

系统性红斑狼疮患者睑板腺形态和功能的异常及其对泪膜的影响

康随芳¹,王迎雪²,张琪晨¹,王志仑²,尹哲²,肖娟³,陈国玲¹

(山东大学第二医院 1.眼科;2.风湿免疫科;3.感染管理部,山东 济南 250033)

摘要:目的 观察系统性红斑狼疮(systemic lupus erythematosus, SLE)患者睑板腺形态和功能的异常及其对泪膜的影响。方法 纳入SLE患者41例(82眼)作为SLE组、健康志愿者26例(52眼)作为对照组。采用Keratograph 5M眼表综合分析仪评估睑板腺缺失程度、LipiView干涉仪测量泪膜脂质层厚度(tear film lipid layer thickness, TFLLT)、双通道视觉质量分析系统(the double-pass Optical Quality Analysis System, OQAS II)测量泪膜动态客观散射指数(objective scatter index, OSI),采用裂隙灯显微镜观察睑缘、睑板腺分泌物、荧光素钠角膜染色(fluorescein cornea staining, FCS)及荧光素钠染色泪膜破裂时间(fluorescein breakup time, FBUT)。采用标准泪液检测滤纸条行泪液分泌试验 I (Schirmer I test, S I t)。用Spearman秩相关分析评估睑板腺相关指标与泪膜功能相关指标间的相关性。结果 与对照组相比,SLE组睑板腺缺失程度评分(meibomian gland dropout score, MGDS)、睑板腺分泌物评分(meibomian gland secretion score, MGSS)、睑缘评分(eyelid margin score, EMS)、泪膜动态OSI、FCS均较高,TFLLT、FBUT均较低,两组之间差异均有统计学意义($P < 0.05$)。SLE组与对照组的S I t差异无统计学意义($P > 0.05$)。SLE组MGDS、MGSS、EMS均与FBUT呈负相关($r_{MGDS} = -0.335$, $r_{MGSS} = -0.424$, $r_{EMS} = -0.318$, $P < 0.05$),MGDS与泪膜动态OSI呈正相关($r = 0.254$, $P < 0.05$)。结论 系统性红斑狼疮可引起睑板腺形态和功能的异常,从而导致泪膜脂质层变薄、泪膜稳定性下降。

关键词:系统性红斑狼疮;自身免疫性疾病;睑板腺;泪膜;眼表疾病

中图分类号:R771.3

文献标志码:A

Abnormalities of morphology and function of meibomian gland and their effects on tear film in patients with systemic lupus erythematosus

KANG Suifang¹, WANG Yingxue², ZHANG Qichen¹, WANG Zhilun²,

YIN Zhe², XIAO Juan³, CHEN Guoling¹

(1. Department of Ophthalmology; 2. Department of Rheumatology; 3. Department of Hospital Infection Management, The Second Hospital of Shandong University, Jinan 250033, Shandong, China)

Abstract: Objective To observe the abnormalities of morphology and function of meibomian gland and their effects on tear film in systemic lupus erythematosus (SLE) patients. **Methods** Eighty-two eyes of 41 SLE patients were recruited as SLE group and 52 eyes of 26 healthy volunteers were recruited as control group. The grade of meibomian gland dropout was evaluated by Keratograph 5M ocular surface analyzer, the tear film lipid layer thickness (TFLLT) was measured by LipiView interferometer, the dynamic tear film objective scatter index (OSI) was measured by the double-pass Optical Quality Analysis System (OQAS II). The eyelid margin, meibomian gland secretion, fluorescein breakup time (FBUT) and fluorescein cornea staining (FCS) were observed under slit lamp microscope. Schirmer I test (S I t) was conducted using standard Schirmer paper strip. The correlations between meibomian gland parameters and tear film function were assessed by Spearman rank correlation analysis. **Results** Compared with the control group, the meibomian gland dropout score (MGDS), meibomian gland secretion score (MGSS), eyelid margin score

(EMS), dynamic tear film OSI and FCS were higher, while FBUT and TFLLT were lower in SLE group (all $P < 0.05$). There was no significant difference in the S I t between SLE group and control group ($P > 0.05$). MGDS, MGSS, and EMS were negatively correlated with FBUT ($r_{MGDS} = -0.335$, $r_{MGSS} = -0.424$, $r_{EMS} = -0.318$, $P < 0.05$), while MGDS was positively correlated with dynamic tear film OSI ($r = 0.254$, $P < 0.05$). **Conclusion** Abnormalities in the morphology and function of meibomian glands can be caused by SLE, leading to decreased TFLLT and tear film stability.

