

Research Progress of Intense Pulsed Light in Treating Dry Eye Disease Caused by Meibomian Gland Dysfunction

Mengnan Yan¹, Zhenguo Yan^{2*}, Lei Yang³

¹Gansu University of Traditional Chinese Medicine, Lanzhou Gansu

²Lanzhou Ophthalmology Center Affiliated to Gansu University of Traditional Chinese Medicine, Lanzhou Gansu

³Xi'an International Medical Center, Xi'an Shaanxi

Email: yanzhenguozy@163.com

Received: May 2nd, 2020; accepted: May 16th, 2020; published: May 29th, 2020

Abstract

In recent years, with the widespread use of electronic products and the aging of the population, the number of dry eye patients has risen sharply, accounting for more than 30% of ophthalmology outpatients. In mainland China, meibomian gland dysfunction leads to the largest and most common evaporative dry eye, with a prevalence of up to 65% in all dry eye patients. Therefore, the treatment of MGD is particularly important. Although its traditional treatment methods are diverse, due to various defects, the effect does not meet the needs of patients. The new therapy of dry eye disease came into being, in which intense pulsed light (IPL) as a new method to treat MGD dry eye, because of its significant effect and less pain, has attracted the attention of clinicians. This article reviews the characteristics, treatment principles, and application of IPL and looks forward to it.

Keywords

Dry Eye Disease, Meibomian Gland Dysfunction, Intense Pulsed Light

强脉冲光治疗睑板腺功能障碍型干眼症的研究进展

严梦南¹, 燕振国^{2*}, 杨磊³

¹甘肃中医药大学, 甘肃 兰州

²甘肃中医药大学附属兰州华厦眼科医院, 甘肃 兰州

³西安国际医学中心, 陕西 西安

*通讯作者。

文章引用: 严梦南, 燕振国, 杨磊. 强脉冲光治疗睑板腺功能障碍型干眼症的研究进展[J]. 眼科学, 2020, 9(2): 143-148.
DOI: 10.12677/hjo.2020.92017

摘要

近年来,随着电子产品的广泛普及和人口老龄化的加剧,干眼患者急剧上升,已占眼科门诊患者的30%以上。在我国大陆地区,睑板腺功能障碍(Meibomian gland dysfunction, MGD)导致的蒸发过强型干眼最多、最常见,在所有干眼患者中,睑板腺功能障碍的比例高达65%。因此对于MGD的治疗尤为重要,虽然它的传统治疗方法多样,但因种种缺陷,效果还达不到患者的预期。干眼的新疗法应运而生,其中强脉冲光(Intense pulsed light, IPL)作为一种新的治疗MGD型干眼的方法,因疗效显著且患者痛苦少,得到了广大临床医生的关注。本文就IPL的特点、治疗原理、应用进行综述,并对其进行展望。

关键词

干眼, 睑板腺功能障碍, 强脉冲光

Copyright © 2020 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)为任何原因所致泪液质和量及动力学的异常,从而导致泪膜不稳定和(或)眼表面的异常,并伴有眼部不适症状的一类疾病[1]。干眼症主要症状有:视疲劳、干涩、视力波动、眼痒、异物感。根据患者的主观症状加角膜荧光素染色程度,分为轻中重度[2],严重程度不同的干眼症,其治疗目标也不同。目前干眼在世界某些地区,特别是在亚洲,影响了近60%的人口[2],美国眼科医生和验光师报告的患病率分别为37%和47%[3],而我国的发生率为21%~30%,已占眼科门诊患者的30%以上[4]。其中,干眼症最常见的形式是蒸发过强,主要是由于睑板腺功能障碍(MGD)。因此,治疗睑板腺功能障碍、恢复泪膜的稳定性、减轻眼表炎症反应、综合除螨,对于缓解患者的干眼症状至关重要。

