

图像视觉诱发电位自律空间频率刺激疗法治疗儿童弱视的疗效

褚婷,王继红

引用:褚婷,王继红. 图像视觉诱发电位自律空间频率刺激疗法治疗儿童弱视的疗效. 国际眼科杂志 2020;20(6):1048-1053

基金项目:无锡市科技发展资金(成果转化)发展课题(No. WX03-02B0105-071800-23);无锡市科技发展资金项目(No. CSE31N1406)

作者单位:(214062)中国江苏省无锡市,江南大学附属医院眼科
作者简介:褚婷,毕业于南京医科大学,硕士,主治医师,研究方向:屈光、视光学、眼表疾病。

通讯作者:王继红,毕业于辽宁中医药大学,博士,主任医师,硕士研究生导师,眼科主任,研究方向:青少年近视的机制研究及综合防控. 108026608@qq.com

收稿日期:2019-11-26 修回日期:2020-05-13

摘要

目的:比较图像视觉诱发电位自律空间频率刺激疗法(PVEP-CD综合疗法)与传统疗法治疗儿童弱视的临床效果,评价PVEP-CD综合疗法治疗儿童弱视的疗效。

方法:收集2018-04/2019-01于我院确诊的弱视儿童38例54眼,随机分为传统综合疗法组(19例27眼,运用屈光矫正+遮盖/压抑+精细目力训练治疗)和PVEP-CD综合疗法组(19例27眼,运用屈光矫正+遮盖/压抑+PVEP-CD治疗)。分别于治疗前和治疗6mo后进行最佳矫正视力(BCVA)和近立体视锐度检测,评估临床疗效。

结果:治疗6mo后,两组患儿弱视眼BCVA(有效率均 $\geq 85\%$)均明显改善,且PVEP-CD综合疗法组弱视眼BCVA提高行数[3(2,3)行]、双眼近立体视锐度改善有效率(89%)及提高等级[2(1,4)级]均高于传统综合疗法组(均 $P < 0.05$); ≥ 6 周岁患儿中,PVEP-CD综合疗法组弱视眼BCVA提高行数显著高于传统综合疗法组($P = 0.018$);轻度弱视患儿中,PVEP-CD综合疗法组近立体视锐度改善有效率($P = 0.048$)及提高等级($P = 0.029$)均显著优于传统综合疗法组;中度弱视患儿中,PVEP-CD综合疗法组弱视眼BCVA提高行数显著高于传统综合疗法组($P = 0.003$)。

结论:PVEP-CD综合疗法与传统疗法均可有效提高BCVA,临床疗效显著;与传统综合疗法相比,PVEP-CD综合疗法能较大幅度提高BCVA和近立体视锐度等级,更有效地促进弱视儿童双眼视功能恢复。

关键词:弱视;图像视觉诱发电位;自律空间频率;立体视锐度;双眼视觉;屈光不正

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2020.6.27

A controlled clinical study on the effect of PVEP - CD comprehensive therapy for children amblyopia

Ting Chu, Ji-Hong Wang

Foundation items: Wuxi Science and Technology Development

Funded Projects (achievement transformation) (No. WX03 - 02B0105-071800-23); Wuxi Science and Technology Development Fund Project(No.CSE31N1406)

Department of Ophthalmology, Affiliated Hospital of Jiangnan University, Wuxi 214062, Jiangsu Province, China

Correspondence to:Ji-Hong Wang. Department of Ophthalmology, Affiliated Hospital of Jiangnan University, Wuxi 214062, Jiangsu Province, China. 108026608@qq.com

Received:2019-11-26 Accepted:2020-05-13

Abstract

• **AIM:** To evaluate the therapeutic effect of the PVEP-CD comprehensive therapy [a multimedia visual training system uses the individualized PVEP (pattern visual evoked potential) sensitive spatial frequency parameters] in children with amblyopia by comparing the differences in visual acuity and stereo acuity enhancement between the PVEP - CD comprehensive therapy and traditional therapy.

