

屈光参差性弱视儿童视网膜神经纤维层和黄斑区视网膜厚度的相关性分析

张 帅, 蒋爱民

引用: 张帅, 蒋爱民. 屈光参差性弱视儿童视网膜神经纤维层和黄斑区视网膜厚度的相关性分析. 国际眼科杂志 2023; 23(11): 1925-1929

基金项目: 首都卫生发展科研专项项目 (No.2020-3-7102)

作者单位: (101300) 中国北京市顺义区医院眼科

作者简介: 张帅, 毕业于温州医科大学眼视光学院, 本科, 主治医师, 研究方向: 眼视光、白内障。

通讯作者: 蒋爱民, 毕业于首都医科大学, 主任医师, 研究方向: 白内障、眼视光. zseye2257@163.com

收稿日期: 2023-06-08 修回日期: 2023-10-08

Department of Ophthalmology, Beijing Shunyi Hospital, Beijing 101300, China

Correspondence to: Ai-Min Jiang. Department of Ophthalmology, Beijing Shunyi Hospital, Beijing 101300, China. zseye2257@163.com

Received: 2023-06-08 Accepted: 2023-10-08

Abstract

• AIM: To investigate the changes and correlation of retinal nerve fiber layer (RNFL) and macular retinal thickness in children with anisometropic amblyopia.

• METHODS: A total of 159 cases (159 eyes) children with anisometropic amblyopia treated in our ophthalmology department from October 2020 to June 2021 were selected as the study group, and 159 cases (159 eyes) children with normal vision who examined in the ophthalmology department of our hospital in the same period and age group were selected as the control group. The study group received traditional comprehensive training combined with 4D visual training for amblyopia based on refractive correction and covering of healthy eyes. The RNFL and macular retinal thickness before and after treatment between the study group and the control group was compared, and the correlation between RNFL and macular retinal thickness before treatment in the study group was analyzed.

• RESULTS: The RNFL thickness of average, upper, lower, nasal and temporal in the study group before and after 3mo of treatment was higher than those of the control group, and the RNFL thickness of average, upper, lower, nasal and temporal before treatment in the study group was higher than those after 3mo of treatment ($P < 0.05$). The average, inferior, nasal, temporal, nasal, and central retinal thickness of the outer ring of the macular area in the study group before treatment were higher than those in the same group after 3mo of treatment and the control group ($P < 0.05$). Before treatment, there was a negative correlation between the thickness of the upper RNFL in the study group and the retinal thickness in the central macular area ($r = -0.330, P < 0.05$), the thickness of the lower and nasal RNFL was positively correlated with the thickness of the temporal retina in the outer and inner rings of the macular area (all $P < 0.05$), while the thickness of temporal RNFL was negatively correlated with the thickness of the nasal and temporal retina outside the macular area ($r = -0.414, -0.462, all P < 0.05$).

• CONCLUSION: The changes in RNFL and macular retinal thickness in children with anisometropic amblyopia

摘要

目的: 探究屈光参差性弱视儿童视网膜神经纤维层 (RNFL) 和黄斑区视网膜厚度的变化情况及其相关性。

方法: 选取 2020-10/2021-06 在我院眼科治疗的屈光参差性弱视儿童 159 例 159 眼作为研究组, 选取同期、同年龄段于我院眼科检查视力正常的儿童 159 例 159 眼作为对照组。研究组在给予屈光矫正、遮盖健眼的基础上对弱视眼进行传统综合训练结合 4D 视觉训练。比较研究组治疗前后与对照组 RNFL 和黄斑区视网膜厚度, 分析研究组治疗前 RNFL 与黄斑区视网膜厚度的相关性。

