

# 视知觉训练在眼科临床中的应用

谷 阳, 钟琼蕾, 任 韩

引用: 谷阳, 钟琼蕾, 任韩. 视知觉训练在眼科临床中的应用. 国际眼科杂志, 2026, 26(3): 473-476.

基金项目: 海南省自然科学基金面上项目 (No.825MS161)  
作者单位: (570100) 中国海南省海口市, 海南医科大学附属海南医院 海南省人民医院

作者简介: 谷阳, 在读硕士研究生, 研究方向: 视知觉训练在眼科临床中的应用。

通讯作者: 任韩, 硕士, 副主任医师, 硕士研究生导师, 研究方向: 小儿眼病、眼眶疾病. 515921505@qq.com

收稿日期: 2025-10-18 修回日期: 2026-01-19

## 摘要

视觉是人类和高等动物获取外界信息的主要感知方式, 视觉是指视觉处理的不同方面, 目前, 视知觉训练研究已经被广泛应用于眼科临床。基于神经可塑性原理, 视知觉训练以视觉信号处理机制为基础, 视网膜接收外界视觉信号后经视神经传递至大脑, 大脑皮层完成信息的解码、提取与加工, 视知觉训练通过特定视觉信息刺激, 激活视觉处理通道, 强化通道内神经元突触连接, 进而提升大脑皮层的信息整合与处理能力, 最终改善患者视觉功能及体验。文章通过探讨视知觉训练在弱视、近视、老视、斜视、青光眼、黄斑变性及视路病变中的应用, 探讨了视知觉训练在视觉功能改善中的应用价值, 为相关疾病的干预与治疗提供理论参考。视知觉训练已在眼科多种疾病中得到广泛应用并有肯定的临床疗效, 其在神经相关全身疾病中可能会发挥更广泛的应用, 有一定的临床应用价值。

关键词: 视知觉; 训练; 眼科; 大脑皮层

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2026.3.19

## Application of visual perception training in ophthalmic clinical practice

Gu Yang, Zhong Qionglei, Ren Han

Foundation item: Hainan Provincial Natural Science Foundation General Project (No.825MS161)

Hainan General Hospital; Hainan Medical University Hainan Hospital, Haikou 570100, Hainan Province, China

Correspondence to: Ren Han. Hainan General Hospital; Hainan Medical University Hainan Hospital, Haikou 570100, Hainan Province, China. 515921505@qq.com

Received: 2025-10-18 Accepted: 2026-01-19

## Abstract

• Vision is the primary perceptual mode through which humans and higher animals acquire external information. Visual perception encompasses various aspects of visual

processing and has been widely applied in ophthalmic clinical practice. Based on the principle of neural plasticity, visual perception training relies on the visual signal processing mechanism. After receiving external visual signals, the retina transmits them *via* the optic nerve to the brain, where the cerebral cortex decodes, extracts, and processes the information. By stimulating specific visual information, visual perception training activates visual processing pathways, strengthens synaptic connections among neurons within these pathways, and ultimately enhances the cerebral cortex's ability to integrate and process information, thereby improving patients' visual function and experience. This article explores the application of visual perception training in conditions such as amblyopia, myopia, presbyopia, strabismus, glaucoma, macular degeneration, and optic pathway lesions, discussing its value in improving visual function. It provides theoretical references for the intervention and treatment of related diseases. Visual perception training has been widely applied in various ophthalmic diseases with confirmed clinical efficacy, and it may play a broader role in neurologically related systemic diseases, demonstrating certain clinical application value.

• KEYWORDS: visual perception; visual training; ophthalmology; cerebral cortex

Citation: Gu Y, Zhong QL, Ren H. Application of visual perception training in ophthalmic clinical practice. Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci), 2026, 26(3): 473-476.

