

# 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

祝玉玲<sup>1</sup>, 雷小龙<sup>1</sup>, 刘聘铮<sup>2</sup>, 芦博<sup>3</sup>

引用: 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

作者单位:<sup>1</sup>(741000) 中国甘肃省天水市第一人民医院眼科;  
<sup>2</sup>(151600) 中国黑龙江省青冈县人民医院眼科;<sup>3</sup>(710000) 中国陕西省西安市高新区成视眼科

作者简介: 祝玉玲, 硕士, 主治医师, 研究方向: 近视防控、斜弱视治疗、视觉训练。

通讯作者: 祝玉玲. zyl1234567890322@163.com

收稿日期: 2023-04-09 修回日期: 2023-07-12

## 摘要

目的: 探讨 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。

方法: 前瞻性研究。选取 2018-01/2022-01 就诊于本院的弱视患儿 102 例, 通过计算机产生的随机数将患儿分成对照组 51 例采用 3D 数字化斜弱视视功能矫治系统, 观察组 51 例在对照组基础上联合使用 4D 视觉训练系统。比较两组患儿治疗总有效率、治疗前后双眼视功能、等效球镜(SE)、眼轴长度(AL)与平均角膜曲率(Km)、最佳矫正视力(BCVA)及视觉诱发电位。

结果: 观察组治疗总有效率(94.1%)明显高于对照组(74.5%)( $P < 0.05$ ); 观察组患儿同时视功能、融合视功能和立体视功能及视功能重建率明显高于对照组( $P < 0.05$ ); 两组患儿弱视眼  $\Delta SE$ 、 $\Delta AL$  和  $\Delta Km$  比较均无差异( $P > 0.05$ ); 两组 1° 空间与 15' 空间频率潜伏期均较治疗前明显降低, 观察组较对照组下降更为明显( $P < 0.05$ ); 两组患儿治疗后 BCVA 均较治疗前改善, 观察组改善更明显( $P < 0.05$ )。

结论: 4D 视觉训练系统联合 3D 数字化斜弱视视功能矫治系统可提高弱视患儿视力, 促进双眼同时视、融合视与立体视的重建, 不额外增加近视漂移风险, 改善视通路功能。

关键词: 视觉训练; 3D 数字化斜弱视视功能矫治系统; 弱视; 4D 视觉训练系统

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2023.9.27

## Vision therapy system 4D combined with stereoscopic 3D training technology for the treatment of amblyopia

Yu-Ling Zhu<sup>1</sup>, Xiao-Long Lei<sup>1</sup>, Pin-Zheng Liu<sup>2</sup>, Bo Lu<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Ophthalmology, First People's Hospital of Tianshui, Tianshui 741000, Gansu Province, China; <sup>2</sup>Department of Ophthalmology, Qinggang County People's Hospital, Qinggang

County 151600, Heilongjiang Province, China; <sup>3</sup>Xi'an High-tech Zone Cheng Shi Ophthalmology, Xi'an 710000, Shaanxi Province, China

Correspondence to: Yu-Ling Zhu. Department of Ophthalmology, First People's Hospital of Tianshui, Tianshui 741000, Gansu Province, China. zyl1234567890322@163.com

Received: 2023-04-09 Accepted: 2023-07-12

## Abstract

• AIM: To investigate the effect of vision therapy system 4D combined with stereoscopic 3D technology training for the treatment of amblyopia.

• METHODS: Prospective study. A total of 102 children with amblyopia who attended the clinic from January 2018 to January 2022 were selected, and they were randomly assigned into two groups by computer, with 51 cases in each group. Control group received stereoscopic 3D technology training, while observation group participated in vision therapy system 4D on the basis of control group. Then the overall effective rate, binocular visual function, spherical equivalent (SE), axial length (AL), mean corneal curvature (Km), best corrected visual acuity (BCVA) and visual evoked potential were compared between two groups.

• RESULTS: The overall efficacy rate was 94.1% in observation group, which was obviously higher than control group (74.5%;  $P < 0.05$ ). The improvement in binocular vision parameters simultaneous perception, total fusion, and stereoacuity were all more remarkable in observation group than in control group ( $P < 0.05$ ). The  $\Delta SE$ ,  $\Delta AL$  and  $\Delta Km$  yielded no statistical difference between two groups ( $P > 0.05$ ). The latency of two spatial frequencies (1° grid and 15' grid) showed a decline in both groups, and the decline was more notable in observation group than in control group ( $P < 0.05$ ). In both groups, BCVA improved, and the improvement was more significant in observation group compared with control group ( $P < 0.05$ ).

