

Spot 视力筛查仪和自动电脑验光仪测量学龄前儿童屈光结果比较

章 敏,徐武平,蔡苏博,徐学东

引用:章敏,徐武平,蔡苏博,等. Spot 视力筛查仪和自动电脑验光仪测量学龄前儿童屈光结果比较. 国际眼科杂志, 2025, 25(9):1537-1540.

作者单位:(214400)中国江苏省江阴市人民医院眼科
作者简介:章敏,毕业于南通大学,硕士,主治医师,研究方向:白内障、视光学、屈光手术。
通讯作者:徐学东,毕业于南京医科大学,博士,主任医师,眼科主任,研究方向:白内障、玻璃体视网膜疾病. xuxuedong71@163.com
收稿日期:2025-02-08 修回日期:2025-07-18

摘要

目的:比较自然瞳孔状态下 Spot 视力筛查仪和自动电脑验光仪测量学龄前儿童屈光结果的差异和相关性。
方法:横断面研究。采用随机方法于 2021 年 10 月至 2021 年 11 月抽取江阴市某幼儿园大班儿童 311 名,分别用 Spot 视力筛查仪与自动电脑验光进行验光检查。通过 Thibos 矢量分析法将散光分解为 J_0 和 J_{45} ,两种仪器测量等效球镜度数、球镜度数、柱镜度数、 J_0 和 J_{45} 的差异,采用 Spearman 行相关分析。
结果:纳入 311 名儿童中有 1 名儿童因球镜度数 <-7.50 D,超出 Spot 视力筛查仪检测范围($-7.50+7.50$ D)而予数据剔除,最终共纳入 310 名儿童,均取右眼数据进行分析。Spot 视力筛查仪与自动电脑验光测量等效球镜度数比较无差异($P=0.598$),两种设备测量球镜度数、柱镜度数、 J_0 、 J_{45} 比较均有差异(均 $P<0.001$);两组仪器所测结果均呈正相关[等效球镜度数($r_s=0.350$, $P<0.001$),球镜度数($r_s=0.403$, $P<0.001$),柱镜度数($r_s=0.545$, $P<0.001$), J_0 ($r_s=0.672$, $P<0.001$), J_{45} ($r_s=0.439$, $P<0.001$)]。
结论:Spot 视力筛查仪和自动电脑验光仪的检查结果不能相互替代,两种设备在视力筛查中应设置不同转诊指标。
关键词:Spot 视力筛查仪;自动电脑验光仪;差异;相关性
DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2025.9.27

Comparison of the refractive measurements in preschool children between Spot vision screener and autorefractor

Zhang Min, Xu Wuping, Cai Subo, Xu Xuedong

Department of Ophthalmology, Jiangyin People's Hospital, Jiangyin 214400, Jiangsu Province, China

Correspondence to: Xu Xuedong. Department of Ophthalmology, Jiangyin People's Hospital, Jiangyin 214400, Jiangsu Province, China. xuxuedong71@163.com
Received:2025-02-08 Accepted:2025-07-18

Abstract

• **AIM:** To compare the differences and correlation of Spot vision screener and autorefractor in measuring preschool children refractive status under natural pupil conditions.
• **METHODS:** A cross-sectional study was conducted from October to November 2021. A total of 311 children from a senior kindergarten in Jiangyin city were randomly selected and underwent refraction test using both Spot vision screener and autorefractor without cycloplegia. The astigmatism was decomposed into J_0 and J_{45} by the Thibos vector analysis. The differences in spherical equivalence (SE), sphere, cylinder, J_0 and J_{45} measured by these two devices were compared using Wilcoxon signed rank test. Spearman analysis was employed to analyze the correlation.
• **RESULTS:** One child was excluded from the initial 311 children due to sphere power <-7.50 D, exceeding the detection range of the Spot vision screener (-7.50 to $+7.50$ D). A total of 310 children were ultimately included in this study, and the data of right eye of each child were selected. There was no statistically significant difference between the SE measured by the Spot vision screener and the autorefractor ($P=0.598$), while the difference in sphere, cylinder, J_0 , and J_{45} was statistically significant (all $P<0.001$). Measurements from these two devices had a positive correlation [SE ($r_s=0.350$, $P<0.001$), sphere ($r_s=0.403$, $P<0.001$), cylinder ($r_s=0.545$, $P<0.001$), J_0 ($r_s=0.672$, $P<0.001$), J_{45} ($r_s=0.439$, $P<0.001$)].
• **CONCLUSION:** The results of Spot vision screener and autorefractor cannot be replaced by each other, and different referral indicators should be set for these two devices in vision screening.
• **KEYWORDS:** Spot vision screener; autorefractor; difference; correlation

Citation: Zhang M, Xu WP, Cai SB, et al. Comparison of the refractive measurements in preschool children between Spot vision screener and autorefractor. Guoji Yanke Zazhi(Int Eye Sci), 2025, 25(9):1537-1540.

