

# 暗环境下瞳孔大小对对比度视力的影响

叶 娅, 沈政伟, 尹 禾, 李 婧, 李 丽, 吴金桃

作者单位: (430070) 中国湖北省武汉市, 广州军区武汉总医院眼科

作者简介: 叶娅, 住院医师, 研究方向: 眼表及视光学。

通讯作者: 沈政伟, 主任医师, 研究方向: 角膜屈光手术. zhshen@21. cn. com

收稿日期: 2011-06-13 修回日期: 2011-09-26

• KEYWORDS: pupil; contrast visual acuity; LASIK

Ye Y, Shen ZW, Yin H, *et al.* Comparison of the effect of different pupil diameter on contrast visual acuity in dark environment. *Gujji Yanke Zazhi (Int J Ophthalmol)* 2011; 11(12): 2113-2115

## Comparison of the effect of different pupil diameter on contrast visual acuity in dark environment

Ya Ye, Zheng-Wei Shen, He Yin, Jing Li, Li Li, Jin-Tao Wu

Department of Ophthalmology, Wuhan General Hospital of Guangzhou Military, Wuhan 430070, Hubei Province, China

Correspondence to: Zheng-Wei Shen. Department of Ophthalmology, Wuhan General Hospital of Guangzhou Military, Wuhan 430070, Hubei Province, China. zhshen@21. cn. com

Received: 2011-06-13 Accepted: 2011-09-26

### Abstract

• AIM: To investigate the effect of different pupil diameter on contrast visual acuity in dark environment.

• METHODS: Pupil diameter and contrast visual acuity from 42 case (84 eyes) before LASIK surgery were measured with multi-functional visual acuity tester (MFVA-100) and Allegro wavefront analyzer, comparing the contrast visual acuity related to different pupil diameter and analysing their relationships.

• RESULTS: Contrast visual acuity was ( $0.158 \pm 0.097$ ) and ( $0.374 \pm 0.099$ ) respectively when pupil diameter ranged from 4.0mm to 5.5mm on both contrast of 25% and 10%, better than the contrast visual acuity when pupil diameter ranged from 5.6mm to 7.2mm, the difference was significant ( $P < 0.02$ ), the difference of contrast visual acuity in 25% was more evident than that in 10%; There were no significant difference when pupil diameter ranged from 4.0mm to 5.5mm and 5.6mm to 7.2mm on both contrast of 100% and 5% ( $P > 0.1$ ); contrast visual acuity (100%, 25%, 10%, 5%) were decreased with the increase of pupil diameter whether from 4.0mm to 5.5mm or from 5.6mm to 7.2mm, there was a positive correlation between them.

• CONCLUSION: Different pupil diameters could affect the contrast visual acuity obviously under certain conditions, and influence the night visual performance accordingly. The measurement to the pupil size on dark environment before LASIK surgery is one of the important index affecting corneal refractive surgical procedures.

### 摘要

目的: 探讨在暗环境下瞳孔大小对对比度视力的影响。

方法: 应用多功能电子视力测量仪 (MFVA-100) 及 Allegro analyzer 波前像差仪测量 42 例 84 眼在暗环境中的对比度视力及瞳孔直径, 以瞳孔直径的均值 5.6mm 为界分为两组, 比较不同瞳孔大小范围时的对比度视力, 并分析瞳孔大小与对比度视力的相关性。

结果: 在对比度 25% 和 10% 的情况下, 瞳孔直径范围在 (4.0 ~ 5.5) mm 时的对比度视力分别为 ( $0.158 \pm 0.097$ ) 及 ( $0.374 \pm 0.099$ ), 优于范围为 (5.6 ~ 7.2) mm 时的对比度视力, 差异有统计学意义 ( $P < 0.02$ ), 在对比度 10% 时的差异较对比度为 25% 时的差异小, 在对比度 100% 和 5% 时, 瞳孔直径范围为 (4.0 ~ 5.5) mm 与范围为 (5.6 ~ 7.2) mm 时两组间的对比度视力的差异无统计学意义; 瞳孔直径范围为 (4.0 ~ 5.5) mm 和范围为 (5.6 ~ 7.2) mm 时, 随直径的增加, 各对比度下的对比度视力下降, 瞳孔直径与对比度视力有明显的正相关 ( $P < 0.05$ )。