• CONCLUSION: Application of vision therapy system 4D combined with stereoscopic 3D technology training for amblyopia can effectively ameliorate the visual acuity, promote the reconstruction of simultaneous perception, total fusion, and stereoacuity without additional risk of myopic shift, and improve visual pathway function in children.

• KEYWORDS: vision therapy; stereoscopic 3D technology training; amblyopia; vision therapy system 4D

Citation: Zhu YL, Lei XL, Liu PZ, et al. Vision therapy system 4D combined with stereoscopic 3D training technology for the treatment of amblyopia. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2023; 23(9):1560-1563

## 0 引言

弱视是眼科临床常见疾病,弱视患儿常表现为眼部屈光异常与最佳矫正视力(best corrected visual acuity, BCVA)低下<sup>[1-2]</sup>。弱视患儿眼部调节功能易发生受损,常常引起集合不足、调节障碍和视力低下,还可能出现方位感知缺陷、空间分辨力减弱和同步视觉感知迟缓等多种缺陷,使患儿认知、视知觉及运动功能受损,对眼部健康状态及外貌造成严重影响<sup>[3]</sup>。目前,临床通常使用配戴矫正眼镜联合遮盖优势眼等方式治疗弱视,使患儿症状得到一定程度缓解,但存在起效缓慢、治疗周期较长等问题<sup>[4-5]</sup>。所以提高患儿临床疗效、促进双眼视功能恢复正常仍是临床急需解决的难题。既往研究显示,3D 数字化斜弱视视功能矫治系统用于矫治儿童弱视,取得较好的临床治疗效果<sup>[6]</sup>。4D 视觉训练系统作为新型的视觉训练工具,通过协调视觉、触觉及听觉实现神经修复,重建双眼视功能并改善患儿视力<sup>[7]</sup>,尚未发现将 3D 数字化斜弱视视功能矫治系统与 4D 视觉训练系统联合用于弱视治疗的相关研究。因此,本研究将 4D 视觉训练系统联合 3D 数字化斜弱视视功能矫治系统用于弱视患儿的治疗,为临床治疗方案的制定提供参考。

## 1 对象和方法

**1.1 对象** 前瞻性研究。选取 2018-01/2022-01 就诊本院的弱视患儿 102 例,纳入标准:(1)参考诊断标准<sup>[8]</sup>确诊为弱视的患儿;(2)依从性较好,能主动配合训练;(3)具备基本认知的患儿。排除标准:(1)合并眼部器质性病变以及斜视的患儿;(2)既往曾接受眼部手术治疗的患儿;(3)伴有精神疾病的患儿;(4)伴发肿瘤或严重躯体性疾病的患儿。本研究通过医院伦理委员会审批,所有患儿监护人对治疗方案均知情同意。

### 1.2 方法

**1.2.1 对照组** 采用 3D 数字化斜弱视视功能矫治系统,训练时家长在旁边陪同以确保患儿依从性。先对患儿进行不稳定中心注视、旁中心凹注视、旁黄斑注视、周边注视等检查,再行 3D 数字化斜弱视视功能矫治训练,使弱视眼向黄斑中心凹注视转变。训练内容主要为 3 个阶段:(1)通过光栅、红闪、多色光、后像、棋盘格、互动凝视训练及光刷训练等 3D 斜弱视刺激训练提高弱视眼的单眼视功能;(2)通过脱抑制训练、同时视训练及融合视训练,建立同时视功能与双眼融合视功能;(3)通过立体视训练建立双眼立体视功能。每个阶段训练的频次为:训练时间每次 1h,每周 3~4 次,持续治疗 6mo。

