

· 临床研究 ·

视屏终端的使用对人泪膜及眼表的影响及非侵入性眼表综合分析仪的应用价值

熊婵 刘珍凯 纪开宝 喻理 古学军 张旭

330006 南昌大学附属眼科医院 江西省眼科学和视觉科学研究所 江西省眼科学重点实验室

通信作者:张旭, Email: xuzhang19@163. com

DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 2095-0160. 2016. 05. 012

【摘要】 背景 目前,视屏终端已广泛用于人们的工作和生活中,其对眼表健康的影响受到关注,而临床上对眼表的健康评估和干眼的早期诊断尚有一定的困难。以往对眼表的检查以侵入性方法为主,影响检查结果的客观性。近年来,非侵入性眼表综合分析仪已用于临床,其在对视屏终端使用者眼表健康状况的评估方面的研究尚少。**目的** 使用 Keratograph 5M 非侵入性眼表综合分析仪观察青年人长时间注视视屏终端对泪膜及眼表的影响。**方法** 采用前瞻性干预性研究方法,于 2015 年 3 月 1 日至 11 月 10 日在南昌大学附属眼科医院纳入健康志愿者 81 人,其中男 39 人,女 42 人;年龄 18~30 岁,均取右眼为受试眼。受试者在自然光线和屈光矫正状态下观看和操作计算机上的同一个视频,距离计算机显示屏约 30 cm,使用 Keratograph 5M 非侵入性眼表综合分析仪分别测定受试者计算机操作前后右眼非侵入性泪膜破裂时间(NITBUT)、泪河高度、结膜充血评分、角膜缘充血评分、睑板腺和泪膜脂质层等,比较计算机操作前后各项检查指标的差异和出现眼表异常的眼数。**结果** 受试者持续操作计算机 3 h 后出现视物疲劳、干涩感、眼胀痛、视物模糊和结膜充血的眼数明显多于试验前,差异均有统计学意义(均 $P < 0.01$)。受试眼计算机操作后首次 NITBUT、平均 NITBUT 分别为 (6.086 ± 3.701) s 和 (9.103 ± 4.680) s,明显低于试验前的 (11.445 ± 4.964) s 和 (14.626 ± 4.467) s;操作后受试眼泪河高度为 (0.190 ± 0.032) mm,明显低于受试前的 (0.212 ± 0.040) mm;操作后结膜充血评分和角膜缘充血评分分别为 0.869 ± 0.311 和 0.572 ± 0.276 ,均分别高于受试前的 0.780 ± 0.306 和 0.509 ± 0.266 ,差异均有统计学意义(均 $P < 0.01$),而试验前后眼压变化及不同级别角膜荧光素染色眼数分布、不同形态睑板腺眼数分布及不同形态的脂质层眼数分布均无改变。**结论** 长时间注视视屏终端影响泪膜及眼表健康,Keratograph 5M 非侵入性眼表综合分析仪是临床上客观评估泪膜及眼表情况的有用手段。

【关键词】 角膜病/诊断;泪膜/生理;干眼/诊断;眼科诊断技术/仪器;人;眼表;视屏终端**基金项目:** 国家自然科学基金项目(81271425、81260148)**Influence of watching video display terminal on ocular surface and application of non-invasive ocular surface analyzer** Xiong Chan, Liu Zhenkai, Ji Kaibao, Yu Li, Gu Xuejun, Zhang Xu

Affiliated Eye Hospital of Nanchang University, Jiangxi Research Institute of Ophthalmology & Visual Sciences, Key Laboratory of Ophthalmology of Jiangxi Province, Nanchang 330006, China