结论: 不同直径的瞳孔在一定条件下可明显影响对比度视力, 从而影响夜间视觉质量, 对术前暗环境下瞳孔大小的测量, 是决定角膜屈光手术方式的重要指标之一。

关键词: 瞳孔; 对比度视力; LASIK

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5123.2011.12.017

叶娅, 沈政伟, 尹禾, 等. 暗环境下瞳孔大小对对比度视力的影响. 国际眼科杂志 2011; 11(12): 2113-2115

### 0 引言

屈光手术已经在临床广泛开展, 为广大屈光不正尤其是近视患者解决了配戴框架眼镜和隐形眼镜的困扰、提高生活质量的同时也带来了一系列新的问题。一部分患者在夜间或暗环境下会出现视物模糊、视物不适、夜晚眩光、光晕明显, 对低对比度物体的辨识能力下降等不适症状<sup>[1]</sup>, 暗视力及对对比敏感度下降在一部分患者中广泛存在。众多研究表明, 角膜屈光术后球差、彗差及其他高阶像差的增加影响了人眼的成像质量<sup>[2-4]</sup>。瞳孔直径也是影响成像质量的一个重要因素, 研究发现像差与瞳孔大小密切相关, 瞳孔越大, 像差越大<sup>[5]</sup>。近年来出现的 Q 值调整的个体化切削, 依据每位患者的目标 Q 值对角膜进行切削, 可有效减少术后球差增大的程度, 提高患者的视觉质量<sup>[6]</sup>, 且一般建议对于术前瞳孔直径大于 6.0mm 者行 Q 值引导的个性化切削, 但在临床中我们仍发现, 依据此标准确定手术方式, 仍有部分患者诉夜间眩光、光晕, 视物模

糊等症状。本研究的目的是分析暗环境下瞳孔直径对对比度视力的影响,以期个性化手术方案的适应证提供新的标准与思路。

## 1 对象和方法

### 1.1 对象

**1.1.1 检查对象** 随机选择2010-08/11在我院近视眼治疗中心进行LASIK手术的患者,纳入本研究的共42例84眼(其中男17例,女25例),年龄18~28(平均 $22.6 \pm 2.1$ )岁。纳入标准:主觉验光法测得屈光度 $-0.75 \sim -6.00$ (平均 $-3.96 \pm 1.76$ )D,散光 $\leq -2.50$ D;最佳矫正视力 $\geq 1.0$ 。术前检查前72h内无服药或局部用药;无长期配戴隐形眼镜史,近2wk内未配戴过隐形眼镜;无眼部器质性病变,裂隙灯及全视网膜镜检查屈光介质透明,虹膜色泽正常,纹理清晰,眼底正常;色觉正常;无眼部外伤史、手术史;无眼位及眼球运动异常;排除脑外伤或神经疾病史,全身情况良好。

**1.1.2 检查设备** 中国深圳亮睛公司和美国波士顿新英格兰视光学院合作生产的多功能电子视力测量仪(型号MFVA-100),其“对比度视力测量”软件包安装在IBM计算机平台上,SONY液晶显示器(像素为 $1024 \times 768$ )是一种视频不同对比度视力表。选定4个固定的对比度(5%,10%,25%,100%),通过控制应用程序,改变监视器荧光屏上的空间频率产生不同的E型单个视标,大小随机出现,所有视标和屏幕背景均由密度相同的同式点阵分布的点组成,仅仅由点的大小改变来达到不同的黑色度,对比度具有可靠性、稳定性和可重复性。德国Wavelight公司Allegro analyzer瞳孔测量仪,保持瞳孔中心与大、小十字一致,数据具有精确性、可靠性及可重复性。

