

# A comparison of small aperture implants providing increased depth of focus in pseudophakic eyes

Timo Eppig<sup>a,\*</sup>, Corinna Spira<sup>b</sup>, Berthold Seitz<sup>b</sup>, Nóra Szentmáry<sup>b,c</sup>, Achim Langenbucher<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Institute of Experimental Ophthalmology, Saarland University, Kirrberger Strasse 100, Bldg. 22, 66424 Homburg/Saar, Germany

<sup>b</sup> Department of Ophthalmology, Saarland University Medical Centre, Kirrberger Strasse 100, Bldg. 22, 66424 Homburg/Saar, Germany

<sup>c</sup> Department of Ophthalmology, Semmelweis University, Maria utca 39, 1085 Budapest, Hungary

Received 25 January 2016; accepted 4 March 2016

## Abstract

**Background and purpose:** *Presbyopia is characterized by a decreasing ability of accommodation – the eye’s ability to alter the focus between far and near distance objects. After cataract surgery, accommodation is completely lost. Several years ago, small aperture (pinhole) implants have been presented in order to increase the depth of focus providing functional vision at far and near distance without the need for spectacles. We simulated the theoretical depth of focus with three different pseudophakic eye models in order to investigate the potential benefit arising from the implantation of small aperture optical (SAO) implants. The purpose was to compare the achievable defocus range of a SAO intraocular lens with a SAO corneal inlay.*

**Material and methods:** *We created three pseudophakic eye models with an aberration correcting intraocular lens (IOL): one with a corneal SAO implant (M1), a second one with a SAO intraocular lens (M2) and a third one with a conventional intraocular lens of the same optical design but without SAO (M0). Defocus curves were created by varying the focal length of a thin lens in front of the eye – which mimics the clinical assessment of defocus curves.*

**Results:** *With a Strehl ratio threshold of 0.05, the reference design M0 provided a maximum defocus range of approximately 1.7D (with a 2.0 mm pupil) whereas both pinhole implants (M1 and M2) showed a defocus range*

## Ein Vergleich zwischen Lochblendenimplantaten mit erweiterter Schärfentiefe in pseudophaken Augen

### Zusammenfassung

**Hintergrund und Ziele:** *Die Presbyopie ist durch einen zunehmenden Verlust der Akkommodation, die Einstellungsfähigkeit des Auges auf nahe oder ferne Objekte, gekennzeichnet. Nach einer Kataraktoperation geht die Akkommodation vollständig verloren. Vor einigen Jahren wurden Lochblendenimplantate („small aperture optics“, SAO) vorgestellt, die eine Verbreiterung der Schärfentiefe bewirken sollen, um so in Nähe und Ferne eine ausreichende Gebrauchsschärfe zu erreichen, ohne auf eine weitere Sehhilfe angewiesen zu sein. Wir untersuchten die theoretische Schärfentiefe derartiger Implantate mit Hilfe einer optischen Simulation, um das mögliche Potential derartiger Lösungen zu untersuchen. Ziel war der Vergleich der Schärfentiefe eines Lochblendenimplantats in der Hornhaut mit einer Lochblende in der Intraokularlinse.*

**Material und Methoden:** *Es wurden drei pseudophake Augenmodelle mit einer aberrationskorrigierenden Intraokularlinse (IOL) definiert: eines mit einer kornealen Lochblende (M1), eines mit einer Lochblende in der IOL (M2) sowie ein Referenzmodell mit identischem*

\* Corresponding author: Timo Eppig, Institute of Experimental Ophthalmology, Saarland University, Kirrberger Str. 100, Bldg. 22, Germany. Tel.: +49 06841 16 21242; fax: +49 06841 16 22329.

E-mail: [timo.eppig@uks.eu](mailto:timo.eppig@uks.eu) (T. Eppig).

up to 3.0 and 3.3 D, respectively. With large natural pupil diameter, where light passes outside the SAO aperture, the defocus range drops to 0.8 D/0.7 D for M1 and M2 compared to 0.7 D with M0.

**Conclusions:** The SAO intraocular lens showed a similar defocus range as the SAO corneal inlay. Both concepts have the potential of increasing depth of focus compared to a conventional intraocular lens. In case of large physiological pupil diameters these advantages of SAO implants may be lost.

