

· 临床研究 ·

远像光屏显示器对儿童近距离用眼所致短暂性近视的抑制效果

陶俊¹ 甄毅² 李仕明² 郝瑞¹ 郭雅图¹ 张伟¹¹天津市眼科医院 天津市眼科学与视觉科学重点实验室 南开大学附属天津市眼科医院
天津医科大学眼科临床学院 天津市眼科研究所, 天津 300020; ²首都医科大学附属北京同仁医院

北京同仁眼科中心 北京市眼科研究所 北京市眼科与视觉科学重点实验室, 北京 100730

陶俊现在北京市朝阳区妇幼保健院眼科, 北京 100021

通信作者: 张伟, Email: zhangwei3067@163.com

【摘要】 目的 探讨远像光屏显示器是否对儿童近距离用眼所致短暂性近视(NITM)有抑制效果。**方法** 采用前瞻性自身对照研究, 2022年3月至2023年3月在天津市眼科医院招募120名儿童志愿者, 年龄4~12岁, 平均(5.0±2.2)岁, 受试者有屈光不正者足矫戴镜后进行试验。依据调节反应将受试者分为调节超前组16例32眼、调节等同组48例96眼和调节滞后组56例112眼; 按照受试者有无近视分为近视组20例40眼和非近视组100例200眼。采用随机数字表法决定受试者先使用iPad或远像光屏显示器观看视频影像30 min, 2次观看之间休息2 h后交换。记录2种方式观看视频前后的视力、屈光度、晶状体厚度、NITM度数及恢复时间。比较不同调节类型、不同屈光类型通过2种方式观看视频后视力、晶状体厚度、NITM度数和恢复时间。**结果** 观看远像光屏显示器后NITM度数和恢复时间分别为(0.00±0.36)D和(25.33±15.48)s, 观看iPad后分别为(-0.20±0.40)D和(33.33±17.68)s。与观看iPad后相比, 通过远像光屏显示器观看视频后即刻远视力较好、近视屈光度数较低、晶状体厚度较薄、NITM度数较低、恢复时间较短, 差异均有统计学意义($t=-7.688, 7.824, -4.210, 2.331, -2.887$, 均 $P<0.05$)。观看远像光屏显示器和iPad后, 调节超前组、调节等同组和调节滞后组视力变化、晶状体厚度变化、NITM度数和NITM恢复时间总体比较差异均无统计学意义($H=0.584, 4.923, 1.514, 2.634$, 均 $P>0.05$; $H=3.265, 1.884, 1.606, 1.922$, 均 $P>0.05$)。观看远像光屏显示器和iPad后, 近视与非近视组视力变化、晶状体厚度变化、NITM度数和NITM恢复时间总体比较差异均无统计学意义($Z=-1.555, -1.700, -0.254, -2.336$, 均 $P>0.05$; $Z=-1.125, -0.446, -1.033, -0.759$, 均 $P>0.05$)。**结论** 使用远像光屏显示器能减轻看近所产生的NITM, 且能缩短NITM恢复时间, 对不同屈光状态及不同调节类型儿童均有效。

【关键词】 近视; 儿童; 预防; 远像光屏显示器; 近距离用眼所致短暂性近视; 调节反应**基金项目:** 天津市教科研计划(重点项目)(2023YXZD03); 南开大学视觉科学研究院开放基金(NKSGZ202302); 天津市卫生健康科技项目高层次人才专项(TJWJ2025RC015)**临床试验注册:** 中国临床试验注册中心(ChiCTR2100047059)

DOI: 10.3760/cma.j.cn115989-20240416-00111

Inhibitory effect of a distant-image screen on nearwork-induced transient myopia in childrenTao Jun¹, Zhen Yi², Li Shiming², Hao Rui¹, Guo Yatu¹, Zhang Wei¹¹Tianjin Eye Hospital, Tianjin Key Laboratory of Ophthalmology and Visual Science, Nankai University Affiliated Tianjin Eye Hospital, Clinical College of Ophthalmology of Tianjin Medical University, Tianjin Eye Institute, Tianjin 300020, China; ²National Engineering Research Center for Ophthalmology, Beijing Institute of Ophthalmology, Beijing Tongren Hospital, Capital Medical University, Beijing 100730, China

Tao Jun works at Department of Ophthalmology, Beijing Chaoyang District Maternal and Child Healthcare Hospital, Beijing 100021, China