Key words: Systemic lupus erythematosus; Autoimmune disease; Meibomian gland; Tear film; Ocular surface disease

系统性红斑狼疮(systemic lupus erythematosus, SLE)是一种以自身抗体形成和免疫复合物沉积为特征的慢性自身免疫性疾病,临床表现复杂且具有较大异质性^[1]。该病多见于20~30岁的女性,男女患病率存在较大差异,其中女性患病率约为(23.8~204.3)/10万人,男性患病率约为(0~90)/10万人^[2]。SLE可累及全身多个器官系统,累及眼部时可损伤泪腺、结膜、角膜等多种眼部组织^[3],引起干眼等多种眼部并发症^[4]。研究表明,睑板腺也是SLE免疫性损伤的靶组织之一,SLE患者存在腺泡萎缩、炎症浸润等病理学变化及腺体缺失等异常改变^[5-6]。然而,目前关于SLE患者发生睑板腺功能障碍(meibomian gland dysfunction, MGD)的研究少有报道。本研究采用Keratograph 5M眼表综合分析仪、LipiView干涉仪、双通道视觉质量分析系统(the double-pass Optical Quality Analysis System, OQAS II)等新型检查设备,观察SLE患者睑板腺形态和功能的异常及其对泪膜的影响。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选取2023年1月至2023年6月于山东大学第二医院风湿免疫科诊断为SLE的患者41例(82眼)为SLE组,于山东大学第二医院查体中心体检的日常不存在明显眼部不适症状的健康志愿者26名(52眼)为对照组。本研究符合《赫尔辛基宣言》原则,通过了山东大学第二医院伦理委员会批准(KYLL-2023LW028),并签署了受试者书面知情同意书。纳入标准:SLE组符合SLE诊断标准^[7];对照组为同期健康体检者;年龄18~60岁。排除标准:存在眼部外伤、手术、有创操作及角膜接触镜佩戴史者;存在翼状胬肉、倒睫等影响眼表健康的眼病者;使用抗青光眼、抗抑郁等影响眼表健康的局部或全身药物者;存在糖尿病、甲状腺疾病等影响眼表健康的全身病者;妊娠期或哺乳期妇女;依从性差者。

1.2 方法

1.2.1 一般检查

每例受检者均进行详细的病史询问,视力、眼压、裂隙灯显微镜等一般眼科检查。同一检查均由同一位医师在相同条件下完成,每两种检查之间至少间隔10 min。

1.2.2 睑板腺相关指标检查

1.2.2.1 睑板腺缺失程度评分(meibomian gland dropout score, MGDS)

采用Keratograph 5M眼表分析仪(Oculus, Wetzlar, 德国)评估上睑睑板腺的缺失程度。评分如下^[8]:0分,无缺失;1分,缺失面积小于总面积的1/3;2分,缺失面积介于总面积的1/3~2/3;3分,缺失面积大于总面积的2/3。

1.2.2.2 睑板腺分泌物评分(meibomian gland secretion score, MGSS)

使用无菌玻璃棒按压睑板腺,观察被压出的分泌物性状,根据所见的分泌物最高级结果评分^[8]:0分,清亮;1分,浑浊的液体;2分,含有微小颗粒的黏稠液体;3分,牙膏状物质。

1.2.2.3 睑缘评分(eyelid margin score, EMS)

在裂隙灯显微镜下观察睑缘结构。满足以下任意一项计1分:睑板腺开口堵塞、睑缘充血、睑缘不规则及Marx线前移或后移^[9]。每例受检者单眼最高评分为4分。

1.2.3 泪膜功能相关指标的检查

1.2.3.1 泪膜动态客观散射指数(objective scatter index, OSI)

采用双通道视觉质量分析系统(Visiometrics S.L., Tarrasa, 西班牙)泪膜分析模式测量泪膜动态OSI。嘱受检者自然眨眼2次后保持睁眼,系统自动采集20 s内OSI数值的变化,并自动计算出平均OSI。