**1.2.2 观察组** 在对照组基础上联合使用 4D 视觉训练系统。先对患儿进行不稳定中心注视、旁中心凹注视、旁黄斑注视、周边注视等检查,再行 3D 数字化斜弱视视功能矫治训练,使弱视眼向黄斑中心凹注视转变。之后通过

4D 视觉训练系统由同一位眼科医师对患儿进行训练,包括视知觉训练、双眼分视训练及单眼增强训练,每周 3~4 次,持续治疗 6mo。

**1.2.3 观察指标** 治疗 6mo 结束时,比较两组患儿治疗总有效率、治疗前后双眼视功能、等效球镜(SE)、眼轴长度(AL)与平均角膜曲率(Km)、最佳矫正视力(BCVA)及视觉诱发电位,末次随访时间为治疗结束后第 6d。

**1.2.3.1 双眼视功能** 通过同视机检查双眼同时视功能、融合视功能及立体视功能。同时视功能 $-4^{\circ} \sim +4^{\circ}$ 为正常,融合视功能 $-8^{\circ} \sim +25^{\circ}$ 为正常。通过 Titmus 立体视图谱检查患儿自然光线下双眼立体视功能,立体视 $\leq 60''$ 为正常, $>80''$ 为异常。

**1.2.3.2 BCVA 和等效球镜** 使用国际标准视力表检查 5m 处 BCVA,统计分析时将小数视力转化为 LogMAR 视力。患儿使用 1%硫酸阿托品眼凝胶滴眼,每天 2 次,连续 5d,瞳孔直径扩大至 6mm 以上后使用电脑验光仪检测客观屈光状态与验光,记录患儿治疗前后球镜度数、柱镜度数及轴位。SE = 球镜度数 + 1/2 柱镜度数,SE 变化值( $\Delta$ SE) = 末次随访时 SE - 治疗前 SE。

**1.2.3.3 眼轴和角膜曲率** 通过光学生物测量仪检查患儿眼轴(AL)、平坦轴角膜曲率(K1)及陡峭轴角膜曲率(K2),眼轴变化值( $\Delta$ AL) = 末次随访时 AL - 治疗前 AL, Km = 1/2(K1+K2),角膜曲率变化值( $\Delta$ Km) = 末次随访时 Km - 治疗前 Km。

**1.2.3.4 视觉诱发电位** 在半暗室环境中,患儿戴镜距离视觉电生理仪 1m 平视屏幕装置中黑白方格翻转图片,检测双眼在  $1^{\circ}$  和  $15'$  空间频率刺激下 P100 波的潜伏期。

疗效评估标准<sup>[9]</sup>:(1)显效:患儿弱视眼 BCVA(小数视力)提高至 0.9 及以上,临床症状完全消退;(2)有效:患儿弱视眼 BCVA(小数视力)提高至 0.6~0.9,临床症状显著改善;(3)无效:患儿弱视眼 BCVA(小数视力)未提高或  $<0.6$ 。总有效率 = (显效眼数 + 有效眼数) / 总眼数  $\times 100\%$ 。

统计学分析:采用 SPSS 22.0 统计软件进行数据分析,符合正态分布的计量资料使用均数  $\pm$  标准差表示,组间比较使用独立样本 *t* 检验,治疗前后比较采用配对 *t* 检验。计数资料使用例数(%)表示,使用卡方检验,以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 两组患儿治疗前一般资料比较** 本研究共纳入弱视患儿 102 例,通过计算机产生的随机数将患儿分成对照组 51 例采用 3D 数字化斜弱视视功能矫治系统治疗,观察组 51 例在对照组基础上联合使用 4D 视觉训练系统治疗。治疗前两组患儿一般资料比较差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),具有可比性,见表 1。

表 1 两组患儿治疗前一般资料比较

组别	例数	性别 (男/女,例)	年龄 ( $\bar{x} \pm s$ ,岁)	同时视功能异常 (例,%)	融合视功能异常 (例,%)	立体视功能异常 (例,%)
对照组	51	25/26	4.82 $\pm$ 1.29	39(76.5)	38(74.5)	40(78.4)
观察组	51	24/27	4.79 $\pm$ 1.12	37(72.5)	35(68.6)	38(74.5)
$\chi^2/t$		0.039	0.125	0.219	0.433	0.217
<i>P</i>		0.842	0.901	0.639	0.510	0.640

注:对照组:采用 3D 数字化斜弱视视功能矫治系统治疗;观察组:在对照组基础上联合使用 4D 视觉训练系统治疗。

**2.2 两组患儿治疗总有效率比较** 所有患儿均完成随访,末次随访时观察组总有效率为48例(94.1%)明显高于对照组38例(74.5%),差异有统计学意义( $\chi^2 = 7.412, P = 0.006$ ),见表2。

**2.3 两组患儿治疗后视功能重建情况比较** 末次随访时观察组患儿同时视功能、融合视功能及立体视功能重建率均明显高于对照组,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表3。

**2.4 两组患儿治疗前后弱视眼 SE 和 AL 及 Km 比较** 两组患儿间治疗前及末次随访时弱视眼 SE、AL、Km 比较差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表4。

