

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2024.01.024

❖ 临床研究 ❖

# 低强度红光治疗对青少年近视患者屈光度变化、眼轴长度及泪膜破裂时间的影响

熊毅, 忽俊, 顾春燕, 唐建明

(上海市宝山区中西医结合医院眼科, 上海 201999)

**【摘要】目的:** 探讨低强度红光 (RLRL) 治疗对青少年近视的临床效果。**方法:** 以 90 例 (180 眼) 青少年近视患者为研究对象, 按照矫正方式不同分为观察组和对照组, 每组各 45 例 90 眼。对照组采用单焦框架眼镜矫正治疗; 观察组采用眼镜矫正联合 RLRL 照射治疗。比较治疗前及治疗 1、3、6 个月后两组患者裸眼视力、眼轴长度、屈光度、脉络膜厚度、泪膜相关参数 (泪膜破裂时间、泪膜脂质厚度) 变化, 观察治疗期间两组不良反应发生率。**结果:** 治疗 6 个月后, 观察组裸眼视力、脉络膜厚度高于同期对照组 ( $P < 0.05$ ); 眼轴长度、屈光度低于同期对照组 ( $P < 0.05$ )。两组患者治疗前后泪膜破裂时间与泪膜脂质厚度无统计学差异 ( $P > 0.05$ ), 且两组眼表结构均无明显损伤及不良反应。**结论:** 单焦框架眼镜联合 RLRL 治疗能有效延缓青少年近视, 且对眼表结构及功能无明显影响, 安全性较高。

**【关键词】** 低强度红光; 青少年; 近视; 屈光度; 眼轴长度; 泪膜破裂时间

**【中图分类号】** R778.11 **【文献标志码】** A

## Influence of low-intensity red light therapy on diopter changes, axial length and tear film rupture time in adolescent myopia patients

XIONG Yi, HU Jun, GU Chun-yan, TANG Jian-ming

(Department of Ophthalmology, Shanghai Baoshan Hospital of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, Shanghai 201999, China)

**【Abstract】Objective:** To investigate the clinical effect of low-intensity red light (RLRL) on adolescent myopia. **Methods:** 90 adolescent myopia patients (180 eyes) were enrolled as the research subjects and divided into observation group and control group by different correction methods, with 45 cases (90 eyes) in each group. The control group was treated with single-focus frame glasses, while the observation group was given glasses correction combined with RLRL irradiation. The changes of uncorrected visual acuity, axial length, diopter, choroidal thickness, and tear film related parameters (tear film rupture time, tear film lipid thickness) were compared before treatment and after 1, 3 and 6 months of treatment. The incidence of adverse reactions in the two groups was observed during treatment. **Results:** The uncorrected visual acuity and choroidal thickness in observation group after 6 months of treatment were higher than those in control group during the same period ( $P < 0.05$ ), while the axial length and diopter were lower compared with those in control group ( $P < 0.05$ ). There were no statistical differences in the tear film rupture time and lipid thickness of tear film between both groups before and after treatment ( $P > 0.05$ ). There was no obvious damage or adverse reaction to ocular surface structure in the two groups. **Conclusion:** Combination of single-focus frame glasses and RLRL can effectively delay the myopia in adolescents, and has no obvious effect on the structure and function of ocular surface, with high safety.

**【Key words】** Low-intensity red light; Adolescents; Myopia; Diopter; Axial length; Tear film rupture time

近视是造成青少年视觉障碍的主要眼病之一<sup>[1]</sup>, 近年来, 我国近视患者达 6 亿多例<sup>[2]</sup>, 且大多数青少年由于长时间的近距离阅读、目视电子产品等不恰当用眼习惯及遗传等因素, 导致近视患病率较高, 且近视程度日趋严重<sup>[3]</sup>, 近视患眼由于物象

聚焦于视网膜之后, 且放松时物象聚焦于黄斑部视网膜之前<sup>[4-6]</sup>, 导致视力水平急剧降低。这不仅影响其学习和日常生活, 还增加社会医疗成本。由于目前尚无特效疗法可治愈青少年近视, 因而寻找一种适合近视防控的有效方法已成为眼科临床亟待解