• **METHODS:** A total of 38 children (54 eyes) with amblyopia who were treated in our hospital from April 2018 to January 2019 were randomly divided into two groups. Traditional therapy group (19 cases, 27 eyes; therapeutic methods contain refractive correction, patching/optical or drug suppress and precision eyesight training); PVEP - CD comprehensive therapy group (19 cases, 27 eyes; therapeutic methods contain refractive correction, patching/optical or drug suppress and a multimedia visual training using the individualized P-VEP sensitive spatial frequency parameters). To study the clinic therapeutic effect, the best distance corrected visual acuity (BCVA) and near stereo acuity were measured at the enrollment visit and the final visit after 6mo treatment.

• **RESULTS:** After 6mo treatment, both groups had an apparent BCVA improvement(both therapy effective rate $\geq 85\%$). PVEP - CD comprehensive therapy group were significantly better than traditional therapy group in BCVA lines improvement [3 (2, 3) lines], near stereo acuity therapy effective rate (89%) and near stereo acuity level improvement [2 (1, 4) levels] (all $P < 0.05$). In amblyopic children older than 6y, PVEP-CD comprehensive therapy group showed a significantly greater BCVA lines improvement ($P = 0.018$). In mild amblyopia cases, PVEP-CD comprehensive therapy group showed a significantly better clinical efficacy in near stereo acuity ($P = 0.048$) and greater improvement in near stereo acuity level ($P = 0.029$). In moderate amblyopia cases, the BCVA lines improvement ($P = 0.003$) was significantly greater in PVEP-CD comprehensive therapy group.

• **CONCLUSION:** Both PVEP - CD comprehensive and traditional therapy can improve the BCVA in children with amblyopia and have a good clinical efficacy. Furthermore, the PVEP-CD comprehensive therapy could improve the BCVA and near stereo acuity level more obviously and help amblyopic children get a better binocular vision.

• **KEYWORDS:** amblyopia; pattern visual evoked potential; sensitive spatial frequency; stereo acuity; binocular vision; refractive error

Citation: Chu T, Wang JH. A controlled clinical study on the effect of PVEP-CD comprehensive therapy for children amblyopia. *Guoji Yanke Zazhi(Int Eye Sci)* 2020;20(6):1048-1053

0 引言

弱视^[1]是视觉发育相关疾病,在视觉发育期,由于单眼斜视、未矫正的屈光参差、高度屈光不正及形觉剥夺引起的单眼或双眼最佳矫正视力低于相应年龄视力水平,眼部无器质性病变;或双眼视力相差 2 行及以上,视力较低眼为弱视眼。2017 最新版弱视临床指南(Preferred Practice Pattern, PPP)指出基于学校研究的患病率为 1.0%~5.5%^[2],是儿童时期常见眼病,其表现为视力低下、立体视觉差,严重影响儿童学习及身心健康。弱视治疗是眼科研究的热点问题^[3-4],弱视治疗效果与首诊年龄、弱视严重程度及类型、治疗方法、依从性等密切相关^[5-6]。近年来弱视训练越来越受大家关注,但其有效性尚缺乏足够临床依据。弱视训练关键在于增加视觉刺激,增加大脑皮质视觉输入,从而提高弱视疗效^[7]。图像视觉诱发电位(pattern visual evoked potential, P-VEP)检查可客观、无创、定量检测视网膜接受图像视觉刺激后神经冲动传入视皮层的电位变化,是弱视诊断、疗效评估的重要方法^[8]。本研究通过临床病例对照研究,评价一种采集儿童个体化敏感图像视觉诱发电位自律空间频率刺激参数的多媒体弱视训练系统联合传统疗法(屈光矫正、遮盖和药物压抑)(以下简称 PVEP-CD 综合疗法)治疗儿童弱视的临床疗效,为 PVEP-CD 综合疗法应用于儿童弱视治疗提供临床依据。

1 对象和方法

1.1 对象 临床病例对照研究。收集 2018-04/2019-01 期间于我院门诊确诊的弱视儿童 38 例 54 眼,随机进行分组,传统综合疗法组患儿 19 例 27 眼运用传统疗法(屈光矫正+遮盖/压抑+精细目力训练),PVEP-CD 综合疗法组患儿 19 例 27 眼运用 PVEP-CD 综合疗法(屈光矫正+遮盖/压抑+PVEP-CD)。本研究经江南大学附属医院伦理委员会审查通过,患儿及其监护人均了解研究目的,并由监护人签署知情同意书。

