

# 偏光镜介导的双眼注视状态下调节反应差异性研究

王瑞卿<sup>1</sup>, 张妍<sup>1</sup>, 胡娱新<sup>2</sup>, 何宇茜<sup>1</sup>, 纪冬梅<sup>3</sup>, 王淑荣<sup>1</sup>

作者单位:(130041)中国吉林省长春市,吉林大学第二医院<sup>1</sup>眼科;<sup>2</sup>呼吸科;<sup>3</sup>(132001)中国吉林省吉林市人民医院眼科

作者简介:王瑞卿,硕士研究生,主治医师,研究方向:眼视光学。

通讯作者:王淑荣,博士研究生,副主任医师,副主任,研究方向:角膜屈光手术. srwang@jlu.edu.cn

收稿日期:2015-11-19 修回日期:2016-03-10

## Differences of accommodative responses between two eyes under binocular viewing condition mediated by polarizing glasses

Rui-Qing Wang<sup>1</sup>, Yan Zhang<sup>1</sup>, Yu-Xin Hu<sup>2</sup>, Yu-Xi He<sup>1</sup>, Dong-Mei Ji<sup>3</sup>, Shu-Rong Wang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Ophthalmology; <sup>2</sup>Department of Respiratory, the Second Hospital of Jilin University, Changchun 130041, Jilin Province, China; <sup>3</sup>Department of Ophthalmology, Jilinshi People Hospital, Jilin 132001, Jilin Province, China

Correspondence to: Shu - Rong Wang. Department of Ophthalmology, the Second Hospital of Jilin University, Changchun 130041, Jilin Province, China. srwang@jlu.edu.cn

Received:2015-11-19 Accepted:2016-03-10

### Abstract

• AIM: To study the differences of accommodative responses between the two eyes under 3 different polarized viewing conditions.

• METHODS: Fifteen volunteers with emmetropia were recruited into this study (aged 18 ~ 38), 6 males and 9 females. Three different viewing conditions were set up by using polarizing glasses and liquid crystal display: (1) right eye could see the visual target on the screen, but left eye cannot see it; (2) left eye could see the visual target on the screen, but right eye cannot see it; (3) both eyes could see the target. Accommodative responses were measured by infrared auto-refractor when fixating at the target at 5, 2, 1, 0.5 and 0.33m under the above 3 viewing conditions. The differences of accommodative responses under different viewing conditions were compared by using variance analysis of repeated measuring and *t* test.

• RESULTS: Significant differences of accommodative responses between the two eyes were found under condition (1) and (2) at all the fixating distance. The accommodative responses in used eyes which can see the visual target were higher than in non-used eyes which cannot see the visual target ( $P < 0.05$ ). No

differences of accommodative responses were found under condition (3) at all distance ( $P > 0.05$ ).

• CONCLUSION: Ciliary muscles in the used eyes were more relatively tonic than non-used eyes under binocular open viewing condition. The imbalance of accommodative responses between two eyes may be one of the risk factors resulting into the occurrence of myopia.

• KEYWORDS: accommodation; aniso-accommodation; polarization; used eye

Citation: Wang RQ, Zhang Y, Hu YX, et al. Differences of accommodative responses between two eyes under binocular viewing condition mediated by polarizing glasses. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2016;16(4):782-784

### 摘要

目的:探讨利用偏振效应构建的3种不同注视方式下双眼调节反应的差异。

方法:前瞻性对照研究。选取15名正视眼志愿者入选本试验(年龄18~38岁,男6名,女9名)。利用偏光镜和液晶显示器的偏振特性,设置3种不同的注视方式:(1)右眼能看到屏幕显示的视标,左眼无法看到;(2)右眼无法看到屏幕视标,左眼能看到;(3)双眼均能看到屏幕视标。使用红外电脑验光仪分别测量注视距离为5、2、1、0.5、0.33m时的客观验光值(以等效球镜计算),计算所有受试者在以上3种注视方式下的调节反应量。采用重复测量的方差分析和*t*检验比较不同注视方式下双眼调节反应的差异。

结果:采用注视方式(1)(2)时,双眼在各种调节刺激下产生的调节反应有明显差异,其中使用眼(能看到屏幕视标眼)的调节反应均比未使用眼(不能看到屏幕视标眼)大( $P < 0.05$ )。采用注视方式(3)时,各种调节刺激下的双眼调节反应无明显差异( $P > 0.05$ )。

