

Recent Advances in Phakic Intraocular Lens Implantation for Treatment of High Myopia

Essay Submitted for Master's Degree in
Ophthalmology
Presented by

Ahmed Abdul Hameed Hadad
MB BCh

Supervised by

Prof. Dr. Sherif Zaky Mansour

Professor of Ophthalmology
Ain Shams University

Dr. Hussein Aly Swelem

Lecturer of Ophthalmology
Ain Shams University

Faculty of Medicine
Ain Shams University
Cairo, Egypt

2009

ACKNOWLEDGEMENT

I would like to express my most genuine and sincere gratitude to Prof. Dr. Sherif Zaky Mansour, Professor of Ophthalmology, Faculty of Medicine, Ain Shams University. It was a great honor to work under his supervision. I am indebted to his valuable academic guidance and encouragement throughout the work.

I would also like to express my deepest and warmest appreciation to Dr. Hussein Aly Swelem, Lecturer of Ophthalmology, Faculty of Medicine, Ain Shams University, for his kind cooperation, valuable guidance and brotherly advice.

And last but not least, my true affection and love goes to all my family, who were, and will always be, by my side and without whom I would have never been able to accomplish this work. Their love, patience and support are most appreciated.

Table of contents

Introduction	i
Aim of the work	iii
List of Figures	iv
List of Tables	vii
List of Abbreviations	viii
Anatomy of the Anterior Segment	1
Myopia	13
History of Phakic Intraocular Lenses	21
Types of Phakic Intraocular Lenses	27
Calculation of Phakic Intraocular Lens Power	43
Procedure of Inserting Phakic Intraocular Lenses	49
Complications	83
Results of Phakic Intraocular Lenses	113
Comparison between Phakic Intraocular Lenses and Other Treatment Modalities	125

Summary	143
References	145

Introduction

Myopia, also called near- or short-sightedness, is a refractive defect of the eye in which collimated light produces image focus in front of the retina when accommodation is relaxed. Myopia may be axial, attributed to an increase in the eye's axial length, or refractive, due to increased curvature of one or more of the refractive surfaces of the eye, usually the cornea (curvature refractive myopia), or due to variation in the index of refraction of one or more of the ocular media (index refractive myopia) (*Lin et al., 2000*)

Treatment of myopia was a matter of debate since long ago. Treatment modalities are various, all depending on changing the refractive state of the eye to correct the optical problems. The first treatment modalities were by using concave lenses (i.e. lenses with minus power), either in spectacles or as contact lenses (*Grosvenor, 1996*).

Later after that, refractive surgeries evolved. Most refractive surgeries were based on changing curvature of the cornea, due to its accessibility and its greater role in overall refractivity of the eye. Refractive surgeries on the cornea include radial keratotomy, photorefractive keratectomy (PRK), laser in situ keratomileusis (LASIK), laser assisted sub-epithelium keratomileusis (LASEK), EPI-LASIK, and intrastromal corneal ring segments. Other refractive surgeries are clear lens extraction and phakic IOL implantation (*Waring, 1992*).

Phakic IOLs were introduced in the 1950s by Jose Barraquer, and it consists of implantation of an IOL inside the eye without removal of the original lens. The technique was not popular, especially with the emergence of other refractive surgeries. Because of the optical and anatomical limitations of other refractive surgeries, phakic IOLs returned to use again specially with errors of more than -12.00, and are becoming more and more popular nowadays (*Hardten et al., 2004*).

According to implantation sites in the eyes phakic IOLs can be divided to angle supported IOLs, iris supported IOLs, and sulcus

supported IOLs. Angle supported IOLs are placed in the anterior chamber. They are notorious for their negative impact on the corneal endothelial lining, which is vital for maintaining a healthy dry cornea. Iris supported IOLs are gaining more and more popularity. This IOL is attached by claws to the mid peripheral iris by a technique called enclavation. It is believed to have a lesser effect on corneal endothelium. Sulcus supported IOLs are placed in the posterior chamber in front of the natural crystalline lens. They have special vaulting so as not to be in contact with the normal lens. The main complications with this type are their tendency to cause cataracts and/or pigment dispersion (*Lovisolo and Reinstein, 2005*).

Using a phakic IOL for treatment of high myopia has many advantages, yet the side effects are numerous. Its advantages include good refractive results, fast recovery, preservation of accommodation, reversibility of the procedure and the possibility of combination with other treatment modalities, either optical appliances or corneal surgery. Side effects include injury to the anterior segment structures (cornea, lens, iris, and angle of the anterior chamber), recurrent uveitis, induction of glaucoma, and the induction of cataract (*Lovisolo and Reinstein, 2005*).

