

数字化多媒体系统测量近距离水平隐斜的可靠性评估

金飞燕, 吴楠, 王燕娴, 林晓峰

引用: 金飞燕, 吴楠, 王燕娴, 等. 数字化多媒体系统测量近距离水平隐斜的可靠性评估. 国际眼科杂志, 2026, 26(5): 913-917.

基金项目: 汕头市科技计划项目 (No.221116186495788)

作者单位: (515031) 中国广东省汕头市, 汕头爱尔眼科医院

作者简介: 金飞燕, 女, 本科, 主治医师, 研究方向: 近视防控、白内障。

通讯作者: 林晓峰, 男, 本科, 副主任医师, 研究方向: 近视防控、白内障. samo1234@163.com

收稿日期: 2025-10-30 修回日期: 2026-03-25

摘要

目的: 评估数字化多媒体系统用于测量近距离水平隐斜的可靠性。

方法: 采用横断面诊断性试验研究, 纳入 2023 年 5 月至 2025 年 8 月于汕头爱尔眼科医院就诊, 主诉有视疲劳症状、行近视管理或常规眼科检查, 并在此期间同期完成隐斜视检查的屈光不正患者; 所有配戴矫正眼镜的患者均以随机顺序接受数字化多媒体系统、Von Graefe 法及 Maddox Rod 法检查, 在 0.4 m 距离测量隐斜视度数, 连续测量 2 次, 通过组内相关系数 (ICC) 分析各方法的测量重复性, 采用 Bland-Altman 法及 Spearman 相关分析评估数字化多媒体系统与两种传统方法的一致性。

结果: 共纳入患者 60 例 120 眼, 其中男 27 例, 女 33 例, 平均年龄 21.03 ± 7.24 岁。重复性分析显示: 数字化多媒体系统的 ICC 为 0.960 (95% CI: 0.934-0.976), Von Graefe 法 ICC 为 0.979 (95% CI: 0.964-0.987), Maddox Rod 法 ICC 为 0.956 (95% CI: 0.926-0.973), 三种方法重复性均达优秀水平; Bland-Altman 分析显示: Von Graefe 法与数字化多媒体系统差值均值为 0.367^{Δ} , 95% 一致性界限为 $-2.97^{\Delta} - 3.70^{\Delta}$, Maddox Rod 法与数字化多媒体系统差值均值为 0.067^{Δ} , 95% 一致性界限为 $-3.05^{\Delta} - 3.19^{\Delta}$; 两组差值均处于临床可接受范围 (差值 $< 4^{\Delta}$), Spearman 相关分析显示, 数字化多媒体系统与 Von Graefe 法的相关系数 $r_s = 0.867$, 与 Maddox Rod 法的相关系数 $r_s = 0.777$, 均呈正相关 (均 $P < 0.001$)。

结论: 数字化多媒体系统在近距离水平隐斜测量中具有较高的重复性, 与传统 Von Graefe 法、Maddox Rod 法具有良好一致性, 有望为临床近距离水平隐斜测量提供新的有效手段。

关键词: 数字化多媒体系统; 隐斜视; 可靠性

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2026.5.29

Reliability evaluation of a digital multimedia system for measuring near - distance horizontal heterophoria

Jin Feiyan, Wu Nan, Wang Yanxian, Lin Xiaofeng

Foundation item: Shantou Science and Technology Planning Project (No.221116186495788)

Shantou Aier Eye Hospital, Shantou 515031, Guangdong Province, China

Correspondence to: Lin Xiaofeng. Shantou Aier Eye Hospital, Shantou 515031, Guangdong Province, China. samo1234@163.com

Received: 2025-10-30 Accepted: 2026-03-25

Abstract

• **AIM:** To evaluate the reliability of a digital multimedia system for measuring near - distance horizontal heterophoria.

• **METHODS:** This cross - sectional diagnostic study enrolled patients with refractive errors who visited Shantou Aier Eye Hospital from May 2023 to August 2025, presenting with symptoms of visual fatigue, undergoing myopia management, or receiving routine ophthalmic examinations, and who completed heterophoria testing during this period. All patients wearing full refractive correction underwent near - distance (0.4 m) horizontal heterophoria measurement in a random order using the digital multimedia system, the Von Graefe method, and the Maddox rod method. Two consecutive measurements were performed for each method. The intraclass correlation coefficient (ICC) was used to analyze the measurement repeatability of each method, and Bland - Altman analysis and Spearman correlation analysis were employed to evaluate the consistency between the digital multimedia system and the two traditional methods.