Corresponding author: Zhang Xu, Email: xuzhang19@163. com

[Abstract] Background The incidence of dry eye is increasing among young adults because of wide usage of video display terminal. But the early diagnosis of dry eye still presents challenge to medical practitioners. The accurate diagnosis and treatment of the dry eye, therefore, is a topic of high interest to researchers. Previous examination outcome of dry eye is interfered primarily due to invasive procedure. It is very important to search an examination approach. **Objective** This study was to use Keratograph 5M, a non-invasive ocular surface analyzer to evaluate the influence of watching video display terminal on ocular surface and tear film. **Methods** Eighty-one eyes of 81 health volunteers among 18–30 years were enrolled in Affiliated Eye Hospital of Nanchang University from March 1, 2015 to November 10, 2015 under the informed consent, including 39 males and 42 females. The subjects watched the computer for continuously 3 hours under the nature light, and ocular surface related examinations were performed and compared before and after video display terminal exposure, including non-invasive tear film break-up time (NITBUT), tear meniscus height, conjunctival hyperemia scoring, limbal congestion scoring, corneal fluorescein

staining scoring, meibomian gland imaging and lipid layer analysis. **Results** The number of eyes with visual fatigue, dryness, pain, blurring and conjunctival congestion was significantly increased after 3-hour video display terminal exposure in comparison with before (all at $P < 0.01$). The initial NITBUT and mean NITBUT were (6.086 ± 3.701) s and (9.103 ± 4.680) s, and tear meniscus height was (0.190 ± 0.032) mm after trail, which were significantly lower than (11.445 ± 4.964) s, (14.626 ± 4.467) s and (0.212 ± 0.040) mm of before trail, respectively; The conjunctival hyperemia scoring and limbal congestion scoring were 0.869 ± 0.311 and 0.572 ± 0.276 after trial, which were significantly higher than 0.780 ± 0.306 and 0.509 ± 0.266 before trail, showing significant differences before and after exposure of video display terminal (all at $P < 0.01$). The intraocular pressure and the eye number of different scores of corneal fluorescence staining, abnormal meibomian gland and different morphological lipid layer of tear were unchanged before and after exposure of video display terminal. **Conclusions** Long-term exposure of video display terminal results in significant and temporary adverse influence on tear film and ocular surface. Keratograph 5M non-invasive ocular surface analyzer can objectively assess overall ocular surface conditions.

[Key words] Corneal diseases/diagnosis; Tears/physiology; Dry eye syndromes/diagnosis; Diagnostic techniques, ophthalmological/instrument; Humans; Ocular surface; Video display terminal

Fund program: National Natural Science Foundation of China (81271425, 81260148)

计算机、手机等电子产品的视屏终端已广泛地应用于人们的工作和生活,研究已证实,人们长时间地注视荧光屏容易造成视疲劳甚至视力损害,出现泪膜不稳定甚至干眼^[1-3],但关于短期内注视视屏终端对泪膜及眼表的影响的研究少见。近年来,干眼的患病率较高并趋于年轻化^[4],其是否与使用视屏终端有关一直是关注的热点。泪膜破裂时间(breakup time of tear film, BUT)、泪液分泌试验(Schirmer I test, S I t)、角膜荧光素染色等眼部检查等均为诊断干眼的主要评价指标,但其均为接触性检查方式,可引起眼部不适^[5]。Keratograph 5M 新型非侵入性眼表综合分析仪目前已用于临床,但其在视屏终端使用者中的应用结果和资料尚少见。本研究中采用 Keratograph 5M 新型非侵入性眼表综合分析仪对视屏终端使用者进行检测,了解视屏终端使用者的眼表健康状况,为相关的临床研究提供依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

采用前瞻性干预性研究方法,于 2015 年 3 月 1 日至 11 月 10 日在南昌大学附属眼科医院连续纳入青年志愿者 81 人,其中男 39 人,女 42 人,年龄 18 ~ 30 岁,平均 (23.38 ± 2.73) 岁;球镜度为 0 ~ -5.00 D,散光度为 0 ~ -1.00 D;均取右眼为受试眼。受试者纳入标准:年龄 ≥ 18 岁;停止佩戴角膜接触镜 1 个月以上;无家族遗传性眼病史;无眼部外伤、激光及手术史;无全身免疫性疾病及眼部感染征象;2 周内局部或全身未使用影响眼表功能的药物;裂隙灯显微镜及检眼镜检查未见明显异常;最佳矫正视力 ≥ 1.0 ;参照文献[6]中的标准,眼表疾病指数(ocular surface disease index,

