

业精于专 方显卓越

津医械广审(文)第2019010002号

**MEDA® 迈达科技**

MD-820A  
全自动视野仪  
国械注准20182220025



MD-2300S  
眼科A/B型超声诊断仪  
国械注准20153230090



MD-960  
眼科Nd: GdVO<sub>4</sub>激光凝仪  
国械注准20183241735



MD-1000A  
眼科超声测量仪  
国械注准20153231731



MD-480A  
白内障超声乳化仪  
国械注准20163230138



MD-2400S  
眼科A/B型超声诊断仪  
国械注准20153230090



MD-920  
眼科Nd: YAG激光治疗仪  
国械注准20173240083



MD-300L  
眼科超声生物显微镜  
国械注准20163231075



请您仔细阅读产品使用说明书



**天津迈达医学科技股份有限公司**

地址: 天津市滨海新区鑫茂科技园G2座3层D单元 邮编: 300384  
电话: 022-82713808 87892000 传真: 022-82713880  
网站: <http://www.meda.com.cn> 电子邮件: [market@meda.com.cn](mailto:market@meda.com.cn)

ISSN1006-8422 CN34-1149/P 邮发代号26-110 每期10.00元

中国科技论文统计源期刊  
中国科技核心期刊

ISSN1006-8422  
CN 34-1149/R

临床眼科杂志

2021年2月

第二十九卷

第二期

# 临床眼科杂志

LINCHUANG YANKE ZAZHI

JOURNAL  
OF  
CLINICAL  
OPHTHALMOLOGY

ISSN 1006-8422



**2021**

第29卷 第2期 Vol.29 No.2

# 临床眼科杂志

JOURNAL OF CLINICAL OPHTHALMOLOGY

双月刊 1993年7月创刊 第29卷 第2期 2021年4月25日出版

主管/主办  
安徽医科大学  
安徽眼科研究所

编辑出版  
临床眼科杂志编辑委员会

编辑部  
安徽医科大学第一附属医院  
邮编:230022 合肥市绩溪路218号  
电话(传真):(0551)62923182 62923235

出版发行部  
安徽理工大学第一附属医院  
邮编:232007 淮南市淮滨路203号  
电话(传真):(0554)6674769 6674818  
Email:lcykzz@sina.com  
hnfy@sohu.com

名誉主编  
黄叔仁

主编  
陈逸

编辑部副主任  
谢驰

总发行  
国内:安徽省淮南市邮政局  
国外:中国国际图书贸易总公司  
(北京399信箱100044)  
代号:4904(BM)

订 阅  
全国各地邮局  
邮发代号:26-110

定 价  
每期10.00元 全年60.00元

印 刷  
淮南聚峰印务有限公司  
广告经营许可证  
皖(淮)工商广许字第11号

中国标准连续出版物号  
ISSN 1006-8422  
CN 34-1149/R

2021年版权归《临床眼科杂志》所有

除非特别声明,本刊刊出的所有文章不代表本刊编委会的观点  
本刊如有印刷质量问题,请向本刊出版发行部调换

## 目 次

### 临床研究

- 伴视盘出血的埋藏性视盘玻璃疣患者的临床特点和眼底影像特征 ...  
..... 陈秀丽 吴培培 徐海峰等(97)
- 非黄斑裂孔性视网膜脱离术后黄斑区血流及结构的改变分析 .....  
..... 曾思雨 杜磊 邢怡桥(102)
- 内界膜翻转填塞与内界膜剥除治疗高度近视黄斑裂孔性  
视网膜脱离的疗效比较 ..... 阮婷 高艳 陈楠等(106)
- 内界膜填塞与翻转覆盖治疗大直径特发性黄斑裂孔的  
疗效对比 ..... 王爱芹 高自清 张锐(111)
- 炫彩成像在中心性浆液性脉络膜视网膜病变检查中的  
临床应用探讨 ..... 胡红梅 严吕霞 魏红霞等(115)
- Stargardt病一家系致病基因突变位点的研究与分析 .....  
..... 付何云 郭光 王文玲等(119)
- 白内障超声乳化手术中不同切口的应用及对角膜地形图与  
角膜散光的影响 ..... 刘萍萍 管怀进 卞洪俊等(124)
- 2.2 mm与3.0 mm透明角膜切口白内障超声乳化吸除术对  
角膜屈光度和角膜散光的影响 ..... 鲍迅 林云志 朱靖等(128)
- 650nm半导体激光控制青少年近视进展的研究 .....  
..... 闫艺 薛文娟 赵延军等(132)
- 河北省眼科医院近5年抗青光眼药物使用及变化趋势 .....  
..... 田爱军 陈红 程素棉等(138)
- 南通市崇川区中小学生近视流行病学调查及其相关危险  
因素分析 ..... 曹鑫 谢擎 蔡剑茹等(143)
- 调节功能在儿童近视进展中的变化 ..... 李静姣 姜红 房晓敏等(149)
- 玻璃体消融术治疗玻璃体混浊临床初步观察 .....  
..... 边红霞 刘建爽 边梦婷等(153)
- 超声睫状体成形术治疗新生血管性青光眼短期疗效观察 .....  
..... 夏冉 姜波 王明睿等(157)
- 新型冠状病毒肺炎患者眼底检查的初步结果分析 .....  
..... 田甜 张祖海 王琦等(161)