• **RESULTS:** A total of 60 patients (120 eyes) were included, comprising 27 males and 33 females, with a mean age of 21.03 ± 7.24 y. Repeatability analysis showed that the ICC for the digital multimedia system was 0.960 (95% CI: 0.934 - 0.976), for the Von Graefe method was 0.979 (95% CI: 0.964 - 0.987), and for the Maddox rod method was 0.956 (95% CI: 0.926 - 0.973), all indicating excellent repeatability. Bland - Altman analysis revealed a mean difference of 0.367^{Δ} [95% limits of agreement (LoA): -2.97^{Δ} to 3.70^{Δ}] between the Von Graefe method and the digital system, and a mean difference of 0.067^{Δ}

(95% LoA: -3.05^Δ to 3.19^Δ) between the Maddox rod method and the digital system. Both differences were within the clinically acceptable range (difference $<4^\Delta$). Spearman correlation analysis showed positive correlations between the digital system and the Von Graefe method ($r_s=0.867$) and between the digital system and the Maddox rod method ($r_s=0.777$, all $P<0.001$).

• CONCLUSION: The digital multimedia system demonstrates high repeatability and good consistency with the traditional Von Graefe and Maddox rod methods for measuring near-distance horizontal heterophoria. It shows promise as a new and effective tool for clinical near-distance horizontal heterophoria measurement.

• KEYWORDS: digital multimedia system; heterophoria; reliability

Citation: Jin FY, Wu N, Wang YX, et al. Reliability evaluation of a digital multimedia system for measuring near-distance horizontal heterophoria. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)*, 2026, 26(5): 913-917.

0 引言

隐斜视是一种可被融合机制控制的潜在眼位偏斜,主要包括垂直隐斜与水平隐斜两大类^[1]。准确测量隐斜对有效控制近视发展、维持双眼融合及单视功能、缓解视物疲劳具有重要的临床意义^[2-3]。隐斜测量的核心原理是打破双眼融合反射,融合反射打破越充分,暴露的真实隐斜值越准确。目前临床常用的传统的隐斜视测量方法包括 Von Graefe 法与 Maddox Rod 法,二者应用广泛,但均依赖受检者主观描述点、线视标位置关系,且对检查者的临床经验及受检者的理解表达能力要求较高,易引入人为误差^[4-5]。此外,不同隐斜测量方法之间因测量原理、视标设计及环境条件的差异,可能导致结果不一致,甚至进一步增加了临床选择与结果解读的复杂性^[6]。数字化多媒体系统是一类以视功能评估与训练为核心的设备,主要用于斜视、弱视矫正训练及视功能重建^[7-8]。该系统可通过特定视觉刺激有效消除双眼抑制与融合反射,实现眼位的快速测量,同时具备立体视检查功能,且操作简便,检测耗时短,理论上适用于大规模人群的隐斜流行病学调查,然而,国内目前尚未有研究对其测量近距离水平隐斜的准确性与可重复性进行系统评价。为此,本研究通过对比数字化多媒体系统与 Von Graefe 法、Maddox Rod 法的测量结果,分析其重复性与一致性,探讨其在临床应用的可行性。

1 对象和方法

1.1 对象 本研究为横断面诊断性试验,选取 2023 年 5 月至 2025 年 8 月于汕头爱尔眼科医院就诊,主诉有视疲劳症状、行近视管理或常规眼科检查,并在此期间同期完成隐斜视检查的屈光不正患者。纳入标准:(1)单眼最佳矫正远视力 ≥ 1.0 (标准对数视力表),近视患者等效球镜度 ≤ 9.00 D,屈光参差 ≤ 1.00 D;(2)遮盖-去遮盖检查证实存在隐斜;(3)近距离 Worth 四孔灯检查显示同时视功能正

常。排除标准:(1)有显斜视、眼球运动障碍患者;(2)存在角膜、晶状体、眼底等眼部器质性病变;(3)有眼外伤史、屈光手术史或角膜塑形镜配戴史;(4)存在精神异常、认知功能障碍或无法配合完成检查者。本研究取得医学伦理委员会审查批准(批准号:202212001),所有参与者或其监护人均签署知情同意书。

