

## 眼睛动态检测系统在神经疾病定位诊断中的初步应用

颜红金<sup>1</sup>, 高庆春<sup>2</sup>, 李现亮<sup>2</sup>, 张永林<sup>3</sup>

1.广州医科大学生物医学工程系, 广东 广州 510182; 2.广州医科大学附属第二医院神经内科, 广东 广州 510260; 3.暨南大学光电工程研究所, 广东 广州 510632

**【摘要】目的:** 探讨光反射传导通路出现异常引起眼睛变化的特点, 研究眼睛的动态检测对光反射传导通路出现异常的神经性病变更定位诊断的价值。**方法:** 观察分析病例, 在暗视条件下, 应用本课题组设计的眼睛动态检测系统检测病例的瞳孔及其对光反射。瞳孔对光反射检查是在左右两侧分别给予光刺激时, 定量检测双侧眼的瞳孔变化情况。检测的特征值包括瞳孔初始直径( $D_0$ )、瞳孔收缩速度( $V$ )等。根据其眼睛的动态变化情况, 作出传导通路出现神经病变的定位分析。**结果:** 病例的瞳孔大小和瞳孔对光反射都出现了异常现象, 但各自有不同的特点。病例 C 的左侧瞳孔明显小于右侧, 左眼的直接对光反射消失、间接对光反射也消失; 右眼直接对光反射存在、间接对光反射也存在。病例 D 的右侧瞳孔明显小于左侧, 右眼直接对光反射消失, 间接对光反射虽然幅度小, 但存在; 左眼直接对光反射存在, 间接对光反射消失。**结论:** 眼睛动态检测可起到对光反射传导通路异常的神经疾病定位分析和鉴别诊断的重要作用。

**【关键词】** 眼睛; 动态检测; 光反射; 神经疾病; 定位诊断

**【DOI 编码】** doi:10.3969/j.issn.1005-202X.2015.02.023

**【中图分类号】** R318.6

**【文献标识码】** A

**【文章编号】** 1005-202X(2015)02-0251-04

## Initial Application of Eyes Dynamic Detection System in the Nerve Localization Diagnosis

YAN Hong-jin<sup>1</sup>, GAO Qing-chun<sup>2</sup>, LI Xian-liang<sup>2</sup>, ZHANG Yong-lin<sup>3</sup>

1.Department of BioMedcal Engineering, Guangzhou Medcal University, Guangzhou 510182, China; 2.Department of Neurology, the Second Affiliated Hospital of Guangzhou Medical University, Guangzhou 510260, China; 3. Institute of Optoelectronic Engineering, Jinan University, Guangzhou 510632, China

**Abstract:** **Objective** We explored the eyes change caused by abnormal conduction path of light reflecting. The value of eyes dynamic detection was explored in localization diagnosis when light-reflecting pathways was abnormal. **Methods** We observed and analyzed the cases of abnormal ocular symptoms. In dark conditions, pupillary light reflex was detected with the eyes dynamic detection system designed by our research group. Both eyes were observed when the left side and the right side were respectively given light stimulus, and changes in bilateral pupil were quantitatively detected. The characteristic value of detection includes the initial pupil diameter ( $D_0$ ), the pupil contraction velocity ( $V$ ) and so on. **Results** The left pupil of case C is significantly less than the right one. The direct and indirect light reflex of the left eye was disappeared, but there is a direct and indirect light reflex in the right eye. The right pupil of case D is significantly less than the left one. The direct light reflex of the right eye was disappeared. The indirect light reflex of the right eye existed, though the indirect light reflex amplitude is small. The direct light reflex of the left eye existed. The indirect light reflex of the left eye was disappeared. **Conclusion** Eyes dynamic detection can play important role in the positioning analysis and differential diagnosis, when the light reflex conduction pathway is abnormal.

**Key words:** eye; dynamic detection; light reflex; neurological diseases; localization diagnosis

### 前言

人的眼睛具有复杂精细的结构, 类似于一个光

学系统(光传导和感光成像), 包含复杂的光学原理<sup>[1]</sup>, 通过把光投射到对光敏感的视网膜上成像而提供视觉。其内有控制进入光线多少的瞳孔。瞳孔大小随着光照强度的变化而变化, 其变化受相关神经活动的支配。瞳孔的动态变化能反映出高级神经活动及其生理状态<sup>[2]</sup>, 其反射弧的任何一个环节出现问题都会导致瞳孔对光反射的异常, 可由此客观评价神经系统状