### 实验研究

- MiRNA-21通过Erk信号通路调节视网膜色素上皮细胞的  
增殖侵袭和凋亡 ..... 冯婷婷 陈松 何广辉等(165)

## 病例报告

视网膜大动脉瘤致玻璃体体积血 1 例 .....	王运昌 李荣荣 邵长亮等(170)
玻尿酸隆鼻致眼球萎缩 1 例 .....	朱丹 袁洪锋(171)
眼睑 Langerhans 细胞组织细胞增生症 1 例 .....	孙毅 郭娟 陈媛媛(173)
白内障术后发生晶状体囊袋阻滞综合征 1 例 .....	薛文文 朱弼珺 王于蓝等(175)

## 综 述

家族性渗出性玻璃体视网膜病变的研究进展 .....	贺梦甜 隋桂琴(177)
相干光层析血管成像术在视网膜静脉阻塞诊治中的应用 .....	李真平 喻晓兵(181)
眼部抑制性免疫微环境与调节 T 细胞 .....	杨璐菲 陈养浩 龚学春等(187)

## 消 息

《临床光学》(中英文对照版)一书出版 .....	(101)
《儿童青光眼共识》一书出版 .....	(123)
《近视·远视·弱视》一书出版 .....	(123)
《中国儿童青少年近视防控流程的建议—近视防控共识》一书出版 .....	(131)
《过敏性结膜炎》一书出版 .....	(156)
《眼外伤学》(译著)一书出版 .....	(156)
《角膜内皮病》一书出版 .....	(160)
《眼底病手术学》一书出版 .....	(164)
《图解青光眼手术操作与技巧》一书出版 .....	(164)
《小儿眼科与斜视》(译著)一书出版 .....	(169)
《中国儿童青少年近视形成机制以及预测与防控》一书出版 .....	(172)
《张效房眼外伤学》一书出版 .....	(174)
《睑缘炎与睑板腺功能障碍》一书出版 .....	(186)
《病理性近视眼眼底改变》一书出版 .....	(191)
《图解青光眼眼前节影像学检查及诊断》一书出版 .....	(191)

# 650 nm 半导体激光控制青少年近视进展的研究

闫艺 薛文娟 赵延军 祝剑锋 王平 房祥杰 刘建峰 刘丽 付海涛 焦国帅

**【摘要】** 目的 观察 650 nm 红光对青少年近视进展的影响。方法 随机对照研究。在临沂市人民医院就诊的患者中,连续入选 7~12 岁近视患者 120 例(120 只眼),双眼纳入研究过程,统一选取右眼数据进行分析,分为红光组 60 例(60 只眼)和对照组 60 例(60 只眼)。红光组采用单波长 650 nm 红光进行防控干预,非干预时间佩戴单焦点框架眼镜,对照组佩戴单焦点框架眼镜进行日常活动。观察并比较干预前和干预后的 1、3、6、12 个月患者的等效球镜度(SE)、眼轴长度(AL)后极部黄斑中心凹下的脉络膜厚度(SFCT)及裸眼视力(UCVA)。采用重复测量方差分析、独立样本 *t* 检验对数据进行统计学分析。结果 与干预前相比,干预 1、3、6、12 个月后,红光组 SE 基本保持稳定,对照组逐渐增大,两组比较差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ );干预 1、3、6、12 个月后,红光组 AL 缩短并逐渐趋于稳定,对照组 AL 延长,两组比较均差异有统计学意义(均  $P < 0.05$ );干预 1、3、6、12 个月后,红光组 SFCT 逐渐趋于稳定,对照组 SFCT 变薄,两组比较差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ );干预 1、3、6、12 个月后,红光组 UCVA 基本保持稳定,对照组 UCVA 逐渐下降,两组比较差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。干预后红光组未出现畏光、流泪、结膜充血、水肿、角膜上皮损伤、晶状体混浊、黄斑损害等眼部并发症,亦未发现认知障碍及行为异常。结果 650 nm 红光可有效延缓青少年近视进展,未见明显不良反应。

**【关键词】** 650 nm 红光;等效球镜;眼轴;黄斑下脉络膜厚度;裸眼视力

[临床眼科杂志,2021,29:132]

**Effect of 650 nm semiconductor laser on juvenile myopia control** Yan Yi<sup>1</sup>, Xue Wenjuan<sup>2</sup>, Zhao Yanjun<sup>2</sup>, Zhu Jianfeng<sup>2</sup>, Wang Ping<sup>1</sup>, Fang Xiangjie<sup>2</sup>, Liu Jianfeng<sup>2</sup>, Liu Li<sup>2</sup>, Fu Haitao<sup>2</sup>, Jiao Guoshuai<sup>3</sup>. <sup>1</sup>Department of Qingdao University, Qingdao 266000, China; <sup>2</sup>Department of Linyi People's Hospital of Qingdao University, Linyi 276000, China. <sup>3</sup>Department of Anyang Tongguang Ophthalmic Center, Anyang 455000, China