0 引言

近年来,为做好儿童青少年近视防控工作,各地区积极开展 0-6 岁学龄前儿童眼保健和视力检查工作,通过

及时转诊、尽早治疗,保护和促进儿童视力的正常发育^[1]。视力筛查的焦点在于发现引起弱视的危险因素,包括早期形觉剥夺导致的视力神经发育缺陷、斜视和(或)屈光不正^[2]。视力表检查虽然直接反映视力情况,但由于低龄儿童配合性不佳,检测误差较大,且耗时长,在大规模快速筛查中并不适用^[3]。视力筛查的设备主要有自动电脑验光仪和各类视力筛查仪,自动电脑验光仪经典、普及率高,多年来广泛应用于临床。视力筛查仪因其便携、检查迅速、提供眼位检查、自动判别等优点越来越受欢迎,常见的有 Spot、Plusoptix、2WIN Photorefractometer 和 MTI Photoscreeners 等^[4]。2021 年美国斜视与小儿眼科学会的《儿童视力筛查指南》中肯定了视力筛查仪在学龄前儿童视力筛查中的应用^[5]。国内对于视力筛查仪的应用也逐渐增加,但所用设备多有不同,本研究通过比较学龄前儿童自然瞳孔状态下 Spot 双目视力筛查仪与自动电脑验光仪所检测屈光度的差异,为视力筛查工作提供数据对比。

1 对象和方法

1.1 对象 横断面研究。采用随机方法于 2021 年 10 月至 2021 年 11 月抽取江阴市某幼儿园大班儿童 311 名,分别用 Spot 视力筛查仪(Welch Allyn Spot VS 100 型)与自动电脑验光仪(TOPCON KR 800 型)进行屈光检测。纳入标准:年龄 6-7 岁,能良好配合检查。排除标准:(1)眼球震颤;(2)斜弱视;(3)屈光介质异常;(4)眼底病变;(5)既往眼部手术史。本研究遵循《赫尔辛基宣言》。本研究方案通过江阴市人民医院伦理委员会审核批准[批号:(2020)伦理研第(047)号]。研究前取得学校同意,经学校老师告知幼儿及监护人,由监护人签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 自动电脑验光仪检查方法 被检者为自然瞳孔状态,由一名熟练的技术人员在半暗室环境下(有遮光窗帘的教室)操作。自动电脑验光仪增量为 0.12 D,每眼测量 3 次,要求任意 2 次球镜和柱镜测量误差控制在 0.25 D 范围内,取 3 次测量平均值。

1.2.2 Spot 视力筛查仪检查方法 被检者为自然瞳孔状态,由 1 名熟练的技术人员在半暗室环境下(有遮光窗帘的教室)操作。根据实际年龄,在筛查仪界面选择相应年龄段,检查者与被检查者保持约 1 m 距离,通过设备红绿闪烁灯光及鸟鸣声吸引儿童注视屏幕,根据仪器提示调整距离,完成测量后自动显示结果。每名儿童检测 3 次,每次测量时间间隔至少 1 min,记录结果,要求任意 2 次球镜和柱镜测量误差控制在 0.50 D 范围内,取 3 次测量平均值^[6]。散光度均采用负柱镜形式表达,SE=S+C× $\frac{1}{2}$,S 为球镜度,C 为负柱镜度。

1.2.3 散光矢量计算方法 散光矢量计算方法运用 Thibos 公式:

$$J_0 = (-C/2) \times (\cos 2\alpha)$$
$$J_{45} = (-C/2) \times (\sin 2\alpha)$$
$$\alpha$$
 为负柱镜轴位, J_0 为正值代表顺规散光,负值代表逆规散光; J_{45} 为正值代表斜轴散光最大值在 135° 方向,负值代表斜轴散光最大值在 45° 方向^[7]。

