

飞行员准分子激光原位角膜磨镶术后对比敏感度的研究

徐 静, 彭 鹏, 武思宇

作者单位: (510406) 中国广东省广州市, 中国南方航空股份有限公司航空卫生管理部眼科

作者简介: 徐静, 毕业于中南大学湘雅医学院, 硕士研究生, 主治医师, 研究方向: 航空医学。

通讯作者: 徐静. xujing@csair.com

收稿日期: 2014-12-22 修回日期: 2015-03-20

Study of the changes in contrast sensitivity of eyes after laser *in situ* keratomileuses surgery among pilots

Jing Xu, Peng Peng, Si-Yu Wu

Department of Ophthalmology, Department of Aviation Health Management, China Southern Airlines Company Limited by Shares, Guangzhou 510406, Guangdong Province, China

Correspondence to: Jing Xu. Department of Ophthalmology, Department of Aviation Health Management, China Southern Airlines Company Limited by Shares, Guangzhou 510406, Guangdong Province, China. xujing@csair.com

Received: 2014-12-22 Accepted: 2015-03-20

Abstract

• **AIM:** To observe the changes in contrast sensitivity (CS) between emmetropic pilots, glasses wearing, and after laser *in situ* keratomileuses (LASIK) surgery pilots, provide the basis for the physical examination standard after operation.

• **METHODS:** The CS of 13 emmetropic pilots (26 eyes), 12 glasses wearing pilots (24 eyes) and 10 with LASIK (20 eyes), under photopic, scotopic and scotopic with glare environments at four different spatial frequencies (3, 6, 12 and 18cpd) were measured and the results were analyzed by statistics.

• **RESULTS:** Under photopic environments, there was no significant difference in the low spatial frequency (3cpd) among the three groups ($P>0.05$). The CS of emmetropic pilots was better than that of the myopic and with LASIK, and there was significant difference ($P<0.05$). There was no significant difference in CS between myopic and with LASIK ($P>0.05$). Under scotopic environments, there was no significant difference in the low spatial frequency (3cpd) among the three groups ($P>0.05$). The CS of emmetropic and with LASIK pilots were better than that of the myopic, and there was significant difference ($P<0.05$). There was no significant difference in CS between emmetropic and with LASIK ($P>0.05$). Under scotopic with glare environments, the CS of emmetropic and myopic pilots were better than that of the with LASIK, and there was significant difference ($P<0.05$). There was no

significant difference in CS between myopic and with LASIK ($P>0.05$).

• **CONCLUSION:** The CS after LASIK is decreased compare with emmetropic pilot, specially under scotopic with glare environments. A perfect identification standard should be set up.

• **KEYWORDS:** pilots; laser *in situ* keratomileuses; contrast sensitivity

Citation: Xu J, Peng P, Wu SY. Study of the changes in contrast sensitivity of eyes after laser *in situ* keratomileuses surgery among pilots. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2015;15(4):675-677

摘要

目的: 通过将行准分子激光原位角膜磨镶术 (LASIK) 后的飞行员与正视眼和戴镜飞行员的对比敏感度 (CS) 进行比较, 为手术后的体检鉴定标准提供依据。

方法: 选择正视眼飞行员 13 例 26 眼、中低度近视飞行员 12 例 24 眼、LASIK 术后 6mo 以上飞行员 10 例 20 眼, 分别进行明视、暗视、暗视+眩光 3 种环境下 4 种空间频率 (3, 6, 12, 18cpd) 的对比敏感度检测, 并对结果进行统计学分析。

结果: 明视下除在低频 (3cpd) 下, 三组 CS 无统计学差异 ($P>0.05$), 其他中高频下对照组均高于戴镜组和手术组 ($P<0.05$), 戴镜组与手术组间比较差异无统计学意义 ($P>0.05$); 暗视低频 (3cpd) 下, 三组 CS 无统计学差异 ($P>0.05$), 中高频下对照组和手术组 CS 值高于戴镜组, 差异有统计学意义 ($P<0.05$), 对照组 CS 值高于手术组, 差异无统计学意义 ($P>0.05$); 暗视+眩光环境下各个空间频率时对照组明显高于戴镜组和手术组, 差异有统计学意义 ($P<0.05$), 戴镜组高于手术组, 但两者间差异无统计学意义 ($P>0.05$)。

结论: 准分子原位角膜磨镶术后飞行员的对比敏感度较正视眼有所降低, 在暗视+眩光环境下更为明显, 需建立更为完善的术后鉴定和放飞标准。

关键词: 飞行员; 准分子激光原位角膜磨镶术; 对比敏感度 DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2015.4.29