**Keywords:** Presbyopia, intraocular lens, small aperture optics, pinhole, depth of focus, KAMRA, IC-8

*Optikdesign ohne SAO (M0). Durch Voranstellen einer dünnen Linse mit variabler Brennweite wurden Defokuskurven für jedes Modell bestimmt, analog zum klinischen Vorgehen bei der Bestimmung von Defokuskurven.*

**Ergebnisse:** Mit einem Strehl-Grenzwert von 0,05 zeigte sich mit dem Referenzdesign M0 eine Defokusbreite von maximal 1,7 dpt (mit einer 2,0 mm Pupille), wohingegen mit den Lochblendenimplantaten (M1 und M2) bei kleinen Pupillendurchmessern eine Defokusbreite bis zu 3,0 dpt bzw. 3,3 dpt erreicht wurde. Mit großen Pupillendurchmessern, bei denen Licht außerhalb der Lochblende zur Abbildung beiträgt, fällt die Defokusbreite auf 0,8 und 0,7 dpt mit M1 und M2 sowie 0,7 dpt mit M0.

**Schlussfolgerung:** Das korneale Lochblenden-Konzept sowie die Intraokularlinse mit Lochblende zeigten vergleichbare Schärfentiefebereiche. Beide Konzepte bieten eine größere Schärfentiefe im Vergleich zu einer konventionellen Intraokularlinse. Bei größerer natürlicher Pupille kann der Gewinn an Schärfentiefe unter Umständen verloren gehen.

**Schlüsselwörter:** Presbyopie, Intraokularlinse, Small aperture optics, Lochblende, Schärfentiefe, KAMRA, IC-8

## Introduction

The concept of small aperture optics (SAO) is well known for centuries as ‘camera obscura’ and has found applications in optical metrology, photography, ophthalmology and optometry. Pinholes are often used as spatial filter in the focal plane of light beams in order to adjust the angular spectrum of the beam for optimized collimation. In addition, reducing the diameter of the aperture stop of an optical system is well known to increase depth of focus. With an ideal pinhole as aperture stop, an optical system is becoming an afocal system with unlimited depth of focus (DOF).

In ophthalmology, the pinhole occluder (‘stenopäische Lücke’) is a useful tool for testing potential visual acuity by removing the effects of refractive errors. According to the literature, the DOF of the human eye is being dramatically increased with pupil sizes between 1 and 2 mm [1], which is the diameter range of commercially available pinhole occluders.

Recently, small aperture optical implants have been introduced to ophthalmology as investigational devices. The first implementation was a corneal implant also known as the KAMRA Inlay (Acufocus Inc., Irvine, CA USA). The KAMRA Inlay (Figure 1) is a black annular foil made of polyvinylidene difluoride (PVDF). The latest model of the implant has a thickness of 6  $\mu\text{m}$  and an inner diameter of

1.6 mm and an outer diameter of 3.8 mm (previous models had different thicknesses between 5 and 10  $\mu\text{m}$ ). The annulus incorporates about 8400 microperforations to improve nutrition transport in the cornea [2,3]. In 2014, the company presented the IC-8 intraocular lens (IOL) incorporating an opaque mask acting as additional aperture stop. This IOL is based on a hydrophobic aspheric IOL model and includes a black annulus with an outer diameter of 3.23 mm and an inner diameter of 1.36 mm (Figure 2). According to Grabner

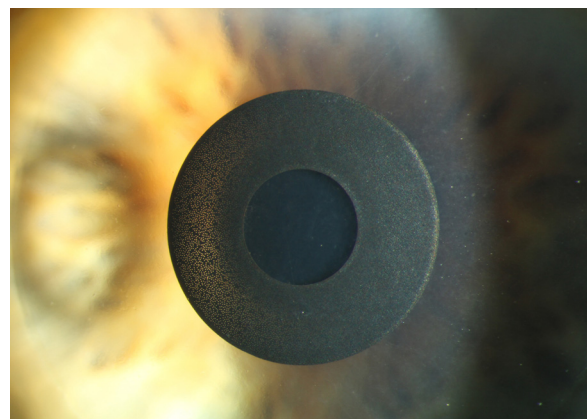


Figure 1. Photograph of an eye with KAMRA corneal inlay.

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/1889343>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/1889343>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)