

# 视觉训练对成年人视功能异常所致视疲劳的改善作用

王静<sup>1</sup> 江洋琳<sup>2</sup> 芦文丽<sup>3</sup> 张琰<sup>1</sup>

<sup>1</sup>天津医科大学眼科医院 天津医科大学眼视光学院 天津医科大学眼科研究所 国家眼耳鼻喉疾病临床医学研究中心天津市分中心 天津市视网膜功能与疾病重点实验室 300384;

<sup>2</sup>天津市眼科医院 300022; <sup>3</sup>天津医科大学公共卫生学院流行病学与卫生统计学系卫生统计学教研室 300070

王静为天津医科大学在职研究生,现在天津市眼科医院

通信作者:张琰,Email:yanzhang04@tmu.edu.cn

**【摘要】** 目的 分析视觉训练对成年人视功能异常所致视疲劳症状的改善作用。方法 采用系列病例观察研究方法,收集 2018 年 10 月至 2019 年 10 月在天津市眼科医院视光中心视觉训练室进行视觉训练的成年人视功能异常所致的视疲劳患者 93 例 186 眼,其中男 48 例,女 45 例;平均年龄(30.43±6.39)岁。所有患者双眼视功能初次检查包括综合验光仪检查屈光度、Worth 4 Dots 检查双眼视、立体视、Von-Graefe 法测量远近距水平眼位、旋转棱镜法测量融像范围、融合交叉圆柱镜法测量调节反应、负镜片法测量调节幅度、翻转拍测量调节灵活度以及聚散灵活度。训练师根据检查结果和患者具体情况制定个性化训练方案,每训练 5 次后复查 1 次。将初查、第 1 次复查及第 2 次复查结果进行比较。结果 初次检查时近隐斜视度为 -8.0 (-15.3, -3.0)<sup>△</sup>,第 1 次复查时减少至 -5.0 (-9.0, 0.0)<sup>△</sup>,差异有统计学意义( $Z = -3.586, P < 0.01$ );左右眼初次检查时调节幅度分别为 4.00(3.25, 5.25)D 和 4.00(3.00, 5.00)D,第 1 次复查时分别提高至 5.50(4.25, 7.00)D 和 5.00(3.75, 7.00)D,差异均有统计学意义( $Z = -4.284, -3.995$ , 均  $P < 0.01$ );初次检查时远距离正融像破裂点为 7.5(5.0, 15.8)<sup>△</sup>,恢复点为 0.0(0.0, 4.0)<sup>△</sup>,第 1 次复查时分别增加至 11.0(6.0, 22.0)<sup>△</sup>和 4.0(0.0, 7.0)<sup>△</sup>,差异均有统计学意义( $Z = -3.192, -3.748$ , 均  $P < 0.01$ );初次检查时近距离正融像破裂点为 18.0(8.0, 28.0)<sup>△</sup>,恢复点为 6.0(0.0, 12.0)<sup>△</sup>,第 1 次复查时分别增加至 26.0(21.5, 35.0)<sup>△</sup>和 11.5(6.0, 16.0)<sup>△</sup>,差异均有统计学意义( $Z = -4.695, -3.377$ , 均  $P < 0.01$ );单眼及双眼的调节灵敏度从初查时 2~3 个周期/min 增加至第 1 次复查时的 10~12 个周期/min,差异均有统计学意义(均  $P < 0.01$ )。Logistic 回归分析结果显示,年龄、远隐斜和近隐斜不是右眼和左眼调节幅度改善程度差异的影响因素。初查时,22 例患者的 CISS 评分为(25.13±9.64)分,第 1 次复查时降至(19.18±7.22)分,差异有统计学意义( $t = 6.79, P < 0.01$ )。未进行问卷调查的 71 例患者,主诉和体征明显改善者占 67.60%(48/71),有改善但仍需加强训练者占 29.58%(21/71),视疲劳症状未明显改善者占 2.82%(2/71)。结论 系统视觉训练可使多数成年视功能异常的视疲劳患者的视功能体征和视疲劳症状改善,提示成人视功能依然有较强的可塑性。

**【关键词】** 视功能; 视疲劳; 视觉训练; 视觉可塑性; 成年人

**基金项目:** 天津市科技计划项目(17ZXHLXY00050); 天津市眼科医院科技基金项目(YKYB1907)

DOI:10.3760/cma.j.cn115989-20200511-00329

## Improvement of asthenopia caused by abnormal visual functions via visual training in adult patients

Wang Jing<sup>1</sup>, Jiang Yanglin<sup>2</sup>, Lu Wenli<sup>3</sup>, Zhang Yan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tianjin Key Laboratory of Retinal Functions and Diseases, Tianjin Branch of National Clinical Research Center for Ocular Disease, Eye Institute and School of Optometry, Tianjin Medical University Eye Hospital, Tianjin 300384, China; <sup>2</sup>Tianjin Eye Hospital, Tianjin 300022, China; <sup>3</sup>Office of Health Statistics, Department of Epidemiology and Health Statistics, School of Public Health, Tianjin Medical University, Tianjin 300070, China

Wang Jing is an on-the-job graduate student of Tianjin Medical University, and now working in Tianjin Eye Hospital

