

睑板腺功能障碍型和水液缺乏型干眼患者视觉质量比较

何晶,叶芬,余婷,高颖,葛轶睿,黄振平

引用:何晶,叶芬,余婷,等. 睑板腺功能障碍型和水液缺乏型干眼患者视觉质量比较. 国际眼科杂志 2022;22(4):637-641

作者单位:(210002)中国江苏省南京市,中国人民解放军东部战区总医院眼科

作者简介:何晶,毕业于首都医科大学,硕士,住院医师,研究方向:角膜病、眼视光。

通讯作者:黄振平,毕业于北京大学医学院,博士,主任医师,博士研究生导师,南京大学医学院教授,研究方向:眼视光、白内障、角膜病. doctorhzp@126.com

收稿日期:2021-07-04 修回日期:2022-03-09

摘要

目的:分析睑板腺功能障碍型干眼(MGD)和水液缺乏型干眼(ADDE)患者的像差和散射相关参数,评估两种干眼类型患者的视觉质量。

方法:将2018-01/10在我院门诊就诊的MGD患者25例(MGD组),ADDE患者25例(ADDE组),同时期就诊的健康人25例(对照组)纳入此次研究。三组受试对象填写眼表疾病指数量表(OSDI),接受泪液相关检查:泪液分泌试验(SIT)、泪膜破裂时间(TBUT)、角膜荧光染色(FL)。使用iTrace分析仪记录三组受试对象的高阶像差(HO)、球差(SA)、彗差(CA)和三叶草差(TA)的均方根值(RMS)。利用双通道视觉分析仪(OQAS II)记录三组受试对象自然状态下的散射值,包括调制传递函数截止频率(MTF cutoff)、斯特列尔比(SR)、客观散射指数(OSI),以及持续睁眼状态下OSI动态变化值(OSI均值)。

结果:MGD组的OSDI评分明显高于ADDE组(38.2 ± 5.6 vs 32.2 ± 7.2 分, $P < 0.01$)。ADDE组的SIT明显低于MGD组(1.98 ± 0.92 vs 12.52 ± 6.80 mm/5min, $P < 0.001$)。MGD组的TBUT和FL显著低于ADDE组(TBUT: 3.27 ± 1.91 vs 6.02 ± 1.05 s, FL: 3.27 ± 2.18 vs 6.23 ± 2.19 , 均 $P < 0.001$)。MGD组和ADDE组的HO、CA、TA、SA的RMS值均显著高于对照组(均 $P < 0.001$)。MGD组和ADDE组的HO、CA、TA、SA均无显著性差异(HO: 0.385 ± 0.081 vs 0.344 ± 0.092 , CA: 0.210 ± 0.062 vs 0.175 ± 0.075 , TA: 0.107 ± 0.056 vs 0.086 ± 0.042 , SA: 0.322 ± 0.078 vs 0.273 ± 0.097 , HO: $t = 1.67$, $P > 0.05$; CA: $t = 1.80$, $P > 0.05$; TA: $t = 1.50$, $P > 0.05$; SA: $t = 1.97$, $P > 0.05$)。MGD和ADDE组之间的MTF cutoff、SR、OSI无差异(MTF cutoff: 33.28 ± 8.28 vs 37.12 ± 9.53 , SR: 0.19 ± 0.06 vs 0.22 ± 0.08 , OSI: 1.30 ± 0.32 vs 1.12 ± 0.52 , MTF cutoff: $t = 1.52$, $P > 0.05$; SR: $t = 1.50$, $P > 0.05$; OSI: $t = 1.47$, $P > 0.05$)。持续睁眼状态下MGD组的OSI均值明

显高于ADDE组(2.386 ± 0.118 vs 1.554 ± 0.058 , $P < 0.001$)。

结论:治疗干眼的同时需要关注改善患者的视觉质量,MGD患者的视觉质量影响比ADDE患者更加严重。泪膜动态状态下的OSI均值是评估干眼患者视觉质量的敏感指标。

关键词:干眼;视敏度;睑板腺;泪液

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2022.4.22

Evaluation of visual quality parameters changes in patients with meibornian gland dysfunction and aqueous deficient dry eye