**【Abstract】 Objective** To investigate the effect of 650 nm red light on the juvenile myopia progression. **Methods** A total of 120 schoolchildren (120 eyes) aged 7-12 years with myopia at our hospital were selected for a randomized controlled study, and their right eyes were selected for the analysis. The participants were divided into the red light group (60 eyes) and control group (60 eyes). Participants in the red light group were treated with single wavelength 650nm red light for myopia control, while the control group participants did not receive any intervention. The spherical equivalent (SE), axial length (AL), subfoveal macular choroidal thickness and uncorrected visual acuity were observed and compared before and at 1, 3, 6 and 12 months after the intervention. The data were analyzed by repeated measures analysis of variance and by independent *t*-tests. **Results** After 1, 3, 6 and 12 months of intervention, the SE in the red light group remained basically stable, while SE in the control group gradually increased. The between-group difference was statistically significant ( $P < 0.05$ ). After 1, 3, 6 and 12 months of intervention, the AL in the red light group was reduced and gradually stabilized, while that in the control group was increased. The between-group difference was statistically significant ( $P < 0.05$ ). After 1, 3, 6 and 12 months of intervention, the subfoveal macular choroidal thickness in the red light group increased and tended to be stable, while that in the control group reduced. The between-group difference was statistically significant ( $P < 0.05$ ). After 1, 3, 6 and 12 months of intervention, the uncorrected visual acuity in the red light group remained basically stable, while that in the control group gradually decreased. The between-group difference was also statistically significant ( $P < 0.05$ ). No ocular complications was observed in the red light group after the intervention, including conjunctival congestion, corneal edema, photophobia, lacrimation, corneal ulcer, cataract, macular damage and cognitive impairment and behavioral abnormalities. **Conclusions** The 650nm red light can effectively delay the progression of juvenile myopia without obvious adverse complications.

DOI:10.3969/j.issn.1006-8422.2021.02.009

基金项目:山东省医药卫生科技发展计划(2017WSA13049)

作者单位:266000 青岛大学(闫艺、王平);山东省临沂市人民医院眼科(薛文娟、赵延军、祝剑锋、房祥杰、刘建峰、刘丽、付海涛);安阳市童光眼科中心(焦国帅)

通讯作者:付海涛(Email:flhtqz@sina.com)

**【Key words】** 650 nm red light; Spherical equivalent; Axial length; Subfoveal choroidal thickness of macula; Uncorrected visual acuity

[J Clin Ophthalmol, 2021, 29; 132]

近视是全球发生率最高的屈光不正类型<sup>[1]</sup>。目前近视呈低龄、高发趋势<sup>[2]</sup>, 预计到 2050 年, 全球近一半人口将患近视<sup>[3]</sup>, 且高度近视占比达 10% ~ 20%<sup>[4,5]</sup>。近视不仅影响人们的日常生活质量, 而且高度近视所带来的黄斑变性、视网膜脱离等严重致盲并发症<sup>[4,6]</sup> 给患者家庭和社会带来沉重经济负担, 同时对患者的身心健康会造成严重的伤害。目前我国儿童青少年近视发病率已居世界首位, 如何有效防控近视发生、发展, 关乎整个民族素质问题, 已成为当今社会必须解决的公共卫生问题。目前对近视进展控制有明确效果的包括阿托品滴眼液和角膜塑形镜, 但这些治疗手段都有一定的并发症<sup>[7]</sup>, 开发新的防控手段已成为当今近视防控的热点。能发出 650 nm 红光的艾尔兴哺光仪, 因其在弱视治疗领域的显著效果, 已在我国广泛应用。在对近视性弱视的治疗过程中我们发现, 艾尔兴哺光仪在提高患者视力的同时, 对近视的屈光度和眼轴增长具有较好的控制作用。

## 资料与方法

### 一、对象

随机对照研究。收集 2017 年 10 月至 2018 年 10 月招募在临沂市人民医院眼科门诊确诊近视患者 120 例 (120 只眼), 均选取右眼作为研究对象, 其中男性 62 例 (62 只眼), 女性 58 例 (58 只眼)。纳入标准: ①年龄 7 ~ 12 岁; ②最佳矫正视力 (best corrected visual acuity, BCVA)  $\geq 1.00$ ; ③散瞳自动验光等效球镜度 (spherical equivalent, SE) 为  $-1.00 \sim -9.00$  D; ④散瞳验光散光不大于 3.50 D; ⑤双眼眼压正常, 无斜视、弱视或者其他器质性眼病; ⑥依从性好, 能够完成随访并配合检查; ⑦身体条件良好, 未患其他疾病。排除标准: ①急性、慢性角结膜炎未治愈者、干眼患者及圆锥角膜患者; ②正在或者曾经使用过角膜塑形镜进行近视控制的儿童; ③正在或者曾经使用过阿托品滴眼液进行近视控制的儿童; ④患有某种疾病, 需长期服用药物; ⑤治疗研究过程中如发生疾病需服用药物, 将自动退出试验, 其数据不予采用; ⑥根据研究者判断无法理解或配合此研究程序者, 不能配合眼科检查以及不能完成随访者。本研究符合赫尔辛基宣言, 并得到临沂市人民医院