结论:双眼开放状态下,经常被使用眼的睫状肌处于相对紧张状态,较少使用眼则处于相对放松状态。这种调节反应的不均衡性,很可能是促发近视发生的危险因素。

关键词:眼调节;调节参差;偏光;使用眼

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2016.4.53

引用:王瑞卿,张妍,胡娱新,等.偏光镜介导的双眼注视状态下调节反应差异性研究.国际眼科杂志2016;16(4):782-784

### 0 引言

人眼通过改变晶状体的弯曲度,使得外界物体能够在视网膜清晰成像的变化过程被称为调节。而且对于不同的调节刺激,人眼会做出不同的调节反应。以往关于调节的研究认为双眼调节系统来源于共同的神经支配系

统,因此同一调节刺激引起双眼的调节反应也应一致<sup>[1]</sup>,故绝大多数试验仅对受试者的其中一眼进行测量分析<sup>[2-3]</sup>。但是 Marran 等<sup>[4]</sup>却用镜片法诱导出双眼的调节参差(aniso-accommodation)现象,即双眼可产生不一致的调节反应,且差异不大。这种调节反应不一致的现象在优势眼中表现的尤为明显,表现为相同的调节刺激下,优势眼的调节反应大于非优势眼<sup>[5]</sup>。而对优势眼与近视的相关性研究存在一些争议;Jiang 等<sup>[6]</sup>认为眼优势度越高,其近视的程度越高。但 Ito 等<sup>[7]</sup>和 Linke 等<sup>[8]</sup>的研究却认为非优势眼的近视程度更高。两种研究结果虽然截然相反,但不难做出这样的推断:双眼调节反应的不均衡性必然与近视的发展存在一定的联系<sup>[9]</sup>。因此研究双眼注视条件下两眼调节反应的差异更具有实际意义。

本试验利用偏光镜和液晶显示器构建了特殊的注视方式:在保持双眼周边融像的前提下,通过调整偏振片的角度来实现双眼的调节刺激信息被选择性阻断,同时双眼的调节测量不受影响。利用这一注视方式,比较双眼调节反应差异,进一步明确双眼开放状态下调节反应的变化规律。

## 1 对象和方法

**1.1 对象** 选取 15 名志愿者作为试验对象,年龄 18~38 (平均 28.9±4.9)岁,男 6 名,女 9 名。入选标准:(1)单眼远距、近距矫正视力≥1.0,主觉验光度数在±0.50D 之间,双眼屈光参差≤0.50D(按等效球镜度计算);(2)无显性斜视,隐性斜视者其水平隐斜角≤6<sup>Δ</sup>且无立体视异常;(3)无全身及眼部疾病,无屈光矫正手术史。在试验开始前,每个受试者都被详细告知试验流程并签订知情同意书。医院伦理委员会审核通过并备案。

## 1.2 方法

### 1.2.1 试验仪器

**1.2.1.1 红外验光仪** 应用 WAM-5500 型红外电脑验光仪测量双眼屈光变化。该仪器具有开放式视窗,屈光测量的精确度为 0.12D,测量范围:球镜-22.0~+22.0D,柱镜 0~±10.0D,轴角度 0°~180°,设置镜眼距离为 12mm。

**1.2.1.2 显示器** 选择“扭曲向列型液晶显示器”(twisted nematic liquid crystal display),简称“TN 型液晶显示器”,屏幕发出的是偏振光<sup>[10]</sup>。尺寸:15",分辨率:1024×768,屏幕亮度:40cd/m<sup>2</sup>,对比度:98%。显示黑色十字视标,白色背景,单个笔画视角为 1°,视标大小能够随注视距离的改变而改变,以保证屏幕显示的视标对注视者的张角始终为 1°。

**1.2.1.3 偏光镜** 通过改变偏光镜片放置的角度,决定显示器发出的偏振光能否透过镜片进入眼球。当偏光镜片的滤过方向与光的振动方向平行时,偏振光可以透过镜片进入眼内,这时人眼就能看到显示器上显示的刺激视标;当滤过方向与振动方向垂直时,偏振光则无法透过镜片,这时人眼无法看到偏振视标,但是显示器周围的自然光仍能透过镜片不受影响<sup>[11]</sup>。3 种偏光眼镜具体设置见表 1。

**1.2.2 试验步骤** (1)嘱受试者配戴偏光镜 A 后通过验光仪的开放视窗注视显示器上的十字视标,保持头位不动。将显示器依次放置在距角膜前顶点 5、2、1、0.5、0.33m 处,应用红外验光仪进行客观验光(以等效球镜 SE 计算),每人每眼测量 5 次,取平均值。(2)以 5m 处

