

引文格式:王建伟,接传红,孟宁.微视野计下黄斑疾病低视力康复训练研究进展[J].眼科新进展,2018,38(6):597-600. doi:10.13389/j.cnki.rao.2018.0141

【文献综述】

微视野计下黄斑疾病低视力康复训练研究进展[△]

王建伟 接传红 孟宁

作者简介:王建伟,男,1975年2月出生,河北省玉田县人,硕士,主治医师。研究方向:眼底病。联系电话:010-6868877-8814, E-mail: wjw-fmmu@126.com; ORCID: 0000-0002-6901-6217

About WANG Jian-Wei: Male, born in February, 1975. Master degree. E-mail: wjwfmnu @ 126. com; ORCID: 0000-0002-6901-6217

收稿日期:2017-11-21
修回日期:2018-03-09
本文编辑:王燕

△基金项目:首都卫生发展科研专项重点攻关项目(编号:2016-1-4181);中国中医科学院自主选题(编号:ZZ0808008);中国中医科学院眼科医院自主选题(编号:201705)

作者单位:100040 北京市,中国中医科学院眼科医院糖尿病眼病科

通讯作者:接传红, E-mail: jiechuanhong@163.com; ORCID: 0000-0002-0076-9923

Received date: Nov 21, 2017
Accepted date: Mar 9, 2018

Foundation item: Key Research Project of the Capital Health Development Research Fund (No:2016-1-4181); The Independent Subject of China Academy of Chinese Medical Sciences (No: ZZ0808008); The Independent Subject of the Eye Hospital of China Academy of Chinese Medical Sciences (No: 201705)

From the Department of Diabetic Eye, Eye Hospital, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100040, China

Responsible author: JIE Chuan-Hong, E-mail: jiechuanhong @ 163. com; ORCID: 0000-0002-0076-9923

病的进展,难以治愈。低视力康复可以利用这类患者残存的有用视力,改善生活质量,提高日常生活的参与度和独立性。其中,新近发展的微视野计成为当前低视力康复训练研究热点,本文就微视野计下黄斑疾病的低视力康复训练研究进展进行综述。

1 微视野计对黄斑疾病中心暗点的研究

微视野计拓展了传统测量方法对中心暗点的认

Research advances in low-vision rehabilitation by means of microperimeter biofeedback examination in patients with different macular diseases

WANG Jian-Wei, JIE Chuan-Hong, MENG Ning

【Abstract】 In macular diseases, there is a typical development of a central scotoma which is responsible for the central visual acuity loss, reading speed reduction and changing in fixation stability. The prevention and treatment of degenerative macular disease have not yet received satisfying functional results. Effectiveness of biofeedback treatment in visual rehabilitation has been evidenced in several studies. The microperimeter can improve their visual abilities and lay the basis for new, more manageable visual aids by using cerebral plasticity and neurosensorial adaptation to the central scotoma of patients with macular diseases. The purpose of this review is to summarize key findings on characteristics of central scotoma, the plasticity of human visual system and visual rehabilitation via microperimetry.

【Key words】 low-vision rehabilitation; macular disease; microperimeter; biofeedback; preferred retinal locus

【摘要】 黄斑疾病随着中心暗点发展,可引起中心视力丧失、阅读速度及固视稳定性下降。目前,退化性黄斑疾病的预防和治疗仍无令人满意的效果,多项研究证实生物反馈治疗对视觉康复的有效性。微视野计利用黄斑疾病患者对中心暗点的大脑皮质可塑性和神经感觉适应可提高视功能,并为更新、更易管理的视觉辅助治疗奠定基础。本文从微视野计对黄斑疾病中心暗点的研究、视觉皮质可塑性、微视野计下低视力康复训练机制及临床研究几个方面进行综述。