**【收稿日期】** 2014-11-04

**【基金项目】** 广州医科大学博士启动项目(L110514)

**【作者简介】** 颜红金, 男, 博士, 副教授, 研究方向为生物医学信息处理。

况<sup>[9]</sup>。许多疾病会引起相关神经损伤而导致瞳孔及其对光反射的异常变化。瞳孔对光反射反映其与疾病的关系<sup>[4-10]</sup>,因而可将之应用于疾病的分析和诊断。长期以来,由于没有能够定量测量瞳孔对光反射的仪器,瞳孔及其对光反射只能粗略估计和用灵敏、迟钝来描述,难以准确客观反映瞳孔对光反射的变化,局限了瞳孔对光反射反映其与疾病关系的应用,本课题组设计出眼睛动态检测系统<sup>[12]</sup>,建立了自动定量检测瞳孔及其对光反射的方法<sup>[13]</sup>,现将之应用于神经疾病研究中。

## 1 资料和方法

### 1.1 研究对象

实验研究对象:病例 C:某男,75 岁,主诉:突发右侧肢体扭动,乏力 3 h。既往有 2 级高血压。检验:血常规,影像检查:CT。病例 D:某男,58 岁。主诉:右下肢无力。检验:血常规,影像检查:CT。

### 1.2 方法

在暗视条件下,受试者暗适应 10 min 后,双眼自然张开,向前平视。应用本课题组设计的眼睛动态检测系统进行检测。检测内容为眼睑、瞳孔及瞳孔对光反射。瞳孔对光反射检查是在左右两侧分别给予相同的光刺激时,检测双侧眼的瞳孔变化情况。检测的特征值包括瞳孔初始直径( $D_0$ )、瞳孔收缩速度( $V$ )等。刺激时间为 1 s,从刺激前 1 s 开始连续 6 s 摄取双侧眼睛图像,左右各 30 帧图像。对摄取的各帧图像作图像处理分析,检测出 6 s 内各时刻的瞳孔半径值、直径

值和收缩速度等,然后以时间为横坐标,分别以瞳孔直径和收缩速度为纵坐标,绘制瞳孔的直径随时间变化和收缩速度随时间变化的折线图。

## 2 结果

### 2.1 病例 C

病例 C 检查所得眼睛图像情况:

左右眼球向左、向右、向下、向上的运动自如。从图 1 可看出,左右眼睑无下垂,两侧瞳孔大小不等,左侧瞳孔比右侧小。

(1)刺激右眼,病例 C 对光反射;

(2)刺激左眼,病例 C 对光反射。

以上各图中,左右两侧瞳孔分别用浅灰色和深灰色标示。图 2 和图 3 是病例 C 入院时检测的情况。图 2(a)和图 3(a)反映出两侧瞳孔大小不等,左侧小于右侧,右侧瞳孔随时间变化,左侧瞳孔没有变化。图 2(b)和图 3(b)反映出左侧瞳孔对光刺激没有变化。综合以上,病例 C 检测结果为:左眼瞳孔明显小于右眼,左眼直接对光反射消失,间接对光反射消失;右眼直

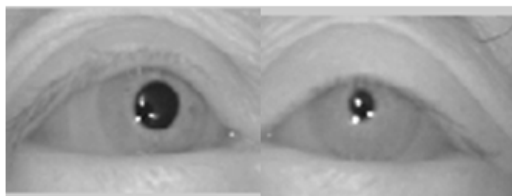
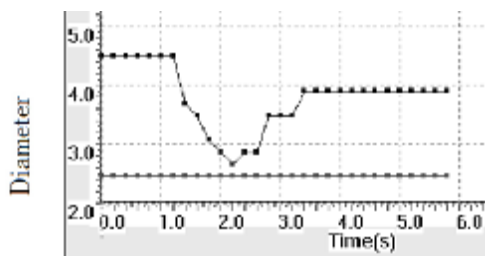
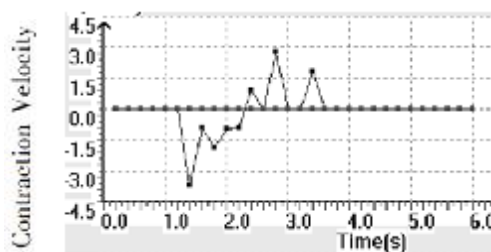