OSDI) ≤ 12 分。排除标准:干眼或其他眼部疾病患者;心脑血管、肝脏、肾脏和造血系统等疾病及精神病患者。本研究方案经南昌大学附属眼科医院医学伦理学批准,受试者检查前均签署知情同意书。

1.2 方法

所有检查由同一位有经验的医师完成。检查过程在光线充足的室内进行,检查前确认受试者未接触任何电子产品。受试者受试前先进行泪河高度测定、非侵入性 BUT(non-invasive tear BUT, NITBUT)检查、结膜充血程度分析、脂质层分析、睑板腺拍摄、角膜荧光素染色和眼压测量等,然后在完全屈光矫正状态下在计算机前持续观看同一视频 3 h,距离计算机显示屏约 30 cm,操作后立即重复进行上述各项检查。

1.2.1 泪河高度测量 使用 Keratograph 5M 非侵入性眼表综合分析仪(德国 Oculus 公司)检测受试者角膜中央下方泪河高度。受试者按照检查要求安置头位平视正前方中央圆点,将检测仪调试至泪河高度测量模式,嘱受试者瞬目后获取图像,采用随机软件测径工具测量角膜中央下方的泪河高度。

1.2.2 NITBUT 的测量 将 Keratograph 5M 非侵入性眼表综合分析仪调至 BUT 测定模式,嘱受试者正常瞬目并对焦后再瞬目 2 次,至 Placido 环投射到角膜上的圆环破裂时,记录持续的时间。

1.2.3 结膜充血程度的测量 将 Keratograph 5M 非侵入性眼表综合分析仪调焦至最清晰的结膜血管,受试者正常瞬目后充分暴露球结膜,同时采集数据,用 Keratograph 5M 自带分析系统分析后即可自动显示球结膜充血程度评分和角膜缘充血程度评分数值。

1.2.4 泪膜脂质层测量 将 Keratograph 5M 非侵入性眼表综合分析仪调焦至角膜浅层脂质层,受试者正

常瞬目时使用视频装置采集脂质层图像,根据脂质层厚度、分布、清晰度和色彩亮度这 4 个方面评估泪膜脂质层情况。脂质层厚度、均匀分布、清晰度和色彩亮度的观察由检查者进行判断。

1.2.5 睑板腺成像及评分 用 Keratograph 5M 非侵入性眼表综合分析仪对受试者的睑板腺进行拍摄,参照文献[7-8]中的方法对睑板腺进行评分。分别计算上下眼睑缺失的睑板腺面积与总睑板腺面积的比值并进行评分:睑板腺无缺失者为 0 分;睑板腺缺失面积/总睑板腺面积 $<1/3$ 为 1 分; $1/3<$ 睑板腺缺失面积/总睑板腺面积 $<2/3$ 为 2 分;睑板腺缺失面积/总睑板腺面积 $>2/3$ 为 3 分,上下睑评分之和为总分,共 0~6 分。

1.2.6 角膜荧光素染色检查 受试者下睑结膜囊内滴入 1 滴荧光素钠溶液,嘱其瞬目多次,使用 Keratograph 5M 非侵入性眼表综合分析仪拍摄受试者角膜荧光图像,依据文献[9]中描述的 12 分法进行评分:将角膜分为 4 个象限,每个象限为 0~3 分。角膜无荧光素染色者为 0 分,角膜表面点状着色 1~30 个者为 1 分,角膜表面点状着色 >30 个点且未融合者为 2 分,出现角膜点状着色融合、丝状物及溃疡者为 3 分。