1.1.1 纳入标准 (1) 在我院严格进行视力、眼位、注视性质及眼部检查,确诊为弱视的>3~14 周岁儿童[3 周岁<年龄≤4 周岁儿童最佳矫正视力正常下限为 LogMAR 0.4;4 周岁<年龄≤5 周岁儿童最佳矫正视力正常下限为 LogMAR 0.3;>5 周岁儿童最佳矫正视力正常下限为 LogMAR 0.2;按上述标准判断低于相应年龄视力或双眼

视力相差 2 行及以上者]^[2];(2) 自愿接受弱视治疗并遵从治疗安排,能持续弱视治疗 6mo 以上;(3) 能定期按要求完成训练和复查。

1.1.2 排除标准 具有以下任一情况时予以排除:(1) 年龄过小,3 周岁及以下不能有效配合训练者;(2) 年龄过大,超过 14 周岁或既往患有弱视的成年患者;(3) 伴眼球震颤、眼位偏斜达到手术标准者、非黄斑中心凹注视需脱抑制治疗者;(4) 中途中断治疗超过 3d 者;(5) 3mo 内进行过弱视治疗者;(6) 未按预设方案进行检查和治疗者。

1.2 方法

1.2.1 门诊检查 所有弱视儿童均进行眼部检查,包括视力、电脑验光、眼压、眼位、眼球运动、注视性质、裂隙灯检查、眼底检查等排除器质性病变。在最佳矫正视力(BCVA)下进行 P-VEP 检查,记录 P₁₀₀ 潜伏期和振幅。根据最佳矫正视力进行弱视程度分级:轻度:BCVA(LogMAR)≤0.2;中度:0.3≤BCVA(LogMAR)≤0.7;重度:BCVA(LogMAR)≥0.8。

1.2.2 治疗方法

1.2.2.1 传统综合疗法 传统综合疗法包括屈光矫正(1%阿托品标准散瞳,检影验光及屈光矫正,每 3mo 重复散瞳验光 1 次,根据需要调整矫正眼镜)+遮盖/压抑(双眼视力相差 2 行以上,行遮盖优势眼每天不低于 6h,双眼视力相差 2 行以内,遮盖依从性差者改为压抑疗法)+精细目力训练(如穿珠子、穿扣子、找不同、描图等),由专业眼科医师进行指导,每天 30min)。

1.2.2.2 PVEP-CD 综合疗法 PVEP-CD 综合疗法包括屈光矫正+遮盖/压抑+PVEP-CD。屈光矫正及遮盖/压抑方法与传统综合疗法一致。PVEP-CD:患儿屈光矫正后,采集双眼 P-VEP 中 P₁₀₀ 波最稳定、振幅最大时对应的空间频率刺激参数,选取患儿感兴趣、符合其年龄阶段的游戏模式,制作成个体化自律空间频率训练光盘。嘱患儿每天早晚 2 次双眼交替训练各 10min,训练时一眼全遮盖,另一眼注视电脑屏幕,屏幕背景为该患儿最佳刺激空间频率的黑白棋盘格/光栅翻转图像,通过手-眼-脑配合完成一定难度的游戏,游戏模块也包含描图、找不同等精细目力训练,故无需额外进行精细目力训练。

1.2.3 疗效评价 治疗前和治疗 6mo 后分别进行 BCVA 和近立体视锐度检测,采用 1%阿托品眼用凝胶散瞳验光,复瞳,检测 BCVA 并配镜,在 BCVA 下进行双眼近立体视功能检查(Titmus stereo test FLY 图卡),记录近立体视锐度值,并观察不良反应发生情况。根据弱视眼 BCVA 和双眼近立体视锐度改善情况评估临床疗效。