表 1 偏光镜的种类

分类	右眼	左眼
偏光镜 A	+	-
偏光镜 B	-	+
偏光镜 C	+	+

注:+:表示可以看到屏幕内容;-:表示不能看到屏幕内容。

的屈光值作为基准值,与其他距离屈光值的差即为调节反应量(AR),即 AR<sub>5m-2m</sub>, AR<sub>5m-1m</sub>, AR<sub>5m-0.5m</sub>, AR<sub>5m-0.33m</sub>;(3)更换偏光镜种类,重复步骤(1)和(2)。(4)所有受试者分 3 次测量上述数据,每次测量使用的偏光镜种类不同。测量过程均由同一人完成。测量时采用双盲法,即受试者与测量者均不知道偏光镜的具体类型。每次测量时间间隔至少 3d,以保证受试者得到充分休息。

统计学分析:采用 SPSS 20.0 统计软件进行分析。计量资料服从正态分布。应用重复测量的方差分析和 *t* 检验比较注视不同距离视标时双眼调节反应的差异。当 *P*<0.05 时,认为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 配戴偏光镜 A 时受试者情况** 配戴偏光镜 A 的受试者在注视不同距离的视标后,所测得的调节反应值(表 2)。当注视视标逐渐接近受试者时,双眼的调节反应均逐渐增加且差异有统计学意义(*P*<0.05)。在同一距离处双眼调节反应差异有统计学意义,右眼的调节反应大于左眼。

**2.2 配戴偏光镜 B 时受试者情况** 配戴偏光镜 B 的受试者在注视不同距离的视标后,所测得的调节反应值(表 3)。当注视视标逐渐接近受试者时,双眼的调节反应均逐渐增加且差异有统计学意义(*P*<0.01)。在同一距离处双眼调节反应差异有统计学意义(*P*<0.01),左眼调节反应大于右眼。

**2.3 配戴偏光镜 C 时受试者情况** 配戴偏光镜 C 的受试者在注视不同距离的视标后,所测得的调节反应值(表 4)。当注视视标逐渐接近受试者时,双眼的调节反应均逐渐增加且差异有统计学意义(*P*<0.01)。在同一距离处双眼调节反应差异没有统计学意义。

## 3 讨论

当光波的振动方向与光传播方向只限于某一平面时,就形成了偏振光。而自然光不属于偏振光。偏光镜只对偏振光有阻挡或滤过作用,而对自然光线无遮挡作用。本文提到的偏光镜 A 即是将右眼镜片的滤过方向设置成和偏振光平行的位置,左眼镜片的滤过方向与偏振光方向垂直。对于受试者来说,除右眼能看到屏幕显示的偏振视标外,双眼看到的其他影像是一致的。偏光镜 B 和 C 设置原理与 A 类似(B 设置为右眼阻挡,左眼滤过;C 设置为双眼滤过)。这种特殊的注视状态,即保持了一定的双眼融合(闭环状态),又能控制单眼的视觉信息输入量。其中接收到调节刺激信息的眼可视为使用眼(used eye),未接收到调节刺激眼被视为非使用眼(non-used eye)。

本试验使用红外验光仪,其优势在于:(1)在双眼开放状态下测量眼的调节反应,更接近日常用眼习惯<sup>[12]</sup>;(2)选用外部视标可以更有效的避免器械性近视的发生<sup>[13]</sup>;(3)验光仪使用的是红外光源并非偏振光,因此测量结果不会受到偏光镜的影响。

表2 配戴偏光镜A时双眼注视不同距离视标时的调节反应值 ( $\bar{x} \pm s, D$ )

眼别	2m	1m	0.5m	0.33m	F	P
右眼	0.190±0.243	0.532±0.371	1.331±0.411	2.465±0.474	517.858	<0.01
左眼	0.083±0.202	0.407±0.352	1.231±0.409	2.273±0.486	318.834	<0.01
t	3.188	2.858	2.576	5.698		
P	0.007	0.013	0.022	<0.01		

表3 配戴偏光镜B时双眼注视不同距离视标时的调节反应值 ( $\bar{x} \pm s, D$ )

眼别	2m	1m	0.5m	0.33m	F	P
右眼	0.108±0.192	0.406±0.328	1.215±0.375	2.298±0.443	345.855	<0.01
左眼	0.223±0.226	0.566±0.343	1.356±0.360	2.489±0.437	449.529	<0.01
t	-4.436	-4.063	-4.417	-4.563		
P	0.001	0.001	0.001	<0.01		

表4 配戴偏光镜C时双眼注视不同距离视标时的调节反应值 ( $\bar{x} \pm s, D$ )

眼别	2m	1m	0.5m	0.33m	F	P
右眼	0.107±0.198	0.415±0.319	1.249±0.372	2.298±0.451	421.293	<0.01
左眼	0.091±0.185	0.406±0.289	1.223±0.404	2.323±0.452	344.486	<0.01
t	0.313	0.341	0.669	-0.647		
P	0.759	0.738	0.514	0.528		