## 0 引言

视觉是人类和高等动物获取外界信息的主要感知方式, 在视觉、听觉、触觉、嗅觉、味觉等所有的感知觉信息中, 80%以上的外部信息是通过视觉系统获得的。研究视觉信号在视觉系统中是如何被编码和解码, 解释视知觉的神经环路机制, 不仅是人类理解视觉奥秘的重要途径, 也大大促进人类对于神经系统工作机制的理解。

视知觉是指视觉处理的不同方面, 包括空间感知、形状识别、运动检测等。不同于通常的视力矫正, 视知觉训练更侧重于大脑如何处理视觉信息。视知觉训练将生物学、神经行为认知科学及计算机视觉科学等专业学科相结合, 使用特定的视觉信息刺激组合自上而下刺激大脑皮层和视觉通道, 对视觉处理通道上失活或低活性的脑区进行激活, 通过神经元高度同步化的电活动, 加强视觉通道中神经元突触的连接, 利用神经可塑性平衡双侧大脑半球的兴奋性, 提高大脑视觉皮层对视网膜电信号的处理能力<sup>[1]</sup>, 目前视知觉训练研究已经被广泛应用于眼科临床。

## 1 弱视

人类和其他哺乳动物一样,视觉系统的发育存在一个关键期。关键期内的视觉剥夺会对视觉系统的发育造成不可逆的影响,如弱视。弱视不仅表现为视力下降,还会引起其他的视功能缺陷,如对比敏感度下降、立体视障碍、脑视觉认知功能缺陷,以及扫视及追随运动、视觉记忆等异常<sup>[2]</sup>。在视觉发育早期发生弱视后,若未经治疗,进入成年期后,即使弱视眼再接受与正常眼同等量的视觉刺激,弱视眼的视力也不会有所提高。但基于视觉系统可塑性的视知觉训练可以将双眼同时视分离,迫使大脑主要接收来自弱视眼的视觉刺激,提高弱视眼的视力。视知觉训练通过特定的视觉信号刺激眼部的视网膜,增强了视觉细胞的灵敏度,增加了视觉神经细胞突触之间的信号传递,重建了视觉传导通路,利用大脑神经系统的可塑性,提升视力及立体视等双眼视觉,以及提高脑视觉认知功能<sup>[3-4]</sup>。张丹<sup>[5]</sup>通过双眼分视系统训练发现,43例弱视儿童的视觉记忆与扫视运动功能显著提升。李丹丹等<sup>[6]</sup>通过视感知觉刺激联合精细目力训练治疗140例小儿弱视,患儿的视力也有所提升。

## 2 近视

对于近视患者,可通过改善注视稳定性与对比敏感度优化视功能。注视稳定性又称为注视性眼球运动,包括微漂移、生理性微震颤和注视性微扫视,以及头部的矫正和代偿运动<sup>[7]</sup>。近视患者眼轴长,物象只能成像在视网膜之前,视网膜光感受器细胞无法获得清晰的光学信息,导致注视稳定性异常,最终眼球通过代偿运动,即改变注视微扫视的振幅,达到视物清晰的目的。视知觉刺激信号通过改变视网膜上受刺激点,使视网膜产生不同部位的光学信号,改变视觉通道的刺激大小和幅度,促进视功能及知觉眼位、注视稳定性恢复正常。王瑶<sup>[8]</sup>的研究结果显示,视知觉训练可以改善近视青少年的知觉眼位和注视稳定性功能。对110例轻度至中度近视患者进行视知觉训练,可以在屈光度没有变化的前提下提高对比敏感度,并同时产生约0.16-0.25 LogMAR的视力改善。罗玥等<sup>[9]</sup>的研究证明经过视知觉训练,可改善近视患者的屈光度、调节力、眼轴长度增长度等。

