

# 应用微视野计评估弱视儿童的黄斑光敏感度和固视稳定性

李芳, 杨军, 吴挺飞, 龙登虹

引用: 李芳, 杨军, 吴挺飞, 等. 应用微视野计评估弱视儿童的黄斑光敏感度和固视稳定性. 国际眼科杂志 2023; 23(1): 43-47

基金项目: 海南省自然科学基金资助项目 (No.820QN415); 海南省卫生健康行业科研项目 (No.20A200162)

作者单位: (570311) 中国海南省海口市, 中山大学中山眼科中心海南眼科医院 海南省眼科医院 海南省眼科学重点实验室

作者简介: 李芳, 毕业于首都医科大学, 硕士, 主治医师, 研究方向: 弱视、斜视、视光学。

通讯作者: 龙登虹, 本科, 主任医师, 海南省眼科医院斜视弱视专科主任, 研究方向: 弱视、斜视、视光学. longdenghong321@sina.com

收稿日期: 2022-04-02 修回日期: 2022-12-12

## 摘要

**目的:** 应用微视野计评估屈光参差性弱视儿童的黄斑光敏感度及固视稳定性。

**方法:** 横断面研究。纳入 2020-07/2022-01 初次诊断为单眼屈光参差性弱视的儿童 39 例 (弱视眼 39 眼, 对侧眼 39 眼) 和同期纳入最佳矫正视力 (BCVA) 正常的屈光不正患者 42 例, 选取右眼作为正常对照组。利用微视野计 (MP-3) 测量弱视眼、对侧眼和正常对照组的黄斑中心凹 10° 范围平均光敏感度和固视稳定性 [包括 2° 和 4° 范围内固视点百分比 (P1, P2), 68.2%、95.4% 及 99.6% 双曲线椭圆面积 (BCEA)], 比较弱视眼、对侧眼和正常对照组的平均光敏感度和固视稳定性的差异。

**结果:** 弱视眼组患者黄斑区光敏感度较对侧眼组、正常对照组低 (均  $P < 0.017$ ), 对侧眼组与正常对照组患者黄斑区光敏感度比较无差异 ( $P = 0.555$ )。弱视眼组患者 P1 均小于对侧眼组和正常对照组 (均  $P < 0.017$ ); 对侧眼组与正常对照组患者 P1 比较无差异 ( $P = 0.887$ )。三组患者 P2、68.2%BCEA、95.4%BCEA、99.6%BCEA 比较均无差异 (均  $P > 0.05$ )。弱视眼组、对侧眼组和正常对照组患者 BCVA 均与 AT、P1、P2、68.2%BCEA、95.4%BCEA、99.6%BCEA 无相关性 (均  $P > 0.05$ )。

**结论:** 屈光参差性弱视眼的黄斑视网膜光敏感度和 2° 范围内的固视稳定性可能降低。

**关键词:** 微视野计; 弱视; 屈光参差; 黄斑光敏感度; 固视稳定性

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2023.1.08

## Evaluation on the macular light sensitivity and fixation stability of children with anisometropic amblyopia by microperimetry

Fang Li, Jun Yang, Ting-Fei Wu, Deng-Hong Long

Foundation items: General Program of National Natural Science

Foundation of Hainan Province (No.820QN415); Scientific Research Project of Hainan Health and Family Planning Commission (No.20A200162)

Hainan Eye Hospital, Zhongshan Ophthalmic Center, Sun Yat-sen University; Hainan Eye Hospital; Hainan Provincial Key Laboratory of Ophthalmology, Haikou 570311, Hainan Province, China

**Correspondence to:** Deng-Hong Long. Hainan Eye Hospital, Zhongshan Ophthalmic Center, Sun Yat-sen University; Hainan Eye Hospital; Hainan Provincial Key Laboratory of Ophthalmology, Haikou 570311, Hainan Province, China. longdenghong321@sina.com

Received: 2022-04-02 Accepted: 2022-12-12

## Abstract

• **AIM:** To evaluate macular light sensitivity and fixation stability in anisometropic amblyopia by microperimetry.

• **METHODS:** In this cross-sectional study, 39 children (39 eyes with amblyopia and 39 fellow eyes) who were initially diagnosed with monocular anisometropic amblyopia between July 2020 and January 2022 and 42 patients with normal best corrected visual acuity (BCVA) but suffered from improper refraction were selected, and the right eyes were selected as control group. Microperimetry (MP-3) was used to measure the average threshold (AT) of macular light sensitivity at 10° and fixation stability [including the percentage of fixation points within 2° and 4° (P1, P2), bivariate contour ellipse area (BCEA) for 68.2%, 95.4% and 99.6% of points] in amblyopic eyes, fellow eyes and normal control group. The AT and fixation stability of amblyopic eyes, fellow eyes and normal control group were compared.