【关键词】 低视力康复;黄斑疾病;微视野;生物反馈;优选视网膜注视点

【中图分类号】 R774.5

黄斑疾病包括年龄相关性黄斑变性、高度近视黄斑病变、创伤(或手术)后黄斑瘢痕、Stargardt's病、视锥细胞营养不良、卵黄样营养不良等,这类眼病表现为中心视力明显下降、中心暗点逐渐增大,可降低阅读速度、空间感知、对比敏感度、颜色感知、眼球运动性、立体视觉和固视稳定性,并伴有视野和视觉障碍中光晕出现。在现实世界的主要影响是患者日常活动如阅读及驾驶能力的丧失。世界卫生组织估计,年龄相关性黄斑疾病导致800万人严重视力受损^[1]。在我国,近视性黄斑病变和年龄相关性黄斑变性(age-related macular degeneration, AMD)在视力损伤的病因中分别排在第二、第三位^[2],黄斑疾病已成为视力不可逆损伤的主要病因^[2-3]。目前黄斑疾病可采用药物、激光、光动力学、玻璃体内注射抗血管内皮生长因子药物及手术等治疗,但仅能限制疾病,并为测量提供了更加准确的选择。传统视野以稳定中心凹固视为前提,而黄斑疾病通常是旁中心固视,不稳定的偏心固视限制了传统视野测量黄斑暗点的准确性。微视野计结合了眼底照相与自动视野检测技术,将视网膜敏感度地图与眼底图像直接对应,实现了结构检查与功能检测的结合。其眼位追踪系统可即时监测固视,自动补偿眼动,从而精确测定黄斑部位的功能。微视野计在老年性黄斑变性

中心暗点的研究中发现中心暗点有各种形状(圆形、环形、不规则形),在疾病起始时中心暗点直径通常小于 10° ,进展期范围大多在 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 。在地图样萎缩老年性黄斑变性患者的纵向研究中发现,在疾病不同阶段暗点大小的进展。中心暗点通常宽度大于高度,更像横椭圆,而生理盲点更像竖椭圆形^[4]。暗点大小与固定稳定性无相关性,在偏心度增加时固视更不稳定。Meleth等^[5]检测了18例双眼地图样萎缩的老年性黄斑变性患者,发现随着病情的进展,暗点数以平均每年4.4个的速度递增,视网膜敏感度也随之下降。研究发现黄斑绝对暗点大小是最大阅读速度的预测因素,绝对暗点在固视点右侧比其他位置阅读速度慢^[6]。

2 微视野计下黄斑疾病的低视力康复训练机制研究

2.1 低视力康复训练的理论基础(视觉皮质可塑性研究)

应用微视野计进行低视力康复训练的理论基础是黄斑疾病患者显示了明确的视觉皮质可塑性。这主要来源于两方面的证据,一是患者自发采用一个新的优选视网膜注视点(preferred retinal locus, PRL)以获得偏心注视。另一方面影像学功能磁共振(functional magnetic resonance imaging, fMRI)研究证明黄斑疾病患者与中心凹匹配区域的视觉皮质重组^[7]。

2.1.1 优选视网膜注视点研究

健康人通过中心凹扫视目标执行日常任务,如阅读、散步、或面部识别。中心视力丧失患者,视野被限制到非中心凹区域,用非中心凹区域扫视和固视,以补偿中心凹输入信息的缺失。这个非中心凹区域作为假中心凹,允许患者获得相关视觉信息。这一区域称为PRL,其定义为:经过反复特定视觉目标或任务训练后而形成的一个或多个功能性视网膜的特定区域,其同样可以具有注意力和眼动的调节能力^[8]。

Walsh等^[9]研究发现健康人视觉对模拟中心暗点进行视觉搜索训练时的适应。Barraza-Bernal等^[10]发现通过系统刺激重新定位可以在PRL发展早期阶段诱导PRL,且不影响PRL发展,正常视力的人也能以快速自发的方式发展PRL。已经证明,双眼黄斑疾病患者的眼球运动从中央凹向PRL的转变是可能的。Tarita-Nistor等^[11]发现可训练新PRL,学习转换到未训练区,提高固视稳定性。PRL引导眼球运动的能力与阅读速度和正确阅读率的相关性比视力或暗点更强^[1]。Riss-Jayle等^[12]发现PRL大多数位于上方和右侧视网膜,低视力康复不成功与PRL的偏心率和角度无关,仅与PRL缺失有关。有关PRL的研究结果对视力损伤患者发展PRL训练策略提供了可能性。