### 1.2 方法

**1.2.1 对比度视力的测量** 保持正常志愿者头部与显示器等高,检查距离为5.5m。屏幕背景亮背景亮度在 $260 \text{cd}/\text{m}^2$ 左右,暗背景亮度在 $26 \text{cd}/\text{m}^2$ 左右。由同一名检查人员在暗室(室内光线照度在0 lx左右)进行检查,选择黑色视标,初始视力值设定为 $\log \text{MAR} = 0.1$ 。被检者暗适应5min后开始,视屏白色背景下,依次测出100%,25%,10%,5%对比度的视力值,完成后休息3~5min,再在暗背景下依次测出上述4种对比度的视力值。测量时,鼓励受试者尽快读出视标方向,由检查者通过键盘输入受试者的答案,MFVA自动计算出视力值。视力值采用 $\log \text{MAR}$ 记录法。

**1.2.2 瞳孔大小的测量** 利用德国WAVELIGHT公司的波前像差仪(Analyzer)的红外线瞳孔检测技术在相同暗室条件下测量患者的瞳孔大小。固定患者额头并保持正位,被检查眼注视检测窗中“花瓣”形视标并嘱患者尽量睁大眼睛,不断地调整系统调节杆使瞳孔中央出现大、小“十字”并重合,屏幕左下方X,Y,Z轴上显示数据均 $< 0.1 \text{mm}$ 时,所显示的瞳孔数值最为准确,每眼测量3次,取平均值。利用像差仪测得瞳孔的大小范围4.0~7.2(平均 $5.61 \pm 1.4$ )mm,以平均值5.6mm为界,将检查者分为两组:A组瞳孔大小范围4.0~5.5mm,共20例40眼,B组瞳孔大小范围5.6~7.2mm,共22例44眼,分别求得两组在暗环境暗背景下的对比度视力。对每一患者的对比度视力检查及瞳孔大小检查均由熟练操作两系统的同一医师完成。

表1 不同对比度下瞳孔对对比度视力的影响  $\bar{x} \pm s$

	100%	25%	10%	5%
A组	$-0.018 \pm 0.113$	$0.206 \pm 0.090$	$0.421 \pm 0.106$	$0.597 \pm 0.103$
B组	$-0.033 \pm 0.047$	$0.158 \pm 0.097$	$0.374 \pm 0.099$	$0.560 \pm 0.126$
P	0.436	0.023	0.041	0.158

表2 瞳孔大小与对比度视力的相关性

		100%	25%	10%	5%
Pearson 相关性	A组	0.986	0.608	0.392	0.408
	B组	0.974	0.539	0.429	0.391
P	A组	0	0	0.012	0.009
	B组	0	0	0.004	0.009

统计学分析:用SPSS 11.5统计软件包中两独立样本t检验法对两组对比度视力进行比较,Pearson相关分析法分析瞳孔大小与对比度之间的关系。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 瞳孔** 暗室瞳孔直径:A组瞳孔大小范围4.0~5.5(平均 $4.85 \pm 0.46$ )mm,B组瞳孔大小范围5.6~7.2(平均 $6.50 \pm 0.56$ )mm,A,B两组之间差异有显著统计学意义( $P < 0.01$ )。

### 2.2 不同对比度下瞳孔大小对对比度视力的影响特征

在对比度100%和5%的情况下,A,B两组的对比度视力无明显统计学差异( $P > 0.1$ ,表1),在对比度25%和10%的情况下,A,B两组的对比度视力有显著统计学差异,瞳孔范围在(4.0~5.5)mm时的对比度视力分别为( $0.158 \pm 0.097$ )及( $0.374 \pm 0.099$ ),优于瞳孔范围为(5.6~7.2)mm时的对比度视力,在对比度10%时的差异较对比度为25%时的差异小( $P < 0.05$ ,表1)。

**2.3 瞳孔大小与对比度视力的相关性** 瞳孔范围为(4.0~5.5)mm时,随瞳孔的增加,各对比度下的对比度视力下降,瞳孔与对比度视力有明显的正相关, $P < 0.02$ ;瞳孔范围为(5.6~7.2)mm,随瞳孔的增加,各对比度下的对比度视力下降,瞳孔与对比度视力也呈明显的正相关, $P < 0.05$ (表2)。