引用: 徐静, 彭鹏, 武思宇. 飞行员准分子激光原位角膜磨镶术后对比敏感度的研究. *国际眼科杂志* 2015;15(4):675-677

0 引言

随着民航招收飞行学员标准对裸眼视力和屈光度的不断降低^[1], 我国飞行员屈光不正患病率不断增加, 有报道目前民航飞行员屈光不正患病率为 10.1%, 以低度、中度近视为主^[2]。随着准分子激光角膜屈光手术技术的日益成熟, 国外很多飞行员都通过角膜屈光手术矫正近视, 而国内手术矫正近视也有上升趋势, 术后的视功能恢复情

况和手术对飞行安全的影响也逐渐引起重视。对比敏感度(contrast sensitivity, CS)是目前角膜屈光手术后视功能恢复的重要检测指标,飞行员由于工作特殊要求应具有良好的对比敏感度。为了评价飞行员准分子原位角膜磨镶术(laser *in situ* keratomileuses, LASIK)后的飞行适应性,我们对正视眼、低度数近视和LASIK术后的飞行员进行CS检查,并将结果进行统计学分析,现报告如下。

1 对象和方法

1.1 对象 选择正视眼飞行员(对照组)13例26眼,年龄24.5±1.5岁;低度近视戴框架镜飞行员(戴镜组)12例24眼,年龄23.4±1.3岁,等效球镜度数为-0.75~-2.25(平均-1.45±0.78)D,矫正视力≥1.0;LASIK术后飞行员(手术组)10例20眼,年龄23.3±2.1岁,术前等效球镜度数均<-5.00D,手术时间均超过6mo,术后裸眼视力≥1.0。所有受试者眼部检查均未见异常。

1.2 方法 应用美国Vector Vision公司的CSV-1000(带眩光光源)CS仪,光照度为85cd/m²,暗视3cd/m²,光源垂直面照度为40Lux背面光亮恒定,眩光亮度调制中间。受试者面对测试屏2.5m处坐位,在暗室中适应5~10min后,分别进行单眼检测。以不同的空间频率(3,6,8,12cpd)分列于4排,每排最开始的1个CS最高,剩余的16个成对出现,共8对,每对由1个带有条纹的空间频率图像和1个空白对照白光照度完全相同的图像组成。让受试者说出条纹的图像在上或在下,从左至右CS值逐渐升高,先测右眼再测左眼,近视受试者戴矫正镜在矫正视力≥1.0的情况下进行,分别检测暗环境下明视、暗视、暗视+眩光3种条件下的CS值。

统计学分析:用SPSS 15.0统计软件进行统计分析。计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,进行组间单因素方差分析。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况对比 对照组、戴镜组和手术组飞行员年龄比较,各组之间无统计学差异($P > 0.05$)。各组间等效球镜度差异有统计学意义($P < 0.05$,表1)。

2.2 各种频率明视环境下CS值的比较 明视环境下对照组、戴镜组和手术组飞行员在4种不同空间频率(3,6,12,18cpd)下CS的组间比较:在低频3cpd下,三组CS无统计学差异($P = 0.189 > 0.05$),其他中高频下对照组均高于戴镜组和手术组($P = 0.030 < 0.05$),戴镜组与手术组间比较差异无统计学意义($P = 0.125 > 0.05$,表2)。

2.3 各种频率暗视环境下CS值的比较 暗视环境下对照组、戴镜组和手术组飞行员在4种不同空间频率(3,6,12,18cpd)下CS的组间比较:在低频3cpd下,三组CS无统计学差异($P = 0.283 > 0.05$),中高频下对照组和手术组CS值高于戴镜组,差异有统计学意义($P = 0.034 < 0.05$),对照组CS值高于手术组,差异无统计学意义($P = 0.239 > 0.05$,表3)。

2.4 各种频率暗视+眩光环境下CS值的比较 暗视+眩光环境下对照组、戴镜组和手术组飞行员在4种不同空间频率(3,6,12,18cpd)下CS的组间比较:各个空间频率下对照组明显高于戴镜组和手术组,差异有统计学意义($P = 0.002 < 0.05$),戴镜组高于手术组,但两者间差异无统计学意义($P = 0.154 > 0.05$,表4)。