临床疗效评价标准:(1)弱视眼 BCVA:1)无效:BCVA 退步、不变或提高仅 1 行;2)有效:BCVA 提高 2 行或 2 行以上。如 BCVA 提高至 0.9 或以上(LogMAR<0.1),则视为基本痊愈,仍予维持治疗巩固随访。(2)双眼近立体视锐度:0 级:无立体视或>800sec;1 级:800sec;2 级:400sec;3 级:200sec;4 级:140sec;5 级:100sec;6 级:80sec;7 级:60sec;8 级:50sec;9 级:40sec。1)无效:立体视锐度级别

表1 两组患儿基本资料的比较

组别	例数/眼数	男/女(例)	年龄($\bar{x}\pm s$, 周岁)		弱视类型 (A/B/C, 例)	双眼近立体视锐度等级 [$M(P25, P75)$, 级]
			<6 周岁	≥6 周岁		
传统综合疗法组	19/27	9/10	4.78±0.64	8.73±1.83	8/9/2	5(2,6)
PVEP-CD 综合疗法组	19/27	8/11	4.83±0.74	8.23±2.83	8/8/3	4(0,5)
<i>t</i> / <i>Z</i> /Fisher		-	-0.199	0.363	-	-1.624
<i>P</i>		1.000	0.844	0.724	1.000	0.104

组别	例数/眼数	BCVA[$M(P25, P75)$, LogMAR]		弱视眼 P-VEP 检查[$M(P25, P75)$]	
		轻度弱视	中度弱视	P_{100} 潜伏期(ms)	P_{100} 波峰值(μv)
传统综合疗法组	19/27	0.20(0.20, 0.20)	0.40(0.30, 0.48)	137.00(97.00, 141.50)	10.29(6.29, 15.50)
PVEP-CD 综合疗法组	19/27	0.20(0.20, 0.20)	0.40(0.33, 0.48)	138.50(110.00, 142.50)	7.23(5.94, 9.32)
<i>Z</i>		0.000	-0.672	-0.597	-1.462
<i>P</i>		1.000	0.502	0.550	0.144

注:A:屈光不正;B:屈光参差;C:斜视性。

表2 不同年龄弱视患儿视力改善情况

年龄(周岁)	组别	眼数	弱视眼 BCVA 改善有效(眼, %)	弱视眼 BCVA 提高[$M(P25, P75)$, 行]
<6	传统综合疗法	19	17(89)	2(2,3)
	PVEP-CD 综合疗法	19	16(84)	3(2,3)
	<i>Z</i> /Fisher		-	155.50
	<i>P</i>		1.000	0.436
≥6	传统综合疗法	8	7(88)	2(2,2)
	PVEP-CD 综合疗法	8	7(88)	3(2,4)
	<i>Z</i> /Fisher		-	11.00
	<i>P</i>		1.000	0.018

未有提高,甚至下降;2)有效:立体视锐度级别提高。

统计学分析:原始数据采用 EpiData3.1 软件管理,双份独立输入,核对无误后采用 SPSS 19.0 软件分析。符合正态分布的计量资料采用 $\bar{x}\pm s$ 表示,两组间比较采用独立样本 *t* 检验;不符合正态分布的计量资料采用 $M(P25, P75)$ 表示,两组间比较采用 Mann-Whitney *U* 秩和检验。计数资料采用 $n(\%)$ 表示,两组间比较采用 Fisher 精确概率法或卡方检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患儿基本资料 本研究纳入患儿 38 例 54 眼,传统综合疗法组 19 例 27 眼,其中 <6 周岁者 13 例 19 眼,≥6 周岁者 6 例 8 眼;轻度弱视者 5 例 7 眼,中度弱视者 14 例 20 眼;PVEP-CD 综合疗法组 19 例 27 眼,其中 <6 周岁者 13 例 19 眼,≥6 周岁者 6 例 8 眼;轻度弱视者 4 例 7 眼,中度弱视者 15 例 20 眼。治疗前,两组患儿性别构成比、年龄、弱视类型、双眼近立体视锐度等级、不同程度弱视眼视力、弱视眼 P-VEP 检查结果(P_{100} 潜伏期、 P_{100} 波峰值)比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),见表 1。