1.2 方法 所有患者均先按标准化 MPMVA 流程完成双眼平衡远屈光矫正:采用 NIDEK-ARK-1 自动电脑验光仪进行初步验光,再通过 NIDEK-RT5100+AOS1500+CP770 综合验光仪完成复验,确保达到清晰、舒适的最佳远视力矫正终点,所有后续的隐斜测量,均在此确认后的完全远屈光矫正状态下进行。随后由同一名具有临床经验丰富的视光师,以随机顺序采用数字化多媒体系统、Von Graefe 法、Maddox 杆法进行近距(0.4 m)水平隐斜测量。为评估测量可靠性并参考文献^[9],每种方法均重复测量 2 次,外隐斜以负值(-)表示,内隐斜以正值(+)表示,若同种方法两次测量结果的差值 $\leq 3^\Delta$,则取其平均值作为该方法的最终隐斜度值。

1.2.1 Von Graefe 法 使用 NIDEK-RT5100 电脑验光仪、NIDEK-AOS1500 综合验光仪及 CP770 辅助设备组成的检查系统,在综合验光仪中置入受检者远用屈光不正矫正度数及近用瞳距。照明良好(环境照度维持在 300-500 Lx),在眼前 0.4 m 处投放 NIDEK-AOS1500 综合验光仪标配的近用翻转式视力表,选用第 3 张卡片中的单行数字视力表[3REVERSE: Numbers (V) 40 cm/16 inch VA: 0.63 20/30]作为检测视标。右眼视孔放置 12^Δ 底向内(BI)旋转棱镜,左眼视孔放置 6^Δ 底向上(BU)旋转棱镜。嘱咐受检者持续注视左下方视标并保持视标持续清晰以保证调节的稳定,同时用余光关注右上方视标,以每秒 2^Δ 的速度减少右眼前棱镜度数,直至分离的左下与右上视标垂直对齐,记录此时右眼前棱镜的底向与度数;继续同方向移动右眼棱镜至视标分离为右下与左上,再反向移动棱镜至视标再次垂直对齐,记录第二次棱镜参数,详细操作参考《视光学理论和方法》^[10]。

1.2.2 Maddox Rod 法 采用与 Von Graefe 法相同的综合验光仪系统,置入远用屈光矫正度数及近用瞳距。右眼视孔放置红色水平 Maddox Rod(RMH)辅助镜片,左眼视孔开放;将旋转棱镜归零后移至左眼视孔前,确保棱镜 0 刻度处于垂直方向。以笔灯为视标,放置于受检者眼前 0.4 m 处,测量前嘱咐受检者注视红色竖线,同时用余光关注笔灯光源。以每秒 2^Δ 的速度转动左眼旋转棱镜,直至笔灯光源与红色竖线重合,记录此时左眼前棱镜的底向与度数;继续同方向转动棱镜至点、线分离,再反向转动棱镜至光源与红色竖线再次重合,记录第二次棱镜参数;根据测量结果判断隐斜视类型:当所需棱镜基底为向外时,指示存在内隐斜;基底为向内时,指示存在外隐斜,详细操作参考《眼镜验光员(高级)》^[11]。

1.2.3 数字化多媒体系统 采用数字化多媒体系统(4D 数字化斜弱视视功能矫治系统),进入“时光轮盘”,选择同

时视图片里的00号图片。被检者远屈光矫正,保持良好坐姿,眼睛与电脑屏幕中心垂直,并保持0.4 m的距离,显示器的亮度调为适中,戴好分时液晶开关眼镜。依次用00号图片的大,中,小,特小4种视标规格进行水平近距隐斜检查。被检者连续按键盘“→”键,使左右两个图形刚好完全融合一起,记录此时的隐斜度。继续按“→”键,直至两个融合的图形反向分开,改按“←”键,使左右两个图形再次刚好完全融合,记录此时的隐斜度。

