

# 三种泪液评估方法在干眼诊断中相关性及其一致性研究

翟耀华, 赵东卿, 孟飞鹰, 赵多, 顾丽哲, 何绪琦, 任胜卫

引用: 翟耀华, 赵东卿, 孟飞鹰, 等. 三种泪液评估方法在干眼诊断中相关性及其一致性研究. 国际眼科杂志 2023;23(3):517-521

基金项目: 河南省科技攻关计划联合共建项目 (No. LHGJ20210082)

作者单位: (450003) 中国河南省郑州市, 河南省人民医院 河南省眼科研究所 河南省立眼科医院 郑州大学人民医院

作者简介: 翟耀华, 硕士, 主治医师, 研究方向: 屈光、角膜及眼表疾病。

通讯作者: 赵东卿, 本科, 主任医师, 主任, 研究方向: 角膜及眼表疾病. ykzdzq@sina.com

收稿日期: 2022-06-17 修回日期: 2023-02-10

## 摘要

目的: 研究 Schirmer I 试验 (S I t)、泪河高度 (TMH)、新一代泪液检测技术泪河试纸 (SMTube) 三种泪液评估方法在干眼诊断中的相关性及其评价泪液量的一致性。

方法: 采用诊断试验研究方法, 选择 2021-05/06 期间按照就诊顺序, 随机纳入就诊于河南省立眼科医院干眼门诊的干眼患者 183 例 183 眼 (均纳入右眼)。均行 S I t、TMH 和 SMTube 检查, 对测量结果的相关性和一致性进行分析。

结果: 纳入患者 OSDI 问卷得分为 43.75 (31.25, 58.33) 分, NIBUT 为 7.26 (4.97, 9.37) s, S I t 测量结果为 6 (2, 12) mm/5min, TMH 测量结果为 0.18 (0.14, 0.22) mm, SMTube 测量结果为 5 (3, 8) mm/5s; 相关性分析结果: TMH 与 SMTube 呈正相关 ( $r_s = 0.751, P < 0.001$ ), S I t 与 TMH ( $r_s = 0.139, P = 0.060$ ) 和 SMTube ( $r_s = 0.019, P = 0.799$ ) 无相关性。一致性分析结果: TMH 与 SMTube 评价泪液量的一致性较好 ( $Kappa = 0.794, P = 0.044$ ), S I t 与 TMH ( $Kappa = 0.271, P = 0.074$ ) 和 SMTube ( $Kappa = 0.193, P = 0.070$ ) 评价泪液量的一致性差。

结论: SMTube 是一种新型、简单、快捷评价泪液量的工具, 与 TMH 测量结果的相关性和一致性好, 在临床应用中可替代 TMH 测量但不能替代 S I t。

关键词: Schirmer I 试验; 泪河高度; 泪河试纸; 泪液评估方法

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2023.3.33

## Correlation and consistency of three methods for tear evaluation in the diagnosis of dry eye

Yao-Hua Zhai, Dong-Qing Zhao, Fei-Ying Meng, Duo Zhao, Li-Zhe Gu, Xu-Qi He, Sheng-Wei Ren

Foundation item: Henan Science and Technology Research Plan Joint Construction Project (No. LHGJ20210082)

Henan Provincial People's Hospital; Henan Eye Institute; Henan Eye Hospital; People's Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450003, Henan Province, China

Correspondence to: Dong-Qing Zhao. Henan Provincial People's Hospital; Henan Eye Institute; Henan Eye Hospital; People's Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450003, Henan Province, China. ykzdzq@sina.com

Received: 2022-06-17 Accepted: 2023-02-10

## Abstract

• AIM: To explore the correlation and consistency of three tear assessment methods in the diagnosis of dry eye, which include the Schirmer I test (S I t), tear meniscus height (TMH) measurement and a new generation of tear detection technology - Strip meniscometry tube (SMTube).

• METHODS: A diagnostic test study. A total of 183 dry eye outpatients (183 right eyes) in the Dry Eye Center of Henan Eye Hospital were enrolled from May to June 2021. The S I t, TMH and SMTube were performed on all patients, and the correlation and consistency of the measurement results were analyzed.