2.2 两组患儿疗效比较

2.2.1 两组患儿视力改善情况 治疗 6mo 后,两组患儿弱视眼 BCVA 均明显改善,传统综合疗法组有效率为 89%(24/27),PVEP-CD 综合疗法组有效率为 85%(23/27),两组间差异无统计学意义($\chi^2 = 0.000, P = 1.000$),但 PVEP-CD 综合疗法组患儿 BCVA 提高行数[3(2,3)行]大于传统综合疗法组[2(2,3)行],差异有统计学意义

($Z = 252.00, P = 0.038$)。

2.2.2 两组患儿近立体视改善情况 治疗 6mo 后,两组患儿双眼近立体视锐度均明显改善,传统综合疗法组有效率为 53%(10/19),PVEP-CD 综合疗法组有效率为 89%(17/19),两组间差异有统计学意义($P = 0.029$),且 PVEP-CD 综合疗法组患儿双眼近立体视锐度提高等级[2(1,4)级]高于传统综合疗法组[1(0,3)级],差异有统计学意义($Z = 105.50, P = 0.025$)。

2.2.3 不同年龄弱视患儿视力改善情况 治疗 6mo 后,不同年龄患儿弱视眼 BCVA 均明显改善。<6 周岁患儿中,传统综合疗法组有效率为 89%,PVEP-CD 综合疗法组有效率为 84%,两组间差异无统计学意义($P = 1.000$),PVEP-CD 综合疗法组患儿 BCVA 提高行数大于传统综合疗法组,但差异无统计学意义($Z = 155.50, P = 0.436$)。≥6 周岁患儿中,两组有效率均为 88%,但 PVEP-CD 综合疗法组患儿 BCVA 提高行数大于传统综合疗法组,差异有统计学意义($Z = 11.00, P = 0.018$),见表 2。

2.2.4 不同年龄弱视患儿近立体视改善情况 治疗 6mo 后,不同年龄患儿双眼近立体视锐度均明显改善。<6 周岁患儿中,传统综合疗法组有效率为 54%,PVEP-CD 综合疗法组有效率为 85%,两组间差异无统计学意义($P = 0.202$),PVEP-CD 综合疗法组患儿双眼近立体视锐度提高等级高于传统综合疗法组,差异无统计学意义($Z = 54.50, P = 0.114$)。≥6 周岁患儿中,传统综合疗法组有效率为 50%,PVEP-CD 综合疗法组有效率为 100%,两组

表 3 不同年龄弱视患儿近立体视改善情况

年龄(周岁)	组别	例数	双眼近立体视锐度改善有效 (例,%)	双眼近立体视锐度提高等级 [M(P25,P75),级]
<6	传统综合疗法	13	7(54)	1(0,2)
	PVEP-CD 综合疗法	13	11(85)	2(1,4)
	Z/Fisher		-	54.50
	P		0.202	0.114
≥6	传统综合疗法	6	3(50)	1(0,4)
	PVEP-CD 综合疗法	6	6(100)	3(2,6)
	Z/Fisher		-	8.50
	P		0.182	0.122

表 4 不同程度弱视患儿视力改善情况

弱视程度	组别	眼数	弱视眼 BCVA 改善有效(眼,%)	弱视眼 BCVA 提高[M(P25,P75),行]
轻度	传统综合疗法	7	6(86)	2(2,2)
	PVEP-CD 综合疗法	7	4(57)	1(1,2)
	Z/Fisher		-	17.50
	P		0.559	0.254
中度	传统综合疗法	20	18(90)	2(2,3)
	PVEP-CD 综合疗法	20	19(95)	3(3,4)
	Z/Fisher		-	97.50
	P		1.000	0.003

表 5 不同程度弱视患儿近立体视改善情况

弱视程度	组别	例数	双眼近立体视锐度改善有效 (例,%)	双眼近立体视锐度提高等级 [M(P25,P75),级]
轻度	传统综合疗法	5	0	0(0,0)
	PVEP-CD 综合疗法	4	3(75)	2(0,4)
	Z/Fisher		-	2.50
	P		0.048	0.029
中度	传统综合疗法	14	10(71)	1(0,3)
	PVEP-CD 综合疗法	15	14(93)	3(1,5)
	Z/Fisher		-	71.50
	P		0.169	0.135