2. 睑板腺功能障碍的传统疗法

MGD的传统治疗方法包括局部清洁、热敷、睑板腺按摩等物理治疗和使用人工泪液、抗菌药和抗炎药物等,治疗方法多样但效果有限[5]。局部清洁和热敷不作为单一治疗方法,临床上一般用于其他治疗方式的辅助手段,效果甚微。Benitez Del Castillo JM等采用眼睑皮肤加热装置对MGD患者进行安全有效的治疗后,提示睑板腺的深层物理治疗要优于开放式的皮肤表面热敷[6]。睑板腺按摩作为临床上治疗MGD的常用方法,联合使用人工泪液,能有效缓解患者的干眼症状[7][8]。但是,患者体验欠佳,依从性差,需要反复多次的按摩才能达到效果,只能暂时改善患者的干眼症状,不能从根本上解决睑板腺功能障碍。目前可供我国临床医师选择的人工泪液有十余种,常用的有思然、爱丽等[9],但是一天中使用次数较多,影响患者工作及生活。有研究证明:人工泪液和泪小点栓塞后,其BUT值仍未达到正常,泪膜的质量及分布仍欠佳[10]。中重度干眼时,仅使用上述方法,不能有效缓解临床症状,减轻患者痛苦,

需要加用四环素、阿奇霉素，甚至激素等，以达到控制炎症反应的目的，药物使用时间较长，患者经济负担重、生活质量较低。

3. 睑板腺功能障碍的新疗法

虽然 MGD 的治疗方法多种多样，但其疗效有效，需要进一步寻求新的治疗方案。近年来，对 DED 新疗法的研究有了很大进展，最显著的转变集中于逆转潜在病因，如炎症，而不是简单地通过水合和润滑眼部表面来解决症状。目前的新疗法有：强脉冲光(IPL)、矢量热脉冲疗法(Vectored thermal pulsation (LipiFlow))、睑板腺探针(Meibomian gland probing)、鼻内泪液神经刺激(Intranasal tear neurostimulation)等[11]。其中 IPL 优势明显，世界各地越来越多的医生使用它来治疗 MGD 型干眼。IPL 疗法广泛应用于皮肤科、整形美容行业，对于良性海绵状血管瘤、毛细血管扩张症、鲜红斑痣等疾病效果较好。IPL 首次应用于眼科始于十多年前，Toyos 等人注意到，接受 IPL 治疗酒渣鼻患者的干眼症状有了显著改善。此后，Toyos 进行了为期 30 个月回顾性研究，其研究结果表明：尝试过传统 DED 治疗的 78 名患者，因其效甚微，患者不满意当前的治疗方案，而就诊于 Toyos 诊所，应用 IPL 治疗后，泪膜破裂时间延长、睑缘形态得到改善、患者满意度提高，且未发现严重不良事件[12]。随着 IPL 治疗 MGD 研究的不断深入，IPL 作为一种安全有效的疗法，目前美国医生已将其广泛应用于临床[13]。

4. 强脉冲光的物理性质

IPL 是由闪光灯产生和发射的一种高强度、宽波长、连续性、非相干性的强复合光，可作用于皮肤组织，产生光热和光化学作用。其宽带光谱为 500 至 1200 纳米，通过选择一个截止滤光片，医生可以选择在该点上方发射波长，以匹配和破坏特定的目标结构[14]。

5. 强脉冲光治疗原理

强脉冲光治疗睑板腺功能障碍的具体机制尚不明确，可能有以下几种：

5.1. 加热和液化睑脂

MGD 的患者睑脂组成可能会发生变化，变得更加黏稠，不易排出。IPL 利用光热原理，局部增温，软化睑脂，改善睑脂粘度，疏通睑板腺，进而恢复眨眼时排泄睑脂的能力，使睑脂均匀涂布在角膜上，减少泪液蒸发[15]。

5.2. 破坏浅表毛细血管

睑缘毛细血管扩张、睑缘肥厚变钝是 MGD 的常见症状，这些异常扩张的毛细血管可释放炎性介质。IPL 的光能被异常血管内的血红蛋白优先选择性吸收，并转化为热能在组织中升温，达到异常血管的损伤阈值，即可破坏异常扩张的毛细血管，导致其闭塞退化，这不仅可以减少毛细血管扩张，而且还可能减少炎症介质进入睑板腺[15]。

5.3. 根除蠕形螨

毛囊蠕形螨是一种深入皮脂腺和睑板腺，以皮脂腺/睑板腺分泌物为食的寄生虫[16]。对机体而言，蠕形螨可直接损害睑板腺，其代谢产物又可堵塞睑板腺，也可携带各种细菌，释放毒性介质，诱发炎症反应，这些炎症反应可以导致睑脂变性，黏稠度增加，促进上皮角化，导致睑板腺阻塞，最终引起 MGD [17]。由于异常睑脂能为寄居的细菌微生物提供丰富的底物，并释放有毒细菌产物如脂肪酶，它的一个副产物是油酸，可能在角化睑缘和睑板腺开口的堵塞中起到作用[5]。在健康皮肤中，蠕形螨的感染程度是