Corresponding author: Zhang Wei, Email: zhangwei3067@163.com

[Abstract] Objective To investigate whether a distant-image screen display has an inhibitory effect on children's nearwork-induced transient myopia (NITM). **Methods** A prospective self-controlled study was

conducted. From March 2022 to March 2023, 120 pediatric volunteers, aged 4 to 12 years, with a mean age of (5.0 ± 2.2) years, were recruited at Tianjin Eye Hospital. Subjects with refractive errors underwent tests wearing corrective lenses. Subjects were categorized based on accommodative response into three groups: accommodative lead (16 subjects, 32 eyes), accommodative equivalent (48 subjects, 96 eyes), and accommodative lag (56 subjects, 112 eyes). Subjects were also divided by myopia status into myopic (20 subjects, 40 eyes) and non-myopic (100 subjects, 200 eyes) groups. Using a random number table, the subjects were assigned to first view video images for 30 minutes on either an iPad or a distant light screen display. After a two-hour rest between the two sessions, the viewing modality was switched. Visual acuity, refractive power, lens thickness, NITM degree, and NITM recovery time were recorded before and after viewing videos via both modalities. Visual acuity, lens thickness, NITM degree, and recovery time following video viewing via the two modalities across different accommodation types and refractive types were compared. This study adhered to the Declaration of Helsinki. The study protocol was approved by the Ethics Committee of Tianjin Eye Hospital (No. 2022099), and all guardians of the subjects provided informed consent for this study. **Results** The NITM degree and recovery time after watching videos on a distant-image screen display were (0.00 ± 0.36) D and (25.33 ± 15.48) seconds, respectively. The NITM degree and recovery time after watching videos on an iPad were (-0.20 ± 0.40) D and (33.33 ± 17.68) seconds, respectively. Compared with watching videos on an iPad, watching videos on a distant-image screen display resulted in better immediate distance vision, lower myopic refractive power, thinner lens thickness, lower NITM degree, and shorter recovery time, with statistically significant differences ($t = -7.688, 7.842, -4.210, 2.331, -2.887$; all $P < 0.05$). After viewing the distant-image screen display and iPad, there was no significant difference in the overall comparison of visual acuity change, lens thickness change, NITM degree and NITM recovery time among the accommodative lead, accommodative equivalent and accommodative lag groups ($H = 0.584, 4.923, 1.514, 2.634$; all $P > 0.05$. $H = 3.265, 1.884, 1.606, 1.922$; all $P > 0.05$), and there was also no significant difference between the myopic and non-myopic groups ($Z = -1.555, -1.700, -0.254, -2.336$; all $P > 0.05$. $Z = -1.125, -0.446, -1.033, -0.759$; all $P > 0.05$). **Conclusions** The use of a distant-image screen display can reduce the NITM caused by near viewing and shorten the NITM recovery time, which is effective for children with different refractive states and accommodative types.

[Key words] Myopia; Children; Prevention; Distant-image screen; Nearwork-induced transient myopia; Accommodative response

Fund program: Tianjin Education Commission Research Program (Key Project) (2023YXZD03); The Open Project of Institute of Optometry and Vision Science in Nankai University (NKSZG202302); Tianjin Health Research Project (TJWJ2025RC015)

Trial registration: Chinese Clinical Trial Registry (ChiCTR2100047059)

DOI:10.3760/cma.j.cn115989-20240416-00111

近几十年来全球近视患病率呈现爆发性增长,并有发病早、进展快、度数高的趋势^[1]。近视的发生与遗传、环境等因素有关,近距离和长时间用眼是近视发展的重要原因,可能的机制包括近距离用时调节负荷与视网膜周边远视性离焦增加,数小时的近距离工作可以引起近视度数加深、眼轴增长、脉络膜变薄、调节功能降低等一系列改变^[2-3]。近距离用眼所致暂时性近视(nearwork-induced transient myopia, NITM)是指近距离工作一段时间后,由于晶状体不能快速有效地减少自身屈光力而表现出的幅度较小、暂时性的远点向眼前移近,是一种涉及交感神经与副交感神经系统相互作用的调节滞后现象,被认为是近视发生和发展的重要原因之一^[4-5]。远像光屏显示器采用台式显示器外观设计,基于 Birdbath 光学设计原理和自由曲面镜技术,可以在近距离空间内投射出远距离虚像。本