• **RESULTS:** Children with amblyopia had significantly lower AT than fellow eyes and right eyes of normal control group (all  $P < 0.017$ ), and there were no differences in the macular light sensitivity of both fellow eyes and normal control group ( $P = 0.555$ ). The P1 was significantly lower in amblyopic eyes than in fellow eyes and normal control eyes (all  $P < 0.017$ ), and there were no differences in P1 between fellow eyes and normal control group ( $P = 0.887$ ). There were no differences in P2, 68.2%BCEA, 95.4%BCEA and 99.6%BCEA in patients among the three groups (all  $P > 0.05$ ). Moreover, there was no correlation between BCVA and AT, P1, P2, 68.2%BCEA, 95.4%BCEA and 99.6%BCEA in amblyopic eyes, fellow eyes and normal control eyes (all  $P > 0.05$ ).

• **CONCLUSION:** The macular light sensitivity and fixation stability within 2° may be decreased in eyes with anisometropic amblyopia.

• **KEYWORDS:** microperimetry; amblyopia; anisometropia; macular light sensitivity; fixation stability

**Citation:** Li F, Yang J, Wu TF, et al. Evaluation on the macular light sensitivity and fixation stability of children with anisometropic amblyopia by microperimetry. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2023; 23(1):43-47

## 0 引言

研究表明,弱视在全球的总患病率约为 1.44%,其中儿童人群的患病率为 0.98%~1.94%,是儿童视力不良最常见的原因之一<sup>[1-3]</sup>。近年来,对弱视的研究不仅仅限于视皮层、外侧膝状体和神经递质,在视网膜层面的功能研究也越来越受关注。一些研究发现,弱视眼的视网膜电图和视觉诱发电位都存在一定程度的异常<sup>[4-6]</sup>;光学相干断层扫描也显示弱视眼的视网膜神经纤维层厚度、脉络膜厚度和黄斑区毛细血管密度均与正常眼有差异<sup>[7-11]</sup>。这提示弱视眼的功能缺陷不仅仅限于中枢视觉系统,视网膜也可能存在功能异常。

以往有学者利用静态自动视野计检测弱视患者的视网膜光敏感度,发现弱视眼的视网膜光敏感度降低<sup>[12-13]</sup>。近年来,微视野计技术出现,并不断完善,它可以客观、定量地获得黄斑区域的视网膜光敏感度和固视稳定性<sup>[14-15]</sup>。微视野计(microperimetry, MP)结合眼底照相与自动视野检测,将光标刺激直接投射到眼底视网膜上,将视网膜光敏感度地图与眼底图像直接对应,实现了结构检查与功能检测的结合,定位、定量地检测黄斑区视网膜光敏感度(macular sensitivity, MS);并同时实时追踪眼球运动,全程记录受检眼固视轨迹,客观而定量地评估受检眼的固视功能。目前,国内外有少数文献报道关于利用微视野计评估弱视的视网膜黄斑功能的研究<sup>[16-21]</sup>,但以往的研究有些并未全面、定量地分析弱视的视网膜光敏感度和固视稳定性<sup>[17-21]</sup>,有些研究对象仅为成人<sup>[17,19]</sup>,鲜见有关屈光参差性弱视儿童的黄斑光敏感度和固视稳定性的定量研究的报道。

本研究拟应用新型微视野计(MP-3)检测屈光参差性弱视儿童的弱视眼、对侧眼和正常对照眼的黄斑光敏感度和固视稳定性,并比较三组差异,从而研究屈光参差性弱视的黄斑光敏感度和固视稳定性。