统计学分析:采用SPSS 27.0软件进行数据分析。计量资料先通过Shapiro-Wilk检验判断正态性,正态分布资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,非正态分布资料以中位数(四分位数间距)[$M(P_{25}, P_{75})$]表示;计数资料以例数(百分比)表示。采用组内相关系数(ICC)评估各方法测量重复性,ICC>0.90为重复性优秀,0.75-0.90为良好,<0.75为较差。采用重复性系数(coefficient of repeatability, COR)评价测量绝对一致性,COR=1.96×重复测量差值的标准差。采用Bland-Altman法评估数字化多媒体系统与两种传统方法的一致性,计算差值均值(MD)与95%一致性界限(limits of agreement, LoA)(95% LoA=MD±1.96×SD),参考用于水平隐斜测量方法学比较的临床可接受标准(方法间差值<4 $^{\Delta}$)^[12]判断一致性;采用Spearman相关分析评估方法间相关程度。以P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基本资料 最终纳入患者60例120眼,其中男27例(45.0%),女33例(55.0%),年龄6-38(平均21.03±7.24)岁;右眼等效球镜度-8.75-0.25(平均-4.28±2.31)D;左眼等效球镜度-8.60-0.00(平均(-4.31±2.34)D)。

2.2 三种测量方法的隐斜度测量结果 在0.4 m近距条件下,三种方法测量的隐斜度集中趋势一致,但离散程度存在差异:数字化多媒体系统隐斜度均值(7.19±2.93) $^{\Delta}$,中

位数6.25 $^{\Delta}$ (5.33-8.72) $^{\Delta}$,标准差最小;Von Graefe法均值(7.56±3.82) $^{\Delta}$,中位数6.75 $^{\Delta}$ (5.00-9.50) $^{\Delta}$;Maddox Rod法均值(7.25±3.31) $^{\Delta}$,中位数6.50 $^{\Delta}$ (4.50-9.37) $^{\Delta}$ 。

2.3 三种方法的自身重复性比较 ICC分析显示,三种方法重复性均达优秀水平。其中Von Graefe法ICC最高,数字化多媒体系统次之,Maddox Rod法最低。COR方面,数字化多媒体系统与Von Graefe法接近,均低于Maddox Rod法,见表1。

2.4 数字化多媒体系统与传统方法的一致性及相关性 Bland-Altman分析显示,数字化多媒体系统与两种传统方法的差值均在临床可接受范围内。与Von Graefe法相比,86.67%(52/60)的测量点落在95% LoA内;与Maddox Rod法相比,90.0%(54/60)的测量点落在95% LoA内。Spearman相关分析显示,Von Graefe法和Maddox Rod法与数字化多媒体系统均呈正相关(均P<0.001),所有对比的差值均值及95% LoA均<4 $^{\Delta}$,在临床可接受范围内,见表2。

2.5 Bland-Altman散点图结果 Bland-Altman分析结果显示,两种传统方法与数字化多媒体系统测量值差值的散点均围绕均值分布,且绝大多数位于95%一致性界限内。结合临床可接受标准(差值<4 $^{\Delta}$),两种比较中的95%一致性界限均完全位于此标准范围内,进一步提示两种传统方法与数字化多媒体系统之间的一致性良好,见图1、2。

表1 三种方法测量0.4 m近距水平隐斜的重复性指标

测量方法	ICC(95%CI)	COR($^{\Delta}$)
Von Graefe法	0.979(0.964-0.987)	±2.209
Maddox Rod法	0.956(0.926-0.973)	±2.753
数字化多媒体系统	0.960(0.934-0.976)	±2.273

表2 数字化多媒体系统与传统方法测量隐斜度的一致性及相关性分析

对比方法	差值均值($^{\Delta}$)	95% LoA($^{\Delta}$)	r_s	P
Von Graefe法 vs 数字化系统	0.367	-2.97-3.70	0.867	<0.001
Maddox Rod法 vs 数字化系统	0.067	-3.05-3.19	0.777	<0.001

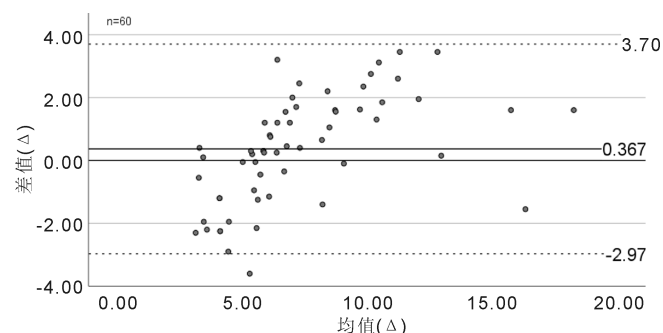


图1 Von Graefe法与数字化多媒体系统测量近距水平隐斜度一致性的Bland-Altman图 差值=Von Graefe法测量值-数字化多媒体系统测量值。图中水平实线代表差值均值(0.367 $^{\Delta}$),上下虚线代表95%一致性界限(-2.97 $^{\Delta}$ -3.70 $^{\Delta}$)。