Jing He, Fen Ye, Ting Yu, Ying Gao, Yi-Rui Ge, Zhen-Ping Huang

Department of Ophthalmology, Jinling Hospital of Nanjing University, Nanjing 210002, Jiangsu Province, China

Correspondence to: Zhen-Ping Huang. Department of Ophthalmology, Jinling Hospital of Nanjing University, Nanjing 210002, Jiangsu Province, China. doctorhzp@126.com

Received: 2021-07-04 Accepted: 2022-03-09

Abstract

• **AIM:** To analyze ocular wavefront aberrations and scattering parameters changes in patients with meibornian gland dysfunction (MGD) and aqueous deficient dry eye (ADDE), and assess the visual quality of patients with two types of dry eye syndromes.

• **METHODS:** There were 25 patients with MGD, 25 patients with ADDE and 25 healthy controls treated in our hospital from January to October 2018 were included in this study. Ocular surface disease index questionnaire (OSDI) and tear film correlation examination were performed in three groups. The tear film correlation examination included tear break-up time (TBUT), Schirmer test (SIT) and cornea fluorescein staining (FL). The root mean square of total high order aberration (HO), comatic aberration (CA), trefoil aberration (TA) and spherical aberration (SA) were recorded with i-Trace visual function analyzer. The scattering values were recorded by the double-pass Optical Quality Analysis System (OQAS II), including the modulation transfer function (MTF cutoff), Strehl ratio (SR) and objective scattering index (OSI). Three groups of subjects kept

their eyes open for 20s, the mean value of OSI was recorded using OQAS II tear film analysis program.

• **RESULTS:** The OSDI score in MGD group was significantly higher than that in ADDE group (38.2 ± 5.6 vs 32.2 ± 7.2 , $P < 0.01$). The S I T score in ADDE group was significantly lower than that in MGD group (1.98 ± 0.92 vs 12.52 ± 6.80 mm/5min, $P < 0.001$). The TBUT and FL staining score were lower in MGD group than those in ADDE group (TBUT: 3.27 ± 1.91 vs 6.02 ± 1.05 s, FL: 3.27 ± 2.18 vs 6.23 ± 2.19 , all $P < 0.001$). There was no significant difference in HO, CA, TA and SA between MGD Group and ADDE group (HO: 0.385 ± 0.081 vs 0.344 ± 0.092 , CA: 0.210 ± 0.062 vs 0.175 ± 0.075 , TA: 0.107 ± 0.056 vs 0.086 ± 0.042 , SA: 0.322 ± 0.078 vs 0.273 ± 0.097 , HO: $t = 1.67$, $P > 0.05$; CA: $t = 1.80$, $P > 0.05$; TA: $t = 1.50$, $P > 0.05$; SA: $t = 1.97$, $P > 0.05$). There was no statistically significant differences between MGD group and ADDE group with the value of MTF cutoff, SR and OSI (MTF cutoff: 33.28 ± 8.28 vs 37.12 ± 9.53 , SR: 0.19 ± 0.06 vs 0.22 ± 0.08 , OSI: 1.30 ± 0.32 vs 1.12 ± 0.52 , MTF cutoff: $t = 1.52$, $P > 0.05$; SR: $t = 1.50$, $P > 0.05$; OSI: $t = 1.47$, $P > 0.05$). In the condition of not blinking, the mean value of OSI in MGD group was significantly higher than that in ADDE group (2.386 ± 0.118 vs 1.554 ± 0.058 , $P < 0.001$).

• **CONCLUSION:** In the treatment of symptoms of patients with dry eye, improving the visual quality of patients should also be considered. The visual quality in patients with MGD is more serious than those with ADDE. The OSI related parameters seem to be sensitive indicators indexes to evaluate the dynamic changes of tear film - related visual quality in dry eye patients.