1.2.7 眼压测量 使用非接触式眼压计(日本 TOPCON 公司)测量眼压。受试者前额紧靠头架,睁眼注视前方,避免瞬目及后退,检测者移动调焦轮盘对焦后自动读取眼压值,测量 3 次,取其平均值。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 17.0 统计学软件(美国 SPSS 公司)进行统计分析。本研究中测量的计数指标的数据资料用频数表达,计量指标的数据资料经 t 检验,符合正态分布,以 $\bar{x}\pm s$ 表示。采用受试者受试前后自身对照的试验设计,受试者受试前后各检测指标眼数分布变化的差异比较采用 Fisher 精确概率法;受试者受试前后 NITBUT、泪河高度、结膜充血评分、角膜缘充血评分和眼压变化的差异比较均采用配对 t 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 受试者连续操作计算机前后出现眼部不适症状的眼数变化
受试者连续操作计算机 3 h

前后出现各项眼部不适症状的眼数明显多于操作前,其中操作计算机前后出现视疲劳、干涩感、眼胀痛、视物模糊、结膜充血的眼数差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)(表 1)。

2.2 受试者连续操作计算机前后眼表评价指标的比较
与操作计算机前比较,连续操作计算机后受试者首次测定的 NITBUT 值、平均 NITBUT 值和泪河高度值均明显降低,球结膜充血分级和睫状充血分级加重,差异均有统计学意义(均 $P=0.00$),而操作计算机前后眼压值的差异无统计学意义($P>0.05$)(表 2)。

2.3 受试者连续操作计算机前后泪膜脂质层变化的眼数比较

操作前受试者脂质层较厚者 16 眼,脂质层厚度正常者 27 眼,脂质层薄者 38 眼;脂质层结构清晰者 80 眼,结构不清晰者 1 眼;脂质层分布均匀者 81 眼;脂质层色彩丰富者 16 眼,色彩单一者 65 眼。计算机操作后泪膜脂质层厚度、结构、分布和色彩变化的眼数均无变化(表 3)。

2.4 受试者连续操作计算机前后不同程度睑板腺缺失面积的眼数比较

受试者操作前睑板腺缺失面积评分为 1 分者 14 眼,2 分者 41 眼,3 分者 17 眼,4 分者 6 眼,5 分者 3 眼,6 分者 0 眼。计算机操作后睑板腺缺失面积评分与操作计算机前比较无变化(表 4)。

表 1 计算机操作前后出现眼部不适感的眼数比较(n)

时间	总眼数	视疲劳	干涩感	异物感	烧灼感	眼胀痛	畏光	视物模糊	结膜充血
操作前	81	8	10	4	2	6	2	1	2
操作后	81	45	38	12	8	22	7	11	12
P		0.000	0.000	0.062	0.098	0.001	0.167	0.005	0.009

(Fisher 精确概率法)

表 2 计算机操作前后受试者眼表评价指标的比较($\bar{x}\pm s$)

时间	总眼数	NITBUT(s)		泪河高度 (mm)	结膜充血 评分	角膜缘充血 评分	眼压 (mm/Hg)
		首次	平均				
操作前	81	11.445 $\pm$ 4.964	14.626 $\pm$ 4.467	0.212 $\pm$ 0.040	0.780 $\pm$ 0.306	0.509 $\pm$ 0.266	15.047 $\pm$ 2.645
操作后	81	6.086 $\pm$ 3.701	9.103 $\pm$ 4.680	0.190 $\pm$ 0.032	0.869 $\pm$ 0.311	0.572 $\pm$ 0.276	14.900 $\pm$ 2.526
t		8.705	7.927	6.611	-4.355	-4.332	0.657
P		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.513

注:NITBUT:非侵入性泪膜破裂时间(1 mmHg = 0.133 kPa)(配对 t 检验)

表 3 计算机操作前后脂质层变化的眼数比较(n)

脂质层	总眼数	厚度		结构		分布		色彩	
		厚	正常	薄	清晰	不清晰	均匀	不均匀	丰富
操作前	81	16	27	38	80	1	81	0	16
操作后	81	16	27	38	80	1	81	0	16