研究通过远像光屏显示器代替儿童常用的 iPad 等电子产品,观察远像光屏显示器能否预防儿童 NITM。

1 资料与方法

1.1 一般资料

采用前瞻性自身对照研究,2022 年 3 月至 2023 年 3 月在天津市眼科医院招募儿童志愿者 120 例,其中男 72 例,女 48 例;年龄 4~12 岁,平均 (5.0 ± 2.2) 岁;球镜度 $-3.00 \sim +2.00$ D,平均 (-0.23 ± 0.05) D。纳入标准:(1)年龄 4~12 岁;(2)裸眼或矫正视力 ≥ 1.0 ;(3)能够积极主动配合完成所有检查者。排除标准:(1)单眼或双眼弱视;(2)屈光参差(等效球镜度相差 ≥ 2.00 D)、高度近视(球镜度 ≤ -6.00 D)、高度远视(球镜度 $\geq +6.00$ D)或高度散光(柱镜度 ≤ -2.00 D 或 $\geq +2.00$ D)者;(3)有眼部外伤或器质性病变者;

(4) 眼位及眼球运动异常者。依据调节反应将受试者分为调节超前组 16 例 32 眼、调节等同组 48 例 96 眼和调节滞后组 56 例 112 眼;按照受试者有无近视分为近视组 20 例 40 眼和非近视组 100 例 200 眼。本研究遵循《赫尔辛基宣言》, 研究方案经天津市眼科医院伦理委员会批准(批文号:2022099), 所有受检者监护人均了解本研究目的及流程并签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 远像光屏显示器成像原理

远像光屏的设计理念是将近距离物象投射到 2、3 或 5 m 远处, 通过观看远像光屏显示器, 相当于在 30 cm 的实际观看距离上能够呈现 1 个 2、3 或 5 m 距离的虚像(图 1), 从而在有限物理空间内实现远距离图像投影, 有效避免了近距离用眼的调节。该系统采用共轴折反自由曲面 AR 光学方案, 图像源为 5.5 英寸液晶显示屏(分辨率为 2 560×1 440), 发出的光线由半透半反平面分光镜反射至全反射自由曲面凹面镜, 之后透过半透半反平面分光镜入眼, 远像光屏屏幕的像素密度大于 500 ppi, 高于教材印刷清晰度的国家标准, 中央 30° 以外的视野采取黑箱设计, 避免周边远视性离焦图像的产生(图 2)。

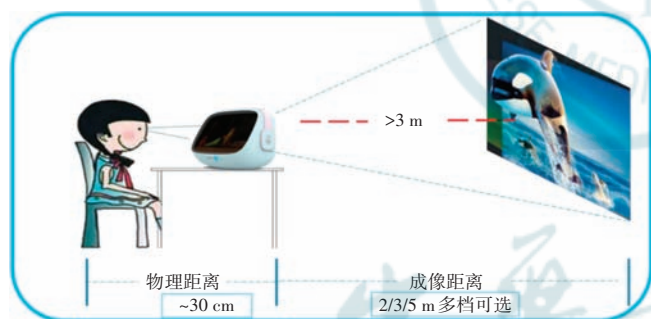


图 1 远像光屏使用示意图

Figure 1 Schematic diagram of distant-image screen use

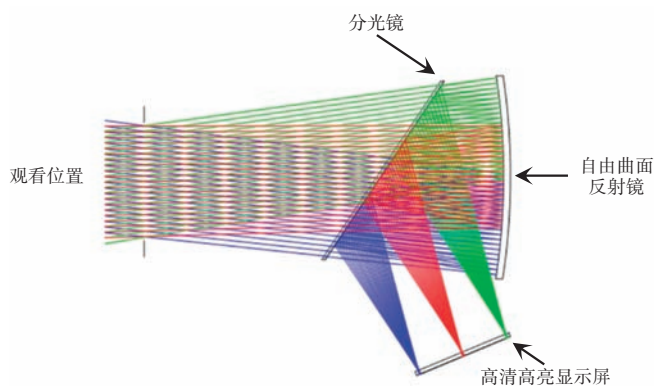


图 2 远像光屏设计原理

Figure 2 Design principle of distant-image screen

1.2.2 观看 iPad 和远像光屏显示器视频方法及参数测量

采用随机数字表法决定受试者先使用 iPad 或远像光屏显示器观看视频 30 min, 休息 2 h 后交换, 休息期间进行户外活动, 观看 6 m 以外的景物, 屈光不正受试者足矫戴镜观看视频。观看视频后, 秒表计时, 立即测量屈光度(R_1)和晶状体厚度(L_1), 平均每 3 s 测量 1 次屈光度, 直至前后 2 次测量的数值相同为屈光度稳定(R_2), 再次测量晶状体厚度(L_2), 记录 2 种方式产生 NITM 的恢复时间, 3 min 后最后 1 次测量屈光度(R_3)和晶状体厚度(L_3), 与之前稳定时数据 R_2 和 L_2 比较, 如数据相差超过 0.25 D 和 0.01 mm, 则重新观看视频, 直至 R_2 与 R_3 、 L_2 与 L_3 基本相同。记录 2 种方式观看视频前后的即刻视力、屈光度、晶状体厚度、NITM 度数及恢复时间。