结果: 研究组治疗前和治疗 3mo 后平均、上方、下方、鼻侧、颞侧 RNFL 厚度均高于对照组, 且研究组治疗前平均、上方、下方、鼻侧、颞侧 RNFL 厚度均高于治疗 3mo 后 ($P < 0.05$)。研究组治疗前黄斑区外环平均、下方、鼻侧、颞侧、内环鼻侧及中心区视网膜厚度均高于治疗 3mo 后和对照组 ($P < 0.05$)。治疗前, 研究组上方 RNFL 厚度与黄斑中心区视网膜厚度呈负相关 ($r = -0.330, P < 0.05$), 下方、鼻侧 RNFL 厚度与黄斑区外环和内环颞侧视网膜厚度呈正相关 (均 $P < 0.05$), 颞侧 RNFL 厚度与黄斑区外环鼻侧和颞侧视网膜厚度呈负相关 ($r = -0.414, -0.462, 均 P < 0.05$)。

结论: 屈光参差性弱视患儿 RNFL 与黄斑区视网膜厚度变化可阻碍视网膜正常发育, RNFL 与黄斑区视网膜厚度存在一定的相关性。

关键词: 屈光参差性; 弱视; 视网膜神经纤维层; 黄斑区视网膜厚度

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2023.11.31

Correlation analysis of retinal nerve fiber layer and macular retinal thickness in children with anisometropic amblyopia

Shuai Zhang, Ai-Min Jiang

Foundation item: Capital Health Development Research Project (No.2020-3-7102)

can hinder normal retinal development, and there is a certain correlation between RNFL and macular retinal thickness.

• KEYWORDS: anisometropic; amblyopia; retinal nerve fiber layer; macular retinal thickness

Citation: Zhang S, Jiang AM. Correlation analysis of retinal nerve fiber layer and macular retinal thickness in children with anisometropic amblyopia. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2023; 23(11):1925-1929

0 引言

弱视是指视觉发育期因单眼斜视、高度屈光不正或行觉剥夺及未矫正的屈光参差引起的单眼或双眼最佳矫正视力(best corrected visual acuity, BCVA)低于同年龄段视力,或双眼视力相差超过2行及以上,视力较低眼为弱视眼^[1]。儿童处于视觉发育最敏感时期,该时期是治疗弱视的关键期,研究显示,儿童时期弱视发病率约为2%~5%,2017年美国眼科指南将弱视分为斜视性、遮盖性、形觉剥夺性、屈光性^[2],其中屈光参差性弱视占比为46%~79%^[3]。屈光参差性弱视是弱视的常见类型,引起双眼视网膜成像清晰度和大小不一,造成视觉异常导致屈光度较高^[4],近年研究证实,视网膜神经纤维层(retinal nerve fiber layer, RNFL)、视皮层等异常与弱视发生发展密切相关^[5-6]。基于此,本研究纳入屈光参差性弱视儿童159例作为研究对象,给予视觉功能训练治疗,分析治疗前后RNFL和黄斑区视网膜厚度的变化及其相关性,以期为临床防治弱视提供新思路。

1 对象和方法

1.1 对象 选取2020-10/2021-06在我院眼科治疗的屈光参差性弱视儿童159例159眼作为研究组,其中男85例,女74例,平均年龄 7.36 ± 0.78 岁,平均体质量 20.26 ± 3.59 kg,平均身高 115.45 ± 7.92 cm。按照1:1配比原则,选择同期、同年龄段于我院眼科检查视力正常的儿童159例159眼作为对照组(均选取左眼数据进行分析),其中男79例,女80例,平均年龄 7.20 ± 0.68 岁,平均体质量 20.57 ± 4.71 kg,平均身高 116.58 ± 6.97 cm。两组研究对象性别构成、年龄、体质量、身高等一般资料比较,差异均无统计学意义($\chi^2 = 0.453, P = 0.501; t = 1.950, P = 0.052; t = 0.660, P = 0.510; t = 1.351, P = 0.178$)。本研究已获得我院伦理委员会批准(No.2020125)。纳入研究对象及其监护人均对本研究知情同意,并签订知情同意书。