间差异无统计学意义($P=0.182$),PVEP-CD 综合疗法组患儿双眼近立体视锐度提高等级高于传统综合疗法组,但差异无统计学意义($Z=8.50, P=0.122$),见表 3。

2.2.5 不同程度弱视患儿视力改善情况 治疗 6mo 后,不同程度弱视眼 BCVA 均明显改善。轻度弱视患儿中,传统综合疗法组有效率为 86%,PVEP-CD 综合疗法组有效率为 57%,两组间差异无统计学意义($P=0.559$),PVEP-CD 综合疗法组患儿 BCVA 提高行数小于传统综合疗法组,差异无统计学意义($Z=17.50, P=0.254$)。中度弱视患儿中,传统综合疗法组有效率为 90%,PVEP-CD 综合疗法组有效率为 95%,两组间差异无统计学意义($P=1.000$),但 PVEP-CD 综合疗法组患儿 BCVA 提高行数大于传统综合疗法组,差异有统计学意义($Z=97.50, P=0.003$),见表 4。

2.2.6 不同程度弱视患儿近立体视改善情况 治疗 6mo 后,不同程度弱视患儿双眼近立体视锐度均明显改善。轻

度弱视患儿中,传统综合疗法组有效率为 0,PVEP-CD 综合疗法组有效率为 75%,两组间差异有统计学意义($P=0.048$),PVEP-CD 综合疗法组患儿双眼近立体视锐度提高等级高于传统综合疗法组,差异有统计学意义($Z=2.50, P=0.029$)。中度弱视患儿中,传统综合疗法组有效率为 71%,PVEP-CD 综合疗法组有效率为 93%,两组间差异无统计学意义($P=0.169$),PVEP-CD 综合疗法组患儿双眼近立体视锐度提高等级高于传统综合疗法组,但差异无统计学意义($Z=71.50, P=0.135$),见表 5。

2.3 并发症情况 随访 6mo,两组患儿在临床治疗过程中均未发生治疗相关的严重干眼症、视疲劳等并发症及严重不良事件。

3 讨论

双眼视觉不对等可诱导视觉中枢系统的双眼竞争抑制,双眼视觉经验的不对等导致立体视功能的异常^[9],成

为弱视形成的重要原因^[10-11]。目前,弱视治疗^[11]一般在视觉发育敏感期内消除阻断视觉刺激的因素,矫正异常视觉经历,调整双眼异常相互作用,从而最终恢复良好的双眼视功能(同时视、融合、立体视)。双眼视功能不仅包括视力水平和视觉敏感度,还包括了双眼立体视觉功能,良好的双眼视是人类完成高级视觉活动如空间定位的保证^[9],立体视功能检测在弱视治疗中尤为重要,且可作为弱视疗效指标之一^[12]。因此,寻求有效的弱视治疗方法,提高双眼视力水平,并且促进良好双眼立体视形成,是弱视治疗的关键和最终目标。

P-VEP 利用合适空间频率和时间频率的图像交替变换刺激视网膜,记录视网膜到视皮层视传导的电位变化^[13]。弱视儿童 P-VEP 中 P₁₀₀潜伏期常延迟、振幅降低,反映出视觉中枢神经元功能减退,对外界视觉信号的敏感性降低,弱视治疗后 P₁₀₀潜伏期延迟现象可不同程度得到改善^[14-15]。本研究采用 P-VEP 检测出弱视患者在不同空间频率的潜伏期与振幅,找到最合适该弱视患者的空间频率作为治疗时的刺激信号,确定敏感的空间频率后,将数据输入训练光盘中,进行相应的视觉训练。患者训练时空间频率持续翻转并具有高对比度,可提高视觉神经节细胞的精细图形刺激,有效刺激视觉中枢,促进弱视儿童视神经和功能恢复,提高疗效^[16]。

