

视觉功能检查在临床和科研中的应用

卓佐跑,汪育文

基金项目:国家重点研发计划(No. 2016YFB0401203);温州市科技局公益性科技计划项目(No. Y20150264)

作者单位:(325027)中国浙江省温州市,温州医科大学附属眼视光医院

作者简介:卓佐跑,硕士,住院医师,研究方向:近视、双眼视、心理物理学。

通讯作者:汪育文,硕士,主治医师,研究方向:近视、双眼视、斜弱视. wYW-0721@163.com

收稿日期:2016-11-15 修回日期:2017-04-06

Application of examinations of visual function in clinic and research

Zuo-Pao Zhuo, Yu-Wen Wang

Foundation items: Research Grants from the National Key Research and Development Program (No. 2016YFB0401203); Public Welfare Project of Wenzhou Science Technology Bureau, Wenzhou (No. Y20150264)

Department of Optometry, Eye Hospital of Wenzhou Medical University, Wenzhou 325027, Zhejiang Province, China

Correspondence to: Yu-Wen Wang, Department of Optometry, Eye Hospital of Wenzhou Medical University, Wenzhou 325027, Zhejiang Province, China. wYW-0721@163.com

Received:2016-11-15 Accepted:2017-04-06

Abstract

• Examinations of visual function have been widely performed with the increasing awareness of visual function recently. In addition to regular examinations in Ophthalmology and Optometry, examinations of visual function are also very important in clinic. Nowadays, they are considered as the basis of some diagnosis, and mainly divided into two methods: regular examinations of visual function and examinations based on psychophysics. In order to serve clinic and research better, the combination of them is highly required.

• **KEYWORDS:** examinations of visual function; accommodation; vergence; fusion; psychophysics

Citation: Zhuo ZP, Wang YW. Application of examinations of visual function in clinic and research. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2017;17(5):873-875

摘要

如今,随着人们对视觉功能的认识日益增强,视觉功能检查在临床和科研中的应用也越来越广。在临床中,除了眼科和视光学常规检查外,视觉功能的检查也非常重要。它是眼视光医师日常诊治的基本手段,主要分为常规的视觉功能临床检查和基于心理物理学的实验室测量两种。两种方法各有特点,它们的适当结合和分工,能使视觉功能检查更全面,更恰当地为临床及科研服务。

关键词:视觉功能检查;调节;聚散;融像;心理物理学

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2017.5.17

引用:卓佐跑,汪育文. 视觉功能检查在临床和科研中的应用. 国际眼科杂志 2017;17(5):873-875

0 引言

双眼的视觉功能可以识别外物、辨别方向,确认自身所处的方位。双眼视觉相比单眼视觉的优越性在于,不仅增加了人眼的视觉分辨力、降低视感觉阈值、扩大视野、消除单眼的生理盲点,更主要的是具有三维立体视觉,可通过比较两个视网膜图像的细微差别产生对应的深度觉信息,使手眼协调更为准确,使主观的视觉空间能更准确地反映外在的实际空间^[1-4]。尤其在高强度用眼和电子产品盛行的当下,对于人眼的视觉行为和生活质量的重要性不言而喻。

如今人们对视觉功能的意识日益增强,除了清晰的视力需求,还需要获得舒适和持久的视觉。在临床工作中,除了眼科和视光学常规检查外,视觉功能的检查非常重要,它主要分为两类,一类是常规的视觉功能临床检查,另一类是基于心理物理学的实验室测量方法在临床科研中的应用。我们对于视觉功能的检查做一综述和评价。

1 常规的视觉功能临床检查

1.1 眼球运动功能检查 眼球运动异常可反映出隐藏的严重中枢神经系统疾病或功能发育障碍,它与阅读的关系密切,研究发现阅读障碍的患者常有不正常的眼球运动^[5]。眼球运动功能检查包括3步:注视稳定性、扫视运动功能和追随运动功能。

注视障碍的发生表明各种器质或功能异常。如一些弱视或单眼视力不良的患者会出现不稳定性注视。在常规检查时便可顺便评估注视稳定性,如遮盖试验时嘱患者注视视标,评估注视状况。正常人群应能维持准确的注视10s,并不伴有可见的眼运动。此外,成人可采用眼球跟踪仪来评估注视功能。幼儿可用美国南加州大学的4分制注视计分系统来记录注视能力。但检查前需要排除病理性因素,如眼球震颤等,心理上的原因(如注意力缺陷综合征)或疲劳等其他原因引起的注视能力下降^[6]。