• RESULTS: The ocular surface disease index (OSDI) of all included patients was 43.75 (31.25, 58.33), noninvasive breakup time (NIBUT) was 7.26 (4.97, 9.37) s, and the results of S I t, TMH and SMTube were 6 (2, 12) mm/5min, 0.18 (0.14, 0.22) mm and 5 (3, 8) mm/5s, respectively; The results of correlation analysis: TMH was positively correlated with SMTube ( $r_s = 0.751, P < 0.001$ ), however, S I t had no correlation with TMH ( $r_s = 0.139, P = 0.060$ ) and SMTube ( $r_s = 0.019, P = 0.799$ ). The results of consistency analysis: TMH showed good consistency with SMTube ( $Kappa = 0.794, P = 0.044$ ), however, S I t showed poor consistency with TMH ( $Kappa = 0.271, P = 0.074$ ) and SMTube ( $Kappa = 0.193, P = 0.070$ ) respectively.

• CONCLUSION: SMTube is a new, simple and convenient tool for evaluating tear volume. It has a good correlation and consistency with TMH measurement results. Therefore, it can replace TMH measurement, but cannot replace S I t in clinical application.

• KEYWORDS: Schirmer I test; tear meniscus height; strip meniscometry tube; tear evaluation method

Citation: Zhai YH, Zhao DQ, Meng FY, et al. Correlation and consistency of three methods for tear evaluation in the diagnosis of dry eye. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2023;23(3):517-521

## 0 引言

干眼是眼科常见疾病之一,为多因素引起的慢性眼表疾病,它是由泪液的质、量及动力学异常导致的泪膜不稳定或眼表微环境失衡,可伴有眼表炎性反应、组织损伤及神经异常,造成眼部多种不适症状和(或)视功能障碍<sup>[1-2]</sup>。我国干眼发病率为21%~30%<sup>[3-4]</sup>,并呈现逐年增长趋势。水液缺乏型干眼是干眼的主要类型之一<sup>[1,5]</sup>。目前临床上诊断水液缺乏型干眼常用方法有:Schirmer I 试验(Schirmer I test, S I t)和泪河高度(tear meniscus height, TMH)测定<sup>[6]</sup>。传统的 S I t 测量需要5min完成,试验中受试者体验感差,可引起刺激性泪液分泌,因此,其结果的准确性和重复性较差<sup>[7]</sup>;泪河的泪液容积占眼表泪液总量的75%~90%,其中,下方TMH及泪河深度,可反映整个眼表的泪液量、泪液系统的功能和病理变化<sup>[8]</sup>,TMH是初步判断泪液分泌量的指标,传统检查方法有裂隙灯下荧光TMH测定,但这种方法不能量化,需要依靠观察者的长期临床经验,还可能会受到观察时间或光线强度等因素干扰,影响结果的准确性。随着科技的发展,采用眼前节光学相干断层扫描(optical coherent tomography, OCT)、Oculus Keratography 眼表综合分析仪等测量非干涉TMH逐渐成为主流,该测量方法为非侵入式,结果准确<sup>[8]</sup>,但购买仪器费用昂贵,限制了此方法的推广应用。新一代泪液检测技术泪河试纸(SMTube)是一种新型的干眼检查工具,它为长85.0mm×宽7.0mm×高0.3mm的条状结构,携带方便,不受设备等条件限制,操作简便,检查时间仅需5s,大大缩短了泪河的量化测量检查时间。本研究将探讨三种评估泪液方法在干眼诊断中的相关性和评价泪液量的一致性。

