

电子屏幕暴露下干眼病的研究进展

田海泽^{1*}, 赵全良²

¹内蒙古民族大学第二临床医学院(内蒙古林业总医院), 内蒙古 牙克石

²呼伦贝尔市中蒙医院, 内蒙古 海拉尔

收稿日期: 2025年11月8日; 录用日期: 2025年12月1日; 发布日期: 2025年12月9日

摘要

在如今数字化广泛渗透的大背景下, 智能手机、计算机、平板电脑等电子设备已成为人们工作、学习及休闲娱乐活动中不可或缺的工具, 因此屏幕暴露时间持续的延长, 从而导致干眼患病率在全球范围内呈现显著的增长, 对视觉健康与生活质量构成严重威胁。本文审视屏幕使用与干眼症的关系, 从多维度考察其成因, 以指导临床防治与健康干预。

关键词

干眼症, 屏幕, 研究进展

Research Progress of Dry Eye Disease under Electronic Screen Exposure

Haize Tian^{1*}, Quanliang Zhao²

¹The Second Clinical Medical College of Inner Mongolia Minzu University (Inner Mongolia Forestry General Hospital), Yakeshi Inner Mongolia

²Hulunbuir Hospital of Traditional Chinese and Mongolian Medicine, Hailar Inner Mongolia

Received: November 8, 2025; accepted: December 1, 2025; published: December 9, 2025

Abstract

In today's context of widespread digital penetration, smartphones, computers, tablets, and other electronic devices have become indispensable tools for work, study, and leisure activities. As a result, screen exposure time continues to increase, leading to a significant rise in dry eye prevalence worldwide, posing a serious threat to visual health and quality of life. This article examines the relationship between screen use and dry eye syndrome, investigating its causes from multiple dimensions to guide clinical prevention, treatment, and health interventions.

*通讯作者。

文章引用: 田海泽, 赵全良. 电子屏幕暴露下干眼病的研究进展[J]. 临床医学进展, 2025, 15(12): 1236-1244.
DOI: 10.12677/acm.2025.15123524

Keywords

Dry Eye Syndrome, Screen, Research Progress

Copyright © 2025 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

干眼症(dry eye disease, DED)又称角结膜干燥症,是一种由泪液分泌不足、泪膜渗透压升高、眼表炎症或泪液动力学异常等多种因素引起的眼表疾病[1]。该病在临床上十分常见,患者典型症状包括视物模糊、眼部灼热和异物感;研究指出[2]-[5],长时间使用电子屏幕会通过改变眨眼模式这一机制,引发干眼症,该病症严重时可能导致从结膜充血到不可逆视力下降等一系列严重后果,并伴随负面情绪,严重影响患者生活质量。因此,本研究回顾国内外相关文献,阐述了不同人群的干眼症流行病学特征,进而深入探讨其多元化的发病机制,并总结临床评估方法,最后评述药物与非药物干预策略的最新进展,以期临床防治提供全面参考。

2. 电子屏幕暴露下干眼病患者流行病学现状

电子屏幕暴露已成为干眼病发生与发展的核心风险因素,其在不同群体中呈现出显著的流行病学特征。

2.1. 青年学生

我国学者武佳敏[6]通过 meta 分析得出青年学生(中学生和大学生)干眼症的患病率为 29.25%,中学生干眼症患病率低于大学生。武桂云等人[7]的研究指出,高中生由于学习压力较大,其干眼症患病率显著高于普通人群。国外学者 Srishti Sharma [8]通过横断面调查表明:青少年(10~19 岁)长时间使用智能手机与泪膜参数异常呈显著相关,会对泪膜稳定性及眼表健康产生负面影响。随着科技的发展,青年学生的用眼模式出现明显改变,电子产品在其学习与日常生活中扮演重要角色。因学业重、娱乐室内化及自控力弱,中学生户外活动不足,致使视力问题与干眼症风险增加[9]。

2.2. 上班族

多项研究[10]-[13]表明,长时间屏幕工作与压力所致的高强度用眼,正使干眼症作为一种年轻化、普及化的新型职业健康风险在劳动人群中蔓延。干眼症已不再限于传统意义上的眼部不适,而应被看作与现代工作模式密切相关的职业性健康问题,其发生与高负荷用眼、长时间屏幕暴露以及不良工作环境等多因素共同作用相关,且患病人群逐渐年轻化。

2.3. 特殊职业群体

不同职业人群均呈现高干眼症患病风险,其诱因具有职业特异性。1) 飞行员(患病率 6.33%)的风险主要源于航空环境低湿度与高注意力作业[14][15]。2) 医务工作者整体患病率更高(50.3%),其中 ICU 人员超 70%,其风险与长时间电脑操作显著相关[16][17]。