**基金项目:** 上海市眼病防治中心“沪眼星光”培养计划·医院近视防控青年人才项目 (HYXC-YY06); 新一轮 (2023-2025 年度) 宝山区医学重点学 (专) 科及特色品牌建设项目 (BSZK-2023-A14)

**作者简介:** 熊毅 (1977-), 女, 硕士, 副主任医师。E-mail: xiongyiyanke@126.com

**通讯作者:** 忽俊, 博士。E-mail: hujun78731@sina.com

决的重要课题。目前临床治疗近视的最主要方法为配戴框架眼镜或使用低浓度阿托品,但矫正治疗效果欠佳,仅能维持基本视物功能,且无法阻止疾病进展,加之阿托品作用于瞳孔括约肌 M 受体,可能造成瞳孔散大、畏光,易导致眼部产生畏光不适的症状<sup>[7]</sup>,因此采用 RLRL 等物理疗法对治疗方案进行改良具有重要意义。低强度红光(repeated low-level red-light, RLRL)是由台式设备发射波长 650 nm 的可见红光,是一种新的近视防治措施<sup>[8]</sup>,但 RLRL 是否对青少年近视患者屈光度、眼轴长度、泪膜破裂时间等指标具有影响,相关文献较少。因此,本研究欲探讨单框眼镜矫正联合 RLRL 治疗对青少年近视的临床疗效。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2022 年 6 月至 2022 年 12 月上海市宝山区中西医结合医院收治的 90 例(180 眼)近视矫正治疗的青少年近视患者作为研究对象,根据矫正方式不同分为观察组与对照组,每组各 45 例 90 眼。对照组采用单焦框架眼镜矫正治疗;实验组采用眼镜矫正联合 RLRL 照射治疗。纳入标准:(1)屈光度为  $-1.00 \sim 6.00$  D,符合《眼科学》<sup>[9]</sup>中近视诊断标准者;(2)年龄 7~16 岁,且均为初诊;(3)患者及家属均对本研究内容知情并承诺完成后续随访,自愿签署知情同意书。排除标准:(1)对低强度红光及研究所用药物过敏者;(2)伴有其他眼疾或全身器质性疾病者;(3)合并自闭症、抑郁症及其他精神意识障碍者;(4)存在影响本研究的各类疾病及病史。本研究已通过上海市宝山区中西医结合医院伦理委员会审核且符合《赫尔辛基宣言》。观察组 45 例患者(90 眼)中,男性 23 例,女性 22 例;年龄( $18.21 \pm 1.25$ )岁;病程( $12.01 \pm 1.43$ )个月。对照组 45 例患者(90 眼)中,男性 22 例,女性 23 例;年龄( $18.85 \pm 0.85$ )岁;病程( $12.17 \pm 1.02$ )个月。两组患者一般资料比较,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。

### 1.2 方法

1.2.1 对照组 患者仅配戴单焦框架眼镜,且每日至少戴镜 8~10 h,并将其正确使用及保养方法详细告知患者及其家属。若随访时发现镜片破损、镜片划痕较重及时更换镜片,且治疗期间不采用任何近视防控干预。

1.2.2 观察组 在上述基础上使用 650 nm 红光照射(朴光近视弱视治疗仪, YF020A, 湖南宜凡科技有限公司),由专业人员对观察组受试者演示艾尔兴

哺光仪的正确使用方法,并在父母监管下完成治疗,3 min/次,2 次/d,两次间隔时间需大于 4 h。除治疗时间外,其余时间均配戴单焦框架眼镜,每周至少 5 d,直到 6 个月时最后一次随访。