受限制的, MGD 患者中, 蠕形螨的皮肤定植增加[18]。组织学分析表明, IPL 治疗可诱导蠕形螨的凝固和坏死, 在接受 IPL 治疗的患者中发现了凝固的蠕形螨有机体, 并且淋巴细胞浸润减少[19] [20]。通过根除蠕形螨, IPL 可以减少眼睑的微生物负荷, 并有可能打破炎症的恶性循环。

5.4. 激活成纤维细胞增强胶原合成

细胞外基质由三种类型的纤维组成: 胶原蛋白、网状纤维和弹性蛋白[21]。随着年龄的增长, 这三种纤维都会在一定程度上松弛, 从而降低组织的弹性。在眼睑皮肤上表现为睑缘位置不良和瞬目不全, 从而导致睑脂从睑板腺排出减少, 而这又会导致泪液蒸发增加。Cuerda-Galindo E 的体外研究表明, 用 IPL (800~1200 纳米)照射皮肤成纤维细胞可提高成纤维细胞的增殖率, 增加胶原基因的表达[22]。

5.5. 调节促炎和抗炎分子的分泌

此外 MGD 和过度的蒸发性泪液流失, 对泪膜稳定性和渗透压有不利, 进而引起眼部损伤并引发炎症级联反应[23]。IPL 有可能通过上调抗炎性细胞因子或下调促炎性细胞因子或两者来干扰这种炎症循环。MGD 患者使用 IPL 治疗后, 泪液中 IL-6I、L-17a 值明显降低、PGE2 浓度明显降低[24]此外, IPL 通过下调 TNF- α (构成炎症急性期的细胞因子之一)来显著减少炎症损伤[25]。

5.6. 抑制基质金属蛋白酶(Matrix Metalloproteinases, MMPs)

MMPs 是一类具有维持和重塑组织结构的蛋白水解酶, 眼睛的每一个组织中几乎都存在 MMPs [26]。正常组织中, MMP 含量极少, 炎症反应时, 其含量增高, 降解细胞外基质, 导致多种角膜病的发生[27]。动物实验表明, MMP-1 和 MMP-9 均参与了干眼的病理过程[28]。在角膜上皮细胞中, TNF- α 和 IL-1 上调几种类型的基质金属蛋白酶[29], 而 IPL 能降低 TNF- α 的水平[30], 因此 IPL 间接降低了这些 MMP 的水平, 减少了 MMPs 对组织屏障的破坏作用。

6. 强脉冲光的应用

IPL 作为一种治疗干眼的新方法, 应用于临床已有十余年, 特别是在美国广泛应用, 对于 MGD 所致的干眼效果显著。IPL 治疗时, 使用眼罩保护双眼, IPL 作用于双耳屏之间, 临近下睑皮肤的四个部位[15]。干眼患者经 IPL 治疗后眼表疾病指数(Ocular surface disease index, OSDI)评分显著降低、泪膜破裂时间延长。共聚焦检查可见患者睑板腺阻塞好转, 睑板腺开口及腺管内高信号分泌物减少, 腺泡周围炎性细胞减少[31]。杨磊等人在临床试验中发现治疗 MGD 型干眼采用睑板腺按摩联合 IPL, 可明显改善患者眼部功能和症状, 疗效突出, 应用价值高[32]。19 名干眼症患者接受为期 4 次的 IPL 治疗后, 泪膜破裂时间延长, 眼部干燥评分提高, 眼部不适症状明显改善; 仅有少数患者出现轻微刺痛及不适, 没有患者因此而中断治疗[33]。荣蓓等人认为, IPL 直接作用于眼睑, 治疗部位更确切直接, 可能会获得更好的治疗效果。她的前瞻性研究表明: IPL 治疗直接作用于眼睑, 并联合睑板腺按摩, 治疗起效更快, 且上睑睑板腺分泌功能改善优于下睑[34]。