2.4. 老年人

研究表明,干眼症患病率随年龄增长而上升,65 岁以上为最高风险人群[18]。此外,频繁使用电子

屏幕会显著增加干眼症的发病风险。电子设备普及的当下, 需特别关注儿童近视防控与老年人干眼症防治, 后者风险随年龄相关的生理功能衰退而增高[19][20]。综上所述, 老年人因身体机能自然衰退, 更易发生干眼症, 若再加上电子产品使用频繁或方式不当, 则会进一步加重患病风险, 导致该群体干眼症患病率显著上升。

2.5. 长戴角膜接触镜者

长期配戴角膜接触镜是干眼症的重要危险因素, 其患病率(约 38%)远高于非配戴者(约 15%)。机制主要与镜片破坏泪膜稳定性、阻碍瞬目、加速泪液蒸发及引发眼表炎症有关。若与长时间屏幕暴露叠加, 将显著加剧病情[21]-[23]。

2.6. 糖尿病患者

糖尿病是干眼症的重要风险因素。其通过高血糖导致的神经病变来削弱泪腺支配和眼表并发症等多种机制, 减少泪液分泌, 显著增加患病风险。研究证实糖尿病患者干眼症患病率更高[18][24]。因此, 糖尿病患者更应该合理使用电子屏幕, 延缓干眼症发病进展。

3. 屏幕时间导致干眼症的发病机制

不同人群的长时间屏幕暴露是干眼症的重要风险因素, 其背后涉及多种复杂且互相关联的病理机制:

3.1. 瞬目模式异常与频率下降

瞬目模式异常(不完全眨眼)主要通过促使泪液过快蒸发, 妨碍泪液正常排出并引发炎症, 造成眼表机械性摩擦损伤, 干扰泪膜在角膜表面的正常粘附等机制诱发或加重干眼症。长期屏幕暴露通过多种协同机制破坏眼表稳态, 其中注视屏幕抑制眨眼、强光引发眯眼进一步减少瞬目频率, 是导致泪膜不稳定和干眼症发生的关键路径[2][25]-[31]。

3.2. 睑板腺功能障碍(Meibomian Gland Dysfunction, MGD)

睑板腺功能障碍是蒸发过强型干眼的核心病因, 其脂质分泌异常直接破坏泪膜稳定性, 加速泪液蒸发。长期屏幕使用(>4 小时/天)是重要风险因素, 它通过减少眨眼导致腺管阻塞和炎症, 进而引发腺体萎缩和脂质质量下降, 最终形成炎症恶性循环[32]-[35]。

3.3. 蓝光诱导的角膜氧化应激损伤

蓝光(410~480 nm)通过诱导角膜上皮细胞内活性氧 ROS 生成, 激活 NLRP3/IL-1 β 炎症通路并破坏上皮结构完整性, 从而导致干眼。该氧化损伤呈剂量依赖性, 而抗氧化剂可有效缓解此过程, 证实氧化应激为其核心机制[33][36]-[39]。

3.4. 眼表炎症介质与信号通路激活

眼表炎症是驱动干眼进展的核心环节, 其特征是促炎细胞因子(如 IL-1, IL-6, TNF- α)浓度升高及 iNOS-NO 毒性通路的激活。在屏幕使用者中, 该炎症反应尤为突出, 通过破坏眼表微环境稳态加剧组织损伤和症状[33][40][41]。

3.5. 泪腺神经调节与分泌功能障碍

长期屏幕暴露通过抑制副交感神经活动(表现为 Schirmer 试验和泪河高度值下降)引发泪液分泌减少,

进而导致泪腺失用性萎缩及蛋白分泌功能障碍。持续的干燥刺激角膜感觉神经诱发神经源性炎症, 加速腺体纤维化和萎缩进程[35] [42] [43]。

3.6. 粘蛋白 5AC 浓度下降或异常

研究表明, 长时间屏幕暴露(>7 小时/天)会抑制结膜杯状细胞功能, 使泪液关键黏蛋白 MUC5AC 浓度显著下降(至 5.9 ng/mg), 进而破坏泪膜稳定性、加速蒸发, 最终导致干眼症[27] [44] [45]。