## 3 老视

屈光不正的患者无论是近视、远视、甚至老视,都存在调节灵活度低、调节滞后的现象<sup>[10]</sup>。屈光不正者由于视网膜影像模糊,影响信号输入至视觉通路,导致视皮质神经元对视觉信息处理效果减弱<sup>[11]</sup>。老视患者可通过增强调节力改善视功能,视知觉训练被用于提高视网膜上模糊图像的视皮层处理。Liza等<sup>[12]</sup>认为视知觉训练可改善高龄患者的调节幅度及调节力,减少或补偿调节力的使用,改善老视的症状。视知觉训练还可以通过眼球运动、交替注视远近、翻转拍训练等训练方式促进睫状肌血液供应,提高其力量,进而改善调节、集合、融合功能,增强眼调节力<sup>[13]</sup>。

## 4 斜视

知觉眼位是指大脑对双眼在三维空间中的相对位置和对齐状态的主观感知。知觉眼位的偏差与眼球运动功能缺陷、双眼融合能力不足以及视觉信息处理失调有关<sup>[14]</sup>。斜视不仅影响外观,还会导致双眼视功能破坏<sup>[15]</sup>。

视知觉训练能通过恢复知觉眼位改善双眼视功能,利用大脑神经可塑性与迁移性,通过脱抑制训练让图像的外观以及形态不断改变,最终图像在视觉皮层进行整合,加工处理后,再反馈给双眼进行训练,通过对视皮层神经元的不断刺激,患者的视皮层结构及功能得到重塑,帮助斜视患者术后重建双眼视功能<sup>[16]</sup>。Su等<sup>[17]</sup>及Tan等<sup>[18]</sup>的研究都证实视知觉训练能有效促进间歇性外斜视儿童斜视术后双眼视功能重建,降低斜视复发率,有研究表明,视知觉训练系统能提供相应的脱抑制训练(偏振片、同视机、红绿眼镜)、融合训练等,恢复视觉中枢-脑部信号通路功能,促进术后双眼视功能恢复<sup>[19-21]</sup>。章翠华等<sup>[22]</sup>及曾瑶等<sup>[23]</sup>发现视知觉训练可增加眼睛调节幅度、调节灵敏度,提升双眼图像同步性,增强双眼平衡性、立体空间感知能力,促进双眼视功能的恢复。

## 5 青光眼

青光眼是一种致盲性眼病,特征为视神经纤维层逐渐变薄、神经节细胞死亡,最终视神经萎缩。既往的观点认为青光眼受损的神经细胞不可逆生长,但最近的研究表明,视网膜神经节细胞可通过自身修复能力恢复视觉功能,适当刺激视网膜神经节细胞,突触水平上发生细微变化,这些变化会改变神经回路,同时突触在不断改变强度,这反过来又会改变局部神经递质和神经营养因子的水平<sup>[24]</sup>,或与内源性细胞生长促进因子调节结合,可以在视觉通路中诱导完整的轴突再生,直至外侧膝状体、上丘和其他视觉中心<sup>[25]</sup>。视知觉训练根据不同视功能缺损部位提供不同形态及强度的视觉刺激,改善视觉场中盲点的敏感度,增强神经系统对刺激的反应与识别,改善视力、立体视、视野等视功能,提高患者的视觉质量和生活质量。周玉等<sup>[26]</sup>使用视知觉训练平台为98例青光眼患者训练3mo后发现,训练后观察组的抑制、立体视、注视稳定等视功能缺损改善情况均优于训练前及对照组。有研究发现接受视知觉训练治疗的青光眼患者的视功能,如视野指数等均有改善<sup>[27]</sup>。