1.2.3 评价指标

(1) 调节反应 采用综合验光仪(RT-600, 日本 Nidek 公司)融像交叉柱镜法测量调节反应。将交叉圆柱镜的负镜轴置于双眼前垂直位置并保持室内低照明, 眼前 40 cm 处放置十字交叉线卡片, 患者如诉横、竖线清晰度相同, 则调节反应等于调节刺激; 竖线清楚, 则调节反应大于调节刺激, 为调节超前; 横线清楚, 则调节反应小于调节刺激, 为调节滞后。

(2) 视力 采用国际标准对数视力表测量视力, 并将结果转化为最小分辨角对数视力进行分析。

(3) 屈光度 采用开放性电脑验光仪(WAM-5500, 日本精工公司)测量观看 6 m 处视标的屈光度, 计算等效球镜度(spherical equivalent, SE)。SE = 球镜度 + 1/2 柱镜度。

(4) 晶状体厚度 采用光学生物测量仪(LS 900, 瑞士 Haag-Streit 公司)测量晶状体厚度。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 22.0 统计学软件进行统计分析。计量资料数据经 Kolmogorov-Smirnov 检验证实符合正态分布者以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 2 种方式观看视频前后即刻各参数总体比较采用单因素方差分析, 两两比较采用 LSD- t 检验。2 种方式观看视频后各参数比较采用配对 t 检验。不符合正态分布者以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示, 2 种方式观看视频后不同调节反应组各参数比较采用 Kruskal-Wallis H 检验; 2 种方式观看视频后近视组与非近视组各参数比较采用 Mann-Whitney U 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 种方式观看视频前后即刻视力、SE 和晶状体厚度比较

观看前、观看远像光屏后、观看 iPad 后 30 min 即

刻视力、SE 和晶状体厚度总体比较差异均有统计学意义 ($F=5.157, 4.577, 4.078$, 均 $P<0.05$), 其中与观看前比较, 观看远像光屏后即刻视力较好、近视屈光度较低、晶状体厚度较薄, 差异均有统计学意义 (均 $P<0.05$) (表 1)。

2.2 2 种方式观看视频后各参数比较

与观看 iPad 后相比, 通过远像光屏显示器观看视频后 30 min 即刻远视力较好、SE 近视屈光度数较低、晶状体厚度较薄、NITM 度数较低、NITM 恢复时间较短, 差异均有统计学意义 ($t=-7.688, 7.824, -4.210, 2.331, -2.887$, 均 $P<0.05$) (表 2)。

2.3 2 种方式观看视频后不同调节反应组各参数比较

观看远像光屏显示器和 iPad 后, 调节超前组、调节等同组和调节滞后组视力变化、晶状体厚度变化、NITM 度数和 NITM 恢复时间总体比较差异均无统计学意义 ($H=0.584, 4.923, 1.514, 2.634$, 均 $P>0.05$; $H=3.265, 1.884, 1.606, 1.922$, 均 $P>0.05$) (表 3)。

2.4 2 种方式观看视频后近视组与非近视组各参数比较

观看远像光屏显示器和 iPad 后近视组与非近视组视力变化、晶状体厚度变化、NITM 度数和 NITM 恢复时间总体比较差异均无统计学意义 ($Z=-1.555, -1.700, -0.254, -2.336$, 均 $P>0.05$; $Z=-1.125, -0.446, -1.033, -0.759$, 均 $P>0.05$) (表 4)。

表 1 观看前、观看远像光屏和观看 iPad 后即刻视力、SE 和晶状体厚度比较 ($\bar{x}\pm s$)
Table 1 Comparison of immediate vision, SE and lens thickness among pre-viewing, after viewing a distant-image screen and viewing an iPad ($\bar{x}\pm s$)

类别	例数/眼数	视力	SE (D)	晶状体厚度 (mm)
观看前	120/240	0.09±0.20	-0.19±0.67	3.77±0.28
观看远像光屏显示器后	120/240	0.02±0.07 ^a	-0.01±0.67 ^a	3.64±0.20 ^a
观看 iPad 后	120/240	0.13±0.10	-0.55±0.78	3.84±0.30
F 值		5.157	4.577	4.078
P 值		0.008	0.013	0.020