3.7. 注视角依赖的眼表暴露面积改变

研究证实, 注视角度显著影响干眼风险。向上注视(如看高位屏幕)会使睑裂扩大, 眼表暴露面积增加。看数字屏幕时的平均眼表暴露区面积(约 2.3 cm²)显著大于阅读传统纸质介质时(约 1.2 cm²), 致使泪液蒸发量最高可达向下注视时的 3.4 倍, 并减弱泪膜脂质与粘蛋白层, 共同破坏泪膜稳定性[29] [46] [47]。

上述多种机制相互关联、共同作用于眼表, 最终导致干眼的发生与发展。准确评估这些病理改变是制定有效干预策略的前提。

4. 干眼症的临床评估

干眼症的评估需主客观相结合, 全面衡量患者的症状与体征。

4.1. 主观症状评估

4.1.1. 眼表疾病指数(Ocular Surface Disease Index, OSDI)

OSDI 是由艾尔建公司开发的一种用于评估眼表疾病症状严重程度的标准化量表[48]。该量表共包含 12 个问题, 涵盖三个维度。每个问题按症状发生频率从 0 分(从未出现)至 4 分(一直出现)进行评分。总分的计算公式为: (所有题目得分之和 × 25) ÷ 已回答题目数, 最终得分范围 0~100 分。OSDI 量表通过总分将患者症状严重程度界定为四个等级: 正常(0~12 分)、轻度(13~22 分)、中度(23~32 分)和重度(≥33 分)。

4.1.2. 快速干眼评分问卷(Standard Patient Evaluation of Eye Dryness, SPEED)

SPEED 问卷通过评估干涩、异物感、疼痛或刺激感、烧灼感或流泪这四类症状在多种特定情境下的表现, 来量化干眼症状的严重程度[49]。每个症状分别按发生频率(0 = 无, 1 = 偶尔, 2 = 经常, 3 = 持续)和严重程度(0 = 无/轻微, 1 = 不适但不影响生活, 2 = 影响生活质量, 3 = 难以忍受且妨碍工作)进行分级。问卷总分为 24 分。

4.2. 客观症状评估

4.2.1. 非侵入泪膜破裂时间(NITBUT)

NITBUT 是一种通过测量泪膜出现首个干斑的时间(秒)来定量评估泪膜稳定性的客观指标, 其结果具有明确的临床临界值(如<10 秒为异常)。

4.2.2. 眼表染色技术

利用荧光素钠和丽丝胺绿特异性显示角膜缺损与结膜变性上皮, 其标准评估方法是将润湿的混合试纸条置于下穹窿, 通过瞬目使染料在角膜均匀分布。采用 12 分法进行评分: 将角膜划分为鼻上、鼻下、颞上、颞下四个象限, 每个象限按 0~3 分评定。该评分系统根据角膜点状染色数量(<30 个为 1 分, >30 个且未融合为 2 分)及是否存在融合性着色、丝状物或溃疡(3 分)来评估严重程度[35]。

4.2.3. Schirmer 试验

通过采用 Schirmer 试验(使用美国 Oasis Medical 公司 Schirmer-II 试纸)评估患者术后泪液分泌情况,

测量时间为 5 分钟。Schirmer 试验结果根据泪液浸湿长度分级: ≥ 10 mm 正常, 5~10 mm 为轻度干眼, ≤ 5 mm 为中重度干眼; 低于 10 mm 即有干眼风险, 需进行临床干预[50]。