Corresponding author: Zhang Yan, Email: yanzhang04@tmu.edu.cn

**[Abstract] Objective** To analyze the improving effect of visual therapy on the symptoms of asthenopia caused by abnormal visual function in adults. **Methods** A serial case study was conducted. Ninety-three adult patients (186 eyes) with visual dysfunction caused by abnormal visual function who underwent training in the visual training room of the Optometry Center of Tianjin Eye Hospital from October 2018 to October 2019 were enrolled, among which there were 48 males and 45 females. The average age of patients was  $(30.43 \pm 6.39)$  years old. Binocular visual function examination included vision examination by phoropter, simultaneous vision and stereopsis by Worth 4 Dots test, distance and near heterophoria by Von-Graefe method test, fusion range by rotating prism method, the accommodation reaction by fusion cross cylindrical lens (FCC), the accommodation amplitude by minus technique, the accommodation flexibility and the vergence flexibility by flipper, and a personalized training program was formed on the basis of the above examination results. The training process was divided into initial examination, first review and second review, and each stage containing 5 times of training was followed by a review. The results of the initial examination, first review and second review were compared. The study protocol was approved by an Ethics Committee of Tianjin Eye Hospital (No. KY201906). Written informed consent was obtained from each patient prior to any examination. **Results** The average near heterophoria was  $-8.0 (-15.3, -3.0)^\Delta$  at the initial examination, and it was reduced to  $-5.0 (-9.0, 0.0)^\Delta$  at the first review, showing significant difference ( $Z = -3.586, P < 0.01$ ). The mean accommodation amplitude of left and right eyes were  $4.00 (3.25, 5.25)$  D and  $4.00 (3.00, 5.00)$  D respectively before visual training, which were increased to  $5.50 (4.25, 7.00)$  D and  $5.00 (3.75, 7.00)$  D at the first review, showing significant differences ( $Z = -4.284, -3.995$ ; both at  $P < 0.01$ ). The broken point and the recovery point of the long-distance positive fusion at the initial inspection were  $7.5 (5.0, 15.8)^\Delta$  and  $0.0 (0.0, 4.0)^\Delta$  respectively, which were increased to  $11.0 (6.0, 22.0)^\Delta$  and  $4.0 (0.0, 7.0)^\Delta$  respectively at the first review, showing significant differences ( $Z = -3.192, -3.748$ ; both at  $P < 0.01$ ). The broken point and the recovery point of the near positive fusion at the initial inspection were  $18.0 (8.0, 28.0)^\Delta$  and  $6.0 (0.0, 12.0)^\Delta$ , respectively, which were increased to  $26.0 (21.5, 35.0)^\Delta$  and  $11.5 (6.0, 16.0)^\Delta$  respectively at the first review, showing significant differences ( $Z = -4.695, -3.377$ ; both at  $P < 0.01$ ). The monocular and binocular accommodation flexibility were increased from 2-3 cycles/minute at the initial examination to 10-12 cycles/minute at the first review, showing significant differences (all at  $P < 0.01$ ). Logistic regression analysis showed that age, distance heterophoria and near heterophoria were not related to the difference in accommodation improvement of the right and left eyes. At the initial examination, the average CISS score of 22 patients was  $(25.13 \pm 9.64)$  points, which was dropped to  $(19.18 \pm 7.22)$  points at the first review, showing significant difference ( $t = 6.79, P < 0.01$ ). The 67.60% (48/71) of the patients who did not answer the questionnaire had obvious improvement in their main complaints and physical signs, and 29.58% (21/71) of them had improvement but still needed more training, and 2.82% (2/71) had no improvement in visual fatigue symptoms. **Conclusions** Systemic visual therapy can improve the visual function and alleviate symptoms majority of the adult patients with abnormal visual function, suggesting that adult visual function is still of strong plasticity.

**[Key words]** Visual function; Asthenopia; Vision therapy; Vision plasticity; Adults

**Fund program:** Science and Technology Planning Project of Tianjin (17ZXHLXY00050); Science and Technology Fund Project of Tianjin Eye Hospital (YKYB1907)

DOI: 10.3760/cma.j.cn115989-20200511-00329

随着生活和工作方式的变化,人们近距离用眼的的需求不断增加,视疲劳的发生非常普遍,表现为视物模糊、复视、眼酸胀、眼干涩等<sup>[1]</sup>。视疲劳患者尚未出现眼部器质性病变,给诊断和治疗带来一定的困难。对于视疲劳患者视功能检查发现异常者,视功能训练有助于症状的改善<sup>[2]</sup>。视功能异常的青少年视疲劳患者需要花费时间和精力配合训练,但多数成年人会因担心年龄对视觉训练的敏感性差而担心训练效果<sup>[3]</sup>。探讨视觉训练对成年人伴有视功能异常的视疲劳患者

的治疗方法及其作用有助于缓解临床上普遍存在的视疲劳患者的眼部不适症状,改善患者的视觉质量,但目前相关治疗方法的研究不够深入。本研究拟探讨视觉训练法对伴有视功能异常的成年视疲劳患者的临床效果。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