**2.5 两组患儿治疗前后弱视眼  $\Delta SE$  和  $\Delta AL$  及  $\Delta Km$  比较**

两组患儿治疗前后弱视眼  $\Delta SE$  和  $\Delta AL$  及  $\Delta Km$  比较差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表5。

**2.6 两组患儿治疗前后视觉诱发电位 P100 波潜伏期与 BCVA 比较** 治疗前两组患儿1°空间与15'空间频率潜伏期比较差异均无统计学意义( $P > 0.05$ );末次随访时两组患儿1°空间与15'空间频率潜伏期均明显降低,观察组较对照组下降更为明显,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。治疗前两组患儿弱视眼 BCVA 比较差异均无统计学意义( $P > 0.05$ );末次随访时两组患儿弱视眼 BCVA 均较治疗前改善,观察组较对照组 BCVA 改善更加明显,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表6。

**表2 两组患儿治疗总有效率比较** 眼(%)

组别	眼数	显效	有效	无效
对照组	51	24(47.1)	14(27.5)	13(25.5)
观察组	51	32(62.7)	16(31.4)	3(5.9)

注:对照组:采用3D数字化斜弱视视功能矫治系统治疗;观察组:在对照组基础上联合使用4D视觉训练系统治疗。

**表3 两组患儿治疗后视功能重建情况比较** 例(%)

组别	同时视功能	融合视功能	立体视功能
对照组	25/39(64.1)	22/38(57.9)	21/40(52.5)
观察组	33/37(89.2)	29/35(82.9)	29/38(76.3)
$\chi^2$	6.611	5.392	4.803
$P$	0.010	0.020	0.028

注:对照组:采用3D数字化斜弱视视功能矫治系统治疗;观察组:在对照组基础上联合使用4D视觉训练系统治疗。

**表4 两组患儿治疗前后弱视眼 SE 和 AL 及 Km 比较**

组别	眼数	SE(D)		Km(D)		AL(mm)	
		治疗前	末次随访时	治疗前	末次随访时	治疗前	末次随访时
对照组	51	6.09±1.12	5.85±1.19	42.85±0.91	42.79±1.60	19.69±1.18	19.85±1.26
观察组	51	5.96±1.59	5.70±1.70	42.79±0.87	42.65±1.58	19.73±1.11	19.87±1.17
$t$		0.477	0.516	0.340	0.445	0.176	0.077
$P$		0.634	0.607	0.734	0.658	0.860	0.939

注:对照组:采用3D数字化斜弱视视功能矫治系统治疗;观察组:在对照组基础上联合使用4D视觉训练系统治疗。

**表5 两组患儿治疗前后弱视眼  $\Delta SE$  和  $\Delta AL$  及  $\Delta Km$  比较**

组别	眼数	$\Delta SE(D)$	$\Delta AL(mm)$	$\Delta Km(D)$
对照组	51	-0.24±0.07	0.16±0.08	-0.06±0.69
观察组	51	-0.26±0.11	0.14±0.06	-0.14±0.71
$t$		1.095	1.428	0.577
$P$		0.276	0.153	0.565

注:对照组:采用3D数字化斜弱视视功能矫治系统治疗;观察组:在对照组基础上联合使用4D视觉训练系统治疗。

**表6 两组患儿治疗前后视觉诱发电位 P100 波潜伏期与 BCVA 比较**

组别	例数	1°空间频率潜伏期				15'空间频率潜伏期				弱视眼 BCVA(LogMAR)			
		治疗前	末次随访时	$t$	$P$	治疗前	末次随访时	$t$	$P$	治疗前	末次随访时	$t$	$P$
对照组	51	121.91±7.62	110.87±7.83	7.216	<0.001	125.86±6.15	114.36±5.29	10.124	<0.001	0.52±0.11	0.10±0.05	24.823	<0.001
观察组	51	122.65±7.83	104.64±8.79	10.926	<0.001	126.32±7.56	107.25±9.16	11.467	<0.001	0.51±0.15	0.02±0.06	21.660	<0.001
$t$		0.483	3.779			0.337	4.800			0.383	7.314		
$P$		0.629	<0.001			0.736	<0.001			0.701	<0.001		