1.1.1 纳入标准 (1)研究组:符合《弱视诊断专家共识(2011年)》^[7]诊断标准;初次诊断为屈光参差性弱视,远视眼镜 $\geq +2.50$ D, BCVA ≥ 0.5 (LogMAR),双眼球镜差值 ≥ 1.50 D,柱镜 $< +1.50$ D;无弱视治疗史;单眼发病,对侧眼正常;双眼眼前节和眼底检查正常;双眼固视功能良好,眼压 $12\sim 21$ mmHg(1mmHg ≈ 0.133 kPa);屈光介质清,无眼睑内翻、下垂、外翻、倒睫等眼前节疾病;无高血压病史;可获得较清晰眼底彩照图像。(2)对照组:双眼均无屈光参差,且BCVA正常。

1.1.2 排除标准 先天性眼部畸形;不能配合检查者;斜视性或屈光不正性弱视;既往存在眼部手术史或外伤史、眼部疾病史(眼球震颤、视神经炎、青光眼、葡萄膜炎、视盘

异常、结膜炎、眼球运动受限、先天性白内障等);合并全身性疾病;眼部疾病家族史。

1.2 方法

1.2.1 治疗方法 研究组患儿在给予屈光矫正、遮盖健眼的基础上对弱视眼进行传统综合训练结合4D视觉训练^[8]。传统综合训练:红闪、光刷、光栅等弱视训练及刺激训练,每周1次,每次持续1h。4D视觉训练:根据患儿双眼不等像、Worth 4点、视觉记忆、运动视场、注视视差等结果情况分为单眼增强训练(视觉训练)和单眼精细训练(双眼视野下)两个治疗阶段,矫正视力提高到0.6及以上者,若双眼矫正视力相差不超过2行则增加视觉训练、融合训练、立体视训练;双眼矫正视力相差3行及以上则只观察弱视眼疗效,训练均通过电脑在线进行,患儿可到医院训练或在家进行网上训练,每次15min,每天2次。随访3mo,每间隔2wk复查1次。

1.2.2 眼部生物学参数检查 两组研究对象均在我院眼科进行常规检查,采用标准对数视力表检测BCVA,结果转换为最小分辨角对数(LogMAR)视力表示;采用SW-500回弹式眼压计测量眼压(intra-ocular pressure, IOP);采用LS900眼科光学生物测量仪检测眼轴长度(axial length, AL)、前房深度(anterior chamber depth, ACD)。所有检查均由同一位经验丰富的眼科医师操作,测量3~5次,取平均值。

1.2.3 光学相干断层扫描检查 两组研究对象均给予盐酸环喷托酯滴眼液(国药准字HJ20160661,1mL:10mg)散瞳后行光学相干断层扫描(optical coherence tomography, OCT)检查。调整仪器,受检者下颌、额头置于颌托和额托,采用3D Disc和ONH模式,以视网膜视盘为中心,直径为3.4mm环形扫描,经图像分析以获取RNFL厚度,即平均、4个象限(上方、下方、鼻侧、颞侧)参数;采用RTVue-100成像系统,用EMM5扫描模式扫描黄斑区视网膜厚度,以黄斑中心区为中心划分为中心区(直径1mm)、内环(直径3mm)、外环(直径6mm)3个同心圆,并将内外环划分为上方、下方、鼻侧、颞侧4个象限。

统计学分析:采用SPSS 22.0软件处理数据。计量资料行Shapiro-Wilk正态性检验和Levene法方差齐性检验,确认呈方差齐性且近似服从呈正态分布,以 $\bar{x}\pm s$ 表示,两组间比较采用独立样本 t 检验,同组内比较采用配对样本 t 检验。计数资料以 n 表示,两组间比较采用 χ^2 检验。相关性分析采用Pearson相关分析法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 眼部生物学参数 治疗前,两组研究对象IOP比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),但AL、ACD、等效球镜度、BCVA比较,差异均有统计学意义($P < 0.01$),见表1。

