Madison, K.C. (2003) Barrier Function of the Skin: “la raison d’être” of the Epidermis. *The Journal of Investigative Dermatology*, **121**, 231-241. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1747.2003.12359.x>
- [11] 王青, 付雪婷, 薛静, 葛淼. 青藏高原气候与健康[J]. 国外医学(医学地理分册), 2004(2): 92-94+98.
- [12] 格央. 高原气候环境与人类健康[J]. 西藏科技, 2006(4): 50-51.
- [13] Pittayapruek, P., Meephanan, J., Prapapan, O., Komine, M. and Ohtsuki, M. (2016) Role of Matrix Metalloproteinases in Photoaging and Photocarcinogenesis. *International Journal of Molecular Sciences*, **17**, Article No. 868. <https://doi.org/10.3390/ijms17060868>
- [14] Petruk, G., Del Giudice, R., Rigano, M.M. and Monti, D.M. (2018) Antioxidants from Plants protect against Skin Photoaging. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, **2018**, Article ID: 1454936. <https://doi.org/10.1155/2018/1454936>
- [15] 张晓卉, 马良娟. 关于光老化和环境污染及抗氧化剂的新认识[J]. 医学综述, 2019, 25(3): 417-421.
- [16] 周展超. 皮肤美容激光与光子治疗[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2009: 252-256.
- [17] 科恩, 伯恩. 注射填充颜面美容[M]. 谷延敏, 郑永生, 杨蓉娅, 译. 北京: 北京大学医学出版社, 2011.
- [18] 陈绍斐. 艾灸配合超声波治疗皮肤光老化的疗效观察[J]. 上海针灸杂志, 2020, 39(7): 880-884.
- [19] 高梓琪, 张冬英. 重楼皂苷光老化保护作用研究[C]//中国生物工程学会. 中国生物工程学会第十三届学术会暨2019年全国生物技术大会论文集. 2019: 1.