## 1 对象和方法

### 1.1 对象

采用诊断试验研究方法。选择2021-05/06期间按照就诊顺序,随机纳入就诊于河南省立眼科医院干眼门诊的患者183例183眼(均纳入右眼)。纳入标准:(1)自愿并签署知情同意书,18岁≤年龄≤70岁;(2)干眼诊断标准:根据《中国干眼专家共识:检查和诊断(2020年)》选择眼表疾病指数量表(Ocular Surface Disease Index, OSDI)问卷得分≥13分,非干涉泪膜破裂时间(noninvasive breakup time, NIBUT)<10s者<sup>[9]</sup>。排除标准:(1)正在发作的急性眼表性疾病,如急性角膜炎、急性结膜炎等;(2)泪道相关疾病,如慢性泪道炎、慢性泪囊炎等;(3)影响TMH测量的疾病,如斜视、眼球震颤、结膜囊松弛、下眼睑松弛等;(4)影响泪膜不完整疾病,如:倒睫、眼睑缺失等;(5)孕期或哺乳期妇女;(6)患有全身或眼部传染性疾病。本研究符合《赫尔辛基宣言》,经河南省立眼科医院伦理委员会审核批准[No. HNEECK-2021(20)],所有纳入患者均知晓试验目的并签署知情同意书。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 眼科常规检查

(1)裸眼视力(uncorrected visual acuity, UCVA)(Snellen 视力表)检查;(2)裂隙灯显微镜行

眼前节检查,直接检眼镜行眼底检查;(3)采用全自动非接触式眼压计测量眼压。

#### 1.2.2 干眼检查

为保证受检者泪液质和量不受到影响,同一受检者测量各项检查时在同一环境和时间段内完成,受检者经眼科常规检查后,首先填写OSDI问卷,行NIBUT检查,再测量非干涉TMH测量,休息10~15min后进行SMTube测量,等待30min后,最终行S I t。三种检查用时控制在1h内。

##### 1.2.2.1 OSDI 问卷

由一位医务工作者负责讲解OSDI问卷内容,并填写OSDI问题,由另一位医务工作者核实后统计OSDI得分。

##### 1.2.2.2 NIBUT 测量

采用眼表综合分析仪对受试者眼表进行NIBUT测量。安静、暗光环境下,受试者坐于眼表分析仪前,下颌放于下颌托、前额贴近额托,电脑显示屏上选择NIBUT测量模式,嘱受试者双眼目视前方,经两次眨眼后,仪器自动采集测量。当NIBUT<10s时,为泪膜不稳定。

##### 1.2.2.3 S I t

安静暗光环境下,患者取坐位,将泪液试纸放于受试者下睑结膜囊中外1/3处,嘱患者轻轻闭眼,秒表计时5min,5min后取出试纸条,记录试纸条湿润长度,当湿润长度<10mm/5min时,为泪液分泌量减少,当湿润长度≥10mm/5min时,泪液分泌量正常<sup>[10]</sup>。

##### 1.2.2.4 非干涉 TMH 测量

采用眼表综合分析仪对受试者眼表进行TMH测量。安静、暗光环境下,受试者坐于眼表分析仪前,下颌放于下颌托、前额贴近额托,电脑显示屏上选择红外TMH测量模式,嘱受试者双眼目视前方,经两次眨眼后,待TMH稳定后测量。红外模式下,当测量TMH<0.20mm时,为泪河高度降低,泪液量减少,当测量0.50mm≥TMH≥0.20mm时,为泪液量正常<sup>[3,11-12]</sup>。

##### 1.2.2.5 SMTube 测量

SMTube试纸的构成结构简单,试纸由聚对苯二甲酸乙二醇酯制成,上面黏贴有同尺寸的氨基甲酸酯材料,中央有0.40mm深的沟槽,中央沟槽内放置有一个孔径为8μm,浸有天然蓝色染料的硝酸纤维素膜滤纸条<sup>[10]</sup>,整个滤纸条由标识线、滤纸和载体三部分组成。产品呈细条状,两侧均带有毫米刻度线,中央轴线为宽约1mm的凹槽,凹槽的材质为滤纸,中间为手持部位,两侧为对称设计,标示L、R,可分别完成左、右眼泪液分泌功能的检测(图1)。操作时,在安静、暗光环境下进行,受试者坐于裂隙灯前,下颌放于下颌托、前额贴近额托,将裂隙灯调整为宽裂隙光,弱光下观察受试者泪河情况,将SMTube头端放于受检眼中央稍外侧泪河处,并避免接触球结膜,秒表计时5s后,取下试纸条,记录浸染长度。试纸湿润长度一定程度上反映了泪液分泌功能。当SMTube湿润长度<5mm/5s时,为泪液量减少,当SMTube湿润长度≥5mm/5s时,为泪液量正常<sup>[13]</sup>。