2.2 RNFL厚度 研究组治疗前、治疗3mo后平均、上方、下方、鼻侧、颞侧RNFL厚度均高于对照组,且研究组治疗前平均、上方、下方、鼻侧、颞侧RNFL厚度均高于治疗3mo后,差异均有统计学意义($P < 0.05$),见表2。

2.3 黄斑区视网膜厚度 研究组治疗前黄斑区外环平均、下方、鼻侧、颞侧、内环鼻侧及中心区视网膜厚度均高于治疗3mo后及对照组,差异均有统计学意义($P < 0.05$),其余黄斑区各象限视网膜厚度比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),见表3。

表1 眼部生物学参数比较

分组	眼数	IOP (mmHg)	AL (mm)	ACD (mm)	BCVA (LogMAR)	等效球镜度 (D)	$\bar{x} \pm s$
研究组	159	16.64±3.86	22.60±1.69	3.34±0.25	0.68±0.11	3.12±0.57	
对照组	159	15.97±2.32	23.04±0.72	2.65±0.19	-0.01±0.02	0.75±0.11	
<i>t</i>		1.876	3.020	27.208	77.820	51.479	
<i>P</i>		0.062	0.003	<0.001	<0.001	<0.001	

注:研究组:屈光参差性弱视儿童;对照组:视力正常儿童。

表2 RNFL 厚度比较

分区	研究组 (<i>n</i> = 159)		对照组 (<i>n</i> = 159)	<i>t</i> ₁ / <i>P</i> ₁	<i>t</i> ₂ / <i>P</i> ₂	<i>t</i> ₃ / <i>P</i> ₃	$(\bar{x} \pm s, \mu\text{m})$
	治疗前	治疗 3mo 后					
平均	111.03±18.43	106.30±12.22	103.08±15.43	4.171/<0.001	2.063/0.040	2.697/0.007	
上方	130.85±18.22	126.15±10.25	123.83±10.22	4.327/<0.001	2.021/0.044	2.835/0.005	
下方	144.15±18.06	140.32±11.42	136.78±16.71	3.777/<0.001	2.205/0.028	2.260/0.025	
鼻侧	78.92±13.52	73.42±10.42	69.57±12.47	6.410/<0.001	2.987/<0.001	4.063/<0.001	
颞侧	90.21±11.42	85.32±7.45	82.12±10.48	6.581/<0.001	3.138/0.002	4.522/<0.001	

注:研究组:屈光参差性弱视儿童;对照组:视力正常儿童。*t*₁/*P*₁:研究组治疗前 vs 对照组;*t*₂/*P*₂:研究组治疗 3mo 后 vs 对照组;*t*₃/*P*₃:研究组治疗前 vs 治疗 3mo 后。

表3 黄斑区视网膜厚度比较

分区	研究组 (<i>n</i> = 159)		对照组 (<i>n</i> = 159)	<i>t</i> ₁ / <i>P</i> ₁	<i>t</i> ₂ / <i>P</i> ₂	<i>t</i> ₃ / <i>P</i> ₃	$(\bar{x} \pm s, \mu\text{m})$
	治疗前	治疗 3mo 后					
外环							
平均	278.06±12.51	274.50±9.41	274.50±12.44	2.544/0.011	0.000/1.000	2.868/0.004	
上方	274.11±10.41	273.42±15.42	274.11±13.04	0.000/1.000	0.431/0.667	0.468/0.640	
下方	275.17±10.24	270.15±10.48	272.35±11.58	2.300/0.022	1.776/0.077	4.320/<0.001	
鼻侧	278.42±10.98	274.32±11.95	273.12±13.44	3.851/<0.001	0.841/0.401	3.186/0.002	
颞侧	284.52±11.44	280.11±13.42	278.41±12.29	4.589/<0.001	1.178/0.240	3.153/0.002	
内环							
平均	301.21±13.66	300.04±11.43	298.89±13.21	1.159/0.125	0.830/0.407	0.828/0.408	
上方	305.14±14.21	304.78±11.42	303.47±9.18	1.245/0.214	1.127/0.260	0.249/0.804	
下方	298.71±11.42	299.45±13.45	297.15±10.48	1.269/0.205	1.701/0.090	0.529/0.597	
鼻侧	302.15±9.11	297.52±19.82	295.52±11.47	5.707/<0.001	1.101/0.272	2.676/0.008	
颞侧	298.85±20.11	298.42±18.74	299.41±15.69	0.277/0.782	0.511/0.610	0.197/0.844	
中心区	230.69±15.42	219.85±16.69	217.12±13.44	8.365/<0.001	1.606/0.109	6.015/<0.001	