7. 强脉冲光的局限

现有的研究对 IPL 长期疗效的评估还不够多, 随访时间短, 可能会有远期并发症及眼部保护不足造成的其他损害。一名 36 岁女性在接受面部 IPL 治疗, 取下护目镜应用于上睑, 一小时后出现右眼部疼痛、瞳孔明显收缩和前葡萄膜炎。一名 27 岁的女性在使用 IPL 祛除雀斑, 取下护目镜应用于上睑后 2 天, 出现严重的眼部疼、视力障碍、瞳孔缺损和前葡萄膜炎[35]。虹膜色素含量高, 吸收 400~750 nm 的光, 包括 IPL 发出的光, 在眼周使用 IPL 时, 非常容易受到损伤, 导致视力丧失、葡萄膜炎等。应用 IPL 治疗

时不直接作用于上下睑皮肤,无法得知直接作用时是否效果更加显著,其疗效的持续时间等有待进一步的研究。IPL 的能量选择取决于患者的皮肤颜色和 MGD 的严重程度,由临床医生依据经验调节,缺少相关的参数,过高或过低都可能会带来不利影响,需要更加细化的个体化治疗。目前研究的受试者都是有症状的 MGD 患者且受试者多为女性,代表性受到限制,研究结果显示 IPL 对睑板腺功能障碍所致的重度干眼疗效显著,无临床症状、轻中度干眼或合并其他疾病的干眼患者效果还有待商榷。此外, IPL 价格较高,限制了它的发展和推广。

8. 展望

强脉冲光广泛应用于皮肤科及整形美容科,在酒渣鼻、鲜红斑痣、面部色素性皮肤病、痤疮、皮肤老化等方面取得了良好的治疗效果。目前干眼治疗的研究主要集中在传统疗法及中西医结合疗法上,虽然有一定的效果,但临床医生和患者通常对 MGD 治疗不满意,并不断寻求其他治疗方法。从 2002 年偶然发现 IPL 能改善干眼患者的症状起,对它的研究不断深入,现美国已广泛应用 IPL 治疗 DED,我国也逐渐开始普及。我们需要更多的前瞻性、随机、双盲、安慰剂对照临床试验的结果,来评估 IPL 作为治疗 MGD 的疗效及安全性。此外,随着设备的不断更新,第六代 IPL 优化强脉冲光(Optimal pulse technology, OPT)可以发射均一形状的脉冲波,配合蓝宝石接触式冷却治疗头,能够更精确地控制强光发射的时间和能量,在破坏靶组织的同时保护表皮的完整性,比传统的 IPL 更安全、更有效。张青等人观察到,拟行飞秒辅助的准分子激光原位磨镶术(FEMTO 拟 LASIK)的 MGD 患者术前使用 OPT 治疗,术后 1 月睑缘形态改善、泪膜破裂时间延长、睑脂排出较前容易[36]。基于以上种种优势,相信未来 IPL 在眼科将拥有更广阔的前景。