Aim of the work

To review the different types of phakic intraocular lenses (PIOLs) used in treatment of high myopia, and to compare phakic intraocular lenses against other treatment modalities of high myopia.

List of Figures

Fig. 1: Diagram of the eyeball	1
Fig. 2: The corneal layers	3
Fig. 3: Anatomy of the eye - view into the anterior chamber showing part of the surface of structures in the anterior and posterior chambers	6
Fig. 4: Lens suspended behind the iris by suspensory ligaments attached to the ciliary body which contains ciliary muscles which can alter the shape of the lens	7
Fig. 5: Ciliary muscle	10
Fig. 6: The lens	11
Fig. 7: Optics of Emmetropia	16
Fig. 8: Optics of Myopia	16
Fig. 9: Strampelli anterior chamber Phakic IOL for myopia. (Artist Remake)	22
Fig. 10: The Barraquer lens	22
Fig. 11: Comparison between the first- and second-generation Baïkoff's angle-supported phakic intraocular lenses	24
Fig. 12: Baïkoff's third-generation lens: the NuVita Lens	24
Fig. 13: Worst-Fechner biconcave lens	25
Fig. 14: Schematic drawing of the ZSAL-4 angle-supported phakic IOL	28
Fig. 15: The ZSAL-4 phakic refractive IOL in situ	28
Fig. 16: Phakic 6H2 lens	29
Fig. 17: Kelman Duet lens - Separate haptic and optic	30
Fig. 18: Original schematic of the Duet-Kelman phakic intraocular lens	30
Fig. 19: GBR/Vivarte implant	31
Fig. 20: I-CARE phakic IOL features a 5.75-mm optic and haptics with 0.9 mm "feet," which minimize angle occlusion but provide good stability	32
Fig. 21: Alcon Acrysof anterior chamber lens before and after Implantation	32
Fig. 22: ThinOptx angle-supported anterior chamber phakic IOL	33
Fig. 23: Ultrachoice 1.0 thin lens is not a Fresnel lens	33

Fig. 24: The Vision Membrane	34
Fig. 25: 5-mm optic Artisan lens	35
Fig. 26: 6-mm optic Artisan lens	35
Fig. 27: Artiflex phakic intraocular lens	36
Fig. 28: Gross photograph showing a myopic implantable contact lens	37
Fig. 29: Photograph of the CIBA Vision PRL	38
Fig. 30: The Phakic 6 H2 Calculation Worksheet	46
Fig. 31: Kelman–McPherson forceps	60
Fig. 32: Leister-type hook	60
Fig. 33: Introduction of NuVita lens	61
Fig. 34: Implantation of phakic 6	62
Fig. 35: Implantation technique for Kelman Duet implant system	64
Fig. 36: Introduction of the GBR lens in a human eye	65
Fig. 37: Rolling and inserting an Ultrachoice 1.0 lens	66
Fig. 38: Long-angled Forceps	68
Fig. 39: Sinsky hook	68
Fig. 40: Enclavation Forceps	68
Fig. 41: Implantation of Artisan implants	69
Fig. 42: Implantation of Artiflex by special forceps	70
Fig. 43: Inserting the ICL into the cartridge	72
Fig. 44: The Vukich ICL Manipulator	73
Fig. 45: The Deitz Tucker	73
Fig. 46: The Pallikaris Olive Tip Positioner	73
Fig. 47: Implantation of the ICL	74
Fig. 48: The PRL implantation forceps	75
Fig. 49: Implantation of PRL	76
Fig. 50: Deposits on AC phakic IOL	86
Fig. 51: Acute sterile postoperative inflammation with small hypopyon 3 days after implantation	86
Fig. 52: Pupil ovalization following AC phakic IOL implantation	88
Fig. 53: Retroillumination images of an angle-fixated anterior chamber phakic intraocular lenses (IOLs) showing rotation around the optical axis	88
Fig. 54: Decentration of a phakic6 lens in relation to the pupil	90
Fig. 55: Nuclear cataract in a case 5 years after implantation	92
Fig. 56: Examination of the patient’s cornea. Limbal injection and iris-claw PIOL with peripheral anterior synechia	