2.1.2 视觉皮质重塑的fMRI研究

近年来一些研究团队利用fMRI研究PRL与视觉皮质功能的对

应关系,发现黄斑疾病患者在中心凹对应的视觉皮质区域产生皮质重塑。Chung等^[13]发现中心视力丧失患者的眼动和感觉视觉系统从黄斑中心凹到PRL的位置发生了变化,意味着视觉系统是可塑的,可以通过经验进行修改。长时间黄斑损伤影响中心凹,而利用周边视力,和正常视野相比拥挤的比例明显不同,结果表明伴随黄斑损伤的长期适应,皮质处理不同^[14]。Liu等^[15]研究发现黄斑变性患者PRL比其他偏心的视网膜区域具有更广泛的视觉皮质代表性;在青少年黄斑变性(juvenile macular degeneration, JMD)和AMD有早期视觉皮质不完全功能重组,且在JMD更为突出;反馈信号可能与注意有关,在重组中发挥重要作用。Dilks等^[16]发现黄斑变性剥夺黄斑中心凹信息输入,中心凹皮质开始对周边视网膜位置的刺激出现反应。2例黄斑变性患者对出现在PRL或非PRL偏心位置的刺激,中心凹皮质呈现出明显的活化。在黄斑变性患者中心凹功能完全丧失可能是视觉加工大比例重组的必要条件^[17]。Clara等^[18]发现JMD患者比健康人具有镜像对称的更好视觉,表明旁中心凹皮质重组。

2.2 微视野计下生物反馈训练机制

微视野计新的生物反馈策略旨在提高视网膜敏感性和固视稳定性,进而提高患者的视力及视觉质量。传统改善低视力手段如光学辅助设备使人感觉不舒适,且放大倍率越高,视野越受限。随着微视野技术的发展,人们能更好了解视觉康复的认知过程,并作为诊断和治疗工具,帮助患者更好定义PRL和提高PRL的稳定性,进而帮助患者重建眼动系统,产生稳定的偏心固视,提高生活质量。

微视野计生物反馈训练要求患者根据音频或光学反馈来移动眼球,告诉他们是否越来越接近所选的固定位置,由视听反馈引导信号将他们的目光移动到微视野计内部的视网膜靶标位置。声音增加了患者的意识,从而促进视觉目标的锁定并增加目标本身在视网膜上的停留时间。微视野计应用大脑的可塑性和对黄斑疾病中心暗点的神经感觉适应,提高患者视功能,为新的更多的管理辅助视功能提供基础。

微视野计生物反馈训练的机制,可能是促进脊髓内神经元之间以及视网膜和大脑之间的刺激传播,在这里发生最高程度的刺激处理,从而支持“再现现象”。皮质重排以及结果填充可能在训练PRL中起重要作用。黄斑疾病受损视网膜除坏死光感受器和外层视网膜,包含残存细胞,通过其他剩余通道和联系通路,放大和整合视网膜和脑皮质可塑性^[19]。音频反馈有利于刺激视网膜神经元之间及视网膜和大脑之间的传输,这是最高水平的刺激发生过程,从而支持“再现现象”^[1]。生物反馈训练通过增加注意调节,帮助大脑记忆最后固视点,从而为黄斑疾病及中心暗点患者提供PRL完成视觉任务。

3 微视野计下黄斑疾病低视力康复训练的临床应用

微视野计对视力破坏和缺乏稳定中心固视的黄斑疾病患者进行康复训练的目的在于提高固视稳定性和阅读能力。国外学者应用微视野计对黄斑疾病所致低视力进行了系列研究,证明微视野计下生物反馈训练可以提高黄斑疾病所致低视力患者的最佳矫正视力、视网膜敏感度、固视稳定性、阅读速度等,进而提高患者的生活质量。