## 6 黄斑变性

黄斑变性是一种导致中央视力丧失的眼科常见病。有心理物理学证据表明,感知觉学习可以被作为一种非侵入性且廉价的行为康复技术,以改善中央视力丧失患者的周边视网膜视力,可通过改善周边视网膜功能提升视敏度。Plank等<sup>[28]</sup>训练了8例年龄相关性黄斑变性(ARMD)患者,并在其周边视网膜上执行纹理分辨任务,结果患者在偏心线分割任务的Vernier敏锐度(游标敏锐度,即辨别细微位置差异的能力)上表现出改善。由于中心视力丧失无法逆转,视知觉训练着重用于改善周边视网膜的基本视觉功能,从而提高视敏度、对比敏感度和视觉拥挤度。中央视力丧失的低视力患者通常会在周边发展出一个或多个偏好的区域作为他们的“新黄斑”,这些区域会与特定任务的视觉目标反复对齐,自发发展,并作为眼动参考,适应损失的视野。几项研究表明,在方向辨别、对比度检测和字母识别上的视觉感知学习改善了低视力患者的视力和对比敏感度,并减少了在功能相对较好的视网膜位置的视觉拥挤<sup>[29]</sup>。目前,还没有恢复中央凹视力的明确解决方案,但视知觉训练可改善感知功能或动眼神经协调,优化残余视力的使用。同时Maniglia等<sup>[30]</sup>的研

究表明,对方向辨别、对比度检测和字母识别等简单任务进行视知觉训练可以提高黄斑变性患者的黄斑区视觉功能等。

## 7 视路病变

有研究表明视神经损伤后立即进行视觉任务的细胞数仅为10%–30%,但在2–3 wk内视力改善至约80%–90%<sup>[31]</sup>。视知觉训练可通过刺激神经节细胞再生提高视功能,恢复亮度敏感性,同时获得的视野改善范围与进行的训练量成正比;训练引起的敏感性改善会覆盖盲区边缘之前受损的区域。Vaitheeswaran等<sup>[32]</sup>的研究也报告了视知觉学习的有效性,该研究将视知觉训练的作用分为:(1)视觉恢复疗法,作用于受损视野的边界;(2)盲视训练,基于无意识感知功能的训练。视知觉训练已被证明可产生平均5°视觉边界的增益<sup>[33]</sup>。视知觉训练通过图像刺激神经,导致部分神经细胞再生。最近的研究通过高采样率的眼动仪实施注视控制来控制眼球运动,发现因视皮质损伤而失明的脑区可以重新被激活<sup>[34]</sup>。

感知觉学习发生在所有的感官形态中,包括视觉、听觉、触觉、嗅觉、味觉和多模态组合,可以显著提高表现并持续数年。实验室中的视感知觉学习研究已经证明了大脑的可塑性和感知觉的可提高性<sup>[35]</sup>。神经可塑性是一个选择性现象的基础,涉及某些突触连接的增强和其他突触连接的消除,最终导致电路的最终连接。对皮层的药理操控可以完全恢复成年动物感官皮层的可塑性<sup>[36]</sup>。虽然个体发育早期神经系统的可塑性最大,但成年人的视觉大脑也保留了稳态可塑性<sup>[37]</sup>,这是视知觉训练的基础。视知觉训练颠覆了部分眼科疾病“自下而上”的传统治疗模式,其研究成果为曾被认为无法治疗的一些成人视力疾病的非侵入性治疗策略铺平了道路。然而,当前研究仍存在若干争议与待解难题,在适用人群方面,部分研究认为成人弱视的训练效果存在个体差异,与患者基线视力、病程及大脑可塑性保留程度密切相关,而另一部分研究则通过通路特异性训练证实其普适性<sup>[38]</sup>;对于青光眼而言,训练可改善对比敏感度与视觉注意力,延缓视野恶化速度,但是对于视神经节细胞已发生大面积不可逆凋亡的青光眼患者,因缺乏大样本长期随访数据,训练效果尚未形成统一结论<sup>[26]</sup>;此外,低视力康复领域中,传统视知觉训练辅助工具普遍面临定位困难、动态使用受限等问题,而新型AR设备的临床普及仍受限于成本与技术适配性<sup>[26]</sup>。在诊断环节,弱视与遗传性视网膜疾病的鉴别诊断尚未完全标准化,若未通过基因检测排除OPN1LW等致病基因变异,可能导致训练方案偏离病因<sup>[39]</sup>。