注:研究组:屈光参差性弱视儿童;对照组:视力正常儿童。*t*₁/*P*₁:研究组治疗前 vs 对照组;*t*₂/*P*₂:研究组治疗 3mo 后 vs 对照组;*t*₃/*P*₃:研究组治疗前 vs 治疗 3mo 后。

2.4 弱视患儿治疗前眼部生物学参数与 RNFL 和黄斑区视网膜厚度的相关性 Pearson 相关性分析结果显示,治疗前,研究组 AL、BCVA、ACD、等效球镜度与 RNFL 厚度、黄斑区视网膜各象限厚度均无相关性 ($P > 0.05$)。治疗前,研究组上方 RNFL 厚度与黄斑中心区视网膜厚度呈负相关 ($r = -0.330, P < 0.05$),下方、鼻侧 RNFL 厚度与黄斑区外环和内环颞侧视网膜厚度呈正相关 (均 $P < 0.05$),颞侧 RNFL 厚度与黄斑区外环鼻侧和颞侧视网膜厚度呈负相关 ($r = -0.414, -0.462$, 均 $P < 0.05$),见表 4。

3 讨论

屈光参差性弱视是儿童视觉发育关键时期常见的眼部疾病,是多种因素综合作用所致,如遗传、光线、气候及生活习惯等^[9]。国内外学者证实,外周学说和中枢学说是弱视的发病机制,外周学说认为,弱视患者在视觉发育期间,黄斑区视锥细胞分化异常,导致黄斑中心区厚度增加,

此外,视觉刺激不够,视网膜、脉络膜细胞数目减少,引起 RNFL 改变;中枢学说认为,弱视患者视皮层区域灰质减少或密度降低,引起视觉敏感性降低^[10-11]。弱视发生发展与综合知觉、视觉中枢异常、运动和传递障碍有关,导致视网膜细胞受损,不能清晰成像,或双眼视刺激信号输入不平衡,双眼清晰物像和模糊物像发生竞争,造成单眼或双眼视力降低^[12]。本研究发现,研究组儿童 AL、ACD、等效球镜度、BCVA 与正常儿童有明显差异,但至今有关弱视患儿眼部结构是否正常仍存在巨大争议^[13]。

OCT 是一种非侵入性成像技术,具有较高分辨率、成像速度快、无辐射等特点,类似于超声脉冲回波成像,但 OCT 是通过利用近红外波以背向散射光反射照射视网膜,对不同深度生物组织层面产生反射回的信号,可观察视网膜各层结构,并测量黄斑区视网膜厚度,有助于提高弱视检出率^[14]。既往研究显示,OCT 技术检测弱视患儿