综合主客观评估结果, 可全面了解患者病情严重程度, 进而为患者量身定制包括非药物与药物在内的综合干预方案。

5. 干预措施

基于全面的临床评估结果, 制定个体化的干预策略, 主要分为非药物和药物两大类。

5.1. 非药物干预

干眼症的常规非药物治疗主要包括热敷、熏蒸、雾化及按摩等物理疗法。非药物治疗方法不断改革, 出现了多种新型干预手段, 例如: ① 大笑运动: 笑声运动通过激活自主神经系统刺激泪液分泌。笑声运动是通过观看教学视频, 并按要求进行发声练习(如重复“嘻”“哈”“奶酪”及“脸颊”等词语)进行的一项干预。该研究针对 18~45 岁有症状的干眼患者, 其疾病指数评分在 18 至 80 之间, 且泪膜破裂时间 ≤ 8 秒。研究表明, 大笑可通过激活自主神经促进泪液分泌[51]。② 湿房镜通过维持眼表湿度减少蒸发; 而强脉冲光(IPL)技术则特别适用于治疗睑缘炎相关型干眼。该技术通过输出特定波长光脉冲, 能够缓解睑缘炎症, 优化腺体功能, 促进脂质正常分泌, 进而提升泪液品质与泪膜稳定程度。研究证实, 联合应用湿房镜与强脉冲光(IPL)可通过调制光参数协同减轻角膜氧化应激与炎症, 促进眼表修复并减少上皮细胞凋亡[52]-[56]。此外, 针对蒸发过强型干眼的随机试验表明, 规范的眨眼训练是一种有效的干预方式。该研究将人口学特征均衡的受试者分为不同组别, 对比了多种训练模式, 例如每日完成 2 组、每组 20 次, 或每日 4 组、每组 10 次的“闭眼-用力挤眼-睁眼”练习, 每个动作持续 2 秒。研究发现, 每日进行 3 组、每组 15 次的高强度眼轮匝肌收缩训练(动作需持续 2 秒), 能最有效地缓解干眼症状。其关键在于“挤眼”时需主动强力收缩肌肉, 而非普通眨眼[57]。③ 优化电子屏幕颜色: 延长平板电脑使用时间会显著加剧视觉疲劳、引起临界闪烁频率改变并引起干眼。一项随机对照研究表明, 相较于浅色模式, 使用深色模式可能更有助于减轻视觉疲劳[58]。

5.2. 药物干预

① 人工泪液是干眼症的基础治疗药物, 通过润滑眼表、维持湿润来改善症状。常用类型包括透明质酸钠、聚乙二醇等聚合物滴眼液, 含糖甘等生物活性成分的制剂以及卡波姆凝胶。其中, 透明质酸钠应用广泛, 可有效减少泪液蒸发[59]。② NOV03 作为首款专门针对睑板腺功能障碍相关蒸发型干眼的治疗药物, 其活性成分为 100%全氟己基辛烷。研究表明, NOV03 通过在眼表形成保护膜抑制泪液蒸发, 能显著改善干眼症体征与症状, 且安全性良好[60]。③ 酒石酸伐尼克鼻喷雾剂作为一种高选择性胆碱能激动剂, 也可用于干眼症治疗。其活性成分伐尼克能特异性作用于多种人源 nAChR 亚型(如 $\alpha 4\beta 2$ 、 $\alpha 3\beta 4$ 、 $\alpha 7$ 等), 具有较高的亲和性与亚型选择性。该药物经由三叉神经副交感通路激活, 可促进自然泪液分泌, 改善泪膜稳定性, 进而缓解干眼症的临床症状和体征。我国正通过持续推进相关临床试验, 积极对接并加速引进国际突破性干眼症疗法[61][62]。④ 补充必需脂肪酸 Omega-3 是该病的一种辅助治疗方式。作用机制涉及抗炎调节、促进泪液分泌与质量改善, 以及维护睑板腺正常功能。Omega-3 通过抗炎和稳定泪膜脂质层的双重机制发挥治疗作用: 既能减轻眼表炎症、延长泪膜破裂时间以减少蒸发, 又能优化睑板腺脂质性状与排出, 故尤其适用于蒸发过强型干眼及 MGD 患者[63][64]。

6. 预防指南

合理规划屏幕用眼行为: ① 减少关灯后夜间用屏, 睡前一小时左右尽量不再使用电子设备, 若必须使用时, 建议打开使用设备的“护眼模式”或者“调低屏幕亮度到舒适”减少屏幕蓝光刺激。② 合理规

划“三个 20 原则”：每看屏幕 20 分钟后，须抬头望远，6 米外的物体 20 秒左右，使长时间紧张的睫状肌放松。③ 调整用屏姿势：建议手机屏幕与双眼距离在 30~40 cm 左右舒适距离；电脑屏幕与双眼距离在 50~60 cm 左右舒适距离。④ 改善生活习惯合理补充水分：均衡补充每日饮水量在 1500~2000 毫升，避免身体缺水导致泪液分泌减少。均衡膳食：多吃富含维生素 A、B 族、C、E 及 Omega-3 脂肪酸的食物(如胡萝卜、蓝莓、坚果、深海鱼、绿叶蔬菜)，帮助维护眼表健康。规律作息：保证每日 7~8 小时睡眠，避免熬夜(熬夜会导致泪液分泌节律紊乱，加重干眼)。