医学伦理委员会批准, 所有受试者及其监护人均签署知情同意书。

### 二、650 nm 红光发生仪

650 nm 红光发生仪为艾尔兴哺光仪, 各项参数如下: 波长为  $(650 \pm 10)$  nm, 光标直径为  $(10 \pm 3)$  mm, 输出功率为  $(2.0 \pm 0.5)$  mW, 光照度为 730 Lux。

### 三、框架眼镜

单焦点框架眼镜, 镜片采用法国视路公司钴晶系列。

### 四、方法

1. 受试者分组: 根据纳入和排除标准入选试验对象 120 例 (120 只眼)。按入组顺序进行编号, 由 SAS 统计学软件 PROCPLAN 过程语言随机分成红光组和空白对照组, 每组 60 例 (60 只眼)。

2. 数据的测量: 受试者入组后使用卡洞法检查其主导眼, 同一医生通过 logMAR 视力表检查其裸眼视力 (uncorrected visual acuity, UCVA), 后使用复方托吡卡胺滴眼液散瞳, 3 min/1 次, 每次 0.05 ml, 共 3 次, 30 min 后采集受试者的基线资料。采用裂隙灯显微镜 (PS-11E, 日本 Topcon 公司) 观察受试者眼前节情况; 电脑验光仪 (RK-8900, 日本 Topcon 公司) 测定 SE; 采用 IOLMaster (YZB-4270-2008, 德国 Zeiss 公司) 测量眼轴长度 (axial length, AL); 应用频域相干光层析深度增强成像技术 (enhanced-depth imaging spectral-domain optical coherence tomography, EDI SD-OCT) 测量后极部黄斑中心凹下的脉络膜厚度 (subfoveal choroidal thickness of macula, SFCT), 所有观察指标均由同一专业眼科技师于上午 10 点左右进行测量, 测量 3 次后取平均值。为减少测量人员的主观倾向性, 测量时未告知测量人员受试者分组情况。

3. 过程方法: 在试验正式开始前, 所有受试者科学用眼, 由专业人员对红光组受试者进行演示艾尔兴哺光仪的正确使用方法; 进行干预时, 受试者头部放置于仪器托架上, 双眼保持睁开, 持续注视光点, 每天干预 2 次, 每次 3 min, 间隔大于 4 h, 要求家长的监督下进行, 除干预外的其余时间均佩戴单焦点框架眼镜; 空白对照组不做任何干预, 使用单焦点框架眼镜进行日常学习活动。由监护人监督, 2 组受

试者每日近距离学习时间均控制在 10 h 之内,户外运动时间在校学生基本相同,周末则均控制在 90 min 左右。

4. 随访检查:分别测量试验开始后的 1、3、6、12 个月两组受试者右眼的 SE、AL、SFCT 及 UCVA,在随访过程中由专业的眼科医师记录受试者的眼部组织情况,受试者出现眼红、畏光、流泪、视物不清等症状时立即终止试验并及时就诊和治疗,确保受试者眼部安全。

### 五、统计学分析方法

采用 SPSS 19.0 统计学软件进行数据处理。双眼均纳入研究过程,统一选取右眼数据进行分析。所有数据均进行了  $K-S$  检验进行正态性检验,均符合正态分布。计量资料采用均数  $\pm$  标准差表示,SE、AL、SFCT 及裸眼视力作为重复测量数据比较采用重复测量方差分析。若差异有统计学意义,组间进一步比较采用独立样本  $t$  检验。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

### 一、基线资料

本研究共纳入 120 名近视儿童,年龄 7 ~ 12 (9.1  $\pm$  1.5) 岁,红光组和空白对照组年龄、身高、体

质量、SE、AL 及 SFCT 比较差异均无统计学意义(均  $P > 0.05$ ),见表 1。

表 1 红光组和空白对照组基线资料比较

项目	红光组 (n = 60)	对照组 (n = 60)	$t/\chi^2$ 值	P 值
年龄(岁)	9.117 $\pm$ 1.530	9.150 $\pm$ 1.505	-0.120	0.904
SE(D)	-2.517 $\pm$ 1.153	-2.529 $\pm$ 1.154	0.059	0.953
AL(mm)	24.242 $\pm$ 0.921	24.373 $\pm$ 0.792	-0.845	0.400
SFCT( $\mu$ m)	268.500 $\pm$ 36.921	271.600 $\pm$ 39.126	-0.446	0.656
身高(cm)	135.720 $\pm$ 8.696	135.320 $\pm$ 8.780	0.251	0.802
体重(kg)	33.934 $\pm$ 6.020	33.940 $\pm$ 6.016	-0.006	0.996
UCVA	0.62 $\pm$ 0.26	0.61 $\pm$ 0.26	0.158	0.875
主视眼	28R/32L	31R/29L	0.300	0.584