## 1 对象和方法

### 1.1 对象

本研究采用横断面研究,纳入 2020-07/2022-01 在海南省眼科医院初次诊断为单眼屈光参差性弱视的患者 39 例。同期纳入最佳矫正视力(BCVA)正常的屈光不正患者 42 例,选取右眼作为正常对照组。单眼屈光参差性弱视患者的纳入标准:(1)符合弱视诊断标准:在视觉发育期,由于单眼斜视、未矫正的屈光参差、未矫正的高度屈光不正、形觉剥夺引起的单眼或双眼 BCVA 低于相应年龄的视力为弱视;或双眼视力相差 2 行及以上,视力较低眼为弱视<sup>[22-23]</sup>;(2)初次确诊为单眼弱视的屈光参差性弱视:双眼远视性屈光不正,球镜屈光度数相差 $\geq 1.50\text{DS}$ ,或柱镜屈光度数相差 $\geq 1.00\text{DC}$ ,屈光度数较高眼形成的弱视<sup>[22-23]</sup>;(3)屈光不正球镜在 $-12\sim +15\text{D}$ (MP-3 所能自动矫正的屈光力范围),散光 $\leq 3.0\text{D}$ 。排除标准:(1)合并其他类型的弱视;(2)有弱视治疗病史;(3)有弱视以外的其他眼部疾病及全身系统性疾病;(4)有眼部外伤史或手术史;(5)3mo 内有全身药物使用史或眼部局部药物使用史。正常对照组的纳入标准:(1)诊断为屈光不正的患者,屈光不正球镜在 $+2.0\sim -3.0\text{D}$ ,散光 $\leq 3.0\text{D}$ ;(2)BCVA $\geq 1.0$ 。排除标准:(1)有屈光不正以外的其他眼部疾病及全身系统性疾病;(2)有眼部外伤史或手术史;(3)3mo 内有全身药物使用史或眼部局部药物使用史。本

研究通过中山大学中山眼科中心海南眼科医院临床科研伦理委员会审批(No.2020-013),依照《赫尔辛基宣言》,告知被检者及其监护人相关检查流程并且均签署知情同意书。

## 1.2 方法

### 1.2.1 一般眼科检查

所有弱视患儿均在我院眼科门诊行常规检查:裸眼视力、BCVA、外眼、眼前节、屈光间质、眼位、眼球运动、眼压,排除其他眼部器质性疾病;充分散瞳后用间接检眼镜检查眼底,包括视盘、黄斑、视网膜、血管等,排除眼底疾病。1%硫酸阿托品眼用凝胶点眼,每天 3 次,连续使用 3d,充分麻痹睫状肌,第 4d 复诊时由视光师对患儿进行检影验光和主观验光,记录患儿的屈光度和 BCVA。采用标准对数视力表检查 5m 视力,将其转换为 LogMAR 视力。

### 1.2.2 黄斑区光敏感度和固视功能检查

所有患者均采用微视野计检查黄斑区光敏感度和固视功能。根据其内部程序设定,选用 4-2(fast)检测程序,光标大小采用 Goldmann III 号视标,光亮度阈值范围 0~34dB,光标持续时间为 200ms,白色背景光亮度为 31.4asb。聚焦调整范围: $-12\sim +15\text{D}$ (自动调焦)。患者在接受检查前未使用任何散瞳药,在暗室内适应 10min,接受简短的培训后先行预试验检测后开始检测,测量是在双眼条件下进行的,检查过程中未检查的眼睛保持睁开状态。为避免学习偏差,以第二次检测结果做统计学分析。检查过程中,会有 33 个刺激光斑投射在患者的视网膜上,分布在 20°视角范围内,患者要一直注视固视目标,一旦感受到刺激源,就按压手中的响应按钮。检查结果中,光敏感度以均匀分布的绿色小点呈现,见图 1,通过微视野计内置软件计算黄斑中心凹 10°范围内的平均光敏感度(average threshold, AT)。此外,微视野计通过眼球自动追踪系统跟踪眼底,记录注视过程中眼球的微小移动,通过其自有软件分析固视稳定性。检查结果中,固视点以散点状分布的一簇蓝色小点呈现,见图 2。固视稳定性用固视点落在以固视点的重心为中心,以直径 2°和 4°的圆圈内的百分比显示,分别以 P1 和 P2 表示(图 2A),P1、P2 值越大,提示固视稳定性越好;MP-3 微视野计自动计算固视点稳定性在 68.2%、95.4%、99.6% 以内的椭圆固视范围,以双曲线椭圆面积(bivariate contour ellipse area, BCEA)表示(图 2B),BCEA 值越小,提示固视稳定性越好。

统计学分析:采用 SPSS22.0 软件进行统计学分析。本研究计量资料经  $K-S$  检验均不服从正态分布,连续型变量采用  $M(P_{25}, P_{75})$  表示,均采用 Kruskal-Wallis  $H$  检验,组间的多重比较以 Bonferroni 校正后  $P$  值为检验水准( $P=0.017$ )。三组性别分布比较采用  $\chi^2$  检验。相关性分析采用 Spearman 秩相关分析。均采用双侧检验,以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 三组患者一般资料比较

