



Universitat Autònoma de Barcelona

**ADVERTIMENT.** L'accés als continguts d'aquesta tesi queda condicionat a l'acceptació de les condicions d'ús establertes per la següent llicència Creative Commons:  [http://cat.creativecommons.org/?page\\_id=184](http://cat.creativecommons.org/?page_id=184)

**ADVERTENCIA.** El acceso a los contenidos de esta tesis queda condicionado a la aceptación de las condiciones de uso establecidas por la siguiente licencia Creative Commons:  <http://es.creativecommons.org/blog/licencias/>

**WARNING.** The access to the contents of this doctoral thesis it is limited to the acceptance of the use conditions set by the following Creative Commons license:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=en>

TESI DOCTORAL  
COMPENDI DE PUBLICACIONS

**IMPLANTE SECUNDARIO EN PACIENTES AFÁQUICOS SIN  
SOPORTE CAPSULAR: LENTES ANCLADAS AL IRIS**

DEPARTAMENT DE CIRURGIA  
UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA  
ANY 2016

**PAULA VERDAGUER I AGUSTÍ**

DIRECTOR

DIRECTOR

TUTOR

Dr. José L. Güell Villanueva

Dr. Jordi Monés Carilla

Prof. José García Arumí



Als meus estimats germans, Júlia i Miquel, dels quals estic summament orgullosa.

Gràcies per estar sempre al meu costat i fer-me sentir tan afortunada.

A la meva lluitadora mare que m'ha guiat sempre i animat incansablement per poder realitzar aquest projecte. Gràcies per haver-me ensenyat els valors de l'esforç i la superació.

Al meu amor, l'home amb qui em tornaria a casar mil vegades més. Gràcies Xavi per donar-me suport sempre.

Al meu estimat fill Xavier, que omple la meva vida ja des del primer moment que vaig saber que estava dins meu i fa que tot tingui un altre sentit.

Al meu estimadíssim pare que, des del cel, espero que estigui tan orgullós de mi com jo ho estic d'ell. Aprendre a viure sense tu és el que m'està costant més.

Estàs sempre present en mi.



## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar me gustaría agradecer a todas las personas buenas que me han entendido, motivado y apoyado durante este intenso recorrido.

Al empezar la residencia de oftalmología recibí el golpe más duro hasta aquel momento de mi vida. Tras la muerte de mi padre pensaba que no lo podría superar y se me hacía durísimo el no poder tenerlo a mi lado guiándome en la profesión a la que él se había dedicado tanto. Hice la especialidad, la subespecialidad, rotaciones internacionales y trabajé duro, con fuerza, respeto, seriedad y mucho entusiasmo con el objetivo de ser una buena médico oftalmóloga.

No ha sido fácil porque el camino no ha sido llano ni siempre correspondido, pero la ilusión, la perseverancia, la voluntad y la capacidad de superación por intentar siempre saber más y ser mejor, han conseguido que mantenga la ilusión y que crea que el trabajo intenso finalmente acaba por ser justo.

Es por todo esto que estoy agradecida a todos mis mentores por haberme enseñado con paciencia y motivación, y por haberme dedicado su tiempo con generosidad.

Agradezco a los oftalmólogos del Centro de Oftalmología Barraquer, especialmente al Profesor Joaquim Barraquer, por haberme dado la oportunidad de formarme a vuestro lado y haberme introducido en la rama más científica de la especialidad.

Al Dr. José Luis Güell, muchísimas gracias por apoyarme siempre en mis proyectos y sobretodo por hacerlo siempre con ilusión, convicción y motivación. Contigo es fácil aprender.

Gracias a la Dra. Felicidad Manero por haberme enseñado a no rendirme y por la alegría y positividad que siempre transmites.

A la Dra. Mercè Morral, gracias por haberme entendido, por tus correcciones y consejos para el desarrollo de la tesis y por tu apoyo.

Gracias a Marga Güell y al resto del equipo de l'Institut de Microcirurgia Ocular, por haberme tratado siempre con simpatía, cordialidad y buena predisposición.

Al Dr. Jordi Monés y al Profesor José García Arumí, gracias por vuestra ayuda y por haber formado parte de esta tesis.

Finalmente, y como ya he comentado anteriormente, gracias a mi fuerte familia por estar siempre a mi lado, por entenderme y guiarme en mis decisiones.

Això és per tu, Papi.

Muchísimas gracias de corazón.





**Dr. José Luis Güell Villanueva**, Doctor en Medicina y Cirugía por la Universidad Autónoma de Barcelona y Director de la Unidad de Córnea y Cirugía Refractiva del Instituto de Microcirugía Ocular de Barcelona

CERTIFICA: Que el presente trabajo de investigación titulado “Implante secundario en pacientes afáquicos sin soporte capsular: lentes ancladas al iris” ha sido realizado por Paula Verdaguer Agustí bajo mi dirección, pudiendo ser presentado como Tesis para la obtención del grado de Doctor.

Y para que así conste, firmo el presente certificado en Barcelona, 20 de Julio de 2016.

Fdo. Dr. José Luís Güell Villanueva



**Dr. Jordi Monés Carilla**, Doctor en Medicina y Cirugía por la Universidad de Barcelona, y Director de l’Institut de la Màcula en el Centro Médico Teknon y de la Barcelona Macula Foundation, de Barcelona

CERTIFICA: Que el presente trabajo de investigación titulado “Implante secundario en pacientes afáquicos sin soporte capsular: lentes ancladas al iris” ha sido realizado por Paula Verdaguer Agustí bajo mi dirección, pudiendo ser presentado como Tesis para la obtención del grado de Doctor.

Y para que así conste, firmo el presente certificado en Barcelona, 20 de Julio de 2016.

Fdo. Dr. Jordi Monés Carilla



**Profesor José García Arumí**, Catedrático de Oftalmología por la Universidad Autónoma de Barcelona y Jefe del Servicio de Oftalmología del Hospital Universitario Vall d'Hebron, Barcelona

CERTIFICA: Que el presente trabajo de investigación titulado “Implante secundario en pacientes afáquicos sin soporte capsular: lentes ancladas al iris” ha sido realizado por Paula Verdaguer Agustí bajo mi tutorización, pudiendo ser presentado como Tesis para la obtención del grado de Doctor.

Y para que así conste, firmo el presente certificado en Barcelona, 20 de Julio de 2016.

Fdo. Profesor José García Arumí



## ÍNDICE

<b>ABREVIATURAS</b> .....	18
<b>1. RESUMEN</b> .....	21
1.1. Resumen.....	21
1.2. Resum.....	23
1.3. Abstract.....	25
<b>2. INTRODUCCIÓN</b> .....	28
2.1. Tipos de lentes intraoculares en ojos afáquicos.....	30
2.1.1. Lentes de cámara posterior con fijación escleral.....	33
2.1.2. Lentes de cámara posterior suturadas al iris.....	36
2.1.3. Lentes de cámara anterior de soporte angular.....	40
2.1.4. Lentes de fijación iridiana.....	45
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	54
<b>4. MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	56
4.1. Criterios de inclusión y exclusión.....	56
4.2. Exámenes oftalmológicos.....	57
4.3. Variables analizadas.....	58
4.4. Técnica quirúrgica.....	59
4.5. Lente Artisan afaquia.....	60
4.6. Lentes pseudofáquicas.....	62

<b>5. RESULTADOS</b> .....	64
5.1. Artículo 1. Secondary iris-claw anterior chamber lens implantation in patients with aphakia without capsular support. <i>Br J Ophthalmol</i> 2014 ;98(5):658-63.....	64
5.2. Artículo 2. Unilateral Iris-Claw Intraocular Lens Implantation for Aphakia: A Paired-Eye Comparison. <i>Cornea</i> 2016 Aug 24.....	71
<b>6. DISCUSIÓN</b> .....	77
6.1. Resultados visuales y refractivos.....	77
6.2. Contaje endotelial.....	78
6.2.1. Métodos diagnósticos.....	79
6.2.2. Seguimiento del contaje endotelial.....	81
6.3. Otras complicaciones.....	87
<b>7. ARTÍCULOS PUBLICADOS</b> .....	91
7.1. Güell JL, <b>Verdaguer P</b> , Elies D, Gris O, Manero F, Mateu-Figueras G, Morral M. Secondary iris-claw anterior chamber lens implantation in patients with aphakia without capsular support. <i>Br J Ophthalmol</i> 2014;98(5):658-63.....	91
7.2. Güell JL, <b>Verdaguer P</b> , Mateu-Figueras G, Elies D, Gris O, Amich JM, Manero F, Morral M. Unilateral Iris-Claw Intraocular Lens Implantation for Aphakia: A Paired-Eye Comparison. <i>Cornea</i> 2016 Aug 24.....	98



<b>8. CONCLUSIONES</b> .....	107
<b>9. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	109



**ABREVIATURAS (por orden alfabético)**

**ACD:** Profundidad de cámara anterior

**CDVA:** Agudeza visual corregida

**cECC:** Contaje endotelial en el centro de la córnea

**D:** Dioptrías

**DC:** Desprendimiento coroideo

**DCE:** Densidad de células endoteliales

**DMEK:** Queratoplastia endotelial de la membrana de Descemet

**DR:** Desprendimiento de retina

**DSAEK:** Queratoplastia endotelial automatizada con pelado de la membrana de Descemet

**EMQ:** Edema macular quístico

**LIO:** Lente intraocular

**LIOF:** Lente intraocular fáquica

**LogMAR:** Logaritmo

**PIO:** Presión intraocular

**PMMA:** Polimetil-metacrilato

**PSF:** Pseudofaquia

**SD:** Desviación estándar

**SE:** Equivalente esférico

**UDVA:** Agudeza visual sin corrección

**VPP:** Vitrectomía vía pars plana



## **1. RESUMEN**

### **1.1. Resumen**

#### **TÍTULO:**

**Implante secundario en pacientes afáquicos sin soporte capsular: lentes ancladas al iris.**

#### **RESUMEN:**

El implante secundario de lentes intraoculares (LIO) es un reto quirúrgico ya que los pacientes afáquicos normalmente tienen antecedentes de traumatismos en los ojos o cirugías complicadas intraoculares.

Si existen restos de cápsula el proceso de elección para el implante de la LIO es en el sulcus ciliar. No obstante, el soporte capsular muchas veces no se observa. En estos casos las alternativas quirúrgicas para el implante de la LIO incluyen el implante de la LIO en la cámara posterior mediante fijación escleral, el implante de la lente en cámara anterior mediante las lentes de soporte angular o el implante de las lentes de cámara anterior mediante la fijación iridiana.

En esta tesis doctoral presento los resultados de dos estudios relacionados y complementarios, escritos y realizados por mí, publicados en las revistas oftalmológicas *British Journal of Ophtahlmology* y *Cornea*, sobre la seguridad de la opción quirúrgica consistente en implantar lentes de fijación iridiana para corregir la

afaquia en los pacientes que no presentan soporte capsular. En global los resultados sugieren que el implante de las lentes de anclaje iridiano Artisan (Ophtec BV, Groningen, The Netherlands) en pacientes afáquicos son una opción efectiva, predecible y segura a largo plazo, por lo tanto son una opción eficaz que en nuestra experiencia consideramos de primera elección para tratar a este tipo de pacientes. No obstante, es necesario un control monitorizado del paciente a lo largo de su vida mediante revisiones oftalmológicas periódicas que incluyan una exploración ocular completa, determinación de la presión intraocular y sobretodo un contaje endotelial.

## 1.2. Resum

### TÍTOL:

**Implant secundari en pacients afàquics sense suport capsular: lents fixades a l'iris.**

### RESUM:

L'implant secundari de lents intraoculars (LIO) és un repte quirúrgic ja que normalment els pacients afàquics tenen antecedents de traumatismes o cirurgies complicades intraoculars.

Si existeixen restes de càpsula el procés d'elecció per l'implant de la LIO és al sulcus ciliar. No obstant això el suport capsular molts vegades no s'observa. En aquests casos les alternatives quirúrgiques per l'implant de la LIO inclouen l'implant de la LIO a la càmera posterior mitjançant fixació escleral, l'implant de la lent a la càmera anterior amb lents de suport angular o l'implant de les lents de càmera anterior de fixació iridiana.

A la tesi doctoral presento els resultats de dos estudis relacionats i complementaris, escrits i realitzats per mi, publicats en les revistes oftalmològiques *British Journal of Ophthalmology* i *Cornea*, sobre la seguretat de l'opció quirúrgica que consisteix en implantar lents de fixació iridiana per corregir l'afàquia en els pacients que no presenten suport capsular. En general els resultats suggereixen que l'implant de les lents de fixació iridiana Artisan (Ophtec BV, Groningen, The Netherlands) en els pacients afàquics són una opció efectiva, previsible i segura a llarg termini, per tant i en base a la



nostra experiència es presenten com una opció eficaç que considerem de primera elecció per a tractar aquest tipus de pacients. No obstant això és necessari un control monitoritzat del pacient al llarg de la seva vida mitjançant revisions oftalmològiques periòdiques que incloguin una exploració ocular completa, determinació de la pressió intraocular i un control específic del comptatge endotelial.

### 1.3. Abstract

**TITLE:**

**Secondary iris-claw anterior chamber lens implantation in patients with aphakia without capsular support.**

**ABSTRACT:**

Secondary intraocular lens (LIO) implantation is often a challenging surgical procedure, as patients with aphakia usually have a history of eye trauma or complicated intraocular surgery.

If capsular support is spared, LIO implantation in the ciliary sulcus represents the elective surgery. However, capsular support is often absent. In these cases, the current available surgical alternatives include: posterior chamber LIO implantation with scleral fixation, anterior chamber angle-supported LIO implantation, or anterior chamber iris-claw LIO implantation.

The aim of this PhD work is presenting the results of two related and complimentary studies, performed and written by me, published in the journals *British Journal of Ophthalmology* and *Cornea* about the safety of secondary iris-claw LIO implantation in aphakic eyes without capsular support. The global results suggest that iris-claw Artisan lens (Ophtec BV, Groningen, The Netherlands) in aphakic eyes represent an effective, predictable and safe procedure at long-term. Therefore, in our experience we consider iris-claw lens as the first choice to treat these type of patients.

Nevertheless, close monitoring of the patient with periodic ophthalmological revisions that include a complete ophthalmologic exam, intraocular pressure measurement and an endothelium cell count is mandatory.



## 2. INTRODUCCIÓN

### IMPLANTE SECUNDARIO EN PACIENTES AFÁQUICOS SIN SOPORTE CAPSULAR: LENTES ANCLADAS AL IRIS

#### Introducción:

La cápsula del cristalino es la localización idónea para el implante de la lente intraocular (LIO) por ofrecer un plano anatómico-óptico similar al cristalino natural, un posicionamiento axial predecible, una estabilidad rotacional gracias a la fibrosis secundaria y a no tener contacto con los tejidos próximos (Fig.1).

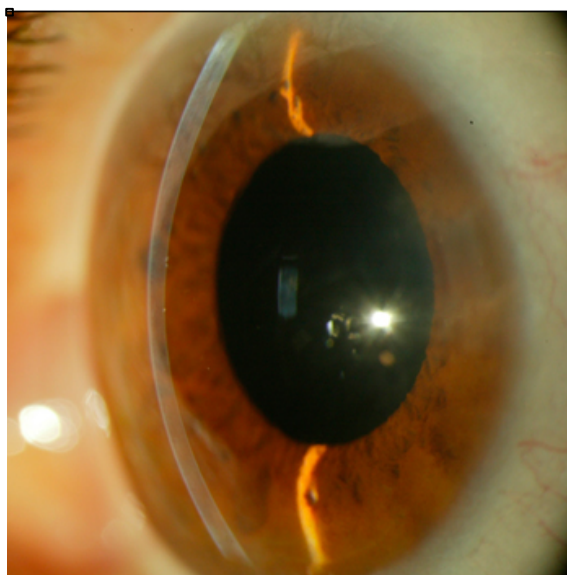


Figura 1. Implante de LIO en el saco capsular.

No obstante, en muchas ocasiones, nos encontramos con una situación en la que hay una falta parcial o total del soporte capsular, donde la implantación de la LIO en el saco

capsular es imposible o insegura. En estos pacientes afáquicos, la ausencia de soporte capsular puede ser causada por un daño directo a la cápsula del cristalino o por una lesión del aparato zonular que mantiene la cápsula estable en su plano anatómico <sup>1,2</sup>.

La incidencia de rotura de la cápsula del cristalino durante la cirugía de catarata complicada tanto en la facoemulsificación convencional, como en la facoemulsificación con láser de femtosegundos se sitúa entre el 0.1 y el 5.0% <sup>3-5</sup>. Debido a traumatismos cerrados por el efecto de la deformación ocular y la onda de choque y en traumatismos perforantes por afectación directa sobre el cristalino puede haber rotura capsular traumática. La extracción intracapsular del cristalino y la lensectomía pars plana son las causas más frecuentes de afaquia quirúrgica.

Las alteraciones en la inserción zonular se pueden producir debido a una luxación-subluxación adquirida del cristalino en cirugía de catarata complicada y síndrome pseudoexfoliativo, miopía elevada, uveítis crónica, catarata hipermadura, glaucoma congénito con buftalmos y tras un tiempo prolongado de aceite de silicona intraocular. En pacientes con enfermedades conectivo-metabólicas (síndrome de Marfan, síndrome de Weill-Marchesani, déficit de sulfito oxidasa, *ectopia lentis* familiar e hiperlisinemia) la zónula puede estar dañada <sup>2</sup>. La luxación postoperatoria tardía de LIO-saco es una complicación poco frecuente pero relacionada sobretodo con el síndrome pseudoexfoliativo y la miopía elevada.

Referente al momento del implante, este puede ser primario (en un mismo tiempo quirúrgico) o secundario (en un segundo tiempo). La implantación secundaria es más favorable según los estudios en cuanto a mejores resultados visuales y menor número de complicaciones <sup>6</sup>.

El implante secundario de LIO en pacientes afáquicos es una cirugía que puede plantear problemas. Estos pacientes afáquicos presentan antecedentes traumáticos, o bien de cirugías complicadas previas. Esa es la razón por la que, durante muchas décadas, se optaba por la no intervención de estos pacientes, ya que los implantes secundarios se asociaban a un riesgo final elevado de pérdida de la mejor agudeza visual corregida.

Cuando se trata de una situación de afaquia bilateral, las opciones no quirúrgicas consisten en utilizar gafas o lentes de contacto. Sin embargo, lo más frecuente es que sean casos unilaterales, en cuyo caso la única opción es la lente de contacto, asociada también a un número importante potencial de complicaciones secundarias.

### **2.1. Tipos de lentes intraoculares en ojos afáquicos**

No obstante si decidimos intervenir a un paciente afáquico sin soporte capsular suficiente con un implante secundario tenemos distintas opciones: implantar una LIO de cámara posterior con fijación escleral (con diferentes técnicas quirúrgicas) al sulcus ciliar o pars plana, implantar una LIO de cámara anterior de soporte angular o implantar una LIO de cámara anterior de soporte iridiano<sup>7-27</sup>.

El decidirnos por una u otra LIO puede estar en función, no sólo de nuestras propias preferencias, sino también de otros factores individuales, entre ellos, el estado anatómico de las estructuras de la cámara anterior, el estado de la córnea y la edad del paciente.

La **tabla 1** resume las principales ventajas e inconvenientes así como complicaciones de las diferentes LIOs para pacientes afáquicos sin soporte capsular.

**Tabla 1.**

Cirugía	Ventajas	Inconvenientes	Complicaciones
LIO cámara posterior suturada	Ubicación más fisiológica (endotelio corneal)	Técnica quirúrgica	Alto riesgo de complicaciones: DR, hemorragia coroidea y endoftalmitis
LIO cámara anterior soporte angular	Técnica quirúrgica	Presión en el iris y proximidad al endotelio	Descentramiento, EMQ, PIO
LIO cámara anterior de apoyo iridiano	Técnica quirúrgica	Proximidad endotelio	Menos frecuentes

LIO: lente intraocular; DR: desprendimiento de retina; EMQ: edema macular quístico; PIO: presión intraocular.

Para la corrección de la afaquia hay unas premisas aceptadas al escoger el implante secundario: evitar las lentes de cámara anterior en pacientes con bajos contajes endoteliales, evitar lentes de anclaje iridiano en ausencia de un plano iridiano normal, evitar lentes suturadas a iris desestructurados y evitar lentes suturadas transescleralmente en pacientes anticoagulados o con riesgo de sangrado por el trauma quirúrgico y la posibilidad de hemorragia coroidea y vítrea.



La **tabla 2** resume la frecuencia de complicaciones asociadas a las diferentes lentes para la corrección de la afaquia.

**Tabla 2.**

Frecuencia relativa de complicaciones asociadas a lentes para afaquia				
	Lentes de cámara anterior		Lentes de cámara posterior	
	Fijación angular	Fijación al iris	Suturada al sulcus	Suturada al iris
Descompensación endotelial	+++	(+)	(+)	(+)
Ovalización de pupila	+	(+)	0	(+)
Uveítis	++	(+)	+	++(+)
Descenramiento	+	0	++	++
Sangrado intraoperatorio	+	+	+++	++
DR	+	+	++	+
DC	+		++	+
Sinequias	++	+	0	+
Glaucoma	++	(+)	(+)	+
EMQ	+	+	+	+

DR: desprendimiento de retina; DC: desprendimiento coroideo; EMQ: edema macular quístico.

### 2.1.1. Lentes de cámara posterior con fijación escleral

Las lentes de cámara posterior con fijación escleral tienen la ventaja evidente, con respecto a las lentes de cámara anterior de soporte angular o iridiano, de que su ubicación es la más fisiológica desde el punto de vista óptico y también la más alejada de la córnea y, por lo tanto, preservan mejor el endotelio corneal<sup>3,4</sup>. Con el implante de estas lentes se reduce el riesgo de bloqueo pupilar, de irritación iridiana crónica, el riesgo de pérdida endotelial crónica, de hipertensión secundaria y se corrige de forma más anatómica la afaquia<sup>8,9</sup>.

Sin embargo, las complicaciones descritas asociadas a este tipo de implantes pueden ser muy graves, entre ellas el desprendimiento de retina (DR), la hemorragia coroidea, la endoftalmitis habitualmente ligada a la sutura transescleral<sup>8-14</sup> y la mayor dificultad técnica de realización que más que una complicación, puede ser una limitación (Fig. 2). Estas lentes tienden más al descentramiento y al tilting. La exposición de las suturas transesclerales aumenta, a su vez, el riesgo de dehiscencia y endoftalmitis, aunque hay técnicas para no dejarlas expuestas. Tienen que emplearse con precaución en pacientes con antecedentes de glaucoma.



Figura 2. Ecografía modo B de segmento posterior en la que se observa un DC

La **tabla 3** resume el índice de complicaciones tras implante de lente en pacientes afáquicos de fijación escleral según diferentes series de autores. Extraída del artículo publicado por Malta JB, Banitt M, Musch DC et al. Long-term outcome of combined penetrating keratoplasty with scleral-sutured posterior chamber intraocular lens implantation. *Cornea* 2009; 28:741-6.

**Tabla 3**<sup>13</sup>.

Findings	Hill <sup>1</sup> (1992)	Heidemann et al <sup>2</sup> (1992)	Holland et al <sup>3</sup> (1992)	Jensen et al <sup>4</sup> (1995)	Kandarakis et al <sup>5</sup> (1996)	Djalilian et al <sup>8</sup> (1998)	Koçak-Altintas et al <sup>6</sup> (2000)	Current Study	Mean of All Studies
Number of eyes	36	112	105	21	10	130	29	105	68.5
Mean follow-up (months)	16.8 (9–36)	17.2 (4–47)	26.8 (6–43)	13 (2–39)	26.4	38.8 (12–101)	22.8 (14–31)	44.8 (1–156)	25.8
Clear graft at last follow-up	35 (97.2%)	98 (87.5%)	102 (97.1%)	20 (95.2%)	9 (90%)	113/130 (87%)	26 (89.7%)	86 (81.9%)	90.7%
Improved BCVA <sup>†</sup>	25 (69.4%)	95 (85%)	43 (40.9%)	13 (61.9%)	7 (70%)	–	6 (20.7%)	62 (59.0%)	50.8%
Glaucoma*	3 (8.3%)	48 (42.8%)	32 (30.4%)	5 (23.8%)	2 (20%)	21/130 (16%)	6 (20.7%)	26 (24.7%)	23.3%
Graft failed	1 (2.8%)	14 (12.5%)	3 (2.9%)	1 (4.8%)	1 (10%)	17/130 (13%)	3 (10.3%)	19 (18.1%)	9.3%
Incidence of CME	4 (11.1%)	4 (3.5%)	2 (1.9%)	1 (4.8%)	2 (20%)	12/120 (10%)	8 (27.6%)	15 (17.0%)	12.0%
IOL decentration	–	–	–	–	–	–	–	2 (1.9%)	–
Endophthalmitis	–	–	–	–	–	–	1 (3.4%)	3 (2.8%)	–
Retinal detachment	–	3 (2.7%)	4 (3.8%)	–	–	5/130 (3.8%)	–	3 (2.8%)	3.2%

BCVA, best-corrected visual acuity; CME, cystoid macular edema.

\*New and/or worsened glaucoma.

<sup>†</sup>More than 1 Snellen line.

A pesar de ello, estas lentes pueden ser una opción a considerar en pacientes jóvenes con contajes endoteliales bajos. Pueden fijarse a la esclera con o sin sutura. En algunos casos, especialmente en los que las cirugías previas dejaron suficiente soporte cápsulo-cortical, se puede implantar una lente apoyada en el sulcus escleral sin necesidad de suturas. Con frecuencia, en cualquier caso, se trata de una decisión peroperatoria.

La elección entre las múltiples técnicas de sutura existentes estará determinada fundamentalmente por el tipo de lente o dispositivo que se implante. Las distintas técnicas se diferencian básicamente por el abordaje (ab interno versus ab externo) y el modo de proteger la sutura (subconjuntival, bajo tapete escleral, intraescleral).