综上所述,我们认为视知觉训练已在眼科多种疾病中得到广泛应用并有肯定的临床疗效,其在神经相关全身疾病,如中风后的康复、预防病理性大脑衰老方面中可能会发挥更广泛的应用,有一定的临床应用价值。本文所列均为近年国内外最新研究结果,期待视知觉训练能在更多的眼科甚至全身疾病方面提供新的帮助。

**利益冲突声明:** 本文不存在利益冲突。

**作者贡献声明:** 谷阳论文选题,初稿撰写;钟琼蕾文献检索;任韩论文修改及审阅。所有作者阅读并同意最终的文本。

## 参考文献

- [1] Leong D, Do TT, Lin CT. Ventral and dorsal stream EEG channels: key features for EEG-based object recognition and identification. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*, 2023,31:4862–4870.
- [2] 甘晓玲. 弱视的定义、分类及疗效评价标准. *中国斜视与小儿眼科杂志*, 1996,3:3.
- [3] Levi DM, Li RW. Perceptual learning as a potential treatment for amblyopia: a mini-review. *Vis Res*, 2009,49(21):2535–2549.
- [4] 徐艳萍. 视感知觉训练对儿童屈光不正性弱视患者的疗效观察. 河南大学, 2023.
- [5] 张丹. 双眼分视系统对弱视儿童脑视知觉功能评价的研究. 汕头大学, 2022.
- [6] 李丹丹, 李云鹏. 视感知觉刺激联合精细目力训练治疗小儿弱视的临床研究. *临床医学工程*, 2023,30(8):1043–1044.
- [7] Castet E, Crossland M. Quantifying eye stability during a fixation task: a review of definitions and methods. *Seeing Perceiving*, 2012,25(5):449–469.
- [8] 王瑶. 不同近视程度青少年知觉眼位和注视稳定性的临床研究. 电子科技大学, 2024.
- [9] 罗玥, 陶杰, 谢娟, 等. 视功能训练对近视儿童青少年眼调节功能及屈光相关参数的影响. *川北医学院学报*, 2025,40(11):1383–1389.
- [10] 宋吉珍. 视觉综合干预对儿童近视的预防效果. *实用临床护理学电子杂志*, 2020,5(15):102–103.
- [11] 孙国荣, 陈忠飞, 石秋梅, 等. 青少年近视进展与双眼视功能缺损关系研究. *临床眼科杂志*, 2018,26(3):259–261.
- [12] Liza SJ, Choe S, Kwon OS. Testing the efficacy of vision training for presbyopia: alternating-distance training does not facilitate vision improvement compared to fixed-distance training. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2022,260(5):1551–1563.
- [13] Yam JC, Zhang XJ, Zhang YZ, et al. Three-year clinical trial of low-concentration atropine for myopia progression (LAMP) study: continued versus washout: phase 3 report. *Ophthalmology*, 2022,129(3):308–321.
- [14] 赵国宏, 卢炜, 阎丽, 等. 正常视力儿童知觉眼位及注视稳定性状况的调查. *眼科*, 2014,23(5):312–315.
- [15] 魏红, 黄俊婷, 刘隄黔. 重视斜视术后双眼视功能的重建. *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2019,21(4):241–244.
- [16] 李岩. 双眼视觉短期可塑训练联合三棱镜对间歇性外斜视患儿立体视功能的影响. *慢性病学杂志*, 2025,26(6):878–880.
- [17] Su Y, Wang F, Wang T, et al. Effect of visual perception training on binocular visual function reconstruction in patients after strabismus surgery. *Int J Ophthalmol*, 2023,16(10):1657–1661.
- [18] Tan F, Yang XB, Chu H, et al. The study of perceptual eye position examination and visual perceptual training in postoperative intermittent exotropes. *Cyberpsychol Behav Soc Netw*, 2020,23(12):871–875.
- [19] 樊新皓, 冯雪亮. 视感知觉训练对间歇性外斜视患者术后双眼视功能和知觉眼位疗效的临床研究. *中华眼科医学杂志(电子版)*, 2021,11(5):268–273.
- [20] 伍玲玲, 李卫红. 三棱镜配合双眼视觉感知训练治疗小儿间歇性外斜视效果. *山西医药杂志*, 2022,51(3):283–285.
- [21] 李哲. 视感知训练对改善青少年间歇性外斜视患者术后双眼视知觉功能的应用效果评价. *齐齐哈尔医学院学报*, 2021,42(12):1041–1043.
- [22] 章翠华, 刘姝, 占丽丽, 等. 双眼视觉训练对小儿间歇性斜视术后眼功能恢复的影响. *江西医药*, 2022,57(11):1797–1799.
- [23] 曾瑶, 林泉, 褚航. 基于双眼推拉模型的视觉训练在9~16岁