1.2.3.2 泪膜脂质层厚度(tear film lipid layer thickness, TFLLT)

采用LipiView干涉仪(TearScience Inc., Morrisville, North Carolina, 美国)测量泪膜脂质层厚度。系统采集20 s内的干涉图像、自动计算TFLLT。以

干涉颜色单位(interferometric color units, ICU)为计量单位,1 ICU约等于1 nm。

1.2.3.3 荧光素钠染色泪膜破裂时间(fluorescein breakup time, FBUT)

使用湿润的荧光素钠检测试纸(天津晶明新技术开发有限公司)进行角膜染色,在裂隙灯钴蓝光下观察。嘱受检者眨眼3~4次,从末次眨眼到角膜出现首个黑斑的时间记为FBUT,观察3次,取平均值。

1.2.3.4 荧光素钠角膜染色(fluorescein cornea staining, FCS)

染色方法及观察设备同FBUT测量。正常角膜无着色,着色提示角膜上皮不完整。根据角膜着色程度进行评分^[10]:0分,无着色;1分,着色1~5个点;2分,着色6~30个点;3分,着色>30个点;当存在以下任意一种情况时加1分:丝状着色、瞳孔区着色、融合片状着色,单眼最高评分为6分。

1.2.3.5 泪液分泌试验I(Schirmer I test, S I t)

使用标准泪液检测滤纸条(天津晶明新技术开发有限公司)检测S I t,在无表面麻醉状态下,将滤纸条头端反折置入下眼睑中外1/3交界处的结膜囊,观察并测量5 min内泪液浸湿试纸的长度。

1.3 统计学处理

采用SPSS 25.0软件,计量资料采用Shapiro-Wilk法进行正态性检验,不符合正态分布的数据采用 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,两组间比较采用Mann-Whitney U 秩和检验。率的比较采用卡方检验。相关性分析用Spearman秩相关分析检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

本研究共纳入SLE患者41例(82眼),其中男3例(6眼),女38例(76眼),18~59岁,平均34.00(24.00,46.50)岁;对照组26例(52眼),其中男3例(6眼),女23例(46眼),21~59岁,平均35.50(28.00,47.30)岁。两组间性别($P = 0.880$)、年龄($P = 0.718$)差异均无统计学意义。

2.2 SLE组与对照组睑板腺相关指标的比较

与对照组相比,SLE组睑板腺出现迂曲扩张、疏松、长短不一等异常形态的情况更常见。不同分值MGDS、MGSS、EMS例数占该组总例数的百分比在两组间的差异均有统计学意义(P 均 < 0.05)。见图1,表1。

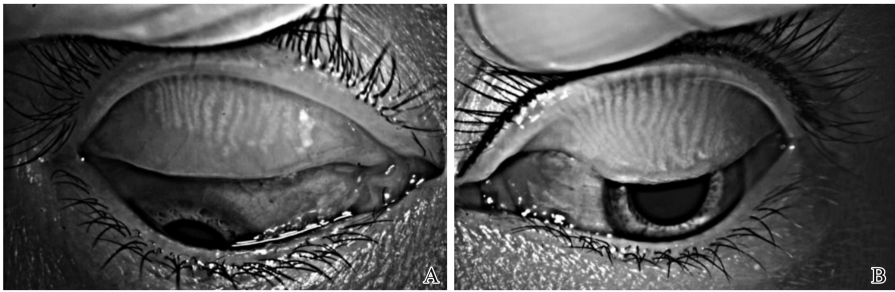


图1 睑板腺形态

A: SLE组; B: 对照组。

Figure 1 The morphology of meibomian gland

A: SLE group; B: Control group.