7. 总结与展望

本文综述了屏幕时间暴露与干眼症关联的最新研究进展。屏幕使用已成为干眼症患病率升高的主要因素，发病机制涵盖眨眼模式改变、睑板腺功能异常、蓝光引发的氧化应激、眼表炎症反应激活、神经调节失衡、黏蛋白 MUC5AC 分泌下降以及眼表暴露面积增大等多重途径。在临床评估方面，需综合应用 OSDI、SPEED、NITBUT、眼表染色、Schirmer 试验等客观指标。在干预策略上，治疗手段呈现多元化，既包含眨眼再训练、屏幕参数调节、强脉冲光治疗等非药物方法，从常规人工泪液到 NOV03、伐尼克兰鼻喷雾剂等一系列新型药物，但仍面临以下几方面挑战与机遇：当前研究多集中于横断面调查，缺乏揭示屏幕使用与干眼症发病因果关系的长期前瞻性队列研究。此外，可运用 AI 与可穿戴眨眼监测等技术来构建干眼症风险预测模型。随着数字化不断发展，防控屏幕相关干眼症需依托患者、医护人员、科研机构等多方协同努力，从而提升公众视觉健康与生活质量。

参考文献

- [1] Tsubota, K., Pflugfelder, S.C., Liu, Z., Baudouin, C., Kim, H.M., Messmer, E.M., *et al.* (2020) Defining Dry Eye from a Clinical Perspective. *International Journal of Molecular Sciences*, **21**, Article 9271. <https://doi.org/10.3390/ijms21239271>
- [2] Zemanová, M. (2021) Dry Eyes Disease. A Review. *Czech and Slovak Ophthalmology*, **77**, 107-119. <https://doi.org/10.31348/2020/29>
- [3] Kawashima, M., Yamatsuji, M., Yokoi, N., Fukui, M., Ichihashi, Y., Kato, H., *et al.* (2015) Screening of Dry Eye Disease in Visual Display Terminal Workers during Occupational Health Examinations: The Moriguchi Study. *Journal of Occupational Health*, **57**, 253-258. <https://doi.org/10.1539/joh.14-0243-oa>
- [4] Craig, J.P., Nichols, K.K., Akpek, E.K., Caffery, B., Dua, H.S., Joo, C., *et al.* (2017) TFOS DEWS II Definition and Classification Report. *The Ocular Surface*, **15**, 276-283. <https://doi.org/10.1016/j.jtos.2017.05.008>
- [5] Al-Mohtaseb, Z., Schachter, S., Shen Lee, B., Garlich, J. and Trattler, W. (2021) The Relationship between Dry Eye Disease and Digital Screen Use. *Clinical Ophthalmology*, **15**, 3811-3820. <https://doi.org/10.2147/opth.s321591>
- [6] 武佳敏, 刘文莲, 刘畅, 等. 我国青年学生干眼症患病率的 meta 分析[J]. 职业与健康, 2023, 39(10): 1397-1402.
- [7] 武桂云, 向世强. 天门市高中生干眼症的影响因素分析[C]//榆林市医学会. 第三届全国医药研究论坛论文集(三). 武汉科技大学医学院, 天门市第一人民医院, 2023: 146-152.
- [8] Sharma, S., Singh, A., Mishra, S., Narang, K., *et al.* (2025) Tear Film Dysfunction and Its Association with Smartphone Usage in Adolescents. *Czech and Slovak Ophthalmology*, **81**, 1-7.
- [9] 张艳, 赵永锋, 白净. 西安地区高中学生干眼症现状研究[J]. 华南预防医学, 2022, 48(8): 952-955+973.
- [10] 姚凤英. 不同年龄段眼病的中医防治[J]. 农家致富, 2025(15): 61.
- [11] 王竹, 帅仁策. 人工智能技术对劳动法的挑战与应对[J]. 学习与探索, 2025(7): 79-88.
- [12] Nichols, K.K., Bacharach, J., Holland, E., Kislán, T., Shettle, L., Lunacek, O., *et al.* (2016) Impact of Dry Eye Disease on Work Productivity, and Patients' Satisfaction with Over-the-Counter Dry Eye Treatments. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, **57**, Article 2975. <https://doi.org/10.1167/iovs.16-19419>
- [13] Zhao, K., Yuan, F., Li, W., Luo, L., Wang, J. and Zeng, K. (2025) Protocol for Shenzhen-Working-Age Cohort Study (SZ-Working Age): A Prospective Observational Cohort Study on Eye Health and Myopia. *BMJ Open*, **15**, e095001. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2024-095001>
- [14] 王益蓉. 中国民航飞行学院飞行人员干眼症影响因素分析[J]. 中国职业医学, 2017, 44(5): 642-645.