### 1.3 检测标准

于治疗前及治疗 1、3、6 个月时,对两组患者进行如下指标检测:(1)裸眼视力:用 logMAR 视力表在 5 米处进行评估;(2)眼轴长度:采用光学生物测量仪[IOLMaster 500,卡尔·蔡司公司(精密仪器制造公司)]测量,重复测量 3 次并取平均值(睫状肌麻痹前测定);(3)屈光度:使用托比卡胺滴眼液(批号:国药准字 H20023088,公司:山东博士伦福瑞达制药有限公司,规格:30 mg × 6 mL/(支·盒)进行睫状肌麻痹,随后采用全自动电脑验光仪(KR-800,日本拓普康公司)进行验光,重复测量 3 次并取平均值,并以等效球镜度数表示(等效球镜度数 = 球镜度数 + 1/2 柱镜度数);(4)脉络膜厚度:采用光学相干断层扫描仪[CIRRUS HD-OCT 5000,卡尔蔡司公司(精密仪器制造公司)]测定患者脉络膜厚度;(5)泪膜破裂时间:采用荧光素试纸行眼表染色,眨眼,记录首个泪膜破裂出现时间;(6)泪膜脂质厚度:采用眼表干涉仪(LVI1001,美国 TearScience 公司)测定;(7)不良反应:通过角膜荧光素染色观察有无角膜上皮损伤的表现,及光学相干断层扫描仪[CIRRUS HD-OCT 5000,卡尔·蔡司公司(精密仪器制造公司)]在放射线扫描模式下监测患者眼部是否出现结构性损伤及黄斑出血等表现。

### 1.4 统计学分析

采用 SPSS 25.0 软件进行数据处理与分析。计量资料均符合正态分布,采用( $\bar{x} \pm s$ )描述,组间比较用独立样本  $t$  检验,组内比较采用配对样本  $t$  检验,组内不同时间裸眼视力采用重复测量方差分析;计数资料采用 [ $n(\%)$ ] 表示,组间比较用独立样本  $\chi^2$  检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组患者裸眼视力比较

治疗 1、3、6 个月后,观察组裸眼视力均较治疗前呈上升趋势,且均高于同期对照组( $P < 0.05$ )。见表 1。

### 2.2 两组患者眼轴长度比较

治疗 6 个月后,观察组眼轴长度低于对照组( $P < 0.05$ )。见表 2。

### 2.3 两组患者屈光度比较

治疗 3 个月、6 个月后,观察组屈光度低于同期对照组( $P < 0.05$ )。见表 3。

表 1 两组患者不同时间点裸眼视力比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	治疗前	治疗 1 个月	治疗 3 个月	治疗 6 个月	F 值	P 值
观察组 (n = 90)	0.48 ± 0.05	0.51 ± 0.07 *	0.58 ± 0.05 *	0.65 ± 0.07 *	140.270	< 0.001
对照组 (n = 90)	0.49 ± 0.10	0.48 ± 0.09	0.47 ± 0.08	0.46 ± 0.09	1.840	0.139
t 值	0.849	2.332	11.061	16.956		
P 值	0.397	0.021	< 0.001	< 0.001		

\* P < 0.05, 与同组治疗前相比。

表 2 两组患者不同时间点眼轴长度比较 ( $\bar{x} \pm s$ , mm)

组别	治疗前	治疗 1 个月后	治疗 3 个月后	治疗 6 个月后	F 值	P 值
观察组 (n = 90)	23.56 ± 0.35	23.56 ± 0.46	23.53 ± 0.47	23.50 ± 0.55	0.346	0.792
对照组 (n = 90)	23.60 ± 0.37	23.60 ± 0.49	23.65 ± 0.80	23.71 ± 0.77	0.611	0.608
t 值	1.084	0.565	1.227	2.105		
P 值	0.280	0.573	0.221	0.037		

表 3 两组患者不同时间点屈光度比较 ( $\bar{x} \pm s$ , D)

组别	治疗前	治疗 1 个月后	治疗 3 个月后	治疗 6 个月后	F 值	P 值
观察组 (n = 90)	-3.00 ± 0.90	-2.99 ± 0.57	-2.97 ± 0.18 *	-2.93 ± 0.16 *	0.289	0.833
对照组 (n = 90)	-3.02 ± 0.11	-3.03 ± 0.08	-3.08 ± 0.10	-3.13 ± 0.02	31.972	< 0.001
t 值	0.209	0.659	5.068	11.767		
P 值	0.834	0.510	< 0.001	< 0.001		

\* P < 0.05, 与同组治疗前比较。

## 2.4 两组患者脉络膜厚度比较

治疗 1 个月、3 个月、6 个月后, 观察组脉络膜厚

度均较治疗前呈上升趋势, 且治疗 6 个月后高于同期对照组 (P < 0.05)。见表 4。

表 4 两组患者脉络膜厚度比较 ( $\bar{x} \pm s$ ,  $\mu\text{m}$ )