### 二、两组 SE 比较

红光组和对照组儿童的 SE,在不同随访时间、随访时间与不同干预方式交互作用方面的差异具有统计学意义( $F_{\text{组间}} = 298.749$ ,  $P_{\text{组间}} < 0.001$ ;  $F_{\text{时间}} = 959.810$ ,  $P_{\text{时间}} < 0.001$ ;  $F_{\text{组间} \times \text{时间}} = 1014.993$ ,  $P_{\text{组间} \times \text{时间}} < 0.001$ )。随着时间的延长,红光组 SE 保持稳定,对照组 SE 逐渐增大,红光组和对照组在 6 及 12 个月 SE 比较差异均具有统计学意义( $t = 2.486$ ,  $P = 0.014$ ;  $t = 5.016$ ,  $P < 0.001$ )。见表 2。

表 2 红光组和对照组的等效球镜度比较

分组	n	未干预前	1 个月	3 个月	6 个月	12 个月
红光组	60	-2.52 $\pm$ 1.15	-2.50 $\pm$ 1.17	-2.52 $\pm$ 1.15	-2.51 $\pm$ 1.15	-2.51 $\pm$ 1.15
对照组	60	-2.53 $\pm$ 1.15	-2.55 $\pm$ 1.13	-2.77 $\pm$ 1.16	-3.03 $\pm$ 1.13	-3.55 $\pm$ 1.10
t 值		0.059	0.218	1.182	2.486	5.016
P 值		0.953	0.828	0.240	0.014	<0.001

### 三、红光组和对照组 AL 比较

红光组和对照组儿童的 AL,在不同随访时间、随访时间与不同干预方式交互作用方面的差异具有统计学意义( $F_{\text{组间}} = 14.980$ ,  $P_{\text{组间}} < 0.001$ ;  $F_{\text{时间}} = 123.178$ ,  $P_{\text{时间}} < 0.001$ ;  $F_{\text{组间} \times \text{时间}} = 282.352$ ,  $P_{\text{组间} \times \text{时间}} < 0.001$ )。随着时间的延长,红光组 AL 逐

渐缩短并趋于稳定,对照组 AL 逐渐增长,红光组和对照组在 1、3、6 及 12 个月 AL 比较差异均具有统计学意义( $t = -2.078$ ,  $P = 0.040$ ;  $t = -3.901$ ,  $P < 0.001$ ;  $t = -4.753$ ,  $P < 0.001$ ;  $t = -6.484$ ,  $P < 0.001$ )。见表 3。

表 3 红光组和对照组眼轴长度比较

分组	n	未干预前	1 个月	3 个月	6 个月	12 个月
红光组	60	24.24 $\pm$ 0.92	24.07 $\pm$ 0.82	24.01 $\pm$ 0.80	24.03 $\pm$ 0.79	24.02 $\pm$ 0.79
对照组	60	24.37 $\pm$ 0.79	24.37 $\pm$ 0.79	24.58 $\pm$ 0.79	24.72 $\pm$ 0.79	24.96 $\pm$ 0.80
t 值		-0.845	-2.078	-3.901	-4.753	-6.484
P 值		0.400	0.040	<0.001	<0.001	<0.001

表 4 红光组和对照组 SFCT 比较

分组	<i>n</i>	未干预前	1 个月	3 个月	6 个月	12 个月
红光组	60	268.50 ± 36.92	287.30 ± 36.55	299.83 ± 36.90	300.50 ± 36.88	300.52 ± 36.82
对照组	60	271.60 ± 39.13	271.68 ± 39.61	252.28 ± 38.64	240.18 ± 38.62	222.17 ± 38.77
<i>t</i> 值		-0.446	-2.244	-6.893	-8.750	11.351
<i>P</i> 值		0.656	0.027	<0.001	<0.001	<0.001

#### 四、红光组和对照组 SFCT 比较

红光组和对照组儿童的 SFCT, 在不同随访时间、随访时间与不同干预方式交互作用方面的差异具有统计学意义 ( $F_{\text{组间}} = 30.375$ ,  $P_{\text{组间}} < 0.001$ ;  $F_{\text{时间}} = 406.132$ ,  $P_{\text{时间}} < 0.001$ ;  $F_{\text{组间} \times \text{时间}} = 1896.589$ ,  $P_{\text{组间} \times \text{时间}} < 0.001$ )。随着时间的延长, 红光组 SFCT 逐渐变厚并趋于稳定, 对照组 SFCT 逐渐变薄, 红光组和对照组在 1、3、6 及 12 个月 SFCT 比较差异均具有统计学意义 ( $t = -2.244$ ,  $P = 0.027$ ;  $t = -6.893$ ,  $P < 0.001$ ;  $t = -8.750$ ,  $P < 0.001$ ;  $t = 11.351$ ,  $P < 0.001$ )。见表 4。