表4 弱视患儿治疗前黄斑区视网膜厚度与RNFL厚度的相关性

r/P

黄斑区视网膜厚度	RNFL厚度				
	上方	下方	鼻侧	颞侧	平均
外环					
平均	0.009/>0.05	-0.016/>0.05	0.124/>0.05	0.205/>0.05	0.717/>0.05
上方	0.243/>0.05	-0.007/>0.05	0.118/>0.05	-0.219/>0.05	0.244/>0.05
下方	0.015/>0.05	0.211/>0.05	0.274/>0.05	0.011/>0.05	0.142/>0.05
鼻侧	0.202/>0.05	0.042/>0.05	0.169/>0.05	-0.414/<0.05	0.209/>0.05
颞侧	0.114/>0.05	0.381/<0.05	0.452/<0.05	-0.462/<0.05	0.052/>0.05
内环					
平均	0.196/>0.05	0.218/>0.05	-0.008/>0.05	-0.124/>0.05	0.006/>0.05
上方	0.135/>0.05	0.140/>0.05	0.019/>0.05	0.036/>0.05	0.087/>0.05
下方	0.114/>0.05	0.226/>0.05	0.241/>0.05	0.049/>0.05	-0.123/>0.05
鼻侧	0.269/>0.05	-0.102/>0.05	0.009/>0.05	-0.125/>0.05	0.116/>0.05
颞侧	-0.015/>0.05	0.419/<0.05	0.502/<0.05	0.157/>0.05	0.153/>0.05
中心区	-0.330/<0.05	-0.221/>0.05	-0.126/>0.05	0.075/>0.05	-0.044/>0.05

视网膜结构发生细微改变,认为这些结构改变是正常的,关于弱视患儿视网膜结构改变至今尚无统一标准^[15],因此,深入探讨弱视患儿视网膜结构或功能变化具有积极作用。

RNFL位于视网膜最内层,主要由神经节细胞轴突、神经胶质细胞、Müller细胞、传出纤维及视网膜血管组成,在正常视觉功能人群中,各象限RNFL厚度不一,视盘上方、下方较厚,颞侧、鼻侧较薄^[16]。此外,RNFL厚度的变化与年龄、眼底结构改变、眼球增长等有关^[17]。越来越多的证据显示,RNFL厚度改变与视网膜血管疾病、屈光弱视、神经元变性等有关,其可作为神经元变性、轴突缺失的评估依据^[18-19]。Nishikawa等^[20]研究发现,弱视患儿上方、下方、鼻侧、周围RNFL厚度较正常儿童低;熊燕等^[21]研究发现,屈光参差性弱视患儿矫正治疗后RNFL各象限及周围厚度均明显改善。本研究显示,研究组治疗前后平均、各象限RNFL厚度均高于对照组,且研究组治疗前平均、各象限RNFL厚度均高于治疗后,这与熊燕等^[21]研究结果类似,但与李菲菲^[22]研究结果不同。结合既往研究分析RNFL厚度改变可能与以下原因有关:(1)屈光参差性弱视患儿视网膜屈光度与对侧眼存在一定差异,双眼视觉刺激信号输入不均衡,长期异常视觉刺激可影响患儿RNFL厚度变化,影响视网膜结构正常发育;(2)屈光参差性弱视患儿外侧膝状体细胞发生萎缩,导致视皮层消融,神经元传入纤维层比正常眼薄很多。

黄斑富含大量视锥细胞,是视力较为敏锐的区域,也是双眼的光学中心,在儿童视觉发育早期中心区视觉刺激不足,影响中心区神经节细胞正常凋亡,抑制纤维细胞向中心区迁移,导致中心区锥体直径缩小,厚度增加^[23]。Kavitha等^[24]通过研究6~18岁单眼屈光参差性弱视患儿,发现经遮盖治疗后黄斑中心区厚度发生变化,随着治疗时间的延长,患儿BCVA明显改善,且弱视眼黄斑中心区视网膜厚度、黄斑区视网膜厚度明显降低。为了更好地研究黄斑区视网膜厚度变化,本研究从中心区(1mm)、内环区(3mm)、外环区(6mm)3个区域进行观察,发现研究组治疗前黄斑区外环平均、下方、鼻侧、颞侧、内环鼻侧及中心区视网膜厚度较研究组治疗后、对照组厚,与封炎等^[25]和荆荆一等^[26]研究结果基本一致。但Liu等^[27]研

