

# K5M 眼表分析仪与常规干眼检查对干眼泪膜分度的诊断试验

赵磊<sup>1</sup>, 王方媛<sup>2</sup>, 左韬<sup>2</sup>, 梁丽喆<sup>2</sup>, 迟凯耀<sup>1</sup>, 刘建宇<sup>1</sup>

引用:赵磊,王方媛,左韬,等. K5M 眼表分析仪与常规干眼检查对干眼泪膜分度的诊断试验. 国际眼科杂志 2021; 21(1): 132-136

基金项目: 财政部“中医药循证能力建设项目”(No.2019XZZX-YK008); 辽宁省自然科学基金项目(No.20170540557)

作者单位:<sup>1</sup>(110032) 中国辽宁省沈阳市, 辽宁中医药大学;

<sup>2</sup>(110034) 中国辽宁省沈阳市, 辽宁中医药大学附属第二医院

作者简介: 赵磊, 男, 博士研究生, 主治医师, 研究方向: 中西医结合眼科。

通讯作者: 左韬, 女, 毕业于辽宁中医药大学, 博士研究生导师, 主任医师, 研究方向: 中西医结合治疗眼科疾病. ykzt208@163.com; 梁丽喆, 女, 毕业于辽宁中医药大学, 博士, 副主任医师, 研究方向: 流行病学与循证医学. Doctor\_liang@126.com

收稿日期: 2020-05-14 修回日期: 2020-12-04

## 摘要

目的: 探究 OCULUS Keratograph 5M (简称 K5M) 眼表综合分析仪用于干眼泪膜分度诊断的诊断价值。

方法: 收集门诊通过常规干眼检查手段诊断为干眼的患者 50 例 100 眼与同时期可疑干眼的非干眼患者 20 例 40 眼, 通过 K5M 眼表分析仪采集以上患者的即时眼表参数, 包括第 1 次泪膜破裂时间 (NIBUTf)、平均泪膜破裂时间 (NIBUTav)、泪河高度 (TMH), 进行 K5M 眼表分析仪与常规干眼检查对干眼泪膜相关指标分度的诊断效能试验。

结果: K5M 眼表分析仪对干眼组与非干眼组 NIBUTf、NIBUTav、TMH 均有差异 ( $P < 0.05$ )。K5M 眼表分析仪的 NIBUTf 与常规检查诊断 BUT 的分度诊断符合率为 78.6%, ROC 曲线下面积为 0.795, 标准误为 0.042,  $P < 0.01$ , 95% 的置信区间为 (0.712, 0.878); K5M 眼表分析仪的 NIBUTav 与常规检查诊断 BUT 的符合率为 73.6%, ROC 曲线下面积为 0.853, 标准误为 0.033,  $P < 0.01$ , 95% 的置信区间为 (0.788, 0.917); K5M 眼表综合分析仪的 TMH 与常规检查诊断 S I t 的符合率为 87.9%, ROC 曲线下面积为 0.795, 标准误为 0.044,  $P < 0.01$ , 95% 的置信区间为 (0.709, 0.880)。通过 NIBUTf 结合 TMH 对干眼的探究性诊断的灵敏度为 98%, 特异度为 40%, 正确指数为 38%, 阳性似然比 1.63, 阴性似然比 0.05, 比值比 OR 为 32.6。通过 NIBUTav 结合 TMH 对干眼的探究性诊断的灵敏度为 86%, 特异度为 75%, 正确指数为 61%, 阳性似然比 3.44, 阴性似然比 0.187, 比值比 OR 为 18.39。

结论: K5M 眼表分析仪能够为干眼的单一泪膜指标分度诊断提供准确可靠的诊断价值; TMH 结合 NIBUTf 对干眼的诊断灵敏度要优于结合 NIBUTav, 而特异度要差于结合 NIBUTav。

关键词: 干眼; 眼表综合分析仪; 非侵入性泪膜破裂时间; 泪河高度

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2021.1.26

## Experimental study on the diagnosis of dry eye tear film grading by Keratograph 5M ocular surface analyzer and conventional ocular surface examination

Lei Zhao<sup>1</sup>, Fang-Yuan Wang<sup>2</sup>, Tao Zuo<sup>2</sup>, Li-Zhe Liang<sup>2</sup>, Kai-Yao Chi<sup>1</sup>, Jian-Yu Liu<sup>1</sup>