图 1 病例 C 眼睛检查图

Fig.1 Case C eye Examination



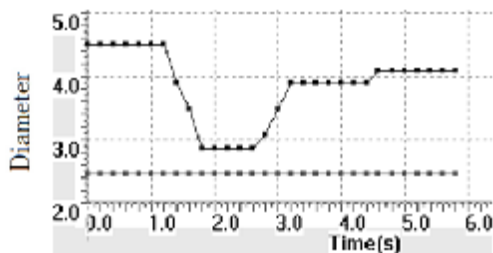
(a) Pupil Diameter versus Time



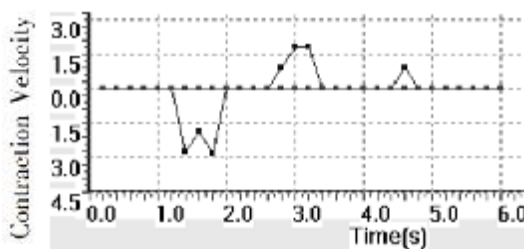
(b) Pupillary Contraction Velocity versus Time

图 2 病例 C-刺激右眼,瞳孔变化折线图

Fig.2 Case C- stimulating the Right Eye, the Pupil Changes in the Line Chart



(a) Pupil Diameter versus Time



(b) Pupillary Contraction Velocity versus Time

图 3 病例 C-刺激左眼,瞳孔变化折线图

Fig.3 Case C- stimulating the Eye, the Pupil Changes in the Line Chart

接对光反射存在,间接对光反射存在。

## 2.2 病例 D

病例 D 检查所得眼睛图像情况:

左右眼球向左、向右、向下、向上的运动自如。从图 4 可看出,左右眼睑无下垂,两侧瞳孔大小不等,右侧瞳孔比左侧小。

(1)刺激右眼,病例 D 对光反射;

(2)刺激左眼,病例 D 对光反射。

以上各折线图中,左右两侧瞳孔分别用浅灰色和深灰色标示。图 5(a)反映出两侧瞳孔大小不等,右侧小于左侧,图 5(b)反映出两侧瞳孔随时间无变化,图 6 反映出两侧瞳孔都随时间变化,右侧变化缓慢且幅度小。综合以上,病例 D 检测结果为:右眼瞳孔明显小于左眼,右眼直接对光反射消失,间接对光反射虽然幅度小,但存在;左眼直接对光反射存在,间接对光反射消失。

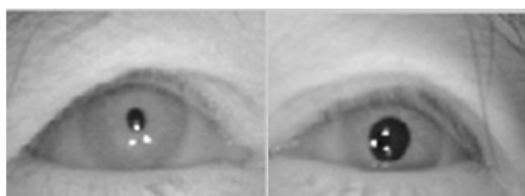
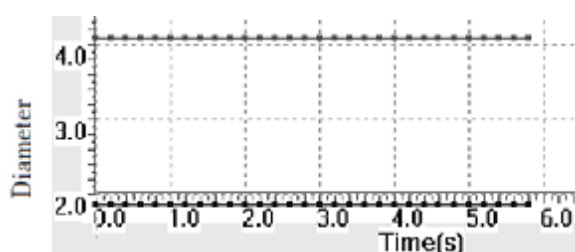
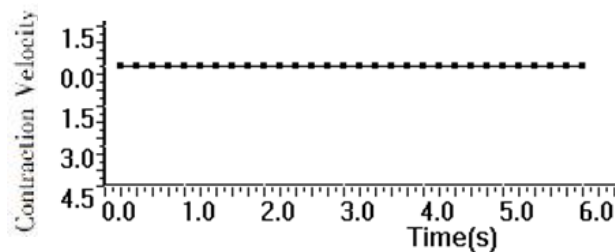


图 4 病例 D 眼睛检查图

Fig.4 Case D Eye Examination



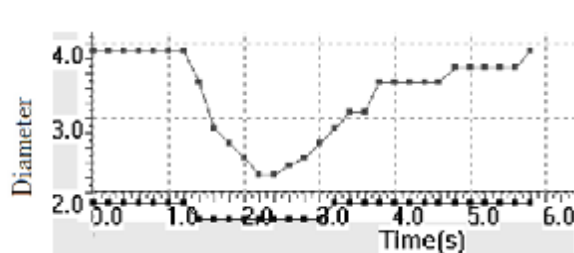
(a) Pupil Diameter versus Time



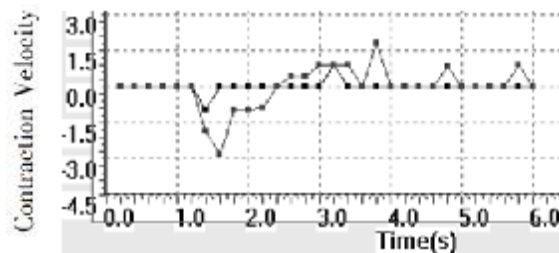
(b) Pupillary Contraction Velocity versus Time

图 5 病例 D-刺激右眼,瞳孔变化折线图

Fig.5 Case D-stimulating the Right Eye, the Pupil Changes in the Line Chart



(a) Pupil Diameter versus Time



(b) Pupillary Contraction Velocity versus Time

图 6 病例 D-刺激左眼,瞳孔变化折线图

Fig.6 Case D- stimulating the Left Eye, the Pupil Changes in the Line Chart.