表 4 计算机操作前后不同程度睑板腺缺失面积的眼数(n)

时间	总眼数	不同等级睑板腺缺失面积的眼数					
		1 分	2 分	3 分	4 分	5 分	6 分
操作前	81	14	41	17	6	3	0
操作后	81	14	41	17	6	3	0

2.5 受试者连续操作计算机前后不同程度角膜荧光素着染的眼数比较

操作计算机前受试者角膜荧光素染色评分 0 分者 72 眼, 1 分者 2 眼, 2 分者 5 眼, 3 分者 1 眼, 4 分者 1 眼, 5 分者 0 眼。连续操作计算机 3 h 后不同等级的角膜荧光素着染眼数无变化(表 5)。

表 5 计算机操作前后不同程度角膜荧光素着染的眼数(n)

时间	总眼数	不同等级荧光素着染的眼数					
		0 分	1 分	2 分	3 分	4 分	5 分
操作前	81	72	2	5	1	1	0
操作后	81	72	2	5	1	1	0

3 讨论

干眼是一种多因素影响的泪膜和眼表疾病, 常伴有眼部不适、视功能受损、泪液渗透压增高和眼表炎症^[10]。目前, 干眼诊断标准的精确性较低, 诊断方法的变异较大, 故易误诊而影响及时的治疗^[11]。目前, 干眼的临床诊断仍以侵入性检查为主, 检查过程中荧光素钠和 S I t 试纸会影响眼表泪液动力系统, 导致检测结果的变异性增大^[12]。非侵入性眼表综合分析仪的设计原理循证医学依据更充足, 故检查结果的可重复性和稳定性更好^[12-13]。

目前, 随着视屏终端产品的普及, 人们连续使用视屏终端 3 h 以上的情况非常常见, 因此本研究中操作计算机的时间设置为 3 h。本研究中运用 Keratograph 5M 非侵入性眼表综合分析仪和非接触式眼压计检测健康志愿者使用 3 h 视屏终端后的眼表情况, 发现持续 3 h 操作计算机后受试者 NITBUT 值降低, 结膜充血程度加重, 泪河高度降低, 可能是造成受试者眼部不适的主要原因。此外, 本研究中发现计算机操作前后受试者眼压、角膜荧光素染色、睑板腺情况和泪膜脂质层均无变化。

正常及稳定的泪膜是维持眼表上皮正常结构及功能的基础, BUT 是反映泪膜稳定性的主要指标, 研究发现长时间注视视屏终端对泪膜稳定性的影响与瞬目频率减少、眼表暴露面积增加、周围环境改变等有关^[14-16]。本研究发现, 计算机操作后受试者 NITBUT 值减低, 与这一结论相符。Keratograph 5M 非侵入性眼表综合分析仪能够客观、敏感地检测受试者

任何眼表区域及不同面积的 NITBUT, 减少了测试者的主观误差, 提高了干眼诊断的准确率^[17], 这种检查方法的重复性高、特异性和非侵入性的操作性能等特点有助于更有效地开展相关临床工作^[18]。另外, Keratograph 5M 非侵入性眼表综合分析仪能够测量平均 BUT, 能更全面地评估泪膜的完整性和稳定性。

泪河是泪液在上下眼睑与角膜或球结膜之间形成的液体弧面, 泪河高度能够反映患者的泪液分泌情况, 结果更接近于基础的泪液分泌。下方泪河为角膜表面泪膜的形成和稳定提供支持, 并在一定程度上反映泪液的质和量。因此, 下方泪河高度的测量对于干眼的诊断有重要的临床意义^[19]。传统泪河高度的检查方法操作困难且误差较大, 本研究中使用的 Keratograph 5M 非侵入性眼表综合分析仪采用红外光穿透摄像技术测量泪河高度, 不引起反射性溢泪, 无明显刺激作用。本研究结果证实, 连续长时间计算机操作后泪河高度下降。但该检查应先于其他测试方法, 从而避免光照刺激造成的反射性泪液分泌^[20]。另一方面, 泪河高度的测量对检测者的经验有一定要求, 受到测试者主观偏差的影响。