采用系列病例观察研究方法,选取2018年10月

至 2019 年 10 月在天津市眼科医院视光中心视觉训练室进行视觉训练的成年视功能异常所致视疲劳患者 93 例 186 眼。纳入标准:(1)年龄>18 岁;(2)集合不足症状调查(convergence insufficiency symptom survey, CISS)问卷<sup>[4]</sup>得分≥21 分或<21 分但其中某 1 项或几项主诉明显且严重影响生活质量;(3)至少满足 1 种视功能异常的诊断体征(表 1,2)<sup>[5-7]</sup>;(4)依从性好,自愿完成训练过程且随访完整者。排除标准:(1)眼部有器质性疾病者;(2)有全身性疾病者;(3)有精神类药物服用史者。入组患者男 48 例,女 45 例;年龄 20~48 岁,平均(30.43±6.39)岁,其中 20~30 岁 54 例,31~40 岁 32 例,41~50 岁 7 例,分别占 58.06%、34.41%和 7.53%。患者屈光状态分布为正视者 18 例,轻度近视者 24 例,中度近视者 26 例,高度近视者 18 例,远视者 7 例,分别占 19.35%、25.81%、27.96%、19.35%和 7.53%。本研究经天津市眼科医院伦理委员会审核批准(批文号:KY201906),所有患者均签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 检查方法 采用 IS-600 综合验光仪(日本 Topcon 公司)测定屈光不正度数,获得最佳矫正视力的最大正镜度,视力相差 2 行以内者进行双眼矫正屈光度平衡,得到最终屈光度,在此基础上,用综合验光仪进行下列检查:(1)双眼视 采用 Worth 4 Dots 检查双眼同时视功能。(2)立体视 采用立体视视标和内置辅镜偏振镜片检查远距离立体视功能,根据患者能否判断视标有远近感觉以及感觉的正确与否检测立体视能力。(3)隐斜视 采用 Von-Graefe 法测量远隐斜和近隐斜。(4)正负融像范围 采用双眼前外置辅镜,同时增加底朝内(base in, BI)和底朝外(base out, BO)的棱镜度,分别测量远、近距离水平方向的正负融像范围,记录模糊点、破裂点和恢复点。(5)调节性集合与调节比值(accommodative convergence/accommodation, AC/A) 在测量近隐斜的基础上,分别加+1.00 D 和-1.00 D 再次测量隐斜视,得到梯度法 AC/A 值。(6)集合近点 采用移近法测量双眼集合近点,以厘米为单位。(7)单眼调节幅度 采用负镜片法测量单眼调节幅度。(8)调节反应 采用融像性交叉柱镜配合近交叉视标测量调节反应。(9)负相对调节(negative relative accommodation, NRA)和正相对调节(positive relative accommodation, PRA) 采用双眼前同时加正负球镜的方法分别测量 NRA 和 PRA。(10)单、双眼调节灵活动度 用±2.00 D 翻转拍,配合 20/30

表 1 调节功能异常诊断标准  
Table 1 Diagnostic criteria for abnormal accommodation

检查项目	调节不足	调节过度	调节灵活度不良	调节不能持久
NRA	正常	↓	↓	正常
BCC	↑	↓	正常	↑
PRA	↓	正常	↓	↓
调节幅度	↓	正常	正常	正常
单眼调节灵活度	负镜不通过	正镜不通过	正负镜均不通过	负镜不通过

注:NRA:负相对调节;BCC:双眼交叉柱镜;PRA:正相对调节;↓:低于正常值;↑:高于正常值  
Note: NRA: negative relative accommodation; BCC: binocular cross-cylinder; PRA: positive relative accommodation; ↓: lower than normal value; ↑: higher than normal value

表 2 集合功能异常诊断标准  
Table 2 Diagnostic criteria for abnormal convergence function

检查项目	集合不足	集合过度	散开不足	散开过度	基本型内隐斜	基本型外隐斜	融像性聚散功能异常
远距离眼位	正常	正常	内隐斜大于近距	外隐斜大于近距	内隐斜	外隐斜	正常
近距离眼位	外隐斜大于远距	内隐斜大于远距	正常	正常	内隐斜与远距离相当	外隐斜与远距离相当	正常
AC/A	↓	↑	↓	↑	正常	正常	正常
NRA	↓	正常	正常	正常	正常	↓	↓
BCC	↓	↑	正常	正常	↑	↓	正常
PRA	正常	↓	正常	正常	↓	正常	↓
NPC	后退	正常	正常	正常	正常	正常	正常
双眼翻转拍	正镜不通过	负镜不通过	正常	正常	负镜不通过	正镜不通过	正负镜均不通过
融像性聚散	近距离正融像破裂点↓	近距离负融像破裂点↓	远距离负融像破裂点↓	远距离正融像破裂点↓	远距离负融像破裂点↓	远近距离正融像破裂点↓	远近距离正负融像破裂点↓

注:AC/A:调节性集合与调节比值;NRA:负相对调节;BCC:双眼交叉柱镜;PRA:正相对调节;NPC:集合近点;↓:低于正常值;↑:高于正常值  
Note: AC/A: accommodative convergence to accommodation; NRA: negative relative accommodation; BCC: binocular cross-cylinder; PRA: positive relative accommodation; NPC: near point of convergence; ↓: lower than normal value; ↑: higher than normal value

视力卡,测量单、双眼调节灵活度。(11)聚散灵活度采用 8<sup>Δ</sup>BI/8<sup>Δ</sup>BO 翻转拍,配合 20/30 视力卡测量聚散灵活度。每 5 次训练后,对上述指标进行 1 次复查。