本研究共纳入患者 81 例 120 眼,其中男 39 例 60 眼,女 42 例 60 眼;年龄 9(7,12)岁;其中初次诊断为单眼屈光参差性弱视的儿童 39 例(弱视眼 39 眼,对侧眼 39 眼),同期纳入 BCVA 正常的屈光不正患者 42 例,选取右眼作为正常对照组。三组患者年龄、性别比较差异均无统计学意义( $P>0.05$ ),SE、BCVA、AL

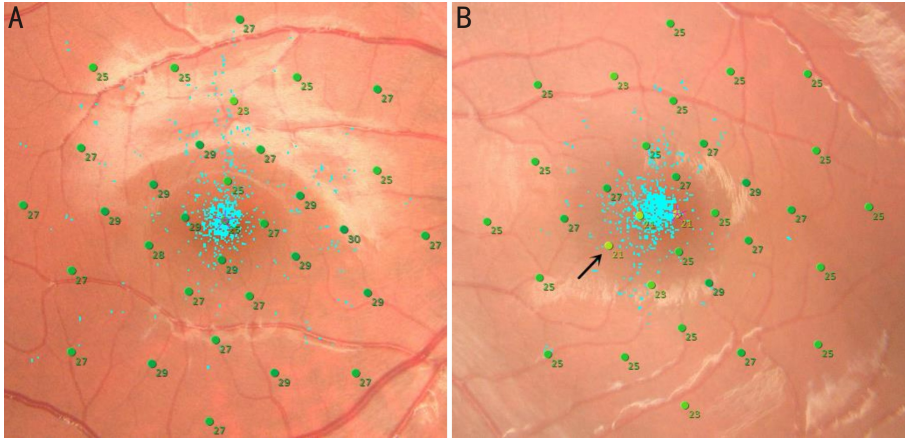


图1 正常眼及弱视眼的视网膜光敏感度检查图 屈光参差性弱视患者的双眼视网膜光敏感度检查图,光敏感度以均匀分布的绿色小点呈现,每个绿色小点旁有数字标明此处视网膜的光敏感度;当光敏感度异常降低时,此处会以黄色小点呈现。A:屈光参差性弱视患者非弱视眼的视网膜光敏感度检查图;B:屈光参差性弱视患者弱视眼的视网膜光敏感度检查图,黑色箭头示此处视网膜光敏感度异常降低,以黄色小点呈现。

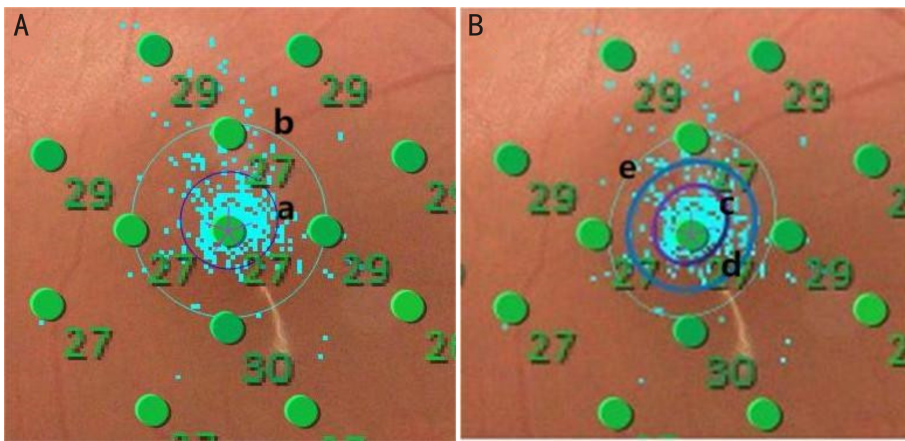


图2 正常眼的固视功能检查图 正常眼固视点以散点状分布的一簇蓝色小点呈现。A:紫色圆圈 a 与绿色圆圈 b 分别指 2° 范围和 4° 范围,微视野计内置软件自动计算 2° 和 4° 范围内固视点占总固视点的百分比;B:紫色椭圆 c、蓝色椭圆 d、绿色椭圆 e 分别为固视范围 68.2%、95.4%、99.6% 的双曲线椭圆,微视野计内置软件自动计算椭圆内面积。