La mayoría de técnicas ab interno están en desuso por sus altos índices de complicaciones sobretodo en relación con la dificultad de localizar a ciegas la entrada de la aguja en el sulcus. Las técnicas ab externo (de fuera a dentro) permiten localizar mejor la entrada de la aguja y actuar con la cámara casi cerrada. Las suturas más empleadas son Prolene® 9/0 o 10/0 de aguja recta doble armada, no obstante están descritas muchas técnicas que utilizan otras suturas<sup>14</sup> (Fig. 3). La lente elegida es habitualmente acrílica o de polimetil-metacrilato (PMMA) con hápticos en forma de C. En función de la lente se determina el tamaño de la incisión y la forma de fijar el háptico.

Para el cálculo biométrico se puede utilizar la fórmula SRK-T. Ante la duda y previendo que la lente ocupará una situación más retrasada con respecto a su situación habitual, podemos sumar entre 1 y 0.5 dioptría (D) al cálculo biométrico tradicional. Aunque se puede utilizar el mismo valor dióptrico para favorecer una miopía. Es importante intentar no errar en la potencia de la lente a implantar por la dificultad que conlleva el recambio de este tipo de lente.

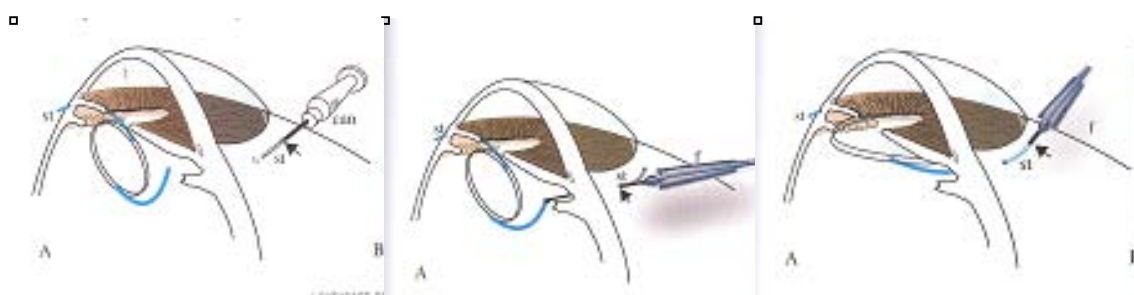


Figura 3. Técnica de Gabor. Gabor SG, Pavlidis MM. Sutureless intrascleral posterior chamber intraocular lens fixation. *J Cataract Refract Surg* 2007;33(11):1851-4.

### **2.1.2. Lentes de cámara posterior suturadas al iris**

Las lentes utilizadas para suturar al iris son lentes acrílicas plegables con hápticos de PMMA. Para ello se atrapa la óptica en la cámara anterior en la pupila mientras se suturan los hápticos detrás del iris mediante las técnicas de McCannel o Siepser, para después devolver la óptica a la cámara posterior. Al utilizar el iris periférico como superficie de anclaje para las lentes se asegura un posicionamiento de la lente en cámara posterior, en una localización próxima a la que tendría en presencia de saco capsular y se evita el uso de suturas transesclerales y los riesgos de su exposición externa.

Las lentes suturadas al iris tienen la misma ventaja potencial de localización en cámara posterior que la que presentan las lentes suturadas al sulcus. Las mayores desventajas de ambas técnicas son un mayor tiempo quirúrgico unido a una mayor dificultad de la cirugía si las comparamos con las lentes de cámara anterior. En varias publicaciones se observa un menor riesgo de edema macular postoperatorio y un menor índice de fracaso del trasplante en pacientes con queratoplastia <sup>15,16</sup>.

Las lentes suturadas al sulcus obligan a diseccionar conjuntiva y esclera, a coagular la ventana escleral y a pasar dos suturas a ciegas con la dificultad de posicionar ambas en el mismo plano frontal. Por el contrario, las lentes suturadas al iris no exigen disección de conjuntiva ni esclera, ni coagulación y las suturas se emplazan en una zona bien visible y el plano queda, en general, frontalmente posicionado y paralelo al iris, con menor riesgo de tilting. Si además coexiste un glaucoma la situación se posiciona a favor de suturar una lente al iris. Se pueden dar dos circunstancias, una en la que el paciente presente una cirugía previa de glaucoma y que imposibilite la cirugía de implante transescleral o que no presente una cirugía previa de glaucoma pero que inhabilite la zona para una posterior cirugía filtrante. Por lo que, existiendo o no un

procedimiento filtrante previo o posible necesidad futura del mismo, las suturas transesclerales tienen ciertos inconvenientes, por ello, las lentes suturadas al iris tienen ventajas.

Requieren un iris íntegro y aunque están en una posición más fisiológica y alejada del endotelio pueden provocar inflamación mantenida y dispersión de pigmento.

La **tabla 4** resume las principales ventajas e inconvenientes de las lentes suturadas al iris.

**Tabla 4.**

VENTAJAS	INCONVENIENTES
Corrección óptica cercana al punto nodal Menor riesgo de sinequias periféricas Menor riesgo de cierre angular Menor riesgo de edema macular Menor riesgo de daño endotelial	Mayor tiempo quirúrgico Mayor dificultad de la técnica quirúrgica Riesgo de sangrado Riesgo de ovalización pupilar Posible aumento del riesgo de glaucoma Glaucoma por dispersión pigmentaria Rotura tardía/diferida de la sutura Hifema tardío

Ante un paciente afáquico al que tenemos que realizar un implante secundario de lente, respecto al glaucoma se nos pueden plantear varias situaciones.

En un paciente afáquico con un glaucoma controlado médicamente las lentes de cámara anterior de apoyo angular pueden agravar un glaucoma preexistente. Las lentes suturadas transescleralmente provocan cicatrizaciones conjuntivoesclerales que pueden dificultar procedimientos filtrantes futuros. Las lentes suturadas al iris no comprometen el ángulo, su único mecanismo para favorecer el desarrollo de glaucoma sería la dispersión pigmentaria y no entorpecen futuros procedimientos filtrantes en cuanto que la conjuntiva y la esclera permanecen indemnes <sup>16</sup>.

Un paciente con glaucoma y procedimiento filtrante controlado con o sin tratamiento médico, las lentes de cámara anterior de apoyo angular pueden agravar y comprometer un glaucoma ya controlado. Las lentes suturadas a esclera pueden comprometer la viabilidad de un procedimiento filtrante ya funcionando. Las lentes de anclaje iridiano y las lentes suturadas al iris serían probablemente las mejores opciones.

En un paciente con sospecha cierta de poder necesitar un procedimiento filtrante en el futuro, por ejemplo un paciente con pseudoexfoliación, las lentes de cámara anterior son un factor de riesgo para la progresión del glaucoma y éstas y las de anclaje iridiano son un factor de riesgo para la descompensación endotelial ante una posible atalamia asociada a un procedimiento filtrante. Las lentes suturadas a esclera comprometerán conjuntiva y esclera y la posible viabilidad de un futuro procedimiento filtrante.

En el paciente que presenta una sospecha de poder desarrollar glaucoma en el futuro por antecedentes del ojo contralateral, familiares y cirugías complejas previas, las lentes de cámara anterior, apoyo angular o mejor ancladas al iris serían una opción aceptable en

pacientes mayores de 70 años y las lentes suturadas al iris se podrían indicar en pacientes más jóvenes.



### 2.1.3. Lentes de cámara anterior de soporte angular

Históricamente las lentes de cámara anterior se asociaban a un mayor número de complicaciones, especialmente tardías, como queratopatía bullosa, ovalización pupilar, glaucoma (especialmente si había vítreo), edema macular quístico o DR entre otras.

Desde la implantación de la primera lente de cámara anterior realizada por Baron en 1952 se ha producido una evolución constante en la forma y diseño de estas lentes para mejorar el índice de complicaciones. Strampelli, Tennant, Choice, Azon, Leiske hasta llegar a la actual Kelman multifocal con hápticos abiertos y flexibles <sup>7, 17-18</sup>.

Las lentes de cámara anterior de soporte angular están diseñadas para apoyarse en el ángulo iridocorneal. En este caso la relación teórica del diámetro de las lentes con respecto al diámetro de la cámara anterior debe ser tal que permita su mantenimiento en posición sin presionar excesivamente la raíz del iris pero evitando la rotación de la lente en la cámara anterior. También, debe encontrarse alejada del endotelio pero mantener una cierta distancia en el plano iridiano y además, respetar en lo posible la zona de la malla trabecular. Las lentes de apoyo angular pueden, en especial en este tipo de pacientes, asociarse a otro tipo de problemas como descentramientos, edema corneal y macular, aumento de la tensión ocular y deformación de la pupila.

El correcto posicionamiento de la lente evita muchos de los posibles inconvenientes asociados al implante de las lentes. La ventaja principal es que su implantación es fácil, con la consiguiente reducción del tiempo quirúrgico <sup>19-24</sup>.

Las lentes de apoyo angular son lentes monobloque de PMMA, óptica de 5.5mm con hápticos de asa abierta y flexibles que incorporan unas plataformas en cada extremo para proporcionar un área de contacto mínimo, pero estable, en el ángulo de la cámara anterior (Fig. 4). De esta manera, afectan menos a las estructuras del ángulo y se reduce

el riesgo de goniosinequias, por lo que, además, son más fáciles de retirar sin hacer daño a las estructuras vecinas. El diseño de las lentes actuales ha optimizado el vault encontrando un equilibrio para distanciarse lo suficiente del iris sin contactar con el endotelio para evitar sus posibles complicaciones. En ojos con compromiso angular están contraindicadas por lo que es muy importante realizar una gonioscopia antes de su implantación.

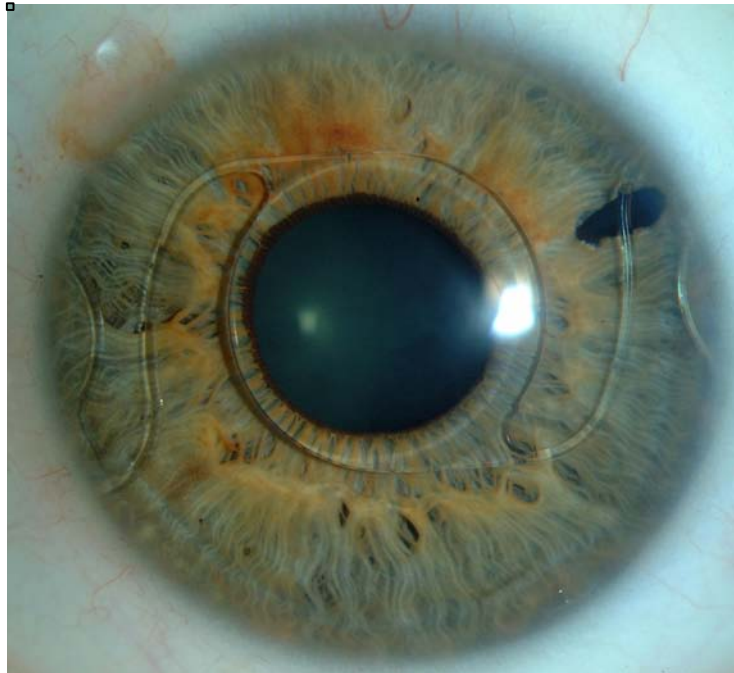


Figura 4. Lente de apoyo angular en un paciente fáquico.

La elevación de la presión intraocular tras la implantación de una lente de cámara anterior de apoyo angular puede ser por un glaucoma secundario de ángulo abierto debido a la inflamación subclínica en la cámara anterior. El cuadro más característico en este caso es el síndrome UGH (uveítis-glaucoma-hifema). Si el mecanismo inflamatorio está en la malla trabecular como consecuencia de la erosión y el roce permanente del háptico sobre la superficie anterior del iris y las estructuras angulares se produce también glaucoma.

El glaucoma puede ser por cierre angular secundario sin bloqueo pupilar por la formación de sinequias anteriores periféricas. Los microtraumatismos que producen los puntos de apoyo de los hápticos de las lentes de cámara en el ángulo desencadenan una inflamación crónica. El glaucoma también se puede producir por un cierre angular secundario con bloqueo pupilar por la interrupción del flujo del humor acuoso entre la cámara posterior y la anterior por una iridectomía no permeable.

La **tabla 5** resume las diferentes complicaciones que pueden aparecer tras el implante de la lente de cámara anterior de soporte angular de la serie extraída del artículo publicado por Drolsum L. Long-term follow-up of secondary flexible, open-loop, anterior chamber intraocular lenses. *J cataract Refract Surg* 2003; 29:498-503.

Tabla 5<sup>18</sup>.

Case	Primary Surgery		Time Elapsed	Before Secondary Implantation		4 Months Postop		6-8 Years Postop		Reason for BCVA Decrease	Comment
	Cataract	Procedure		Pathology	BCVA	BCVA	IOP (mm Hg)	BCVA	IOP (mm Hg)		
1	Senile	ICCE	14 y	—	1.0	1.0	12	1.0	13	—	—
2	Senile	ICCE	14 y	—	1.0	1.0	13	1.0	15	—	—
3	Senile	ICCE	15 y	Glaucoma, corneal guttata	1.2	1.0	19	0.6	10	Bullous keratopathy	—
4	Presenile	ECCE	9 y	—	1.0	1.0	10	1.0	8	—	—
5	Presenile	ECCE	7 y	ARMD	0.9	1.0	12	0.8	8	ARMD	—
6	Presenile	ICCE	10 y	—	0.7	1.0	17	1.0	27	—	—
7	Presenile	ICCE	9 y	—	0.9	0.9	15	0.9	19	—	—
8	Presenile	ECCE	24 y	Corneal pathology	0.8	1.0	8	0.5	12	Corneal pathology	—
9	Senile	ICCE	15 y	—	1.0	1.0	13	1.0	16	—	—
10	Senile	ECCE	3 mo	—	1.0	1.0	11	1.0	16	—	Vitreous loss (primary surgery)
11	Traumatic	ICCE	6 y	—	1.0	1.0	17	0.5	19	Macular scar	Retinal detachment
12	Presenile	ICCE	14 y	—	1.0	1.0	19	1.0	26	—	—
13	Presenile	ICCE	14 y	—	1.0	1.0	14	1.0	26	—	—
14	Traumatic	ICCE	10 y	—	1.0	1.0	14	1.0	18	—	—
15	Congenital	ECCE	9 y	—	0.8	1.0	12	1.0	20	—	—
16	Senile	ICCE	17 y	Corneal pathology	0.9	1.0	7	0.8	13	Corneal pathology	—
17	Senile	ICCE	11 y	—	1.0	1.0	12	1.0	17	—	Glaucoma
18	Senile	ECCE	6 mo	—	0.7	0.3	16	0.8	16	—	Vitreous loss, (primary surgery), CME

La descompensación endotelial se puede producir al tener un excesivo vault, es decir una anteriorización de la lente que puede producir contactos intermitentes con el endotelio por una mala selección del diámetro de la lente y como consecuencia de los movimientos oculares o por el frotamiento palpebral que entraña un riesgo de contacto endotelial periférico (Fig.5). Se puede producir también daño endotelial al tener una uveítis subclínica, es decir, una inflamación crónica en cámara anterior que daña continuamente el endotelio. Actualmente las lentes de cámara anterior dificultan la práctica posterior de queratoplastia endotelial tipo Descemet's stripping automated

endothelial keratoplasty (DSAEK) and Descemet's membrane endothelial keratoplasty (DMEK).

En la actualidad no se utilizan con frecuencia como implante secundario en ojos afáquicos debido a la mayor incidencia de descompensación corneal, glaucoma y alteraciones del ángulo camerular.

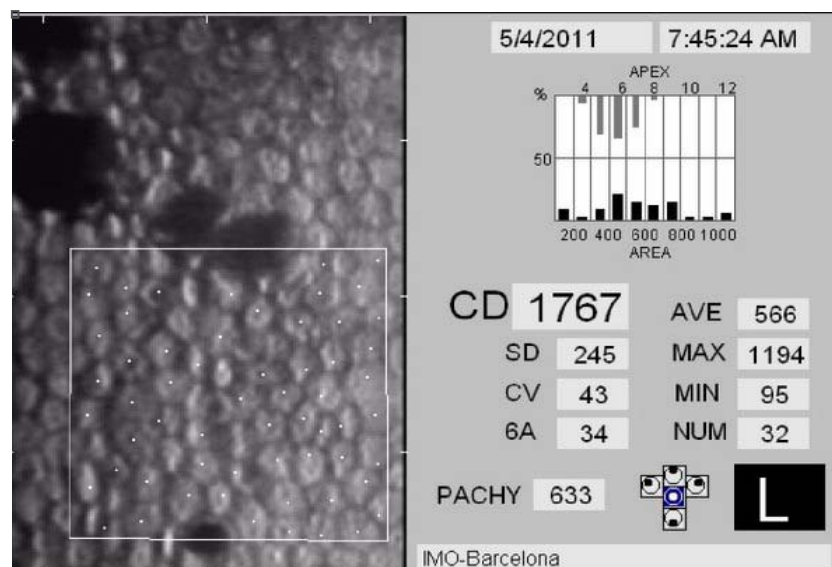


Figura 5. Contaje endotelial determinado por microscopia especular de un paciente afáquico con implante de lente de apoyo angular tras 2 años de la cirugía.

#### 2.1.4. Lentes de fijación iridiana

Las lentes de fijación iridiana fueron introducidas por Worst y colaboradores en 1978<sup>25,26</sup>. Desde hace mucho tiempo, las lentes que nosotros preferimos para corregir la afaquia, siempre que el iris lo permita, son las lentes de apoyo iridiano. El diseño de estas lentes evita alteraciones sobre las estructuras angulares y la raíz del iris<sup>25-29</sup>. El anclaje de sus hápticos se hace sobre el propio iris, en el estroma, por lo que se evitan los problemas relacionados con la rotación de las lentes, las alteraciones mecánicas de la malla trabecular y la compresión de la raíz del iris (Fig.6). De igual forma, en los pacientes afáquicos, estas lentes van fijadas en la periferia media del iris, centradas en la pupila, lo cual supone una gran ventaja en ojos con pupilas descentradas, algo frecuente en este tipo de pacientes. Otra ventaja de estas lentes es que su localización deja libre el ángulo y no interfiere en la vascularización fisiológica ni provoca deformaciones pupilares.

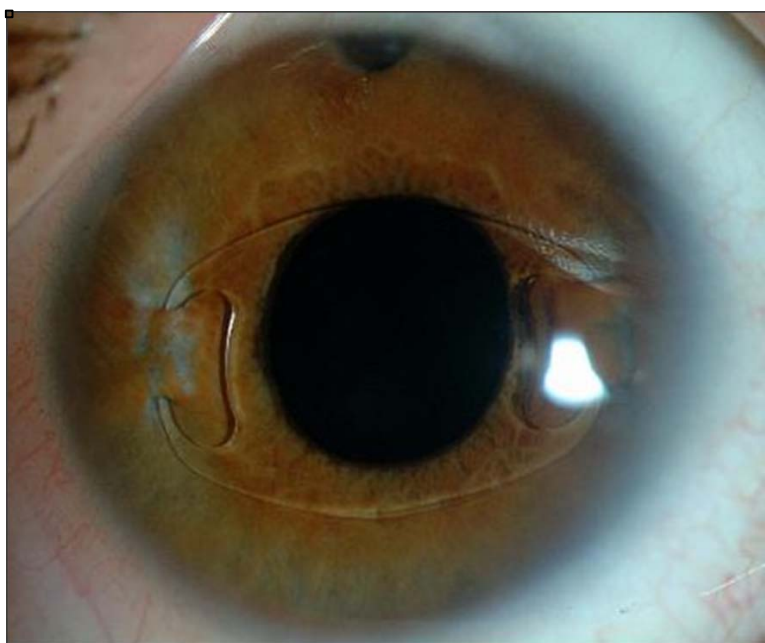


Figura 6. Lente de fijación iridiana en un paciente afáquico.

A diferencia de las lentes suturadas al iris, el pinzamiento que produce la lente de fijación iridiana es más seguro siendo la dislocación tardía de uno o ambos hápticos menos frecuente. También se puede producir una leve ovalización pupilar según la cantidad de tejido iridiano utilizado entre las pinzas de los hápticos (Fig.7). El anclaje de la lente al iris, especialmente en plano pre-iridiano, ofrece una garantía de mayor estabilidad a largo plazo y se tolera muy bien.



Figura 7. Ovalización pupilar hacia las 11:30h en un paciente con implante de lente de fijación iridiana.

En las lentes suturadas, la zona del iris sujeta entre el nudo de polipropileno y el háptico sufre una leve atrofia iridiana, probablemente debido a la oclusión de algunos vasos sanguíneos del estroma iridiano por la propia sutura. Esta atrofia es algo mayor que en las ancladas al iris. Junto a la degradación de la sutura a largo plazo, puede favorecer la luxación tardía de alguno de los hápticos.

Una de las complicaciones descritas de las lentes ancladas al iris es el glaucoma sobre todo por bloqueo pupilar en los ojos fáquicos o pseudofáquicos<sup>30-32</sup>. Para evitar la aparición del mismo sistemáticamente realizamos una iridectomía periférica

intraoperatoria a las 12 horas. La iridectomía inicialmente produce una dispersión de pigmento normalmente no significativa. Por las características de las lentes si se realizan las iridectomías profilácticas el bloqueo pupilar es excepcional. Incluso pueden utilizarse en ojos con compromiso del ángulo camerular ya que por su diseño éstas se fijan en la media periferia del iris y con la tomografía de coherencia óptica del segmento anterior, se puede observar como tras su implantación, se mantiene una correcta profundidad de cámara anterior central y periférica, tras una disminución inicial <sup>32</sup>.

En ojos afáquicos sin soporte capsular no existe mayor probabilidad de bloqueo angular, por lo que consideramos que no hay una contraindicación para el implante secundario de estas lentes ancladas al iris en estos pacientes. No obstante, a todos los pacientes afáquicos antes del implante de la LIO es importante realizar una gonioscopia y estudiar el ángulo camerular, así como la presión intraocular (PIO), por la disminución inicial del mismo tras el implante de la LIO.

Además estas lentes pueden producir glaucoma a medio-largo plazo por diferentes mecanismos. Se ha descrito una elevación transitoria de la PIO durante los primeros meses tras la implantación de las mismas, sobretodo en relación al tratamiento corticoideo tras la cirugía. En la mayoría de los casos, ésta desciende de nuevo a los valores preoperatorios tras la supresión del mismo <sup>28</sup>. Si bien la inflamación inducida por las lentes de soporte iridiano suele ser transitoria y de baja intensidad, pueden inducir un cierto grado de inflamación subclínica y alteraciones de la permeabilidad endotelial a largo plazo que también podrían jugar un papel en el desarrollo de glaucoma y de EMQ con el tiempo.

En algunos casos aislados, estas lentes provocan una dispersión de pigmento por el contacto continuo y directo de la LIO con la zona media del iris. La dispersión de



pigmento secundaria a la implantación de las lentes puede alterar la malla trabecular aumentando la resistencia al flujo de salida del humor acuoso y como consecuencia provocar un incremento de la PIO de un modo análogo al glaucoma pigmentario primario <sup>31,32</sup>. Sin embargo, posiblemente el aumento de la PIO esté en relación con la reserva funcional de cada paciente y de su predisposición hacia el deterioro de la función trabecular con el envejecimiento, ya que algunos pacientes podrían desarrollar glaucoma y otros permanecerían con la presión controlada.

Por lo que en pacientes con antecedentes personales de glaucoma pigmentario previo estaría contraindicado el implante de las lentes ancladas al iris, aunque estas lentes no predispondrían en pacientes sin antecedentes de glaucoma pigmentario, más riesgo de desarrollarlo.

Así pues, en pacientes afáquicos, con una buena apertura del ángulo camerular y sin antecedentes de glaucoma pigmentario previo, las lentes ancladas al iris se pueden implantar sin asumir más riesgo de descompensación de la PIO y glaucoma.

Otro inconveniente a considerar con el implante de estas lentes, es el aumento progresivo de pérdida de células endoteliales, aunque algunos estudios no encuentran diferencias entre la pérdida inducida por estas lentes y la debida a lentes suturadas al sulcus <sup>24,28,33</sup>. En otros estudios se considera que la pérdida progresiva de células endoteliales no es superior a la que observaríamos en este tipo de ojo aún no implantando una lente <sup>31</sup>.

La densidad corneal normal en el adulto joven está en torno a 3.500 células/mm<sup>2</sup>. Este número disminuye hasta en dos tercios en el anciano. Bourne considera que se pierden alrededor del 0.6% de células endoteliales al año <sup>34</sup>. Las células endoteliales humanas

no tiene capacidad mitótica tras el nacimiento, por lo que cuando hay una pérdida endotelial por cualquier motivo, la respuesta de la monocapa de células endoteliales es aumentar el tamaño celular y deslizarse para cubrir el defecto ocasionado por la pérdida. Toda cirugía intraocular supone un trauma para el endotelio.

Al valorar el daño endotelial postcirugía se diferencian dos aspectos:

1. Daño debido al momento quirúrgico, que es el que se obtiene hasta los 6-12 meses, ya que a partir de entonces se considera que ya se han redistribuido las células para compensar la pérdida por la cirugía.
2. Daño ocasionado por la lente. Tras este periodo, las pérdidas que superen la disminución fisiológica del 0.6% anual debida al envejecimiento fisiológico se consideran que son debidas a la lente.

La **tabla 6** resume de forma general las principales ventajas e inconvenientes del implante de las lentes de fijación iridiana en pacientes afáquicos.

**Tabla 6.**

LENTES DE FIJACIÓN IRIDIANA	
Ventajas	Desventajas
1. Menor tiempo quirúrgico 2. Sin compromiso camerular 3. Difícil contacto con cuerpo ciliar 4. Menor riesgo de endoftalmitis	1. Localización en cámara anterior 2. Desinserción 3. Pseudoiridodonesis

La **tabla 7** clasifica según el momento de aparición las posibles complicaciones asociadas al implante de las lentes de fijación iridiana.