3.1 微视野计在各种黄斑疾病低视力康复训练中的应用 微视野计可应用于以中心暗点为特征的各类黄斑疾病的低视力康复^[1]。多个研究团队均证明了微视野计下生物反馈训练对老年性黄斑变性的有效性,训练可提高患者最佳矫正视力、固视稳定性和阅读速度^[19-21]。例如,Pacella等^[22]对较大样本的黄斑疾病患者(99例171眼,其中包括AMD122眼)进行研究,发现训练后130眼(76.02%)视力明显改善,其中AMD92眼,近视黄斑变性38眼。微视野计生物反馈训练还可提高近视黄斑变性患者视功能。Vingolo等^[23]发现训练可显著改善最佳矫正视力、视觉诱发电位P100振幅、视网膜敏感度、中心2°视网膜固视、95%二元椭圆形轮廓面积。Raman等^[24]发现训练后,1a随访视网膜敏感度、2°半径固视点、眼动速度均有所提高。年龄相关性黄斑病变的视功能也可以通过微视野计的训练加以改善,研究发现训练后所有患者视力、注视稳定性、视网膜敏感度、阅读速度均提高。Bethlehem等^[25]发现青少年黄斑变性PRL不是中心凹固视,而是远离最初固视点,增加了固视不稳定。Scuderi等^[26]报道了1例26岁女性Stargardt病患者训练后,最佳矫正视力、视网膜敏感度、固视、二元椭圆形面积、阅读速度均获改善。Amore等^[27]研究证实视力损害降低阅读能力与固视不稳定相关,而且阅读速度与2°和4°直径固视点比例及二元椭圆形轮廓面积强相关。Crossland等^[28]发现微视野计二元椭圆形轮廓可以量化黄斑疾病的固视稳定性。

3.2 微视野计在低视力康复训练方法的研究 由于黄斑疾病进展,PRL双眼不对称,使用生物反馈训练的视觉康复大多单眼进行。通常选择患者的最佳或优势眼进行康复。微视野生物反馈训练每次10 min,大多训练10~16次即可明显改善患者视觉功能。生物反馈训练方法不同,有微视野计的光学、声学生物反馈及微视野计联合其他训练手段,在AMD低视力康复研究中,Vingolo等^[19]发现在训练患者更改PRL方面,光学生物反馈比声音生物反馈效果更好。Amore等^[20]发现闪烁模式比标准模式的生物反馈训练叠加效果更佳。微视野计联合Visual Pathfinder可提高近视黄斑病变视功能^[23]。

3.3 低视力康复训练存在问题及其他应用 目前

微视野计下低视力康复训练存在的主要问题是新PRL位置的选择、训练初期固视不稳定及训练后长期效果回退等问题。新PRL位置的选择是低视力康复训练的关键,微视野计下康复训练通常选择暗点2°直径范围内的上方或右侧位置作为PRL,以利于提高患者阅读能力,但多种因素影响这一过程,需要根据临床经验慎重选择^[1,22]。微视野计生物反馈训练在训练前3周固视波动大,因其是心理生理过程,影响患者的信心,前3周(视力及主观症状是否改善)是训练成败的关键时期。探讨有效提高早期训练效果的方式尚需进一步研究。有研究在黄斑疾病康复训练后12个月的随访中发现,19.23%眼(25眼/130眼)通过训练改善的视功能出现回退,如何在训练后随访、巩固训练成果尚需进一步研究^[22]。

目前大多研究均证实微视野生物反馈训练对具有中心10°范围视野缺损的较大中心暗点的优势眼有效。而由于控制注视偏移减少量,可避开暗点区,有关小中心暗点视觉训练有效性报道较少,Morales等^[29]对1例假性卵黄样营养不良患者进行了双眼低视力康复训练,患者阅读速度、视力、视网膜敏感度、注视稳定度均明显改善。这一研究证明了视觉训练对双眼具有小中心暗点黄斑疾病的有效性。微视野视觉训练的应用范围也更加广泛,Ueda-Consolvo等^[30]应用MAIA微视野计对经手术成功闭合裂孔的特发黄斑裂孔患者进行了PRL重新定位,发现训练可提高经成功黄斑裂孔手术后最佳矫正视力恢复不足患者的视力。Verboschi等^[31]发现生物反馈训练可提高进展期青光眼患者固视稳定性、阅读速度和生活质量。

4 微视野计下低视力康复训练的应用展望

黄斑疾病导致低视力患者,仅有小部分能够通过医学治疗得以提高视力。然而对于大多数患者来说,现有的医学治疗只能暂时限制病情的进展,而不是治愈患者。随着人口老龄化的发展,在经有效治疗后仍有大量黄斑疾病所致低视力的患者需要进行黄斑“重建”康复治疗。微视野计通过检查黄斑功能、PRL位置等信息帮助患者选择新的PRL位置,并进行PRL注视训练,使患者形成特殊的眼位观察,从而使外界图像投射在PRL区域,最终引起眼球运动产生新的功能稳定的PRL注视,使患者获得更好的视力及更好的生活质量。PRL的选择是训练成功的关键,在今后的研究中应综合考虑PRL的各类影响因素,并实施干预,对训练早期固视波动及长期的效果回退现象,辅助中医针灸等治疗,提高固视稳定性,巩固治疗效果。微视野计下低视力康复训练,为黄斑疾病中心视野受损的低视力患者视觉康复带来了希望,并将进一步拓展人们对黄斑疾病的认知。