- [15] 王雪欢, 刘妍, 杨莹, 等. 飞行员干眼症的研究进展[J]. 中国疗养医学, 2025, 34(5): 82-85.
- [16] 赵子祥. 医务人员干眼症的患病率和危险因素: 系统评价与 Meta 分析[D]: [硕士学位论文]. 成都: 电子科技大学, 2025.
- [17] 李强, 刘瑞斌, 范永, 等. 山西某医院眼科患者中干眼症的流行病学调查分析[J]. 中国药物与临床, 2019, 19(17): 2919-2920.
- [18] 李娇. 干眼症的流行病学及其相关因素分析[C]//中国生命关怀协会. 关爱生命大讲堂之生命关怀与智慧康养系列学术研讨会论文集(上)——银发浪潮下老年护理的挑战与机遇专题. 大厂回族自治县中医医院, 2025: 410-413.
- [19] 苗雨蔚. “好医疗”赋能“好地方” [N]. 包头日报, 2025-04-15(001).
- [20] 杨欣. 带你全面认识干眼症[J]. 健康必读, 2024(30): 58-59.
- [21] Li, W., Sun, X., Wang, Z. and Zhang, Y. (2018) A Survey of Contact Lens-Related Complications in a Tertiary Hospital in China. *Contact Lens and Anterior Eye*, **41**, 201-204. <https://doi.org/10.1016/j.clae.2017.10.007>
- [22] Solomon, K.D., Holzer, M.P., Sandoval, H.P., Vargas, L.G., Werner, L., Vroman, D.T., et al. (2002) Refractive Surgery Survey 2001. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, **28**, 346-355. [https://doi.org/10.1016/s0886-3350\(01\)01318-9](https://doi.org/10.1016/s0886-3350(01)01318-9)
- [23] 侯莹, 曾庆广, 李国仁, 等. 戴角膜接触镜与青年型干眼症的相关性分析[J]. 临床眼科杂志, 2004(5): 398-399.
- [24] 胡晓艳. 糖尿病患者在内障术后, 如何改善干眼症[J]. 糖尿病之友, 2025(7): 80-81.
- [25] Golebiowski, B., Long, J., Harrison, K., Lee, A., Chidi-Egboka, N. and Asper, L. (2020) Smartphone Use and Effects on Tear Film, Blinking and Binocular Vision. *Current Eye Research*, **45**, 428-434. <https://doi.org/10.1080/02713683.2019.1663542>
- [26] Jie, Y., Sella, R., Feng, J., Gomez, M.L. and Afshari, N.A. (2019) Evaluation of Incomplete Blinking as a Measurement of Dry Eye Disease. *The Ocular Surface*, **17**, 440-446. <https://doi.org/10.1016/j.jtos.2019.05.007>
- [27] McMonnies, C.W. (2007) Incomplete Blinking: Exposure Keratopathy, Lid Wiper Epitheliopathy, Dry Eye, Refractive Surgery, and Dry Contact Lenses. *Contact Lens and Anterior Eye*, **30**, 37-51. <https://doi.org/10.1016/j.clae.2006.12.002>
- [28] Harrison, W.W., Begley, C.G., Liu, H., Chen, M., Garcia, M. and Smith, J.A. (2008) Menisci and Fullness of the Blink in Dry Eye. *Optometry and Vision Science*, **85**, 706-714. <https://doi.org/10.1097/OPX.0b013e318181ae02>
- [29] Blehm, C., Vishnu, S., Khattak, A., Mitra, S. and Yee, R.W. (2005) Computer Vision Syndrome: A Review. *Survey of Ophthalmology*, **50**, 253-262. <https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2005.02.008>
- [30] Portello, J.K., Rosenfield, M. and Chu, C.A. (2013) Blink Rate, Incomplete Blinks and Computer Vision Syndrome. *Optometry and Vision Science*, **90**, 482-487. <https://doi.org/10.1097/OPX.0b013e31828f09a7>
- [31] Sheedy, J.E., Gowrisankaran, S. and Hayes, J.R. (2005) Blink Rate Decreases with Eyelid Squint. *Optometry and Vision Science*, **82**, 905-911. <https://doi.org/10.1097/01.OPX.0000181234.63194.a7>
- [32] Baudouin, C., Aragona, P., Messmer, E.M., Tomlinson, A., Calonge, M., Boboridis, K.G., et al. (2013) Role of Hyperosmolarity in the Pathogenesis and Management of Dry Eye Disease: Proceedings of the OCEAN Group Meeting. *The Ocular Surface*, **11**, 246-258. <https://doi.org/10.1016/j.jtos.2013.07.003>
- [33] 贾法力. 数字屏幕使用时间与干眼症患者眼表、睑板腺及视觉质量的相关分析[D]: [硕士学位论文]. 延吉: 延边大学, 2024.
- [34] Wang, M.T.M., Tien, L., Han, A., Lee, J.M., Kim, D., Markoulli, M., et al. (2018) Impact of Blinking on Ocular Surface and Tear Film Parameters. *The Ocular Surface*, **16**, 424-429. <https://doi.org/10.1016/j.jtos.2018.06.001>
- [35] Chlasta-Twardzik, E., Górecka-Nitoń, A., Nowińska, A. and Wylęgała, E. (2021) The Influence of Work Environment Factors on the Ocular Surface in a One-Year Follow-Up Prospective Clinical Study. *Diagnostics*, **11**, Article 392. <https://doi.org/10.3390/diagnostics11030392>
- [36] Zheng, Q., Ren, Y., Reinach, P.S., Xiao, B., Lu, H., Zhu, Y., et al. (2015) Reactive Oxygen Species Activated NLRP3 Inflammasomes Initiate Inflammation in Hyperosmolarity Stressed Human Corneal Epithelial Cells and Environment-Induced Dry Eye Patients. *Experimental Eye Research*, **134**, 133-140. <https://doi.org/10.1016/j.exer.2015.02.013>
- [37] Lee, H.S., Cui, L., Li, Y., Choi, J.S., Choi, J., Li, Z., et al. (2016) Correction: Influence of Light Emitting Diode-Derived Blue Light Overexposure on Mouse Ocular Surface. *PLOS ONE*, **11**, e0167671. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167671>
- [38] Niwano, Y., Kanno, T., Iwasawa, A., Ayaki, M. and Tsubota, K. (2014) Blue Light Injures Corneal Epithelial Cells in the Mitotic Phase in Vitro. *British Journal of Ophthalmology*, **98**, 990-992. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2014-305205>
- [39] Choi, W., Lee, J.B., Cui, L., Li, Y., Li, Z., Choi, J.S., et al. (2016) Therapeutic Efficacy of Topically Applied Antioxidant Medicinal Plant Extracts in a Mouse Model of Experimental Dry Eye. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, **2016**, Article 4727415. <https://doi.org/10.1155/2016/4727415>