**Tabla7.**

COMPLICACIONES DE LAS LENTES DE SUJECIÓN IRIDIANA	
PEROPERATORIAS	POSTOPERATORIAS Y TARDÍAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hemorragia de iris: tracciones innecesarias al realizar la implantación</li> <li>- Vítreo en cámara anterior</li> <li>- Hipotensión marcada del globo: dificulta las paracentesis y las maniobras de implantación sobre todo en implantaciones secundarias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hifema</li> <li>- Iritis o uveítis marcada</li> <li>- Dehiscencia de la incisión/sutura con riesgo de aplanamiento de cámara anterior con rozamiento de lente-endotelio</li> <li>- Lente descolgada</li> <li>- Subluxación de la lente por contusión o sujeción deficitaria</li> <li>- Edema corneal precoz: puede llegar a desaparecer, sobre todo el cercano a la incisión</li> <li>- Descompensación corneal tardía</li> <li>- Descentramientos del implante: halos y visión doble</li> </ul>

Las lentes fáquicas (LIOF) de fijación iridiana para la corrección de los defectos refractivos, están diseñadas para evitar alteraciones sobre las estructuras angulares y la raíz del iris. Para el implante de las mismas la profundidad de cámara anterior, se aconseja que sea superior a 3 mm y el contaje endotelial determinado por microscopía especular superior a 2800 células/mm<sup>2</sup> en un paciente joven de 21-25 años. Una de las principales preocupaciones cuando implantamos lentes fáquicas es como interaccionan con las estructuras del segmento anterior, principalmente el ángulo de la cámara anterior, el endotelio y el cristalino<sup>35</sup>.

A pesar de que son muy infrecuentes, las complicaciones relacionadas con el daño iatrogénico a las estructuras oculares son potencialmente severas. Una de las principales preocupaciones tras el implante de estas lentes es el riesgo potencial sobre el endotelio corneal, por ser pacientes jóvenes. La principal pérdida de células endoteliales está en relación al trauma quirúrgico.

La distancia entre la superficie anterior de la lente y el endotelio corneal también se modifica con la acomodación, disminuyendo la amplitud de la cámara anterior como resultado del movimiento anterior del diafragma iris-cristalino. Además con el envejecimiento pueden afectar también la relación entre el cristalino y las lentes fáquicas ya que se produce un aumento del grosor del cristalino, una anteriorización del polo anterior del cristalino incluso en reposo, que se acompaña de una reducción de la amplitud de la cámara anterior. Frotarse los ojos con frecuencia es una contraindicación para este tipo de cirugía y es una de las advertencias que damos siempre a nuestros pacientes de forma preoperatoria.

El factor de riesgo más alto durante la cirugía en el implante de una lente de cámara anterior en pacientes fáquicos es el contacto entre el endotelio y la lente o con los

instrumentos quirúrgicos. Así, la profundidad de la cámara anterior en pacientes fáquicos para el implante de una lente de apoyo iridiano es importante que sea mayor de 3mm como medida de seguridad. No obstante, en pacientes afáquicos la profundidad de la cámara anterior es importante, pero otros factores como el colapso de la cámara anterior durante la intervención y las turbulencias inducidas por la vitrectomía anterior parecen ser más importantes en la producción del daño endotelial<sup>36-39</sup>.

La incisión de 5.2mm requerida para el implante de la LIO Artisan (Ophtec BV, Groningen, The Netherlands) puede enlentecer la recuperación visual postoperatoria. Las incisiones corneales grandes pueden inducir un elevado astigmatismo en las primeras semanas del postoperatorio, aunque pueden comportarse como astigmáticamente neutras a medio y largo plazo, en función del diseño de la incisión. En nuestra experiencia el diseño biplanar de la incisión minimiza e incluso elimina el astigmatismo inducido. Con los modelos de lentes fáquicas flexibles Artiflex (Ophtec BV, Groningen, The Netherlands), que pueden ser introducidas a través de incisiones de 3mm, no se induce astigmatismo de forma significativa. Con los modelos de Artisan para ojos afáquicos, al implantarse normalmente en pacientes de mayor edad, los puntos de sutura los dejamos durante un periodo más largo de tiempo.



### 3. OBJETIVOS

El objetivo del trabajo de investigación realizado mediante la publicación de estos artículos relacionados y complementarios: **Secondary iris-claw anterior chamber lens implantation in patients with aphakia without capsular support**, publicado en la revista *British Journal Ophthalmology* y el artículo **Unilateral Iris-claw Intraocular Lens Implantation for aphakia: a paired-eye comparison**, publicado en la revista *Cornea*, es estudiar la eficacia, la predictibilidad así como la seguridad a largo plazo de las lentes de fijación iridiana Artisan como implante secundario en los pacientes afáquicos sin soporte capsular.

El primer estudio analiza una serie de pacientes afáquicos en los que se les implanta la lente Artisan y se estudia la eficacia, la seguridad y las complicaciones durante 5 años de seguimiento <sup>40</sup>.

En el segundo estudio realizamos una comparativa entre un grupo de pacientes afáquicos intervenidos con lente Artisan y el ojo contralateral, que puede o no estar operado de cirugía de catarata no complicada con implante de LIO en el saco capsular. Estudiamos durante 5 años de seguimiento, diferentes variables centrándonos en la variable conteo endotelial, con el objetivo de completar de forma comparativa las hipótesis obtenidas en el primer artículo <sup>41</sup>.





#### 4. MATERIAL Y MÉTODOS

El primer artículo estudia la evolución de 128 ojos afáquicos sin soporte capsular de 124 pacientes a los que se les realizó un implante de lente Artisan con un seguimiento medio de 41.8 meses. En el segundo artículo y, complementando el primero, se ha realizado una comparativa que refuerza el primer estudio por ser pareado entre 30 ojos afáquicos en los que hemos implantado la lente Artisan, y el ojo contralateral que puede, o no, presentar cirugía de catarata no complicada con implante de LIO en el saco capsular<sup>40</sup>.

En el segundo estudio los pacientes están divididos en 2 grupos<sup>41</sup>:

**Grupo 1:** Implante de LIO Artisan en un ojo y no cirugía en el ojo contralateral.

**Grupo 2:** Implante de LIO Artisan en un ojo y cirugía de catarata no complicada en el ojo contralateral con implante de LIO en saco capsular.

##### 4.1. Criterios de inclusión y exclusión

Los criterios de inclusión y de exclusión fueron los mismos para los dos estudios<sup>40,41</sup>.

Criterios de inclusión:

- Pacientes afáquicos sin soporte capsular
- Ametropía importante (hipermetropía) y baja agudeza visual corregida (CDVA) con gafas o lentes de contacto
- Intolerancia a las lentes de contacto

- Presencia de vítreo en contacto con el endotelio corneal
- Subluxación de una LIO preexistente en la cámara posterior del ojo
- Morfología del iris que permitiera un enclavado estable
- ACD > 3.0mm
- cECC > 1.800 cél/mm<sup>2</sup>
- PIO dentro de los límites de la normalidad (con o sin tratamiento hipotensor)
- Ausencia de enfermedad retiniana
- Seguimiento mínimo de 1 año

Criterios de exclusión:

- Anormalidades iridianas que impidieran la enclavación iridiana
- Historia recurrente de uveítis
- Glaucoma pigmentario
- Retinopatía diabética proliferativa
- Degeneración macular
- Sólo en el segundo artículo como criterio de exclusión se añadió antecedentes de queratoplastia penetrante

#### **4.2. Exámenes oftalmológicos**

A todos los pacientes incluidos se les realizó antes y después de la intervención, una determinación con los optotipos de Snellen de la agudeza visual sin corrección (UDVA), de la CDVA, un examen con lámpara de hendidura incluyendo una evaluación del ángulo camerular (360°) con gonioscopia, determinación de la PIO Goldmann, un examen del fondo del ojo, determinación de la profundidad de cámara

anterior (ACD) por ultrasonidos utilizando Compuscan LT (Storz, St. Louis, MO, USA) y un conteo y evaluación endotelial con microscopía especular (Konan, NONCON ROBO-CA, Fair Lawn, NJ, USA).

Para la determinación del conteo endotelial, el optometrista que examinaba al paciente seleccionaba la mejor imagen digital capturada y realizaba el análisis de células endoteliales con el método centro al centro. Se seleccionaban todas las células completas presentes en una ventana de 600 $\mu$ m utilizando el modo manual para evitar el sobreconteo que tiende a realizar el modo automático. El conteo endotelial final era la media de 3 medidas consecutivas.

Las visitas postoperatorias se realizaron a las 24h tras la cirugía, al mes, 6 meses y en intervalos de 1 año durante 5 o más años. En cada visita de seguimiento se determinaba la refracción manifiesta, la UDVA, CDVA, se realizaba una exploración con lámpara de hendidura y determinación de la PIO con el tonómetro de aplanación.

#### **4.3. Variables analizadas**

Las principales variables analizadas en cada estudio fueron las mismas: logMAR UDVA, logMAR CDVA, equivalente esférico (SE), conteo endotelial central (cECC) así como las complicaciones presentadas.

Todas las cirugías fueron realizadas por el mismo cirujano (JLG) utilizando la misma técnica quirúrgica en el caso del implante de las lentes Artisan en ojos afáquicos y la técnica específica para la cirugía de catarata en los ojos contralaterales con implante de LIO en saco capsular (Quatrix (Croma-Pharma GmbH Austria) y Acrysof SA60AT (Alcon, Fort Worth, Texas).

#### 4.4. Técnica quirúrgica

La técnica quirúrgica consistía en bajo anestesia retrobulbar, a través de una incisión corneal de 5.2mm sobre las 12h y 2 paracentesis paracentrales a las 10 y las 2h en sentido vertical inyectar acetilcolina al 1% en cámara anterior para obtener miosis y viscoelástico. El viscoelástico era cohesivo de hialuronato al 1% para proporcionar un espacio de trabajo adecuado en la parte central y media de la cámara anterior. También se utilizaba viscoelástico dispersivo. La LIO posteriormente era insertada, rotada en posición horizontal y centrada sobre la pupila con la protección del material viscoelástico. Con un fórceps se fijaba la LIO sobre la pupila en la periferia media y posteriormente se realizaba una iridectomía periférica a las 12 horas para prevenir el bloqueo pupilar. Se retiraba el material viscoelástico con irrigación aspiración (Infiniti Vision System and Accurus Surgical System, Alcon Laboratories, Inc.) y se procedía al cierre de las incisiones mediante 5 puntos de sutura de Nylon 10.0 que se retirarían selectivamente en función del astigmatismo corneal topográfico a partir de la décima semana (Fig.8).

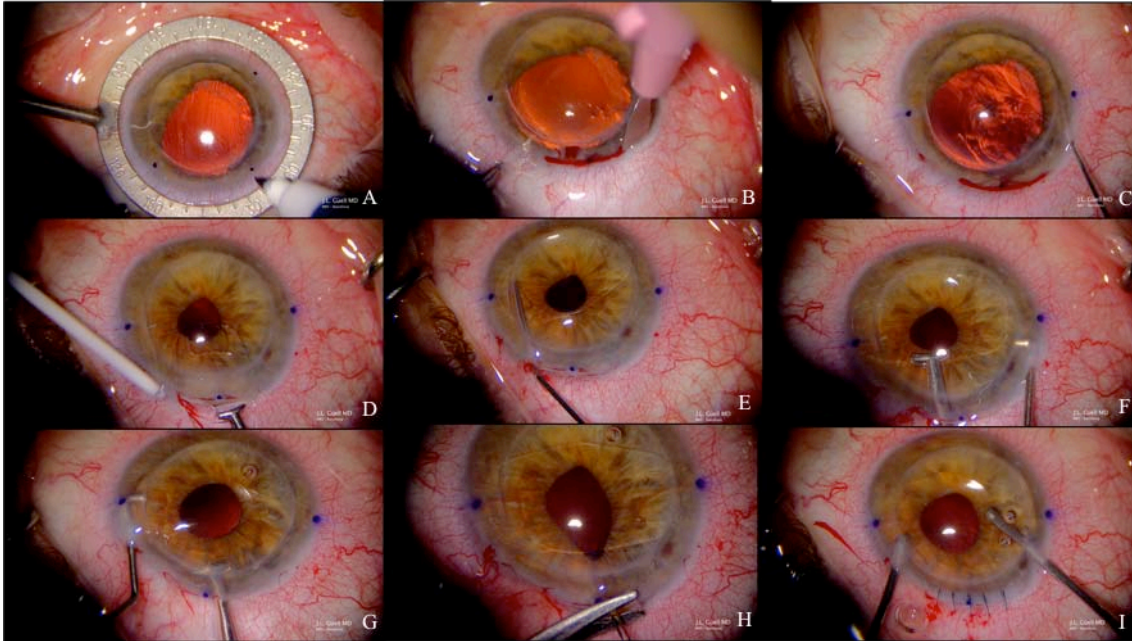


Figura 8. A) Se marcaba el eje a implantar la LIO B) Se realizaba incisión corneal de 5.2mm y 2 paracentesis paracentrales C) Se inyectaba acetilcolina al 1% D) Tras inyección de viscoelástico en cámara anterior se insertaba la lente E) Se rotaba en posición horizontal F) Se centraba la LIO sobre la pupila G) Con un fórceps se fijaba la LIO sobre la pupila en periferia media H) Se realizaba iridectomía periférica a las 12h I) Tras retirar viscoelástico se cerraban las incisiones con 5 puntos de sutura Nylon 10.0.

#### 4.5. Lente Artisan afaquia

La lente Artisan es una LIO monobloque de PMMA, no plegable, con una longitud máxima de 8.5mm y 5.4mm máximo de ancho. La zona óptica tiene un diámetro de 5mm (Fig.9 y Fig.10). Existen modelos más pequeños para ojos pediátricos o muy cortos, con longitudes máximas de 6.5 y 7.5mm anchuras máximas de 4.4mm. En estos casos la zona óptica tiene un diámetro de 4mm.

La lente Artisan afaquia tiene una óptica biconvexa para las potencias de 10 a 30D y planoconvexa para las potencias de 2 a 9D. La constante A para biometría óptica calculada por el fabricante es de 115.7.



Fig.9. Lente de fijación iridiana “iris-claw” Artisan afáquica

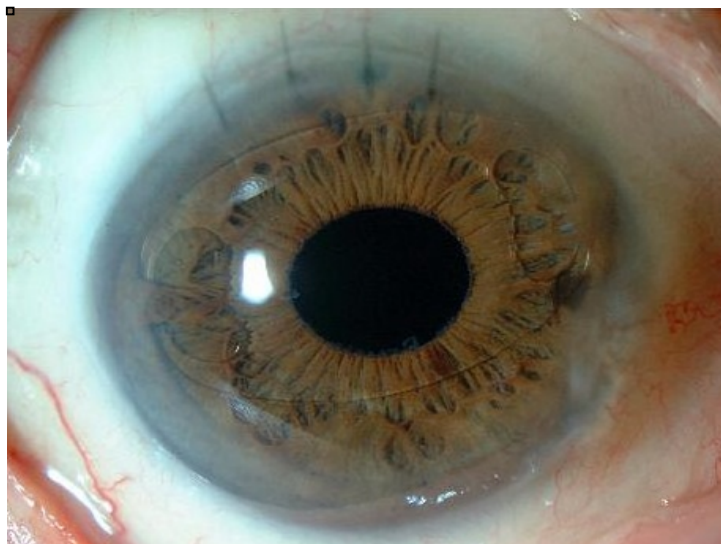


Fig.10. Lente de fijación iridiana en paciente afáquico.

#### 4.6. Lentes pseudofáquicas

En los pacientes del segundo estudio del grupo 2, tras realizar una cirugía de catarata estándar grado II a IV se implantaba la lente en el saco capsular (LIO Quatrix (Croma-Pharma GmbH Austria®) y Acrysof SA60AT (Alcon®, Fort Worth, Texas)) (Fig. 11).

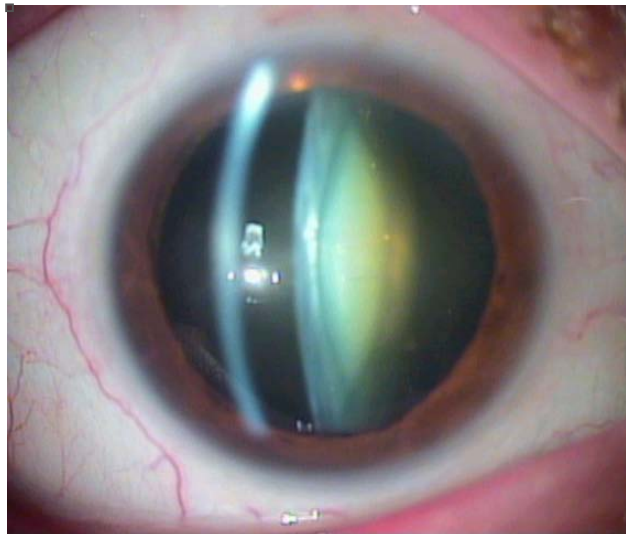


Fig.11. Catarata nuclear de un paciente del grupo 2.

No hemos encontrado ningún artículo publicado en la literatura que presente una serie tan completa de pacientes afáquicos con implante de lente Artisan, estudiados durante un período de tiempo tan largo como en el primer artículo. No hemos encontrado tampoco en toda la bibliografía revisada ningún artículo que compare un ojo afáquico con implante de Artisan, con el ojo contralateral operado o no de cirugía de catarata no complicada.





## 5. RESULTADOS

**5.1. Artículo 1:** Secondary iris-claw anterior chamber lens implantation in patients with aphakia without capsular support en *British Journal Ophthalmology*<sup>40</sup>

En el primer artículo presentamos un estudio retrospectivo, observacional y descriptivo de 128 ojos afáquicos sin soporte capsular, correspondientes a 124 pacientes, en el que evaluamos la eficacia, predictibilidad y seguridad de las lentes de soporte iridiano con un seguimiento mínimo de 1 año. La edad media de los pacientes fue de 54.55 años. La media de seguimiento fue de 41.8 meses.

El número de ojos en cada visita control fueron disminuyendo por la pérdida de pacientes en las visitas control postoperatorias a lo largo de los años:

- 24h post cirugía: 128 ojos
- 1 año tras la cirugía: 128 ojos
- 2 años tras la cirugía: 109 ojos
- 3 años tras la cirugía: 95 ojos
- 4 años tras la cirugía: 76 ojos
- 5 años tras la cirugía: 57 ojos

Los tipos de antecedentes quirúrgicos que tenían los pacientes eran: 59 (46.46%) catarata complicada, 23 (18.11%) traumatismo ocular, 15 (11.81%) vitrectomía vía pars plana (VPP), 11(8.66%) subluxación de la LIO, 8 (6.30%) DR y en 11(8.60%) casos otros (endofalmitis, queratoplastia penetrante, coloboma, síndrome de Marfan y cuerpo extraño intraocular).

La **tabla 8** resume las características principales del grupo de pacientes estudiados.

**Tabla 8.**

□

	<b>Baseline Characteristics</b>
<b>Mean (SD ) age (years)</b>	54.55 (21.48)
<b>Number of eyes/patients</b>	128/124
<b>Eye (Right/Left)</b>	61/67
<b>Mean (SD) follow-up (years)</b>	41.8 (23.63)
<b>Mean (SD) preoperative SE (D)</b>	9.63 (5.50)
<b>Mean (SD) preoperative LogMar BSCVA</b>	0.67 (0.53)
<b>Mean (SD) preoperative cECC (cells/mm<sup>2</sup>)</b>	2085.34 (852.56)

SD: standard deviation; SE: spherical equivalent; D: diopters; BSCVA: best-spectacle corrected visual acuity; cECC: central endothelial cell count

El logMAR UCVA (UDVA) medio antes del implante secundario fue de 1.21 (desviación estándar (SD) 0.35). El SE medio de 9.63D (SE 5.51) y el cECC medio de 2237.47cél/mm<sup>2</sup> (SD 798.33).

La **tabla 9** sintetiza las medias de las variables estudiadas en el artículo, LogMar UCVA (UDVA), LogMAR BSCVA (CDVA), SE y cECC antes y tras la cirugía durante 5 años.

**Tabla 9.**

		Preop	1 year Postop	2 years Postop	3 years Postop	4 years Postop	5 years Postop	P value
<b>LogMar UCVA</b>	Mean	1.21	0.91	0.92	0.85	0.99	0.99	>0.05
	SD	0.35	0.64	0.75	0.67	0.78	0.77	
<b>LogMAR BSCVA</b>	Mean	0.67	0.52	0.57	0.63	0.65	0.76	<0.05*
	SD	0.53	0.46	0.56	0.59	0.58	0.77	>0.05 <sup>¶</sup>
<b>SE</b>	Mean	9.63	-0.52	-0.09	-0.35	-0.71	-1.14	<0.05*
	SD	5.51	2.22	2.01	2.29	1.78	2.45	>0.05 <sup>¶</sup>
<b>cEEC</b>	Mean	2237.47	2063.21	1841.13	1696.08	1858.22	1961.40	<0.05
	SD	793.33	661.18	783.81	928.13	714.75	1034.77	

Preop: Preoperatively; Postop: Postoperatively; SD: standard deviation; UCVA: uncorrected visual acuity; SE: spherical equivalent; BSCVA: best-spectacle corrected visual acuity; cECC: central endothelial cell.

\*Wilcoxon-Signed-Rank Test for SE and BSCVA: Statistically significant differences (p<0.05) when Preop was compared with any Postop follow-up period.

<sup>¶</sup>Wilcoxon-Signed-Rank Test for SE and BSCVA: No statistically significant differences (p>0.05) for comparisons between any Postop follow-up period.

El logMAR UDVA y el logMAR CDVA mejoraron tras la cirugía y se mantuvieron estables durante el periodo de seguimiento (Fig.12).

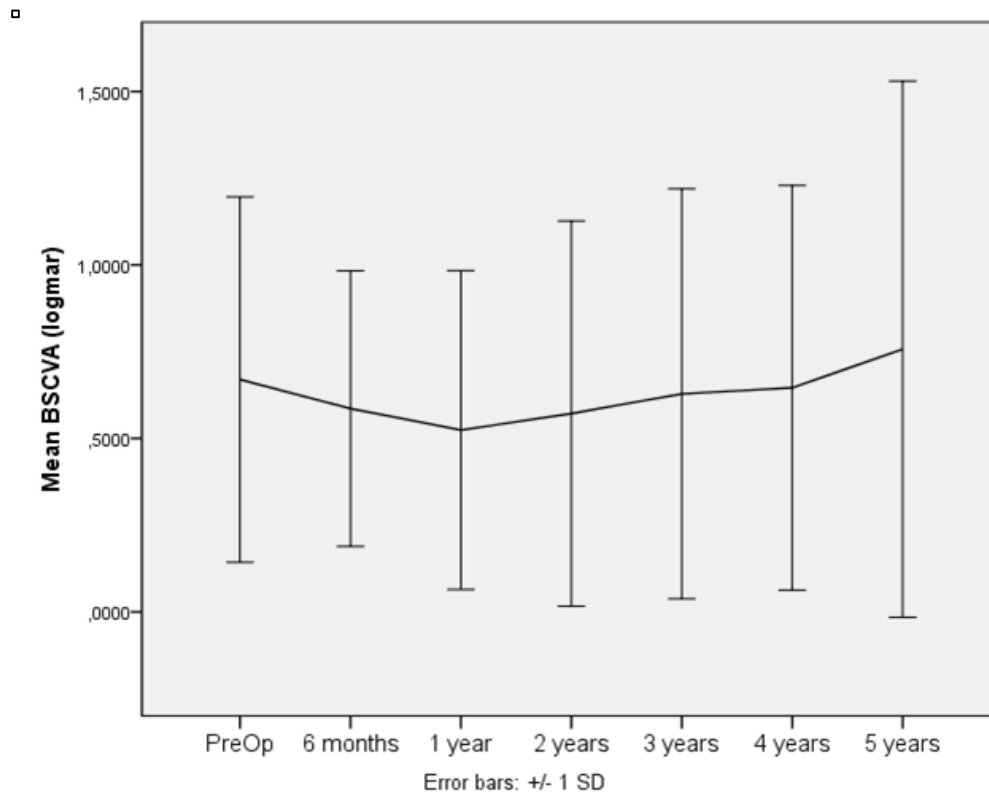


Fig.12. Evolución de la variable LogMAR CDVA durante 5 años tras la cirugía.

El SE significativamente y progresivamente disminuyó durante los primeros 6 meses tras la cirugía y se mantuvo estable durante el seguimiento ( $p < 0.05$ ) (Fig.13).

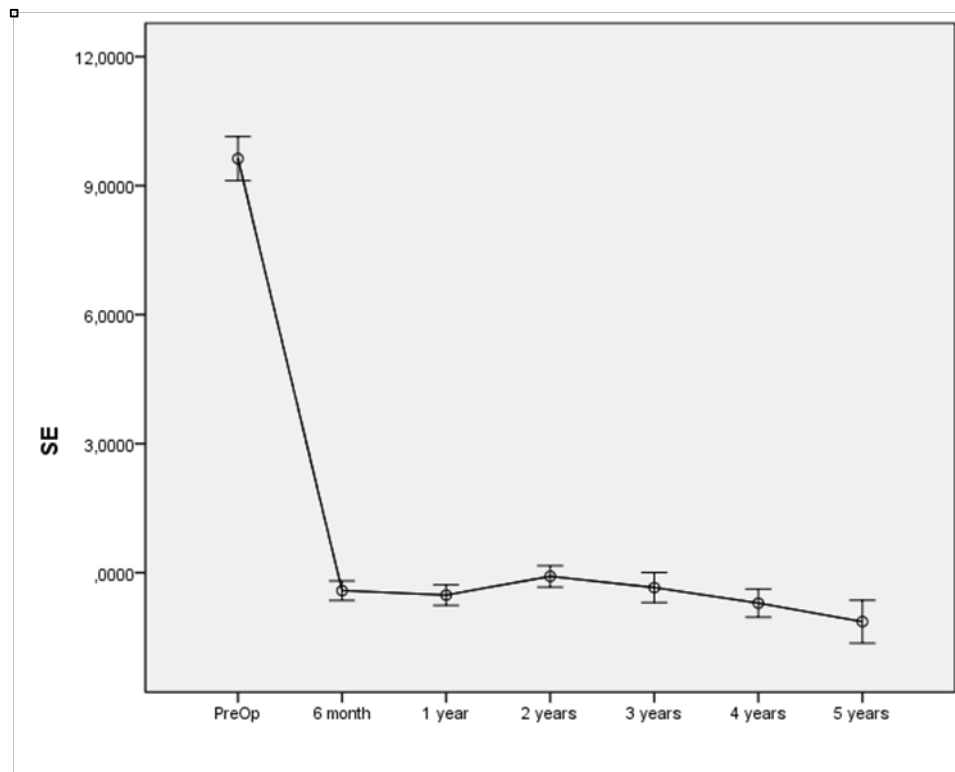


Fig.13. Evolución de la variable SE durante 5 años tras la cirugía.