#### 五、红光组和对照组 UCVA 比较

红光组和对照组儿童的裸眼视力, 在不同随访时间、随访时间与不同干预方式交互作用方面的差异具有统计学意义 ( $F_{\text{组间}} = 256.257$ ,  $P_{\text{组间}} < 0.001$ ;  $F_{\text{时间}} = 356.732$ ,  $P_{\text{时间}} < 0.001$ ;  $F_{\text{组间} \times \text{时间}} = 354.981$ ,  $P_{\text{组间} \times \text{时间}} < 0.001$ )。干预 3 个月后, 红光组裸眼视力基本趋于稳定, 对照组主觉视力逐渐下降, 红光组和对照组在 3、6 及 12 个月裸眼视力比较差异均具有统计学意义 ( $t = 2.568$ ,  $P = 0.011$ ;  $t = 4.372$ ,  $P < 0.001$ ;  $t = 5.128$ ,  $P < 0.001$ )。见表 5。

表 5 红光组和对照组 SFCT 比较红光组和对照组裸眼视力比较

分组	<i>n</i>	未干预前	1 个月	3 个月	6 个月	12 个月
红光组	60	0.62 ± 0.26	0.61 ± 0.25	0.61 ± 0.25	0.61 ± 0.25	0.61 ± 0.25
对照组	60	0.61 ± 0.26	0.62 ± 0.26	0.77 ± 0.27	0.86 ± 0.26	0.94 ± 0.30
<i>t</i> 值		0.158	-0.086	-3.197	-5.231	-6.515
<i>P</i> 值		0.875	0.931	0.002	<0.001	<0.001

#### 五、随访情况

随访过程中, 对照组有两名受试者分别在试验开始后的 3 个月、6 个月因近视度数增长较快而选择红光进行干预, 后期使用均值替代法填补缺失值进行统计学分析; 红光组受试者依从性良好, 并且未出现结膜充血、水肿、畏光、流泪、角膜上皮损伤、晶状体混浊、黄斑损害等眼部并发症。亦未发现认知障碍及行为异常。通过受试者监护人填写问卷调查, 所有受试者均较严格遵守了所规定的近距离学习时间以及户外运动时间, 除睡眠时间等不可控因素外, 所有受试者日常均佩戴眼镜进行学习生活。

#### 讨 论

我国儿童青少年近视率居高不下, 不断攀升, 近视低龄化、重度化日益严重, 近视已成为关系国家和民族未来的大问题。而近视的发生发展受遗传及环境因素的共同影响, 有关近视的发病机制至今尚未完全明确。因此, 目前对于近视仍处于可防、可控、不可治愈的阶段。现今临床中采用的近视防控的方

法有配戴角膜塑形镜、滴用低浓度阿托品<sup>[8]</sup>、增加户外活动时间等<sup>[9-12]</sup>。佩戴角膜塑形镜需要精准的科学验配, 有可能引起角膜炎, 结膜炎等并发症; 低浓度阿托品的局部应用, 会引起睫状肌的麻痹, 部分患者会出现瞳孔扩大、畏光及过敏性结膜炎等不良反应<sup>[13,14]</sup>, 高浓度的阿托品使用后停用还会导致视力的回退<sup>[9]</sup>, 因此阿托品长期应用的安全性有待进一步观察。这二者控制近视的有效率也只有 50%~60% 左右。增加户外活动时间虽已成为公认的预防近视的方法<sup>[15]</sup>, 但对已近视的患者无明显的控制作用<sup>[16]</sup>, 且在校推广户外运动难度较大。另外, 对大部分近视儿童青少年而言, 随身体的生长发育和不合理用眼, 其屈光度在青春期前发展比较迅速, 如何有效阻滞或延缓其发展为高度近视也是需考虑的实际问题。所以, 寻求一种简便、有效的防控方式尤为必要。

本研究所用 650 nm 红光, 由艾尔兴哺光仪发出, 其最初是用于治疗弱视的产品, 它所产生的红光为一种弱激光。在近视性弱视治疗过程中发现 650

nm 红光对近视性弱视的治疗具有提高视力而 AL 保持不变的作用,能否利用此特点用于近视防控,是成为我们研究的方向。众所周知,眼的屈光状态主要与角膜屈光度、前房深度、晶状体的屈光度、玻璃体腔长度、AL 等因素有关<sup>[17-19]</sup>。对轴性近视而言,AL 是决定屈光状态的最主要因素,其数值的变化是评估近视有无进展的重要指标,也是评判近视防控措施有无疗效的主要参考因素。本研究发现,应用 650nm 红光干预的受试者,干预前与干预后 1、3、6、12 个月 AL 的变化比较差异有统计学意义,干预 3 个月与 6、12 个月相比 AL 虽略有缩短,但差异无统计学意义;对照组的近视患者 AL 随时间增长而逐渐变长,观察前与观察后 1 个月相比,AL 差异无统计学意义,观察前与观察后 3、6、12 个月相比,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ );并且 3 个月与 6、12 个月相比,差异无统计学意义。上述结果表明 650 nm 的红光可使近视患者的 AL 缩短,并在一定时间内保持稳定。