- [40] Yamaguchi, T. (2018) Inflammatory Response in Dry Eye. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, **59**, DES192. <https://doi.org/10.1167/iops.17-23651>
- [41] Cortes, M., Esposito, G., Sacco, R., Gillet, V.B., Ianni, A. and Micera, A. (2018) NGF and Inos Changes in Tears from Video Display Terminal Workers. *Current Eye Research*, **43**, 1119-1125. <https://doi.org/10.1080/02713683.2018.1475014>
- [42] Kamoi, M., Ogawa, Y., Nakamura, S., Dogru, M., Nagai, T., Obata, H., *et al.* (2012) Accumulation of Secretory Vesicles in the Lacrimal Gland Epithelia Is Related to Non-Sjögren's Type Dry Eye in Visual Display Terminal Users. *PLOS ONE*, **7**, e43688. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0043688>
- [43] Yazici, A., Sari, E.S., Sahin, G., Kilic, A., Cakmak, H., Ayar, O., *et al.* (2015) Change in Tear Film Characteristics in Visual Display Terminal Users. *European Journal of Ophthalmology*, **25**, 85-89. <https://doi.org/10.5301/ejo.5000525>
- [44] Baudouin, C., Rolando, M., Benitez Del Castillo, J.M., Messmer, E.M., Figueiredo, F.C., Irkeç, M., *et al.* (2019) Reconsidering the Central Role of Mucins in Dry Eye and Ocular Surface Diseases. *Progress in Retinal and Eye Research*, **71**, 68-87. <https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2018.11.007>
- [45] Kim, D.J., Lim, C., Gu, N. and Park, C.Y. (2017) Visual Fatigue Induced by Viewing a Tablet Computer with a High-Resolution Display. *Korean Journal of Ophthalmology*, **31**, 388-393. <https://doi.org/10.3341/kjo.2016.0095>
- [46] Tsubota, K. and Nakamori, K. (1995) Effects of Ocular Surface Area and Blink Rate on Tear Dynamics. *Archives of Ophthalmology*, **113**, 155-158. <https://doi.org/10.1001/archoph.1995.01100020037025>
- [47] Tsubota, K. and Nakamori, K. (1993) Dry Eyes and Video Display Terminals. *New England Journal of Medicine*, **328**, 584-584. <https://doi.org/10.1056/nejm199302253280817>
- [48] Guarnieri, A., Carnero, E., Bleau, A., Alfonso-Bartolozzi, B. and Moreno-Montañés, J. (2020) Relationship between OSDI Questionnaire and Ocular Surface Changes in Glaucomatous Patients. *International Ophthalmology*, **40**, 741-751. <https://doi.org/10.1007/s10792-019-01236-z>
- [49] Korb, D.R., Greiner, J.V., Herman, J.P., Hebert, E., Finnemore, V.M., *et al.* (2002) Lid-Wiper Epitheliopathy and Dry-Eye Symptoms in Contact Lens Wearers. *The CLAO Journal*, **28**, 211-216.
- [50] 张珍珍, 刘红杰, 刘霞, 等. 屈光手术对屈光参差患者视觉质量的长期影响与角膜厚度及散光度数的关系研究[J]. 中国实验诊断学, 2025, 29(8): 880-890.