**1.2.2 训练方法** 原配戴眼镜屈光度数不合适者,根据就诊时检查结果更换合适的眼镜,并要求其在日常生活及训练中配戴。训练室训练每周 1 次,每次 45 min。根据文献[5]和工作经验,可将训练设定为 3 个层次;第 1 层次训练是调节感知、提高调节幅度,在调节与集合相匹配的状态下提高融像范围;第 2 层次训练是提高调节功能起始反应,同时进行相对集合训练;第 3 层次进行调节适应性训练以及开放空间下的融像训练。这 3 个层次的训练在每次训练中所占的比例视具体情况个性化定制。视觉训练的具体方法包括 Brock 线、偏振立体图、Aperture-rule、B-O Scope、同视机、翻转拍、远近字母表等。

**1.2.3 效果评价** 93 例病例中有 22 例患者在视光师的指导下在初查和复查时完成了可以评定集合不足程度和视疲劳程度的 CISS 问卷<sup>[4]</sup>,问卷得分可以用于比较视觉训练前后视疲劳症状差异。病例中没有参与调查评分的患者,则记录其主要症状,复查时针对相应症状问诊,并根据患者主诉,参考美国集合不足研究小组对训练效果分类方法<sup>[8]</sup>,将训练效果分为 3 类:第 1 类为症状改善明显,各项体征趋于或达到正常;第 2 类为主诉症状有所改善,但体征仍有较多异常;第 3 类为主诉症状依然存在,体征改善轻微或没有变化。

**1.3 统计学方法**

采用 SPSS 21.0 统计学软件对数据进行统计分析。计量资料的数据采用 Shapiro-Wilk 检验法进行正态分布检验,正态分布的数据资料用 mean±SD 表示,偏态分布的数据资料用 M(Q<sub>1</sub>, Q<sub>3</sub>) 表示。采用两样本 Wilcoxon 秩和检验比较 2 次复查后患者视功能的改善情况;采用广义估计方程估计不同训练阶段调节幅度、近隐斜视测量值变化情况;采用 Kruskal-Wallis 检验比较训练前后不同屈光度组隐斜视、调节幅度改善情况;采用配对样本 t 检验

比较初查和第 1 次复查时 CISS 评分;采用 Logistic 回归分析年龄及远、近隐斜对调节幅度改善的影响。回归方程中男性赋值为 1,女性赋值为 0;方程中第 1 次复查的远、近隐斜及调节幅度为原测定值;年龄为原值代入。P<0.05 为差异有统计学意义。

**2 结果**

本组纳入患者中,集合不足者占 52.69%(49/93),其中同时伴有调节不足者占 22.58%(21/93);单纯调节不足者占 41.94%(39/93);调节灵敏度异常者占 5.38%(5/93)。所有患者全部完成第 1 次复查,50 例患者完成第 2 次复查。

**2.1 第 1 次复查各项视功能改善情况**

患者 5 次视功能训练后,近隐斜度、集合近点值明显低于训练前,差异均有统计学意义(Z=-3.586、-5.500,均 P<0.01);单眼及双眼的调节灵敏度从初查时 2~3 个周期/min 增加至 10~12 个周期/min,差异均有统计学意义(均 P<0.01);双眼聚散灵敏度明显提高,调节幅度、远距离和近距离正融像范围均明显增加,差异均有统计学意义(均 P<0.01)(表 3)。

表 3 患者第 1 次复查与训练前视功能参数比较 [M(Q<sub>1</sub>, Q<sub>3</sub>)]  
Table 3 Comparison of the parameters between the values before training and the first review [M(Q<sub>1</sub>, Q<sub>3</sub>)]

视功能参数	训练前(n=93)	第 1 次复查(n=93)	Z 值	P 值
远隐斜(Δ)	-2.0 (-4.0, 0.0)	-2.0 (-4.0, 0.0)	-0.596	0.551
近隐斜(Δ)	-8.0 (-15.3, -3.0)	-5.0 (-9.0, 0.0)	-3.586	<0.01
AC/A(Δ/D)	1.5 (1.0, 3.0)	2.0 (1.0, 3.0)	-0.107	0.915
BCC(D)	0.00(0.00, 0.50)	0.00(0.00, 0.50)	-0.134	0.893
右眼调节幅度(D)	4.00(3.00, 5.00)	5.00(3.75, 7.00)	-3.995	<0.01
左眼调节幅度(D)	4.00(3.25, 5.25)	5.50(4.25, 7.00)	-4.284	<0.01
NRA(D)	1.75(1.00, 2.13)	2.00(1.50, 2.25)	-1.970	0.049
PRA(D)	-1.75(-3.00, -0.88)	-2.25(-3.13, -1.13)	-1.585	0.113
右眼调节灵敏度(周期/min)	2.0 (0.0, 7.5)	12.0 (8.0, 16.0)	-7.587	<0.01
左眼调节灵敏度(周期/min)	3.0 (0.0, 8.0)	12.0 (7.0, 16.0)	-7.268	<0.01
双眼调节灵敏度(周期/min)	3.0 (0.0, 8.0)	10.0 (3.5, 14.0)	-5.059	<0.01
聚散灵敏度(周期/min)	0.0 (0.0, 4.0)	4.0 (0.0, 8.0)	-4.437	<0.01
NPC(cm)	10.00(7.00, 15.00)	7.00(5.00, 8.63)	-5.500	<0.01
远距离负融像破裂点(Δ)	8.0 (6.0, 10.0)	10.0 (6.0, 12.0)	-1.791	0.073
远距离负融像恢复点(Δ)	3.0 (2.0, 5.0)	4.0 (2.0, 6.0)	-1.844	0.065
远距离正融像破裂点(Δ)	7.5 (5.0, 15.8)	11.0 (6.0, 22.0)	-3.192	0.001
远距离正融像恢复点(Δ)	0.0 (0.0, 4.0)	4.0 (0.0, 7.0)	-3.748	<0.01
近距离负融像破裂点(Δ)	23.0 (16.0, 28.0)	24.0 (18.0, 28.0)	-0.845	0.398
近距离负融像恢复点(Δ)	14.0 (8.0, 18.0)	12.0 (8.0, 18.0)	-3.375	0.708
近距离正融像破裂点(Δ)	18.0 (8.0, 28.0)	26.0 (21.5, 35.0)	-4.695	<0.01
近距离正融像恢复点(Δ)	6.0 (0.0, 12.0)	11.5 (6.0, 16.0)	-3.377	0.001