表1 对照组和戴镜组及手术组年龄和等效球镜度比较 $\bar{x} \pm s$

组别	n(例)	年龄(岁)	等效球镜度(D)
对照组	13	24.5±1.5	0.31±0.23
戴镜组	12	23.4±1.3	-1.32±0.61
手术组	10	23.3±2.1	0.03±0.57

表2 对照组和戴镜组及手术组明视环境下不同空间频率CS值比较 $\bar{x} \pm s$

组别	3cpd	6cpd	12cpd	18cpd
对照组	1.81±0.16	2.11±0.19	1.77±0.22	1.35±0.24
戴镜组	1.80±0.17	2.01±0.18	1.69±0.19	1.30±0.19
手术组	1.79±0.14	2.03±0.16	1.70±0.23	1.29±0.20

表3 对照组和戴镜组及手术组暗视环境下不同空间频率CS值比较 $\bar{x} \pm s$

组别	3cpd	6cpd	12cpd	18cpd
对照组	1.63±0.14	1.79±0.30	1.23±0.35	0.91±0.37
戴镜组	1.61±0.29	1.71±0.30	1.10±0.31	0.70±0.40
手术组	1.62±0.21	1.78±0.36	1.20±0.27	0.89±0.44

表4 对照组和戴镜组及手术组暗视+眩光环境下不同空间频率CS值比较 $\bar{x} \pm s$

组别	3cpd	6cpd	12cpd	18cpd
对照组	1.62±0.25	1.70±0.27	1.19±0.31	0.85±0.33
戴镜组	1.60±0.20	1.61±0.36	0.99±0.29	0.69±0.31
手术组	1.59±0.21	1.58±0.29	0.91±0.35	0.63±0.35

3 讨论

随着准分子激光原位角膜磨镶术的不断成熟和发展,目前已被公认为一种安全、有效的近视矫正方法。有越来越多的飞行员选择用角膜屈光手术来矫正近视,而外籍飞行员中这一比例就更高。由于飞行员多为中低度近视,手术效果相对较好,术后短期内的视力大多能达到最佳矫正视力,远期视力达到1.0以上者可达99.6%^[3],目前我国对飞行员行角膜屈光手术后的鉴定原则是:I类合格证申请者行角膜屈光手术后,观察半年,视力稳定且满足视力要求即合格^[1]。但是单纯的视力检查,只能部分反映人眼对物体大小和对比度的辨别能力。即使1.0的视力也只表示空间频率为18~30cpd高频段的某些对比敏感度情况,不能完全反映在不同大小、不同对比度(特别是低对比度的雾、尘情况)目标的能力。飞行员由于职业的特殊性,经常在云雾等低对比度环境下工作,低对比度环境中的视力情况对飞行安全至关重要,而且飞行员经常在夜间飞行,如果出现术后的眩光,可能会影响到飞行安全,这些视功能情况都无法通过单纯的C字型视力表检测出来。因而单纯用术后视力作为是否可以达到安全飞行的评判标准有很大的局限性。而CS代表不同空间频率人眼感觉的阈值对比度的倒数,是从对比度和空间频率两个方面来检查人眼对复杂目标的视觉能力^[4],它既能评估检查者对不同大小物体的分辨能力,又能反映人眼对不同对比度图形分辨能力的高低,因而较视力表检查更能全面、完整地反映视觉能力。

目前的研究表明,视觉系统发育完全后,CS 及视功能有随着年龄的增长而逐渐下降的趋势,一般表现为 20 ~ 30 岁最高,40 岁后随着年龄增加高频区的 CS 明显下降,但低频区的改变不明显^[5]。本实验中选取飞行员的年龄范围均在 20 ~ 30 岁之间,经统计学分析年龄差异无统计学意义($P>0.05$),因此可以排除年龄因素对结果的影响。

本次研究结果显示,在明视、暗视、暗视+眩光三种环境下,正视组对比敏感度均大于戴镜组和 LASIK 术组,中高频表现更为明显,差异有统计学意义($P<0.05$)。暗视环境戴镜组 CS 值下降较手术组和对照组明显,差异有统计学意义($P<0.05$)。分析原因为飞行员多为-3.00D 以下的低度近视,且只能配戴框架眼镜,框架眼镜主要用来矫正近视和/或散光,属于低阶像差,但是彗差和球差等高阶像差却明显增加,特别是彗差^[6]。有研究证明,高阶像差主要影响 CS 曲线中的中高频区(6,12,18cpd),使 CS 曲线在中高频区下降,从而使物像在视网膜上的成像质量下降,进而影响视觉质量^[7],这与我们的研究结果相符。