- [51] Li, J., Liao, Y., Zhang, S., Jin, L., Congdon, N., Fan, Z., *et al.* (2024) Effect of Laughter Exercise versus 0.1% Sodium Hyaluronic Acid on Ocular Surface Discomfort in Dry Eye Disease: Non-Inferiority Randomised Controlled Trial. *British Medical Journal*, **386**, e080474. <https://doi.org/10.1136/bmj-2024-080474>
- [52] 苏丽萍, 刘郡, 王珏. 湿房镜联合氟米龙滴眼液治疗干眼症疗效及对患者泪膜稳定性和血清基质金属蛋白酶-2的影响[J]. 陕西医学杂志, 2022, 51(5): 586-590.
- [53] 员银, 赵勇. 年龄相关性白内障患者术后干眼症中西医结合治疗现状[J]. 医学综述, 2024, 30(23): 2910-2914.
- [54] 王昕, 李敏, 郭紫薇, 等. 医用强脉冲光治疗仪的基本原理和临床应用[J]. 中国激光医学杂志, 2023, 32(5): 291-298+300.
- [55] Demolin, L., Es-Safi, M., Soyfoo, M.S. and Motulsky, E. (2023) Intense Pulsed Light Therapy in the Treatment of Dry Eye Diseases: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Clinical Medicine*, **12**, Article 3039. <https://doi.org/10.3390/jcm12083039>
- [56] 李川辉, 邓利华. 湿房镜联合强脉冲光治疗仪和滴眼液治疗干眼症的疗效及对泪膜稳定性的影响[J]. 医师在线, 2025, 15(3): 31-34.
- [57] Wolffsohn, J.S., Travé-Huarte, S., Bahra, I., Finch, C., Anyaegbu, U., Garcia-Porta, N., *et al.* (2025) Optimisation of Blinking Exercises for Dry Eye Disease. *Contact Lens and Anterior Eye*, **48**, Article 102453. <https://doi.org/10.1016/j.clae.2025.102453>
- [58] Sengsoon, P. and Intaruk, R. (2025) Immediate Effects of Light Mode and Dark Mode Features on Visual Fatigue in Tablet Users. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **22**, Article 609. <https://doi.org/10.3390/ijerph22040609>
- [59] 商培钊, 江思琪, 金敏, 等. 药物治疗干眼的临床应用及研究进展[J]. 药学前沿, 2024, 28(10): 278-289.
- [60] Tauber, J., Berdy, G.J., Wirta, D.L., Krösser, S., Vittitow, J.L., Alpern, L.M., *et al.* (2023) NOV03 for Dry Eye Disease Associated with Meibomian Gland Dysfunction: Results of the Randomized Phase 3 GOBI Study. *Ophthalmology*, **130**, 516-524. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2022.12.021>
- [61] 张皖晋, 王茜, 李刚, 等. 中国鼻用喷雾剂注册临床试验近 10 年现状分析[J]. 中国现代应用药学, 2023, 40(20): 2860-2864.
- [62] Wirta, D., Vollmer, P., Paauw, J., Chiu, K., Henry, E., Striffler, K., *et al.* (2022) Efficacy and Safety of OC-01

(Varenicline Solution) Nasal Spray on Signs and Symptoms of Dry Eye Disease: The ONSET-2 Phase 3 Randomized Trial.

Ophthalmology, **129**, 379-387. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2021.11.004>

[63] 陆海, 马一平. 干眼症的临床治疗进展[J]. 天津药学, 2020, 32(4): 62-66.

[64] Eom, Y., Jun, I., Jeon, H.S., Lim, D.H., Lee, H., Hwang, H.S., *et al.* (2024) Re-Esterified Triglyceride Ω -3 Fatty Acids in Dry Eye Disease with Meibomian Gland Dysfunction. *JAMA Ophthalmology*, **142**, 617-624. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2024.1482>