in the right eye (upper right) and left eye (upper left) were noted. Higher magnification shows keratic precipitates in the right eye (lower left). Decreased endothelial cell density is shown by specular microscopy (lower right)	95
Fig. 57: Inflammatory reaction after iris-claw lens implantation	96
Fig. 58: After iris-claw AC phakic IOL implantation (Artisan), diagnostic mydriasis is possible	97
Fig. 59: Traumatic dislocation of an iris-claw AC phakic IOL	97
Fig. 60: Induction of corneal astigmatism due to a 6-mm superior limbal incision (35-year-old male)	98
Fig. 61: The poor vaulting of ICL resulted in anterior subcapsular opacities of the crystalline lens	103
Fig. 62: Differential diagnosis of acute IOP rise after posterior chamber phakic IOL surgery	106
Fig. 63: The change in best spectacle-corrected visual acuity (BCVA) from the preoperative examination to the one-year postoperative examination in terms of the number of Snellen lines changed in Artiflex-treated eyes	119
Fig. 64: At 3 years postoperatively, 95% of eyes treated with the ICL achieved 20/40 or better uncorrected acuity	120
Fig. 65: At 3 years postoperatively, 88% of eyes treated with the ICL were within ± 1.00 D of the attempted correction	120
Fig. 66: The optical correction of myopia is achieved by interposing a minus lens between the cornea and the far point of the eye so that the imaginary focal point of the lens is coincident with the far point	122
Fig. 67: Radial Keratotomy (RK)	125
Fig. 68: Laser assisted in situ keratomileusis (LASIK)	128
Fig. 69: The EpiVision microkeratome of Gebauer/CooperVision	133
Fig. 70: INTACS segment	134
Fig. 71: Bioptics is the combination of an intraocular lens procedure and a corneal refractive procedure, such as LASIK	137
Fig. 72: The two corneal incisions of a bioptics procedure. The most peripheral straight vertical incision is used for the ICL insertion; the rounder central incision, the LASIK flap	138

List of Tables

Table 1: Recent types of IOLs	39
Table 2: Van der Heijde's nomogram	44
Table 3: PRL power calculations	48
Table 4: Safety guidelines and incision size of different types of PIOLs according to manufacturers' instructions	53
Table 5: Arithmetic mean and standard deviation of main visual and refractive outcomes over 12-year follow-up of ZB5M	112
Table 6: Refractive outcome and BCVA in 190 eyes that had ZSAL4 + PIOL implantation	113
Table 7: Summary of key parameters as a function of postoperative time-efficacy	114
Table 8: Results of the GBR lens	115
Table 9: Uncorrected distance visual acuity at 1, 2, and 3 years after Verisyse implantation	116
Table 10: Lines of best-corrected distance visual acuity gained and lost at 1, 2, and 3 years after Verisyse implantation	117
Table 11: The postoperative results of EPI-LASIK	133

List of abbreviations

AC: Anterior Chamber
ACD: Anterior Chamber Depth
BCVA: Best Corrected Visual Acuity
CNV: Choroidal Neovascularization
ECC: Endothelial Cell Count
ECCE: Extracapsular Cataract Extraction
ELP: Expected Lens Position
EPI-LASIK: Epithelial Laser In-Situ Keratomileusis
FDA: Food and Drug Association
ICCE: Intracapsular Cataract Extraction
ICL: Implantable Contact Lens
IOL: Intraocular Lens
IOP: Intraocular Pressure
ISCRS: Intrastromal Corneal Ring Segments
LASEK: laser assisted sub-epithelium keratomileusis
LASIK: laser in situ keratomileusis
Nd:YAG: Neodymium Yttrium Aluminum Garnet
OVD: Ophthalmic Viscosurgical Device
PC: Posterior Chamber
PCO: Posterior Capsule Opacification
PI: Peripheral Iridectomy
PIOL: Phakic Intraocular Lens
PMMA: Polymethyl Methacrylate
PRK: photorefractive keratectomy
PRL: Phakic Refractive Lens
RD: Retinal Detachment
RK: Radial keratotomy
SE: Spherical Equivalent
UCVA: Uncorrected Visual Acuity
VA: Visual Acuity

ملخص

على الرغم من أن قصر النظر هو أحد الأخطاء الانكسارية الشائعة، فإن قصر النظر الشديد يعتبر نادراً نسبياً. ويعاني المرضى المصابين بقصر النظر الشديد من مشاكل في الشكل الخارجي، بالإضافة الى مشاكل في الرؤية. ويمكن تصحيح قصر النظر من خلال 3 وسائل مختلفة:

- الأجهزة البصرية (أي النظارات ، والعدسات اللاصقة).
- عمليات القرنية الإنكسارية.
- العمليات الانكسارية بداخل العين (ومن ضمن هذه العمليات زرع عدسة إضافية إلى جانب العدسة الأصلية بالعين).