• **KEYWORDS:** dry eye; visual acuity; meibomian glands; tears

Citation: He J, Ye F, Yu T, *et al.* Evaluation of visual quality parameters changes in patients with meibomian gland dysfunction and aqueous deficient dry eye. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2022;22(4):637-641

0 引言

干眼是临床常见的一类由多种因素共同作用的慢性眼表疾病,其特征是泪液的质、量和(或)泪液动力学异常,引起眼部不适、视觉障碍,以及眼表组织的慢性损伤等^[1]。干眼发病的核心环节是泪膜稳定性的下降,任何引起泪膜稳定性下降的因素都会引起干眼,包括眼表炎症反应,泪液渗透压改变等^[2]。亚洲种族是干眼的高发人群,截止到目前为止,我国没有全国范围内关于干眼患病率的大数据流行病学调查分析,目前关于干眼发病率的研究多为地区性统计研究,其发病率波动在 6.1%~52.4%,存在明显的地域和年龄差异,并呈逐年上升趋势。干眼患者除了眼部砂砾感和异物感等不适症状外,还受视力波动,间歇性视物模糊等困扰,因此不能通过简单的视力检查来评估干眼对患者视觉质量的影响。像差、衍射和散射是影响

人眼成像质量的重要因素^[3]。此次研究利用 iTrace 和 OQAS II 两种视觉质量检测仪器,全面分析睑板腺功能障碍型干眼(meibomian gland dysfunction dry eye, MGD)和液液缺乏型干眼(aqueous deficient dry eye, ADDE)患者的像差和客观视觉质量,比较两种类型的干眼患者的视觉质量。

1 对象和方法

1.1 对象 选取 2018-01/10 在我院眼科门诊就诊的 ADDE 患者 25 例 25 眼(ADDE 组),平均年龄 40.23 ± 15.52 岁;MGD 患者 25 例 25 眼(MGD 组),平均年龄 42.53 ± 16.83 岁。同时期就诊的健康人 25 例 25 眼(对照组),平均年龄 43.12 ± 18.27 岁。本研究已获得医院伦理委员会的批准,并获得研究对象的知情同意。

1.1.1 ADDE 诊断标准 干眼症状(眼部干燥感、眼部不适感、视力波动、异物感、烧灼感,以上五项中的任一项),伴有泪液分泌试验(Schirmer I test, S I t) ≤ 5 mm/5min^[4]。

1.1.2 MGD 合并干眼诊断标准 干眼症状并伴有 5s<泪膜破裂时间(tear break-up time, TBUT) ≤ 10 s 或 5mm/5min<S I t ≤ 10 mm/5min, 荧光素钠染色(cornea fluorescein staining, FL)评分 >3 分。伴有睑缘形态异常,和(或)睑板腺脂表达能力降低(分值 ≥ 3 分)。

1.1.3 睑板腺脂表达能力评分标准^[5] 0 分:挤压眼睑后,所有腺体均有睑脂排出;1 分:挤压眼睑后,3~4 条腺体有睑脂排出;2 分:挤压眼睑后,1~2 条腺体有睑脂排出;3 分:挤压眼睑后,所有腺体均无睑脂排出。上睑得分+下睑得分=总得分(0~6 分),3 分以上为异常。

1.1.4 排除标准 排除 3mo 内眼部活动性炎症;眼部外伤史或者手术史,4wk 内有眼部用药史;3mo 内有隐形眼镜配戴史,以及其他可能影响视觉质量的眼科疾病。

1.2 方法

1.2.1 一般检查 所有受试者接受裂隙灯、综合验光、眼压、眼底检查。填写眼表疾病指数量表(ocular surface disease index, OSDI)问卷调查,涉及眼部症状、环境触发因素和视觉功能三个维度 12 个问题,得分越高提示眼部不适症状越严重,OSDI 评分 = 所有得分总和 $\times 100 /$ (答题数目 $\times 4$)^[6]。

1.2.2 泪液相关检查 TBUT:用生理盐水将荧光素条润湿,要求受试者染色后瞬目 3 次,确保染色剂和泪液充分混合,记录角膜第一个破裂点出现的时间,连续测定 3 次,取平均值,结果 <10s 为泪膜不稳定。FL:观察受试者使用荧光素条染色后角膜的染色情况,总分 0~12 分。S I t:在无表面麻醉情况下,将 S I t 试纸放置与受试者的下睑结膜囊中外 1/3 处,保持闭眼状态 5min。记录滤纸条受潮的长度(mm/5min)。