究发现,弱视患儿内环颞侧视网膜厚度大于正常视力儿童,这与本研究不一致。贾法力等^[28]研究也显示,远视屈光参差性弱治疗前黄斑中心区视网膜厚度较正常视力儿童厚,但治疗后与正常视力儿童比较无明显差异,这与本研究治疗后与对照组对比结果一致。近年针对弱视患儿视网膜厚度的研究所持观点不尽相同,有学者认为,弱视眼黄斑区视网膜厚度与正常眼并无差异^[29],分析出现这种差异的原因可能与多数研究中所纳入研究对象较少及研究使用仪器类型、测量原理不同等有关,从而导致黄斑区视网膜厚度表现不一。此外,本研究进行相关性分析显示,治疗前,研究组眼部生物学参数与RNFL、黄斑区视网膜各象限厚度均无相关性,研究组上方RNFL厚度与黄斑中心区视网膜厚度呈负相关($r=-0.330, P<0.05$),下方、鼻侧RNFL厚度与黄斑区外环和内环颞侧视网膜厚度呈正相关(均 $P<0.05$),颞侧RNFL厚度与黄斑区外环鼻侧和颞侧视网膜厚度呈负相关($r=-0.414, -0.462$,均 $P<0.05$),可见屈光参差性弱视可能受RNFL和黄斑区视网膜厚度变化的影响,提示弱视可能阻碍视网膜的正常发育。

综上所述,屈光参差性弱视患儿RNFL与黄斑区视网膜厚度具有一定关系,其厚度变化可影响患儿视网膜正常发育,经治疗后RNFL、黄斑区视网膜厚度有一定改善。但本研究也存在一些不足之处,如仅纳入屈光参差性弱视患儿进行研究,关于其他类型弱视患儿是否会出现类似变化还不确定,下一步考虑纳入其他类型弱视患儿,从弱视患儿不同弱视程度出发,探究RNFL、黄斑区视网膜厚度变化情况与弱视的具体发病机制。

参考文献

- 1 Wang YJ, Xu YF, Liu X, et al. Amblyopia, strabismus and refractive errors in congenital ptosis: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep* 2018;8:8320
- 2 符竹筠, 刘虎. 2017年美国眼科学会弱视临床指南解读. *中华实验眼科杂志* 2019;37(7):566-568
- 3 Cruz OA, Repka MX, Hercinovic A, et al. Amblyopia preferred practice pattern. *Ophthalmology* 2023;130(3):P136-P178
- 4 Khan N, Zaka-Ur-Rab S, Ashraf M, et al. Comparison of stereoacuity in patients of anisometropia, isometropia and emmetropia. *Indian J Ophthalmol* 2022;70(12):4405-4409
- 5 Liang ML, Xiao H, Xie B, et al. Morphologic changes in the visual