与既往研究结果一致^[17-18],本研究发现,PVEP-CD 综合疗法与传统疗法均能有效提高弱视眼 BCVA,BCVA 治疗有效率达 85% 及以上,且弱视儿童立体视锐度改善有效率 PVEP-CD 综合疗法组显著高于传统综合疗法组;进一步分析发现,PVEP-CD 综合疗法能在同样疗程内较传统综合疗法较大幅度提高弱视眼 BCVA 和双眼立体视锐度等级,疗效显著。研究表明,视觉神经发育可塑性随年龄增长变差,如果能及时、有效地进行弱视治疗,对双眼视神经进行有效刺激,促进双眼视功能的尽早全面康复是非常重要的^[9,19-20]。

Koo 等^[21]研究结果显示年龄增长对弱视疗效具有影响。本研究显示,不同年龄患儿中,PVEP-CD 综合疗法组弱视眼 BCVA 提高行数、双眼近立体视锐度改善有效率及提高等级均较传统综合疗法组高;且在弱视治疗相对困难的高龄(≥6 周岁)儿童中,PVEP-CD 综合疗法优势更显著。PVEP-CD 综合疗法不仅能够个体化采集敏感空间频率刺激参数进行个体化训练,而且该治疗根据病情恢复的不同阶段,不断更新不同时期的敏感空间频率,以适应患儿当前视功能状态,提高了对视觉中枢神经细胞的实时有效刺激,在不同年龄疗效稳定。与传统疗法比较,疗效稳定。

在中度弱视儿童中,PVEP-CD 综合疗法组弱视眼 BCVA 改善有效率及提高行数,双眼近立体视锐度改善有效率及提高等级均较传统综合疗法高;在轻度弱视儿童中,PVEP-CD 综合疗法组双眼近立体视锐度改善有效率及提高等级均较传统综合疗法高。与传统综合疗法相比,PVEP-CD 综合疗法采用敏感刺激参数直接高强度刺激视觉通路,减少双眼竞争抑制,有效促进大脑高级视觉中枢

立体视觉的处理能力。PVEP-CD 综合疗法融合了符合弱视儿童年龄发育水平的个性化趣味游戏、图片、音乐,能很好地吸引儿童注意力,寓练于游戏中,训练的趣味性、依从性较传统疗法高。另外,训练过程中需眼、耳、手、脑的协调合作,可促进儿童的全面发展,提高弱视治疗的速度和效果^[18]。

另外,临床工作及研究中,我们发现 PVEP-CD 综合疗法组儿童 P-VEP 中 P₁₀₀波潜伏期延迟或波峰降低的情况较传统综合疗法组改善更为明显,提示敏感空间频率强化视觉刺激,可使异常的视觉神经传导得以较快改善;但 P-VEP 检测结果个体间差异明显,不同个体间 P₁₀₀波潜伏期降幅和波峰增幅标准差较大,故未作为疗效指标,考虑可能与神经组织结构及传导的个体差异以及弱视类型、弱视严重程度等不同有关^[22],今后将加大样本量,进行不同弱视严重程度的相关研究。同时,我们发现,同一个体 P-VEP 结果存在双眼相对一致性,可能与同一个体双眼视觉通路组织结构有关^[23],建议 P-VEP 监测结果可用于同一个体不同时间双眼的自身对照,而不用不同个体间的直接比较。此外,弱视治疗后即使弱视眼 BCVA 达到治愈标准,但弱视眼 P₁₀₀波潜伏期较对侧正常眼仍相对延长或振幅相对偏低,提示弱视患者双眼视觉功能未完全恢复,故本研究在监测 BCVA 的基础上,加入了双眼立体视锐度检测,疗效评估指标更完善,以更全面了解弱视治疗后的疗效。建议弱视眼矫正视力达到基本治愈标准后,仍需较长时间的巩固治疗及随访。

综上所述,PVEP-CD 综合疗法与传统综合疗法均可有效提高弱视眼 BCVA,临床疗效显著。与传统综合疗法相比,PVEP-CD 综合疗法运用个体化的视觉刺激敏感参数,能在同等治疗时间内较大幅度提高弱视眼 BCVA 和双眼近立体视锐度等级,更有效促进弱视儿童双眼视功能全面康复,尤其在提升较大年龄、较严重弱视眼 BCVA,改善轻度弱视儿童双眼近立体视功能恢复中 PVEP-CD 综合疗法更有优势,操作简单,趣味性强,依从性高。本研究也存在不足,部分结果显示 PVEP-CD 综合疗法虽疗效指标较传统疗法高,但差异不显著,考虑可能与样本量有关,后期本研究组将进行更大样本量及更长时间的疗效观察。