屈光参差性弱视儿童中的应用. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2020,22(4):280-286.

[24] Zuccato C, Cattaneo E. Brain - derived neurotrophic factor in neurodegenerative diseases. *Nat Rev Neurol*, 2009,5(6):311-322.

[25] Wang R, Tang ZH, Sun XH, et al. White matter abnormalities and correlation with severity in normal tension glaucoma: a whole brain atlas-based diffusion tensor study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2018,59(3):1313-1322.

[26] 周玉, 李满, 冯怡. 基于VR技术的脑视觉训练对青光眼患者视功能缺损和视觉质量的影响. *中国临床新医学*, 2024,17(6):656-660.

[27] Gudlin J, Mueller I, Thanos S, et al. Computer based vision restoration therapy in glaucoma patients: a small open pilot study. *Restor Neurol Neurosci*, 2008,26(4-5):403-412.

[28] Plank T, Rosengarth K, Schmalhofer C, et al. Perceptual learning in patients with macular degeneration. *Front Psychol*, 2014,5:1189.

[29] Maniglia M, Soler V, Trotter Y. Combining fixation and lateral masking training enhances perceptual learning effects in patients with macular degeneration. *J Vis*, 2020,20(10):19.

[30] Maniglia M, Pavan A, Sato G, et al. Perceptual learning leads to long lasting visual improvement in patients with central vision loss. *Restor Neurol Neurosci*, 2016,34(5):697-720.

[31] Rousseau V, Sabel BA. Restoration of vision IV: role of compensatory soma swelling of surviving retinal ganglion cells in recovery of vision after optic nerve crush. *Restor Neurol Neurosci*, 2001,18(4):177-189.

[32] Vaitheeswaran K, Kaur P, Garg S. Perceptual learning for rehabilitation in traumatic optic neuropathy. *Neuroophthalmology*, 2014,38(2):88-90.

[33] Kasten E, Bunzenthall U, Sabel BA. Visual field recovery after vision restoration therapy (VRT) is independent of eye movements: an eye tracker study. *Behav Brain Res*, 2006,175(1):18-26.

[34] Cavanaugh MR, Huxlin KR. Visual discrimination training improves Humphrey perimetry in chronic cortically induced blindness. *Neurology*, 2017,88(19):1856-1864.

[35] Maniglia M, Visscher KM, Seitz AR. Perspective on vision science-informed interventions for central vision loss. *Front Neurosci*, 2021,15:734970.

[36] Cisneros-Franco JM, de Villers-Sidani É. Reactivation of critical period plasticity in adult auditory cortex through chemogenetic silencing of parvalbumin-positive interneurons. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2019,116(52):26329-26331.

[37] Lunghi C, Sframeli AT, Lepri A, et al. A new counterintuitive training for adult amblyopia. *Ann Clin Transl Neurol*, 2019,6(2):274-284.

[38] Gao YG, Zhou YL, He Q, et al. Improving adult vision through pathway-specific training in augmented reality. *Adv Sci*, 2025,12(21):2415877.

[39] Hernández-Rodríguez CJ, Ferrer-Soldevila P, Artola-Roig A, et al. Rehabilitation of amblyopia using a digital platform for visual training combined with patching in children: a prospective study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2024,262(9):3007-3020.