- cortex of patients with anisometropic amblyopia: a surface - based morphometry study. *BMC Neurosci* 2019;20(1):39
- 6 Tarutta EP, Khubieva RR, Milash SV, *et al.* Correlation of chorioretinal parameters with anatomical, optical and functional indicators of eyes with amblyopia of various origins. *Vestn Oftalmol* 2022;138(6):82-91
- 7 中华医学会眼科学分会斜视与小儿眼科学组. 弱视诊断专家共识(2011年). *中华眼科杂志* 2011;47(8):768
- 8 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
- 9 Jethani J, Kamat A, Shah K, *et al.* Efficacy of supplemental Occluder therapy with partial occlusion in children with refractive anisometropic amblyopia. *Indian J Ophthalmol* 2022;70(4):1318-1320
- 10 Rudell JC, Fleuriet J, Mustari MJ, *et al.* Childhood onset strabismus: a neurotrophic factor hypothesis. *J Binocul Vis Ocul Motil* 2021;71(2):35-40
- 11 吴秋欣. 眼周经皮穴位电刺激(Eye-TEAS)治疗小儿屈光参差性弱视的临床疗效评价研究. *山东中医药大学* 2022
- 12 Kalpadakis - Smith AV, Tailor VK, Dahlmann - Noor AH, *et al.* Crowding changes appearance systematically in peripheral, amblyopic, and developing vision. *J Vis* 2022;22(6):3
- 13 陈杰, 刘永华, 李晓燕, 等. 屈光参差性弱视儿童治疗前后视网膜微血流状态变化及其与疗效的相关性. *眼科新进展* 2022;42(4):314-318
- 14 Gaier ED, Gise R, Heidary G. Imaging amblyopia: insights from optical coherence tomography (OCT). *Semin Ophthalmol* 2019;34(4):303-311
- 15 Zha Y, Zhuang JF, Feng WQ, *et al.* Evaluation of choroidal thickness in amblyopia using optical coherence tomography. *Eur J Ophthalmol* 2020;30(4):629-634
- 16 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
- 17 Salehi MA, Nowroozi A, Gouravani M, *et al.* Associations of refractive errors and retinal changes measured by optical coherence tomography: a systematic review and meta-analysis. *Surv Ophthalmol* 2022;67(2):591-607
- 18 Parikh R, Sachdeva V, Kekunnaya R, *et al.* Retinal nerve fiber layer thickness in amblyopia. *Indian J Ophthalmol* 2022;70(8):3065-3072
- 19 袁晓萌, 张稚平, 石艳梅, 等. 视网膜神经纤维层的定量评估在视网膜疾病中的应用. *眼科学报* 2023;38(3):253-259
- 20 Nishikawa N, Chua J, Kawaguchi Y, *et al.* Macular microvasculature and associated retinal layer thickness in pediatric amblyopia: magnification - corrected analyses. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2021;62(3):39
- 21 熊燕, 王玉梅, 何光华, 等. 屈光异常弱视矫正治疗预后不良患儿风险因素及RNFL表现特点分析. *中国煤炭工业医学杂志* 2023;26(2):194-199
- 22 李菲菲. 视网膜神经纤维层厚度及黄斑中心凹在儿童远视屈光参差性弱视中的临床意义. *国际眼科杂志* 2017;17(10):1979-1981
- 23 Xia ZR, Chen H, Zheng SL. Thicknesses of macular inner retinal layers in children with anisometropic amblyopia. *Biomed Res Int* 2020;2020:6853258
- 24 Kavitha V, Heralgi MM, Harishkumar PD, *et al.* Analysis of macular, foveal, and retinal nerve fiber layer thickness in children with unilateral anisometropic amblyopia and their changes following occlusion therapy. *Indian J Ophthalmol* 2019;67(7):1016-1022
- 25 封炎, 张凌月, 郑卓涛, 等. 屈光参差性弱视患者黄斑区视网膜厚度及微血管系统的变化: 基于OCT的研究. *眼科新进展* 2021;41(6):570-574
- 26 荆刘一, 石晶, 谭小波, 等. 远视性屈光参差性弱视儿童治疗前后黄斑区视网膜厚度的临床研究. *国际眼科杂志* 2022;22(2):205-210
- 27 Liu LL, Wang YC, Cao M, *et al.* Analysis of macular retinal thickness and microvascular system changes in children with monocular hyperopic anisometropia and severe amblyopia. *Dis Markers* 2022;2022:9431044
- 28 贾法力, 赵健, 许文皓, 等. 远视屈光参差性弱视治疗前后黄斑微血管密度和黄斑厚度的定量分析. *眼科新进展* 2022;42(9):704-708
- 29 Lekskul A, Wuthisiri W, Padungkiatsagul T. Evaluation of retinal structure in unilateral amblyopia using spectral domain optical coherence tomography. *J AAPOS* 2018;22(5):386-389