表1 SLE组与对照组睑板腺相关指标不同分值例数占比/%

Table 1 Percentage of subjects with different scores of meibomian gland parameters between SLE group and control group/%

指标	评分	SLE组	对照组	Z	P
MGDS	0	32.90	55.80	-3.562	<0.001
	1	42.70	44.20		
	2	18.30	0.00		
	3	6.10	0.00		
MGSS	0	67.10	84.60	-2.505	0.012
	1	18.30	15.40		
	2	3.70	0.00		
	3	10.90	0.00		
EMS	0	52.40	71.20	-2.461	0.014
	1	36.60	28.80		
	2	11.00	0.00		

2.3 SLE组与对照组泪膜功能相关指标的比较

与对照组相比,SLE组的TFLLT、FBUT较低,FCS、泪膜动态OSI较高,两组之间的差异均有统计

学意义(P 均 <0.05)。SLE组的S I t低于对照组,两组之间差异无统计学意义($P>0.05$)。见表2。

表2 SLE组与对照组泪膜功能相关指标的比较

Table 2 Comparison of the tear film function parameters between SLE group and control group

指标	SLE组	对照组	Z	P
TFLLT	69.00(46.00, 100.00)	100.00(68.00, 100.00)	-3.505	<0.001
FBUT	5.00(3.00, 6.00)	5.50(4.00, 8.00)	-2.156	0.031
FCS	1.00(0.00, 2.00)	0.00(0.00, 1.00)	-3.131	0.002
S I t	8.00(4.00, 14.30)	10.50(3.40, 18.30)	-1.797	0.072
泪膜动态OSI	1.54(0.99, 2.30)	0.96(0.74, 1.55)	-3.317	0.001

2.4 SLE组睑板腺相关指标与泪膜功能相关指标的相关性分析

MGDS与FBUT呈负相关($r = -0.335, P = 0.002$)、与泪膜动态OSI呈正相关($r = 0.254, P = 0.021$),提示MGDS越高,FBUT越低,泪膜动态OSI越高;MGDS与TFLLT、FCS、S I t均无相关性($P > 0.05$)。MGSS与FBUT呈负相关($r =$

$-0.424, P < 0.001$),提示MGSS越高,FBUT越低;MGSS与TFLLT、FCS、S I t、泪膜动态OSI均无相关性($P > 0.05$)。EMS与FBUT呈负相关($r = -0.318, P = 0.004$),提示EMS越高,FBUT越低;EMS与TFLLT、FCS、S I t、泪膜动态OSI均无相关性($P > 0.05$)。见表3。

表3 SLE组睑板腺相关指标与泪膜功能相关指标的相关性分析

Table 3 Correlation analysis of the parameters between the meibomian gland and tear film function in SLE group

指标	MGDS		MGSS		EMS	
	r	P	r	P	r	P
TFLLT	-0.018	0.869	-0.157	0.160	-0.119	0.288
FBUT	-0.335	0.002	-0.424	<0.001	-0.318	0.004
FCS	0.139	0.214	0.155	0.165	0.159	0.153
S I t	-0.193	0.082	-0.059	0.596	-0.112	0.317
泪膜动态OSI	0.254	0.021	0.161	0.148	0.001	0.993

3 讨论

睑板腺功能障碍是一种多因素导致的慢性眼表疾病,发生MGD时睑板腺形态及分泌物性状改变可引起泪膜稳定性下降,导致脂质异常型干眼的发生。风湿性疾病是MGD的全身因素之一^[11]。SLE是风湿性疾病的一种,既往研究表明,SLE患者存在睑板腺异常改变^[5-6]。然而,目前关于SLE患者发生MGD的研究较少。进一步的研究有助于提高临床医师对SLE相关性MGD的认识,从而改善患者的视觉质量与生活质量。本研究通过观察SLE患者睑板腺形态、功能并将其与泪膜相关指标进行相关性分析,探讨SLE患者的睑板腺相关指标与泪膜功能的相关性,结果发现SLE患者睑板腺形态与功能发生异常且引起泪膜稳定性、视觉质量降低。