注:对照组:采用3D数字化斜弱视视功能矫治系统治疗;观察组:在对照组基础上联合使用4D视觉训练系统治疗。

断调整对比度,达到双眼刺激对比度与视物清晰度一致,平衡双眼视觉输入信号,增强双眼联系,从而刺激双眼接受兴奋传入的神经元<sup>[14-15]</sup>。此外,视知觉训练包含融合、精细视力、平衡、运动及两侧躯体协调训练等,将新学习的视觉功能与其他功能及时结合,通过大脑、双眼与手的配合从而改善双眼视功能、增强视觉皮质可塑性、提高视力<sup>[16]</sup>。本研究发现,观察组总有效率明显高于对照组,差异有统计学意义。既往研究显示,4D视觉训练系统在弱视患儿中的疗效较好,总有效率为58.33%,高于传统治疗患儿<sup>[17]</sup>,该研究结果与本研究较一致。表明4D视觉训练系统可提高患儿临床疗效。

立体视功能属于高级双眼单视功能,基于同时视功能与融合视功能形成的独立双眼视功能,是对三维空间的深度知觉<sup>[18]</sup>。同时视、融合视与立体视功能是评估双眼视功能恢复的关键指标。本研究发现,观察组同时视功能、融合视功能和立体视功能重建率明显高于对照组,差异有统计学意义。既往研究显示,将4D视觉训练系统用于治疗屈光性弱视患儿,可改善双眼视功能同时提高视力<sup>[19]</sup>,该研究结果与本研究较一致。表明4D视觉训练系统双眼分视训练在弱视治疗初期进行同时视与融合视功能训练,有效避免了优势眼遮盖对双眼同时视重建的负面影响,使患儿视功能得到明显改善。弱视治疗中患儿可能出现近视漂移等问题。本研究发现,治疗后两组患儿的 $\Delta SE$ 、 $\Delta AL$ 及 $\Delta Km$ 差异均无统计学意义,屈光度均向近视方向漂移,AL增长,相比对照组,观察组不额外增加近视漂移风险。既往研究显示,4D视觉训练系统联合传统综合疗法治疗屈光不正性弱视,患儿屈光度均向近视方向漂移<sup>[17]</sup>,该研究结果与本研究较一致。原因可能在于年龄的增长使患儿屈光度及眼轴发生改变。视觉诱发电位是视网膜接受视刺激后经视路传导至大脑皮质枕叶区而引起的电位变化,弱视患儿与正常人相比常表现为视觉诱发电位P100波潜伏期延长<sup>[20-21]</sup>。弱视患儿的大脑视皮质对黄斑传入的视觉冲动进行长期主动抑制,使其无法在视网膜上形成正常的对应,双眼单视的神经调节功能出现异常,单眼或双眼BCVA下降<sup>[22-24]</sup>。本研究发现,治疗后两组患儿1°空间与15'空间频率潜伏期均降低,且观察组下降更为明显。治疗后两组患儿BCVA均明显改善,且观察组改善更为明显。有研究报道,4D视觉训练系统可缩短视觉诱发电位P100波潜伏期,同时明显提高BCVA<sup>[25]</sup>,该研究结果与本研究较一致,表明4D视觉训练系统可改善患儿视通路功能与BCVA。

综上所述,4D视觉训练系统联合3D数字化斜弱视视功能矫治系统可提高弱视患儿视力,促进双眼同时视、融合视与立体视的重建,不额外增加近视漂移风险,改善视通路功能。

#### 参考文献

- 1 Kitasato M, Iwamitsu Y, Iwata Y, et al. Investigation of stress and distress experienced by guardians of children with strabismus and/or amblyopia. *J Binocul Vis Ocul Motil* 2020;70(1):21-28
- 2 Ahmed N, Fashner J. Eye conditions in infants and children: amblyopia and strabismus. *FP Essent* 2019;484:18-22
- 3 Kugathasan L, Partanen M, Chu V, et al. Reading ability of children treated for amblyopia. *Vision Res* 2019;156:28-38
- 4 黄绮琼,郭俊豪,蔡欣,等.胞磷胆碱钠胶囊联合视觉功能训练治疗小儿斜弱视的效果. *中国医学创新* 2022;19(23):150-154