El conteo endotelial tras la cirugía, aunque se mantenía bastante estable, presentaba una pequeña disminución a lo largo de los años ( $p < 0.05$ ) (Fig.14).

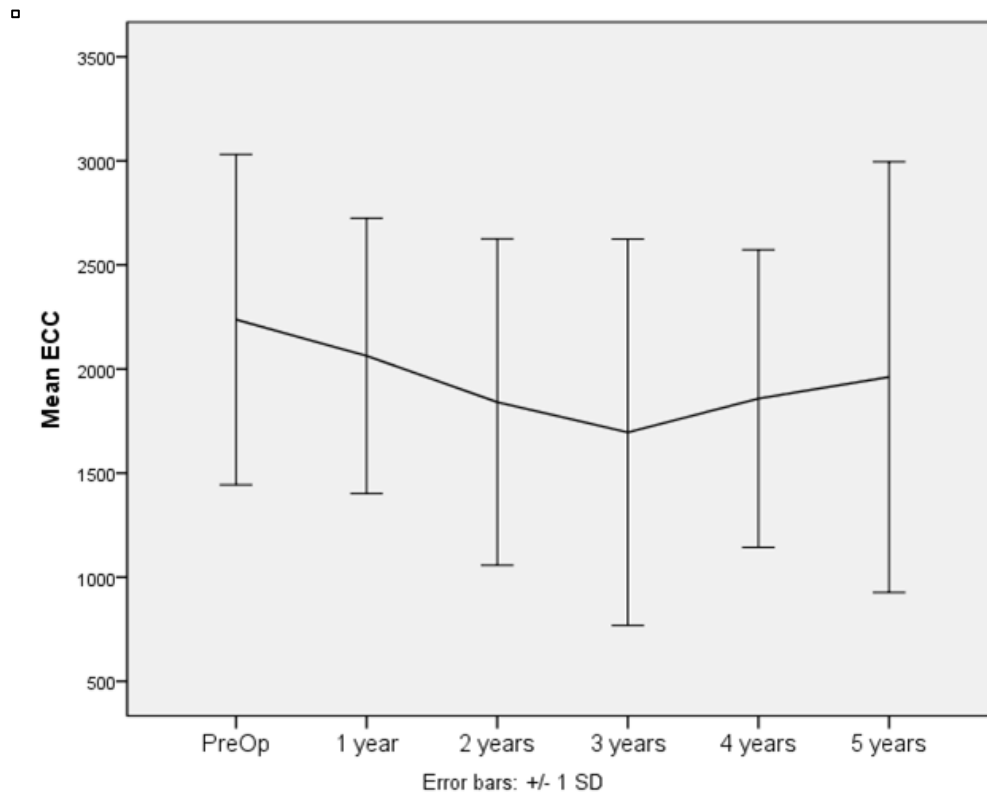


Fig.14. Evolución de la variable cECC durante 5 años tras el implante de la LIO.

Treinta y cinco (27.34%) pacientes presentaban glaucoma crónico de ángulo abierto antes de la cirugía. Esto no fue una contraindicación para el implante de la LIO. Estos pacientes tenían sus PIO controlada con tratamiento hipotensor (23 con un fármaco y 12 con un fármaco en combinación). Tras el implante de la LIO no tuvimos que modificar el tratamiento hipotensor en ningún caso ya que las tensiones continuaban controladas con su tratamiento. No tuvimos ni un solo caso de un paciente previo a la cirugía sin hipertensión ocular que tras la misma presentara aumentos de tensiones oculares.

Las principales complicaciones derivadas de la patología ocular tras la cirugía fueron: bloqueo pupilar en 2 casos (1.56%) por impermeabilidad de la iridectomía quirúrgica, aumento de la PIO transitoria en 3(2.34%) pacientes, 1 caso (0.78%) requirió el recambio de la LIO, 2 (1.56%) casos terminaron con queratoplastia penetrante y extracción de la LIO, y 4(3.12%) pacientes presentaron edema macular.

La **tabla 10** resume la incidencia de complicaciones tras el implante de la lente de fijación iridiana en los pacientes afáquicos de nuestro estudio.

**Tabla 10.**

□

<b>Complication</b>	<b>Number of eyes (%)</b>
<b>Pupillary block</b>	2 (1.56%)
<b>Transient increase in IOP</b>	3 (2.34%)
<b>IOL replacement</b>	1 (0.78%)
<b>Penetrating keratoplasty and IOL removal</b>	2 (1.56%)
<b>Cystoid macular edema</b>	4 (3.12%)

IOP: intraocular pressure; IOL: intraocular lens

**5.2. Artículo 2.** Unilateral Iris-claw Intraocular Lens Implantation for aphakia: a paired-eye comparison publicado en *Cornea* <sup>41</sup>.

El segundo artículo es un estudio retrospectivo, comparativo, no randomizado e intervencional de una serie de ojos afáquicos en los que en un ojo implantamos una lente Artisan de fijación iridiana y en el ojo contralateral no afáquico no realizamos cirugía (Grupo 1) o realizamos cirugía de catarata no complicada con implante de lente intraocular en saco capsular (Grupo 2). Sesenta ojos de 30 pacientes cumplían con los criterios de inclusión. En el grupo 1 se incluyeron 44 ojos de 22 pacientes. En el grupo 2 incluimos 16 ojos de 8 pacientes. Las lentes de saco capsular implantadas fueron la Quatrix en 2 ojos y la Acrysof SA60AT en 6 ojos.

En la **tabla 11** se resumen las principales características de la muestra de pacientes estudiadas en cada grupo.



Tabla 11.

		Group 1 (Iris-claw IOL vs NoSx)		Group 2 (Iris-claw IOL vs Cataract Sx)	
		Iris-claw IOL	NoSx	Iris-claw IOL	Cataract Sx
<b>Number of eyes/patients</b>		22/22	22/22	8/8	8/8
<b>Follow-up (m) Mean ± SD</b>		40.80 ± 21.63		38.22 ± 19.43	
<b>Number of patients at follow-up (NR/L)</b>	<b>1 y</b>	21 (0/1)		7 (0/1)	
	<b>2 y</b>	20 (1/1)		7 (0/1)	
	<b>3 y</b>	18 (3/1)		6 (1/1)	
	<b>4 y</b>	17 (3/2)		5 (2/1)	
	<b>5 y</b>	14 (5/3)		4 (2/2)	
<b>Age (y) Mean ± SD</b>		50.10 ± 22.96		60.15 ± 18.73	
<b>LogMar UDVA Mean ± SD</b>		1.65 ± 0.49	0.50 ± 0.71	1.74 ± 0.45	0.95 ± 0.28
<b>LogMar CDVA Mean ± SD</b>		0.62 ± 0.45	0.34 ± 0.67	0.67 ± 0.60	0.51 ± 0.63
<b>Spherical equivalent (D) Mean ± SD</b>		8.89 ± 5.64	0.20 ± 3.63	7.48 ± 6.05	1.75 ± 2.35
<b>cECC (cells/mm<sup>2</sup>) Mean ± SD</b>		2186 ± 833	2664 ± 503	2071 ± 688	2175 ± 673

IOL: intraocular lens; NoSx: no surgery; Cataract Sx: Cataract surgery; M: months; Y: years; SD: standard deviation; NR: not reached; L: lost to follow-up; CDVA: corrected distance visual acuity; UDVA: uncorrected distance visual acuity; SE: Spherical equivalent; D: diopters; cECC: central endothelial cell count.

En el grupo 1, el logMAR UDVA y CDVA postoperatorio era significativamente más alto en el grupo de ojos operados con implante de Artisan ( $p < 0.01$ ). En el grupo 2 no encontramos diferencias estadísticamente significativas entre la UDVA y CDVA postoperatoria entre los ojos con implante de lente Artisan y los ojos en los que realizamos cirugía de catarata con implante de LIO en saco capsular durante todo el postoperatorio ( $p \geq 0.05$ ). No encontramos tampoco diferencias estadísticamente significativas tras la cirugía en cuanto a la variable SE entre los ojos operados con implante de Artisan y los ojos no operados o los ojos que sometimos a cirugía de catarata ( $p \geq 0.05$ ).

La **tabla 12** sintetiza la media de cada variable analizada en cada grupo y en cada período de tiempo estudiado.

**Tabla 12.**

	Group 1			P value	Group 2	
	Iris-claw IOL	NoSx			Iris-claw IOL	Cataract Sx
LogMar UDVA						
Mean ± SD preop	1.65 ± 0.49	0.50 ± 0.71	<0.01	1.74 ± 0.45	0.95 ± 0.28	<0.01
Mean ± SD 1 year	0.88 ± 0.69	0.37 ± 0.78	<0.01	0.70 ± 0.54	0.57 ± 0.62	0.55
Mean ± SD 2 years	1.11 ± 0.93	0.27 ± 0.57	<0.01	0.66 ± 0.45	0.59 ± 0.61	0.73
Mean ± SD 3 years	1.15 ± 0.82	0.27 ± 0.60	<0.01	0.64 ± 0.45	0.75 ± 0.78	0.67
Mean ± SD 4 years	1.19 ± 0.84	0.36 ± 0.72	<0.01	0.68 ± 0.49	0.87 ± 0.89	0.56
Mean ± SD 5 years	1.37 ± 0.87	0.17 ± 0.27	<0.01	0.62 ± 0.49	0.83 ± 0.93	0.58
LogMar CDVA						
Mean ± SD preop	0.62 ± 0.45	0.34 ± 0.67	0.02	0.67 ± 0.60	0.51 ± 0.63	0.47
Mean ± SD 1 year	0.63 ± 0.59	0.31 ± 0.62	0.02	0.44 ± 0.37	0.41 ± 0.57	0.87
Mean ± SD 2 years	0.71 ± 0.79	0.19 ± 0.43	<0.01	0.43 ± 0.39	0.47 ± 0.57	0.83
Mean ± SD 3 years	0.86 ± 0.79	0.20 ± 0.47	<0.01	0.38 ± 0.38	0.26 ± 0.43	0.47
Mean ± SD 4 years	0.71 ± 0.74	0.28 ± 0.58	<0.01	0.31 ± 0.22	0.20 ± 0.15	0.21
Mean ± SD 5 years	0.91 ± 0.99	0.28 ± 0.57	<0.01	0.29 ± 0.22	0.22 ± 0.31	0.61
SE (D)						
Mean ± SD preop	8.89 ± 5.64	0.20 ± 3.63	<0.01	7.48 ± 6.05	1.75 ± 2.35	<0.01
Mean ± SD 1 year	-0.52 ± 2.19	-0.17 ± 2.21	0.47	0.14 ± 2.32	0.39 ± 2.08	0.76
Mean ± SD 2 years	-0.59 ± 3.44	-0.27 ± 1.66	0.59	0.15 ± 2.25	-0.14 ± 2.29	0.73
Mean ± SD 3 years	0.37 ± 2.48	-0.67 ± 2.65	0.09	0.41 ± 2.02	-0.29 ± 2.09	0.41
Mean ± SD 4 years	-0.26 ± 2.24	-0.04 ± 0.95	0.59	-0.31 ± 2.19	-0.95 ± 0.98	0.41
Mean ± SD 5 years	-0.48 ± 1.53	-0.35 ± 1.19	0.72	-0.40 ± 2.13	-0.31 ± 1.59	0.92

IOL: intraocular lens; NoSx: no surgery; Cataract Sx: Cataract surgery; Y: years; SD: standard deviation; CDVA: corrected distance visual acuity; UDVA: uncorrected distance visual acuity; SE: Spherical equivalent; D: diopters.

En cuanto al conteaje endotelial en el grupo 1 el cECC fue significativamente menor en el grupo de pacientes operados con Artisan durante todo el seguimiento ( $p < 0.01$ ). En el grupo 2 el cECC no fue significativamente menor en el grupo de pacientes operados con implante de Artisan ( $p \geq 0.05$ ) (Tabla 13 y Fig. 15).

En la **tabla 13** se exponen las medias de la variable conteaje endotelial en cada grupo preoperatorias y en los controles postoperatorios hasta los 5 años.

**Tabla 13.**

		Central endothelial cell count (cells/mm <sup>2</sup> ) Mean ± Standard deviation (% of endothelial cell loss)*					
		Preop	1year	2 years	3 years	4 years	5 years
Group 1	Iris-claw IOL	2186±833	2012±814 7.9%*	1973±822 9.7%*	1916±829 12.3%*	1859±813 14.9%*	1841±740 15.8%*
	No Sx	2664±503	2620±477 1.6%*	2616±481 1.8%*	2628±444 1.4%*	2594±529 2.6%*	2545±591 4.4%*
	p value	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Group 2	Iris-claw IOL	2071±688	1954±716 5.6%*	1934±689 6.6%*	1928±730 6.9%*	1716±697 17.1%*	1697±687 18%*
	Cataract surgery	2175±673	2079±651 4.4%*	2058±818 5.3%*	2002±660 7.9%*	1990±758 8.5%*	1850±776 15%*
	p value	0.67	0.63	0.67	0.79	0.41	0.68

G1: Group 1; G2: Group 2; IOL: intraocular lens; No Sx: No surgery  
\*% of endothelial cell loss compared to baseline

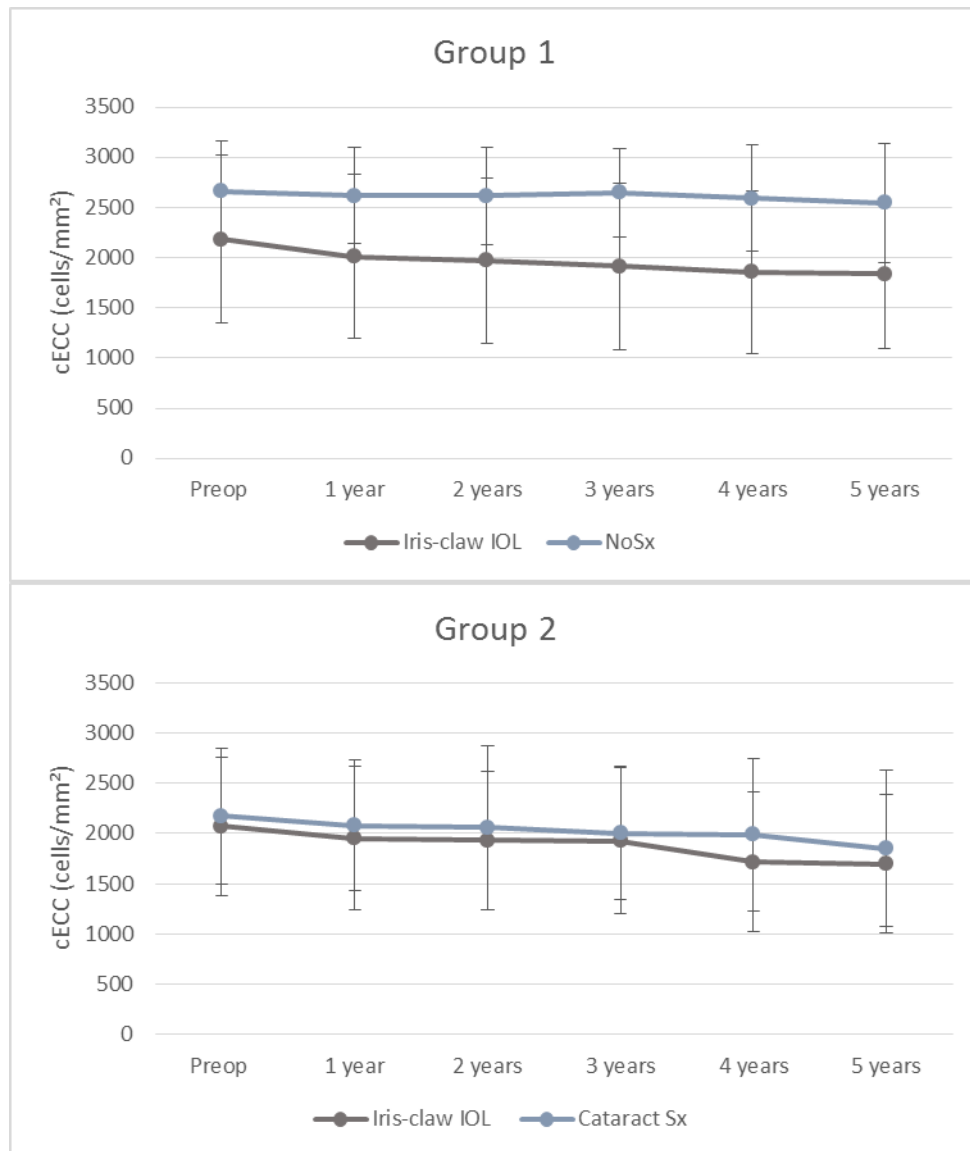


Fig. 15. Evolución de la variable cECC en los dos grupos estudiados durante 5 años.

No tuvimos complicaciones intraoperatorios en ninguno de los grupos. Las complicaciones postoperatorios después del implante de la LIO Artisan fueron: aumento transitorio de la PIO (4 (13.3%) ojos); recambio de la lente por razones refractivas (2(6.6%) ojos); queratoplastia penetrante con extracción de la LIO (2 (6.6%) ojos, EMQ (1(3.3%) ojos) y 1 (3.3%) ojo DR.



## 6. DISCUSIÓN

A pesar de ser un procedimiento quirúrgico realizado en ojos complejos con daño previo dentro de las estructuras oculares, el implante secundario de LIO de fijación iridiana en ojos afáquicos parece ser un procedimiento efectivo y seguro durante al menos los primeros 5 años después de la cirugía tal y como muestran los dos estudios presentados<sup>40,41</sup>.

### 6.1. Resultados visuales y refractivos

En nuestra experiencia, el implante secundario de las lentes de fijación iridiana en pacientes afáquicos ofrece un excelente resultado visual así como preserva la estructura anatómica y funcional del ojo.

En la serie del primer estudio, la que presenta un seguimiento más largo publicada hasta la fecha, un 63.28% de los ojos mejoran su CDVA. El pronóstico visual está limitado por las características patológicas frecuentes en éstos ojos. Un año tras la cirugía un 45.31% de los ojos tenían una  $CDVA \geq 20/40$ . Estos resultados están en concordancia con otros estudios publicados (68%  $CDVA \geq 20/40$ ) y son comparables a las agudezas visuales obtenidas tras implante secundario de lente de apoyo iridiano (60-77% de los ojos con  $CDVA \geq 20/40$ ) y en los implantes secundarios de LIO en cámara posterior transesclerales (53.8%-77.8% de ojos con  $CDVA \geq 20/40$ )<sup>42-45</sup>.

Si comparamos los ojos operados con Artisan con los ojos operados de catarata no complicada con implante de lente en el saco capsular del segundo estudio no encontramos diferencias estadísticamente significativas en el postoperatorio en cuando a

la UDVA y CDVA. Se observa en el seguimiento una disminución de la agudeza visual a los 2 años de la cirugía de facoemulsificación en un 62.5% de los ojos, en relación con el desarrollo de la opacificación de la cápsula posterior del cristalino que tras realizar Nd: YAG láser capsulotomía volvió a mejorar la agudeza visual <sup>41</sup>.

Los resultados refractivos en nuestros estudios son buenos. En nuestra serie encontramos que un 27.3% de los casos estaban con una emetropía de  $\pm 0.5D$  y en un 32% de los ojos teníamos un SE de  $\pm 1D$  de emetropía, menor que los resultados refractivos de cirugía de cataratas no complicadas. El resultado refractivo en nuestras series está limitado por la pérdida de pacientes durante el seguimiento.

A pesar de que la incisión de 5.2mm requerida para el implante de la lente Artisan induce astigmatismo y enlentece la recuperación postoperatoria visual, si la incisión se realiza utilizando un plano doble y las suturas se retiran cuidadosamente en función del astigmatismo topográfico inducido se puede conseguir incisiones con resultado visual anastigmáticas.

## **6.2. Contaje endotelial**

Hemos registrado una incidencia de complicaciones similares a los estudios publicados en ambos estudios <sup>27-32,40-45</sup>. La principal preocupación al implantar una LIO de cámara anterior es la pérdida progresiva de células endoteliales y el efecto de la LIO Artisan sobre el endotelio corneal sigue siendo un punto a debatir.

### 6.2.1. Métodos diagnósticos

El endotelio corneal, reviste la cara interna de la córnea, formando una monocapa de células, en su mayoría hexagonales, estrechamente interdigitadas en patrón de mosaico y unidas por desmosomas. El endotelio cumple una doble función, de barrera y sobretodo de bomba metabólica vinculada a un sistema de transporte de iones controlado por enzimas dependientes de la temperatura como la bomba  $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATPasa}$  que mantiene la hidratación y la transparencia corneal <sup>46</sup>.

Las células endoteliales humanas no proliferan in vivo por lo que su densidad celular disminuye a lo largo de la vida. No obstante algunos estudios recientes sugieren la posibilidad de que haya mitosis en la periferia endotelial <sup>46,47</sup>.

En el adulto joven, el número de células endoteliales es de aproximadamente 3.500 células/ $\text{mm}^2$  aunque existe una variabilidad interindividual. Para mantener una correcta función se estima que el número mínimo de células endoteliales necesarias está entre 300 y 600 células/ $\text{mm}^2$ .

La **tabla 14** muestra la evolución de la densidad de células endoteliales a lo largo de la vida.

**Tabla 14.**

Evolución de la densidad de las células endoteliales a lo largo de la vida	
Edad	Células/ $\text{mm}^2$
Nacimiento	3.000-5.000
20-30 años	3.000-5.000
40-50 años	2.500-3.000
80 años	2.000-2.500
Límite funcional	700-1.000
Límite funcional crítico	300-600 (<500)



La disminución de la densidad celular se acelera en distrofias, hipoxias prolongadas y patologías corneales o tras cirugía ocular, y ésta pérdida de población celular se compensa por un aumento de su tamaño, polimegatismo, y por un pleomorfismo, siendo los indicadores más específicos del deterioro que sufre el endotelio corneal cuando se analiza con microscopia especular.

El edema corneal aparece cuando fracasan los sistemas de regulación a nivel endotelial o cuando existe una disrupción en la barrera epitelial. Esto provoca inmediatamente un incremento en el fluido estromal y una pérdida de la transparencia corneal que se traduce en una disminución de la visión. En los casos secundarios a cirugía el edema puede ser reversible si se actúa a tiempo y se corrige el agente causal de forma precoz.

Existen muchos factores que pueden influir en el fracaso del endotelio corneal tras una cirugía tales como factores relacionados con baja densidad de células endoteliales preoperatoriamente (primarios por presencia de enfermedades corneales y distrofia de Fuchs, secundarios a traumatismos, cirugías previas y glaucoma de ángulo estrecho o por la edad avanzada ya que por encima de los 70 años existe un mayor riesgo de pérdida celular), factores relacionados con cambios en los índices morfométricos endoteliales, factores oculares y factores propiamente quirúrgicos <sup>46-49</sup>.

La vitrectomía anterior y la implantación de LIO de cámara anterior así como la elevación de la PIO y la experiencia del cirujano son algunas de las causas directas de pérdida y daño celular.

Mediante la microscopia especular hemos realizado el estudio endotelial. A diferencia de los microscopios convencionales, da una imagen refleja de la interfase óptica que hay entre el endotelio corneal y el humor acuoso, aunque también puede utilizarse para obtener imágenes del epitelio y del estroma corneal, así como del cristalino.

El análisis de las imágenes especulares se puede hacer de manera cualitativa, mediante la morfología celular y dando una interpretación, o de manera cuantitativa, haciendo un recuento endotelial y un análisis morfométrico.

Para determinar cuantitativamente la densidad de las células endoteliales (DCE), se puede utilizar uno de los tres métodos disponibles en el software incluido en el microscopio especular: marco fijo, marco variable o método central. Los actuales microscopios nos dan estos valores de forma automático o semiautomática.

En el método de marco fijo, el técnico cuenta las células que están completamente dentro de un área determinada; en el método del marco variable el operador traza el límite de un área celular, preferiblemente incorporando un mínimo de 100 células contiguas y en el método central el técnico marca el centro de las células contiguas en un área determinada <sup>46</sup>.

La precisión de cualquier análisis de microscopia especular, depende de la calidad de la imagen, de lo representativo de la imagen obtenido con la población total del endotelio de la técnica y del conocimiento de las mediciones posibles por parte del operador del equipo.

### **6.2.2. Seguimiento del contaje endotelial**

En ambos estudios hemos realizado un seguimiento completo del contaje de células endoteliales mediante microscopia especular tras el implante de la LIO Artisan.

En el primer estudio encontramos una leve pérdida de células endoteliales del 12.34% estadísticamente significativa durante los primeros 5 años, aunque es un valor de pérdida de células también observada en usuarios de lentes de contacto crónicos <sup>20</sup>. El

factor más importante relacionado con la pérdida de células endoteliales es el seguimiento postoperatorio. La pérdida de células endoteliales, como en el caso del implante de las lentes de fijación iridiana de forma refractiva en ojos fáquicos, en el primer estudio sobretodo pasa durante la cirugía <sup>40</sup>. En los ojos afáquicos la cámara anterior tiende a colapsarse más fácilmente por la baja rigidez escleral. En los ojos fáquicos, la pérdida de células endoteliales en el postoperatorio sobretodo se debe a un factor mecánico en relación a la proximidad de la lente con el endotelio corneal.<sup>50-54</sup> La cámara anterior en los ojos afáquicos es más profunda por lo que la pérdida de células endoteliales durante el postoperatorio puede ser debido al aumento del movimiento de la lente dentro de la cámara anterior del ojo <sup>55</sup> (Fig. 16).