组别	治疗前	治疗 1 个月后	治疗 3 个月后	治疗 6 个月后	F 值	P 值
观察组 (n = 90)	270.50 ± 36.90	273.50 ± 36.70 *	276.95 ± 37.01 *	284.99 ± 37.10 *	2.790	0.040
对照组 (n = 90)	272.70 ± 38.16	272.70 ± 39.01	272.75 ± 37.50	272.84 ± 38.50	0.000	1.000
t 值	0.565	0.143	1.077	2.185		
P 值	0.573	0.887	0.283	0.030		

\* P < 0.05, 与同组治疗前相比。

## 2.5 两组患者泪膜破裂时间比较

两组患者治疗前后泪膜破裂时间均无统计学差异 (P > 0.05)。见表 5。

## 2.6 两组患者泪膜脂质层厚度比较

两组患者治疗前后各时间点泪膜脂质厚度无统计学差异 (P > 0.05)。见表 6。

表 5 两组患者泪膜破裂时间比较 ( $\bar{x} \pm s$ , s)

组别	治疗前	治疗 1 个月后	治疗 3 个月后	治疗 6 个月后	F 值	P 值
观察组 (n = 90)	12.90 ± 0.23	12.95 ± 0.28	12.96 ± 0.36	12.95 ± 0.96	0.223	0.880
对照组 (n = 90)	12.94 ± 0.31	12.93 ± 0.25	12.91 ± 0.25	12.92 ± 0.62	0.046	0.987
t 值	0.983	0.537	1.082	0.220		
P 值	0.327	0.592	0.281	0.826		

\* P < 0.05, 与同组治疗前相比。

表 6 两组患者泪膜脂质厚度比较 ( $\bar{x} \pm s$ , nm)

组别	治疗前	治疗 1 个月后	治疗 3 个月后	治疗 6 个月后	F 值	P 值
观察组 (n = 90)	64.20 ± 0.14	64.18 ± 0.11	64.16 ± 0.39	64.15 ± 0.93	0.169	0.917
对照组 (n = 90)	64.18 ± 0.14	64.15 ± 0.14	64.13 ± 0.13	64.13 ± 0.71	0.359	0.782
t 值	0.958	1.599	0.692	0.162		
P 值	0.339	0.112	0.490	0.871		

## 2.7 两组患者不良反应发生情况

根据角膜荧光素染色均无阳性表现及光学相干断层扫描成像结果,治疗6个月期间,观察组和对照组均未发现结构性损伤及黄斑出血的症状。

## 3 讨论

RLRL是一种新兴的有效近视控制治疗方法<sup>[10]</sup>。本研究发现,治疗6个月后,观察组患者屈光度、眼轴长度、裸眼视力均优于对照组,表明RLRL对防治近视具有良好的效果,究其原因可能是RLRL可使萎缩变薄的脉络膜逐渐恢复,使视网膜前移,进而抑制眼轴增长,从而能够有效改善近视<sup>[11]</sup>。

脉络膜是外层视网膜和黄斑区供血的主要来源,含有丰富的血管组织,脉络膜越薄,屈光度越大,发病时间越长<sup>[12]</sup>。本研究发现,治疗6个月后,观察组脉络膜厚度高于同期对照组,表明RLRL治疗可修复近视患者脉络膜,增加其厚度,从而有效防止近视,分析原因可能是近视患者经RLRL照射后多巴胺的分泌增多,使脉络膜小动脉扩张,增加了脉络膜的循环血量和供氧量,从而使脉络膜增厚,屈光度减小<sup>[13]</sup>。

泪膜脂质层厚度和泪膜破裂时间均是评估泪膜稳定性和功能的重要参数<sup>[14]</sup>,同时泪膜脂质层厚度还具有防止水液层过度蒸发及降低泪膜表面张力等作用<sup>[15]</sup>,并且泪膜破裂时间越短,眼部干涩症状越重<sup>[16]</sup>,而泪膜脂质厚度变薄会减少泪膜破裂时间,从而影响泪膜的稳定性。在本研究中,观察组治疗前后泪膜脂质层厚度及泪膜破裂时间无统计学差异,表明RLRL治疗对近视患者眼部泪膜稳定性无明显影响。此外,两组患者眼部均未出现结构性损伤,表明RLRL与其他近视防控手段相比具有较高的安全性。

综上,RLRL在进行青少年近视矫治中,能有效降低屈光度,增加脉络膜厚度,抑制眼轴增长,同时还能够维持眼表结构稳定性,具备较强的安全性。因此,可作为近视防控治疗的一种优质选择。

## 参考文献

- [1] Kinoshita N, Konno Y, Hamada N, *et al.* Additive effects of orthokeratology and atropine 0.01% ophthalmic solution in slowing axial elongation in children with myopia; first year results[J]. *Japanese Journal of Ophthalmology*, 2018, 62(5): 544 - 553.
- [2] 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.