- 5 张亚南,谢婉花,项道满.先天性白内障患儿术后弱视训练依从性研究进展. *护理学报* 2022;29(17):28-32
- 6 骆瑶,李霄,迟英杰,等.儿童弱视的治疗效果及其影响因素分析——基于行为视觉训练. *眼科新进展* 2022;42(11):887-892
- 7 Sehgal S, Satgunam P. Quantifying suppression in anisometric amblyopia with VTS4 (vision therapy system 4). *Transl Vis Sci Technol* 2020;9(12):24
- 8 姚静,赵晨.规范弱视的诊断和治疗——解读2017年版弱视眼科临床指南. *中国眼耳鼻喉科杂志* 2019;19(5):297-299
- 9 中华医学会眼科学分会斜视与小儿眼科学组,中国医师协会眼科医师分会斜视与小儿眼科学组.中国儿童弱视防治专家共识(2021年). *中华眼科杂志* 2021;57(5):336-340
- 10 Yang J, Luo P, Wang Z, et al. Simulation training of laparoscopic pancreaticojejunostomy and stepwise training program on a 3D-printed model. *Int J Surg* 2022;107:106958
- 11 Smith B, Dasgupta P. 3D printing technology and its role in urological training. *World J Urol* 2020;38(10):2385-2391
- 12 Chen C. Biomechanical process of skeletal muscle under training condition based on 3D visualization technology. *J Healthc Eng* 2022;2022:2656405
- 13 Kutzner BL, Ring M, Michelson G. Binocular vision training for professional athletes. *Ophthalmologie* 2022;119(7):721-729
- 14 He YC, Sun SY, Roy A, et al. Improved mobility performance with an artificial vision therapy system using a thermal sensor. *J Neural Eng* 2020;17(4):045011
- 15 Liu XY, Zhang YW, Gao F, et al. Dichoptic perceptual training in children with amblyopia with or without patching history. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2021;62(6):4
- 16 Tan F, Yang XB, Fan YC, et al. The study of short-term plastic visual perceptual training based on virtual and augmented reality technology in amblyopia. *J Ophthalmol* 2022;2022:1-7
- 17 迟英杰,王华君,李霄,等.视觉训练系统联合传统综合疗法对屈光不正性弱视治疗的临床效果评价. *中华实验眼科杂志* 2022;40(6):541-547
- 18 Warkad VU. Commentary: Impact of stereoscopic vision on converting virtual reality to the real-life environment: way forward to train the novice ophthalmic microsurgeons. *Indian J Ophthalmol* 2021;69(3):572-573
- 19 杨璐,李兵,潘含枫.视觉训练系统对屈光性弱视治疗的疗效及视功能的影响. *广东医学* 2020;41(6):609-613
- 20 Piedrabuena R, Bittar M. Optical coherence tomography and visual evoked potential and its relationship with neurological disability in patients with relapsing-remitting multiple sclerosis. *Mult Scler Relat Disord* 2022;57:103420
- 20 Amini Vishteh R, Mirzajani A, Jafarzadehpur E, et al. Evaluation of visual evoked potential binocular summation after corneal refractive surgery. *Doc Ophthalmol* 2020;140(2):181-188
- 21 Xu WN, Xiao SG, Xu HS. Investigation of the bio-stimulation of children's reading interest by chromatic pattern visual evoked potential. *Comput Methods Programs Biomed* 2021;211:106410
- 22 Acheampong HO, Kumah DB, Addo EK, et al. Practice patterns in the management of amblyopia among optometrists in Ghana. *Strabismus* 2022;30(1):18-28
- 23 Al-Haddad C, Hoyeck S, Torbey J, et al. Eye tracking abnormalities in school-aged children with strabismus and with and without amblyopia. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 2019;56(5):297-304
- 24 陈英,吕露,刘芸,等.4D数字化弱视斜视矫治系统对远视性屈光不正性及屈光参差性弱视的疗效观察. *国际眼科杂志* 2021;21(2):321-324
- 25 赵成,鄢涛.3D/4D数字化斜弱视视功能矫治系统联合屈光矫正及遮盖疗法治疗成人弱视. *国际眼科杂志* 2021;21(11):2005-2007