注:(Wilcoxon 秩和检验) AC/A:调节性集合与调节比值;BCC:双眼交叉柱镜;NRA:负相对调节;PRA:正相对调节;NPC:集合近点

Note:(Wilcoxon rank sum test) AC/A:accommodative convergence to accommodation;BCC:binocular cross-cylinder;NRA:negative relative accommodation;PRA:positive relative accommodation;NPC:near point of convergence

### 2.2 第 1 次和第 2 次复查时患者调节幅度和近距离隐斜视的改善情况

左、右眼调节幅度、近距离隐斜视不同训练阶段总体比较差异均有统计学意义 ( $wald \chi^2 = 38.24, 42.10, 18.97$ , 均  $P < 0.01$ )。第 1 次复查时上述指标均较初查时提高, 差异均有统计学意义 (均  $P < 0.01$ ); 第 2 次复查与第 1 次复查结果相比, 差异均无统计学意义 (均  $P > 0.05$ ) (表 4)。

表 4 不同训练阶段调节幅度、近距离隐斜视测量值比较 [ $M(Q_1, Q_3)$ ]

Table 4 Comparison of measurement values of accommodation amplitude, near heterophoria at different training stages [ $M(Q_1, Q_3)$ ]

时间	例数	右眼调节幅度 (D)	左眼调节幅度 (D)	近距离隐斜视 ( $^\Delta$ )
初查	93	4.00 (3.00, 5.00)	4.00 (3.25, 5.25)	-8.0 (-15.3, -3.0)
第 1 次复查	93	5.00 (3.75, 7.00) <sup>a</sup>	5.50 (4.25, 7.00) <sup>a</sup>	-5.0 (-9.0, 0.0) <sup>a</sup>
第 2 次复查	50	6.00 (3.75, 7.50) <sup>a</sup>	6.10 (4.50, 7.50) <sup>a</sup>	-3.5 (-7.0, 1.0) <sup>a</sup>
Wald $\chi^2$ 值		42.10	38.24	18.97
P 值		<0.01	<0.01	<0.01

注: 与初查比较, <sup>a</sup> $P < 0.05$  (广义估计方程)

Note: Compared with the values before visual training, <sup>a</sup> $P < 0.05$  (Generalized estimating equation)

### 2.3 年龄及远、近隐斜对调节幅度改善的影响

单因素 Logistic 回归分析结果显示, 年龄不是右眼和左眼调节幅度改善情况的影响因素 ( $OR = 1.00, 95\% CI: 0.98 \sim 1.07, P = 0.59$ ;  $OR = 0.99, 95\% CI: 0.93 \sim 1.05, P = 0.71$ )。多因素 Logistic 回归分析结果显示, 远隐斜和近隐斜不是右眼和左眼调节幅度改善情况的影响因素 (远隐斜:  $OR = 1.04, 95\% CI: 0.95 \sim 1.14, P = 0.35$ ;  $OR = 1.02, 95\% CI: 0.93 \sim 1.11, P = 0.74$ 。近隐斜:  $OR = 0.99, 95\% CI: 0.92 \sim 1.07, P = 0.85$ ;  $OR = 1.02, 95\% CI: 0.95 \sim 1.09, P = 0.54$ )。单因素回归方程为  $Logit(\text{右眼调节幅度改善情况}) = -0.92 \times \text{性别} + (-0.01) \times \text{年龄} + 0.02 \times \text{远隐斜} + 0.02 \times \text{近隐斜} + (-0.02) \times \text{AC/A} + (-0.30) \times \text{BCC} + (-0.24) \times \text{右眼调节幅度} + (-0.18) \times \text{左眼调节幅度} +$