评价指标:记录所有患者的OSDI得分和NIBUT结果,根据TMH测量结果,确定纳入的干眼患者中右眼为水液缺乏型干眼的例数。

统计学分析:采用SPSS 22.0软件进行统计学分析,

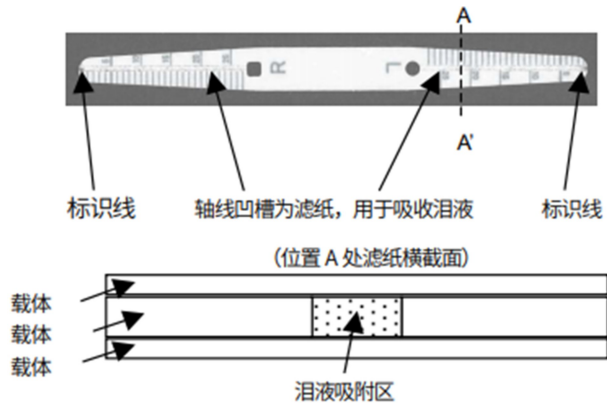


图 1 SMTube 示意图(图片参考 SMTube 试纸使用说明书)。

计量资料经 Kolmogorov-Smirnov 检验判断正态分布情况,非正态分布的数据用  $M(P_{25}, P_{75})$  表示, Spearman 进行相关性分析,当  $r_s = 1$  时,称为完全正相关,当  $r_s = -1$  时,称为完全负相关,  $r_s$  愈接近 1 或 -1,说明两变量的直线关系愈加密切,  $r_s$  愈接近 0,直线关系愈不密切,  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。评价泪液量的一致性检验采用诊断试验的一致性检验的方法, Kappa 值越大,表明一致性越好,若 Kappa 值  $\geq 0.75$  说明有较好的一致性,若 Kappa 值  $\leq 0.40$  说明一致程度不理想,  $P < 0.05$  表示差异具有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 纳入患者的一般资料** 本研究纳入患者 183 例 183 眼(均纳入右眼),其中男 71 例 71 眼,女 112 例 112 眼,男女比例 1:1.6,年龄 19~68(平均  $44.42 \pm 17.075$ ) 岁,平均裸眼视力  $0.57 \pm 0.357$ ,平均眼压  $15.36 \pm 3.229$  mmHg。

**2.2 干眼相关检查结果** OSDI 问卷得分为 43.75 (31.25, 58.33) 分, NIBUT 为 7.26 (4.97, 9.37) s, S I t 为 6 (2, 12) mm/5min, TMH 为 0.18 (0.14, 0.22) mm, SMTube 为 5 (3, 8) mm/5s。将 OSDI 问卷得分和 NIBUT 测量结果与 S I t 测量结果结合,诊断为水液缺乏型干眼患者 159 例 ( $S I t < 10$  mm/5min),非水液缺乏型干眼患者 24 例 ( $S I t \geq 10$  mm/5min);将 OSDI 问卷得分和 NIBUT 测量结果与 TMH 测量结果结合,诊断为水液缺乏型干眼的患者有 116 例 ( $TMH < 0.20$  mm),非水液缺乏型干眼 67 例 ( $0.50$  mm  $\geq TMH \geq 0.20$  mm);将 OSDI 问卷得分和 NIBUT 测量结果与 SMTube 测量结果结合,诊断为水液缺乏型干眼患者 60 例 ( $SMTube < 5$  mm/5s),非水液缺乏型干眼患者 132 例 ( $SMTube \geq 5$  mm/5s)。

**2.3 三种方法测量值的相关性分析** 经 Spearman 相关分析, S I t 和 TMH 无相关性 ( $r_s = 0.139, P = 0.060$ ),见图 2; S I t 和 SMTube 无相关性 ( $r_s = 0.019, P = 0.799$ ),见图 3; TMH 和 SMTube 呈正相关 ( $r_s = 0.751, P < 0.001$ ),见图 4。