1.2.3 iTrace 视功能分析仪检查 嘱受试者坐位,注视 Placido 盘中央的红色光点指示灯。检查者对焦后使操作屏上光点聚焦于受试者的角膜中心位置,进行波前像差数据的测量,在最佳矫正视力下,得到 5.0mm 瞳孔下的像差指标:高阶像差(the high order total aberrations, HO)、彗差(comatic aberration, CA)、三叶草差(trefoil aberration, TA)、球差(spherical aberration, SA)。

1.2.4 OQAS II 检查前矫正受检者的屈光不正使其达到最佳矫正视力,要求受检者注视视标,自然瞬目状态下检测受试对象的客观散射指数(objective scattering index, OSI)、调制传递函数截止空间频率(modulation transfer function cutoff frequency, MTF cutoff)、斯特列尔比值(strehl ratio, SR)。选择泪膜分析模式,嘱受试对象持续注视视标,保持15~20s不眨眼,每隔0.5s采集1次图像,得到OSI均值。

统计学分析:采用统计软件SPSS18.0进行分析。计量资料采用 $\bar{x}\pm s$ 表示,三组组间比较采用单因素方差分析,进一步两两比较采用LSD-*t*检验;计数资料的比较采用 χ^2 检验。 $P<0.05$ 认为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料分析 三组受试对象的年龄、性别、眼压、BCVA差异均无统计学意义($P>0.05$)。三组的OSDI、TBUT、SIT比较,差异有统计学意义($F=292.7, 113.0, 87.55$,均 $P<0.001$)。ADDE组和MGD组的OSDI评分均显著高于对照组($t=19.21, 29.62$,均 $P<0.001$)。MGD组的OSDI显著高于ADDE组($t=3.28, P<0.01$)。ADDE组的SIT明显低于MGD组($t=7.68, P<0.001$),提示ADDE组以泪液分泌量的减少为主要特征。MGD组的TBUT和FL显著低于ADDE组($t=6.31, 4.79$,均 $P<0.001$),提示MGD组以泪膜稳定性下降为主要特征,见表1。

2.2 三组受试对象像差分析 三组受试对象的HO、CA、TA、SA比较,差异有统计学意义($F_{HO}=71.84, P_{HO}<0.001$; $F_{CA}=68.35, P_{CA}<0.001$; $F_{TA}=14.28, P_{TA}<0.001$; $F_{SA}=51.75, P_{SA}<0.001$)。MGD组的HO、CA、TA、SA,与对照组相比各项数值均显著升高(HO: $t=12.18, P<0.001$; CA: $t=13.84, P<0.001$; TA: $t=5.33, P<0.001$; SA: $t=12.56, P<0.001$)。ADDE组的HO、CA、TA和SA与对照组相比,各项数值均显著升高(HO: $t=9.41, P<0.001$; CA: $t=9.30, P<0.001$; TA: $t=4.58, P<0.001$; SA: $t=7.68, P<0.001$)。MGD组和ADDE组HO、CA、TA、SA差异均无统计学意义(HO: $t=1.67, P>0.05$; CA: $t=1.80, P>0.05$; TA: $t=1.50, P>0.05$; SA: $t=1.97, P>0.05$),见表2。

2.3 三组受试对象客观散射指标分析 对照组的客观散射图像中的散射光斑小而集中,边界清晰,中央颜色深,整个观察时期图像稳定,并没有明显的光路偏折现象(图1A);ADDE组的散射光斑面积大而弥散,光斑边缘欠清晰,中央颜色淡,整个观察时期图像欠稳定,随着时间的延长,物像的光斑颜色逐渐变淡,边界模糊加重(图1B);MGD患者的散射光斑更大更弥散,边界模糊加重,中央颜色和周边颜色无明显差异,在整个观察时期,随着时间的延长,不仅光斑的颜色和边界模糊变淡,光斑的形态也发生明显改变(图1C)。

三组受试对象的MTF cutoff、SR、OSI和OSI均值比较,差异有统计学意义($F_{MTF\ cutoff}=8.17, P_{MTF\ cutoff}<0.001$; $F_{SR}=6.77, P_{SR}<0.01$; $F_{OSI}=39.38, P_{OSI}<0.001$; $F_{OSI\ 均值}=156, P_{OSI\ 均值}<0.001$)。自然状态下,MGD组的MTF cutoff为

