

# Tratamiento simultáneo de la aniridia postraumática, afaquia y astigmatismo: revisión de la literatura y nueva técnica quirúrgica

## *Simultaneous treatment of post-traumatic aniridia, aphakia and astigmatism: a review of the literature and a new surgical technique*

A. Dyrda, A. Rey, MS. Pighin, I. Jürgens

Institut Català de Retina. Barcelona.

### Correspondencia:

Agnieszka Dyrda

E-mail: [agnieszkaannadyrda@wp.pl](mailto:agnieszkaannadyrda@wp.pl)

### Resumen

**Introducción:** Las lesiones oculares se asocian frecuentemente con daños en la córnea, el iris y el cristalino resultando en aniridia, afaquia y astigmatismo que deben tratarse después del cierre primario. Existen varios métodos para corregir estos defectos de forma combinada.

**Objetivo:** Revisar la literatura sobre el manejo simultáneo de la afaquia postraumática, la aniridia total y el astigmatismo y proponer una nueva técnica quirúrgica.

**Material y método:** Se incluyeron en la revisión sólo los artículos que presentaban tratamiento simultáneo de la afaquia postraumática y aniridia total. Se describió una nueva técnica quirúrgica con el uso de un iris artificial (IA) (Customfex ArtificialIris, HumanOptics) y una LIO tórica (Carlevale, Soleko) para mejorar el centrado de la lente intraocular (LIO) y limitar las complicaciones dependientes de la sutura.

**Resultados:** A través de una revisión se identificaron 66 artículos, pudiendo incluir 33. Sólo un artículo mencionó el tratamiento simultáneo del astigmatismo y en sólo uno se utilizó la LIO Carlevale en una configuración diferente. No se observaron complicaciones. Se consiguieron buenos resultados funcionales, estéticos y el complejo IA-LIO permaneció bien posicionado.

**Conclusiones:** El manejo simultáneo de la afaquia postraumática, la aniridia y el astigmatismo es factible utilizando el complejo de IA-LIO Carlevale. Esta nueva y prometedora técnica ofrece una excelente alineación y fijación con seis puntos del soporte al sulcus, mejorando el centrado y la estabilidad. La LIO tórica y el iris personalizado mejoran los resultados tanto funcionales como estéticos.

**Palabras clave:** Complejo iris artificial-lente intraocular. Lente Carlevale. Aniridia y afaquia postraumáticas. Astigmatismo. Técnica quirúrgica.

### Resum

**Introducció:** Les lesions oculars s'associen freqüentment amb danys a la còrnia, l'iris i el cristal·lí resultant en aniridia, afaquia i astigmatisme que s'ha de tractar després del tancament primari. Existeixen diversos mètodes per corregir aquests defectes combinats.

**Objectiu:** Revisar la literatura sobre el tractament simultani de l'afàquia post traumàtica, l'aniridia total i l'astigmatisme i presentar una nova tècnica quirúrgica d'aquesta patologia poc freqüent.

**Material i mètode:** Es van incloure en la revisió només els articles que presentaven tractament simultani de l'afàquia post traumàtica i aniridia total. Es va descriure una nova tècnica quirúrgica amb l'ús d'un iris artificial (IA) (Customfex ArtificialIris, HumanOptics) i una LIO tòrica (Carlevale, Soleko) per millorar la centrada de la lent intraocular (LIO) i limitar les complicacions dependents de la sutura.

**Resultats:** A través d'una revisió sistemàtica es van identificar 66 articles, podent incloure'n 33. Només un dels articles va esmentar el tractament simultani de l'astigmatisme en el mateix procediment i en un altre es va utilitzar la lent Carlevale en una configuració diferent. No es van observar complicacions. Es van aconseguir bons resultats funcionals, estètics i el complex LIO-IA va quedar ben posicionat.

**Conclusions:** El maneig simultani de l'afàquia post traumàtica, l'aniridia i l'astigmatisme és factible utilitzant la lent intraocular Carlevalle sobre un iris artificial. Aquesta nova i prometedora tècnica ofereix una excel·lent alineació LIO-iris i sis punts de fixació del complex LIO-IA al sulcus, millorant el centrat i l'estabilitat. La lent intraocular tòrica i l'iris personalitzats milloren els resultats tant funcionals com estètics.

**Paraules clau:** Complex iris artificial-lent intraocular. Lent Carlevalle. Aniridia i afàquia post traumàtiques. Astigmatisme. Tècnica quirúrgica.

### Abstract

**Introduction:** Ocular injuries are frequently associated with corneal, iris, and lens damage resulting in post-traumatic aniridia, aphakia and astigmatism which should be treated after the primary globe repair. There are various methods to correct combined lens and iris defects.

**Purpose:** To review the literature on managing post-traumatic aphakia, total aniridia, and astigmatism and to propose a new surgical technique for the simultaneous treatment of this rare condition.

**Material and method:** Only reports presenting simultaneous treatment of post-traumatic aphakia and total aniridia were included in the review. A novel surgical approach with an artificial iris (AI) (Customfex ArtificialIris, HumanOptics) and a toric IOL (Carlevalle, Soleko) was used to improve centration and limit suture-dependent complications.