Foundation items: Evidence-based Capacity Building Project of Traditional Chinese Medicine of China Ministry of Finance (No. 2019XZZX-YK008); Liaoning Natural Science Foundation Project in 2017 (No.20170540557)

<sup>1</sup>Liaoning University of Traditional Chinese Medicine, Shenyang 110032, Liaoning Province, China; <sup>2</sup>The Second Affiliated Hospital of Liaoning University of Traditional Chinese Medicine, Shenyang 110034, Liaoning Province, China

Correspondence to: Tao Zuo. The Second Affiliated Hospital of Liaoning University of Traditional Chinese Medicine, Shenyang 110034, Liaoning Province, China. ykzt208@163.com; Li-Zhe Liang. The Second Affiliated Hospital of Liaoning University of Traditional Chinese Medicine, Shenyang 110034, Liaoning Province, China. Doctor\_liang@126.com

Received: 2020-05-14 Accepted: 2020-12-04

## Abstract

• AIM: To investigate the diagnostic value of Keratograph 5M for the diagnosis of dry eye (dry eye) tear film grading.

• METHODS: Totally 100 eyes diagnosed with dry eye by conventional means and 40 non-dry eye eyes with suspected dry eye at the same time were enrolled through OPC. The immediate ocular surface parameters of the above cases were collected by the K5M ocular surface analyzer, including the first tear film rupture time (NIBUTf), the average tear film rupture time (NIBUTav), and the tear river height (TMH) which were utilized to evaluate the diagnostic efficacy of K5M compared to routine ocular surface examination on the index of dry eye tear film.

• RESULTS: The comparison of NIBUTf, NIBUTav and TMH between dry eye group and non-dry eye group by K5M eye surface comprehensive analyzer showed

statistically significant differences (all  $P < 0.05$ ). The coincidence rate between the NIBUTf of K5M ocular surface analyzer and the BUT of routine diagnosis was 78.6%, and the area under the ROC curve as well as the standard error were 0.042 and 0.795 ( $P < 0.01$ ) with 95% confidence interval (0.712, 0.878); The coincidence rate between NIBUTav of K5M and BUT of routine examination diagnosis was 73.6%, and the area under the ROC curve as well as the standard error were 0.853 and 0.033 ( $P < 0.01$ ), with 95% confidence interval (0.788, 0.917). The coincidence rate between TMH of K5M and the S I t of conventional diagnosis was 87.9%, and the area under the ROC curve as well as the standard error were 0.795 and 0.044 ( $P < 0.01$ ), with the 95% confidence interval (0.709, 0.880). The sensitivity, specificity, correctness index, positive likelihood ratio, negative likelihood ratio, and odds ratio of the exploratory diagnosis of dry eye by NIBUTf combined with TMH were 98, 40, 38, 1.63, 0.05, and 32.6%, respectively. The sensitivity, specificity, correctness index, positive likelihood ratio, negative likelihood ratio, and odds ratio of the exploratory diagnosis of dry eye by NIBUTav combined with TMH were 86, 75, 61, 3.44, 0.187, 18.39%, respectively.

• **CONCLUSION:** K5M ocular surface analyzer can provide accurate and reliable diagnostic value for single tear film index grading diagnosis of dry eye; compared with TMH combined with NIBUTav, TMH combined with NIBUTf was more sensitive but less specific in diagnosing dry eye.

• **KEYWORDS:** dry eye; OCULUS Keratograph; noninvasive Keratograph tear breakup time; tear meniscus height

**Citation:** Zhao L, Wang FY, Zuo T, *et al.* Experimental study on the diagnosis of dry eye tear film grading by Keratograph 5M ocular surface analyzer and conventional ocular surface examination. *Guoji Yanke Zazhi(Int Eye Sci)* 2021;21(1):132-136