33.28 ± 8.28 ,SR为 0.19 ± 0.06 ,OSI为 1.30 ± 0.32 ,与对照组相比,MTF cutoff、SR显著降低,OSI值显著升高(MTF cutoff: $t=4.27, P<0.001$; SR: $t=3.70, P<0.001$; OSI: $t=12.00, P<0.001$)。ADDE组的MTF cutoff为 37.12 ± 9.53 ,SR为 0.22 ± 0.08 ,OSI为 1.12 ± 0.52 ,与对照组相比,MTF cutoff、SR显著降低,OSI值显著升高(MTF cutoff: $t=2.39, P<0.05$; SR: $t=2.08, P<0.05$; OSI: $t=6.31, P<0.001$)。MGD组和ADDE组的MTF cutoff、SR、OSI差异均无统计学意义(MTF cutoff: $t=1.52, P>0.05$; SR: $t=1.50, P>0.05$; OSI: $t=1.47, P>0.05$)。持续睁眼状态下,对照组OSI均值为 0.431 ± 0.017 ,MGD组的OSI均值为 2.386 ± 0.118 ,显著高于对照组($t=74.6, P<0.001$);ADDE组的OSI均值为 1.554 ± 0.058 ,显著高于对照组($t=48.2, P<0.001$)。MGD和ADDE组的OSI均值差异有统计学意义($t=28.1, P<0.001$),见图2。

3 讨论

此次研究发现MGD组的OSDI显著高于ADDE组($t=3.28, P<0.01$),提示MGD患者的眼表健康状态更差。在OSDI问卷的12个问题中,MGD患者中得分最高的症状是视力波动,而ADDE患者中得分最高的是砂砾感。这可能与两种类型干眼患者的病理生理机制不同有关。ADDE的机制是以泪膜的水液层减少为特征,而水液层占泪膜厚度的95%以上,因此泪液的润滑作用下降,ADDE患者砂砾感明显^[7]。MGD组的机制以泪液脂质层稳定性下降为特征,对水液层分泌没有影响。甚至根据油-水互补理论,随着脂质层厚度的降低,机体会代偿性增加泪膜水液层的分泌量^[8-9]。因此,MGD患者早期泪液分泌量减少不明显,甚至会代偿性增加,MGD患者的异物感不明显。而泪膜脂质层成分改变,使泪膜均一性发生改变,导致通过泪膜的光线的折射率不同,从而出现视力波动^[10]。

干眼患者的视力波动主要体现为成像清晰度和持久度的下降,因此常规视力检查往往不能发现。本文研究发现两种干眼类型患者的像差和散射均增加,这与泪膜的光学作用有关。首先泪膜可以降低角膜表面的像差和散射。角膜上皮细胞的外层细胞膜上有很多微褶皱及微绒毛,使角膜前表面存在许多微小的凹凸,这些微小的凹凸引起光线折射的改变。而健康的泪膜均匀涂布在角膜表面,可以填补角膜前表面的微小凹凸,使其表面更加光滑规整,起到一层光滑的“光学膜”作用^[11-12]。除此之外,泪膜-空气之间的界面是人眼光线进入的第一个折射面。干眼患者的泪液量减少,泪膜稳定性下降,泪膜分布区域异常,使得干眼患者的像差和散射增加。

自然状态下,MGD和ADDE患者的视觉质量没有明显差异,而持续睁眼状态下的泪膜动态OSI均值显著增加。这可能是由于自然状态下,人眼的视觉质量主要受角膜、晶状体和玻璃体的影响,而泪膜的光学作用在整个眼屈光系统中所占的比例非常低,因此泪膜的变化不会引起静态散射值的显著改变^[13]。而在持续睁眼过程中,角膜、晶状体和玻璃体都是静止不变的,只有泪膜处于动态