扫视运动是快速和骤发的眼位转动,可使视线快速对准目标。扫视运动异常会导致辨距不良,注视麻痹和注意力障碍。扫视运动异常时应排除病理性因素。临床可测量粗略的和精细的扫视运动(阅读时的扫视运动)。粗略的扫视运动检测可采用笔灯或铅笔做视标,通过随机注视和来回注视测量反射性和随意性扫视运动。精细的扫视运动测量主要用于阅读功能和运动视觉方面。客观的检查方法中,Visagraph仪是目前标准的眼动测试仪,可以排除理解能力对扫视运动的干扰,用以评估注视的稳定性和扫视的准确性^[7]。此外,SCCO(美国南加州视光体系)4+系统和Heinsen-Schrock系统使用的水平扫视运动测量法流程快速简单,用分数进行结果记录^[8]。主观评估时,DEM测试法有助于区别口头表达能力缺陷引起的阅读困难和扫视困难^[9],Maple眼动测试的重复性和可靠性均在临床被普遍认可^[10]。

追随运动是人眼注视一个移动物体,并使之持续清晰成像于黄斑中心凹,速度慢于扫视运动。追随运动不良的患者会有多种视觉问题,在体育运动和驾驶中表现比较明显,而与阅读的关系并不大。临床上最常用的方法是 NSUCO(美国东北州立大学视光学学院)的直接观察法,通过观察患者的追随运动状况包括能力、准确性、头和身体运动等4方面作评估^[11]。Heinsen-Schrock 系统除扫视功能外,也可用于追随运动评估中,相比直接观察法,其增加了头部运动、平滑性、准确性来评估追随运动的自主性和持久性。

1.2 调节和聚散功能的检查 人眼能保持清晰的双眼单视,就必须要保持一定距离上的调节和聚散系统的平衡与协调,并且有足够的调节和聚散储备及灵活性,才能看得清晰、舒适和持久。用眼过程中逐渐出现的症状,如眼部不适、视物模糊、视觉疲劳、复视、文字漂浮或串行等,则需要采集和分析调节和聚散功能的参数。由于调节和聚散系统是联动的,故往往两者的异常会相伴出现。它们之间的联系途径为调节性集合(AC)和集合性调节(CA),临床上以 AC/A 比率作为诊断和处理双眼视异常的重要依据,梯度性 AC/A 由于抵消了近感知性集合,在临床工作中更为常用^[12]。

调节的检测通常包括调节幅度、调节灵活度、调节反应和正负相对调节。每个参数可有多种测量方法,每种测量方法的正常参考值可能不尽相同(如使用移近法和负镜片法测量调节幅度),故记录测量结果的时候需注明使用的测量方法。调节灵活度和正负相对调节的测量均从双眼测量开始,双眼同时测量不仅包含调节的信息,还包含着聚散功能的信息,故双眼状态下的调节参数同时反映聚散功能,若双眼状态下低于参考值,则应测量单眼的参数,以区别调节因素和聚散因素的影响。调节功能会受患者年龄因素的影响,故需将非老视性调节异常和老视加以辨别和区别对待。

聚散功能的基本检测内容有集合幅度、隐斜测量(远距和近距)、聚散能力和聚散灵活度测量。集合幅度的测量对于集合不足的诊断尤为重要,多次测量和选用调节视标是关键。隐斜的测量必须包括远距和近距,客观的检查方法有遮盖试验加三棱镜法,可以在自然环境下精确量化,但需注意控制调节。主观法有 Von Graefe 法和 Thorington 改良法^[13],前者使用综合验光仪,但不能区分隐斜和斜视,也不适合近感知性调节大的患者。后者的可重复性好,适用于儿童。聚散能力的测量分为平滑聚散和阶梯聚散检测,前者使用综合验光仪,比较主观,会受到仪器的影响,后者用棱镜排,在自然状态下进行客观检测,可观察患者的眼运动状况,可用于年龄较小的儿童。聚散灵活度的测量并非常规,仅在融像性聚散正常而患者仍有不能解释的双眼视异常症状时才进行检查^[14]。