比较差异均有统计学意义( $P < 0.01$ ),其中弱视眼组的 SE 大于对侧眼组和正常对照组,差异均有统计学意义( $Z = -17.428, P < 0.017; Z = -30.075, P < 0.017$ ),对侧眼组 SE 大于正常对照组,差异有统计学意义( $Z = -12.647, P = 0.009$ )。弱视眼组 BCVA 小于对侧眼组和正常对照组,差异均有统计学意义( $Z = 35.825, P < 0.017; Z = 23.750, P < 0.017$ ),对侧眼组与正常对照组 BCVA 比较差异无统计学意义( $Z = -12.075, P = 0.017$ )。弱视眼组 AL 小于对侧眼组和正常对照组,差异均有统计学意义( $Z = -28.421, P < 0.017; Z = -32.062, P < 0.017$ ),对侧眼组的 AL 小于正常对照组,差异有统计学意义( $Z = -30.543, P < 0.017$ ),见表 1。

**2.2 三组患者黄斑区光敏感度比较** 三组患者黄斑区光敏感度比较差异有统计学意义( $H = 12.552, P = 0.002$ ),进一步两两比较发现,弱视眼组患者黄斑区光敏感度较对侧眼组、正常对照组低,差异均有统计学意义( $Z = 12.279, P = 0.006; Z = 15.058, P = 0.001$ );对侧眼组与正常对照组患者黄斑区光敏感度比较差异无统计学意义( $Z = 2.780, P = 0.555$ ),见表 2。弱视眼组、对侧眼组和正常对照组患者 BCVA 均与 AT 无相关关系( $r_s = 0.173, P = 0.554; r_s = 0.352, P = 0.128; r_s = 0.304, P = 0.169$ )。

**2.3 三组患者固视稳定性参数比较** 三组患者 P1 比较差

异有统计学意义( $H = 8.405, P = 0.015$ ),进一步两两比较发现,弱视眼组患者 P1 小于对侧眼组和正常对照组,差异均有统计学意义( $Z = 11.280, P = 0.014; Z = 11.923, P = 0.010$ );对侧眼组与正常对照组患者 P1 比较差异无统计学意义( $Z = 0.643, P = 0.887$ )。三组患者 P2、68.2% BCEA、95.4% BCEA、99.6% BCEA 比较差异均无统计学意义( $H = 3.802, P = 0.149; H = 4.144, P = 0.126; H = 4.141, P = 0.126; H = 4.305, P = 0.116$ ),见表 2。弱视眼组患者 BCVA 与 P1、P2、68.2% BCEA、95.4% BCEA、99.6% BCEA 均无相关性( $r_s = 0.484, P = 0.286; r_s = 0.280, P = 0.294; r_s = -0.257, P = 0.336; r_s = -0.257, P = 0.336; r_s = -0.420, P = 0.105$ )。对侧眼组患者 BCVA 与 P1、P2、68.2% BCEA、95.4% BCEA、99.6% BCEA 均无相关性( $r_s = -0.038, P = 0.873; r_s = 0.190, P = 0.422; r_s = -0.105, P = 0.660; r_s = -0.129, P = 0.589; r_s = -0.118, P = 0.621$ )。正常对照组患者 BCVA 与 P1、P2、68.2% BCEA、95.4% BCEA、99.6% BCEA 均无相关性( $r_s = -0.010, P = 0.963; r_s = -0.031, P = 0.890; r_s = -0.178, P = 0.428; r_s = -0.178, P = 0.428; r_s = -0.052, P = 0.817$ )。

### 3 讨论

近年来,弱视的诊断与治疗不仅仅限于矫正视力这一参考指标,很多文献报道了弱视在对比敏感度、视觉电生

表1 三组患者一般资料比较

组别	例数	年龄	性别	SE	BCVA	AL
		[ $M(P_{25}, P_{75})$ ,岁]	(男/女,例)	[ $M(P_{25}, P_{75})$ ,D]	[ $M(P_{25}, P_{75})$ ,LogMAR]	[ $M(P_{25}, P_{75})$ ,mm]
弱视眼组	39	8(7,11)	21/18	5.50(2.50,5.75)	0.4(0.3,0.7)	22.32(21.75,22.99)
对侧眼组	39	9(7,12)	21/18	0.13(0.00,1.00)	-0.1(-0.2,0.0)	23.57(23.14,23.72)
正常对照组	42	9.5(8,12)	18/24	-0.25(-1.00,0.50)	0.0(-0.1,0.0)	24.47(24.15,24.76)
$H\chi^2$		0.881	0.978	34.985	45.012	89.169
$P$		0.644	0.323	<0.01	<0.01	<0.01