结膜充血在一定程度上是眼表疾病诊断的重要指标之一, 结膜充血程度分析包括球结膜充血和角膜缘充血, 准确地对其进行临床评估是诊断和治疗眼表疾病的关键^[21]。本研究中采取的手段能够量化分析受试者试验前后眼表充血的程度, 从而为进一步研究结膜充血程度与眼表疾病之间的关系及临床用药后观察患者眼表的变化提供了依据。本研究中发现, 受试者连续操作计算机后结膜充血程度加重, 可能与计算机辐射以及长时间注视、炎症、眼部疲劳等有关。

眼表、主泪腺及其之间的神经连接构成一个整体功能单位, 共同调控泪液分泌和泪膜形成过程, 维护眼表健康, 任一环节的损害均可导致泪膜完整性和功能的破坏^[22]。泪膜由最外层的脂质层、中间的水性成分以及最内层的黏液成分共同构成。已有研究发现, 泪膜脂质层的厚度与干眼的严重程度存在线性关系^[23], 可能与脂质层防止泪膜水分的蒸发, 维持泪膜稳定性以及维持眼表的光学表面, 减少微生物和有机物的侵袭有关^[24]。泪膜中的脂质主要由睑板腺所产生, 睑板腺结构和功能的改变会影响脂质的生成, 从而影响泪膜的稳定性。另一方面, 睑板腺的功能障碍能够引起一系列恶性循环而加重干眼^[25]。Keratograph 5M 非侵入性眼表综合分析仪能够通过摄像而动态观察泪膜的脂质层变化情况, 并能准确展示睑板腺的数量和形态, 是评估睑板腺功能的有用手段^[7]。本研究中发现, 受试者连续操作计算机 3 h 后脂质层与睑板腺未出现明显

变化,究竟是试验时间过短所致,还是计算机操作对睑板腺的功能无明显影响尚不清楚,睑板腺结构和功能的改变与视屏终端操作及泪膜脂质层变化的关系尚待进一步研究。此外,由于泪膜脂质层的变化是由检查者主观评价的,因此检查者操作的熟练程度和经验显得至关重要。本研究中为避免人为判断的差异,由同一位检查者进行检查和判断。

角膜荧光素染色是检测眼表损害的标准方法,可以发现角膜和结膜上皮的损害及其程度^[26]。角膜上皮细胞能够分泌黏蛋白,使角膜表面从疏水性转换为亲水性表面,当角膜上皮损伤时,黏蛋白分泌减少,泪膜的稳定性受到破坏。角膜荧光素染色能够直观地显示角膜上皮的正常情况,Keratograph 5M 非侵入性眼表综合分析仪可在钴蓝光背景下直接拍摄照片存档,简易实用。本研究中受试者连续操作计算机 3 h 后角膜荧光素染色未见明显变化,推测可能与测试时间过短有关。

研究表明,随着现代人群生活和工作模式中阅读强度的加大,人的眼压水平波动较大,高眼压的发生率也呈升高趋势^[27],故本研究中选择眼压作为观察指标,以探讨单次长时间计算机操作后受试者眼压是否发生变化,发现连续操作计算机 3 h 受试者眼压并未发生明显改变,是否与操作时间过短、受试者年龄较小、测试时间等有关尚不清楚,尚待大样本量的临床研究加以证实。

综上所述,长时间注视视屏终端会对人眼泪膜及眼表产生一定的不良影响,Keratograph 5M 非侵入性眼表综合分析仪能够快速、准确地评估泪膜及眼表情况,为眼表的健康评估和干眼的临床诊断提供客观依据。