## 3 讨论

瞳孔对光反射消失、瞳孔左右不等、或一眼瞳孔缩小而另一眼瞳孔不缩小等异常情况,常常是由于反射弧某一部分受损的结果,因而可以藉瞳孔对光反射的异常帮助神经病变的定位诊断。瞳孔对光反射传导通路:视网膜→视神经→中脑顶盖前区→两侧埃-魏(E-W)核→动眼神经→睫状神经节→节后纤维→瞳孔括约肌。这一径路上任何一处损害均可引起瞳孔对光反射消失。如果单侧动眼神经受损时,由于传出信息中断,无论光照哪一侧瞳孔,患侧对光反射都消失,即患侧的直接及间接对光反射消失,但健侧的直接、间接对光反射都存在<sup>[4]</sup>。而如果单侧视神经受损时,则传入信息中断,光照患侧的瞳孔,两侧瞳孔均不缩小,光反射消失;但光照健侧的瞳孔,则两眼对光反射均存在,也就是患侧的直接对光反射消失,间接对光反射存在。因而瞳孔对光反射这一传出、传入异常特点可作为光反射传导通路中动眼神经、视神经等受损判定的参考依据,对光反射传导通路出现异常的神经性病变的定位诊断起重要作用。

本研究中,对病例施行了眼睛动态检测,检测了眼睑、瞳孔大小及对光反射等内容。两病例的眼睑都正常,无下垂,瞳孔的大小和瞳孔对光反射都出现了异常现象,但各自有不同的特点。根据他们不同的特点定位分析,鉴别出分别是动眼神经、视神经受损。具体来说,病例 C 的瞳孔对光反射异常的特点是左眼的

直接、间接对光反射都消失;右眼直接、间接对光反射都存在,由此特点判断出该患者右侧眼正常,左侧眼为患侧,患者是左侧光反射传出信息中断,初步推断左侧的动眼神经损伤。又病例 C 的两侧瞳孔大小有明显差异,左眼瞳孔明显小于右眼,表明左侧的动眼神经中支配瞳孔括约肌的神经纤维损伤。而病例 D 的两侧瞳孔大小有明显差异,右侧瞳孔小于左侧瞳孔,右侧瞳孔呈现缩小状态。病例 D 的瞳孔对光反射特点是在光刺激右眼时,两侧瞳孔都不收缩,光反射消失,而在光刺激左眼时,两侧瞳孔同时收缩,其中右侧瞳孔收缩幅度较小。这表明右眼是患侧,右眼的直接对光反射消失而间接对光反射存在,左眼的直接对光反射存在而间接对光反射消失。由光反射的传导通路可知,该患者是右侧传入信息中断,右侧传入通路出现异常,初步推断右侧视神经损伤。进一步结合主诉、病史和其它检查资料等分析,排除对光反射传导通路中其它部位的损伤,确定病例 C、D 分别为左侧动眼神经损伤、右侧视神经损伤。

患者 C 本次就诊主诉:突发右侧肢体扭动,乏力 3 h。患者表现为右侧肢体运动障碍,系脑血管疾病引发。因为患者既往有 2 级高血压病史,这提示脑血管病变可能性极大,经影像检查,诊断为脑梗塞,部位在左侧大脑中动脉。与右侧肢体运动障碍症状相符合。左侧大脑中动脉引起的脑梗塞一般不会累及到眼睛,患者左眼部出现的症状是因为左侧颜面部的带状疱疹引发。病史显示,3 年前,左侧颜面部带状疱疹,之后左侧眼视物较右侧模糊,病例 C 因左侧颜面部的带状疱疹病毒侵犯三叉神经的眼支,累及到左眼,引发左眼带状疱疹,使得左侧动眼神经损伤,出现视力减退,视物模糊的临床表现。

病例 D 是单侧眼异常,病史反映出右眼异常有多年,没有缓解又复发的症状,也没有两眼先后受累,故排除 NMO 的可能。患者本次就诊主诉:右下肢无力。患者表现为右侧肢体运动障碍,系脑血管疾病引发,经影像检查,病变部位在左侧,与右侧肢体运动障碍症状相符合。而眼睛的患侧是右侧,与运动障碍的右侧肢体属同侧,故排除脑血管疾病引发右眼异常的可能。结合病史,确定患者右眼瞳孔缩小是因为白内障手术所致,询问患者及家属得知右眼白内障手术不成功。