$0.10 \times \text{NPC} + (-0.15) \times \text{立体视} + 0.28 \times \text{NRA} + 0.04 \times \text{PRA}$ ;  $Logit(\text{左眼调节幅度改善情况}) = -1.03 \times \text{性别} + (-0.01) \times \text{年龄} + 0.02 \times \text{远隐斜} + 0.01 \times \text{近隐斜} + 0.04 \times \text{AC/A} + (-0.85) \times \text{BCC} + (-0.21) \times \text{右眼调节幅度} + (-0.26) \times \text{左眼调节幅度} + 0.06 \times \text{NPC} + (-0.24) \times \text{立体视} + 0.13 \times \text{NRA} + (-0.02) \times \text{PRA}$ 。将单因素回归分析中  $P < 0.05$  的变量以及年龄、远近隐斜纳入调节幅度改善情况的多因素模型进行计算, 多因素回归方程为  $Logit(\text{右眼调节幅度改善情况}) = -0.73 \times \text{性别} + (-0.01) \times \text{年龄} + 0.04 \times \text{远隐斜} + (-0.01) \times \text{近隐斜} + 0.11 \times \text{集合近点}$ ;  $Logit(\text{左眼调节幅度改善情况}) = -1.08 \times \text{性别} + (-0.05) \times \text{年龄} + 0.01 \times \text{远隐斜} + 0.02 \times \text{近隐斜} + (-0.35) \times \text{左眼调节幅度}$ 。

2.4 不同屈光度组训练前后远隐斜、近隐斜和调节幅度改善情况的比较

高度近视组、中低度近视组和远视组近距离隐斜视度分别为  $-17.00 (-20.00, -6.00)^\Delta$ 、 $-7.00 (-13.00, -2.50)^\Delta$  和  $-9.00 (-14.00, -5.00)^\Delta$ , 不同屈光度组近距离隐斜视总体比较差异有统计学意义 ( $F = 6.65, P = 0.04$ )。不同屈光度组患眼训练前后远隐斜、近隐斜、调节幅度的改善差异均无统计学意义 (均  $P > 0.05$ ) (表 5)。

### 2.5 第 1 次复查时患者症状改善情况的比较

初查和第 1 次复查时, 22 例患者的 CISS 评分分别为  $(25.13 \pm 9.64)$  分和  $(19.18 \pm 7.22)$  分, 差异有统计学意义 ( $t = 6.79, P < 0.01$ )。未进行问卷调查的患者, 主诉和体征明显改善者占 67.60% (48/71), 症状有所改善但仍需加强训练者占 29.58% (21/71), 症状没有明显改善者占 2.82% (2/71)。

表 5 不同屈光度组隐斜视、调节幅度变化量比较 [ $M(Q_1, Q_3)$ ]

Table 5 Comparison of the change of heterophoria and accommodation amplitude among different diopter groups [ $M(Q_1, Q_3)$ ]

组别	例数	远隐斜变化量 ( $^\Delta$ )	近隐斜变化量 ( $^\Delta$ )	右眼调节幅度变化量 (D)	左眼调节幅度变化量 (D)
高度近视组	18	0.00 (-3.00, 6.00)	2.25 (-1.00, 20.00)	1.00 (-0.25, 2.50)	1.13 (-0.25, 2.75)
中低度近视组	68	0.00 (-1.00, 2.00)	3.50 (-0.50, 8.00)	1.13 (0.00, 2.13)	0.75 (0.00, 2.25)
远视组	7	0.00 (-3.00, 0.50)	2.00 (-5.00, 9.00)	1.50 (-0.25, 3.00)	1.00 (-0.25, 4.50)
H 值		2.98	0.76	0.39	0.44
P 值		0.23	0.68	0.82	0.80

注: Kruskal-Wallis 检验

Note: Kruskal-Wallis test

### 3 讨论

视觉系统要满足我们工作生活的用眼需求,除了有合适的屈光矫正作为基础外,还需要调节、集合以及眼球运动的共同协作,使外界物像清晰成像在视网膜上<sup>[5]</sup>。视功能异常通常表现为视物模糊、长时间视近后头痛、眼酸胀、复视等视疲劳症状<sup>[1]</sup>。视功能异常的患者需要使用更多的慢相调节和聚散功能来维持双眼单视,因此容易产生一系列的眼部不适症状<sup>[9]</sup>,本研究中的视疲劳患者也是以调节和集合功能异常为主。随着眼视光研究的深入以及人们对视觉质量要求的日益提高,视觉训练室接诊的成年患者逐渐增多。这类患者最关注的问题就是成年后视觉训练是否还能有效,以及担心身体的各项机能不如青少年时期可塑性强。本研究主要目的是分析成年患者进行视功能训练的有效性,从而指导关于成年视功能异常患者的临床工作。成年患者由于生活角色多、社会负担重,往往不能规律地进行视觉训练。本研究中也仅有 53.76% 的患者完成了 1 个疗程的训练,多数患者在第 1 次复查后发现症状缓解,就不再按时训练。