注:正常对照组;BCVA 正常的屈光不正患者右眼。

表2 三组患者黄斑区光敏感度和固视稳定性参数比较

组别	眼数	$M(P_{25}, P_{75})$					
		AT(dB)	P1(%)	P2(%)	68.2%BCEA(°)	95.4%BCEA(°)	99.6%BCEA(°)
弱视眼组	39	25.6(23.9,27.9)	50.6(43.1,64.2)	85.0(75.3,85.7)	6.4(5.5,9.3)	17.2(14.8,24.9)	25.6(23.9,27.9)
对侧眼组	39	28.1(26.3,29)	69.9(56.4,76.9)	89.7(83.1,92.4)	4.0(2.6,6.5)	10.7(7.1,17.6)	20.3(13.6,33.7)
正常对照组	42	28.1(27.8,28.6)	66.2(64.0,75.3)	86.3(84.3,93.4)	5.0(2.9,6.7)	13.5(7.9,18.1)	24.6(15.1,34.7)
$H$		12.552	8.405	3.802	4.144	4.141	4.305
$P$		0.002	0.015	0.149	0.126	0.126	0.116

注:正常对照组;BCVA 正常的屈光不正患者右眼。AT:黄斑 10°范围内平均光敏感度;P1:固视点落在直径 2°内的百分比;P2:固视点落在直径 4°内的百分比;BCEA:双曲线椭圆面积。

理方面的缺陷,提供了更多的弱视诊疗思路。然而,目前关于弱视的光觉方面的研究仍不多见。本研究通过微视野计 MP-3 定量评估了屈光参差性弱视儿童的黄斑光敏感度与固视稳定性,探索弱视眼是否存在光觉障碍,这在国内外文献报道较为少见。与传统的视野计比较,新型微视野计(如 MP-3, MAIA)在黄斑中心拥有更多的检测位点,有更宽的亮度刺激范围,可以提供更详细、精准的黄斑光敏感度信息。此外,微视野计可以通过眼球自动追踪系统跟踪眼底,记录注视过程中眼球的微小移动,定量分析固视稳定性。以往研究表明,微视野计的各参数测量的可重复性和可靠性良好<sup>[14,24]</sup>。有研究发现学习因素会影响黄斑光敏感度和固视稳定性各参数值,第2次测试结果会优于第1次测试结果,而第2、3次测试结果无明显差异<sup>[25]</sup>。因此本研究收集了受检者的第2次测试的结果做统计分析。

本研究发现屈光参差性弱视眼的黄斑区视网膜光敏感度较对侧眼及正常对照眼低,这与既往研究结果<sup>[16-17,19]</sup>一致,并且有研究在其他类型的弱视(斜视性弱视、斜视与屈光参差混合性弱视)也发现了相同的现象<sup>[17-18]</sup>,这说明弱视眼黄斑部视网膜对光信号的敏感程度降低。视网膜受光照射后,视杆细胞和视锥细胞将光刺激信号转化为光感受器生物电信号,经神经通路传导至视皮层,因此微视野计测量的视网膜光敏感度反映了黄斑区光感受器及整个视神经传导通路的功能。因此,我们由本研究结果推测弱视眼黄斑区的光感受器及视神经传导通路可能存在功能障碍。以往的研究发现<sup>[4-5]</sup>,弱视眼的多焦视网膜电图中心环的 P1 波平均振幅密度降低,多焦视觉诱发电位亦显示弱视眼的中心区域潜伏期延长和振幅降低,提示弱视眼中心区域的视网膜神经节细胞及其以上传导功能受损,这在一定程度上支持了我们的推测。李海威等<sup>[26]</sup>发现屈光参差性弱视猫的谷氨酸受体—N-甲基-D-天门冬氨酸的亚单位 NR2A 在视皮质 17 区的表达下降。此外,Zou 等<sup>[27]</sup>发现屈光参差性弱视猫的视皮质 17 区血管活性

肠肽信使核糖核酸(VIP-mRNA)的表达下调。谷氨酸和血管活性肠肽是介导视皮层突触兴奋的重要神经递质,谷氨酸受体和 VIP-mRNA 的表达下降均可以导致光信号在视神经通路上的传递障碍<sup>[28]</sup>。因此,我们推测介导视皮层突触兴奋的神经递质及相关受体表达下降可能是屈光参差性弱视眼黄斑区视网膜光敏感度下降的原因之一。