**2.4 三种方法诊断泪液量异常的一致性分析** 三种方法诊断泪液量异常的一致性结果见表 1~3。一致性检验结果:TMH 与 SMTube 评价泪液量的一致性较好 ( $Kappa = 0.794, P = 0.044$ ), S I t 与 TMH ( $Kappa = 0.271, P = 0.074$ ) 和 SMTube ( $Kappa = 0.193, P = 0.070$ ) 评价泪液量的一致性差。

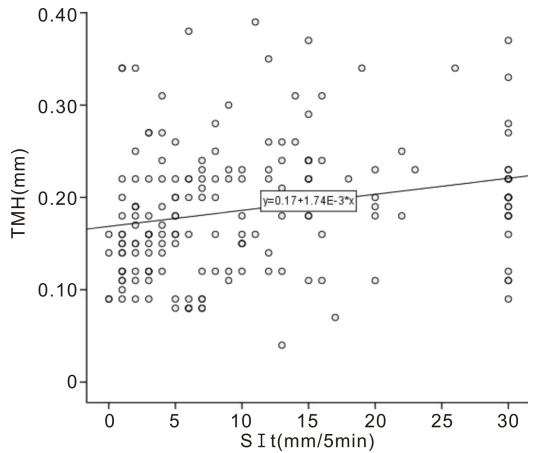


图 2 S I t 和 TMH 相关性的散点图及最佳拟合线。

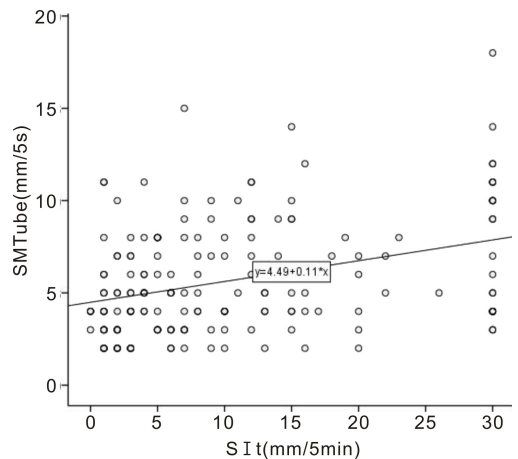


图 3 S I t 和 SMTube 相关性的散点图及最佳拟合线。

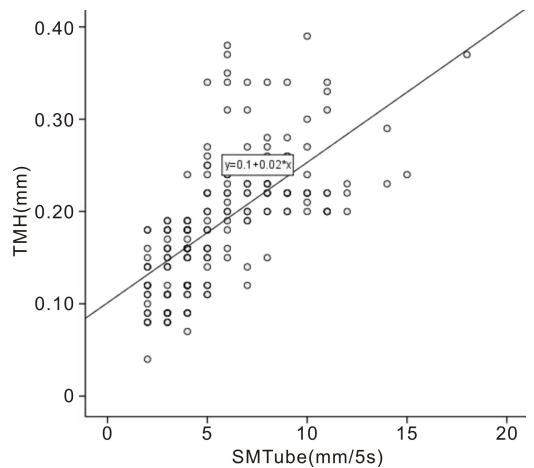


图 4 TMH 和 SMTube 相关性的散点图及最佳拟合线。

表 1 S I t 与 TMH 一致性分析

TMH	眼数	S I t	
		泪液量减少	泪液量正常
泪液量减少	100	68	32
泪液量正常	83	34	49
合计		102	81

## 3 讨论

三种评估泪液量方法的相关性分析结果显示 TMH 和 SMTube 测量值呈正相关,而 S I t 和 TMH、SMTube 测量值

表2 S I t与SMTube一致性分析 眼

SMTube	眼数	S I t	
		泪液量减少	泪液量正常
泪液量减少	79	53	26
泪液量正常	104	49	55
合计		102	81

表3 TMH与SMTube一致性分析 眼

SMTube	眼数	TMH	
		泪液量减少	泪液量正常
泪液量减少	80	79	1
泪液量正常	103	18	85
合计		97	86

均无相关性。在 Dogru 等<sup>[14]</sup>关于 SMTube 诊断干眼的多中心研究和 Negishi 等<sup>[15]</sup>和 Rashid 等<sup>[16]</sup>关于 SMTube 在临床中应用价值的研究中,结果均显示 SMTube 与 S I t 测量值不相关,此结果与本研究中 S I t 与 SMTube 测量值无相关性结果一致。有研究发现 SMTube 检查前后泪液无明显变化,证明 SMTube 检查时不会引起反射性泪液分泌,说明 SMTube 是一种很好评估泪河的检测工具<sup>[17]</sup>;同时,也证明了本研究过程中首先进行不干扰泪液的 TMH 测量,再进行 SMTube 测量,最后待泪液恢复正常后,进行 S I t 的检查顺序是正确的。本研究结果显示 S I t 与 SMTube 测量值无相关性,评价泪液量的结果一致性差,我们推测造成这种现象的原因是 S I t 测量时,眼表为非麻醉状态,测量过程中,试纸条放于结膜囊内,引起刺激性泪液分泌,使得眼表泪液量增加,导致 S I t 测量值受到刺激性泪液分泌的影响而偏高,进而引起 S I t 与 SMTube 测量方法无相关性,且结果一致性差。