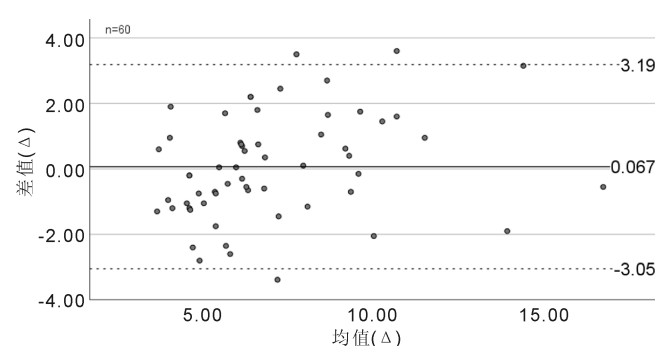


图2 Maddox Rod法与数字化多媒体系统测量近距水平隐斜度一致性的Bland-Altman图 差值=Maddox Rod法测量值-数字化多媒体系统测量值。图中水平实线代表差值均值(0.067 $^{\Delta}$),上下虚线代表95%一致性界限(-3.05 $^{\Delta}$ -3.19 $^{\Delta}$)。

3 讨论

本研究通过比较数字化多媒体系统与 Von Graefe 法、Maddox Rod 法在近距离水平隐斜测量中的一致性与重复性,证实三者具有良好的一致性,且数字化多媒体系统表现出较高的重复性($ICC=0.960$),提示其在近距离水平隐斜测量中具有可靠的临床适用性,尤其适合大规模人群筛查或临床快速评估,为该系统的临床推广提供了实证依据。与传统方法相比,数字化多媒体系统的核心优势在于操作简便性及时效性,降低了对检查者操作熟练度的依赖,有效减少了人为误差来源。这一优势与 Howell 隐斜卡、计算机化隐斜测试(CHT)等新兴数字化工具所展现的方向一致,它们均在简化流程、减少人为误差方面取得了进展^[5,13-14]。然而不同工具在设计理念与系统定位上存在差异,与采用物理棱镜分离、依赖主观判断的 Howell 隐斜卡不同^[13],本系统通过“分时液晶开关眼镜”实现数字化视差分离,并将隐斜视测量内嵌于集评估与训练于一体的综合平台,形成“检测-干预”闭环,这是单一测量工具不具备的临床功能^[7-8]。与基于鼠标定位、需暗室环境的 CHT 相比^[15],本系统采用分时眼镜的数字化自动打破双眼融像功能以及直观的“图形融合”任务,更利于低龄受检者配合,且对常规诊室环境适配性更高,这些技术差异决定了各自独特的临床应用场景与价值。

本系统的重复性表现与既往研究中的优秀数字化工具相当。Anstice 等^[5]评估了四种临床常用方法,发现 Howell 隐斜卡在近距离测量的 95% LoA 为 $\pm 3.7^\Delta$, $ICC=0.961$,与本系统结果高度接近,提示设计良好的数字化工具在控制测量变异方面已达传统方法水平。一致性检验结果显示,本系统与 Von Graefe 法的差值均值为 0.367^Δ , 95% LoA 为 $-2.97^\Delta-3.70^\Delta$;与 Maddox Rod 法的差值均值为 0.067^Δ , 95% LoA 为 $-3.05^\Delta-3.19^\Delta$,两组一致性界限均 $<4^\Delta$,符合临床可接受标准。Wang 等^[15]以客观遮盖法作为对照评估 CHT 的可靠性,结果显示 CHT 与客观遮盖法的测量差值为 1.57^Δ , 95% LoA 为 $\pm 5.30^\Delta$ 。而本系统与两种传统方法的一致性均优于上述结果,推测这可能与本系统采用分时眼镜使双眼融像被数字化自动打破以及更直观的“图形融合”任务、减少了操作偏差有关。