本研究发现弱视眼组的 P1 小于对侧眼组和正常对照组,但是三组的 P2 无统计学差异。这与既往的研究结论相一致<sup>[16-17,19]</sup>。Dikkaya 等<sup>[16]</sup>使用微视野计评估屈光参差性弱视儿童的固视稳定性,发现弱视眼的 P1 小于对侧眼。Koylu 等<sup>[17]</sup>在也在一项成人人群的研究中发现屈光参差性弱视眼的 P1 小于正常对照眼。这提示无论是在儿童还是成人人群中,屈光参差性弱视眼在黄斑 2°范围内的固视稳定性都出现一定程度地降低。然而,本研究未发现弱视眼组、对侧眼组和正常对照组的 68.2% BCEA, 95.4% BCEA, 99.6% BCEA 有统计学差异。这与 Dikkaya 等<sup>[16]</sup>的研究结果基本一致,他们使用微视野计 MAIA 测量的屈光参差性弱视眼的 63% BCEA 和 95% BCEA 均与对侧眼无差异。但是,Subramanian 等<sup>[29]</sup>却发现弱视眼的 95% BCEA 大于对侧眼及正常对照眼。Subramanian 等<sup>[29]</sup>的研究中弱视眼组同时纳入了斜视性弱视和屈光参差性弱视,与本研究的研究对象略有不同。Maneschg 等<sup>[18]</sup>发现斜视性弱视眼的 63% BCEA 和 95% BCEA 较正常眼增大,Koylu 等<sup>[17]</sup>也在研究中发现斜视性弱视眼的 P1、P2 均低于屈光参差性弱视眼,这都提示斜视性弱视的固视稳定性更差。因此,我们猜测本研究与 Subramanian 等<sup>[29]</sup>的研究对象不同,导致了本研究与其研究结论不一致。

那么,固视稳定性和视网膜光敏感度是否与弱视的严重程度相关呢? 本研究并未发现屈光参差性弱视眼的 BCVA 与 AT、固视稳定性各参数有相关关系。本研究与既往研究结论相一致<sup>[19,29]</sup>。Dickmann 等<sup>[19]</sup>发现屈光参差性弱视眼的 BCVA 与 AT 无相关关系。另外,

Subramanian 等<sup>[29]</sup>也发现屈光参差性弱视眼的 BCVA 与 95%BCEA 无相关性。国内外这方面的相关报道仍然少见,因此需要进一步的研究探索固视稳定性、视网膜光敏感度与弱视的关系。

本研究尚存在不足之处:(1)需要进一步扩大样本量,包括研究对象的年龄范围需要扩大到成人,研究对象的弱视类型需要扩大到斜视性弱视、混合性弱视等;(2)需要进一步研究弱视治疗前后视网膜光敏感度和固视稳定性的变化。

综上所述,MP-3 微视野计可以提供黄斑区视网膜光敏感度和固视稳定性的全面而定量的数据。微视野检查为无创、非接触性检查,耗时较短,操作简单,儿童配合度较高,并且微视野计的眼球自动追踪系统可以追踪黄斑,减少固视不良带来的检测误差,可作为弱视诊断和研究的辅助工具。屈光参差性弱视眼的黄斑区视网膜光敏感度和黄斑中心凹 2°范围内的固视稳定性可能降低,这为弱视提供了新的诊疗思路。此外,视网膜光敏感度和固视稳定性参数可能可以作为评估弱视病情的指标之一,并且可以根据各参数制定个体化的弱视治疗方案,例如增加固视稳定的视觉训练。

#### 参考文献

1 Fu ZJ, Hong H, Su ZC, et al. Global prevalence of amblyopia and disease burden projections through 2040: a systematic review and meta-analysis. *Br J Ophthalmol* 2020;104(8):1164-1170

2 Zhang X, Li R, Wang Y, et al. Prevalence, causes and risk factors of reduced VA and persistent reduced VA among preschool children in Eastern China. *Ophthalmic Physiol Opt* 2020;40(4):452-462

3 Meng XD, Zhou W, Sun ZY, et al. Prevalence and causes of bilateral visual impairment in rural areas of Tianjin, China - The Tianjin Eye Study. *Acta Ophthalmol* 2021;99(2):e136-e143

4 Al - Haddad C, Ghannam AB, Moussawi ZE, et al. Multifocal electroretinography in amblyopia. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2020;258(3):683-691

5 Beneish R, Dorfman AL, Khan A, et al. Organic visual loss measured by kinetic perimetry and retinal electrophysiology in children with functional amblyopia. *Doc Ophthalmol* 2021;143(1):1-16