1983 年, Daum<sup>[10]</sup> 发现双眼调节异常的患者在训练 1 个月后症状有所缓解,且改善率达 96%。美国集合不足治疗小组研究报道,视觉训练可以提高患者的调节功能<sup>[11]</sup>。近年, Ma 等<sup>[12]</sup> 在研究调节与近视的关系时,也发现视功能在经过 12 次训练室训练后显著改善。本研究结果发现,患者第 1 阶段训练后视功能均明显改善,以调节幅度、调节灵敏度和远、近正融像范围最为显著,这一结果提示眼的调节、集合功能具有终身可塑性。因此,即使是成年人,也有必要进行视觉训练,以改善调节、集合功能。本研究结果还提示,调节和集合有着密切联动关系。本研究中有 21 例患者同时罹患 2 种功能异常,且训练过程中除了初期部分训练单独进行外,大多数训练都需要 2 种功能相互配合。值得注意的是,第 1 次复查结果与基线数据相比,远隐斜和调节反应没有显著改善,这与李丽华等<sup>[13]</sup> 的研究结果一致。在双眼视功能中,屈光矫正后的双眼在远距离视物时并不需要动用调节,只需要通过远距离的正负融像调控眼位,而眼位的检查又是在打破双眼融像的前提下进行的,因此训练前后远距离的隐斜视无明显差异。而调节反应测量的是看近距离物体时调节使用的准确度,是大脑对模糊物象的反应能力,这个过程需要更多的时间来改变之前大脑的工作模式和建立正确的链接。

本研究中患者训练 2 个阶段后复查调节功能和视

近隐斜度与初查结果比较差异均无统计学意义,从双眼视生物模型中快相反应和适应性反应考虑,检查主要体现了快相反应的能力。在双眼视的生物模型中,调节反应的过程首先是在视网膜上的模糊物像被中枢神经系统感知,进一步驱动眼产生快相调节。快相调节在 1 s 内迅速完成,15 s 后开始出现调节适应,以维持稳定的用眼需求;集合的发生也是先由注视差异产生快相集合,然后集合适应逐渐起主要维持作用<sup>[14-15]</sup>。因此,我们在工作中所进行的视功能检查多数为快相反应,但日常用眼过程中则以适应性反应为主。本研究中 2 个阶段训练后在第 1 次复查时,快相反应已经达到相对稳定的状态,以至于在第 2 次复查时各项参数并没有进一步改善。但快相反应达到稳定状态并不等同于视功能的完全正常,我们还需要改善适应性反应,维持视功能的持久性。

研究表明,中枢神经系统的神经元网络终身具有可塑性<sup>[16]</sup>,视觉训练不仅增加眼部肌肉的力量,更重要的是加强中枢神经系统对视觉的调控能力<sup>[7]</sup>。本研究中对患者年龄是否是调节幅度改善的影响因素进行分析,结果表明年龄并不对调节功能的改善产生明显影响,因此,年龄的增加并不显著影响视觉训练效果。

研究的患者屈光度从高度近视到中度远视,差别很大,其中高度近视配镜过程中主观验光屈光度往往较客观检查结果低,因此看近距离动用的调节较少,产生的调节性集合也少,近距离眼位会偏外斜;中低度近视或低度远视所用的调节能力与需求基本一致,没有明显的眼位之间的差异。其他视功能无论是训练前测定值的比较,还是训练前后改善程度的比较差异均无统计学意义,一定程度上提示训练的效果不受屈光度的影响。

本研究结果提示我们,对于排除全身及眼部器质性疾病的成年视疲劳患者应进行屈光不正矫正及全面的视功能检查,若发现有视功能异常,则应在正确屈光矫正基础上进行系统的视功能训练。本研究结果表明,成年视功能异常患者在经过视觉训练后可明显改善视功能体征和视疲劳症状,最佳的训练思路及训练频率仍有待进一步研究。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

### 参考文献

- [1] Mowatt L, Gordon C, Santosh A, et al. Computer vision syndrome and ergonomic practices among undergraduate university students [J/OL]. *Int J Clin Pract*, 2018, 72 (1) : e13035 [2020-05-01]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28980750/>. DOI: 10.1111/ijcp.13035.
- [2] Scheiman MM. 2017 Glenn A. Fry award lecture: establishing an