注: 与观看前相比, ^a $P<0.05$ (单因素方差分析, LSD- t 检验) SE: 等效球镜度
Note: Compared with pre-viewing, ^a $P<0.05$ (One-way ANOVA, LSD- t test) SE: spherical equivalent

表 2 2 种方式观看视频后各参数比较 ($\bar{x}\pm s$)
Table 2 Comparison of various parameters after watching videos using distant-image screen and iPad ($\bar{x}\pm s$)

类别	例数/眼数	视力	SE (D)	晶状体厚度 (mm)	NITM 度数 (D)	NITM 恢复时间 (s)
观看远像光屏显示器后	120/240	0.02±0.07	-0.01±0.68	3.64±0.20	0.00±0.36	25.33±15.48
观看 iPad 后	120/240	0.13±0.10	-0.56±0.78	3.84±0.30	-0.20±0.40	33.33±17.68
t 值		-7.688	7.824	-4.210	2.331	-2.887
P 值		<0.001	<0.001	<0.001	0.027	0.007

注: (配对 t 检验) SE: 等效球镜度; NITM: 近距离用眼所致短暂性近视
Note: (Paired- t test) SE: spherical equivalent; NITM: nearwork-induced transient myopia

表 3 2 种方式观看视频后不同调节反应组各参数比较 [$M(Q_1, Q_3)$]
Table 3 Comparison of various parameters in different adjustment response groups after watching videos using distant-image screen and iPad [$M(Q_1, Q_3)$]

		观看远像光屏显示器后			
组别	例数/眼数	视力变化	晶状体厚度变化 (mm)	NITM 度数 (D)	NITM 恢复时间 (s)
调节超前组	16/32	0.00 (-0.07, 0.00)	-0.20 (-0.27, -0.13)	0.00 (0.00, 0.09)	20 (20, 20)
调节等同组	48/96	0.00 (-0.09, 0.00)	-0.06 (-0.13, 0.04)	0.00 (-0.35, 0.09)	25 (20, 55)
调节滞后组	56/112	-0.04 (-0.10, 0.00)	-0.04 (-0.15, -0.02)	0.06 (-1.35, 0.31)	20 (10, 22)
H 值		0.584	4.923	1.514	2.634
P 值		0.747	0.085	0.469	0.268
		观看 iPad 后			
组别	例数/眼数	视力变化	晶状体厚度变化 (mm)	NITM 度数 (D)	NITM 恢复时间 (s)
调节超前组	16/32	0.15 (0.02, 0.22)	-0.08 (-0.23, 0.09)	0.00 (-0.25, 0.25)	20 (20, 28)
调节等同组	48/96	0.10 (0.00, 0.12)	0.03 (-0.06, 0.08)	-0.38 (-0.63, 0.06)	30 (20, 55)
调节滞后组	56/112	0.09 (0.00, 0.10)	0.06 (-0.03, 0.14)	0.00 (-0.35, 0.09)	25 (20, 60)
H 值		3.265	1.884	1.606	1.922
P 值		0.195	0.390	0.448	0.382

注: (Kruskal-Wallis H 检验) NITM: 近距离用眼所致短暂性近视
Note: (Kruskal-Wallis H test) NITM: nearwork-induced transient myopia

表 4 2 种方式观看视频后近视组与非近视组各参数比较 [$M(Q_1, Q_3)$]Table 4 Comparison of parameters between myopic and non-myopic groups after watching videos using distant-image screen and iPad [$M(Q_1, Q_3)$]

组别	例数/眼数	观看远像光屏显示器后			
		视力变化	晶状体厚度变化 (mm)	NITM 度数 (D)	NITM 恢复时间 (s)
近视组	20/40	-0.08 (-0.11, -0.04)	-0.03 (-0.04, 0.03)	0.00 (-0.38, 0.69)	10 (10, 20)
非近视组	100/200	0.00 (-0.09, 0.00)	-0.11 (-0.17, -0.02)	0.00 (-0.14, 0.12)	20 (20, 30)
Z 值		-1.555	-1.700	-0.254	-2.336
P 值		0.120	0.089	0.799	0.059

组别	例数/眼数	观看 iPad 后			
		视力变化	晶状体厚度变化 (mm)	NITM 度数 (D)	NITM 恢复时间 (s)
近视组	20/40	0.08 (-0.05, 0.10)	0.05 (0.01, 0.09)	-0.13 (-0.82, -0.06)	20 (10, 60)
非近视组	100/200	0.10 (0.00, 0.12)	0.03 (-0.08, 0.09)	-0.13 (-0.44, 0.19)	30 (20, 50)
Z 值		-1.125	-0.446	-1.033	-0.759
P 值		0.261	0.655	0.302	0.448