近视的表现形式虽然比较单一,但近视的发病原因异常复杂。新近研究发现,巩膜缺氧微环境会诱导巩膜成纤维细胞向肌成纤维细胞分化,导致细胞外基质重塑,从而引发近视形成<sup>[20]</sup>。在整个眼球中,脉络膜含丰富的血管组织,是外层视网膜和黄斑区血供的主要来源<sup>[21]</sup>,且脉络膜是分区供血,小叶分配,每个小叶有一支独立的小动脉进入,每支小动脉开口处有瓶颈样狭窄,负责调控进入小叶区的血流量,在红细胞质和量正常情况下,缺氧首先表现在循环血量不足或毛细血管的减少,亦即脉络膜循环血量的减少或脉络膜厚度变薄。有学者研究发现近视和脉络膜变薄之间存在关联。高度近视眼比低度近视眼的脉络膜更薄<sup>[22]</sup>,在近视的动物模型中,脉络膜血流的变化先于 SFCT 的变化<sup>[23]</sup>。本研究中 SFCT 增加可能是由脉络膜循环血量增加而引起,这可能是 650 nm 红光的温热效应以及 650 nm 的红光照射后多巴胺的分泌增多,使调控进入脉络膜小叶血量的小动脉扩张引起。另外,干预 1 个月后 SFCT 与干预前比较明显增厚,干预后 1、3、6、12 个月 SFCT 变化与同期 AL 变化相近,变化规律基本相同,且差异均有统计学意义;而空白对照组 SFCT 变化随 AL 变长而变薄,这充分说明 AL 变化与 SFCT 变化密切相关,AL 的变化由 SFCT 变化引起。另外, SFCT 虽受年龄、屈光度、昼夜节律、眼压、体位以及生活地区等影响<sup>[24-26]</sup>。但本研究为减少误差,在固定专人检测的前提下, OCT 检测基本固定在上午的

同一时段,保证了测量结果的相对可靠性。

本研究结果显示干预后的 3、6、12 个月的 AL 和 SFCT 虽仍有所变化,但差异无统计学意义。可能的原因是缺氧会导致巩膜重塑,改善缺氧后同样对巩膜的重塑起调控作用,从而能够保持 AL 及 SFCT 的相对稳定。至于停用红光治疗后眼轴及脉络膜厚度的变化情况及停用后屈光度是否反弹尚在进一步研究之中。另外,650 nm 的红光对裸眼视力的影响,研究结果显示,650 nm 红光可以保持视力稳定在一定的水平,干预后 1 个月红光组和对照组统计学无差异( $P > 0.05$ ),可能的原因是红光干预的时间较短,且 7~12 岁儿童的调节能力较强所致;1 个月后随着时间的推移,红光组和对照组视力差异均具有统计学意义( $P < 0.05$ ),这也说明红光治疗的有效性。

本研究所用 650 nm 的半导体激光就波长而言,属于长波长的光,且具有方向性好、单色性好的激光特性。据国内学者的研究观点,650 nm 的红光波长长于 530 nm 的绿光,用红光治疗后理应出现眼轴增长近视屈光度增加的情况<sup>[27,28]</sup>,但本研究的结论恰恰相反,这不能很好的用上述学者的离焦理论来解释,是否与所选动物的差异(他们所选择的实验对象豚鼠为二色视动物,而我们选择的是三色视灵长类动物人)及光的特性有关尚不明确。但从国外学者选择与人类灵长类动物最接近的树鼩做实验对象,并将其暴露在 527~749 Lux,波长 650 nm 红光下,最终结果出现树鼩脉络膜厚度明显增加,眼轴增长减缓,并产生了远视情况和本研究的结果来看<sup>[29]</sup>,似乎更说明了红光对不同动物可能产生不同的结果,这究竟是动物的差异造成还是另有其他机制有待做进一步研究。然而,由于本试验未将其他波长的光作为对照,因此尚不能对不同波长光的影响做更深层次的比较。

本研究在 12 个月随访过程中,通过裂隙灯显微镜下观察及 OCT 结果,受试对象未出现结膜充血、水肿、畏光、流泪、角膜上皮损伤、晶状体混浊、黄斑损害等眼部并发症,说明 650 nm 红光阻滞、减缓近视进展是有效、安全的。650 nm 红光属非侵入性影响近视进展的方法,具有无创、应用简单、方便、依从性好的特点,有望成为控制近视进展的新方法。但对 650 nm 红光影响近视进展的具体机制、对屈光状态正常人群脉络膜厚度是否有影响等问题仍需做进一步探索研究。