- evidence-based literature for vision therapy-a 25-year journey [J]. *Optom Vis Sci*, 2018, 95 (8) : 632 - 642. DOI: 10. 1097/OPX. 0000000000001257.
- [3] Birnbaum MH, Soden R, Cohen AH. Efficacy of vision therapy for convergence insufficiency in an adult male population [J]. *J Am Optom Assoc*, 1999, 70 (4) : 225-232.
- [4] García-Muñoz Á, Carbonell-Bonete S, Cacho-Martínez P. Symptomatology associated with accommodative and binocular vision anomalies [J]. *J Optom*, 2014, 7 (4) : 178-192. DOI: 10. 1016/j. optom. 2014. 06. 005.
- [5] Scheiman M, Wick B. Clinical management of binocular vision: heterophoric, accommodative and eye movement disorders [M]. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2014 : 8, 18 - 19, 73, 666-667.
- [6] 刘陇黔. 视觉训练的原理和方法 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2019 : 2-3.
- [7] 王光霁. 双眼视觉学 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2018 : 3-4.
- [8] Convergence Insufficiency Treatment Trial Study Group. Randomized clinical trial of treatments for symptomatic convergence insufficiency in children [J]. *Arch Ophthalmol*, 2008, 126 (10) : 1336-1349. DOI: 10. 1001/archophth. 126. 10. 1336.
- [9] Theodore PG. Diagnosis and treatment of anomalies of refraction and binocular vision in: primary care optometry [M]. 2nd ed. Oxford: Butterworth Heinemann, 1996 : 331-354.
- [10] Daum KM. A comparison of the results of tonic and phasic vergence training [J]. *Am J Optom Physiol Opt*, 1983, 60 (9) : 769-775. DOI: 10. 1097/00006324-198309000-00005.
- [11] Scheiman M, Cotter S, Kulp MT, et al. Treatment of accommodative dysfunction in children: results from a randomized clinical trial [J]. *Optom Vis Sci*, 2011, 88 (11) : 1343 - 1352. DOI: 10. 1097/OPX. 0b013e31822f4d7c.
- [12] Ma MM, Scheiman M, Su C, et al. Effect of vision therapy on accommodation in myopic Chinese children [J/OL]. *J Ophthalmol*, 2016, 2016 : 1202469 [2020-04-25]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28097018/>. DOI: 10. 1155/2016/1202469.
- [13] 李丽华, 南莉, 江洋琳, 等. 对症视觉训练对双眼视功能参数的影响 [J]. *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2013, 15 (3) : 178-180. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 1674-845X. 2013. 03. 012.
- Li LH, Nan L, Jiang YL, et al. A study of oculomotor parameters before and after vision therapy [J]. *Chin J Optom Ophthalmol Vis Sci*, 2013, 15 (3) : 178-180. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 1674-845X. 2013. 03. 012.
- [14] Neveu P, Priot AE, Philippe M, et al. Agreement between clinical and laboratory methods assessing tonic and cross-link components of accommodation and vergence [J]. *Clin Exp Optom*, 2015, 98 (5) : 435-446. DOI: 10. 1111/exo. 12311.
- [15] Liu C, Drew SA, Borsting E, et al. Tonic accommodation predicts closed-loop accommodation responses [J]. *Vision Res*, 2016, 129 : 25-32. DOI: 10. 1016/j. visres. 2016. 08. 010.
- [16] Zihl J, von Cramon D. Restitution of visual function in patients with cerebral blindness [J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 1979, 42 (4) : 312-322. DOI: 10. 1136/jnnp. 42. 4. 312.

(收稿日期:2020-10-11 修回日期:2021-04-28)

(本文编辑:刘艳 施晓萌)

读者·作者·编者

## 眼科常用英文缩略语名词解释

- AMD: 年龄相关性黄斑变性 (age-related macular degeneration)
- ANOVA: 单因素方差分析 (one-way analysis of variance)
- BUT: 泪膜破裂时间 (breakup time of tear film)
- DR: 糖尿病视网膜病变 (diabetic retinopathy)
- EAU: 实验性自身免疫性葡萄膜炎 (experimental autoimmune uveitis)
- EGF: 表皮生长因子 (epidermal growth factor)
- ELISA: 酶联免疫吸附测定 (enzyme-linked immunosorbent assay)
- ERG: 视网膜电图 (electroretinogram)
- FFA: 荧光素眼底血管造影 (fundus fluorescein angiography)
- FGF: 成纤维细胞生长因子 (fibroblast growth factor)
- GFP: 绿色荧光蛋白 (green fluorescent protein)
- IFN- $\gamma$ :  $\gamma$  干扰素 (interferon- $\gamma$ )
- IL: 白细胞介素 (interleukin)
- IOL: 人工晶状体 (intraocular lens)
- IRBP: 光间受体视黄类物质结合蛋白 (interphotoreceptor retinoid binding protein)
- LASIK: 准分子激光角膜原位磨镶术 (laser in situ keratomileusis)
- ICGA: 吲哚菁绿血管造影 (indocyanine green angiography)
- LECs: 晶状体上皮细胞 (lens epithelial cells)
- miRNA: 微小 RNA (microRNA)
- MMP: 基质金属蛋白酶 (matrix metalloproteinase)
- mTOR: 哺乳动物类雷帕霉素靶蛋白 (mammalian target of rapamycin)
- MTT: 四甲基偶氮唑盐 (methyl thiazolyl tetrazolium)
- NF: 核转录因子 (nuclear factor)
- OCT: 光相干断层扫描 (optical coherence tomography)
- OR: 优势比 (odds ratio)
- PACG: 原发性闭角型青光眼 (primary angle-closure glaucoma)
- PCR: 聚合酶链式反应 (polymerase chain reaction)
- RGCs: 视网膜节细胞 (retinal ganglion cells)
- POAG: 原发性开角型青光眼 (primary open angle glaucoma)
- RB: 视网膜母细胞瘤 (retinoblastoma)
- RPE: 视网膜色素上皮 (retinal pigment epithelium)
- RNV: 视网膜新生血管 (retinal neovascularization)
- RP: 视网膜色素变性 (retinitis pigmentosa)
- S I t: 基础泪液分泌试验 (Schirmer I test)
- shRNA: 小发夹 RNA (short hairpin RNA)
- siRNA: 小干扰 RNA (small interfering RNA)
- $\alpha$ -SMA:  $\alpha$ -平滑肌肌动蛋白 ( $\alpha$ -smooth muscle actin)
- TAO: 甲状腺相关眼病 (thyroid-associated ophthalmopathy)
- TGF: 转化生长因子 (transforming growth factor)
- TNF: 肿瘤坏死因子 (tumor necrosis factor)
- UBM: 超声生物显微镜 (ultrasound biomicroscope)
- VEGF: 血管内皮生长因子 (vascular endothelial growth factor)
- VEP: 视觉诱发电位 (visual evoked potential)

(本刊编辑部)