注: (Mann-Whitney U 检验) NITM: 近距离用眼所致短暂性近视

Note: (Mann-Whitney U test) NITM: nearwork-induced transient myopia

3 讨论

近视的发生和发展是遗传和环境因素共同作用的结果^[6], 近距离用眼后, 人眼的屈光状态出现小幅度、暂时性的近视漂移现象, 称为 NITM, 而长时间的近距离用眼被认为是近视发生的关键诱因^[7]。Wolffsohn 等^[8]报道儿童注视近视标后 5 min 能被诱导出 NITM, 且近视者的 NITM 度数较正视者大, 且在阅读后 3 min 内 NITM 度数并未明显衰减。有研究者推断, 持续的近距离工作后, 由于交感神经抑制作用的减弱使得副交感神经介导的调节作用相对增强, 这可能使 NITM 度数增加, 从而导致近视进展^[9]。近年来, 越来越多的研究认为长时间从事近距离活动可促进近视发展^[10-11]。Dirani 等^[12]提出电子产品使用增加是导致近视主要且可被改变的危险因素。部分省份学校已出台政策限制电子产品的使用时间^[13-14]。Ehrlich^[15]引入基于电脑验光仪的客观屈光度测量分析 NITM, 发现 15 名年轻的成年志愿者对 20 cm 处视标进行 2 h 不间断的搜索工作后, 呈现出平均 0.29 D 的近视漂移。典型的 NITM 随时间延长逐渐衰减, 其初始 NITM 值为 0.12~0.60 D^[16]。恢复时间随着近距离工作时间不同而有较大波动, 为 10~166 s^[17-18]。霍环环等^[19]基于客观监测数据证实, 持续近距离用眼、长时间看手机和计算机屏幕、较近的用眼距离、较少的户外活动时间与近视存在关联。

Zhao 等^[20]提出用 VR 技术代替看近处来预防近视的发生, VR 技术可以通过周边离焦理论和模拟户外光线的强度及光谱来控制近视。但有研究表明, 头戴式 VR 设备可增加患者的视疲劳症状, 考虑与头戴式设备的重量增加了头颈部肌肉的负荷有关^[21-22]。

甄毅等^[23]研究结果显示, 阅读纸质印刷品和使用远像光屏显示器阅读的阅读速度、效率和视疲劳评分比较差异均无统计学意义, 且使用远像光屏显示器阅读引起的视力和屈光度变化更小, 认为使用远像光屏显示器进行阅读不影响阅读效率或额外增加视疲劳程度, 能够减少近距离阅读引起的视力下降。

本研究采用开放式电脑验光仪, 测量屈光度时注视目标为 6 m 远处视标, 可以认为是在睫状肌放松状况下检测的屈光度。结果显示, 观看 iPad 后 NITM 值和恢复时间与文献报道一致, 而观看远像光屏显示器后 NITM 值较文献报道更小, 恢复时间更短^[16-18]。Ciuffreda 等^[24]研究了不同屈光状态 NITM 的敏感性, 发现近视者表现出更高的初始 NITM 数值、更长的恢复时间以及更高的 NITM 发生率。本研究结果显示, 近视与非近视眼通过远像光屏显示器和 iPad 观看视频后的视力变化、晶状体厚度变化、NITM 值及 NITM 恢复时间比较, 差异均无统计学意义, 与上述研究者提出的近视者表现出更高的初始 NITM 数值、更长的恢复时间结果不同, 可能与该研究纳入人群为成人, 而本研究对象为儿童, 通常具有更大的调节力和更快的调节灵敏度有关, NITM 随年龄的变化趋势尚待进一步研究。调节超前指的是眼在应对某一调节刺激时, 实际产生的调节量高于调节刺激的量; 调节等同和调节滞后则是眼在应对某一调节刺激时, 实际产生的调节量等于或低于调节刺激的量。Mutti 等^[25]研究发现, 儿童青少年调节力下降、调节滞后是近视发生的早期迹象, 可以在近视发生前被检测到。Harb 等^[26]研究成年人近视和正视的调节反应, 结果显示近视眼的调节微波动显著增加, 在长时间近距离用眼情况下, 调节微波动导致长时间的模糊信号, 从而影响近视的发生。