## 0 引言

干眼(dry eye)是多因素致病的常见眼表疾病,以泪膜稳态破坏并伴有眼部相应症状为特征<sup>[1]</sup>。干眼的患病率为 8.7%~30.1%,干眼不仅会影响患者日常生活与工作效率,还会对其心理产生极大影响<sup>[2]</sup>。OCULUS Keratograph 5M(简称 K5M)眼表分析仪应用于眼表检查和干眼诊断,具有客观、非侵入、无需染色等优点,突破了传统检查手段的局限性,提高了干眼的诊疗效率及客观性。K5M 眼表分析仪用于干眼的诊断价值研究已有诸多报道<sup>[3-5]</sup>,但目前该仪器尚不能代替传统干眼诊断手段,未形成针对该设备的诊断标准,该设备仍然主要用于评价眼表损害<sup>[6-12]</sup>,以及干眼的疗效评估<sup>[13-17]</sup>。因此,研究 K5M 眼表分析仪用于诊断干眼患者眼表损害程度的准确性十分必要。目前,K5M 与常规干眼检查对泪液分泌量和泪膜稳定性分度的诊断 ROC 研究未见报道。本研究拟通过研究 K5M 眼表综合分析仪在临床诊断干眼泪膜损害程度的 ROC 分析,并通过 K5M 眼表分析仪的泪膜指标对干眼进行探究性诊断,为该仪器的应用提供技术支持与依据。

## 1 对象和方法

1.1 对象 所有病例均来源于 2019-01/12 于辽宁中医药大学附属第二医院确诊的干眼患者 50 例 100 眼,再随机抽取 20 例 40 眼同时期临床可疑干眼的非干眼患者设为对照组,并记录患者的性别、年龄等资料。所有患者均被告知其可能的不良反应及风险,并签署知情同意书。本研究通过医院伦理委员会审批。

1.1.1 干眼诊断<sup>[18]</sup> (1)有干燥感、异物感、烧灼感、疲劳感、不适感、视力波动等主观症状之一和 BUT $\leq$ 5s 或无表面麻醉 Schirmer I 试验(S I t) $\leq$ 5mm/5min 可诊断干眼;(2)有以上主观症状之一和 5s<BUT $\leq$ 10s 或 5mm/5min<S I t $\leq$ 10mm/5min 时,且角膜荧光染色(+)可诊断干眼。

1.1.2 纳入标准 (1)符合干眼诊断标准;(2)年龄 18~75 岁;(3)自愿参加本试验,并签署知情同意书者。

1.1.3 排除标准 (1)角膜炎、角膜溃疡、急性结膜炎等影响检测的眼表疾病;(2)合并严重心脑血管疾病患者(恶性心律失常、不稳定型心绞痛、急性心肌梗死,心功能 3 级及以上、脑卒中、脑出血等);(3)哮喘、支气管扩张症、肺结核、肺栓塞、慢性呼吸衰竭及其他严重呼吸系统疾病患者;(4)严重认知及精神异常等;(5)计划妊娠、已经怀孕和正在哺乳期的女性;(6)合并神经肌肉疾病、严重的骨关节疾病致活动困难不能配合检查者。

## 1.2 方法

1.2.1 OCULUS K5M 眼表综合分析仪数据采集 使用 K5M 眼表分析仪采集第 1 次泪膜破裂时间(NIBUTf)、平均泪膜破裂时间(NIBUTav)、泪河高度(TMh)数据。按照标准检查程序进行检查和数据采集,所有病例均由同一位医生完成。指标分度判定标准<sup>[19]</sup>:BUT:(1)正常:NIBUTf $\geq$ 10s,NIBUTav $\geq$ 14s;(2)临界:NIBUTf:6~9s,NIBUTav:7~13s;(3)干眼:NIBUTf $\leq$ 5s,NIBUTav $\leq$ 7s。TMh:正常:TMh $\geq$ 0.2mm;异常:TMh<0.2mm。

1.2.2 常规干眼检查手段采集干眼数据 采用常规手段采集 S I t 与 BUT,并综合国际干眼研讨会确定的干眼严重程度分类标准<sup>[20]</sup>与 2013 年中华医学会眼科学分会角膜病学组制定的专家共识<sup>[18]</sup>进行分度:BUT:(1)正常: BUT>10s;(2)临界: BUT:6~10s;(3)干眼: BUT $\leq$ 5s。S I t:(1)正常: S I t>10mm/5min;(2)临界: S I t:6~10mm/5min;(3)干眼: S I t $\leq$ 5mm/5min。

统计学分析:采用 SPSS23.0 软件进行统计分析,计量资料采用  $\bar{x}\pm s$  表示,计数资料采用率或构成比表示。组间性别的比较采用  $\chi^2$  检验,组间年龄、NIBUTf、NIBUTav、TMh 比较采用独立样本  $t$  检验;诊断符合率为(重复试验获得相同结果次数/试验总次数) $\times$ 100%,以此评价可靠性;采用诊断性试验评价 K5M 眼表分析仪对干眼分度的诊断价值,采用 ROC 曲线评估其诊断效能。 $P < 0.05$  表示差异具有统计学意义。