表1 三组眼表相关测量数据比较

组别	年龄 ($\bar{x}\pm s$, 岁)	女性 (%)	OSDI 评分 ($\bar{x}\pm s$, 分)	TBUT ($\bar{x}\pm s$, s)	S I t ($\bar{x}\pm s$, mm/5min)	FL ($\bar{x}\pm s$, 分)
对照组	43.12±18.27	60	4.12±1.27	12.25±3.05	25.12±8.24	0.0±0.1
ADDE 组	40.23±15.52	60	32.2±7.2	6.02±1.05	1.98±0.92	6.23±2.19
MGD 组	42.53±16.83	56	38.2±5.6	3.27±1.91	12.52±6.80	3.27±2.18

注:对照组:同时期就诊的健康人。

表2 三组受试对象各项高阶像差值的比较

组别	HO	CA	TA	SA
对照组	0.132±0.065	0.032±0.017	0.046±0.012	0.122±0.016
ADDE 组	0.344±0.092 ^a	0.175±0.075 ^a	0.086±0.042 ^a	0.273±0.097 ^a
MGD 组	0.385±0.081 ^a	0.210±0.062 ^a	0.107±0.056 ^a	0.322±0.078 ^a

注:对照组:同时期就诊的健康人。^a $P<0.05$ vs 对照组。

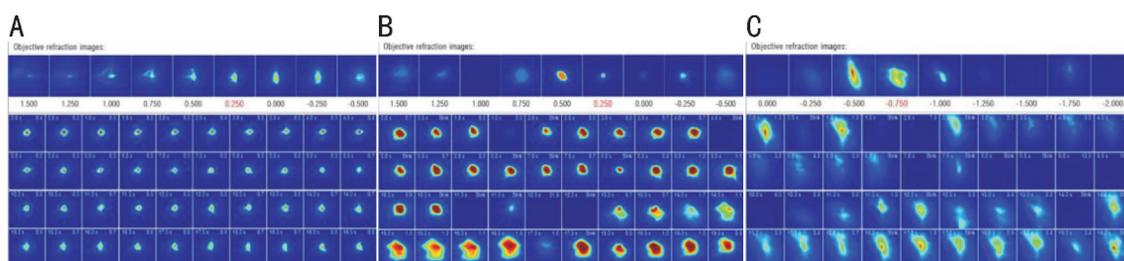


图1 三组受试对象的客观散射图像 A:对照组;B:ADDE 组;C:MGD 组。

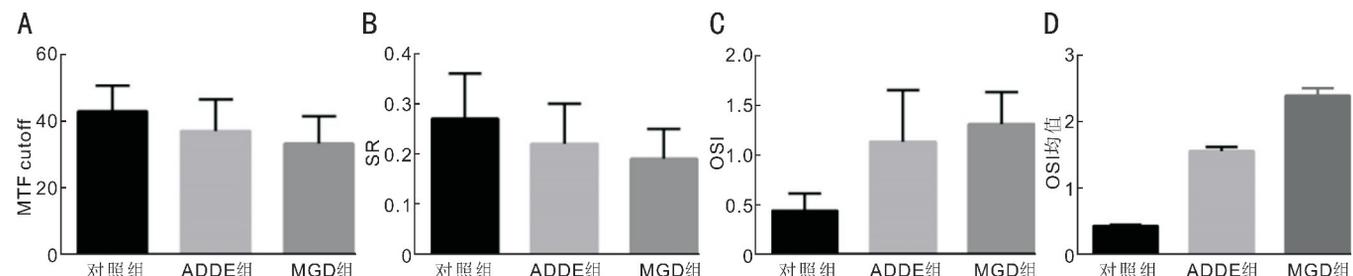


图2 三组 MTF cutoff、SR、OSI、OSI 均值比较 A:MTF cutoff;B:SR;C:OSI;D:OSI 均值。

变化中,OSI 均值的动态变化反映了泪膜光学作用的动态变化^[14]。孙龙格等^[15]发现,在轻中重度干眼患者中,OSI 均值可以反映泪膜对散射的影响,中重度干眼患者的视觉质量受到明显影响。