参考文献

- [1] 中华医学会眼科学分会角膜病学组. 干眼临床诊疗专家共识(2013 年)[J]. 中华眼科杂志, 2013, 49(1): 73-75.
- [2] Lin, P.Y., Tsai, S.Y., Cheng, C.Y., *et al.* (2003) Prevalence of Dry Eye among an Elderly Chinese Population in Taiwan: The Shihpai Eye Study. *Ophthalmology*, **110**, 1096-1101. [https://doi.org/10.1016/S0161-6420\(03\)00262-8](https://doi.org/10.1016/S0161-6420(03)00262-8)
- [3] Lemp, M.A. and Nichols, K.K. (2009) Blepharitis in the United States 2009: A Survey-Based Perspective on Prevalence and Treatment. *Ocular Surface*, **7**, S1-S14. [https://doi.org/10.1016/S1542-0124\(12\)70620-1](https://doi.org/10.1016/S1542-0124(12)70620-1)
- [4] 刘祖国, 王华. 关注干眼慢性疾病管理体系的建设[J]. 中华眼科杂志, 2018, 54(2): 81-83.
- [5] Geerling, G., Tauber, J., Baudouin, C., *et al.* (2011) The International Workshop on Meibomian Gland Dysfunction: Report of the Subcommittee on Management and Treatment of Meibomian Gland Dysfunction. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, **52**, 2050-2064. <https://doi.org/10.1167/iovs.10-6997g>
- [6] Stolz, J., Manuel, B.D.C.J., Kaercher, T., *et al.* (2014) Evaluation of the Efficacy, Safety, and Acceptability of an Eyelid Warming Device for the Treatment of Meibomian Gland Dysfunction. *Clinical Ophthalmology*, **8**, 2019-2027. <https://doi.org/10.2147/OPTH.S68201>
- [7] 陶琼玉, 罗青. 睑板腺按摩联合玻璃酸钠滴眼液超声雾化治疗干眼症的临床效果观察[J]. 检验医学与临床, 2017, 14(z2): 289-290.
- [8] Chen, G.L., Kao, X., Zhang, H., Xiao, Y., *et al.* (2015) Effectiveness of Meibomian Gland Tube Massage in Treating Meibomian Gland Dysfunction. *Acta Academiae Medicinae Sinicae*, **37**, 415-419.
- [9] 刘祖国. 干眼的治疗[J]. 中华眼科杂志, 2006, 42(1): 71-74.
- [10] 邱伟强, 李学民, 王薇, 等. 泪点栓塞和人工泪液对于干眼患者视功能和泪膜稳定性的影响[J]. 眼科新进展, 2013, 33(10): 946-948.
- [11] O'Neil, E.C., Henderson, M., Massaro-Giordano, M., *et al.* (2019) Advances in Dry Eye Disease Treatment. *Current Opinion in Ophthalmology*, **30**, 166-178. <https://doi.org/10.1097/ICU.0000000000000569>
- [12] Toyos, R., McGill, W. and Briscoe, D. (2015) Intense Pulsed Light Treatment for Dry Eye Disease Due to Meibomian Gland Dysfunction: A 3-Year Retrospective Study. *Photomedicine & Laser Surgery*, **33**, 41. <https://doi.org/10.1089/pho.2014.3819>
- [13] Vora, G.K. and Gupta, P.K. (2015) Intense Pulsed Light Therapy for the Treatment of Evaporative Dry Eye Disease.