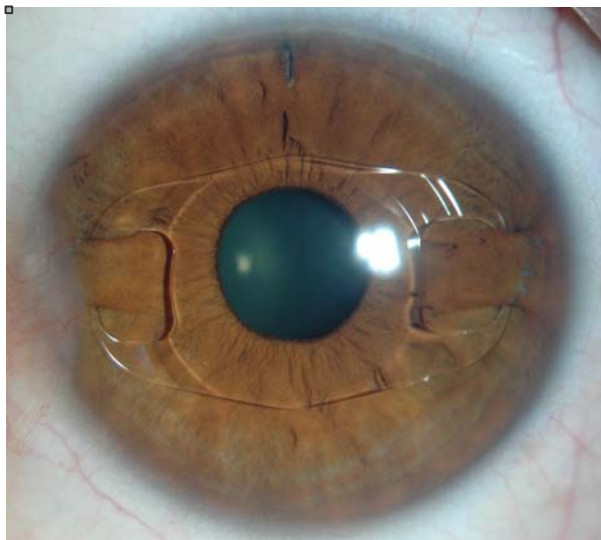


Figura 16. Lente de fijación iridiana en paciente fáquico.

Diversos estudios han evaluado los cambios en el conteo endotelial tras el implante de estas lentes en ojos fáquicos <sup>56-64</sup>. No obstante, los datos de los estudios con seguimiento a largo plazo e implantados en pacientes con una correcta indicación en cuanto a edad,

profundidad de cámara anterior y conteo endotelial previo a la cirugía, muestran que el implante de estas lentes no produce una disminución significativa de la densidad de células endoteliales.

Incluso Tahzib y col reportan una ganancia media relativa de células endoteliales de 3.62 % a los 10 años que se ha atribuido a diversos factores como la interrupción del uso de lentes de contacto, una cierta capacidad de recuperación del endotelio corneal tras el traumatismo quirúrgico, o la variabilidad de las mediciones de la microscopia especular<sup>56</sup>.

En la serie de Güell y colaboradores de 399 lentes fáquicas con un seguimiento medio de 5 años se tuvieron que retirar 3 lentes de 2 pacientes debido a pérdida de células endoteliales severa, que podría estar causada por el hecho de que ambos pacientes se frotaban los ojos con frecuencia a pesar de que ninguno de ellos presentaba ningún signo de conjuntivitis alérgica. El porcentaje global de pérdida de células endoteliales a los 4 años tras el implante fue de 5.11%<sup>57,58</sup>.

En la serie de Doors no encuentran una pérdida de células endoteliales tras el implante de las lentes y observan que puede ser que sea por la redistribución de las células endoteliales desde la periferia hasta el centro después de dejar de ponerse las lentes de contacto<sup>59</sup>. El conteo de células endoteliales es superior periféricamente que en el centro y funciona como una reserva de células endoteliales.

El estudio multicéntrico de la lente tórica Artiflex muestra un bajo índice de complicaciones aparte de precipitados pigmentados en la lente con una disminución inicial de células endoteliales probablemente secundarias al trauma quirúrgico que se mantiene estable en el tiempo<sup>60</sup>.

Precisamente el grupo del Dr. Na estudia el efecto sobre del trauma quirúrgico en el endotelio corneal tras el implante de las lentes de fijación iridiana. Para ello divide los pacientes en dos grupos, el grupo 1 en el cual no existen complicaciones durante la cirugía, y el grupo 2 en el cual existen complicaciones quirúrgicas tales como sangrado intraoperatorio por la excesiva manipulación del iris durante el enclavamiento de la lente, aumento de la presión postoperatoria e inflamación persistente de la cámara anterior a la semana, estudiando el endotelio corneal durante 2 años a 52 pacientes y concluyendo que los pacientes que sufren complicaciones intraquirúrgicas tienen una mayor pérdida de células endoteliales. Es importante cuantificar estas complicaciones así como indicar la curva de aprendizaje de los nuevos cirujanos al iniciar un estudio que cuantifique el contaje endotelial <sup>61</sup>.

Morral et al en su estudio comparativo encontraron una pérdida de células endoteliales similar entre un ojo operado con implante de lente fájica de fijación iridiana y el ojo contralateral intervenido con cirugía refractiva o no intervenido a los 10 años de evolución <sup>64</sup> (Fig. 17).

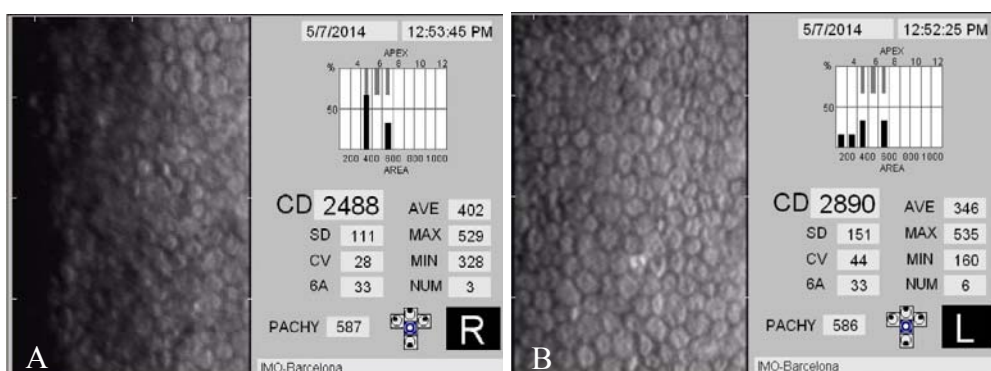


Figura 17. A) Contaje endotelial del ojo derecho intervenido de cirugía de implante de lente fájica de fijación iridiana hace 10 años B) Contaje endotelial del ojo izquierdo del mismo paciente intervenido de cirugía refractiva Lasik 10 años atrás.

Los mecanismos por los que se explica ésta pérdida de células endoteliales tras el implante de la LIO de fijación iridiana en ojos afáquicos en comparación con los ojos fáquicos son: primero partimos de un endotelio corneal en mayor o menor medida dañado por cirugías previas intraoculares o traumatismos, motivo por el cual los contajes endoteliales preoperatorios son menores en este grupo de pacientes tal y como muestra nuestro estudio. La cámara anterior tiende más fácilmente a colapsarse por la baja rigidez escleral que tienen estos ojos afáquicos por lo que es importante utilizar mucho viscoelástico y extremar las precauciones durante la cirugía para limitar el daño intraoperatorio endotelial. En el postoperatorio la pérdida de células endoteliales puede deberse a un factor mecánico. Aunque la cámara anterior es más profunda en pacientes afáquicos, la disminución de la rigidez escleral resulta en un aumento del movimiento de la lente dentro de la cámara anterior del ojo que puede inducir daño endotelial. Es importantísimo advertir a éstos pacientes que no se froten los ojos <sup>54-58</sup>.

Estos datos en general nos dan una seguridad a largo plazo de las lentes de fijación iridiana, por eso las recomendamos y utilizamos como primera opción en pacientes pediátricos afáquicos.

En el segundo estudio comparativo observamos que los ojos en los que tenemos que implantar la lente de fijación iridiana son ojos que presentan de entrada un menor número de células endoteliales por las cirugías complicadas previas. El porcentaje de pérdida de células endoteliales es mayor en los ojos en los que se implanta la lente Artisan comparado con los ojos en los que no se realiza cirugía y los ojos que se realiza una cirugía de catarata no complicada.: 15.8% y 18% tras implante de LIO de fijación iridiana versus 4.4% en los ojos no operados (la pérdida fisiológica de células

endoteliales por la edad es de 0.6%/año) y de 15% tras facoemulsificación a los 5 años de seguimiento <sup>41</sup>.

La incidencia de pérdida de células endoteliales tras cirugía de catarata varía entre un 4% y un 25% dependiendo de las series estudiadas <sup>48,49</sup>. En nuestro estudio la pérdida de células endoteliales a los 2 años de cirugía es de 5.3%.

Respecto a los ojos operados de cirugía de catarata no complicada con implante de lente en el saco capsular, hemos observado que hay una pérdida crónica de cECC inducida por la posición de la LIO. Tanto las lentes de cámara posterior como las lentes de fijación iridiana producen ésta pérdida, probablemente por el efecto a largo plazo dentro de la cámara anterior de la lente de fijación iridiana y la flexibilidad del diafragma iridiano en los ojos pseudofáquicos, en el cECC.

Es importante concienciar a los pacientes que deben acudir a los controles periódicos de forma regular, ya que la pérdida de células endoteliales es una de las complicaciones que se puede detectar con antelación y se pueden tomar medidas (por ejemplo, extraer la lente si hay una pérdida de células endoteliales >10% en 1 año) antes de que se convierta en una situación más grave que produzca descompensación corneal irreversible. Así pues, por parte del paciente y el profesional se requiere el compromiso de control periódico y, en el caso de presentarse, la pérdida endotelial asociada se detiene una vez extraída la lente.

Para prevenir la pérdida de células endoteliales y conseguir una posición óptica más fisiológica de la LIO, algunos autores proponen la fijación de las lentes iridianas retropupilar<sup>43</sup>. Para ajustar la potencia de la lente se utiliza una constante A diferente. No obstante, los estudios publicados muestran una pérdida de células endoteliales similares a nuestras series y en base a nuestra experiencia el implante de la lente de fijación iridiana en la cámara anterior es quirúrgicamente más fácil y podemos tener un mejor control del centrado y orientación de la LIO, importante para minimizar complicaciones ópticas<sup>40-43, 65</sup>.

### **6.3. Otras complicaciones**

En nuestra serie, de pacientes intervenidos con Artisan hemos obtenido un índice de complicaciones bajo. No observamos incidencias significativas de alteraciones en la PIO tal y como se ha comentado anteriormente, ni en los pacientes con patología glaucomatosa previa, ni en los pacientes sin alteraciones tensionales previas a la cirugía<sup>40,41</sup>.

Sistemáticamente realizamos vitrectomía anterior si observamos vítreo en la cámara anterior y una iridectomía periférica, por lo que la incidencia de glaucoma por bloqueo pupilar es prácticamente inexistente. La cámara anterior tiene que estar limpia de humor vítreo para asegurar el correcto enclavamiento de la lente y reducir la incidencia de complicaciones en el polo posterior. Hay que separar siempre la vía de infusión del vitreotomo, el cual puede ser introducido por vía anterior o por pars plana. La vitrectomía se realiza con un nivel de vacío bajo, y una velocidad de corte alta para reducir las tracciones vitreoretinianas. La triamcinolona en la cámara anterior tiñe el vítreo de color blanco y nos permite poder retirarlo totalmente. Es importante con una



espátula tipo Barraquer introducida desde una paracentesis, asegurar la inexistencia de bridas vítreas.

En base a nuestra experiencia, las lentes ancladas al iris en pacientes glaucomatosos puede realizarse siempre y cuando se tengan en cuenta unos aspectos importantes. Los pacientes miopes son pacientes que presentan una malla trabecular alterada con una reserva funcional limitada, por lo que dado el riesgo de dispersión de pigmento que se puede producir con la cirugía es importante tenerlo en cuenta. En los pacientes glaucomatosos hipermétropes puede existir un cierto grado de bloqueo pretrabecular. Este bloqueo se agravará con la disminución inicial del espacio producido por la implantación de la lente, por lo que es fundamental comprobar la permeabilidad de la iridotomía <sup>44</sup>. En cualquier caso, es importante realizar un seguimiento estricto de estos pacientes, con control de la PIO y tomografía de coherencia óptica de segmento anterior y así se lo explicamos a los pacientes.

Creemos que estarían contraindicadas en los pacientes con síndrome de dispersión de pigmento y, quizás, síndrome pseudoexfoliativo por el elevado riesgo de desarrollar glaucoma potencial de estos pacientes y por los cambios inducidos por estas lentes en la anatomía del polo anterior.

La incidencia de EMQ en nuestras series es menor que la que presentan muchos estudios de implante de lente de fijación iridiana y menor que otros estudios que valoran otros implantes secundarios para la corrección de la afaquia <sup>27-34</sup>.

La **tabla 15** resume los principales estudios publicados sobre pacientes afáquicos e implante de lente de fijación iridiana.

Tabla 15.

	Número de ojos afáquicos intervenidos con LIO Artisan	Seguimiento medio	Complicaciones	Pérdida de células endoteliales
Güell JL, Velasco F, Malecaze F, et al.	16	36 meses	12.5% EMQ	10.9% pérdida de células endoteliales a los 3 años
De Silva SR, Arun K, Anandan M, et al.	116	22.4 meses	9.5% Aumento de la PIO 7.7% EMQ 0.8% DR	1.7% descompensación corneal
Chen Y, Liu Q, Xue C, et al.	72	3 años	16.7% glare, halos noche 5.6% Precipitados iridianos pigmentarios en la LIO	9.78% pérdida de células endoteliales a los 3 años
Güell JL, Verdaguer P, Elies D, et al.	128	41.8 meses	1.5% bloqueo pupilar 2.3% aumento transitorio de la PIO 0.78% recambio de la LIO 3.12% EMQ	12.34% pérdida de células endoteliales a los 5 años  1.56% Descompensación corneal con queratoplastia penetrante
Güell JL, Verdaguer P, Mateu-Figueras G, et al.	30	Grupo 1: 40.80 meses Grupo 2: 38.22 meses	13.3% aumento transitorio de la PIO 6.6% recambio de la LIO 3.3% EMQ 3.3% DR	Grupo 1: 15.8% pérdida de células endoteliales a los 5 años Grupo 2: 18% pérdida de células endoteliales a los 5 años  6.6% Descompensación corneal con queratoplastia penetrante

LIO: lente intraocular; DR: desprendimiento de retina; EMQ: edema macular quístico; PIO: presión intraocular.



## 7. ARTÍCULOS PUBLICADOS

**7.1.** Güell JL, **Verdaguer P**, Elies D, Gris O, Manero F, Mateu-Figueras G, Morral M. Secondary iris-claw anterior chamber lens implantation in patients with aphakia without capsular support. *Br J Ophthalmol* 2014;98(5):658-63.

# Secondary iris-claw anterior chamber lens implantation in patients with aphakia without capsular support

Jose L Güell,<sup>1,2</sup> Paula Verdaguer,<sup>1,2</sup> Daniel Elies,<sup>1</sup> Oscar Gris,<sup>1</sup> Felicidad Manero,<sup>1</sup> Gloria Mateu-Figueras,<sup>3</sup> Merce Morral<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Department of Cornea and Refractive Surgery, Instituto Microcirugia Ocular, Barcelona, Spain

<sup>2</sup>Universitat Autonoma de Barcelona (UAB), Barcelona, Spain

<sup>3</sup>Department of Mathematics at the Universitat de Girona, Girona, Spain

<sup>4</sup>Department of Cornea and Anterior Segment Diseases and Department of Refractive Surgery of the Institut Clinic d'Oftalmologia, Hospital Clinic i Provincial, Barcelona, Spain

## Correspondence to

Dr Paula Verdaguer, Instituto de Microcirugia Ocular (IMO), c/ Josep Maria Llado 3, Barcelona 08035, Spain; paulaverdaguer@gmail.com

Received 18 July 2013

Revised 10 November 2013

Accepted 22 December 2013

Published Online First

31 January 2014

## ABSTRACT

**Background/aims** To evaluate the efficacy, predictability, safety and complications of secondary iris-claw intraocular lens (IOL) implantation in aphakic eyes without capsular support.

**Methods** Retrospective, non-comparative, interventional case series of 128 aphakic eyes, which consecutively underwent secondary iris-claw Artisan IOL (Ophtec BV) implantation, were included. Manifest refraction, uncorrected visual acuity, best-spectacle corrected visual acuity, biomicroscopy, tonometry, funduscopy and central endothelial cell count (cECC) were evaluated before surgery, and at yearly intervals up to 5 years. Minimum follow-up time was 1 year.

**Results** One hundred twenty-eight eyes were treated. Mean age was 54.55 years (range, 1–98 years). Mean follow-up was 41.8 months (SD 23.63). Mean preoperative logarithm of the minimum angle of resolution BSCVA and spherical equivalent (SE) were 0.67 (SD 0.53) and 9.63 D (SD 5.50), respectively. One year postoperatively, mean logarithm of the minimum angle of resolution best-spectacle corrected visual acuity improved to 0.52 (SD 0.46) ( $p < 0.05$ ), and remained stable up to 5 years. One year postoperatively, mean SE was  $-0.52$  (SD 2.21) ( $p < 0.05$ ). Mean SE progressively decreased during the 1st year, and remained stable thereafter ( $p < 0.05$ ). Mean preoperative cECC was 2237.47 (SD 793.33) cells/mm<sup>2</sup>. cECC showed a slight, though statistically significant, decrease over the years ( $p = 0.05$ ). Main complications were: 2 pupillary block; 3 transient increase in intraocular pressure; 1 IOL replacement; 2 penetrating keratoplasty and 4 cystoid macular oedema.

**Conclusions** Iris-claw IOL implantation in aphakic eyes is an effective, predictable and safe procedure in the first 5 years of follow-up. However, a longer follow-up is required to demonstrate its long-term safety.

## INTRODUCTION

Secondary intraocular lens (IOL) implantation is often a challenging surgical procedure, as patients with aphakia usually have a history of eye trauma or complicated intraocular surgery. For many decades, specialists opted for non-intervention, as secondary implants were associated with a high risk of loss of final best-spectacle corrected visual acuity (BSCVA), and complications.<sup>1</sup> However, patients with aphakia often present with high ametropia (hyperopia) and/or high anisometropia in unilateral cases, which are difficult to deal with by optical means.

When a good BSCVA cannot be achieved with glasses or contact lenses, or in cases of contact lens intolerance, secondary IOL implantation is considered. If capsular support is spared, IOL implantation in the ciliary sulcus is the procedure of choice. However, capsular support is often absent in cases of aphakia secondary to ocular trauma or previous complicated intraocular surgeries. In such cases, available surgical alternatives include: posterior chamber IOL implantation with scleral fixation (with different surgical techniques), anterior chamber, angle-supported IOL implantation, or anterior chamber, iris-claw IOL implantation.<sup>2–3</sup> Surgeon's experience, as well as patient's factors (age, anatomy of the structures of the anterior chamber, status of the corneal endothelium, etc) must be considered to decide the best option for an individual patient.

The main advantages of posterior chamber IOL implantation with scleral fixation are the more physiological location in the eye as an optical system, closer to the crystalline lens plane, and the greater distance to the cornea, which decreases the risk on the corneal endothelium.<sup>4–5</sup> Therefore, posterior chamber IOL implantation is the procedure of choice for young patients, and for eyes with low endothelial cell counts. However, serious complications have been associated with these implants, which include retinal detachment, choroidal haemorrhage and endophthalmitis related to transscleral sutures.<sup>6–10</sup> In some cases, sufficient capsular support is observed intraoperatively, and a posterior chamber IOL can be implanted in the ciliary sulcus, without requiring scleral sutures.

One of the main limitations of anterior chamber, angle-supported IOLs is sizing. An appropriate diameter of the lens relative to the diameter of the anterior chamber is essential to maintain the lens in position, and to avoid complications. As the availability of different diameters is limited, complications related to incorrect sizing are not uncommon. If the lens is too short, rotation and/or dislocation in the anterior chamber may occur, increasing the risk of damage to the corneal endothelium and the anterior chamber angle. The excessive pressure on the root of the iris caused by an IOL that is too large may also damage the anterior chamber angle, and may result in peripheral anterior synechiae formation, increased intraocular pressure (IOP) and glaucoma. Other potential complications include discoria and decentred pupils, chronic uveitis, and corneal macular oedema. On the other hand, implantation of angle-supported IOLs is easy, and surgical time is consequently reduced.<sup>11–15</sup>



CrossMark

**To cite:** Güell JL, Verdaguer P, Elies D, et al. *Br J Ophthalmol* 2014;**98**:658–663.

Iris-claw IOLs were first introduced by Worst *et al* in the early 1980s.<sup>16 17</sup> In our experience, iris-claw IOL implantation has been the procedure of choice whenever iris support is feasible. Being fixed to the mid-periphery of the iris, problems associated with IOL sizing, and damage to the anterior chamber angle and the iris root are avoided. Moreover, the unique enclavation system allows centration of the IOL on the pupillary axis, which is especially important in eyes with decentred pupils, a common condition in these patients. Finally, iris-claw IOLs do not interfere with iris physiological vascularisation or cause pupillary distortion.<sup>18</sup>

The aim of this study was to assess the efficacy, predictability and safety of secondary iris-claw IOL implantation in aphakic eyes without capsular support.

## SUBJECTS AND METHODS

### Subjects

This retrospective, non-randomised, non-comparative, interventional study included 128 eyes of 124 patients that presented with aphakia and no capsular support, and who consecutively underwent Artisan (Ophtec BV, Groningen, The Netherlands) iris-claw IOL implantation between 1997 and 2010.

All patients were fully informed of the details and possible risks of the specific procedure. Written informed consent to perform the surgical procedure was obtained from all patients before surgery in accordance with the Declaration of Helsinki, and the study was approved by the ethics committee of our institution, Instituto de Microcirugia Ocular, and the Universitat Autònoma de Barcelona. All the eyes were operated by the same surgeon (JLG).

### Preoperative examination and follow-up

The patients underwent a complete preoperative ophthalmological examination, including refraction; Snellen's uncorrected visual acuity (UCVA) and BSCVA; slit-lamp examination including 360° gonioscopy; Goldmann applanation tonometry; ultrasound anterior chamber depth (ACD) measurement using Compuscan LT (Storz, St Louis, Missouri, USA); central endothelial cell count (cECC) using Konan (NONCON ROBO-CA, Fair Lawn, New Jersey, USA); and a fundus examination.

Inclusion criteria were: aphakia without capsular support; significant ametropia (hyperopia) and poor BSCVA with glasses or contact lenses; contact lens intolerance; presence of vitreous contacting the corneal endothelium; subluxation of a pre-existing IOL in the posterior chamber of the eye; iris morphology allowing stable enclavation; ACD >3.0 mm; cECC >1800 cells/mm<sup>2</sup>; IOP within normal limits (with or without hypotensive drops); absence of retinal disease; and a minimum follow-up of 1 year.

Exclusion criteria were: ACD <3.0 mm; cECC <1800 cells/mm<sup>2</sup>; iris abnormalities hampering enclavation; history of recurrent uveitis, pigmentary glaucoma, proliferative diabetic retinopathy and/or age-related macular degeneration. We did not consider chronic open angle glaucoma as an exclusion criterion as long as IOP was adequately controlled by hypotensive drops.

Postoperative follow-up visits were held 24 h after surgery, 6 weeks, 6 months and at yearly intervals up to 5 years. At each follow-up visit, manifest refraction; UCVA; BSCVA; slit-lamp examination and applanation tonometry were performed. The cECC and fundus examination were only performed at yearly intervals.

### Surgical procedure

The iris-claw Artisan IOL for aphakia is a single-piece, non-foldable, biconvex IOL made of polymethyl methacrylate, that has a 5.0-mm optic and 8.5-mm overall length. There is also a paediatric model with 4.4-mm optic and 6.5-mm overall length, and a model for small eyes with 4.4-mm optic and 7.5-mm overall length. Available lens power ranges from +14.5 D to +24.5 D (0.5 D increments), and +2.0 D to +30.0 D (1.0 D increments). Lens power was calculated by optical biometry using the IOL Master V5 (Carl Zeiss Meditec, Jena, Germany), with an A-constant of 115.0. The target refraction in most cases was -0.75 independently of the IOL power and, in this way the results were analysed. Some exceptions were in front of cases where the other eye on the same patient was significantly ametropic.

Under retrobulbar or peribulbar anaesthesia, a two-plane, 5.2-mm corneal incision, centred at 12 o'clock, and two vertical paracenteses directed to the enclavation area, at 10 o'clock and 2 o'clock, were performed. Acetylcholine 1% was injected into the anterior chamber to achieve miosis. To protect the corneal endothelium, the anterior chamber was filled with a cohesive viscoelastic material. The IOL was then inserted, rotated 90° into a horizontal position and centred over the pupil. The IOL was fixed with an enclavation needle that had a bent shaft and a bent tip that pushes the iris into both claws. The needle was introduced through one of the paracenteses and held the fold of iris while the lens was slightly depressed with the implantation forceps so that the claws automatically grasped the iris. Then, hands were switched and the same manoeuvre was performed through the other paracentesis. Fixation of the iris claws and proper centration of the IOL over the pupil were checked before the next step. A peripheral surgical iridectomy using scissors was performed at 12 o'clock to prevent pupillary block. Alternatively, Nd:YAG laser may preoperatively be used to create one or two small iridotomies 90° apart. The corneal wound was then sutured with five interrupted 10-0 nylon sutures. Proper tension of the sutures was checked with a standard qualitative Maloney keratoscope. Finally the viscoelastic material was removed with a bimanual irrigation/aspiration system (Infiniti Vision System, Alcon Laboratories). Sutures were selectively removed, starting 10 weeks postoperatively, depending on the patient's refractive and topographical astigmatism.

### Statistical analysis

Microsoft Excel (Redmond, Washington, USA) was used for data collection and to perform descriptive statistics. Continuous variables were described with mean and SD.

The results were analysed using SPSS software V.17.0 (SPSS, Chicago, Illinois, USA). Comparison between preoperative and postoperative data was performed using paired Student t test for parametric data (cECC), and Wilcoxon signed rank tests for non-parametric data (spherical equivalent (SE), UCVA, BSCVA). The tests were performed before the surgery, and at yearly intervals up to 5 years (UCVA, BSCVA, SE and cECC). A p value lower than 0.05 was considered statistically significant. The percentage of eyes with UCVA and BSCVA >20/20 and >20/40, and the percentage of eyes within ±1 D and ±0.5 D of emmetropia at each milestone of follow-up were also recorded.