1.3 感觉融像功能的检查 视觉异常的患者常伴有感觉融像功能的减退或丧失。在临床检查中,若存在单眼抑制,则在其他功能的检测中(如集合近点、水平隐斜和融像性聚散等)往往会因抑制而不能发觉复像。因此,对于视觉功能异常的患者,在临床中感觉融像功能的检查应作为一种常规。

感觉融像检查主要分为两类:(1)抑制的评估,(2)立体视觉的评估。评估抑制的方法有 Worth 4 点法,它是一种最准确地评估抑制存在与否,以及抑制大小的方法。其他还有 Bagolini 线状镜及 Vectographic 表等^[12]。立体视检查分为局部和整体两大类,前者有单眼线索,可出现假阳性结果,后者为随机点组成,无单眼提示。规范的立体视检查应为远近立体视功能双项定量检查,常用的非随机

点画片,如 Titmus 立体图(近距)和 Optec3500 立体视测量仪(远距),与随机点画片,如 TNO(近距)的检查结果有显著性差异,故需进行多项不同的立体视测量,以做对比^[15]。

此外,双眼视的临床检查还有一些特殊的测量方法,如注视视差和相联性隐斜的测量,临床上一般不将它们列入常规检查,只有在患者有视觉功能异常症状,而通常的隐斜/聚散检测分析不能找出原因时,才考虑做这些检查。

2 基于心理物理学的实验室测量方法

心理物理学是一门研究环境刺激和人们感觉、知觉和判断之间关系的理论和手段的学科^[16]。它所解决的问题是:多强的刺激才能引起感觉,即绝对感觉阈限的测量;物理刺激有多大变化才能被觉察到,即差别感觉阈限的测量;感觉怎样随物理刺激的大小而变化,即阈上感觉的测量,或者说心理量表的制作。人的视觉功能是反映人对外界物理刺激的视知觉反应,所以它与心理物理学密切相关。在常规的临床视觉功能检查中,有很多也应用了心理物理学的方法,例如视力、视野、色觉等检查。

基于心理物理学的视觉检查包含刺激、任务、阈值测量方法、反馈方式、检查指标几个要素。其中根据检查需要,刺激可以是字母、图形、线条、条栅、随机点等;任务由简单到难分为察觉、分辨、度量、识别;经典阈值测量方法有最小变化法、恒定刺激法、平均差误法;被检查者反馈方式分为有无法和被迫选择法;检查指标可以是反应时间、准确率、阈值等。例如临床中用对数视力表检查视力,采用的刺激是字母“E”,任务是识别字母“E”的方向,采用阈值测量方法是最小变化法,被检查者反馈方式是被迫选择法(在四个反向中选择一个),检查指标是刚好能被识别的字母的临界视角。而临床的视野检查,采用的刺激是亮点,任务是察觉是否有亮点,采用阈值测量方法是恒定刺激法,反馈方式是有无法(判断视野中是否出现亮点)、检查指标是刚好能被察觉的临界亮度。可见这些临床最为常用的视觉检查方法蕴含着许多心理物理学的知识。

近年来,随着计算机技术的不断发展,基于心理物理学的实验室检查方法在视觉功能检查中的应用日益增加。它主要是指利用心理物理学原理,结合计算机软件编写相应程序,用于检查某些视觉功能的手段。相比与常规的视觉功能检查方法,基于心理物理学的实验室检查方法具有以下几个优势。

2.1 可根据临床需求设计检查方法 例如临床的单眼视患者,由于双眼不能同时聚焦,总有一眼看到清晰像一眼看到模糊像^[17],这种前提下临床约 20% 单眼视患者抱怨有视物不清或者视物不舒适^[18],然而目前临床上却缺少相应检查方法来评测单眼视患者的视觉功能损坏程度。美国诺瓦东南大学张斌等利用 Matlab 和 Psychophysics Toolbox 软件,设计给予一眼清晰视标,给予另外一眼模糊视标,模拟单眼视。并采用心理物理学方法建立测量平台,分别测量受试者模拟单眼视下与正常情况下的视标方向识别的准确率,可以定量测量单眼视对视觉功能的影响。该方法弥补了临床单眼视视觉功能检查的空缺。