## 3 讨论

随着屈光手术技术的飞速发展,术后视觉质量下降已成为人们普遍关心的问题。研究发现,引起视觉质量下降的根本原因是屈光手术给人眼的屈光系统带来了更多的高阶像差,特别是三阶彗差和四阶球差<sup>[7-10]</sup>。瞳孔对屈光手术视觉质量的影响国内外有一系列研究,大部分学者认为无论术前还是术后,像差与瞳孔大小密切相关,瞳孔越大,像差越大,术后视觉质量越差;也有部分学者提出瞳孔直径过大并非夜间视觉下降的危险因素,很多暗环境下瞳孔直径较大的近视患者,在激光手术后仍有很好的夜间视觉质量;同时也有部分患者虽然选择Q值引导LASIK手术方式,但夜间仍诉有眩光、光晕、视物重影等现象。在以往的研究中,瞳孔直径大多采用4mm(人群在明环境下的平均瞳孔大小),也有定义大瞳为( $> 6.5 \text{mm}$ ),小瞳为(2~4mm)<sup>[5]</sup>,Mrochen和Seiler发现98%人瞳孔直径在4.5mm时会出现明显的高阶像差<sup>[11]</sup>,这些均为自然光线状态下研究。我国谭薇等采用问卷调查形式对240例行LASIK手术患者进行了术前瞳孔大小与术后眩光关系的研

究<sup>[12]</sup>,认为 LASIK 术前暗环境中大的瞳孔与术后夜间眩光有关联。本研究中的 84 眼均处于相同暗环境下,对瞳孔大小采用以平均值 5.6mm 为界的区分方法,不限于以往研究中对大、小瞳孔的定义或已有的区分瞳孔“大小”的数据,客观评价瞳孔大小对对比度视力的影响。连慧芳等<sup>[13]</sup>研究发现成人正视眼的总调制传递函数(MTF)及去除低阶像差的 MTF 均随年龄的增长而下降,因此在评价人眼视觉质量时,应当对不同年龄的人眼采用不同的评价标准。本研究中我们控制年龄 18~28(平均 22.6±2.1)岁,尽可能降低年龄因素的影响,以保证研究结果的稳定性和可靠性。

我们的研究发现,无论瞳孔范围是 4.0~5.5mm 还是 5.6~7.2mm,瞳孔与对比度视力呈正相关,即在不同对比度下,瞳孔越大,对比度视力越差。与国内外对瞳孔与像差、像差与对比度视力相关性的研究结果基本一致<sup>[2,5,12,14]</sup>。研究还发现在相同对比度情况下,瞳孔越大,对比度视力普遍越差,但在 100% 和 5% 时,统计学差异不明显,在对比度为 25% 和 10% 时,有统计学差异,即在对比度最高和最低时,瞳孔的大小对对比度视力的影响不明显,而对比度处于中间值时,却有较为明显的影响。分析原因可能为:本研究均是在最佳矫正视力条件下进行,低阶像差(近视、散光)此时已不是主要的影响因素,影响低对比度视力的球差、彗差等高阶像差占主要地位,而高对比度 100% 时,瞳孔的大小对对比度视力的影响可能不大,随着对比度的下降,瞳孔对对比度视力的影响逐渐显现,对比度 25% 时最为明显。在 5% 对比度时,瞳孔的影响亦不明显,视网膜光感受器是否对低对比的刺激达到饱和,或者其他如神经、心理因素参与其中,具体机制有待进一步研究。

国外临床研究中提出的“间隔区域(Clearance Zone)”概念。所谓“Clearance Zone”,即瞳孔直径与有效切削光区直径的差值,国外有学者研究“Clearance Zone”有效切削光区和瞳孔直径的比值(Fractional Clearance, FC)与术后视觉质量的关系。Bühren 等<sup>[15]</sup>研究表明:有效切削光区直径大于瞳孔直径时(即 FC > 1),LASIK 手术后的高阶像差会显著下降。当有效切削光区超出瞳孔直径的 16.5% (即 FC = 1.17) 时,所诱导增加的高阶像差只有二者相等(即 FC = 1)时的一半。当有效切削光区比瞳孔直径小 9% (即 FC = 0.91) 时,所诱导增加的高阶像差增大为二者相等(即 FC = 1)时的 1.5 倍。说明在角膜屈光手术设计时,必须考虑患者瞳孔的大小(尤其是夜间)所带来的影响,这与本研究结果是一致的。