统计学分析:采用 SPSS 25.0 统计学软件进行统计分析,K-S 检验计量资料的正态性,不符合正态分布的计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表达,采用 Wilcoxon 符号秩和检验,采

用 Spearman 检验相关性($|r_s| \geq 0.8$:极强相关性; $0.6 \leq |r_s| < 0.8$:强相关性; $0.4 \leq |r_s| < 0.6$:中等程度相关性; $0.2 \leq |r_s| < 0.4$:弱相关性; $|r_s| < 0.2$:极弱相关或非线性相关性), $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 纳入儿童基本资料 本研究纳入 311 名儿童中有 1 名儿童因球镜度 < -7.50 D,超出 Spot 视力筛查仪检测范围($-7.50 \sim +7.50$ D)而予数据剔除,最终共纳入 310 名儿童,其中男 155 名,女 155 名,取右眼数据用于统计分析。

2.2 两种设备测量屈光度比较 两种设备测量等效球镜度数比较差异无统计学意义($P = 0.598$),两种设备测量球镜度数、柱镜度数、 J_0 、 J_{45} 比较差异均有统计学意义($P < 0.001$),见表 1。

2.3 两种设备测量屈光度相关性 Spot 视力筛查仪所测屈光度与自动电脑验光仪所测结果均呈正相关,等效球镜度数($r_s = 0.350, P < 0.001$),球镜度数($r_s = 0.403, P < 0.001$),柱镜度数($r_s = 0.545, P < 0.001$), J_0 ($r_s = 0.672, P < 0.001$), J_{45} ($r_s = 0.439, P < 0.001$),但除 J_0 为强相关外,其余参数相关性较低(图 1)。

3 讨论

Spot 视力筛查仪是一手持便携红外设备,基于 ShackHartmann 波前分析技术,利用视网膜反光估算屈光度。测量时与受检者保持 1 m 距离,提供视觉和声音提示以吸引受检者凝视设备窗口,数据采集时间约 2 s,内设推荐标准,自动判别屈光不正、屈光参差,根据两眼瞳孔中心位置判断眼位^[8]。有研究报道,Spot 视力筛查仪对弱视危险因素具有较高的敏感性^[9-10]。本研究中两种设备检测的大部分儿童为轻度远视,主要表现为顺规散光,符合该年龄段儿童视力发育生理特点。诊断屈光不正时,我们以睫状肌麻痹后的屈光度作为金标准。李江等^[11]发现,1-5 岁儿童不同年龄段 Spot 视力筛查仪所测球镜度数、等效球镜度数均较睫状肌麻痹后检影验光(cycloplegic retinoscopy, CR)偏负值,但两者具有高度正相关性和较好的一致性;Spot 视力筛查仪所测柱镜度数较 CR 偏高, J_0 和 J_{45} 相关性不高但一致性较高。Dikkaya 等^[12]研究发现,在 5-9 岁儿童中,Spot 视力筛查仪与 CR 相比,球镜度数和等效球镜度数均偏负值,有高度一致性。黄丹等^[13]发现在 6 岁以下儿童中,Spot 视力筛查仪较 CR 低估球镜度数,高估柱镜度数。既往一系列研究均表明虽然检查时保持约 1 m 距离,在非睫状肌麻痹状态下,Spot 视力筛查仪依旧无法消除被检查者的调节因素,其所测等效球镜度数和球镜度数比睫状肌麻痹后的结果偏负值,散光度数偏高。

本研究发现,自然瞳孔状态下,两种设备等效球镜度数无明显差别,同余继锋等^[14]研究结论,该研究纳入 2-9 岁儿童 87 例 174 眼,发现在非睫状肌麻痹状态下,Spot 视力筛查仪与自动电脑验光仪测量的等效球镜度数均无统计学差异。而李影等^[15]发现,在 6-19 岁的近视人群 500 眼中,自然瞳孔状态下,不同近视组 Spot 视力筛查仪所得的等效球镜度数均较自动电脑验光仪偏正。分析原因可能是该研究在近视的中小學生中比较,而本研究纳入的均为学龄前儿童,年龄小,且大部分还有远视储备,在小瞳下检测屈光度时会产生更多的调节,和大龄近视人群相比,两种设备检测等效球镜度数的差异会有所不同。