6 王佳君,寇姣姣,赵云娥.视觉电生理检查在小儿弱视诊断中的应用. *国际眼科纵览* 2019;43(6):401-405

7 刘华,许多,陈宇,等.不同类型弱视儿童视网膜结构和视觉诱发电位及立体视功能的差异性分析. *国际眼科杂志* 2020;20(4):688-691

8 Bitirgen G, Mirza E, Ozkagnici A, et al. Analysis of peripapillary choroidal thickness in unilateral amblyopia. *J Ophthalmic Vis Res* 2019;14(1):42-47

9 Nishi T, Ueda T, Mizusawa Y, et al. Effect of optical correction on choroidal structure in children with anisohypermetropic amblyopia. *PLoS One* 2020;15(4):e0231903

10 Araki S, Miki A, Goto K, et al. Foveal avascular zone and macular vessel density after correction for magnification error in unilateral amblyopia using optical coherence tomography angiography. *BMC Ophthalmol* 2019;19(1):171

11 Zhang TY, Xie SY, Liu YC, et al. Effect of amblyopia treatment on

macular microvasculature in children with anisometropic amblyopia using optical coherence tomographic angiography. *Sci Rep* 2021;11:39

12 刘汉强,郭秀荣,王智.屈光不正性弱视眼黄斑部视网膜光敏感度的测定及其临床意义. *中国医科大学学报* 1995;24(5):532-533

13 朱云,孟令勇,吕大光,等.弱视眼静态视野光敏感度阈值及P-VEP变化特点的研究. *中国斜视与小儿眼科杂志* 1995;2:57-60

14 Molina-Martín A, Pérez-Cambrodí RJ, Piñero DP. Current clinical application of microperimetry: a review. *Semin Ophthalmol* 2018;33(5):620-628

15 Ozen Tunay Z, Idil A. Macular sensitivity assessment and fixation analysis using microperimetry in children with retinopathy of prematurity. *Br J Ophthalmol* 2022;106(12):1767-1771

16 Dikkaya F, Karaman Erdur S. Retinal sensitivity and fixation analysis using microperimetry in children with anisometropic amblyopia. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 2020;57(4):246-250

17 Koylu MT, Ozge G, Kucukevcilioglu M, et al. Fixation characteristics of severe amblyopia subtypes; which one is worse? *Semin Ophthalmol* 2017;32(5):553-558

18 Maneschg OA, Barboni MTS, Nagy ZZ, et al. Fixation stability after surgical treatment of strabismus and biofeedback fixation training in amblyopic eyes. *BMC Ophthalmol* 2021;21(1):264

19 Dickmann A, Petroni S, Perrotta V, et al. A morpho-functional study of amblyopic eyes with the use of optical coherence tomography and microperimetry. *J Am Assoc Pediatr Ophthalmol Strabismus* 2011;15(4):338-341

20 Tarutta EP, Khubieva RR, Apaev AV, et al. Correlations between visual fixation parameters, photosensitivity of the retina and visual acuity in various types of amblyopia. *Vestn Oftalmol* 2021;137(3):32-38

21 Milla-Barrios M, Piñero DP, Molina-Martín A. Fixation pattern analysis with microperimetry in strabismic subjects: a pilot study. *Semin Ophthalmol* 2022;37(6):699-706

22 Wallace DK, Repka MX, Lee KA, et al. Amblyopia preferred practice pattern®. *Ophthalmology* 2018;125(1):105-142

23 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,张伟,等.中国儿童弱视防治专家共识(2021年). *中华眼科杂志* 2021(5):336-340

24 Molina-Martín A, Piñero DP, Pérez-Cambrodí RJ. Reliability and intersession agreement of microperimetric and fixation measurements obtained with a new microperimeter in normal eyes. *Curr Eye Res* 2016;41(3):400-409

25 Jones PR, Yasoubi N, Nardini M, et al. Feasibility of macular integrity assessment (MAIA) microperimetry in children: sensitivity, reliability, and fixation stability in healthy observers. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2016;57(14):6349-6359

26 李海威,刘陇黔,刘旭阳.NMDA受体亚单位(NR2A,NR2B)在正常视觉发育与屈光参差性弱视猫模型初级视皮层表达的研究. *生物医学工程学杂志* 2011;28(2):264-267

27 Zou YC, Liu LQ, Zhang MX. The expression of vasoactive intestinal polypeptide in visual cortex - 17 in normal visual development and formation of anisometropic amblyopia. *Semin Ophthalmol* 2014;29(2):59-65

28 李春梅,张黎.弱视患者发病机制及眼部结构的研究进展. *国际眼科杂志* 2020;20(11):1927-1930

29 Subramanian V, Jost RM, Birch EE. A quantitative study of fixation stability in amblyopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013;54(3):1998-2003