由此可见,眼睛动态检测可起到对光反射传入通路异常的神经疾病定位分析的重要作用。影像检查,如 CT、MRI 等对于脑部组织的检查虽有着较大优势,但由于获得仅仅是影像方面的诊断,很多病变单凭影像仍难以确诊。CT、MRI 对于细小的病灶有时也难于检出,对神经纤维的细小变化也难于发现,而且其费

用高。本实验通过眼睛动态检测系统检测病例瞳孔对光反射的异常,为光反射传导通路中动眼神经、视神经受损的判定提供参考依据,对光反射传导通路出现异常的神经性病变的定位诊断起到重要作用。

## 【参考文献】

- [1] 吕帆. 眼科学[J]. 眼视光学, 2001, 3(1): 53-55.  
Lü F. Eye optics[J]. Chinese Journal of Optometry & Ophthalmology, 2001, 3(1): 53-55.
- [2] 曾涛, 施云涛, 彭权兵, 等. 阿片类药物成瘾者瞳孔光反射的检测和特征提取[J]. 动物学研究, 2010, 31(4): 415-420.  
Zeng T, Shi YT, Peng QB, et al. Feature extraction and pupil size detection of pupillary light reflex in opiate addicts[J]. Chinese Journal of Zoological Research, 2010, 31(4): 415-420
- [3] 练苹, 顾欣祖, 叶秀兰. 正常人瞳孔及瞳孔对光反射的特征[J]. 中国实用眼科, 2005, 23(10): 1038-1041.  
Lian P, Gu XZ, Ye XL. The characteristics of the pupil and the pupillary light reflex in the normal subject [J]. Chinese Journal of Practical Ophthalmology, 2005, 23(10): 1038-1041.
- [4] Van Gerven PW, Paas F, Van Merriënboer JJ, et al. Memory load and the cognitive pupillary response in aging[J]. Int J Psychophysiol, 2004, 41(2): 167-174.
- [5] Granholm E, Morris S, Galasko D, et al. Tropicamide effects on pupil size and pupillary light reflexes in Alzheimer's and Parkinson's disease [J]. Int J Psychophysiol, 2003, 47(2): 95-115.
- [6] Klein CM, Vernino S, Lennon VA, et al. The spectrum of autoimmune autonomic neuropathies[J]. Ann Neurol, 2003, 53(6): 752-758.
- [7] Mylius V, Braune HJ, Schepelmann K. Dysfunction of the pupillary light reflex following migraine headache[J]. Clin Auton Res, 2003, 13(1): 16-21.
- [8] Paulus J, Roquilly A, Beloeil H, et al. Pupillary reflex measurement predicts insufficient analgesia before endotracheal suctioning in critically ill patients[J]. Critical Care, 2013, 17: R161.
- [9] Fotiou DF, Stergiou V, Tsitsios D, et al. Cholinergic deficiency in Alzheimer's and Parkinson's disease: evaluation with pupillometry[J]. Int J Psychophysiol, 2009, 73(2): 143-149.
- [10] Stergiou V, Fotiou D, Tsitsios D, et al. Pupillometric findings in patients with Parkinson's disease and cognitive disorder[J]. Int J Psychophysiol, 2009, 72(2): 97-101
- [11] Fotiou F, Fountoulakis KN, Tsolaki M. Changes in pupil reaction to light in Alzheimer's disease patients: a preliminary report [J]. Int J Psychophysiol, 2000, 37(1): 111-120.
- [12] 颜红金, 张永林. 医用眼睛图像检测系统的构建[J]. 计算机工程与设计, 2010, 31(24): 5339-5342.  
Yan HJ, Zhang YL. Construction of medical eye image detection system[J]. Computer Engineering and Design, 2010, 31(24): 5339-5342.
- [13] 颜红金, 张永林. 医用眼睛图像中瞳孔特征值检测算法的研究[J]. 计算机工程与设计, 2010, 31(23): 5124-5127.  
Yan HJ, Zhang YL. Research on detecting algorithm of pupil eigenvalues in medical eye image [J]. Computer Engineering and Design, 2010, 31(23): 5124-5127.
- [14] 高秀来. 人体解剖学[M]. 第 2 版. 北京: 北京大学医学出版社, 2009: 222-249.  
Gao XL. Human Anatomy [M]. 2nd ed. Beijing: Peking University Medical Press, 2009: 222-249.