本研究发现,在自然瞳孔状态下,Spot 视力筛查仪所

表 1 两种设备测量屈光度比较 [$M(P_{25}, P_{75}), D$]

设备	眼数	等效球镜度数	球镜度数	柱镜度数	J_0	J_{45}
自动电脑验光仪	310	0.38(0.00,0.75)	0.50(0.25,1.00)	-0.25(-0.75,-0.25)	0.08(0.00,0.25)	0.00(-0.07,0.04)
Spot 视力筛查仪	310	0.38(0.13,0.63)	0.75(0.50,1.00)	-0.75(-1.25,-0.50)	0.32(0.12,0.52)	0.03(-0.05,0.13)
Z		-0.527	-5.814	-12.513	-13.377	-5.464
P		0.598	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

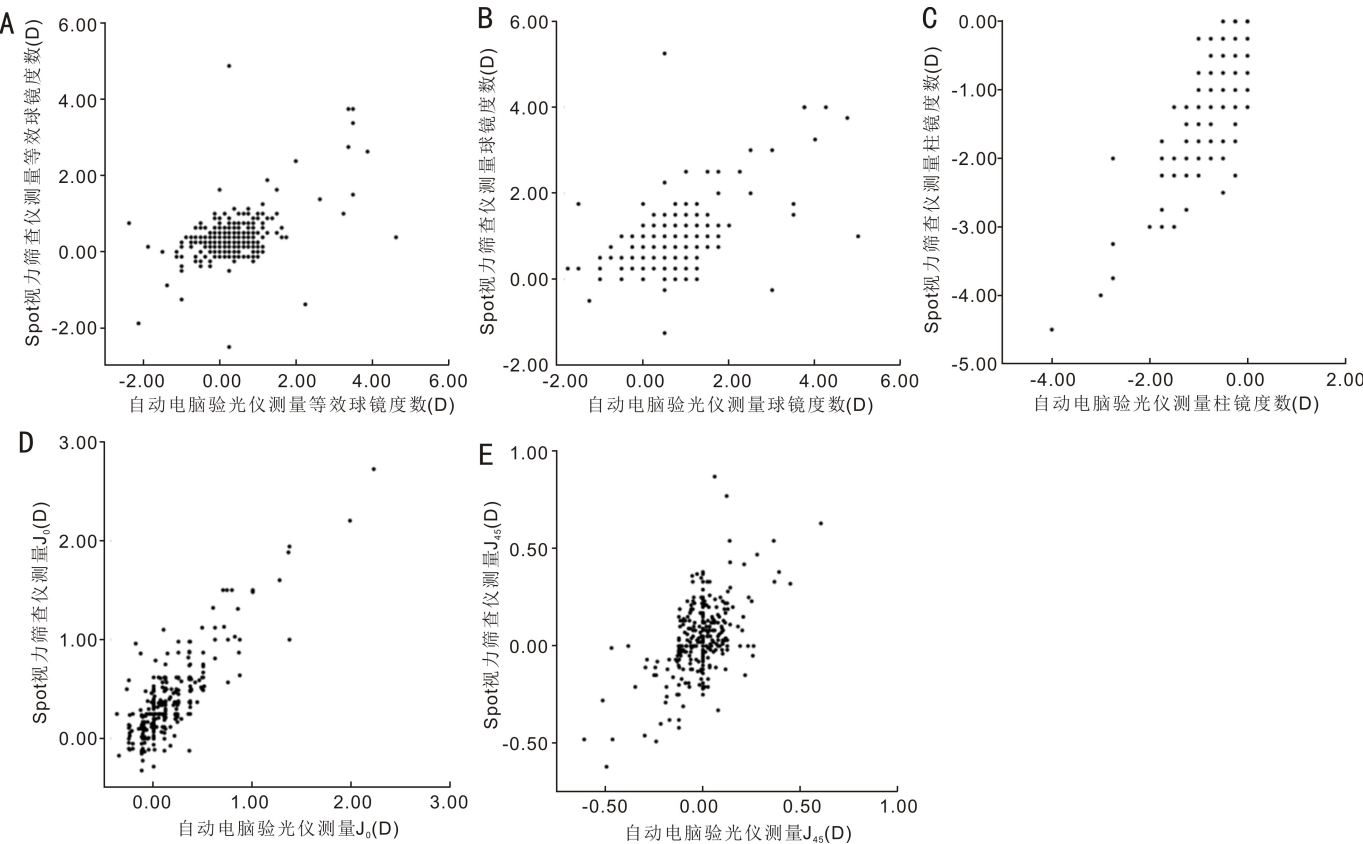


图 1 两种设备测量屈光度相关性分析散点图 A:等效球镜度数; B:球镜度数;C:柱镜度数;D:J₀;E:J₄₅。

测球镜度数比自动电脑验光仪明显偏正。这可能与两种设备检测原理不同相关。众所周知,由于近感知性调节,非睫状肌麻痹状态下的球镜度数、等效球镜度数较睫状肌麻痹后偏负值^[16-17]。自动电脑验光仪的核心工作原理是红外视网膜检影法,虽然在测量前有测量光标的雾视过程,但由于被检者面部非常贴近仪器,依旧容易诱发近感知性调节,而 Spot 视力筛查仪检测时被检者距离设备约 1 m 距离,产生的近感知调节相对少一些,因此也可以初步解释为何自动电脑验光仪测的球镜度数更偏负值。在余继锋等^[14]研究中,Spot 视力筛查仪相对自动电脑验光仪,右眼球镜度数偏正,左眼球镜度数无统计学差异,而本研究为避免镜像性偏倚,仅选取右眼数据纳入研究,右眼结论一致,对于眼别引起的差异还有待进一步研究。本研究结果显示 Spot 视力筛查仪所测等效球镜度数与自动电脑验光仪无统计学差异,球镜度数偏正,因此我们认为,在视力筛查中,相对自动电脑验光仪,应用 Spot 视力筛查仪并不会增加近视的患病率。