## 2 结果

2.1 患者基线资料及 K5M 眼表分析仪对眼表检查比较 干眼组与非干眼组性别、年龄比较,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ );干眼组与非干眼组组间 NIBUTf、NIBUTav、TMh 比较,差异均有统计学意义( $P < 0.01$ ),见表 1。

2.2 K5M 眼表综合分析仪对 NIBUTf 的 ROC 分析 K5M

表1 两组患者基线资料及K5M眼表分析仪检测的眼表资料比较

组别	例数/眼数	性别(男/女,例)	年龄( $\bar{x}\pm s$ ,岁)	NIBUTf( $\bar{x}\pm s$ ,s)	NIBUTav( $\bar{x}\pm s$ ,s)	TMH( $\bar{x}\pm s$ ,mm)
干眼组	50/100	15/35	55.02±14.93	3.97±1.46	5.65±2.25	0.20±0.05
非干眼组	20/40	7/13	48.75±14.74	7.30±4.07	10.48±4.63	0.25±0.07
$\chi^2/t$		0.166	1.59	-7.15	-8.30	-4.24
<i>P</i>		0.684	0.116	<0.01	<0.01	<0.01

注:<sup>a</sup>*P*<0.05 vs 非干眼组。

眼表综合分析仪的NIBUTf与常规检查诊断BUT的符合率为78.6%,ROC曲线下面积为0.795,标准误为0.042,*P*<0.01,95%置信区间为(0.712,0.878),见表2,图1。

### 2.3 K5M眼表分析仪对NIBUTav的ROC分析

K5M眼表分析仪的NIBUTav与常规检查诊断BUT的符合率为73.6%,ROC曲线下面积为0.853,标准误为0.033,*P*<0.01,95%置信区间为(0.788,0.917),见表3,图2。

### 2.4 K5M眼表分析仪对泪液分泌量的ROC分析

K5M眼表分析仪的TMH与常规检查诊断SIt的符合率为87.9%,ROC曲线下面积为0.795,标准误为0.044,*P*<0.01,95%置信区间为(0.709,0.880),见表4,图3。

### 2.5 K5M眼表分析仪结合NIBUTf与TMH对干眼的探究性诊断分析

拟探究K5M眼表分析仪对干眼的诊断标准1:(1)有干燥感、异物感、疲劳感、不适感、烧灼感、视力波动等主观症状之一和NIBUTf≤5s可诊断干眼;(2)有以上主观症状之一和NIBUTf:6~9s且TMH<0.2mm时可诊断干眼。灵敏度为98%,特异度为40%,正确指数为38%,阳性似然比1.63,阴性似然比0.05,比值比OR为32.6,见表5。

### 2.6 K5M眼表分析仪结合NIBUTav与TMH对干眼的探究性诊断分析

拟探究K5M眼表分析仪对干眼的诊断标准2:(1)有干燥感、异物感、疲劳感、不适感、烧灼感、视力波动等主观症状之一和NIBUTav≤7s可诊断干眼;(2)有以上主观症状之一和NIBUTav:7~13s且TMH<0.2mm时可诊断干眼。灵敏度为86%,特异度为75%,正确指数为61%,阳性似然比3.44,阴性似然比0.187,比值比OR为18.39,见表6。

**2.7 病案举例** 患者赵某,双眼干涩6mo余,K5M眼表分析仪检测TMH、NIBUTf、NIBUTav结果见图4,常规眼表干眼检测:SIt:OD:9mm/5min,OS:11mm/5min;BUT:OD:4s,OS:5s。两种检测方式对泪膜分度诊断对应良好。

## 3 讨论

K5M眼表分析仪是OCULUS公司推出的眼表综合分析设备,综合应用于角膜眼表检查和干眼诊断。该仪器测定泪膜破裂时间和泪河高度时,均不需要使用荧光素染色,患者舒适度及依从性更好。且可获得首次及平均泪膜破裂时间两个数据,诊断评价更加全面;测量泪河高度时,2s即可测量完毕,用时短且重复性良好。