- Current Opinion in Ophthalmology*, **26**, 314-318. <https://doi.org/10.1097/ICU.0000000000000166>
- [14] Campolmi, P., Bonan, P., Cannarozzo, G., *et al.* (2015) Intense Pulsed Light in the Treatment of Non-Aesthetic Facial and Neck Vascular Lesions: Report of 85 Cases. *Journal of the European Academy of Dermatology & Venereology*, **25**, 68-73. <https://doi.org/10.1111/j.1468-3083.2010.03700.x>
 - [15] Dell, S.J. (2017) Intense Pulsed Light for Evaporative Dry Eye Disease. *Clinical Ophthalmology*, **11**, 1167-1173. <https://doi.org/10.2147/OPTH.S139894>
 - [16] Liu, J., Sheha, H. and Tseng, S.C. (2010) Pathogenic Role of Demodex Mites in Blepharitis. *Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology*, **10**, 505-510. <https://doi.org/10.1097/ACI.0b013e32833df9f4>
 - [17] 张晓玉, 孙旭光. 蠕形螨睑缘炎的研究进展[J]. 中华眼科杂志, 2016, 52(4): 315-320.
 - [18] 蒋兆荣, 段海霞, 杜振亚, 等. 睑板腺功能障碍患者睫毛蠕形螨感染的临床特征[J]. 国际眼科杂志, 2019, 19(5): 165-168.
 - [19] Prieto, V.G., Sadick, N.S., Lloreta, J., *et al.* (2002) Effects of Intense Pulsed Light on Sun-Damaged Human Skin, Routine, and Ultrastructural Analysis. *Lasers in Surgery & Medicine*, **30**, 82-85. <https://doi.org/10.1002/lsm.10042>
 - [20] Alster, T.S., Tanzi, E.L. and Welsh, E.C. (2005) Photorejuvenation of Facial Skin with Topical 20% 5-Aminolevulinic Acid and Intense Pulsed Light Treatment: A Split-Face Comparison Study. *Journal of Drugs in Dermatology*, **4**, 35-38.
 - [21] Ushiki, T. (2002) Collagen Fibers, Reticular Fibers and Elastic Fibers. A Comprehensive Understanding from a Morphological Viewpoint. *Archives of Histology and Cytology*, **65**, 109-126. <https://doi.org/10.1679/aohc.65.109>
 - [22] Cuerda-Galindo, E., Díaz-Gil, G., Palomar-Gallego, M.A. and Linares-GarcíaValdecasas, R. (2015) Intense Pulsed Light Induces Synthesis of Dermal Extracellular Proteins *In Vitro*. *Lasers in Medical Science*, **30**, 1931-1939. <https://doi.org/10.1007/s10103-015-1787-5>
 - [23] Stevenson, W., Chauhan, S. and Dana, R. (2012) Dry Eye Disease: An Immune-Mediated Ocular Surface Disorder. *Archives of Ophthalmology*, **130**, 90-100. <https://doi.org/10.1001/archophthalmol.2011.364>
 - [24] Liu, R.X., Rong, B., Tu, P., Tang, Y., Song, W.J., Toyos, R., Toyos, M. and Yan, X.M. (2017) Analysis of Cytokine Levels in Tears and Clinical Correlations after Intense Pulsed Light Treating Meibomian Gland Dysfunction. *American Journal of Ophthalmology*, **183**, 81-90. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2017.08.021>
 - [25] Taylor, M., Porter, R. and Gonzalez, M. (2014) Intense Pulsed Light May Improve Inflammatory Acne through TNF- α Down-Regulation. *Journal of Cosmetic & Laser Therapy*, **16**, 96-103. <https://doi.org/10.3109/14764172.2013.864198>
 - [26] Nagase, H. (2004) Matrix Metalloproteinases (MMPs). *Journal of Cellular Physiology*, **200**, Unit 10.8. <https://doi.org/10.1002/jcp.20072>
 - [27] 刘海霞. 基质金属蛋白酶及其抑制剂与角膜[J]. 国外医学:眼科学分册, 1999, 23(6): 361-367.
 - [28] 许宇东, 王修珍, 朱江莉, 丁慰祖, 刘嫣, 姚慧萍. 基质金属蛋白酶在兔干眼症动物模型中的表达[J]. 眼科新进展, 2011, 31(2): 131-134 + 146.
 - [29] Li, D.Q., Shang, T.Y., Kim, H.S., *et al.* (2003) Regulated Expression of Collagenases MMP-1, -8, and -13 and Stromelysins MMP-3, -10, and -11 by Human Corneal Epithelial Cells. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, **44**, 2928-2936. <https://doi.org/10.1167/iovs.02-0874>
 - [30] Taylor, M., Porter, R.M. and Gonzalez, M.R. (2014) Intense Pulsed Light May Improve Inflammatory Acne through TNF- α Down-Regulation. *Journal of Cosmetic & Laser Therapy*, **16**, 96-103. <https://doi.org/10.3109/14764172.2013.864198>
 - [31] Yin, Y., Liu, N.H., Gong, L. and Song, N. (2018) Changes in the Meibomian Gland after Exposure to Intense Pulsed Light in Meibomian Gland Dysfunction (MGD) Patients. *Current Eye Research*, **43**, 308-313. <https://doi.org/10.1080/02713683.2017.1406525>
 - [32] 杨磊, 李宁. 睑板腺按摩联合强脉冲光治疗睑板腺功能障碍性干眼的临床分析[J]. 智慧健康, 2018, 4(8): 113-114.
 - [33] Toyos, M., Toyos, R., Willcox, J., *et al.* (2019) Evaluation of the Safety and Efficacy of Intense Pulsed Light Treatment with Meibomian Gland Expression of the Upper Eyelids for Dry Eye Disease. *Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery*, **37**, 527-531. <https://doi.org/10.1089/photob.2018.4599>
 - [34] 荣蓓, 涂平, 汤韵, 等. 强脉冲光联合睑板腺按摩治疗睑板腺功能障碍的短期疗效观察[J]. 中华眼科杂志, 2017, 53(9): 675-681.
 - [35] 刘畅, 张琛, 黄悦, 等. 单纯强脉冲光治疗睑板腺功能障碍的疗效观察[J]. 中华实验眼科杂志, 2019, 37(3): 185-189.
 - [36] 张青, 王静, 许育新, 陶黎明. 睑板腺功能障碍患者在 FEMTO-LASIK 术前行优化脉冲光治疗的前瞻性评价[J]. 临床眼科杂志, 2018, 26(1): 64-67.