参考文献

[1] VINGOLO E M, SALVATORE S, CAVARRETTA S. Low-vision

- rehabilitation by means of MP-1 biofeedback examination in patients with different macular diseases; a pilot study[J]. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, 2009, 34(2): 127-133.
- [2] TANG Y, WANG X, WANG J, HUANG W, GAO Y, LUO Y, et al. Prevalence and causes of visual impairment in a Chinese adult population; The Taizhou Eye Study[J]. *Ophthalmology*, 2015, 122(7): 1480-1488.
- [3] The Clinical Guideline and Clinical Pathway Development Committee of Age-Related Macular Degeneration, Ocular Fundus Diseases Society, Chinese Ophthalmological Society, Chinese Medical Association. Clinical pathway of age-related macular degeneration in China[J]. *Chin J Ocul Fundus Dis*, 2013, 29(4): 343-355.
中华医学会眼科学分会眼底病学组中国老年性黄斑变性临床指南与临床路径制订委员会. 中国老年性黄斑变性临床诊断治疗路径[J]. 中华眼底病杂志, 2013, 29(4): 343-355.
- [4] CHEUNG S H, LEGGE G E. Functional and cortical adaptations to central vision loss[J]. *Vis Neurosci*, 2005, 22(2): 187-201.
- [5] MELETH A D, METTU P, AGRÓN E, CHEW E Y, SADD A S R, FERRIS F L, et al. Changes in retinal sensitivity in geographic atrophy progression as measured by microperimetry[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2011, 52(2): 1119-1126.
- [6] GIACOMELLI G, VIRGILI G, GIAN SANTI F, SATO G, CAPPELLO E, CRUCIANI F, et al. Clinical and microperimetric predictors of reading speed in low vision patients; a structural equation modeling approach[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2013, 54(6): 4403-4408.
- [7] SABEL B A, HENNRICH-NOACK P, FEDOROV A, GALL C. Vision restoration after brain and retina damage; the “residual vision activation theory”[J]. *Prog Brain Res*, 2011, 192: 199-262.
- [8] CROSSLAND M D, ENGEL S A, LEGGE G E. The preferred retinal locus in macular disease; toward a consensus definition[J]. *Retina*, 2011, 31(10): 2109-2114.
- [9] WALSH D V, LIU L. Adaptation to a simulated central scotoma during visual search training[J]. *Vision Res*, 2014, 96: 75-86.
- [10] BARRAZA-BERNAL M J, RIFAI K, WAHL S. A preferred retinal location of fixation can be induced when systematic stimulus relocations are applied[J]. *J Vis*, 2017, 17(2): 11.
- [11] TARITA-NISTOR L, GONZÁLEZ E G, MARKOWITZ S N, STEINBACH M J. Plasticity of fixation in patients with central vision loss[J]. *Vis Neurosci*, 2009, 26(5-6): 487-494.
- [12] RISS-JAYLE M, GIORGI R, BARTHES A. Setting the preferential retinal locus. Part 1. Analysis of the rehabilitation results as a function of positioning[J]. *J Fr Ophthalmol*, 2008, 31(3): 249-255.
- [13] CHUNG S T. The Glenn A. Fry Award Lecture 2012; Plasticity of the visual system following central vision loss[J]. *Optom Vis Sci*, 2013, 90(6): 520-529.
- [14] CHUNG S T. Cortical reorganization after long-term adaptation to retinal lesions in humans[J]. *J Neurosci*, 2013, 33(46): 18080-18086.
- [15] LIU T, CHEUNG S H, SCHUCHARD R A, GLIELMI C B, HU X, HE S, et al. Incomplete cortical reorganization in macular degeneration[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2010, 51(12): 6826-6834.
- [16] DILKS D D, BAKER C I, PELI E, KANWISHER N. Reorganization of visual processing in macular degeneration is not specific to the “preferred retinal locus”[J]. *J Neurosci*, 2009, 29(9): 2768-2773.