虽然双眼调节系统的神经支配是双向等同的,但Marran等<sup>[4]</sup>试验发现应用不同的调节视标分别刺激双眼可以产生不同的调节反应。本试验应用偏光镜构建的不同的视觉状态,使得左右眼看到的不完全一致,也出现了双眼调节反应不同的现象,这与前者的研究结果一致。试验已证实调节反应会受到眼优势的影响<sup>[5]</sup>。但本研究并未做优势眼的区分,主要是考虑到眼优势在一定情况下可能会发生转变<sup>[14-15]</sup>,在试验条件下哪只眼使用的更多,并不只是由眼优势来决定,是否使用或较多使用才是影响调节反应的关键。用眼频率(即用眼较多与用眼较少的区别)更能反应实际的用眼情况。本试验的结果也说明了这一点(表2,3)。不难推断,在优势眼建立之初,大脑中枢会选择使用视物相对清晰的眼去观察外界物体,随着该眼被使用的频率增加,眼优势才逐渐建立起来。

虽然本研究是在试验条件下进行的,与真实视物状态有所差异。但在现实生活中,我们仍然可以找到类似的情况。比如在验光配镜时,如果人为因素导致双眼矫正视力不平衡,视力相对清晰眼将处于使用状态,导致该眼的调节反应相对较大,这将成为促进近视发展的因素之一。其原因可能是睫状肌经常处于相对紧张状态,其张力性调节水平较高,这更易造成调节精确度的下降,形成更大的视网膜离焦,诱发近视的发生与发展。但是如果用“调节滞后”理论解释调节不平衡与近视的关系,又会出现另外一种相反的结论。从表2,3中发现双眼均存在调节滞后现象,其中未使用眼的调节滞后量要大于使用眼,滞后量大必然引起更大的视网膜离焦,未使用眼应该更容易出现近视。但目前对调节滞后是近视发生的原因还是结果尚存在争议<sup>[16]</sup>。因此,下一步的研究还需明确:双眼间调节反应的差异缘于中枢神经调控系统的差异还是神经系统控制下的效应器(如睫状肌、晶状体等)存在差异?这些差异是近视发生的原因还是结果?

总之,双眼给予同等程度的矫正,以达到双眼矫正视力和调节反应平衡的目的,尤其对视觉发育还未完全成熟的青少年来说,做到这一点更为重要。

参考文献

- Ball EAW. A study in consensual accommodation. *Am J Optom Arch Am Acad Optom* 1952; 29(11):561-574
- 保金华,任凤英,乐融融,等. 近视青少年在阅读状态下调节反应和像差的研究. *中华实验眼科杂志* 2011; 29(5):450-455
- 王凯,李岩,石晓庆,等. 附加三棱镜对正视眼调节反应和调节微波动的影响. *中华实验眼科杂志* 2015; 33(6):513-517
- Marran L, Schor CM. Lens induced aniso-accommodation. *Vision Res* 1998; 38(22):3601-3619
- Momeni-Moghaddam H, McAlinden C, Azimi A, et al. Comparing accommodative function between the dominant and non-dominant eye. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2014; 252(3):509-514
- Jiang F, Chen Z, Bi H, et al. Association between ocular sensory dominance and refractive error asymmetry. *PLoS One* 2015; 10(8):e0136222
- Ito M, Shimizu K, Kawamorita T, et al. Association between ocular dominance and refractive asymmetry. *J Refract Surg* 2013; 29(10):716-720
- Linke SJ, Baviera J, Munzer G, et al. Association between ocular dominance and spherical/astigmatic anisometropia, age, and sex: analysis of 10,264 myopic individuals. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011; 52(12):9166-9173
- Charman WN. Aniso-accommodation as a possible factor in myopia development. *Ophthalmic Physiol Opt* 2004; 24(5):471-479
- 柴宝玉. 液晶显示器用偏光片技术及市场分析. *中国新技术新产品* 2012; 15:9-10
- 范志新. 神奇的偏光片. *现代物理知识* 2014; 3:47-51
- Win-Hall DM, Houser J, Glasser A. Static and dynamic measurement of accommodation using the Grand Seiko WAM-5500 Autorefractor. *Optom Vis Sci* 2010; 87(11):873-882
- 万修华,林仲,蔡啸谷,等. 双眼开放视野自动验光仪与传统电脑验光仪的比较. *中华眼科杂志* 2012; 48(6):519-523
- Chadnova E, Reynaud A, Clavagnier S, et al. Short-term ocular dominance changes in human V1. *J Vis* 2015; 15(12):378
- Hess R, Zhou J, Reynaud A. Modulating ocular dominance in the adult in real time. *J Vis* 2015; 15(12):827
- Sreenivasan V, Irving EL, Bobier WR. Can current models of accommodation and vergence predict accommodative behavior in myopic children? *Vision Res* 2014; 101:51-61