目前已有大量研究证实,角膜屈光手术后早期 CS 均有所下降,在低频段和中、低频率段明显,术后 6mo 基本恢复到术前水平^[8,9]。LASIK 术后 CS 下降早期原因多为术后角膜的水肿和角膜上皮雾状混浊及沉着物干扰影响。角膜上皮雾状混浊对入射光线发生散射,在眼内形成光幕叠加于视网膜物象上,造成光幕性视网膜照明,这样视网膜对物象的对比度会下降,从而引起对比敏感度下降^[10]。晚期影响 CS 的原因多为手术过程中的偏中心切削使得术后彗差等非对称像差增加。术后角膜呈非球形改变,暗视下瞳孔散大,像差增加,同时还有手术后角膜知觉减退造成的干眼也会对 CS 产生影响。本实验中手术时间均在半年以上,考虑 CS 下降原因多为后者。

角膜眩光对视觉质量的影响可根据程度分为两种:眩光不适和眩光失能。前者仅引起视功能的下降而未出现主观症状,后者则可以被患者感觉到有明显的不适。飞行员因为经常需要在夜间飞行,所以如果有眩光失能是严重影响飞行安全的因素。本研究结果显示,手术组在明视、暗视、暗视+眩光环境下 CS 值均小于对照组,其中在暗视+眩光环境下差异最为明显,有统计学差异($P<0.05$)。分析原因可能是手术后角膜的层间反应、层间残留、层间空隙增加了光线通过时的散射,引起面纱样效应;以及暗视下瞳孔散大,光线经过切削区和非切削区的连接部,像差增大也会引起眩光现象。

本研究表明,尽管手术后矫正视力能达到 1.0,但是对比敏感度呈整体性下降。且在暗视+眩光环境表现更为明显,虽然目前该手术在临床应用上已日趋成熟和稳定,还是存在着手术并发症的风险,国外就有空军飞行员因为手术并发症而临时甚至永久停飞的病例^[11]。所以我们还是要谨慎放开飞行员手术许可标准,对于术后飞行员不但要检查视力,还要做对比敏感度检查,建立一套系统的飞行员角膜屈光手术后的鉴定流程和鉴定标准。鉴于本研究中样本数量较少,且属于回顾性研究,测试时用的眩光亮度和飞行中遇到的各种眩光亮度不同,故有必要进行更大样本量和更有针对性的眩光强度下对比敏感度研究,以更好地为飞行员屈光手术后的视功能是否符合安全飞行标准的评定提供依据。

参考文献

- 1 中国民用航空局. CCAR-67FS-R2 民用航空人员体检合格证管理规则. 北京:中国民用航空局 2012
- 2 梁艳闯,王雷,李少军,等. 民航飞行员屈光不正患病率分析. 中华航空航天医学杂志 2012;23(4):282-283
- 3 杨亚波,杜新华,潘青,等. 准分子激光原位角膜磨镶术远期疗效观察. 中华眼科杂志 2002;38(3):151-153
- 4 祁媛媛,张丰菊,于芳蕾,等. 人眼对比敏感度的相关影响因素及评价分析. 眼视光学杂志 2007;9(5):328-331
- 5 Nomura H, Ando F, Niino N, et al. Age-related change in contrast sensitivity among Japanese adults. *Jap J Ophthalmol* 2003;47(3):299-303
- 6 Hong X, Himebaugh N, Thibos LN. On-eye evaluation of optical performance of rigid and soft contact lenses. *Optom Vis Sci* 2001;78(12):872-880
- 7 Lee YC, Hu FR, Wang IJ. Quality of vision after laser *in situ* keratomileusis: influence of dioptric correction and pupil size on visual function. *J Cataract Refract Surg* 2003;29(4):769-777
- 8 Chan JW, Edwards MH, Woo GC, et al. Contrast sensitivity after laser *in situ* keratomileusis. one-year follow-up. *J Cataract Refract Surg* 2002;8(10):1774-1779
- 9 王睁,邱平,杨斌. 近视眼 LASIK 术后早期对比敏感度变化和眩光测试. 中山大学学报 2004;25(5):489-491
- 10 Esente S, Passarelli N, Falco L, et al. Contrast sensitivity under photopic conditions in photorefractive keratectomy: a preliminary study. *J Refract Corneal Surg* 1993;9(2):70-72
- 11 Davis RE, Ivan DJ, Rubin RM, et al. Permanent grounding of a USAF pilot following photorefractive keratectomy. *Aviat Space Environ Med* 2010;81(11):1041-1044