参考文献

- 1 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
- 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 Papageorgiou E, Asproudis I, Maconachie G, et al. The treatment of amblyopia; current practice and emerging trends. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2019; 257(6): 1061-1078
- 4 Hussain Z, Astle AT, Webb BS, et al. The challenges of developing a contrast-based video game for treatment of amblyopia. *Front Psychol* 2014; 5: 1210
- 5 陈亚江. 影响儿童弱视治疗效果的相关因素分析. 中国医药指南 2016; 14(25): 68-69
- 6 张丽娟, 杜松龄, 王蕾. 影响儿童弱视疗效的因素分析. 临床医药文献电子杂志 2019; 6(32): 48

- 7 李蕾, 付晶. 弱视及弱视相关双眼视功能损害治疗的新进展. 中华眼科医学杂志(电子版) 2016; 6(1): 47-50
- 8 Hosseinmenni S, Talebnejad MR, Jafarzadehpur E, et al. P100 Wave Latency in Anisometropic and Esotropic Amblyopia versus Normal Eyes. *J Ophthalmic Vis Res* 2015; 10(3): 268-273
- 9 Levi DM, Knill DC, Bavelier D. Stereopsis and amblyopia: A mini-review. *Vision Res* 2015; 114: 17-30
- 10 Birch EE. Amblyopia and binocular vision. *Prog Retin Eye Res* 2013; 33: 67-84
- 11 罗妍. 弱视抑制的研究进展. 中华实验眼科杂志 2019; 37(7): 588-592
- 12 陈瑶, 封利霞. 临床已治愈弱视患者立体视功能的研究. 安徽医科大学学报 2017; 52(9): 1409-1412
- 13 张奥, 严兴科, 刘安国. 弱视的临床视觉电生理研究进展及其评述. 国际眼科杂志 2016; 16(7): 1279-1282
- 14 Zhou J, Li L, Zhang P, et al. Tilt after-effect from high spatial-frequency patterns in the amblyopic eye of adults with anisometropic amblyopia. *Sci Rep* 2015; 5: 8728
- 15 Heravian J, Daneshvar R, Dashti F, et al. Simultaneous pattern visual evoked potential and pattern electroretinogram in strabismic and anisometropic amblyopia. *Iran Red Crescent Med J* 2011; 13(1): 21-26
- 16 张学印. P-VEP 敏感空间频率刺激综合疗法治疗弱视的临床观察. 中国医药导刊 2016; 18(2): 123-124
- 17 Dadeya S, Dangda S. Television Video Games in the Treatment of Amblyopia in Children Aged 4-7 Years. *Strabismus* 2016; 24(4): 146-152
- 18 杨玉珠, 刘永民. 多媒体训练系统与传统方法治疗弱视的疗效对比. 实用医学杂志 2016; 32(16): 2652-2655
- 19 Hess RF, Thompson B, Baker DH. Binocular vision in amblyopia: structure, suppression and plasticity. *Ophthalmic Physiol Opt* 2014; 34(2): 146-162
- 20 李博, 李龙, 邹云春. 视觉可塑性相关因子和环境对弱视治疗影响的研究进展. 国际眼科杂志 2018; 18(10): 1822-1825
- 21 Koo EB, Gilbert AL, VanderVeen DK. Treatment of Amblyopia and Amblyopia Risk Factors Based on Current Evidence. *Semin Ophthalmol* 2017; 32(1): 1-7
- 22 张鑫, 杨胜家. 不同类型弱视儿童治疗前后图形诱发电位的变化. 中国斜视与小儿眼科杂志 2017; 25(3): 34-37
- 23 邬涵韵, 张黎. 弱视解剖生理变化及治疗进展. 国际眼科杂志 2019; 19(7): 1154-1157