在 Spot 视力筛查仪的默认设置中,6-20 岁人群的转诊的标准为:近视:1.0 D;散光:1.5 D;远视:2.5 D;屈光参差:1.0 D。本研究发现 Spot 视力筛查仪所测柱镜度数、J₀、J₄₅均较自动电脑验光仪明显偏高,其中 Spot 视力筛查仪所测散光高于 1.5 D 的有 39 眼,自动电脑验光仪所测

散光高于 1.5 D 的有 15 眼,提示在儿童视力筛查中,Spot 视力筛查仪对散光较敏感,相对自动电脑验光仪,Spot 视力筛查仪会高估散光值。崔欣等^[18]在一项对 3-6 岁儿童 544 眼的前瞻性队列研究中发现,自然瞳孔状态下 Spot 视力筛查仪对轻、中、重度散光的检出率均高于电脑验光,该结果与本研究的结论相符。而在余继锋等^[14]的研究中,两种设备的散光度数无统计学差别,考虑由于不同研究纳入人群的年龄段和样本量有所差异,结果会有所不同。儿童角膜散光多为顺规散光,早期发现高度散光对弱视防治至关重要。Spot 视力筛查仪的高敏感性有助于减少散光漏诊,当然也需警惕假阳性风险,临床中还需结合视力等综合判断是否需要转诊。

实际视力筛查一般都是大范围进行,由于人数众多,基本都在小瞳下进行屈光检查,由于各地区或者单位条件不同,所配备的屈光检查设备也不同。本研究在小瞳下,不仅对比了 Spot 视力筛查仪和自动电脑验光仪所测屈光参数的差异和相关性,还对散光进一步分解为 J₀和 J₄₅进行比较,更为全面,对学龄前儿童视力筛查工作更具实际参考价值。然而,本研究也存在一定局限性:(1)样本量较少,儿童的年龄段集中,大部分儿童处于正视状态,对于远视、近视、不同类型散光以及不同年龄儿童的屈光参数比较还有待后续扩大样本进一步研究;(2)本研究未行睫