本研究发现K5M眼表分析仪对干眼组与非干眼组间NIBUTf、NIBUTav、TMH比较均有统计学差异。诸科璇等<sup>[21]</sup>使用K5M眼表分析仪测定干眼患者的泪膜功能发现干眼组TMH平均为0.19±0.04mm,这与本研究的0.20±0.05mm极为接近;而正常组为0.28±0.06mm,要高于本研究的0.25±0.07mm,考虑原因为本研究对照组纳入患者为

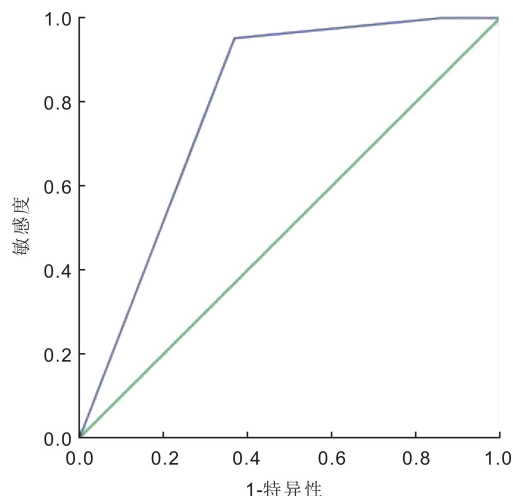


图1 K5M眼表分析仪对NIBUTf的ROC曲线。

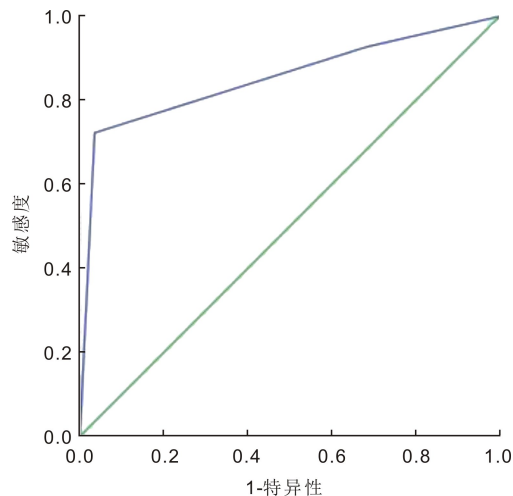


图2 K5M眼表分析仪对NIBUTav的ROC曲线。

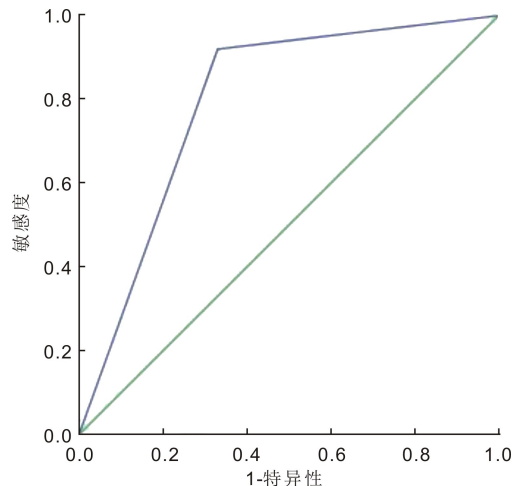


图3 K5M眼表分析仪对泪液分泌的ROC曲线。

可疑干眼者,而对方纳入的为正常人;本研究的NIBUTf、NIBUTav测量值均要低于诸科璇等<sup>[21]</sup>的研究,考虑就诊

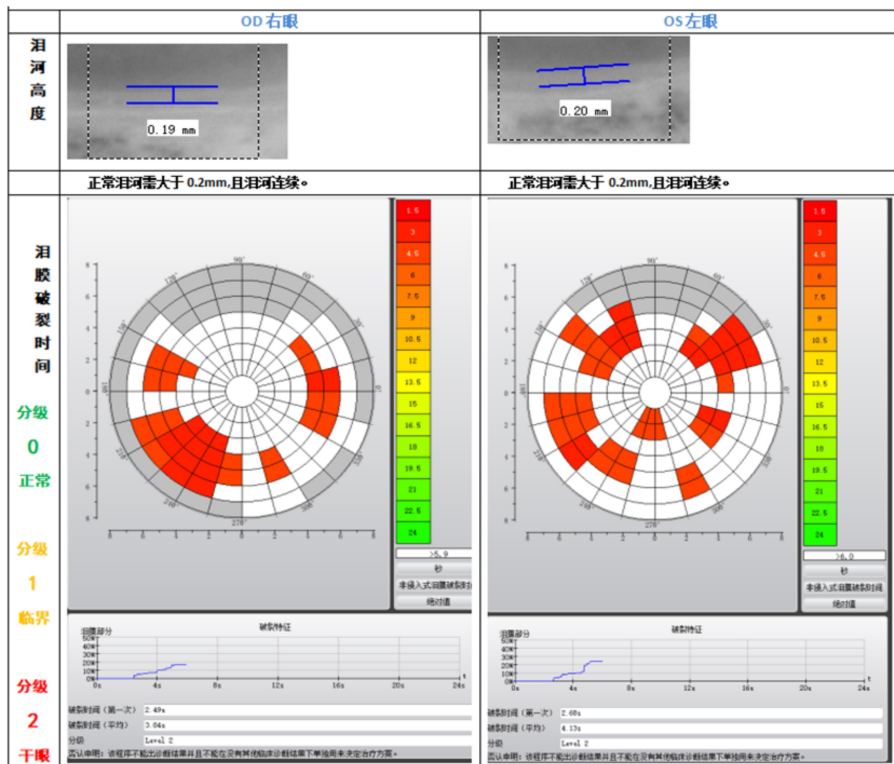


图 4 K5M 眼表综合分析仪检查结果。

表 2 K5M 眼表综合分析仪对 NIBUTf 的 ROC 分析 眼 (%)

BUT 分度	NIBUTf 分度			合计
	正常	临界	干眼	
干眼	0	4(2.9)	79(56.4)	83
临界	4(2.9)	27(19.3)	20(14.3)	51
正常	4(2.9)	1(0.7)	1(0.7)	6
合计	8	32	100	140

表 3 K5M 眼表综合分析仪对 NIBUTav 的 ROC 分析 眼 (%)

BUT 分度	NIBUTav 分度			合计
	正常	临界	干眼	
干眼	6(4.3)	17(12.1)	60(42.9)	83
临界	12(8.6)	37(26.4)	2(1.4)	51
正常	6(4.3)	0	0	6
合计	24	54	62	140

表 4 K5M 眼表综合分析仪对泪液分泌量的 ROC 分析 眼 (%)

SIt 分度	TMH 分度		合计
	正常	异常	
干眼	2(1.4)	23(16.4)	25
临界	10(7.1)	33(23.6)	43