和发展。本研究结果显示,不同调节反应的儿童通过远像光屏显示器观看视频时 NITM 恢复时间差异无统计学意义。使用远像光屏显示器能减轻看近所产生的 NITM,且能缩短 NITM 恢复时间,对不同屈光状态和不同调节类型儿童均有效。NITM 是一种可恢复的近视,但长时间的近距离用眼导致 NITM 是永久性近视发生和发展的重要环节^[26]。本研究结果显示,通过远像光屏显示器观看视频较通过 iPad 观看视频,近视屈光度数较低、晶状体厚度较薄、所产生的 NITM 数值较低且恢复时间较短,说明远像光屏显示器对儿童 NITM 有抑制作用。

主视眼是大脑优先接收信息来源眼,人通常习惯性利用主视眼成像来分析和定位物体。非主视眼调节和集合方面的反应,多半配合主视眼的反应,如儿童两眼视力或屈光度相差较大,非主视眼测得数据由于受主视眼影响可造成数据测量误差较大,本研究未区分主视眼和非主视眼,可能会导致结果的偏差。本研究招募的志愿者大部分为学龄前儿童,年龄偏小,调节反应中调节滞后占绝大多数,加之总体样本量偏小,存在选择偏倚的可能性,后期应进一步扩大样本量,增加大龄段儿童,均衡不同调节类型志愿者,以期得到更精确的数据和结果。远像光屏显示器减少了儿童看近时间,同时减少了眼调节和集合的使用,对于间歇性外斜视和调节力低的儿童,在使用远像光屏显示器时是否应该配合调节和集合功能的训练,仍需进一步研究。

综上,本研究结果表明通过远像光屏显示器观看视频能有效减轻 NITM,改变近距离用眼导致的调节状态,从而预防或延缓近视发展,为儿童近视防控提供了新的方法和选择依据。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 陶俊: 酝酿和设计试验、实施研究、采集数据、分析解释数据、统计分析、文章撰写及修改;甄毅: 研究设计、对文章知识性内容作批评性审阅;李仕明: 研究设计、文章修改;郝瑞、郭雅图: 研究设计、研究实施;张伟: 参与选题、研究设计、研究实施、文章审阅及定稿