需要注意的是,不同测量方法间的系统性差异仍需关注,理想的隐斜测量方法应该同时具备良好的重复性和有效性,崔耀珍等^[16]研究认为在常用隐斜视测量方法中 Von Graefe 法和 Maddox Rod 法的可重复性较强,因此本研究选择这两种方法作为对照。既往研究显示, Von Graefe 法在远距离测量中常较 Maddox Rod 法更偏外隐斜^[4],而本研究中数字化多媒体系统与 Von Graefe 法的差值大于与 Maddox Rod 法的差值(0.367^Δ vs 0.067^Δ),推测这一差异可能与不同方法对融合反射的打破方式和程度,对调节控制的效果及对选用不同设计的视标有关^[5,17]。本系统通过分时液晶开关眼镜实现双眼快速分离,其效果类似于崔耀珍等^[16]提出的“Flash”技术使用间断遮盖以彻底打破融合。该研究发现,“Flash”参与后测量的外隐斜量更大,能更真实反映眼位。Gantz 等^[18]也证实,遮盖时长(融合

打破持续时间)对隐斜值有显著影响,提示标准化控制的重要性。Von Graefe 法通过棱镜分离视标,对融合的打破更彻底,可能暴露更多潜在隐斜;而数字化多媒体系统通过分时液晶眼镜自动化地快速交替遮盖双眼,能有效打破融合,其效果类似于 Maddox Rod 法,因此其融合打破强度介于 Von Graefe 法与 Maddox Rod 法之间,这可能是本系统测量值更接近 Maddox Rod 法(差值仅 0.067^Δ)的原因。

综上,本系统的核心创新在于将“分时液晶眼镜分离技术”与“检测-训练闭环”相结合。与现有数字化工具(如 Howell 卡、CHT、OptoTab 等)相比,本系统不仅提供了简便、可靠的测量手段,其直观的“图形融合”任务降低了对儿童等特殊人群的配合要求,更实现了筛查异常后即刻衔接数字化视觉训练的一站式服务,优化了临床工作流程,为视功能康复提供了精准量化依据。此外,隐斜测量的“有效性”不仅体现在数据的一致性上,还应考虑其与临床处方的相关性。刘文兰等^[4]指出, Von Graefe 法所获得的隐斜值与实际棱镜处方的相关性最高($r=0.979$),提示其在治疗指导方面更具优势。本研究虽未直接分析数字化多媒体系统与棱镜处方的相关性,但鉴于其与 Von Graefe 法的测量结果高度相关($r_s=0.867$),间接支持其在临床处方制定中的潜在适用性,未来需进一步开展前瞻性研究验证这一假设。

本研究聚焦于近距离水平隐斜的测量,而未纳入远距测量,这一设计具有明确的临床考量:当前人群中,视觉疲劳症状主要集中于长期从事近距离工作(如阅读、使用电子设备)的个体,其病理生理机制常与近距时所需的调节与集合系统负荷过重密切相关^[19-20]。因此,准确评估近距隐斜状态对于诊断和干预与近距工作相关的视疲劳具有重要意义^[2,15]。本研究结果显示,数字化多媒体系统在近距隐斜测量中与传统方法一致性良好,意味着其能有效识别近距负荷下可能失代偿的隐斜视,为临床筛查此类视功能问题提供了可靠工具。Wang 等^[15]的研究也指出,评估不同距离(尤其是近距)的隐斜视能为理解患者的双眼视异常提供宝贵信息,进一步佐证了本研究侧重点的临床合理性。

本研究仍存在局限性:(1)样本量较小($n=60$),且年龄跨度较大(6-38岁),不同年龄组(如儿童、成人)的视觉功能发育及配合度存在差异,可能影响测量稳定性,未来需扩大样本量并按年龄分层分析;(2)部分儿童受检者可能因设备适应性差、注意力分散等因素影响测量结果,需进一步优化儿童友好型检测流程;(3)未对 AC/A 比率进行评估,而 Nores-Palmas 等^[6]指出不同测量方法在 AC/A 比率上的一致性可能异于单纯的隐斜测量,后续研究应探讨本系统在该领域的可靠性,为视功能康复的临床治疗应用提供更全面的数据分析。