## RESULTS

### Baseline characteristics and follow-up

One hundred and twenty-eight aphakic eyes of 124 patients were treated: 61 (44.66%) were right eyes; and 67 (52.34%)

were left eyes. Mean age was 54.55 years (SD 21.48; range 1–98 years). Minimum follow-up was 1 year. Mean follow-up was 41.8 months (SD 23.63; range 1–5 years). The number of eyes at each follow-up visit was: 24 h (n=128); 6 months (n=128); 1 year (n=128); 2 years (n=109); 3 years (n=95); 4 years (n=76); and 5 years (n=57) after surgery.

Previous ophthalmic surgical history included: 59 (46.46%) complicated cataract surgery, 23 (18.11%) ocular trauma, 15 (11.81%) pars plana vitrectomy, 11 (8.66%) subluxation of the IOL, 8 (6.30%) retinal detachment and 11 (8.60%) other complications (endophthalmitis, bullous keratopathy requiring penetrating keratoplasty, coloboma, Marfan syndrome and intraocular foreign body).

### Visual acuity

Table 1 summarises logarithm of the minimum angle of resolution (logMAR) UCVA and logMAR BSCVA values at each follow-up point. Mean preoperative logMAR UCVA was 1.21 (SD 0.35). Mean postoperative logMAR UCVA was: 0.78 (SD 0.55) at 6 months; 0.91 (SD 0.64) at 1 year; 0.92 (SD 0.75) at 2 years; 0.85 (SD 0.67) at 3 years; 0.99 (SD 0.78) at 4 years; and 0.99 (SD 0.77) at 5 years. Mean logMAR UCVA progressively, though not statistically significant, improved throughout the follow-up period ( $p>0.05$ ). LogMAR UCVA 6 months after the surgery was statistically improved ( $p<0.05$ ).

Mean preoperative logMAR BSCVA was 0.67 (SD 0.53). Mean postoperative logMAR BSCVA was: 0.59 (SD 0.40) at 6 months; 0.52 (SD 0.46) at 1 year; 0.57 (SD 0.56) at 2 years; 0.63 (SD 0.59) at 3 years; 0.65 (SD 0.58) at 4 years; and 0.76 (SD 0.77) at 5 years. Mean logMAR BSCVA significantly improved after surgery, and remained stable throughout the follow-up period ( $p<0.05$ ) (figure 1).

Preoperatively, 30 (23.43%) eyes presented with BSCVA  $\geq 20/40$ , and none of the eyes presented with UCVA  $\geq 20/40$ . One year postoperatively, 58 (45.31%) eyes presented with BSCVA  $\geq 20/40$  and 22 (17.18%) eyes presented with UCVA  $\geq 20/40$ .

### Refractive outcome

Table 1 summarises SE values at each follow-up point. Mean preoperative SE was 9.63 D (SD 5.50). The mean power of the IOL was 17.47 D (SD 6.22). Mean postoperative SE was: -0.42 D (SD 2.34) at 6 months; -0.52 D (SD 2.22) at 1 year; -0.09 D (SD 2.01) at 2 years; -0.35 D (SD 2.29) at 3 years; -0.71 D (SD 1.78) at 4 years; and -1.14 D (SD 2.45) at 5 years. SE significantly and progressively decreased during the

first 6 months, and remained stable throughout the follow-up period ( $p<0.05$ ) (figure 2).

One year postoperatively, 35 (27.34%) were within  $\pm 0.5$  D of emmetropia, and 41 (32.03%) eyes were within  $\pm 1$  D of emmetropia.

### Corneal endothelial cell density and endothelial cell loss

Table 1 summarises cECC at each follow-up point. Mean preoperative cECC was 2237.47 cells/mm<sup>2</sup> (SD 793.33). Mean postoperative cECC was: 2063.21 cells/mm<sup>2</sup> (SD 661.180) at 1 year; 1841.13 cells/mm<sup>2</sup> (SD 783.81) at 2 years; 1696.08 cells/mm<sup>2</sup> (SD 928.13) at 3 years; 1858.22 cells/mm<sup>2</sup> (SD 714.75) at 4 years; and 1961.40 cells/mm<sup>2</sup> (SD 1034.77) at 5 years. A slight but statistically significant decrease in cECC was observed ( $p<0.05$ ) (figure 3).

### Complications

Thirty-five (27.34%) patients had chronic, open-angle glaucoma before surgery, which was adequately controlled with hypotensive drops (23 with one drug and 12 with a combination of drugs). Following IOL implantation, no changes in the hypotensive regime were required. No patients without preoperative glaucoma presented an increase in IOP after surgery.

Main complications were: pupillary block due to non-permeable surgical iridectomy (2 (1.56%) eyes); transient increase in IOP (3 (2.34%) eyes); IOL replacement (1 (0.78%) eyes); penetrating keratoplasty and IOL removal (2 (1.56%) eyes) and cystoid macular oedema (CME) (4 (3.12%) eyes).

### DISCUSSION

Several studies have advocated the use of iris-claw IOLs in patients with aphakia without capsular support in cases of good endothelial cell count, normal pupils and absence of contraindications.<sup>19–21</sup> This study of 128 aphakic eyes without capsular support has shown that iris-claw IOL implantation is an effective and safe technique, yielding excellent refractive results with a low rate of complications.

In our series, with a longer follow-up than other published work, 63.28% of eyes improved their BSCVA. Preoperatively, 30 (23.43%) eyes had BSCVA  $\geq 20/40$ . One year postoperatively, 58 (45.31%) eyes had BSCVA  $\geq 20/40$  and 22 (17.18%) eyes had UCVA  $\geq 20/40$ . Postoperative BSCVA was limited by the poor preoperative BSCVA, related to preoperative retinal morbidity in most cases. In the series of De Silva *et al*,<sup>22</sup> 68% of all eyes achieved a final BSCVA of 6/12 (20/40) or better, and 88.7% of eyes with no other pathology limiting vision achieved

**Table 1** Preoperative and postoperative uncorrected visual acuity, best-spectacle corrected visual acuity, spherical equivalent, cylinder and central endothelial cell count

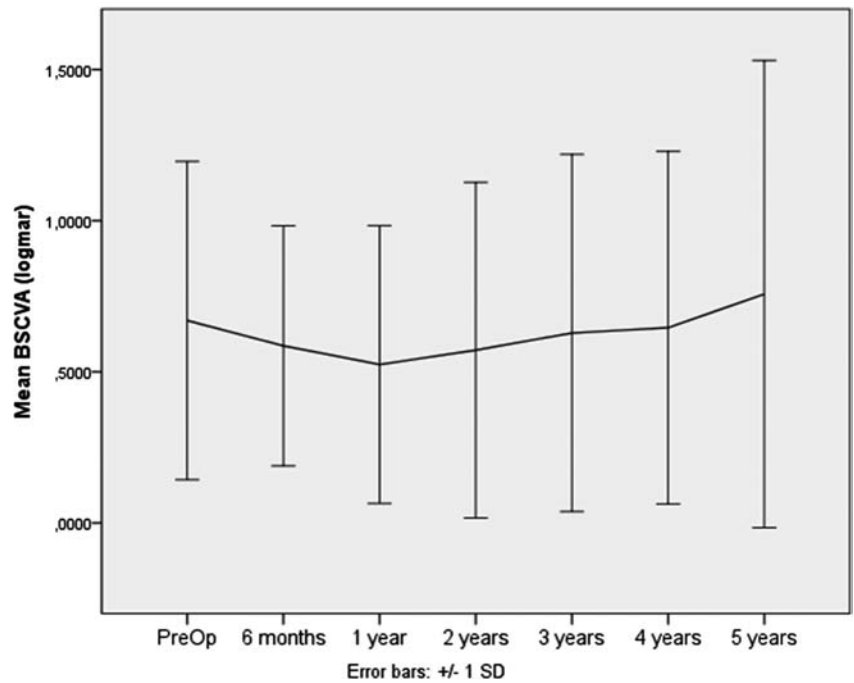
		Preop	1 year Postop	2 years Postop	3 years Postop	4 years Postop	5 years Postop	p Value
LogMar	Mean	1.21	0.91	0.92	0.85	0.99	0.99	>0.05
UCVA	SD	0.35	0.64	0.75	0.67	0.78	0.77	
LogMAR	Mean	0.67	0.52	0.57	0.63	0.65	0.76	<0.05*
BSCVA	SD	0.53	0.46	0.56	0.59	0.58	0.77	>0.05†
SE	Mean	9.63	-0.52	-0.09	-0.35	-0.71	-1.14	<0.05*
	SD	5.51	2.22	2.01	2.29	1.78	2.45	>0.05†
cECC	Mean	2237.47	2063.21	1841.13	1696.08	1858.22	1961.40	<0.05
	SD	793.33	661.18	783.81	928.13	714.75	1034.77	

\*Wilcoxon signed rank test for SE and BSCVA: statistically significant differences ( $p<0.05$ ) when Preop was compared with any Postop follow-up period.

†Wilcoxon signed rank test for SE and BSCVA: no statistically significant differences ( $p>0.05$ ) for comparisons between any Postop follow-up period.

BSCVA, best-spectacle corrected visual acuity; cECC, central endothelial cell count; logMAR, logarithm of the minimum angle of resolution; Postop, postoperatively; Preop, preoperatively; SE, spherical equivalent; UCVA, uncorrected visual acuity.

**Figure 1** Evolution of best-spectacle corrected visual acuity (BSCVA) after secondary iris-claw intraocular lens implantation (mean $\pm$ SD at each follow-up point).



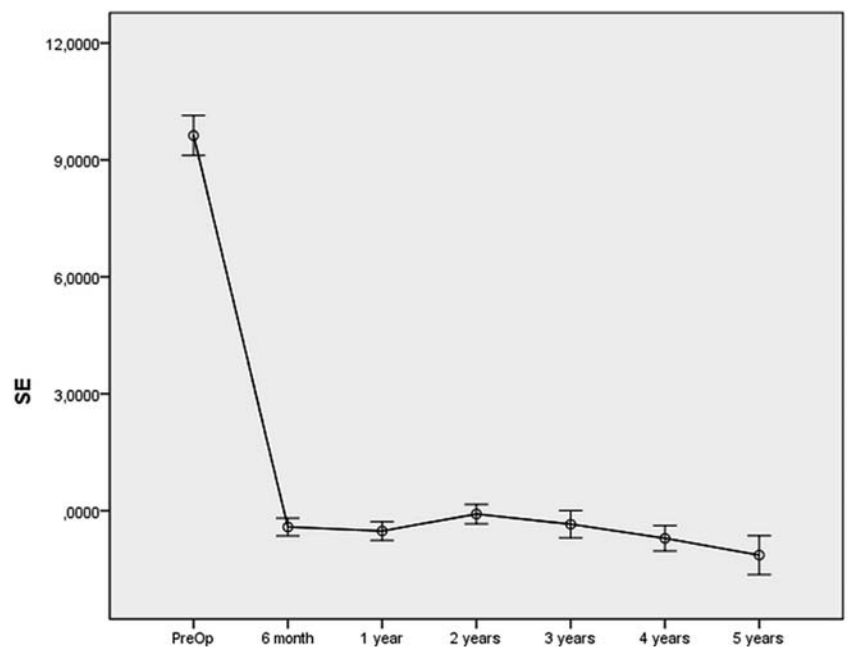
this level of vision. These results are comparable with secondary open-loop anterior chamber IOLs (60–77% of eyes with a BSCVA  $\geq 20/40$ ),<sup>14</sup> and secondary scleral-sutured posterior chamber IOLs (53.8–77.8% of eyes with a BSCVA  $\geq 20/40$ ).<sup>20</sup> In most cases, BSCVA is limited by the anatomical and functional structure of these eyes.

As far as refractive predictability is concerned, SE significantly and progressively decreased during the first 6 months after surgery, and remained stable throughout the follow-up period ( $-0.09$  at 2 years). One year postoperatively, 35 (27.34%) eyes were within  $\pm 0.5$  D of emmetropia, and 41 (32.03%) eyes were within  $\pm 1$  D of emmetropia. De Silva *et al* have shown similar results, with a mean SE of  $+0.12$  D at 22.4 months. Similarly to De Silva *et al*, who reported a SD of SE of 1.76 D, we also

found large values of SD (from 1.78 to 2.45, depending on the follow-up point). This large SD means that the values of SE are widely spread around the mean, which limits the overall refractive predictability of the procedure. The fact that the accuracy of the calculation of the power of the IOL by ultrasound and optical biometry is limited in aphakic eyes and the loss of follow-up (57/128 eyes were examined 5 years postoperatively) may explain this large SD.

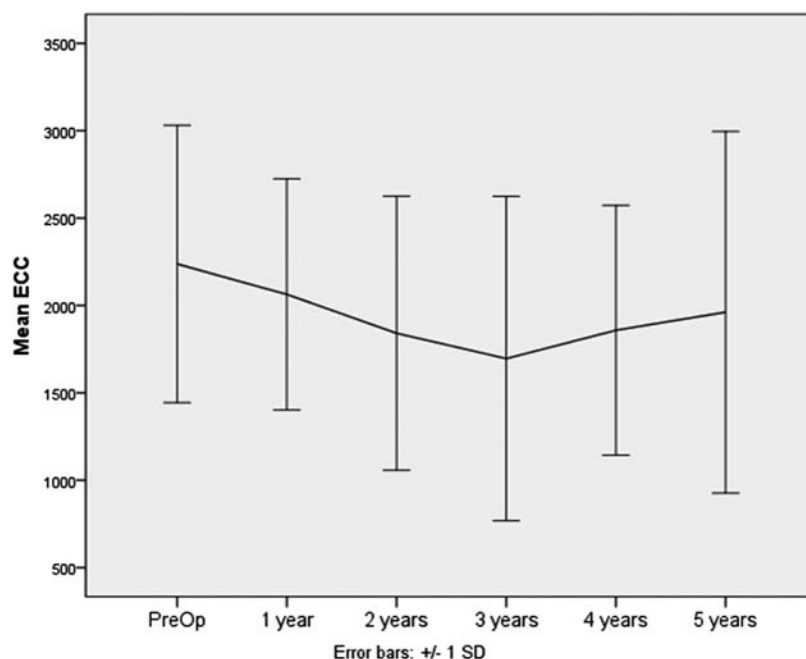
Overall, the incidence of complications in our study is similar to other studies, and are generally related to a pre-existing eye disease or predisposing factor rather than to the IOL implantation itself.<sup>20–22</sup> The main concern when implanting anterior chamber IOLs is progressive loss of corneal endothelial cells. In this study, we found a statistically significant decrease in cECC

**Figure 2** Preoperative and postoperative spherical equivalent (SE) (mean $\pm$ SD at each follow-up point).





**Figure 3** Preoperative and postoperative central endothelial cell count (cECC) (cells/mm<sup>2</sup>) (mean±SD at each follow-up point).



during the first 5 years (5, 94%). Equivalent percentages of endothelial cell loss are also observed in chronic users of contact lenses who have not undergone secondary lens implantation.<sup>23</sup> Menezo *et al*<sup>19</sup> found no differences in endothelial cell loss induced by these lenses compared with sulcus-fixated lenses. Although the decrease in cECC does not seem clinically significant in most cases, as we did not encounter any case of corneal decompensation, De Silva *et al*<sup>22</sup> reported that corneal decompensation occurred in 1.7% of eyes. Close monitoring of preoperative and postoperative cECC is mandatory. The most significant factor related with EC loss was postoperative time length in all groups.

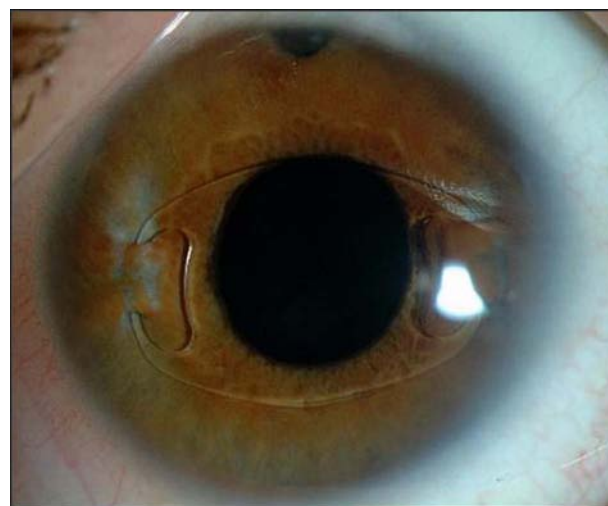
Similarly to iris-claw IOL implantation in phakic eyes, the greatest loss of endothelial cells occurs intraoperatively. Such loss is greater in aphakic eyes as the anterior chamber tends to easily collapse due to the low scleral rigidity. Careful surgical manipulation and generous use of viscoelastic is especially important in aphakic eyes. Postoperative endothelial cell loss in phakic eyes is due to a mechanical factor related to the proximity of the lens to the corneal endothelium. However, anterior chamber is much deeper in aphakic eyes, and endothelial cell loss is probably due to an increased movement of the lens inside the anterior chamber.

In paediatric patients with aphakia, optical rehabilitation is essential to avoid development of amblyopia. Because of their prolonged life expectancy, safety on the corneal endothelium is of utmost importance. Given the encouraging data on the safety on the corneal endothelium, we also consider iris-claw IOLs as the lens of choice in paediatric patients with aphakia. Several studies have demonstrated no significant changes in cECC after Artisan iris-claw IOL implantation in paediatric, aphakic eyes.<sup>24–26</sup> Finally, endothelial safety has also been proved in vitrectomised eyes.<sup>27 28</sup>

In order to protect the corneal endothelium and provide a more physiological optical position of the lens, some authors have suggested retropupillary fixation of the iris-claw IOL.<sup>29–32</sup> Of note, a different constant A should be used when calculating the power of the IOL.<sup>33</sup> Whether retropupillary implantation is superior to standard implantation in the anterior chamber

remains controversial. In our experience, anterior implantation is easier and allows better control of centration and orientation of the IOL.

The reported incidence of acute, angle-closure glaucoma after iris-claw IOL implantation is 0–7%,<sup>21 34</sup> which is lower than with the one reported after secondary scleral-fixated posterior chamber IOL insertion (0–30.7%).<sup>9 12</sup> Acute, angle-closure glaucoma due to pupillary block is exceptional when a prophylactic iridectomy is performed (figure 4). Therefore, we recommend to systematically perform an intraoperative, peripheral iridectomy at 12 o'clock in all cases, and thorough anterior vitrectomy if vitreous is present in the anterior chamber. Optical coherence tomography studies of the anterior segment after iris-claw IOL implantation show adequate central and peripheral ACD.<sup>22</sup>



**Figure 4** Postoperative clinical photograph of an aphakic eye due to previous complicated cataract surgery that underwent Artisan iris-claw intraocular lens implantation. Note the peripheral iridectomy at 12 o'clock.

Apart from angle-closure glaucoma, iris-claw IOLs may cause transient increases in IOP related to postoperative steroid therapy. In most cases, IOP returns to preoperative values after withdrawal of treatment.<sup>19</sup> Other mechanisms of increased IOP and development of chronic glaucoma are subclinical, low intensity anterior uveitis, and pigment dispersion.<sup>20</sup> We did not observe significant IOP changes in patients with normal IOP or with history of open-angle glaucoma of other causes than pigment dispersion or pseudoexfoliation. However, although it is an extremely rare complication, pigment dispersion due to continuous and direct contact of the IOL with the mid-periphery of the iris may occur and alter the trabecular meshwork. Pigment dispersion and deposition may increase resistance to outflow of aqueous humour and consequently increase IOP.<sup>11–15</sup> Such increase in IOP, similar to that occurring in primary pigmentary glaucoma, occurs only in some patients, and seems related to the individual functional reserve and predisposition to deterioration of trabecular function with age. Therefore, we do not recommend iris-claw IOLs in patients with a history of pigmentary or pseudoexfoliative glaucoma.<sup>20</sup>

In our study, the incidence of CME is 3, 12%, which is lower than the 7.7% incidence reported by De Silva *et al*,<sup>22</sup> and lower than the one reported by most studies on other types of secondary IOLs. The reported incidence of CME after secondary angle-supported IOL implantation ranges from 0% to 33%,<sup>9–19</sup> and after scleral-fixated posterior chamber IOLs ranges from 0% to 16.7%.<sup>9–12</sup>

Similar to most studies on secondary IOL implantation, the main limitations of this study are the retrospective approach, the drop-out of the follow-up (57 out of 128 eyes were assessed 5 years postoperatively) and the lack of control group. Moreover, there is also an undetermined variability introduced by the fact that aphakic eyes due to several causes were analysed altogether. Therefore, results should be taken with caution. Prospective comparative studies and a longer follow-up with a larger sample size are required to demonstrate its superiority over other techniques and long-term safety.

In conclusion, this study shows that secondary iris-claw IOL implantation in aphakic eyes without capsular support is an effective, predictable and safe procedure in the first 5 years of follow-up.

**Contributors** All authors have contributed to the edition of this article.

**Competing interests** JLG is consultant for Ophthec.

**Patient consent** Obtained.

**Ethics approval** Instituto de Microcirugía Ocular, Barcelona.

**Provenance and peer review** Not commissioned; externally peer reviewed.

## REFERENCES

- Bellamy JP, Queguiner F, Salamé N, *et al*. Secondary intraocular lens implantation: methods and complications. *J Fr Ophthalmol* 2000;23:73–80.
- Malinowski SM, Mieler WF, Koenig SB, *et al*. Combined pars plana vitrectomy-lensectomy and open-loop anterior chamber lens implantation. *Ophthalmology* 1995;102:211–16.
- Rao SK, Padmanabhan P. Scleral posterior chamber intraocular lens fixation in children [letter]. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:389–91.
- Stark WJ, Gottsch JD, Goodman DF, *et al*. Posterior chamber intraocular lens implantation in the absence of capsular support. *Arch Ophthalmol* 1989;107:1078–83.
- Brunette I, Stulting RD, Rinne JR, *et al*. Penetrating keratoplasty with anterior or posterior chamber intraocular lens implantation. *Arch Ophthalmol* 1994;112:1311–19.
- Bellucci R, Pucci V, Morselli S, *et al*. Secondary implantation of angle-supported anterior chamber and scleral-fixated posterior chamber intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 1996;22:247–52.
- Malta JB, Banitt M, Musch DC, *et al*. Long-term outcome of combined penetrating keratoplasty with scleral-sutured posterior chamber intraocular lens implantation. *Cornea* 2009;28:741–6.
- Mannarino AP, Hannush SB. A new technique for transscleral fixation of a posterior chamber intraocular lens in the absence of capsular support during penetrating keratoplasty. *Refract Corneal Surg* 1990;6:353–6.
- McCluskey P, Harrisberg B. Long-term results using scleral fixated posterior chamber intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 1994;20:34–9.
- Chang JH, Lee JH. Long-term results of implantation of posterior chamber intraocular lens by suture fixation. *Korean J Ophthalmol* 1991;5:42–6.
- Weene LE. Flexible open-loop anterior chamber intraocular lens implants. *Ophthalmology* 1993;100:1636–9.
- Ellerton CR, Rattigan SM, Chapman FM, *et al*. Secondary implantation of open-loop, flexible, anterior chamber intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 1996;22:951–4.
- Biro Z. Results and complications of secondary intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 1993;19:64–7.
- Hykin PG, Gardner ID, Corbett MC, *et al*. Primary or secondary anterior chamber lens implantation after extracapsular cataract surgery and vitreous loss. *Eye* 1991;5:694–8.
- Drolsum L, Haaskjold E. Secondary implantation of flexible open loop anterior chamber IOLs. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 1993;71:482–6.
- Worst JGF, Massaro RG, Ludwig HHH. The introduction of an artificial lens into the eye using Binkhorst's technique. *Ophthalmologica* 1972;164:387–9; discussion 389–391.
- Worst JGF, Los LI. Some aspects of implant surgery. *Eur J Implant Refract Surg* 1991;3:157–67.
- Fechner PU, van der Heijde GL, Worst JGF. The correction of myopia by lens implantation into phakic eyes. *Am J Ophthalmol* 1989;107:659–63.
- Menezo JL, Martinez MC, Cisneros AL. Iris-fixated Worst claw versus sulcus-fixated posterior chamber lenses in the absence of capsular support. *J Cataract Refract Surg* 1996;22:1476–84.
- Güell JL, Velasco F, Malecaze F, *et al*. Secondary Artisan-Verisyse aphakic lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:2266–71.
- Koss MJ, Kohnen T. Intraocular architecture of secondary implanted anterior chamber iris-claw lenses in aphakic eyes evaluated with anterior segment optical coherence tomography. *Br J Ophthalmol* 2009;93:1301–6.
- De Silva SR, Arun K, Anandan M, *et al*. Iris-claw intraocular lenses to correct aphakia in the absence of capsule support. *J Cataract Refract Surg* 2011;37:1667–72.
- Pallikaris IG, Kalyvianaki MI, Kymionis GD, *et al*. Phakic refractive lens implantation in high myopic patients: one-year results. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:1190–7.
- Sminia ML, Odenthal MT, Prick LJ, *et al*. Long-term follow-up of the corneal endothelium after aphakic iris-fixated IOL implantation for bilateral cataract in children. *J Cataract Refract Surg* 2011;37:866–72.
- Lifshitz T, Levy J, Klemperer I. Artisan aphakic intraocular lens in children with subluxated crystalline lenses. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:1977–81.
- Odenthal MT, Sminia ML, Prick LJ, *et al*. Long-term follow-up of the corneal endothelium after artisan lens implantation for unilateral traumatic and unilateral congenital cataract in children: two case series. *Cornea* 2006;25:1173–7.
- Riazzi M, Moghimi S, Najmi Z, *et al*. Secondary Artisan-Verisyse intraocular lens implantation for aphakic correction in post-traumatic vitrectomized eye. *Eye* 2008;22:1419–24.
- Van der Meulen IJ, Gunning FP, Vermeulen MG, *et al*. Artisan lens implantation to correct aphakia after vitrectomy for retained nuclear lens fragments. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:2585–9.
- Holt DG, Young J, Stagg B, *et al*. Anterior chamber intraocular lens, sutured posterior chamber intraocular lens, or glued intraocular lens: where do we stand? *Curr Opin Ophthalmol* 2012;23:62–7.
- Koenig SB, Apple DJ, Hyndiuk RA. Penetrating keratoplasty and intraocular lens exchange: open-loop anterior chamber lenses versus sutured posterior chamber lenses. *Cornea* 1994;13:418–21.
- Gicquel JJ, Guigou S, Bejjani RA, *et al*. Ultrasound biomicroscopy study of the Verisyse aphakic intraocular lens combined with penetrating keratoplasty in pseudophakic bullous keratopathy. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:455–64.
- Gicquel JJ, Langman ME, Dua HS. Iris claw lenses in aphakia. *Br J Ophthalmol* 2009;93:1273–5.
- Dick HB, Augustin AJ. Lens implant selection with absence of capsular support. *Curr Opin Ophthalmol* 2001;12:47–57.
- Lett KS, Chaudhuri PR. Visual outcomes following Artisan aphakia iris claw lens implantation. *Eye* 2011;25:73–6.