状肌麻痹验光,反映的内容较局限,后期有条件可行睫状肌麻痹验光进一步完善研究,并且根据和睫状肌麻痹后的验光数据进行对比,合理调整转诊标准以指导实际筛查工作。

综上所述,Spot 视力筛查仪在检测屈光度数的同时,还能根据瞳孔位置初步判断斜视情况,数据管理系统更是可以大批量调用检查结果,其功能更丰富,特别在对低龄儿童进行大规模视力筛查时,不失为一个良好的工具。在自然瞳孔状态下,Spot 视力筛查仪和自动电脑验光仪所测球镜度数、散光度数均有明显统计学差异,屈光参数相关性不高,说明检测结果不可相互替代,在视力筛查时,两种设备应设置不同转诊指标。另外,Spot 视力筛查仪和自动电脑验光仪相比并不会增加近视的患病率,Spot 视力筛查仪的散光敏感性较高,有助于减少散光的漏诊。

利益冲突声明:本文不存在利益冲突。

作者贡献声明:章敏论文选题与修改,数据分析,初稿撰写;蔡苏博收集数据;徐武平数据分析,文献检索;徐学东选题指导,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] 国家卫生健康委办公厅. 国家卫生健康委办公厅关于印发 0~6 岁儿童眼保健及视力检查服务规范(试行)的通知. 中华人民共和国国家卫生健康委员会公报, 2021,6:8-37.

[2] Wallace DK, Repka MX, Lee KA, et al. Amblyopia Preferred Practice Pattern. *Ophthalmology*, 2018,125(1):105-142.

[3] Donahue SP, Nixon CN, Section on Ophthalmology, American Academy of Pediatrics, et al. Visual system assessment in infants, children, and young adults by pediatricians. *Pediatrics*, 2016,137(1):28-30.

[4] 李蕊, 黄丹, 竺慧, 等. 双目屈光筛查仪在 4~5 岁学龄前儿童视力筛查中的应用研究. *中华眼科杂志*, 2020,56(3):189-196.

[5] Arnold RW, Donahue SP, Silbert DI, et al. AAOPOS uniform guidelines for instrument-based pediatric vision screen validation 2021. *J AAOPOS*, 2022,26(1):1.e1-1.e6.

[6] 胡晓芳, 韩燕, 张敏, 等. 学龄前期儿童远视储备不足现状及影响因素分析. *国际眼科杂志*, 2025,25(6):1026-1032.

[7] Thibos LN, Wheeler W, Horner D. Power vectors: an application of Fourier analysis to the description and statistical analysis of refractive error. *Optom Vis Sci*, 1997,74(6):367-375.

[8] Kapoor V, Shah SP, Beckman T, et al. Community based vision screening in preschool children; performance of the Spot Vision Screener and optotype testing. *Ophthalmic Epidemiol*, 2022,29(4):417-425.

[9] Garry GA, Donahue SP. Validation of Spot screening device for amblyopia risk factors. *J AAOPOS*, 2014,18(5):476-480.

[10] Musch DC, Andrews CA, Schumann RA, et al. A comparative study of two photoscreening devices with manual vision screening involving preschool children. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*, 2022,59(1):46-52.

[11] 李江, 娄志武, 唐剑波. Spot 视力筛查仪与睫状肌麻痹检影验光屈光检查结果的比较. *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2023,25(8):607-611.

[12] Dikkaya F, Erdur SK. Comparison of the PlusOptix S09 and spot vision photorefractor to cycloretinoscopy. *Int Ophthalmol*, 2019,39(8):1671-1678.

[13] 黄丹, 颜琪, 陈吉, 等. SPOT 屈光筛查仪在 6 岁以下儿童视力筛查的转诊标准研究. *国际眼科杂志*, 2023,23(12):2026-2030.

[14] 余继锋, 李莉, 褚慧慧, 等. Spot Vision Screener 视力筛查仪在儿童视力筛查中的应用分析. *国际眼科杂志*, 2015,15(7):1285-1286.

[15] 李影, 廖娅, 刘一如, 等. Spot 双目视力筛查仪和自动电脑验光仪在近视筛查中结果的比较. *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2021,23(1):54-58.

[16] 贾桂祯, 顾伟, 朱娜, 等. 比较阿托品和复方托吡卡胺对学龄期儿童散光的影响. *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2022,24(9):689-697.

[17] 白大勇, 李莉, 魏士飞, 等. 成人睫状肌麻痹前后屈光度变化及其影响因素的流行病学研究. *中华眼科医学杂志(电子版)*, 2020,10(3):166-171.

[18] 崔欣, 陈丽萍, 李莉. 学龄前儿童散光筛查中应用 Spot 双目视力筛查仪的效果. *中国医疗器械信息*, 2024,30(23):100-103.