正常	67(47.9)	5(3.6)	72
合计	79	61	140

的干眼患者存在地域差异,对方为浙江地区,气候湿润,而本研究主要为我国东北地区,气候环境多干燥。Nichols 等<sup>[22]</sup>也提出环境因素,如温度、湿度等,容易影响干眼的测量结果。且本研究对组间泪膜指标差异性研究与 Hong 等<sup>[23]</sup>研究结果基本接近。本研究发现 K5M 眼表综合分

表 5 K5M 眼表综合分析仪对于干眼诊断的 ROC 分析 例

K5M 眼表检查	常规眼表检查		合计
	干眼	非干眼	
干眼	49	12	61
非干眼	1	8	9
合计	50	20	70

表 6 K5M 眼表综合分析仪对于干眼诊断的 ROC 分析 例

K5M 眼表检查	常规眼表检查		合计
	干眼	非干眼	
干眼	43	5	48
非干眼	7	15	22
合计	50	20	70

析仪的 NIBUTf 与常规检查 BUT 分度诊断的符合率为 78.6%,ROC 曲线下面积为 0.795,标准误为 0.042, $P<0.01$ ,95%的置信区间为 (0.712,0.878);K5M 眼表分析仪的 NIBUTav 与常规检查诊断 BUT 的符合率为 73.6%,ROC 曲线下面积为 0.853,标准误为 0.033, $P<0.01$ ,95%的置信区间为 (0.788,0.917);证明 K5M 眼表综合分析仪对于 BUT 分度诊断具有较好的准确性,用于评估治疗效果应用性较好。田磊等<sup>[4]</sup>应用 K5M 的 NIBUTf 诊断干眼的曲线下面积为 0.740、灵敏度达 80%、特异度为 67.59%,而通过 NIBUTav 分别为 0.798、64.55%、83.33%。诸科璇等<sup>[21]</sup>通过 K5M 眼表分析仪测得的首次 NIBUTf 与 BUT 呈正相关 ( $r=0.833,P<0.01$ ),NIBUTav 与 BUT 也同样呈正相关 ( $r=0.727,P<0.01$ )。相关研究<sup>[17,24]</sup>发现 K5M 能够提供重复性和可靠性均较好的 BUT 数据,在干眼诊治方面具有良好的应用前景。K5M 眼表分析仪的 TMH 与常规检查诊