综上所述,数字化多媒体系统作为新型隐斜测量工具,在近距离水平隐斜测量中具有良好的重复性及与和传统方法的一致性,且操作简便、耗时短,适用于临床常规检测及大规模流行病学调查。结合 Howell 隐斜卡、CHT 等数字化工具的发展趋势,以及新兴的眼动同步测量技术^[18],数字化隐斜测量技术正逐步成为双眼视功能评估的重要

补充,未来需通过更多中心、大样本研究进一步验证其长期有效性与适用范围。

利益冲突声明:本文不存在利益冲突。

作者贡献声明:金飞燕论文选题与修改,初稿撰写;吴楠、王燕娴文献检索,数据收集与分析;林晓峰选题指导,论文修改及审阅。所有作者阅读并同意最终的文本。

参考文献

[1] 魏瑞华. 临床双眼视觉. 北京:人民卫生出版社, 2021.

[2] García - Muñoz Á, Carbonell - Bonete S, Cacho - Martínez P. Symptomatology associated with accommodative and binocular vision anomalies. *J Optom*, 2014,7(4):178-192.

[3] Chen XQ, Jiang YL, Fan Q, et al. Association of axial length and refraction with near horizontal heterophoria in Chinese children: an observational cross-sectional study. *J Ophthalmol*, 2022,2022:7549851.

[4] 刘文兰, 刘意, 卢志霞. 常用隐斜视测量方法有效性的比较. *眼科新进展*, 2014,34(9):885-888.

[5] Anstice NS, Davidson B, Field B, et al. The repeatability and reproducibility of four techniques for measuring horizontal heterophoria: Implications for clinical practice. *J Optom*, 2021,14(3):275-281.

[6] Nores - Palmas N, Noya - Padin V, Yebra - Pimentel E, et al. Comparison of four methods for measuring heterophoria and accommodative convergence over accommodation ratio. *Vision (Basel)*, 2024,8(4):62.

[7] Chen J, Xu J, Jia H, et al. The Effects of Binocular Visual Function Training after Concomitant Exotropia Surgery. *Curr Eye Res*. 2023, 48(7):662-668.

[8] 祝玉玲, 雷小龙, 刘聘铮, 等. 4D 视觉训练系统联合 3D 数字化斜弱视视功能矫治系统治疗弱视的效果. *国际眼科杂志*, 2023, 23(9):1560-1563.

[9] 王海英, 赵堪兴, 姚进, 等. 马氏翼、马氏杆和 VonGrafe 测试定量检查隐斜结果的比较分析. *天津医药*, 2006,34(9):669-670.

[10] 瞿佳. 视光学理论和方法. 北京:人民卫生出版社, 2004.

[11] 齐备. 眼镜验光员(高级). 北京:中国劳动社会保障出版社, 2021.

[12] Schroeder TL, Rainey BB, Goss DA, et al. Reliability of and comparisons among methods of measuring dissociated phoria. *Optom Vis Sci*, 1996,73(6):389-397.

[13] 杨志鹏, 胡媛媛, 卢秀珍, 等. Howell 隐斜卡检测近距离水平隐斜视的准确性和可重复性. *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2023, 25(12):941-945.

[14] Wong EPF, Fricke TR, Dinardo C. Interexaminer repeatability of a new, modified prentice card compared with established phoria tests. *Optom Vis Sci*, 2002,79(6):370-375.

[15] Wang YW, Zheng FH, Zhou FC, et al. Assessment of precision and reliability of a novel computerized heterophoria test. *Front Neurosci*, 2023,17:1207945.

[16] 崔耀珍, 高祥瑞, 张艳龙, 等. 不同隐斜测量方法可重复性的比较. *天津医科大学学报*, 2012,18(1):115-117.

[17] Casillas EC, Rosenfield M. Comparison of subjective heterophoria testing with a phoropter and trial frame. *Optom Vis Sci*, 2006,83(4):237-241.

[18] Gantz L, Caspi A. Synchronization of a removable optical element with an eye tracker; test case for heterophoria measurement. *Transl Vis Sci Technol*, 2020,9(7):40.

[19] De - Hita - Cantalejo C, Benítez - Rodríguez MDLÁ, Sánchez - González MC, et al. Accommodation response variations in university students under high demand for near - vision activity. *Life*, 2022, 12(11):1837.

[20] Kahal F, Al Darra A, Torbey A. Computer vision syndrome: a comprehensive literature review. *Future Sci OA*, 2025,11(1):2476923.