参考文献

- [1] Shimazaki-Den S, Dogru M, Higa K, et al. Symptoms, visual function, and mucin expression of eyes with tear film instability [J]. *Cornea*, 2013, 32(9): 1211-1218. DOI:10.1097/ICO.0b013e318295a2a5.
- [2] Yamamoto Y, Yokoi N, Higashihara H, et al. Clinical characteristics of short tear film breakup time (BUT) -type dry eye [J]. *Nippon Ganka Gakkai Zasshi*, 2012, 116(12): 1137-1143.
- [3] Himebaugh NL, Begley CG, Bradley A, et al. Blinking and tear break-up during four visual tasks [J/OL]. *Optom Vis Sci*, 2009, 86(2): E106-114. <http://pt.wkhealth.com/pt/re/lwwgateway/landingpage.htm?jsessionid=W8KJMGspgZyPqH6PCwZy2v2j5VdJ0CDTIGC5JJDW96C7TjLG3!-396536289!181195628!8091!-1?issn=1040-5488&volume=86&issue=2&page=E106>. DOI:10.1097/OPX.0b013e318194e962.
- [4] Yokoi N, Uchino M, Uchino Y, et al. Importance of tear film instability in dry eye disease in office workers using visual display terminals: the Osaka study [J]. *Am J Ophthalmol*, 2015, 159(4): 748-754. DOI:10.1016/j.ajo.2014.12.019.
- [5] Goto T, Zheng X, Klyce SD, et al. A new method for tear film stability analysis using videokeratography [J]. *Am J Ophthalmol*, 2003, 135(5): 607-612.
- [6] Miller KL, Walt JG, Mink DR, et al. Minimal clinically important difference for the ocular surface disease index [J]. *Arch Ophthalmol*, 2010, 128(1): 94-101. DOI:10.1001/archophthalmol.2009.356.
- [7] Srinivasan S, Menzies K, Sorbara L, et al. Infrared imaging of meibomian gland structure using a novel keratograph [J]. *Optom Vis Sci*, 2012, 89(5): 788-794. DOI:10.1097/OPX.0b013e318253de93.
- [8] Arita R, Itoh K, Maeda S, et al. Proposed diagnostic criteria for sebaceous meibomian gland dysfunction [J]. *Cornea*, 2010, 29(9): 980-984. DOI:10.1097/ICO.0b013e3181cc7b1b.
- [9] 中华医学会眼科学分会角膜病学组. 我国角膜病学近五年十大研究进展 [J]. *中华眼科杂志*, 2014, 50(9): 695-698. DOI:10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2014.09.012.
- [10] Zhou L, Beuerman RW, Chan CM, et al. Identification of tear fluid biomarkers in dry eye syndrome using iTRAQ quantitative proteomics [J]. *J Proteome Res*, 2009, 8(11): 4889-4905. DOI:10.1021/pr900686s.
- [11] Diagnostic Methodology Subcommittee of the International Dry Eye WorkShop. Methodologies to diagnose and monitor dry eye disease: report of the Diagnostic Methodology Subcommittee of the International Dry Eye WorkShop (2007) [J]. *Ocul Surf*, 2007, 5(2): 108-152.
- [12] 祁媛媛, 赵少贞, 黄悦, 等. 新型非侵入性眼表综合分析仪在干眼评估中的应用价值 [J]. *中华实验眼科杂志*, 2015, 33(2): 165-169. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2015.02.014.
- [13] Qi YY, Zhou SZ, Huang Y, et al. Clinical value evaluation of a new noninvasive ocular analyzer for the assessment of dry eye [J]. *Chin J Exp Ophthalmol*, 2015, 33(2): 165-169. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2015.02.014.
- [14] Fuller DG, Potts K, Kim J. Noninvasive tear breakup times and ocular surface disease [J]. *Optom Vis Sci*, 2013, 90(10): 1086-1091. DOI:10.1097/OPX.0000000000000023.
- [15] Schlote T, Kadner G, Freudenthaler N. Marked reduction and distinct patterns of eye blinking in patients with moderately dry eyes during video display terminal use [J]. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2004, 242(4): 306-312. DOI:10.1007/s00417-003-0845-z.