- [17] DILKS D D, JULIAN J B, PELI E, KANWISHER N. Reorganization of visual processing in age-related macular degeneration depends on foveal loss[J]. *Optom Vis Sci*, 2014, 91(8): 199-206.
- [18] CLARA C, ELISA D, LUISA P, GIOVANNI S, LUCA B. Hypervision of mirror symmetry in patients with macular degeneration reflects parafoveal cortical reorganization[J]. *Restor Neurol Neurosci*, 2016, 34(1): 67-77.
- [19] VINGOLO E M, SALVATORE S, LIMOLI P G. MP-1 biofeedback; luminous pattern stimulus versus acoustic biofeedback in age related macular degeneration (AMD)[J]. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, 2013, 38(1): 11-16.
- [20] AMORE F M, PALIOTTA S, SILVESTRI V, PISCOPO P, TURCO S, REIBALDI A. Biofeedback stimulation in patients with age-related macular degeneration; comparison between 2 different methods[J]. *Can J Ophthalmol*, 2013, 48(5): 431-437.
- [21] RAMÍREZ ESTUDILLO J A, LEÁN HIGUERA M I, ROJAS JUÁREZ S, ORDAZ VERA M L, PABLO SANTANA Y, CELIS SUAZO B. Visual rehabilitation via microperimetry in patients with geographic atrophy; a pilot study[J]. *Int J Retina Vitreous*, 2017, 3: 21.
- [22] PACELLA E, PACELLA F, MAZZEO F, TURCHETTI P, CARLESIMO S C, CERUTTI F, et al. Effectiveness of vision rehabilitation treatment through MP-1 microperimeter in patients with visual loss due to macular disease[J]. *Clin Ter*, 2012, 163(6): 423-428.
- [23] VINGOLO E M, SALVATORE S, DOMANICO D, SPADEA L, NEBBIOSO M. Visual rehabilitation in patients with myopic maculopathy; our experience[J]. *Can J Ophthalmol*, 2013, 48(5): 438-442.
- [24] RAMAN R, DAMKONDWAR D, NERIYANURI S, SHARMA T. Microperimetry biofeedback training in a patient with bilateral myopic macular degeneration with central scotoma[J]. *Indian J Ophthalmol*, 2015, 63(6): 534-536.
- [25] BETHLEHEM R A, DUMOULIN S O, DALMALIER E S, SMIT M, BERENDSCHOT T T, NIJBOER T C, et al. Decreased fixation stability of the preferred retinal location in juvenile macular degeneration[J]. *PLoS One*, 2014, 9(6): e100171.
- [26] SCUDERI G, VERBOSCHI F, DOMANICO D, SPADEA L. Fixation improvement through biofeedback rehabilitation in star-gardt disease[J]. *Case Rep Med*, 2016, 2016: 4264829.
- [27] AMORE F M, FASCIANI R, SILVESTRI V, CROSSLAND M D, DE WAURE C, CRUCIANI F, et al. Relationship between fixation stability measured with MP-1 and reading performance[J]. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2013, 33(5): 611-617.
- [28] CROSSLAND M D, DUNBAR H M, RUBIN G S. Fixation stability measurement using the MP1 microperimeter[J]. *Retina*, 2009, 29(5): 651-656.
- [29] MORALES M U, SAKER S, AMOAKU W M. Bilateral eccentric vision training on pseudovitelliform dystrophy with microperimetry biofeedback[J]. *BMJ Case Rep*, 2015, 2015: 1-4.
- [30] UEDA-CONSOLVO T, OTSUKA M, HAYASHI Y, ISHIDA M, HAYASHI A. Microperimetric biofeedback training improved visual acuity after successful macular hole surgery[J]. *J Ophthalmol*, 2015, 2015: 572942.
- [31] VERBOSCHI F, DOMANICO D, NEBBIOSO M, CORRADET-TI G, ZACCARIA SCALINCI S, VINGOLO E M. New trends in visual rehabilitation with MP-1 microperimeter biofeedback; optic neural dysfunction[J]. *Funct Neurol*, 2013, 28(4): 285-291.