**7.2.** Güell JL, **Verdaguer P**, Mateu-Figueras G, Elies D, Gris O, Amich JM, Manero F, Morral M. Unilateral Iris-Claw Intraocular Lens Implantation for Aphakia: A Paired-Eye Comparison. *Cornea* 2016 Aug 24.

# Unilateral Iris-Claw Intraocular Lens Implantation for Aphakia: A Paired-Eye Comparison

Jose L. Güell, MD, PhD,\*†‡§ Paula Verdaguer, MD,†§ Gloria Mateu-Figueras, PhD,¶  
Daniel Elies, MD,† Oscar Gris, MD, PhD,†§ Jose M. Amich,†|| Felicidad Manero, MD,†  
and Merce Morral, MD, PhD†

**Purpose:** To perform a paired-eye comparison of secondary iris-claw intraocular lens (IOL) implantation for aphakia.

**Methods:** Retrospective, comparative, nonrandomized interventional case series of aphakic eyes, which underwent secondary iris-claw Artisan IOL (Ophtec BV) implantation for aphakia in one eye and no surgery (group 1) or cataract surgery (group 2) in the fellow eye. Uncorrected distance visual acuity (UDVA), corrected distance visual acuity (CDVA), spherical equivalent, central endothelial cell count (cECC), and complications were evaluated before surgery, and at yearly intervals up to 5 years.

**Results:** Thirty aphakic eyes implanted with the Artisan were included, and the fellow eyes served as controls. In group 1, postoperative logMAR UDVA and CDVA was significantly higher in the Artisan-implanted eyes ( $P < 0.01$ ). In group 2, no differences were found in postoperative UDVA and postoperative CDVA between the Artisan-implanted eyes and the eyes that underwent cataract surgery throughout the follow-up ( $P \geq 0.05$ ). No statistically significant differences were found in postoperative spherical equivalent between the Artisan-implanted eyes and unoperated eyes or eyes that underwent cataract surgery ( $P \geq 0.05$ ). In group 1, cECC was significantly lower in the Artisan-implanted eyes [ $1973 \pm 822$  vs.  $2616 \pm 481$  cells per square millimeter at 2 years ( $P < 0.01$ )] throughout the follow-up ( $P < 0.01$ ). In group 2, cECC was not significantly lower in the Artisan-implanted eyes ( $P \geq 0.05$ ) [ $1934 \pm 689$  vs.  $2058 \pm 818$  cells per square millimeter at 2 years ( $P = 0.67$ )].

**Conclusions:** Visual rehabilitation with secondary iris-claw IOL implantation in aphakic eyes without capsular support seems to be an effective and safe procedure. As expected, uncomplicated cataract

surgery with posterior chamber IOL implantation showed lower endothelial cell count loss. Close monitoring of the corneal endothelium is mandatory.

**Key Words:** secondary iris-claw intraocular lens, aphakic eyes, endothelial cell, posterior chamber intraocular lens, cataract

(*Cornea* 2016;00:1–7)

The incidence of surgical complications leading to unplanned aphakia after cataract surgery has been reported to be of 0.4%, with the presence of intraoperative capsule problems and vitreous loss being the most frequent reason.<sup>1</sup> Postoperative refractive errors in aphakic eyes are usually substantial, leading to high anisometropia that is difficult to correct with spectacles or contact lenses. Therefore, surgical treatment involving implantation of an intraocular lens (IOL) is often required to achieve complete visual rehabilitation<sup>1–3</sup>.

In eyes without capsular support, different types of IOLs may be implanted, which include anterior chamber (AC) angle-supported IOLs, iris-claw IOLs, iris-sutured IOLs, or posterior chamber scleral-fixated IOLs. The iris-claw IOL currently used is a modification of the one introduced by Worst.<sup>4–7</sup> Existing studies have shown that secondary iris-claw IOL implantation is an effective and safe procedure, but long-term follow-up data are scarce.<sup>4–10</sup> Specifically, concerns on the long-term effect on the corneal endothelium of such complicated eyes remain.

The aim of this study was to perform a paired-eye comparison of secondary iris-claw IOL implantation in aphakic eyes without capsular support, with special focus on the effect on the corneal endothelium. To our knowledge, this is the first time that secondary iris-claw IOL implantation is compared with unoperated eyes or eyes that had undergone uncomplicated cataract surgery with in-the-bag IOL implantation.

## SUBJECTS AND METHODS

### Subjects

This retrospective, nonrandomized, comparative, interventional study included 60 eyes of 30 patients who underwent Artisan (Ophtec, Groningen, the Netherlands) IOL implantation for aphakia in 1 eye and phacoemulsification and IOL implantation or no surgery (No Sx) in the fellow eye between 2005 and 2014.

Received for publication February 9, 2016; revision received June 23, 2016; accepted July 5, 2016. Published online ahead of print XX XX, XXXX. From the \*Cornea and Refractive Surgery Unit, Instituto de Microcirugía Ocular, Barcelona, Spain; †Cornea, Refractive Surgery and Cataract Unit, Instituto de Microcirugía Ocular, Barcelona, Spain; ‡Department of Ophthalmology, Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), Barcelona, Spain; §Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, Spain; ¶Department of Mathematics, Universitat de Girona, Girona, Spain; and ||Harvard University, Cambridge, MA.

J. L. Güell is consultant for Ophtec. The remaining authors have no funding or conflicts of interest to disclose.

J. L. Güell and P. Verdaguer have equally contributed to the article.

Reprints: Paula Verdaguer, MD, Instituto de Microcirugía Ocular (IMO), c/ Josep Maria Llado 3, Barcelona 08035, Spain (e-mail: paulaverdaguer@gmail.com).

Copyright © 2016 Wolters Kluwer Health, Inc. All rights reserved.

All patients were fully informed of the details and possible risks of the specific procedure. Written informed consent to perform the surgical procedure was obtained from all patients before surgery in accordance with the Declaration of Helsinki. The study was approved by the Ethics Committee of the Instituto de Microcirugía Ocular and the Universitat Autònoma de Barcelona. All patients were operated on by the same surgeon (J.L.G.).

For study purposes, we divided the patients into 2 groups:

- Group 1: Artisan IOL implantation in one eye and no surgery in the fellow eye.
- Group 2: Artisan IOL implantation in one eye and uncomplicated cataract surgery in the fellow eye.

### Preoperative Examination and Follow-up

The patients underwent a complete preoperative ophthalmologic examination, which included refraction, Snellen uncorrected distance visual acuity (UDVA) and corrected distance visual acuity (CDVA), slit-lamp examination, gonioscopy, Goldmann applanation tonometry, fundus examination, ultrasound AC depth measurement using the Compuscan LT (Storz, St. Louis, MO), central endothelial cell count (cECC) using the Konan (Noncon Robo-CA, Fair Lawn, NJ). The optometrist who examined the patient selected the best-captured digital image, and performed the endothelial cell analysis by the center-to-center method. The optometrist selects all the complete cells present in the 600  $\mu\text{m}$  window, and the endothelial cell count (ECC) is calculated using the manual module, because the automatic module tends to overcount the endothelial cells. The final ECC was the average of 3 consecutive measurements.

Inclusion criteria were aphakia without any capsular support, significant ametropia (hyperopia) and poor CDVA with glasses or contact lenses, contact lens intolerance, vitreous humor in contact with the corneal endothelium, subluxation of a preexisting IOL in the PC of the eye, iris morphology allowing stable enclavation, AC depth from endothelium  $>3.0$  mm, cECC  $>1800$  cells per square millimeter, intraocular pressure (IOP) within normal limits (with or without hypotensive eye drops), absence of retinal disease, and a minimum follow-up of 1 year. Exclusion criteria were penetrating keratoplasty, history of recurrent uveitis, pigmentary glaucoma, proliferative diabetic retinopathy, congenital cataract, and/or age-related macular degeneration.

Postoperative follow-up visits were held 24 hours after surgery, 1 and 6 months, and at yearly intervals up to 5 or more years. At each follow-up visit, manifest refraction, UDVA, CDVA, slit-lamp examination, and applanation tonometry were performed.

The iris-claw Artisan IOL for aphakia is a single-piece, nonfoldable, biconvex IOL made of polymethyl methacrylate (PMMA) that has a 5.0-mm optic and an 8.5-mm overall length. Available lens power range from +14.50 to +24 D (0.5-D increments) and +2.0 to +30.0 D (1.0-D increments). The power of the lens was calculated with the IOL Master V.5 (Carl Zeiss Meditec, Jena, Germany) with an A constant of 115.0 and with the ultrasound RxP OcuScan (Alcon, Fort Worth, TX).

### Surgical Procedure

Under retrobulbar or peribulbar anesthesia, a 2-plane, 5.2-mm corneal incision, centered at the 12 o'clock position, and 2 vertical paracenteses directed to the enclavation area, at the 10 and 2 o'clock positions were performed. Before Artisan IOL implantation, indirect illumination was used to detect the presence of vitreous in the AC and, if so, anterior vitrectomy was performed so that vitreous strands did not interfere with Artisan IOL implantation.

Acetylcholine 1% was injected into the AC to achieve miosis. To protect the corneal endothelium, the AC was filled with dispersive and cohesive viscoelastic material. The IOL was then inserted, rotated 90 degrees into a horizontal position, and centered over the pupil. The iris-claw was fixed to the mid-periphery of the iris with an enclavation needle, and proper centration of the IOL over the pupil was checked. Peripheral surgical iridectomy using scissors was performed around the 12 o'clock position to prevent pupillary block. The corneal wound was then sutured with 5 interrupted 10-0 nylon sutures. Proper tension of the sutures was checked with a standard qualitative Maloney keratoscope. Finally, the viscoelastic material was removed with a bimanual irrigation/aspiration system (Infiniti Vision System and Accurus Surgical System; Alcon Laboratories, Inc, Fort Worth, TX). None of the patients had silicone oil in the vitreous cavity at the time of Artisan implantation. Sutures were selectively removed, starting 10 weeks postoperatively, depending on the patient's refractive and topographic astigmatism.

In-the-bag IOL implantation was performed in the fellow eyes of patients included in group 2, at some point during the follow-up who presented with grade II to grade IV, uncomplicated cataracts.

### Statistical Analysis

Microsoft Excel (Redmond, WA) was used for data collection and to perform descriptive statistics. Continuous variables were described with mean and SD.

The results were analyzed using SPSS software version 17.0 (SPSS, Inc, Chicago, IL). Comparison between preoperative and postoperative data was performed using the Friedman test for nonparametric data [logMAR UDVA, logMAR CDVA, spherical equivalent (SE), and cECC]. All data were analyzed before surgery, and at yearly intervals up to 5 years. We do not include further controls because they were not available for most of the eyes.  $P < 0.05$  was considered statistically significant.

## RESULTS

### Baseline Characteristics and Follow-up

Sixty eyes of 30 patients complied with the inclusion criteria. Group 1 included 44 eyes of 22 patients who underwent iris-claw IOL implantation in one eye and did not undergo any surgery in the fellow eye. Group 2 included 16 eyes of 8 patients who underwent iris-claw IOL implantation in one eye and phacoemulsification and in-the-bag IOL implantation in the fellow eye. The Quatrix (Croma-Pharma

GmbH Austria) IOL was implanted in 2 eyes, and the AcrySof SA60AT (Alcon, Fort Worth, TX) was implanted in 6 eyes.

Table 1 summarizes baseline characteristics for both groups. In group 1, preoperative logMAR UDVA ( $P < 0.01$ ) and logMAR CDVA ( $P = 0.02$ ) were significantly higher in the Artisan-implanted eyes compared with the unoperated eyes. In group 2, preoperative logMAR UDVA was significantly higher in the Artisan-implanted eyes compared with the eyes that underwent cataract surgery ( $P < 0.01$ ). No statistically significant differences in preoperative CDVA were found between the Artisan-implanted eyes and the eyes that underwent cataract surgery ( $P = 0.47$ ). Preoperative SE was significantly higher ( $P < 0.01$ ) and preoperative cECC was significantly lower in the eyes that underwent Artisan IOL implantation compared with unoperated eyes ( $P < 0.01$ ) but was not statistically significant compared with the eyes that underwent cataract surgery ( $P = 0.67$ ).

The ophthalmic surgical history of patients with aphakia included complicated cataract surgery ( $n = 19$ ; 63.3%), ocular trauma ( $n = 4$ ; 13.3%), pars plana vitrectomy ( $n = 4$ ; 13.3%), subluxation of the IOL ( $n = 2$ ; 6.6%), and Marfan syndrome ( $n = 1$ ; 3.3%).

## Visual Acuity

Table 2 summarizes logMAR UDVA and logMAR CDVA values at each follow-up point. In group 1, postoperative logMAR UDVA was significantly higher in the Artisan-implanted eyes than in the unoperated eyes at follow-up points ( $P < 0.01$ ). Postoperative logMAR CDVA was

significantly higher in the Artisan-implanted eyes than in the unoperated eyes at follow-up points ( $P < 0.01$ ). In group 2, no significant differences were found in postoperative logMAR UDVA and logMAR CDVA between the Artisan-implanted eyes and the eyes that underwent cataract surgery throughout the follow-up ( $P \geq 0.05$  in all cases, Table 2).

## Refractive Outcome: SE

Table 2 summarizes SE values at each point. No statistically significant differences were found in postoperative SE between the Artisan-implanted eyes and the unoperated eyes or the eyes that underwent cataract surgery ( $P \geq 0.05$  in all cases, Table 2). The SE remained stable throughout the follow-up period.

## Corneal Endothelial Cell Density and Endothelial Cell Loss

Table 3 summarizes cECC and percentage of the corneal endothelial cell loss at each follow-up point. In group 1, cECC was significantly lower in the Artisan-implanted eyes throughout the follow-up ( $P < 0.01$ ). In group 2, cECC was lower in the Artisan-implanted eyes postoperatively ( $P \geq 0.05$  in all cases, Table 3). No significant differences were found between groups (Fig. 1).

## Complications

No intraoperative complications were observed in either group. Postoperative complications after Artisan IOL implantation included transient increase of IOP [4 (13.3%) eyes],

**TABLE 1.** Patient Demographic and Baseline Characteristics

	Group 1 (Iris-Claw IOL vs. NoSx)		Group 2 (Iris-Claw IOL vs. Cataract Sx)	
	Iris-Claw IOL	NoSx	Iris-Claw IOL	Cataract Sx
No. eyes/patients	22/22	22/22	8/8	8/8
Follow-up, m				
Mean $\pm$ SD	40.8 $\pm$ 21.6		38.2 $\pm$ 19.4	
No. patients at follow-up (NR/L)				
1 year	21 (0/1)		7 (0/1)	
2 years	20 (1/1)		7 (0/1)	
3 years	18 (3/1)		6 (1/1)	
4 years	17 (3/2)		5 (2/1)	
5 years	14 (5/3)		4 (2/2)	
Age, y				
Mean $\pm$ SD	50.1 $\pm$ 23.0		60.2 $\pm$ 18.7	
logMAR UDVA				
Mean $\pm$ SD	1.65 $\pm$ 0.49	0.50 $\pm$ 0.71	1.74 $\pm$ 0.45	0.95 $\pm$ 0.28
logMAR CDVA				
Mean $\pm$ SD	0.62 $\pm$ 0.45	0.34 $\pm$ 0.67	0.67 $\pm$ 0.60	0.51 $\pm$ 0.63
SE, D				
Mean $\pm$ SD	8.89 $\pm$ 5.64	0.20 $\pm$ 3.63	7.48 $\pm$ 6.05	1.75 $\pm$ 2.35
cECC, cells/mm <sup>2</sup>				
Mean $\pm$ SD	2186 $\pm$ 833	2664 $\pm$ 503	2071 $\pm$ 688	2175 $\pm$ 673

Cataract Sx, cataract surgery; D, diopters; L, lost to follow-up; M, months; NoSx, no surgery; NR, not reached; Y, years.

**TABLE 2.** LogMAR UDVA, logMAR CDVA, and SE Values at Each Follow-up Point for Each Group

	Group 1		P	Group 2		P
	Iris-Claw IOL	NoSx		Iris-Claw IOL	Cataract Sx	
logMAR UDVA, mean ± SD						
Preoperative	1.65 ± 0.49	0.50 ± 0.71	<0.01	1.74 ± 0.45	0.95 ± 0.28	<0.01
1 year	0.88 ± 0.69	0.37 ± 0.78	<0.01	0.70 ± 0.54	0.57 ± 0.62	0.55
2 years	1.11 ± 0.93	0.27 ± 0.57	<0.01	0.66 ± 0.45	0.59 ± 0.61	0.73
3 years	1.15 ± 0.82	0.27 ± 0.60	<0.01	0.64 ± 0.45	0.75 ± 0.78	0.67
4 years	1.19 ± 0.84	0.36 ± 0.72	<0.01	0.68 ± 0.49	0.87 ± 0.89	0.56
5 years	1.37 ± 0.87	0.17 ± 0.27	<0.01	0.62 ± 0.49	0.83 ± 0.93	0.58
logMAR CDVA, mean ± SD						
Preoperative	0.62 ± 0.45	0.34 ± 0.67	0.02	0.67 ± 0.60	0.51 ± 0.63	0.47
1 year	0.63 ± 0.59	0.31 ± 0.62	0.02	0.44 ± 0.37	0.41 ± 0.57	0.87
2 years	0.71 ± 0.79	0.19 ± 0.43	<0.01	0.43 ± 0.39	0.47 ± 0.57	0.83
3 years	0.86 ± 0.79	0.20 ± 0.47	<0.01	0.38 ± 0.38	0.26 ± 0.43	0.47
4 years	0.71 ± 0.74	0.28 ± 0.58	<0.01	0.31 ± 0.22	0.20 ± 0.15	0.21
5 years	0.91 ± 0.99	0.28 ± 0.57	<0.01	0.29 ± 0.22	0.22 ± 0.31	0.61
SE, D, mean ± SD						
Preoperative	8.89 ± 5.64	0.20 ± 3.63	<0.01	7.48 ± 6.05	1.75 ± 2.35	<0.01
1 year	-0.52 ± 2.19	-0.17 ± 2.21	0.47	0.14 ± 2.32	0.39 ± 2.08	0.76
2 years	-0.59 ± 3.44	-0.27 ± 1.66	0.59	0.15 ± 2.25	-0.14 ± 2.29	0.73
3 years	0.37 ± 2.48	-0.67 ± 2.65	0.09	0.41 ± 2.02	-0.29 ± 2.09	0.41
4 years	-0.26 ± 2.24	-0.04 ± 0.95	0.59	-0.31 ± 2.19	-0.95 ± 0.98	0.41
5 years	-0.48 ± 1.53	-0.35 ± 1.19	0.72	-0.40 ± 2.13	-0.31 ± 1.59	0.92

Cataract Sx, cataract surgery; D, diopters; NoSx, no surgery; Y, years.

IOL replacement due to refractive reasons [2 (6.6%) eyes], penetrating keratoplasty and IOL removal [2 (6.6%) eyes], cystoid macular edema [1 (3.3%) eyes], and retinal detachment [1 (3.3%) eye]. Five (62.5%) of the eyes that underwent uncomplicated cataract surgery developed posterior capsular opacification but no other significant complications.

**DISCUSSION**

Despite being a procedure performed in complex eyes with previous damage in the intraocular structures, secondary iris-claw IOL implantation for aphakia seems an effective and safe procedure during, at least, the first 5 years after surgery. The

results of this study are in line with those of our previously published study that included 128 aphakic eyes.<sup>11</sup> In our experience, secondary iris-claw IOL implantation in aphakic eyes yields excellent visual results as long as the anatomical and functional structure of the eye is preserved. Compared with uncomplicated cataract surgery with in-the-bag IOL implantation, no statistically significant differences in postoperative UDVA and CDVA were found. Interestingly, a decrease in CDVA was observed 2 years after phacoemulsification in 62.5% of the eyes, which was related to the development of opacification of the posterior capsule that required Nd:YAG laser capsulotomy.

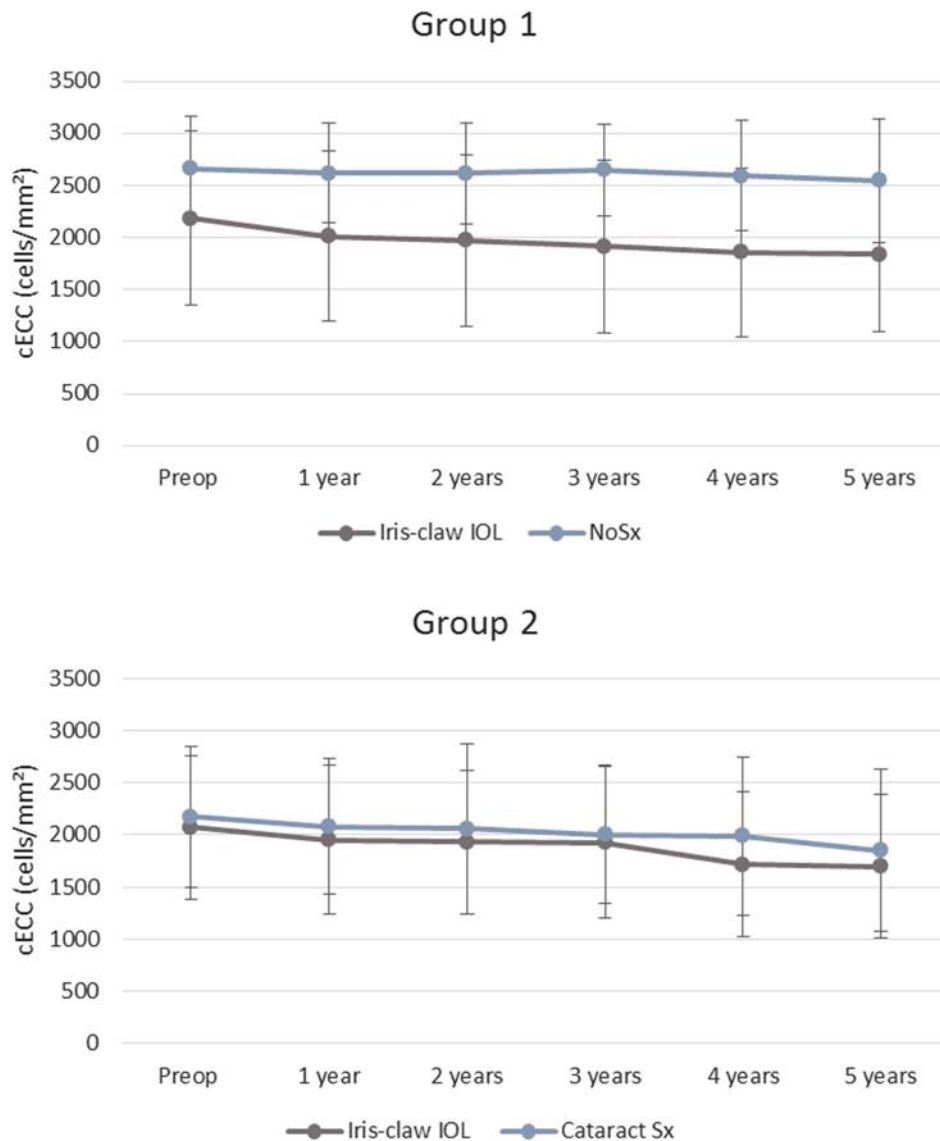
Güell et al<sup>11</sup> and Lundström et al<sup>12</sup> found that 27.3% were within ±0.5 D of emmetropia, and 32% of eyes were

**TABLE 3.** Corneal Endothelium Survival: cECCs and Percentage of Corneal Endothelial Cell Loss

	cECC (cells/mm <sup>2</sup> ), Mean ± SD (% of Endothelial Cell Loss)*					
	Preoperative	1 Year	2 Years	3 Years	4 Years	5 Years
Group 1						
Iris-claw, IOL	2186 ± 833	2012 ± 814, 7.9%*	1973 ± 822, 9.7%*	1916 ± 829, 12.3%*	1859 ± 813, 14.9%*	1841 ± 740, 15.8%*
NoSx	2664 ± 503	2620 ± 477, 1.6%*	2616 ± 481, 1.8%*	2628 ± 444, 1.4%*	2594 ± 529, 2.6%*	2545 ± 591, 4.4%*
P	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Group 2						
Iris-claw IOL	2071 ± 688	1954 ± 716, 5.6%*	1934 ± 689, 6.6%*	1928 ± 730, 6.9%*	1716 ± 697, 17.1%*	1697 ± 687, 18%*
Cataract surgery	2175 ± 673	2079 ± 651, 4.4%*	2058 ± 818, 5.3%*	2002 ± 660, 7.9%*	1990 ± 758, 8.5%*	1850 ± 776, 15%*
P	0.67	0.63	0.67	0.79	0.41	0.68

\*% of endothelial cell loss compared with baseline.  
G1, group 1; G2, group 2; NoSx, no surgery.