- [3] Shinjima A, Negishi K, Tsubota K, *et al.* Multiple factors causing myopia and the possible treatments: a mini review[J]. *Frontiers in Public Health*, 2022, 10: 897600.
- [4] Peled A, Afek A, Twig G, *et al.* Myopia and childhood migration: a study of 607 862 adolescents[J]. *Ophthalmology*, 2020, 127(6): 713 - 723.
- [5] Kamiya K, Shimizu K, Igarashi A, *et al.* Posterior chamber phakic intraocular lens implantation: comparative, multicentre study in 351 eyes with low-to-moderate or high myopia[J]. *The British Journal of Ophthalmology*, 2018, 102(2): 177 - 181.
- [6] Jong M, Sankaridurg P, Naduvilath TJ, *et al.* The relationship between progression in axial length/corneal radius of curvature ratio and spherical equivalent refractive error in myopia[J]. *Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry*, 2018, 95(10): 921 - 929.
- [7] 张洪波, 李树茂, 鲁向阳, 等. 框架眼镜联合角膜塑形镜矫正青少年高度近视的临床疗效及对角膜内皮细胞和泪膜的影响[J]. *现代生物医学进展*, 2021, 21(4): 645 - 649.
- [8] He X, Wang J, Zhu Z, *et al.* Effect of repeated low-level red light on myopia prevention among children in China with premyopia: a randomized clinical trial[J]. *JAMA Network Open*, 2023, 6(4): e239612.
- [9] 赵堪兴, 杨培增. 眼科学[M]. 第8版. 北京: 人民卫生出版社, 2013: 243 - 246.
- [10] Dong J, Zhu Z, Xu H, *et al.* Myopia control effect of repeated low-level red-light therapy in Chinese children: a randomized, double-blind, controlled clinical trial[J]. *Ophthalmology*, 2023, 130(2): 198 - 204.
- [11] 《重复低强度红光照射辅助治疗儿童青少年近视专家共识》专家组. 重复低强度红光照射辅助治疗儿童青少年近视专家共识(2022)[J]. *中华实验眼科杂志*, 2022, 40(7): 599 - 603.
- [12] Liu Y, Wang L, Xu Y, *et al.* The influence of the choroid on the onset and development of myopia: from perspectives of choroidal thickness and blood flow[J]. *Acta Ophthalmologica*, 2021, 99(7): 730 - 738.
- [13] 闫艺, 薛文娟, 赵延军, 等. 650 nm 半导体激光控制青少年近视进展的研究[J]. *临床眼科杂志*, 2021, 29(2): 132 - 137.
- [14] Sánchez-González JM, De-Hita-Cantalejo C, Martínez-Lara C, *et al.* Lipid, aqueous and mucin tear film layer stability and permanence within 0.15% liposome crosslinked hyaluronic acid versus 0.15% non-crosslinked hyaluronic acid measured with a novel non-invasive ocular surface analyzer[J]. *Journal of Clinical Medicine*, 2022, 11(13): 3719.
- [15] Yoon DY, Hee Eun J, Hyon JY. Correlation between tear film lipid layer thickness and transepidermal water loss from the ocular area in patients with dry eye disease and in healthy controls[J]. *PLoS One*, 2022, 17(7): e0270810.
- [16] Ding N, Wei Q, Xu Q, *et al.* Acupuncture alleviates corneal inflammation in New Zealand white rabbits with dry eye diseases by regulating  $\alpha$ 7nAChR and NF- $\kappa$ B signaling pathway[J]. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine: ECAM*, 2022, 2022: 6613144.

(收稿日期: 2023-09-14

修回日期: 2023-10-27)