另外,以往临床评估弱视视觉功能的方法主要为测量单眼视力。但是近年来有证据表明,弱视患者的视觉损伤程度与双眼间相互作用的不平衡度有着密切的关系:弱视患者的视觉损伤越严重,其眼间的不平衡度通常也越高^[19-20]。当通过一定形式的双眼去抑制训练调节眼间不平衡度之后,患者受损的视功能将得到显著改善^[21-22],这说明双眼间抑制在弱视患者视功能损伤中的确起到了重要的作用。因此在双眼竞争前提下评估弱视患者视觉功能更具有临床意义。Mansouri 等^[23]采用双眼分视下的运

动视觉一致性阈值检测,弱视眼看信号点(运动方向一致),非弱视眼看噪音点(运动方向随机),通过逐渐减少非弱视眼视觉刺激的对比度来达到双眼平衡,从而定量测量视觉抑制来评估弱视眼的视觉功能。利用同样的原理,Zhou等^[20]发明了双眼分视下的位相视觉一致性阈值检测。这些基于心理物理学方法的实验室测量方法弥补了双眼竞争下弱视患者的视觉功能定量评估的空缺。

2.2 可定量测量原先只能定性的指标 优势眼在临床的应用颇为广泛,例如可以指导验光的最终处方,指导临床单眼视眼别的选择。它的检查方法众多,临床常用的有卡洞法、手指法、集合近点法、Worth四点灯法等,但是均为定性检查。近年来在计算机辅助下,Ooi等^[24]利用双眼分视使受试者双眼分别注视光栅,双眼视网膜对应区上的每一对光栅颜色、方向不同,用来营造双眼竞争。首先受试者右眼注视红色光栅,左眼注视绿色光栅,通过调整绿色光栅的强度,直到受试者看到2种颜色光栅的比例相等,绿色光栅的强度即为左眼的平衡点。然后交换眼别重复实验,找到右眼的平衡点。通过比较双眼平衡点差异定量测量知觉性优势眼。Handa等^[25]也提出了类似的心理物理学平衡法。Yang等^[26]使受试者一眼注视随机噪音(continuous flash suppression, CFS),另一眼注视1个水平方向箭头。CFS的对比度从100%开始逐渐下降,水平箭头的对比度从0开始逐渐升高。受试者初始仅能看见CFS,随着对比度的逐渐变化,受试者需要在看见水平箭头的瞬间按下按键终止实验,并汇报箭头方向。最后通过分析比较双眼各自的反应时间,对知觉性优势进行量化。

另外,视觉拥挤效应是指周边视野的一个物体被周围其他物体包围时,视觉系统对它的识别会很困难的现象。它主要用于研究周边视网膜的视功能以及弱视患者的黄斑功能^[27-28],但是一直以来,临床缺乏对视觉拥挤效应的定量检查方法。张斌等利用Matlab和Psychophysics Toolbox软件,设计模拟视觉拥挤视标,目标视标和旁侧干扰视标的间距可不断变化,通过受试者对目标视标方向判断,逐渐调整目标视标和旁侧干扰视标的间距,最终测得引起视觉拥挤效应的临界间距,以此定量评估视觉拥挤效应。

2.3 可个性化修改检查参数 临床常规检查工具,如视力表,立体图等,两个等级间隔固定,并且两个等级间隔跨度比较大,这样会导致运用范围受限及缺乏测量精度。例如,一个低视力的患者,视力可能小于常规视力表最大视标的视力,那么将不适合用该视力表检查视力。再者,对一些需要密切监测视力波动的患者,由于常规视力表每行视力差值为0.1,如果视力变化小于0.1,则很难精细测量出来。这时候,基于心理物理学的实验室检查方法将体现出优势。因为可以直接在程序上修改相应参数,变化适用范围,提高测量精度。

3 小结

视觉功能检查作为眼视光医师日常诊治的基本手段,在临床和科研中的应用应引起重视。常规的视觉功能临床检查是国内外眼视光医师多年的经验和总结,具有代表性和经典性,其重要性毋庸置疑。但是针对某些特殊的临床或者科研需求,基于心理物理学的实验室测量方法由于其个性化设计且参数可变性,其在临床及科研中的应用也正被推广。两种方法的适当结合和分工,才能使视觉功能检查更全面、更恰当地为临床及科研服务。