كان تطوير زراعة عدسة إضافية إلى جانب العدسة الأصلية بالعين طريقاً شائعاً طوال القرن الماضي، فعلى الرغم من العديد من المضاعفات المخيبة للآمال، وبسبب مثابرة جراحين مثيرين للإعجاب ، أصبحت هذه العملية بديلاً واعدة لعلاج قصر النظر الشديد المتاحة اليوم. وأنواع العدسات المتوافرة للزراعة اليوم ثلاثة: العدسات المدعومة على زاوية الخزانة الأمامية، العدسات المثبتة بالقزحية، والعدسات الموضوعة بالخزانة الخلفية.

تستقر العدسات المدعومة على زاوية الخزانة الأمامية على إحدى تركيبات الزاوية. وهناك أنواع مختلفة من العدسات المدعومة على زاوية الخزانة الأمامية؛ وتختلف الأنواع في قابليتها للطي وفي حجم العدسة. وعلى الرغم من اختلاف أنواعها، فإن العدسات المدعومة على زاوية الخزانة الأمامية أكثر عرضة لحدوث المضاعفات.

عدسة أرتيسان هي عدسة مثبتة بالقزحية. يتم تثبيت العدسة على أطراف القزحية بالمنطقة التي لا تتحرك كثيراً مع تغير حجم بؤبؤ العين. وتوجد الآن نسخة قابلة للطي من هذه العدسة تسمى أرتفليكس، ونتائجها حتى الآن جيدة.

أما العدسات الموضوعة بالخزانة الخلفية فهي مصنوعة من مواد لينة. يوجد نوعان فقط من هذه العدسات، وهما مختلفان في التصميم ، ولكنهما ذات مضاعفات ونتائج مماثلة.

ولزرع عدسة إضافية إلى جانب العدسة الأصلية بالعين أثر فوري دراماتيكي، فالنتائج مع نسبة كبيرة من المرضى تكون في غضون ديوبتر واحد من الهدف المقصود، وتكون حدة البصر دون تصحيح 20\40 أو أفضل. أما عن نسبة الكفاءة فتتجاوز في كثير من الأحيان 1.00. وزراعة العدسات جراحة آمنة إلى حد معقول ، ومع ذلك ، فإن قائمة المضاعفات الممكنة طويلة، ومنها فقدان الخلايا الباطنة، وتحول البؤبؤ إلى شكل بيبضاوي، وإحداث اللانقضية، وارتفاع ضغط العين، والتهابات العين المزمنة. هذا بالنسبة إلى مضاعفات عدسات الخزانة الأمامية، أما عن عدسات الخزانة الخلفية، فمن مضاعفتها إحداث الكتاركتا، انسداد البؤبؤ، تشيبت صبغة الزحية، وارتفاع ضغط العين. وهذا يجعل من متابعة المرضى أمرا حاسما طوال الحياة.

ويعود استخدام العدسات الإضافية لتصحيح قصر النظر الشديد إلى مزاياها المتعددة، التي تشمل الدقة الممتازة في تصحيح الانكسار، والمحافظة على العدسة الأصلية بالعين وأهمية ذلك بالنسبة للقراءة، وإمكانية دمج العملية مع عمليات القرنية الإنكسارية، وتصحيح مستويات أعلى من قصر النظر، وإمكانية عكس الاجراء.

تطوير زراعة العدسات هو عملية مستمرة ، وهذه العدسات وينبغي أن تستخدم بحذر. الكثير من المرضى في الوقت الراهن ليس لديهم خيار جيد لتصحيح الأخطاء الانكسارية غير زراعة العدسات. في مضم المرضى ، فإن الزراعة تنجح ويكون المرضى مبهورين بالنتائج، ولكن لا يمكن إغفال المشاكل التي يمكن حدوثها. مع زيادة استخدام زراعة العدسات ، فإن النتائج سوف تستمر في التحسن. هذا ولا يزال اكتشاف عدسة للعين بلا مضاعفات هدفا للعقد القادم من الجراحات الإنكسارية.

مهدف العمل

نناقش في هذه الدراسة استخدام زراعة العدسات داخل العين ذات العدسة البلورية في تصحيح قصر النظر الشديد, ومقارنة استخدام هذه العدسات مع البدائل الأخرى لعلاج قصر النظر الشديد.