波前像差及 Q 值引导的角膜屈光手术理论上可减轻患者夜间视觉质量较差的困扰,临床中我们通常对术前瞳孔大于 6.0 或 6.5 的患者采用个性化治疗减轻患者术后夜间眩光、光晕、视物重影等现象,而对于术前瞳孔小于 6.0 的患者采用标准化治疗方案,但这类患者中有部分对夜间视觉质量不甚满意,术后高阶像差的增加为一重要原

因,还可能与激光计算法则、切削程序的设计、过渡区域切削模式以及患者中枢神经的适应性有关,本研究为对于采用波前像差及 Q 值引导的角膜屈光手术的适应证,有效切削光驱的设计,以及优化切削模式提供了新的思路与指标。

下一步研究将扩大样本量,结合像差,进一步深入研究暗环境下不同人群瞳孔、像差、对比度视力之间的变化规律,探讨并完善不同手术方式的适应证,以为患者提供更优质的夜间视觉质量。

#### 参考文献

- 1 Solomon KD, Luis E, de Castro F. LASIK World Literature Review: Quality of Life and Patient Satisfaction. *Ophthalmology* 2009;16(4):691-701
- 2 Tanabe T, Miyata K, Samejima T, et al. Influence of wavefront aberration and corneal subepithelial haze on low contrast visual acuity after photorefractive keratectomy. *Am J Ophthalmol* 2004;138(4):620-624
- 3 Yamane N, Miyata K, Samejima T, et al. Ocular higher order aberrations and contrast sensitivity after conventional laser in situ keratomileusis. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2004;45(11):3986-3990
- 4 Oshika T, Tokunaga T, Samejima T, et al. Influence of pupil diameter on the relation between ocular higher order aberration and contrast sensitivity after laser in situ keratomileusis. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47(4):1334-1338
- 5 王大庆,邓应平. 瞳孔大小对 LASIK 手术患者波前像差的影响. *中国实用眼科杂志* 2006;24(5):464-466
- 6 Kwon Y, Choi M, Bott S. Impact of ablation efficiency reduction on post-surgery corneal asphericity: simulation of the laser refractive surgery with a flying spot laser beam. *Opt Express* 2008;16(16):11808-11821
- 7 Maeda N. Wave front technology in ophthalmology. *Curr Opin Ophthalmol* 2001;12(4):294-299
- 8 Martinez CE, Applegate RA, Klyce SD, et al. Effect of pupillary diameter on corneal optical aberrations after photorefractive keratectomy. *Arch Ophthalmol* 1998;116(8):1053-1062
- 9 Moreno-Barriuso E, Lloves JM, Marcos S, et al. Ocular aberrations before and after myopic corneal refractive surgery: LASIK-induced changes measured with laser ray tracing. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2001;42(6):1396-1403
- 10 Marcos S, Barbero S, Llorente L, et al. Optical response to LASIK surgery for myopia from total and corneal aberration measurements. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2001;42(13):3349-3356
- 11 Mrochen M, Seiler T. Influence of corneal curvature on calculation of ablation patterns used in photorefractive laser surgery. *J Refract Surg* 2001;17:584-587
- 12 钱涛,蒋韵佳,李一壮. LASIK 手术前后高阶像差和对比、眩光敏感度的关系. *国际眼科杂志* 2008;8(5):962-965
- 13 连慧芳,汤欣,王娟. 年龄及瞳孔直径对成人正视眼调制传递函数的影响. *中华眼科杂志* 2010;46(3):110-113
- 14 程振英,褚仁远,周行涛. 中低度近视眼高阶像差与低对比度视力相关性研究. *眼科新进展* 2008;28(1):46-48
- 15 Bühren J, Kühne C, Kohnen T. Influence of pupil and optical zone diameter on higher-order aberrations after wavefront-guided myopic LASIK. *J Cataract Refract Surg* 2005;31(12):2272-2280