在 Ibrahim 等<sup>[18]</sup>的研究中还显示 Visante 光学相干断层扫描测量 TMH 与裂隙灯测量 TMH、SMTube 和 S I t 的结果之间存在显著相关性;Shinzawa 等<sup>[19]</sup>应用 CASIA SS-1000前段光学相干断层扫描测量非干涉 TMH,发现 TMH 与 SMTube、S I t 的结果之间呈正相关;Alshammeri 等<sup>[20]</sup>报道了 TMH 和 SMTube 的结果均与泪液周转率有显著的相关性;同样,在 Schulze 等<sup>[21]</sup>的报道中也显示 SMTube 与 S I t、TMH 测量结果互有相关性。这些报道表明 SMTube 与 TMH 和 S I t 的结果均有相关性,与本研究结果并不一致,我们推测出现此现象可能是由于 SMTube 与 TMH 均为非干涉性泪液检测,均可反映眼表泪河情况,所以 SMTube 与 TMH 测量结果呈正相关,而 S I t 间接检测泪腺分泌功能,是反应主副泪腺的基础及反射性泪液分泌和泪河容量的检查<sup>[8]</sup>,当患者泪腺功能下降或眼表敏感度下降时,S I t 试纸条放入下睑结膜囊内时不足以引起刺激性泪液分泌,则测得的 S I t 与 TMH 和 SMTube 的测量结果相关,而当患者泪腺功能正常或敏感时,则测得的 S I t 结果将引起反射性泪液分泌,进而导致 S I t 与 TMH 和 SMTube 的测量结果不相关。泪液缺乏型和混合型干

眼均伴有泪液量减少,而蒸发过强型干眼患者的泪液量可不减少,本研究主要目的是评估三种泪液检测方法结果的相关性和一致性,考虑到泪液的多少并不影响到最终的试验结果,故在本研究的纳入标准中未对纳入者进行干眼分类。本研究的不足在于,未选用使用眼表麻醉的基础 Schirmer 试验而是选用了临床更为常用的 S I t 作为 SMTube 试验相关性分析的对象,这也可能是引起结果中 S I t 与其他两种测量方法无相关性的原因之一。

据报道,SMTube 检查能够用于干眼的诊断,Dogru 等<sup>[14]</sup>研究显示 SMTub 结果的临界值设定 $<5\text{mm}/5\text{s}$ 时,诊断干眼具有高的灵敏度和特异度,灵敏度和特异度分别为 89%和 95%。在 Ayaki 等<sup>[22]</sup>研究中,经过培训的医务人员可以在无裂隙灯显微镜的辅助下进行泪液的检测,使 SMTub 检查方法更加简洁,故 SMTub 检查有望成为大型人群流行病学调查中干眼的筛查工具。