参考文献

- [1] Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, et al. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050 [J]. *Ophthalmology*, 2016, 123(5): 1036–1042. DOI: 10.1016/j.ophtha.2016.01.006.
- [2] Wang J, Li Y, Musch DC, et al. Progression of myopia in school-aged children after COVID-19 home confinement [J]. *JAMA Ophthalmol*, 2021, 139(3): 293–300. DOI: 10.1001/jamaophthalmol.2020.6239.
- [3] Gebru EA, Mekonnen KA. Prevalence and factors associated with myopia among high school students in Hawassa city, South Ethiopia, 2019 [J]. *Clin Optom (Auckl)*, 2022, 14: 35–43. DOI: 10.2147/OPTO.S308617.
- [4] Rosenfield M, Ciuffreda KJ. Cognitive demand and transient nearwork-induced myopia [J]. *Optom Vis Sci*, 1994, 71(6): 381–385. DOI: 10.1097/00006324-199406000-00005.
- [5] 林仲, 张伟, 乔利亚, 等. 近距工作诱导的短暂性近视的研究现状 [J]. *中华眼科杂志*, 2012, 48(7): 657–661. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2012.07.021.
- [6] Lin Z, Zhang YC, Qiao LY, et al. Advances in nearwork-induced transient myopia [J]. *Chin J Ophthalmol*, 2012, 48(7): 657–661. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2012.07.021
- [7] Wojciechowski R. Nature and nurture: the complex genetics of myopia and refractive error [J]. *Clin Genet*, 2011, 79(4): 301–320. DOI: 10.1111/j.1399-0004.2010.01592.x.
- [8] Ciuffreda KJ, Vasudevan B. Nearwork-induced transient myopia (NITM) and permanent myopia-is there a link? [J]. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2008, 28(2): 103–114. DOI: 10.1111/j.1475-1313.2008.00550.x.
- [9] Wolffsohn JS, Gilmartin B, Li RW, et al. Nearwork-induced transient myopia in preadolescent Hong Kong Chinese [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2003, 44(5): 2284–2289. DOI: 10.1167/iovs.02-0373.
- [10] Vasudevan B, Ciuffreda KJ, Gilmartin B. Sympathetic inhibition of accommodation after sustained nearwork in subjects with myopia and emmetropia [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2009, 50(1): 114–120. DOI: 10.1167/iovs.08-1762.
- [11] Wong CW, Tsai A, Jonas JB, et al. Digital screen time during COVID-19 pandemic: risk for a further myopia boom? [J]. *Am J Ophthalmol*, 2021, 223: 333–337. DOI: 10.1016/j.ajo.2020.07.034.
- [12] Pellegrini M, Bernabei F, Scorcio V, et al. May home confinement during the COVID-19 outbreak worsen the global burden of myopia? [J]. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2020, 258(9): 2069–2070. DOI: 10.1007/s00417-020-04728-2.
- [13] Dirani M, Crowston JG, Wong TY. From reading books to increased smart device screen time [J]. *Br J Ophthalmol*, 2019, 103(1): 1–2. DOI: 10.1136/bjophthalmol-2018-313295.
- [14] Jan C, Li L, Keay L, et al. Prevention of myopia, China [J]. *Bull World Health Organ*, 2020, 98(6): 435–437. DOI: 10.2471/BLT.19.240903.
- [15] Jan CL, Congdon N. Chinese national policy initiative for the management of childhood myopia [J]. *Lancet Child Adolesc Health*, 2018, 2(12): 845–846. DOI: 10.1016/S2352-4642(18)30318-3.
- [16] Ehrlich DL. Near vision stress: vergence adaptation and accommodative fatigue [J]. *Ophthalmic Physiol Opt*, 1987, 7(4): 353–357.
- [17] Chen JC, Schmid KL, Brown B. The autonomic control of accommodation and implications for human myopia development: a review [J]. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2003, 23(5): 401–422. DOI: 10.1046/j.1475-1313.2003.00135.x.
- [18] Vasudevan B, Ciuffreda KJ. Additivity of near work-induced transient myopia and its decay characteristics in different refractive groups [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2008, 49(2): 836–841. DOI: 10.1167/iovs.07-0197.
- [19] Wolffsohn JS, Gilmartin B, Thomas R, et al. Refractive error, cognitive demand and nearwork-induced transient myopia [J]. *Curr Eye Res*, 2003, 27(6): 363–370. DOI: 10.1076/ceyr.27.6.363.18190.
- [20] 霍环环, 李素云, 仇婷婷, 等. 近距离工作、视屏时间及户外活动时间与儿童近视的关联分析 [J]. *中华实验眼科杂志*, 2025, 43(6): 548–555. DOI: 10.3760/cma.j.cn115989-20241115-00314.
- [21] Huo HH, Li SY, Qiu TT, et al. Association between near work, screen time, outdoor time and myopia in children [J]. *Chin J Exp Ophthalmol*, 2025, 43(6): 548–555. DOI: 10.3760/cma.j.cn115989-20241115-00314.
- [22] Zhao F, Chen L, Ma H, et al. Virtual reality: a possible approach to myopia prevention and control? [J]. *Med Hypotheses*, 2018, 121: 1–3. DOI: 10.1016/j.mehy.2018.09.021.
- [23] Kim E, Shin G. User discomfort while using a virtual reality headset as a personal viewing system for text-intensive office tasks [J]. *Ergonomics*, 2021, 64(7): 891–899. DOI: 10.1080/00140139.2020.1869320.
- [24] Saredakis D, Szpak A, Birchead B, et al. Factors associated with virtual reality sickness in head-mounted displays: a systematic review and meta-analysis [J]. *Front Hum Neurosci*, 2020, 14: 96. DOI: 10.3389/fnhum.2020.00096.
- [25] 甄毅, 张伟, 申婧, 等. 使用远像光屏进行阅读学习的临床价值 [J]. *中华眼科杂志*, 2022, 58(12): 1045–1050. DOI: 10.3760/cma.j.cn112142-20220106-00004.
- [26] Zhen Y, Zhang W, Shen J, et al. The clinical value of using a distant-image screen for reading and learning [J]. *Chin J Ophthalmol*, 2022, 58(12): 1045–1050. DOI: 10.3760/cma.j.cn112142-20220106-00004.
- [27] Ciuffreda KJ, Wallis DM. Myopes show increased susceptibility to nearwork aftereffects [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 1998, 39(10): 1797–1803.
- [28] Mutti DO, Mitchell GL, Jones-Jordan LA, et al. The response AC/A ratio before and after the onset of myopia [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2017, 58(3): 1594–1602. DOI: 10.1167/iovs.16-19093.
- [29] Harb E, Thorn F, Troilo D. Characteristics of accommodative behavior during sustained reading in emmetropes and myopes [J]. *Vision Res*, 2006, 46(16): 2581–2592. DOI: 10.1016/j.visres.2006.02.006.

(收稿日期: 2025-06-20 修回日期: 2025-11-06)

(本文编辑: 刘艳 施晓萌)