参考文献

1 Ogle KN, Weil MP. Stereoscopic vision and the duration of the stimulus. *AMA Arch Ophthalmol* 1958;59(1):4-17
2 Arba Mosquera S, Verma S. Bilateral symmetry in vision and influence

of ocular surgical procedures on binocular vision: A topical review. *J Optom* 2016;9(4):219-230
3 Regan D, Erkelens CJ, Collewijn H. Visual field defects for vergence eye movements and for stereomotion perception. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1986;27(5):806-819
4 Sireteanu R. Binocular luminance summation in humans with defective binocular vision. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1987;28(2):349-355
5 Vagge A, Cavanna M, Traverso CE. Evaluation of ocular movements in patients with dyslexia. *Ann Dyslexia* 2015;65(1):24-32
6 Steinman BA, Steinman SB, Lehmkuhle S. Transient visual attention is dominated by the magnocellular stream. *Vision Res* 1997;37(1):17-23
7 Quaid P, Simpson T. Association between reading speed, cycloplegic refractive error, and oculomotor function in reading disabled children versus controls. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2013;251(1):169-187
8 Ridder WH, Tomlinson A. A comparison of saccadic and blink suppression in normal observers. *Vision Res* 1997 Nov;37(22):3171-3179
9 Rouse MW, Nestor EM, Parot CJ. A reevaluation of the Developmental Eye Movement (DEM) test's repeatability. *Optom Vis Sci* 2004;81(12):934-938
10 Maples WC, Ficklin TW. Interrater and test-retest reliability of pursuits and saccades. *J Am Optom Assoc* 1988;59(7):549-552
11 Ono S, Kizuka T. Effects of visual error timing on smooth pursuit gain adaptation in humans. *J Mot Behav* 2016; 11:1-6
12 Scheiman M, Wick B. Clinical management of binocular vision: heterophoric, accommodative, and eye movement disorders. Publisher: Lippincott Williams&Wilkins 2008: 9-10
13 Abraham NG, Srinivasan K, Thomas J. Normative data for near point of convergence, accommodation, and phoria. *Oman J Ophthalmol* 2015;8(1):14-18
14 Gall R, Wick B, Bedell H. Vergence facility: establishing clinical utility. *Optom Vis Sci* 1998;75(10):731-742
15 张芳,吕帆.斜视手术前后双眼视觉的临床研究.中华眼外伤职业眼病杂志 2007;29(4):282-285
16 Hull RB, Buhyoff GJ, Daniel TC. Measurement of scenic beauty: the law of comparative judgment and scenic beauty estimation procedures. *Forest Science* 1984;30(4):1084-1096
17 Durrie DS. The effect of different monovision contact lens powers on the visual function of emmetropic presbyopic patients (an American Ophthalmological Society thesis). *Trans Am Ophthalmol Soc* 2006;104:366-401
18 Westin E, Wick B, Harnist RB. Factors influencing success of monovision contact lens fitting: survey of contact lens diplomates. *Optometry* 2000;71(12):757-763
19 Li J, Thompson B, Lam CS, et al. The role of suppression in amblyopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011;52(7):4169-4176
20 Zhou J, Huang PC, Hess RF. Interocular suppression in amblyopia for global orientation processing. *J Vis* 2013;13(5):1-14,19
21 Hess RF, Mansouri B, Thompson B. A new binocular approach to the treatment of Amblyopia in adults well beyond the critical period of visual development. *Restorative Neurology Neuroscience* 2010;28(6):793-802
22 Hess RF, Thompson B. Amblyopia and the binocular approach to its therapy. *Vision Res* 2015;114:4-16
23 Mansouri B, Thompson B, Hess RF. Measurement of suprathreshold binocular interactions in amblyopia. *Vision Res* 2008; 48(28):2775-2784
24 Ooi TL, Optom B, He ZJ. Sensory eye dominance. *Optometry* 2001; 72(3):168-177
25 Handa T, Mukuno K, Uozato H, et al. Effects of dominant and nondominant eyes in binocular rivalry. *Optom Vis Sci* 2004;81(5):377-383
26 Yang E, Blake R, McDonald JE. A new interocular suppression technique for measuring sensory eye dominance. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2010;51(1):588-593
27 Levi DM. Crowding -an essential bottleneck for object recognition; a mini-review. *Vision Res* 2008; 48(5):635-654
28 Whitney D, Levi DM. Visual crowding: a fundamental limit on conscious perception and object recognition. *Trends in Cognitive Science* 2011;15(4):160-168