SLE患者血清中存在大量自身抗体,这些自身抗体及免疫复合物攻击眼表组织,可引起大量免疫细胞及炎症因子浸润,进而破坏睑板腺等眼表组

织^[3,12]。睑板腺腺体的形态变化是诊断MGD的敏感指标^[13]。本研究采用的Keratograph 5M非接触式红外光源睑板腺成像系统可无创性检测睑板腺的形态及缺失^[14],结果表明SLE组存在腺体长短不一、迂曲扩张、腺体疏松等形态变化且程度较对照组严重,与既往研究结果相符^[6],这可能与SLE损伤睑板腺引起腺泡萎缩、导管阻塞、腺体周围炎症细胞浸润等病理变化有关。睑板腺开口状态、睑板腺分泌情况是MGD诊断及严重程度分类的关键指标^[8]。生理情况下睑板腺分泌物为清亮的液体。病理情况下,睑板腺分泌物的黏稠度发生变化,可呈浑浊液体、浑浊液体伴有颗粒、牙膏状^[15]。本研究发现,SLE组更易发生睑板腺开口堵塞及睑缘充血等异常变化,其分泌物黏稠度也普遍较对照组高,与既往研究结果相符^[5]。研究表明,睑板腺开口堵塞与导管上皮的过度角化有关^[16],推测SLE可能引起睑板腺导管上皮过度角化,进而使睑板腺分泌物中的角化物质增多。此外,睑板腺周围炎症细胞浸润可导致睑板腺上皮鳞状化生、腺体纤维化、睑板腺

导管机械性阻塞等病理改变,进而使睑板腺分泌睑酯的功能下降^[3]。

泪膜是覆盖于眼球前表面的一层液体,由最外侧的脂质层、中间的水液层、最内侧的黏蛋白层组成^[17]。睑板腺形态改变和功能障碍会引起泪膜脂质层质和(或)量的异常,从而导致泪膜稳定性下降^[18],进而引起眼表上皮损伤^[11],影响视觉质量。LipiView 干涉仪是一种无创性检测 TFLLT 的新型设备^[19],FBUT 是临床上最常用的泪膜稳定性检查。本研究结果表明,SLE 组 TFLLT 及 FBUT 均低于对照组,而 FCS 高于对照组,提示 SLE 可导致泪膜脂质层变薄、泪膜稳定性下降及角膜完整性受损,这与既往的研究结果相符^[20-21]。近年来,越来越多的研究聚焦于干眼相关的生活质量变化^[22]。泪膜稳定性下降可影响视觉质量,并进一步影响生活质量。泪膜-空气界面是视觉通路的第一个折射表面,稳定的泪膜对建立良好的视觉质量具有重要作用。为了明确 SLE 对视觉质量的影响,本研究采用 OQAS II 系统无创评估 20s 内泪膜动态 OSI 变化^[23],结果表明 SLE 患者的 OSI 较健康人高,提示 SLE 患者的客观视觉质量降低,与既往研究结果相符^[24]。泪膜脂质层与水液层之间的平衡共同参与了泪膜稳定性的维持^[17]。本研究采用 S I t 检测基础泪液分泌量,结果表明 SLE 组的 S I t 低于对照组,但两组之间差异无统计学意义,这可能由于 SLE 患者的泪液分泌功能无明显下降,也可能是由于 S I t 检测过程中置入试纸时的反射性泪液分泌增多掩盖了泪液量的轻微减少^[25]。为了进一步观察睑板腺形态与功能的变化对泪膜功能的影响,本研究对 SLE 患者的睑板腺相关指标与其泪膜功能相关指标进行了相关性分析,结果表明,MGDS、MGSS、EMS 与 FBUT 均呈负相关,MGDS 与泪膜动态 OSI 呈正相关,提示睑板腺形态与功能的改变可引起泪膜稳定性下降、客观视觉质量降低。基于本研究及既往研究结果,推测部分 SLE 患者存在 MGD,且睑板腺形态与功能的异常变化可引起泪膜稳定性下降,进一步促使脂质异常型干眼的发生。优化脉冲光、睑板腺按摩等治疗方法或许对于 SLE 患者的干眼治疗具有一定的临床应用价值^[26]。

本研究存在一定的局限性,研究对象均来自同一地区,研究结果可能存在地区偏倚。后续可开展多中心研究以进一步验证研究结论。

综上所述,SLE 患者可出现睑板腺缺失、迂曲及分泌物黏稠度增加等形态和功能异常,从而导致泪膜脂质层变薄、泪膜稳定性下降,甚至降低患者的客

观视觉质量。因此,临床上应重视 SLE 患者睑板腺及泪膜功能的检查,提高 SLE 患者的视觉质量和生活质量。

参考文献:

- [1] Kiriakidou M, Ching CL. Systemic lupus erythematosus [J]. *Ann Intern Med*, 2020, 172(11): ITC81-ITC96.
- [2] Fatoye F, Gebrye T, Mbada C. Global and regional prevalence and incidence of systemic lupus erythematosus in low-and-middle income countries: a systematic review and meta-analysis [J]. *Rheumatol Int*, 2022, 42(12): 2097-2107.
- [3] 亚洲干眼协会中国分会,海峡两岸医药卫生交流协会眼科学专业委员会眼表与泪液病学组,中国医师协会眼科医师分会眼表与干眼学组. 中国干眼专家共识:免疫性疾病相关性干眼(2021年)[J]. *中华眼科杂志*, 2021, 57(12): 898-907.
Chinese Branch of the Asian Dry Eye Society, Ocular Surface and Tear Film Diseases Group of Ophthalmology Committee of Cross-Strait Medicine Exchange Association, Ocular Surface and Dry Eye Group of Chinese Ophthalmologist Association. Chinese expert consensus on dry eye: dry eye related to immunologic diseases (2021) [J]. *Chinese Journal of Ophthalmology*, 2021, 57(12): 898-907.
- [4] Dias-Santos A, Tavares Ferreira J, Pinheiro S, et al. Ocular involvement in systemic lupus erythematosus patients: a paradigm shift based on the experience of a tertiary referral center [J]. *Lupus*, 2020, 29(3): 283-289.
- [5] Li YX, Ou SK, Lin SJ, et al. Meibomian gland alteration in patients with systemic lupus erythematosus [J]. *Lupus*, 2022, 31(4): 407-414.
- [6] Yılmaz Tuğ̃an B, Sönmez HE, Şahin N, et al. Analysis of meibomian glands in juvenile systemic lupus erythematosus patients without dry eye symptoms and signs [J]. *Jpn J Ophthalmol*, 2023, 67(1): 32-37.
- [7] Aringer M, Costenbader K, Daikh D, et al. 2019 European League Against Rheumatism/American College of Rheumatology classification criteria for systemic lupus erythematosus [J]. *Ann Rheum Dis*, 2019, 78(9): 1151-1159.
- [8] 亚洲干眼协会中国分会,海峡两岸医药卫生交流协会眼科学专业委员会眼表与泪液病学组,中国医师协会眼科医师分会眼表与干眼学组. 中国睑板腺功能障碍专家共识:诊断和治疗(2023年)[J]. *中华眼科杂志*, 2023, 59(11): 880-887.
- [9] Amano S, Shimazaki J, Yokoi N, et al. Meibomian gland dysfunction clinical practice guidelines [J]. *Jpn J Ophthalmol*, 2023, 67(4): 448-539.