**FIGURE 1.** Preoperative and postoperative ECC (cells per square millimeter) after secondary iris-claw IOL implantation in the 2 groups studied. Group 1 (iris-claw vs. no surgery); group 2 (iris-claw vs. cataract surgery) (mean ± SD at each follow-up point).

within ± 1 D of emmetropia, which is much lower than the standards for uncomplicated cataract surgery. Our results are in agreement with the findings of De Silva et al.<sup>13</sup> Of note, there is a wide range of postoperative refractive results as demonstrated by a relatively high SD, which may be related to the limitations in IOL power calculation in aphakic eyes, especially if ultrasound biometry is used. In our hands, although the 5.2-mm incision required for the implantation of the Artisan may induce astigmatism and slow down the postoperative visual recovery, an adequate design of the incision using a 2-plane approach and cautious postoperative management of the sutures have provided astigmatism-neutral incisions.

Complications after secondary iris-claw IOL implantation in aphakic eyes are usually related to a preexisting eye disease or predisposing factor rather than to the IOL implantation itself.<sup>8-12</sup> In this study, we found that the overall incidence of complications was in line with previous

studies.<sup>11-15</sup> However, the effect of the IOL on the corneal endothelium remains a concern.

Because the mean preoperative corneal ECCs were significantly lower in the aphakic eyes because of a previously complicated surgery, raw ECC data should not be compared to determine the effect of iris-claw IOL implantation. Still, the percentage of endothelial cell loss was significantly higher in the eyes that underwent secondary iris-claw IOL implantation compared with unoperated eyes and the eyes undergoing uncomplicated cataract surgery: 15.8% and 18% after iris-claw IOL implantation versus 4.4% in unoperated eyes (physiological cell loss is 0.6% per year) and 15% after phacoemulsification at 5 years.

The reported endothelial cell loss after cataract surgery varies between 4% and 25%, depending on the series. Moreover, the period of increased postoperative endothelial cell loss remains unknown. In this study, the endothelial loss 2 years after surgery was 5.3%. Five years after surgery, we



found a 15% endothelial cell loss when we compared the values of the patients who reached the 5-year follow-up point with the preoperative values of the total sample. Interestingly, when we compared the 5-year postoperative data with the preoperative data of those same patients, endothelial cell loss decreased to 8.1%. This is, indeed, a demonstration of the selection bias that retrospective studies are sensitive to.

The total loss of endothelial cells caused by surgery should be evaluated during the immediate postoperative period, and, in our series, ECC decreased 4% in the first year, which correlates with the results reported in the literature.<sup>16,17</sup> Chronic annualized ECC loss is induced by an IOL in place (iris-claw IOL vs. posterior chamber IOL) probably for the long-term effect of the AC iris fixation and the flexibility of the pseudophakic-iris diaphragm on the ECC. The percentage of cECC loss is similar to that reported in other published studies.<sup>11,18,19</sup> Endothelial safety has also been proved in vitrectomized eyes.<sup>18–25</sup>

To protect the corneal endothelium and provide a more physiological optical position of the lens, some authors have suggested retropupillary fixation of the iris-claw IOL.<sup>6,21–23,26</sup> Anbari et al<sup>25</sup> described that the mean cell loss 2 years after retropupillary iris-claw IOL implantation was  $11.9\% \pm 2.0\%$ , which is similar to our results with AC implantation. Prospective, comparative studies and longer-term follow-up data are required to establish whether any of these techniques is superior in terms of corneal endothelial cell survival. In our experience, implantation in the AC is easier and allows for better control of centration and orientation of the IOL, which is paramount to avoid visual complications such as glare or halos, especially in pupils bigger than 4 mm. Of note, a different A constant should be used when calculating the power of the IOL.<sup>9</sup> However, the purpose of our study was not to compare the Artisan IOL with other methods of aphakia correction, and from our data, no definite conclusions can be drawn. Although the decrease in cECC is not clinically significant in most cases, we encountered 2 (3.3%) cases of corneal decompensation that required penetrating keratoplasty and removal of the lens. If we only compare group 2 for the 1- to 5-year period on the IOL in the PC causes lower EC loss as compared with an iris-fixed IOL in the AC.

Several mechanisms may explain the greater percentage of the corneal endothelial cell loss after iris-claw IOL implantation in aphakic eyes compared with phakic eyes.<sup>25–28</sup> First, the corneal endothelium may have been already damaged because of previous complicated intraocular surgeries or traumatic eye injuries. Therefore, preoperative cECC is usually lower than that in the age-matched untouched eyes, as shown in this study. Second, the AC tends to collapse easily because of the low scleral rigidity of aphakic eyes. Thus, generous use of viscoelastic and extreme caution during surgery are mandatory to limit intraoperative endothelial cell damage. Finally, postoperative endothelial cell loss may be due to a mechanical factor. Although the AC is much deeper in aphakic eyes, decreased scleral rigidity may result in increased movement of the lens inside the AC that may induce further endothelial damage. Patients should be strictly cautioned against rubbing their eyes.

Because we systematically perform thorough anterior vitrectomy in the presence of vitreous in the AC and peripheral iridectomy, none of our patients experienced pupillary-block glaucoma.<sup>11</sup> Other mechanisms of increased IOP and/or glaucoma are steroid-induced, subclinical anterior uveitis, and/or pigment dispersion.<sup>8</sup> Interestingly, cystoid macular edema occurred in 1.6%, which is lower than the 7.7% incidence reported by De Silva et al.<sup>13</sup>

Similar to most studies on secondary IOL implantation, the main limitations of this study are the retrospective approach, the decay in the number of eyes throughout the follow-up, and the low number of eyes in each group and subgroup. So, the results at 5 years must be taken with caution. Another limitation of our study is the wide range of SD that was observed in aphakic eyes. This is common in this type of eyes, as the causes that lead to aphakia are also usually varied and may have caused a different amount of endothelial damage. Although this wide range of SD decreases the power of our study, we believe that our study gives a real picture of the specific challenges of aphakic eyes in a real-world clinical setting.

Moreover, there is also an undetermined variability given that all aphakic eyes were analyzed together despite the cause of aphakia being different. Despite these limitations, to our knowledge, this is the first paired-eye comparison of secondary IOL implantation in aphakic eyes versus uncomplicated cataract surgery.

In conclusion, visual rehabilitation with secondary iris-claw IOL implantation in aphakic eyes without capsular support seems to be an effective and safe procedure. As expected, uncomplicated cataract surgery with PC IOL implantation showed lower ECC loss. Close monitoring of the corneal endothelium is mandatory.

## REFERENCES

- Lundström M, Brege KG, Florén I, et al. Postoperative aphakia in modern cataract surgery: part 1: analysis of incidence and risks based on 5-year data from the Swedish National Cataract Register. *J Cataract Refract Surg.* 2004;30:2105–2110.
- Güell JL, Velasco F, Malecaze F, et al. Secondary Artisan-Versysise aphakic lens implantation. *J Cataract Refract Surg.* 2005;31:2266–2271.
- Güell JL, Morral M, Gris O, et al. Five-year follow up of 399 phakic artisan-versysise implantation for myopia, hyperopia and/or astigmatism. *Ophthalmology.* 2008;115:1002–1012.
- Hazar L, Kara N, Bozkurt E, et al. Intraocular lens implantation procedures in aphakic eyes with insufficient capsular support associated with previous cataract surgery. *J Refract Surg.* 2013;29:685–691.
- Teng H, Zhang H. Comparison of artisan iris-claw intraocular lens implantation and posterior chamber intraocular lens sulcus fixation for aphakic eyes. *Int J Ophthalmol.* 2014;7:283–287.
- Worst JGF, Massaro RG, Ludwig HH. The introduction of an artificial lens into the eye using Binkhorst's technique. *Ophthalmologica.* 1972;164:387–389.
- Worst JGF, Los LI. Some aspects of implant surgery. *Eur J Implant Refract Surg.* 1991;3:157–167.
- Gicquel JJ, Langman ME, Dua HS. Iris claw lenses in aphakia. *Br J Ophthalmol.* 2009;93:1273–1275.
- Dick HB, Augustin AJ. Lens implant selection with absence of capsular support. *Curr Opin Ophthalmol.* 2001;12:47–57.
- Lett KS, Chaudhuri PR. Visual outcomes following Artisan aphakia iris claw lens implantation. *Eye (Lond).* 2011;25:73–76.
- Güell JL, Verdaguier P, Elies D, et al. Secondary iris-claw anterior chamber lens implantation in patients with aphakia without capsular support. *Br J Ophthalmol.* 2014;98:658–663.

12. Lundström M, Barry P, Henry Y, et al. Participation in the EUREQUO database report. *J Cataract Refract Surg.* 2012;38:1510.
13. De Silva SR, Arun K, Anandan M, et al. Iris-claw intraocular lenses to correct aphakia in the absence of capsule support. *J Cataract Refract Surg.* 2011;37:1667–1672.
14. Sminia ML, Odenthal MT, Prick LJ, et al. Long-term follow-up of the corneal endothelium after aphakic iris-fixated IOL implantation for bilateral cataract in children. *J Cataract Refract Surg.* 2011;37:866–872.
15. Odenthal MT, Sminia ML, Prick LJ, et al. Long-term follow-up of the corneal endothelium after artisan lens implantation for unilateral traumatic and unilateral congenital cataract in children: two case series. *Cornea.* 2006;25:1173–1177.
16. Bourne RR, Minassian DC, Dart JK, et al. Effect of cataract surgery on the corneal endothelium; modern phacoemulsification compared with extracapsular cataract surgery. *Ophthalmology.* 2004;111:679–685.
17. Mencucci R, Ponchietti C, Virgili G, et al. Corneal endothelial damage after cataract surgery: microincision versus standard technique. *J Cataract Refract Surg.* 2006;32:1351–1354.
18. Koss MJ, Kohnen T. Intraocular architecture of secondary implanted anterior chamber iris-claw lenses in aphakic eyes evaluated with anterior segment optical coherence tomography. *Br J Ophthalmol.* 2009;93:1301–1306.
19. Cleary C, Lanigan B, O’Keeffe M. Artisan iris-claw lenses for the correction of aphakia in children following lensectomy for ectopia lentis. *Br J Ophthalmol.* 2012;96:419–421.
20. Riazi M, Moghimi S, Najmi Z, et al. Secondary artisan-verysise intraocular lens implantation for aphakic correction in post-traumatic vitrectomized eye. *Eye (Lond).* 2008;22:1419–1424.
21. Holt DG, Young J, Stagg B, et al. Anterior chamber intraocular lens, sutured posterior chamber intraocular lens, or glued intraocular lens: where do we stand? *Curr Opin Ophthalmol.* 2012;23:62–67.
22. Koenig SB, Apple DJ, Hyndiuk RA. Penetrating keratoplasty and intraocular lens exchange: open-loop anterior chamber lenses versus sutured posterior chamber lenses. *Cornea.* 1994;13:418–421.
23. Gicquel JJ, Guigou S, Bejjani RA, et al. Ultrasound biomicroscopy study of the Verisyse aphakic intraocular lens combined with penetrating keratoplasty in pseudophakic bullous keratopathy. *J Cataract Refract Surg.* 2007;33:455–464.
24. Van der Meulen IJ, Gunning FP, Vermeulen MG, et al. Artisan lens implantation to correct aphakia after vitrectomy for retained nuclear lens fragments. *J Cataract Refract Surg.* 2004;30:2585–2589.
25. Anbari A, Lake DB. Posteriorly enclavated iris claw intraocular lens for aphakia: long-term corneal endothelial safety study. *Eur J Ophthalmol.* 2015;25:208–213.
26. Menezo JL, Martinez MC, Al Cisneros. Iris-fixated Worst claw versus sulcus-fixated posterior chamber lenses in the absence of capsular support. *J Cataract Refract Surg.* 1996;22:1476–1484.
27. Doors M, Berendschot TT, Webers CA, et al. Model to predict endothelial cell loss after iris-fixated phakic intraocular lens implantation. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2010;51:811–815.
28. Na KS, Jeon S, Joo CK. Effect of intraoperative manipulation during iris-claw phakic IOL implantation on endothelium. *Can J Ophthalmol.* 2013;48:259–264.



## 8. CONCLUSIONES

La recuperación visual en pacientes afáquicos sin soporte capsular tras el implante secundario de LIO de fijación iridiana Artisan, parece ser un procedimiento efectivo, previsible y seguro.

Permiten la posibilidad y seguridad de trabajar con lentes tóricas, centrado sobre la pupila, sea cual sea la posición, y están asociadas a un riesgo quirúrgico bajo utilizando una técnica quirúrgica sencilla.

La correcta indicación mediante el estudio preoperatorio del paciente es fundamental para prevenir posibles complicaciones.

Como esperábamos, la pérdida de células endoteliales es más alta en los pacientes intervenidos con implante de LIO Artisan, que en los pacientes que no presentan cirugía o en los que se le ha realizado una cirugía de catarata no complicada.

Es importante realizar siempre un seguimiento de estos pacientes mediante controles periódicos postoperatorios con contajes endoteliales para el estudio del endotelio corneal.



## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. Krag S, Andreassen TT. Mechanical properties of the human lens capsule. *Prog Retin Eye Res* 2003; 22(6):749-67.
2. Drolsum L, Rand-Hendriksen S, Paus B, Geiran OR, Semb SO. Ocular findings in 87 adults with Ghent-1 verified Marfan syndrome. *Acta Ophthalmol* 2015; 93(1):46-53.
3. Wagoner MD, Cox TA, Ariyasu RG, Jacobs DS, Karp CL; American Academy of Ophthalmology. Intraocular lens implantation in the absence of capsular support: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology* 2003; 110(4):840-59.
4. Bellamy JP, Queguiner F, Salamé N, Montard M. Secondary intraocular lens implantation: methods and complications. *J Fr Ophthalmol* 2000; 23:73-80.
5. Lundström M, Brege KG, Florén I, Lundh B, Stenevi U, Thorburn W. Postoperative aphakia in modern cataract surgery: part 1: analysis of incidence and risks based on 5-year data from the Swedish National Cataract Register. *J Cataract Refract Surg* 2004; 30:2015-2110.
6. Bayramlar HS, Hepsen IF, Cekiç O, Gündüz A. Comparison of the results of primary and secondary implantation of flexible open-loop anterior chamber intraocular lens. *Eye (Lond)* 1998; 12 (Pt 5):826-8.

7. Malinowski SM, Mieler WF, Koenig SB, Han DP, Pulido JS. Combined pars plana vitrectomy-lensectomy and open-loop anterior chamber lens implantation. *Ophthalmology* 1995; 102:211–216.
8. Rao SK, Padmanabhan P. Scleral posterior chamber intraocular lens fixation in children. *J Cataract Refract Surg* 2002; 28:389–391.
9. Stark WJ, Gottsch JD, Goodman DF, Goodman GL, Prutzer K. Posterior chamber intraocular lens implantation in the absence of capsular support. *Arch Ophthalmol* 1989; 107:1078–1083.
10. McCluskey P, Harrisberg B. Long-term results using scleral fixated posterior chamber intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 1994; 20:34-9.
11. Biro Z. Results and complications of secondary intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 1993; 19:64-7.
12. Mannarino AP, Hannush SB. A new technique for transscleral fixation of a posterior chamber intraocular lens in the absence of capsular support during penetrating keratoplasty. *Refract Corneal Surg* 1990; 6:353–356.
13. Malta JB, Banitt M, Musch DC, et al. Long-term outcome of combined penetrating keratoplasty with scleral-sutured posterior chamber intraocular lens implantation. *Cornea* 2009;28:741-6.
14. Gabor SG, Pavlidis MM. Sutureless intrascleral posterior chamber intraocular lens fixation. *J Cataract Refract Surg* 2007; 33(11):1851-4.
15. Farjo AA, Rhee DJ, Soon HK, Meyer RF, Sugar A. Iris sutured posterior chamber intraocular lens implantation during penetrating keratoplasty. *Cornea* 2004; 23:1-2.
16. Michaeli A, Assia EL. Scleral and iris fixation of posterior chamber lenses in the absence of capsular support. *Curr Opin Ophthalmol* 2005; 16:57-60.

17. Hykin PG, Gardner ID, Corbett MC, Cheng H. Primary or secondary anterior chamber lens implantation after extracapsular cataract surgery and vitreous loss. *Eye* 1991;5: 694-8.
18. Drolsum L, Haaskjold E. Secondary implantation of flexible open loop anterior chamber IOLs. *Acta Ophthalmol* 1993; 71:482-6.
19. Brunette I, Stulting RD, Rinne JR, Waring GO 3rd, Gemmil M. Penetrating keratoplasty with anterior or posterior chamber intraocular lens implantation. *Arch Ophthalmol* 1994; 112:1311–1319.
20. Bellucci R, Pucci V, Morselli S, Bonomi L. Secondary implantation of angle-supported anterior chamber and scleral-fixated posterior chamber intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 1996; 22:247–252.
21. Lyle WA, Jin J-C. Secondary intraocular lens implantation: anterior chamber vs posterior chamber lenses. *Ophthalmic Surg* 1993; 24:375–381.
22. Weene LE. Flexible open-loop anterior chamber intraocular lens implants. *Ophthalmology* 1993; 100:1636–1639.
23. Ellerton CR, Rattigan SM, Chapman FM, Chitkara DK, Smerdon DL. Secondary implantation of open-loop, flexible, anterior chamber intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 1996; 22:951–954.
24. Hazar L, Kara N, Bozkurt E, Ozgurhan EB, Demirok A. Intraocular lens implantation procedures in aphakic eyes with insufficient capsular support associated with previous cataract surgery. *J Refract Surg* 2013; 29:685-91.
25. Worst JGF, Massaro RG, Ludwig HHH. The introduction of an artificial lens into the eye using Binkhorst's technique. *Ophthalmologica* 1972; 164:387–389; discussion, 389–391.



26. Worst JGF, Los LI. Some aspects of implant surgery. *Eur J Implant Refract Surg* 1991; 3:157–167.
27. Gicquel JJ, Langman ME, Dua HS. Iris claw lenses in aphakia. *Br J Ophthalmol* 2009;93:1273-5.
28. Menezo JL, Martinez MC, Cisneros AL. Iris–fixated Worst claw versus sulcus–fixated posterior chamber lenses in the absence of capsular support. *J Cataract Refract Surg* 1996; 22:1476–1484.
29. Lifshitz T, Levy J, Klemperer I. Artisan aphakic intraocular lens in children with subluxated crystalline lenses. *J Cataract Refract Surg* 2004; 30:1977-81.
30. Fechner PU, van der Heijde GI, Worst JGF. The correction of myopia by lens implantation into phakic eyes. *Am J Ophthalmol* 1989; 107:659-63.
31. Güell JL, Velasco F, Malecaze F, Vázquez M, Gris O, Manero F. Secondary Artisan-Verysise aphakic lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2005; 31(12):2266-71.
32. De Silva SR, Arun K, Anandan M, Glover N, Patel CK, Rosen P. Iris-claw intraocular lenses to correct aphakia in the absence of capsule support. *J Cataract Refract Surg* 2011;37:1667-72.
33. Sminia ML, Odenthal MT, Prick LJ, Mourits MP, Völker-Dieben HJ. Long-term follow-up of the corneal endothelium after aphakic iris-fixated IOL implantation for bilateral cataract in children. *J Cataract Refract Surg* 2011; 37:866-72.
34. Bourne WM, Kaufman HE. The endothelium of clear corneal transplants. *Arch Ophthalmol* 1976; 94(10):1730-2.
35. Pallikaris IG, Kalyvianaki MI, Kymionis GD, Panagopoulou SI. Phakic refractive lens implantation in high myopic patients: One-year results. *J Cataract Refract Surg* 2004; 30: 1190-1197.

36. Odenthal MT, Sminia ML, Prick LJ, Gortzak-Moorstein N, Völker-Dieben HJ. Long-term follow-up of the corneal endothelium after artisan lens implantation for unilateral traumatic and unilateral congenital cataract in children: two case series. *Cornea* 2006; 25:1173-7.
37. Riazi M, Moghimi S, Najmi Z, Ghaffari R. Secondary Artisan-Verysise intraocular lens implantation for aphakic correction in post-traumatic vitrectomized eye. *Eye* 2008; 22:1419-24.
38. Teng H, Zhang H. Comparison of artisan iris-claw intraocular lens implantation and posterior chamber intraocular lens sulcus fixation for aphakic eyes. *Int J Ophthalmol* 2014; 7:283-287.
39. Dick HB, Augustin AJ. Lens implant selection with absence of capsular support. *Curr Opin Ophthalmol* 2001; 12:47-57.
40. Güell JL, Verdaguer P, Elies D, Gris O, Manero F, Mateu-Figueras G, Morral M. Secondary iris-claw anterior chamber lens implantation in patients with aphakia without capsular support. *Br J Ophthalmol* 2014; 98:658-663.
41. Güell JL, Verdaguer P, Mateu-Figueras G, Elies D, Gris O, Amich JM, Manero F, Morral M. Unilateral Iris-Claw Intraocular Lens Implantation for Aphakia: A Paired-Eye Comparison. *Cornea* 2016 Aug 24.
42. Holt DG, Young J, Stagg B, Ambati BK. Anterior chamber intraocular lens, sutured posterior chamber intraocular lens, or glued intraocular lens: where do we stand? *Curr Opin Ophthalmol* 2012 ; 23(1):62-7.
43. Anbari A, Lake DB. Posteriorly enclavated iris claw intraocular lens for aphakia: long-term corneal endothelial safety study. *Eur J Ophthalmol* 2015; 25:208-13.

44. Koss MJ, Kohnen T. Intraocular architecture of secondary implanted anterior chamber iris-claw lenses in aphakic eyes evaluated with anterior segment optical coherence tomography. *Br J Ophthalmol* 2009; 93:1301–1306.
45. Lett KS, Chaudhuri PR. Visual outcomes following Artisan aphakia iris claw lens implantation. *Eye* 2011; 25:73–76.
46. Blurne WM, Nelson LR, Hodge DO. Central corneal endothelial cell changes over a ten-year period. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1997; 38(3):779-82.
47. Saxena R, Boekhoorn SS, Mulder PGH, Noordzij B, van Rij G, Luyten GPM. Long-term follow-up of endothelial cell change after Artisan phakic intraocular lens implantation. *Ophthalmology* 2008;115:608-613.
48. Bourne RR, Minassian DC, Dart JK, Rosen P, Kaushal S, Wingate N. Effect of cataract surgery on the corneal endothelium; modern phacoemulsification compared with extracapsular cataract surgery. *Ophthalmology* 2004; 111:679–85.
49. Mencucci R, Ponchiotti C, Virgili G, Giansanti F, Menchini U. Corneal endothelial damage after cataract surgery: Microincision versus standard technique. *J Cataract Refract Surg* 2006; 32:1351–4.
50. Pop M, Payette Y. Initial results of endothelial cell counts after Artisan lens for phakic eyes: an evaluation of the United States Food and Drug Administration Ophtec Study. *Ophthalmology* 2004; 111(2):309-17.
51. Cleary C, Lanigan B, O'Keeffe M. Artisan iris-claw lenses for the correction of aphakia in children following lensectomy for ectopia lentis. *Br J Ophthalmol*. 2012; 96:419-21.
52. Forlini M, Soliman W, Bratu A, Rossini P, Cavallini GM, Forlini C. Long-term follow-up of retropupillary iris-claw intraocular lens implantation: a retrospective analysis. *BMC Ophthalmol* 2015 Oct 27;15:143.

53. Gicquel JJ, Guigou S, Bejjani RA, Briat B, Ellies P, Dighiero P. Ultrasound biomicroscopy study of the Verisyse aphakic intraocular lens combined with penetrating keratoplasty in pseudophakic bullous keratopathy. *J Cataract Refract Surg* 2007; 33: 455-64.
54. Van der Meulen IJ, Gunning FP, Vermeulen MG, de Smet MD. Artisan lens implantation to correct aphakia after vitrectomy for retained nuclear lens fragments. *J Cataract Refract Surg* 2004; 30:2585-9.
55. Baikoff G, Lutun E, Ferraz C, Wei J. Static and dynamic analysis of the anterior segment with optical coherence tomography. *J Cataract Refract Surg* 2004; 30:1843-1850.
56. Tahzib NG, Nuijts RM, Wu WY, Budo CJ. Long term study of Artisan phakic intraocular lens implantation for the correction of moderate to high myopia: ten-years follow up results. *Ophthalmology* 2007; 114(6):1133-42.
57. Güell JL, Morral M, Kook D, Kohnen T. Phakic intraocular lenses part 1: historical overview, current models, selection criteria, and surgical techniques. *J Cataract Refract Surg* 2010; 36(11):1976-93.
58. Kohnen T, Kook D, Morral M, Güell JL. Phakic intraocular lenses: part 2: results and complications. *J Cataract Refract Surg* 2010; 36(12):2168-94.
59. Doors M, Berendschot TT, Webers CA, Nuijts RM. Model to predict endothelial cell loss after iris-fixated phakic intraocular lens implantation. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2010; 51:811-5
60. Dick HB, Alió J, Bianchetti M, Budo C, Christiaans BJ, El-Danasoury MA, Güell JL, Krumeich J, Landes M, Loureiro F, Luyten GPM, Marinho A, Rahhal MS, Schwenn O, Spirig R, Thomann U, Venter J. Toric phakic intraocular lens; European multicenter study. *Ophthalmology* 2003; 110: 150-162.

61. Na KS, Jeon S, Joo CK. Effect of intraoperative manipulation during iris-claw phakic IOL implantation on endothelium. *Can J Ophthalmol*. 2013; 48:259-64.
62. Benedetti S, Casamenti V, Benedetti M. Long-term endothelial changes in phakic eyes after Artisan intraocular lens implantation to correct myopia; five-year study. *J Cataract Refract Surg* 2007; 33:784-790.
63. Lundström M, Barry P, Henry Y, Rosen P, Stenevi U. Participation in the EUREQUO database report. *J Cataract Refract Surg* 2012; 38: 1510.
64. Morral M, Güell JL, El Hussein MA, Elies D, Gris O, Manero F. Paired-eye comparison of corneal endothelial cell counts after unilateral iris-claw phakic intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2016; 42(1):117-26.
65. Chen Y, Liu Q, Xue C, Huang Z, Chen Y. Three-year follow-up of secondary anterior iris fixation of an aphakic intraocular lens to correct aphakia. *J Cataract Refract Surg* 2012; 38(9):1595-601.