- [16] Izquierdo JC, García M, Buxó C, et al. Factors leading to the computer vision syndrome: an issue at the contemporary workplace [J]. *Bol Asoc Med P R*, 2007, 99(1): 21-28.
- [17] Guillon M, Maissa C, Pouliquen P, et al. Effect of povidone 2% preservative-free eyedrops on contact lens wearers with computer visual syndrome: pilot study [J]. *Eye Contact Lens*, 2004, 30(1): 34-39. DOI:10.1097/01.ICL.0000101489.13687.9A.
- [18] Best N, Drury L, Wolffsohn JS. Clinical evaluation of the Oculus Keratograph [J]. *Cont Lens Anterior Eye*, 2012, 35(4): 171-174. DOI:10.1016/j.clae.2012.04.002.
- [19] Hong J, Sun X, Wei A, et al. Assessment of tear film stability in dry eye with a newly developed keratograph [J]. *Cornea*, 2013, 32(5): 716-721. DOI:10.1097/ICO.0b013e3182714425.
- [20] Doughty MJ, Laiquzzaman M, Oblak E, et al. The tear (lacrimal) meniscus height in human eyes: a useful clinical measure or an unusable variable sign? [J]. *Cont Lens Anterior Eye*, 2002, 25(2): 57-65.
- [21] Koh S, Ikeda C, Watanabe S, et al. Effect of non-invasive tear stability assessment on tear meniscus height [J/OL]. *Acta Ophthalmol*, 2015, 93(2): e135-139 [2015-12-05]. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/aos.12516>; jsessionid=EA08DCE93530181529BB0A41774855D0. f03i04. DOI:10.1111/aos.12516.
- [22] Rodriguez JD, Johnston PR, Ousler GW, et al. Automated grading system for evaluation of ocular redness associated with dry eye [J]. *Clin Ophthalmol*, 2013, 7: 1197-1204. DOI:10.2147/OPTH.S39703.
- [23] 刘祖国, 杨文照. 干眼症的发病机制 [J]. *眼科*, 2005, 14(5): 342-345.
- [24] Liu ZG, Yang WZ. Dry eye and its pathogenesis [J]. *Ophthalmology*, 2005, 14(5): 342-345.
- [25] Blackie CA, Solomon JD, Scaffidi RC, et al. The relationship between dry eye symptoms and lipid layer thickness [J]. *Cornea*, 2009, 28(7): 789-794. DOI:10.1097/ICO.0b013e318191b870.
- [26] 洪晶. 提高对睑板腺功能障碍的认识重视睑板腺功能障碍相关性干眼的药物治疗 [J]. *中华实验眼科杂志*, 2012, (30) 10: 865-868. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2012.10.001.
- [27] Hong J. Improving the understanding for meibomian gland dysfunction Paying attention to the management of meibomian gland dysfunction associated-dry eye [J]. *Chin J Exp Ophthalmol*, 2012, (30) 10: 865-868. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2012.10.001.
- [28] Green-Chureh KB, Butovich I, Willcox M, et al. The international workshop on meibomian gland dysfunction: Report of the subcommittee on tear film lipids and lipid-protein interactions in health and disease [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2011, 52: 1979-1993. DOI:10.1167/iovs.10-6997d.
- [29] Kaido M, Matsumoto Y, Shigeno Y, et al. Corneal fluorescein staining correlates with visual function in dry eye patients [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2011, 52(13): 9516-9522. DOI:10.1167/iovs.11-8412.
- [30] 李宁, 张忠志, 宁波. 儿童阅读强度与眼内压的关系 [J]. *中国实用眼科杂志*, 2005, 23(12): 1298-1301.
- [31] Li N, Zhang ZZ, Ning B. The impact of reading intensity on intraocular pressure [J]. *China J Pract Ophthalmol*, 2005, 23(12): 1298-1301.

(收稿日期:2016-01-22)

(本文编辑:尹卫靖 杜娟)