- [10] Whitcher JP, Shiboski CH, Shiboski SC, et al. A simplified quantitative method for assessing keratoconjunctivitis sicca from the Sjögren's Syndrome International Registry [J]. *Am J Ophthalmol*, 2010, 149(3): 405-415.
- [11] 亚洲干眼协会中国分会, 海峡两岸医药卫生交流协会眼科学专业委员会眼表与泪液病学组, 中国医师协会眼科医师分会眼表与干眼学组. 中国睑板腺功能障碍专家共识: 定义和分类(2023年)[J]. *中华眼科杂志*, 2023, 59(4): 256-261.
Chinese Branch of the Asian Dry Eye Society, Ocular Surface and Tear Film Diseases Group of Ophthalmology Committee of Cross-Straits Medicine Exchange Association, Ocular Surface and Dry Eye Group of Chinese Ophthalmologist Association. Chinese expert consensus on meibomian gland dysfunction: definition and classification (2023) [J]. *Chinese Journal of Ophthalmology*, 2023, 59(4): 256-261.
- [12] Shan HM, Liu WH, Li YY, et al. The autoimmune rheumatic disease related dry eye and its association with retinopathy[J]. *Biomolecules*, 2023, 13(5): 724. doi: 10.3390/biom13050724.
- [13] Adil MY, Xiao JX, Olafsson J, et al. Meibomian gland morphology is a sensitive early indicator of meibomian gland dysfunction[J]. *Am J Ophthalmol*, 2019, 200: 16-25. doi: 10.1016/j.ajo.2018.12.006.
- [14] 张京京, 陈国玲, 鲍印磊, 等. Oculus Keratograph 分析仪评估睑板腺功能障碍患者的眼表情况[J]. *山东大学学报(医学版)*, 2020, 58(6): 87-91.
ZHANG Jingjing, CHEN Guoling, BAO Yinlei, et al. Oculus Keratograph in the evaluation of ocular surface in patients with meibomian gland dysfunction[J]. *Journal of Shandong University (Health Sciences)*, 2020, 58(6): 87-91.
- [15] Arita R, Mori N, Shirakawa R, et al. Meibum color and free fatty acid composition in patients with meibomian gland dysfunction[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2015, 56(8): 4403-4412.
- [16] Gupta PK, Periman LM, Lain E, et al. Meibomian gland dysfunction: a dermatological perspective on pathogenesis and treatment outlook[J]. *Clin Ophthalmol*, 2021, 15: 4399-4404. doi:10.2147/OPHTH.S327407.
- [17] Willcox MDP, Argüeso P, Georgiev GA, et al. TFOS DEWS II tear film report[J]. *Ocul Surf*, 2017, 15(3): 366-403.
- [18] Arita R, Fukuoka S, Morishige N. New insights into the lipid layer of the tear film and meibomian glands[J]. *Eye Contact Lens*, 2017, 43(6): 335-339.
- [19] Lee JM, Jeon YJ, Kim KY, et al. Ocular surface analysis: a comparison between the LipiView® II and IDRA® [J]. *Eur J Ophthalmol*, 2021, 31(5): 2300-2306.
- [20] Gu ZY, Lu QY, Zhang A, et al. Analysis of ocular surface characteristics and incidence of dry eye disease in systemic lupus erythematosus patients without secondary sjögren's syndrome[J]. *Front Med*, 2022, 9: 833995. doi:10.3389/fmed.2022.833995.
- [21] Tseng CH, Tai YH, Hong CT, et al. Systemic lupus erythematosus and risk of dry eye disease and corneal surface damage: a population-based cohort study[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2023, 20(5): 3776.
- [22] 王佳慧, 刘学勤. 全球近 10 年干眼相关生活质量研究: 基于 VOSviewer 和 CiteSpace 的文献计量学及可视化分析[J]. *山东大学耳鼻喉眼学报*, 2024, 38(2): 61-72.
WANG Jiahui, LIU Xueqin. A global study on quality of life related to dry eye in the last ten years: bibliometrics and visualization analysis through VOSviewer and CiteSpace[J]. *Journal of Otolaryngology and Ophthalmology of Shandong University*, 2024, 38(2): 61-72.
- [23] Wu MF, Gao H, Zhao LJ, et al. Real dynamic assessment of tear film optical quality for monitoring and early prevention of dry eye[J]. *Medicine*, 2020, 99(31): e21494. doi:10.1097/MD.00000000000021494.
- [24] 吴艳, 陈月芹, 闫峰, 等. 系统性红斑狼疮患者泪膜损伤及客观视觉质量改变的研究[J]. *医学研究生学报*, 2018, 31(2): 163-168.
WU Yan, CHEN Yueqin, YAN Feng, et al. Systemic lupus erythematosus affects the tear film and objective visual quality of the patient[J]. *Journal of Medical Postgraduates*, 2018, 31(2): 163-168.
- [25] 亚洲干眼协会中国分会, 海峡两岸医药卫生交流协会眼科学专业委员会眼表与泪液病学组, 中国医师协会眼科医师分会眼表与干眼学组. 中国干眼专家共识: 检查和诊断(2020年)[J]. *中华眼科杂志*, 2020, 56(10): 741-747.
- [26] 李威, 张斌. 优化脉冲光联合睑板腺按摩治疗睑板腺功能障碍的临床效果观察[J]. *山东大学耳鼻喉眼学报*, 2021, 35(2): 105-109.
LI Wei, ZHANG Bin. Effects of optimal pulse technology combined with meibomian gland massage to treat meibomian gland dysfunction[J]. *Journal of Otolaryngology and Ophthalmology of Shandong University*, 2021, 35(2): 105-109.