## 参考文献

- [1] 梁远波,林仲. 重视我国儿童青少年近视的流行病学研究[J]. 中华眼视光学与视觉科学杂志,2014,16(3):129-131.
- [2] Pan CW,Dirani M,Cheng CY, et al. The age-specific prevalence of myopia in Asia;a meta-analysis[J]. *Optom Vis Sci*,2015,92(3):258-266.
- [3] 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.
- [4] Wong YL,Saw SM. Epidemiology of pathologic myopia in asia and worldwide[J]. *Asia Pac J Ophthalmol ( Phila)*,2016,5(6):394-402.
- [5] Morgan IG,French AN,Ashby RS, et al. The epidemics of myopia; Aetiology and prevention[J]. *Prog Retin Eye Res*,2018,62:134-149.
- [6] Wu PC,Huang HM,Yu HJ, et al. Epidemiology of Myopia[J]. *Asia Pac J Ophthalmol ( Phila)*,2016,5(6):386-393.
- [7] Robboy MW,Hilmantel G,Tarver ME, et al. Assessment of clinical trials for devices intended to control myopia progression in children [J]. *Eye Contact Lens*,2018,44(4):212-219.
- [8] Polling JR,Kok RG,Tideman JW, et al. Effectiveness study of atropine for progressive myopia in Europeans[J]. *Eye (Lond)*,2016,30(7):998-1004.
- [9] Cooper J,Tkatchenko AV. A review of current concepts of the etiology and treatment of Myopia[J]. *Eye Contact Lens*,2018,44(4):231-247.
- [10] Chuang AY. How to effectively manage myopia [J]. *Taiwan J Ophthalmol*,2017,7(1):44-47.
- [11] Mihelcic M. Current concepts in myopia control[J]. *Coll Antropol*,2013,37 Suppl 1:251-255.
- [12] Wan L,Wei CC,Chen CS, et al. The synergistic effects of orthokeratology and atropine in slowing the progression of myopia[J]. *J Clin Med*,2018,7(9).
- [13] Gong Q,Janowski M,Luo M, et al. Efficacy and adverse effects of atropine in childhood myopia; A Meta-analysis [J]. *JAMA Ophthalmol*,2017,135(6):624-630.
- [14] Kothari M,Jain R,Khadse N, et al. Allergic reactions to atropine eye drops for retardation of progressive myopia in children [J]. *Indian J Ophthalmol*,2018,66(10):1446-1450.
- [15] Torii H,Kurihara T,Seko Y, et al. Violet light Exposure can be a preventive strategy against myopia progression [J]. *EBioMedicine*,2017,15:210-219.
- [16] Jones-Jordan LA,Sinnott LT,Cotter SA, et al. Time outdoors, visual activity, and myopia progression in juvenile-onset myopes[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*,2012,53(11):7169-7175.
- [17] 李环宇,冯旺强,查屹,等. 8~10岁矫正视力正常儿童黄斑区脉络膜厚度值及其影响因素[J]. 中华眼视光学与视觉科学杂志,2014,16(11):666-670.
- [18] 张立华,董慧,贾丁. 青少年儿童近视屈光度与眼球生物学屈光参数及中心凹下脉络膜厚度的关系[J]. 中华眼视光学与视觉科学杂志,2018,20(4):222-226.
- [19] 陈春明,钟红,程立波,等. 高度近视眼角膜中央厚度、眼压、眼轴及角膜曲率的相关性[J]. 中华眼视光学与视觉科学杂志,2015,17(6):364-366.
- [20] Wu H,Chen W,Zhao F, et al. Scleral hypoxia is a target for myopia control [J]. *Proc Natl Acad Sci U S A*,2018,115(30):E7091-7091E7100.
- [21] 苗森,汪军,孟忻,等. 高度近视眼脉络膜厚度与年龄及眼轴长度相关性研究[J]. 中国实用眼科杂志,2017,35(3):277-280.
- [22] Wang S,Wang Y,Gao X, et al. Choroidal thickness and high myopia;a cross-sectional study and meta-analysis[J]. *BMC Ophthalmol*,2015,15:70.
- [23] Fitzgerald ME,Wildsoet CF,Reiner A. Temporal relationship of choroidal blood flow and thickness changes during recovery from form deprivation myopia in chicks [J]. *Exp Eye Res*,2002,74(5):561-570.
- [24] 何吕福. 脉络膜厚度研究进展[J]. 中华实验眼科杂志,2017,35(10):949-954.
- [25] 纪晓倩,吴昌凡,方严. 脉络膜厚度在近视发病机制中的研究进展[J]. 临床眼科杂志,2016,24(1):88-90.
- [26] 赵鑫,杨义,李玉婷,等. 不同高海拔地区青少年脉络膜厚度的差异[J]. 中华眼视光学与视觉科学杂志,2019,21(4):285-290.
- [27] 刘睿,邹蕾蕾,刘望原,等. 430 nm 和 530 nm 单色光对豚鼠眼球背侧及腹侧屈光发育的影响[J]. 中国眼耳鼻喉科杂志,2018,18(3):191-195.
- [28] 黄佳,瞿小妹,褚仁远. 视黄酸信号在不同波长色光照射后豚鼠视网膜中的研究[J]. 中华眼科杂志,2011,47(10):938-943.
- [29] Gawne TJ,Ward AH,Norton TT. Long-wavelength (red) light produces hyperopia in juvenile and adolescent tree shrews [J]. *Vision Res*,2017,140:55-65.

(收稿:2020-09-07)