断 S I t 的符合率为 87.9%, ROC 曲线下面积为 0.795, 标准误差为 0.044,  $P < 0.01$ 。田磊等<sup>[4]</sup>应用 K5M 的 TMH 单独诊断干眼的曲线下面积为 0.660, 灵敏度为 33.63%, 特异度为 94.44%。虽然两者验证模式不一样, 本文为 K5M 单一指标对常规检查单一指标的分度诊断试验, 对方为单一指标对疾病的诊断试验, 但两者研究结果较为接近。亦有研究<sup>[25-26]</sup>显示 TMH 与 S I t 所测的值呈明显正相关, 所以, TMH 可以作为一种非侵入性检测方法反映泪液分泌量。

通过 NIBUTf 结合 TMH 对干眼的探究性诊断的灵敏度为 98%, 特异度为 40%, 正确指数为 38%, 阳性似然比 1.63, 阴性似然比 0.05, 比值比 OR 为 32.6。通过 NIBUTf 结合 TMH 诊断干眼的灵敏度高, 而特异度较差, 考虑原因为本研究非干眼组纳入患者为可疑干眼者, 故而临床应用 NIBUTf 结合 TMH 进行干眼诊断宜灵活运用, 且尤宜慎重。而通过 NIBUTav 结合 TMH 对干眼的探究性诊断的灵敏度为 86%, 特异度为 75%, 正确指数为 61%, 阳性似然比 3.44, 阴性似然比 0.187, 比值比 OR 为 18.39。相对来说该组合诊断的灵敏度和特异度都较均衡, 临床可以适当采用, 能够为临床医生提供一定的参考。王莎莎等<sup>[27]</sup>也发现 K5M 眼表分析仪在分析眼表特征时, NIBUTav 要比 NIBUTf 更具有临床意义。由于本研究未纳入角膜上皮荧光染色相应指标, 也是造成干扰诊断准确性的因素。干眼本身就是多因素相关的复杂眼表疾病, 且临床症状较为多样, 其体征可在多个层面进行分析, 包括生理、解剖因素相关的泪液分泌量、泪液渗透压、泪膜脂质层厚度、睑板腺缺失等, 及其角膜相关的角膜知觉、角膜荧光素染色等。干眼的症状与相关检查指标间有互相交叉, 同时与干眼的性质、程度密切相关, 因此通过一个或几个指标完成干眼的评估不够客观<sup>[28]</sup>。本探究旨在为临床提供一个参考, 通过 K5M 进行干眼诊断还需未来进行更为严谨的研究探索。

K5M 眼表综合分析仪用于干眼的单一泪膜指标分度诊断的准确度及可靠性均较好, 能够为临床应用于分度诊断及疗效评价提供准确可靠的价值。

#### 参考文献

- 1 Craig JP, Nichols KK, Akpek EK, et al. TFOS DEWS II Definition and Classification report. *Ocul Surf* 2017;15:276e83
- 2 晏晓明. 解读国际泪膜与眼表协会 2017 年干眼专家共识中的干眼流行病学. *中华实验眼科杂志* 2019;37(3):226-228
- 3 吴晓琼, 王超, 陈映, 等. Keratograph 5M 眼表综合分析仪在儿童干眼症中的应用价值. *广东医学* 2018;39(13):2006-2009
- 4 田磊, 宋文秀, 王智群, 等. Keratograph 5M 眼表综合分析仪在干眼诊断中的应用研究. *首都医科大学学报* 2017;38(1):11-16
- 5 赫红丹, 孙莉群, 张雪. Keratograph 5M 眼表综合分析仪在干眼诊断及分型中的应用价值. *医疗卫生装备* 2020;41(1):59-61, 94
- 6 Asunción AJ, Manuel CM, Jesús MI, et al. Keratograph 5M As A Useful And Objective Tool For Evaluating The Ocular Surface In Limbal Stem Cell Deficiency. *Clin Ophthalmol* 2019;13:2025-2033
- 7 García-Montero M, Rico-Del-Viejo L, Lorente-Velázquez A, et al. Repeatability of Noninvasive Keratograph 5M Measurements Associated With Contact Lens Wear. *Eye Contact Lens* 2019;45(6):377-381