结合本研究结果及相关报道,我们推测 SMTube 是一种可以评估泪河情况的新型、简单、快速诊断水液缺乏型干眼的工具,操作规范的 SMTube 检查不会引起刺激性泪液分泌,同时还具有携带方面的优点。面对繁重的门诊就诊量,测量 TMH 需要应用操作较为复杂的精密仪器,SMTube 测量结果和 TMH 具有较好的相关性,两者在评价泪液量时表现出很好的一致性,且 SMTube 可以迅速完成眼表泪液量评估,满足检查需求,推测 SMTube 可能是未来临床常用的干眼快速筛查工具,可替代 TMH 用于干眼或泪道相关治疗前后的疗效评估。综上所述,SMTube 是一种新型、简单、快捷诊断干眼的工具,在临床应用中可替代 TMH 测量但不能替代 S I t。

#### 参考文献

- 1 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:定义和分类(2020年).中华眼科杂志 2020;56(6):418-422
- 2 金子群,纪海峰,张明杰,等.眼表病理生理改变在干眼中的研究进展.国际眼科杂志 2022;22(1):83-86
- 3 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;49(1):73-75
- 4 高铁,魏超群,弥禹,等.干眼的免疫机制研究进展.国际眼科杂志 2022;22(8):1313-1317
- 5 Nelson JD, Craig JP, Akpek EK, et al. TFOS DEWS II introduction. *Ocul Surf* 2017;15(3):269-275
- 6 Chen Q, Zhang XB, Cui LL, et al. Upper and lower tear menisci in Sjögren's syndrome dry eye. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011;52(13):9373-9378
- 7 Savini G, Prabhawat P, Kojima T, et al. The challenge of dry eye diagnosis. *Clin Ophthalmol* 2008;2(1):31-55
- 8 刘祖国.干眼.北京:人民卫生出版社 2017:86
- 9 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).中华眼科杂志 2020;56(10):741-747
- 10 刘祖国,彭娟.干眼的诊断与治疗规范.眼科研究 2008;3:

161–164

11 Wolffsohn JS, Arita R, Chalmers R, *et al.* TFOS DEWS II diagnostic methodology report. *Ocular Surf* 2017;15(3):539–574

12 Sang X, Li Y, Yang L, *et al.* Lipid layer thickness and tear meniscus height measurements for the differential diagnosis of evaporative dry eye subtypes. *Int J Ophthalmol* 2018;11(9):1496–1502

13 Hao YR, Tian L, Cao K, *et al.* Repeatability and reproducibility of SMTube measurement in dry eye disease patients. *J Ophthalmol* 2021;2021:1589378

14 Dogru M, Ishida K, Matsumoto Y, *et al.* Strip meniscometry: a new and simple method of tear meniscus evaluation. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47(5):1895–1901

15 Negishi K, Ayaki M, Uchino M, *et al.* Strip meniscometry correlates with ocular surface tests and symptoms. *Transl Vis Sci Technol* 2020;9(12):31

16 Rashid MAKM, Thia ZZ, Teo CHY, *et al.* Evaluation of strip meniscometry and association with clinical and demographic variables in a community eye study (in Bangladesh). *J Clin Med* 2020;9(10):3366

17 Nguyen P, Huang D, Li Y, *et al.* Correlation between optical

coherence tomography – derived assessments of lower tear meniscus parameters and clinical features of dry eye disease. *Cornea* 2012;31(6):680–685

18 Ibrahim OMA, Dogru M, Ward SK, *et al.* The efficacy, sensitivity, and specificity of strip meniscometry in conjunction with tear function tests in the assessment of tear meniscus. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011;52(5):2194–2198

19 Shinzawa M, Dogru M, Miyasaka K, *et al.* Application of CASIA SS–1000 optical coherence tomography tear Meniscus imaging in testing the efficacy of new strip meniscometry in dry eye diagnosis. *Eye Contact Lens* 2018;44(Suppl 1):S44–S49

20 Alshammeri S, Madden L, Hagan S, *et al.* Strip meniscometry tube: a rapid method for assessing aqueous deficient dry eye. *Clin Exp Optom* 2020;103(4):469–473

21 Schulze K, Großjohann R, Paul S, *et al.* Streifenmeniskometrie und schirmer–test. *Ophthalmologie* 2021;118(6):561–568

22 Ayaki M, Tachi N, Hashimoto Y, *et al.* Diurnal variation of human tear meniscus volume measured with tear strip meniscometry self – examination. *PLoS One* 2019;14(4):e0215922