MGD 患者的动态视觉质量影响发生更早,可能与泪膜稳定性下降有关。MGD 患者的泪膜均一性改变,使得光线折射增加。同时由于 TBUT 缩短,覆盖在角膜上的泪膜平均在瞬目 5s 后即发生不规则破裂,光线经过该区域时折射路径异常,产生光学像差与散射^[16]。既往研究发现干眼患者瞬目后,随着泪膜的破裂,干眼患者的角膜不规则指数显著升高^[17]。除此之外,MGD 患者由于睑板腺开口阻塞,睑缘位置脂质栓子的存在,瞬目过程中栓子长期摩擦角膜,引起角膜表面形态改变,使像差和散射增加^[18]。

传统泪液相关检查侧重于检测泪液本身,而忽略了泪液对视觉质量的影响。泪膜动态下视觉质量的改变有助

于了解泪膜相关光学质量作用,有助于更早地发现干眼患者视觉质量的改变。MGD 患者泪膜改变对视觉质量的影响更大,在临床工作中,除了关注 MGD 患者的眼部症状外,还要关注其视觉质量的改变。

参考文献

- Benito A, Pérez GM, Mirabet S, et al. Objective optical assessment of tear-film quality dynamics in normal and mildly symptomatic dry eyes. *J Cataract Refract Surg* 2011;37(8):1481-1487
- Garaszczuk IK, Mousavi M, Cervino Exposito A, et al. Evaluating tear clearance rate with optical coherence tomography. *Cont Lens Anterior Eye* 2018;41(1):54-59
- Koh S. Mechanisms of visual disturbance in dry eye. *Cornea* 2016;35(Suppl 1):S83-S88
- 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). *中华眼科杂志* 2013;1:73-75
- 亚洲干眼协会中国分会,海峡两岸医药交流协会眼科专业委员会眼表与泪液病学组.我国睑板腺功能障碍诊断与治疗专家共识(2017年).*中华眼科杂志* 2017;53(9):657-661

6 Schiffman RM, Christianson MD, Jacobsen G, et al. Reliability and validity of the ocular surface disease index. *Arch Ophthalmol* 2000;118(5):615-621

7 Jung JW, Park SY, Kim JS, et al. Analysis of factors associated with the tear film lipid layer thickness in normal eyes and patients with dry eye syndrome. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2016;57(10):4076-4083

8 Arita R, Morishige N, Koh S, et al. Increased tear fluid production as a compensatory response to meibomian gland loss: a multicenter cross-sectional study. *Ophthalmology* 2015;122(5):925-933

9 Li JH, Ma JL, Hu M, et al. Assessment of tear film lipid layer thickness in patients with Meibomian gland dysfunction at different ages. *BMC Ophthalmol* 2020;20(1):394

10 Koh S. Irregular astigmatism and higher-order aberrations in eyes with dry eye disease. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2018;59(14):DES36-DES40

11 Yokoi N, Bron AJ, Georgiev GA. The precorneal tear film as a fluid shell: the effect of blinking and saccades on tear film distribution and dynamics. *Ocul Surf* 2014;12(4):252-266

12 D'Souza S, Annavajhala S, Thakur P, et al. Study of tear film optics

and its impact on quality of vision. *Indian J Ophthalmol* 2020;68(12):2899-2902

13 Begley C, Simpson T, Liu HX, et al. Quantitative analysis of tear film fluorescence and discomfort during tear film instability and thinning. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013;54(4):2645-2653

14 Koh S, Maeda N, Ikeda C, et al. Ocular forward light scattering and corneal backward light scattering in patients with dry eye. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2014;55(10):6601-6606

15 孙龙格, 马忠旭, 马林. 轻中度干眼症患者双通道技术检测获取的视觉质量参数变化. *山东医药* 2015;55(7):72-74

16 Szczesna-Iskander DH. Post-blink tear film dynamics in healthy and dry eyes during spontaneous blinking. *Ocul Surf* 2018;16(1):93-100

17 Kobashi H, Kamiya K, Yanome K, et al. Longitudinal assessment of optical quality and intraocular scattering using the double-pass instrument in normal eyes and eyes with short tear breakup time. *PLoS One* 2013;8(12):e82427

18 Lieberman DM, Grierson JW. The lids influence on corneal shape. *Cornea* 2000;19(3):336-342

国际眼科杂志中文版 (IES) 近 5 年影响因子趋势图