- 8 Wang A, Gu ZY, Liao RF, et al. Dry Eye Indexes Estimated by Keratograph 5M of Systemic Lupus Erythematosus Patients without Secondary Sjögren's Syndrome Correlate with Lupus Activity. *J Ophthalmol* 2019;29(8):8509089
- 9 Soares A, Faria-Correia F, Franqueira N, et al. Effect of superior blepharoplasty on tear film: objective evaluation with the Keratograph 5M—a pilot study. *Arq Bras Oftalmol* 2018;81(6):471-474
- 10 Pérez Bartolomé F, Martínez de la Casa JM, Arriola Villalobos P, et al. Ocular Redness Measured with the Keratograph 5M in Patients Using Anti-Glaucoma Eye Drops. *Semin Ophthalmol* 2018;33(5):643-650
- 11 王宏娜, 鲁元媛, 丁香英, 等. 配戴夜戴型角膜塑形镜对青少年近视患者泪膜稳定性的影响. *中国医科大学学报* 2019;48(12):1118-1121
- 12 余孟婷, 吴文捷, 吴鑫娜, 等. 白内障超声乳化手术前后眼表的变化. *国际眼科杂志* 2019;19(11):1962-1966
- 13 程娟, 李琦, 任丽红, 等. 眼针联合常规针刺治疗肝肾阴虚型干眼临床观察. *中国针灸* 2019;39(9):945-949
- 14 王秀春. 非侵入性眼表综合分析仪在指导干眼症患者个体化治疗中的应用. *医疗装备* 2019;32(2):115-116
- 15 刘小天, 沃旭君, 裘炜锋, 等. 阴津枯竭方加减联合人工泪液治疗白内障术后干眼在应用 Oculus 眼表综合分析仪评价中的疗效分析. *中华中医药学刊* 2017;35(12):3169-3172
- 16 汪波, 杨燕宁, 黄林英, 等. 双通道技术联合眼表综合分析仪评价重组人表皮生长因子衍生物滴眼液治疗中度干眼伴浅层点状角膜病变的效果. *武汉大学学报(医学版)* 2017;38(4):622-628, 663
- 17 伍志琴, 杨燕宁, 袁静, 等. 非侵入性眼表综合分析仪观察可降解泪小点塞栓治疗中重度干眼的临床效果. *武汉大学学报(医学版)* 2017;38(4):637-640
- 18 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). *中华眼科杂志* 2013;49(1):73
- 19 Jiang Y, Ye H, Xu J, et al. Noninvasive Keratograph assessment of tear film break-up time and location in patients with age related cataracts and dry eye syndrome. *J Int Med Res* 2014;42(2):494-502
- 20 刘祖国, 龚岚, 王华, 等. 干眼. 北京:人民卫生出版社 2017:80
- 21 诸科璇, 谢文加, 应靖璐, 等. 运用 Keratograph 5M 眼表综合分析仪评价干眼患者的泪膜及睑板腺功能. *浙江大学学报(医学版)* 2016;45(4):422-428
- 22 Nichols KK, Mitchell GL, Zadnik K. The repeatability of clinical measurements of dry eye. *Cornea* 2004;23(3):272-285
- 23 Hong J, Sun X, Wei A, et al. Assessment of tearfilm stability in dry eye with a newly developed keratograph. *Cornea* 2013;32(5):716-721
- 24 沈沛阳, 陈海波, 刘红山, 等. Keratograph 眼表综合分析仪与传统方法对泪膜功能评价的一致性分析. *国际眼科杂志* 2015;15(5):846-849
- 25 Ibrahim OM, Dogru M, Takano Y, et al. Application of visante optical coherence tomography tear meniscus height measurement in the diagnosis of dry eye disease. *Ophthalmology* 2010;117(10):1923-1929
- 26 Altan-Yaycioglu R, Sizmaz S, Canan H, et al. Optical coherence tomography for measuring the tear film meniscus: correlation with schirmer test and tear-film breakup time. *Curr Eye Res* 2013;38(7):736-742
- 27 王莎莎, 许斐平, 何杰, 等. 应用非接触性眼表综合分析仪观察 T2DM 和/或高血压患者的眼表特征. *国际眼科杂志* 2019;19(6):1017-1021
- 28 梁庆丰. 科学分析干眼的症状与体征. *中华眼科杂志* 2016;52(7):490-493