**Results:** A systematic review identified 66 reports with 33 eligible ones. Only one report mentioned simultaneous treatment of astigmatism, and in another one, Carlevalle IOL was used in a different configuration. No complications were observed. Good functional and cosmetic results were achieved, and the IOL-AI complex remained well-positioned.

**Conclusions:** Simultaneous management of post-traumatic aphakia, aniridia, and astigmatism is feasible using the Carlevalle IOL to support an AI. This new promising technique offers excellent IOL-iris alignment and six points of fixation of the IOL-IA complex to the sulcus, improving centration and stability. The customized toric IOL and iris improve both functional and aesthetic results.

**Key words:** Artificial iris-intraocular lens complex. Carlevalle lens. post-traumatic aniridia and aphakia. Astigmatism. Surgical technique

## Introducción

Los traumatismos oculares frecuentemente asocian simultáneamente daño en la córnea, iris y cristalino. Las roturas del esfínter del iris se encuentran en el 20%, la iridodiálisis en el 10% y la aniridia traumática en el 1% de los traumatismos del globo<sup>1</sup>. La aniridia traumática es una ausencia total o parcial del tejido del iris debido a la diálisis de la raíz del iris y la extrusión del iris a través de una herida escleral o corneal<sup>2</sup>.

Después de la reparación primaria del globo y una vez que se manejan las eventuales cirugías por complicaciones de la retina, la reconstrucción ocular se vuelve importante para 1) compartimentar el ojo, 2) mejorar la calidad de la visión y 3) restablecer una apariencia cosmética satisfactoria.

Existen varios métodos para corregir la deficiencia del iris, como las lentes de contacto cosméticas de color, los tatuajes corneales, los implantes estromales intracorneales y el abordaje intraocular: pupiloplastia ( $\leq 2$  horas) o implantes intraoculares [dispositivos protésicos de iris "prosthetic iris devices" (PID)].

Los PID proporcionan una solución permanente y eficaz a la aniridia traumática. Se pueden clasificar en 3 grupos: 1) prótesis artificial de iris artificial-lente intraocular (IA-LIO); 2) PID basado en anillo de tensión capsular; y 3) IA personalizado<sup>3</sup>. Fundamentalmente, la selección del PID tiene en cuenta diversos factores,

incluido el estado del cristalino, la integridad de la capsula y la gravedad y extensión del defecto del iris<sup>3,4</sup>. En caso de afaquia y aniridia simultáneas, la reconstrucción ocular requiere de lente intraocular y prótesis de iris.

Existen varios métodos para corregir los defectos combinados del cristalino y el iris. Por lo general, las opciones preferidas son la prótesis de IA-LIO [diafragma de lente de iris "iris-lens diaphragm" (ILD)] o la implantación simultánea del IA personalizado con diferentes tipos de LIO.

La ventaja del ILD (implantes Aniridia, Morcher GmbH<sup>5-13</sup>; 311 Lente Anitidia II, Ophtec BV10,<sup>14-18</sup>; Iris Artisan, Ophtec BV; Iris artificial, Reper, Nizhny Novogrod<sup>19-21</sup>; o MCaregroup Sight Solution Private Limited<sup>22</sup>) es que trata la aniridia y la afaquia simultáneamente. Aun así, requiere una gran incisión corneal o corneoescleral, y su colocación en el segmento anterior es difícil debido a su rigidez y fragilidad.

Artisan Iris, a diferencia del resto de ILD, que se fijan al sulcus, necesita restos estables del iris debido al sistema de fijación "iris-claw".

El IA personalizado (Customfex ArtificialIris, HumanOptics<sup>23-28</sup>; Dr Schmidt Intraocularlinsen GmbH, HumanOptics<sup>29-33</sup>) es plegable debido a su material de silicona y a la falta de óptica central, por lo que solo requiere una pequeña incisión corneal. Además, la personalización (el color del iris coincide con la fotografía del iris

contralateral) aumenta la satisfacción cosmética. La necesidad de una LIO separada es una desventaja, ya que no existe una estandarización de la LIO o la técnica quirúrgica.

No existe consenso sobre qué dispositivo o abordaje quirúrgico se debe utilizar para corregir la afaquia y la aniridia simultáneamente.

Los nuevos diseños de lentes intraoculares ofrecen un mejor centrado, una mayor estabilidad, una fijación sin suturas y una corrección del astigmatismo.

## Material y método

El estudio fue aprobado por el comité de ética de nuestro centro siguiendo los principios de la Declaración de Helsinki. Se obtuvo el consentimiento informado por escrito de la paciente.

### Búsqueda bibliográfica

Se realizó una búsqueda avanzada en Medline y Embase de forma independiente por 2 revisores (AD, AR). La búsqueda incluyó los siguientes términos: (Iris) AND (aniridia) AND (implant OR prosthesis OR artificial OR device) AND (ocular trauma), sin establecer limitaciones en cuanto a los campos de búsqueda, la fecha o el idioma. Cada término de búsqueda era un sinónimo de "implante" o una enfermedad asociada con aniridia, lo que permitía una búsqueda amplia y minimizaba el posible sesgo de selección. Se revisó toda la literatura recuperada y se aplicaron los siguientes criterios de exclusión: lengua no inglesa, estudios no humanos, publicaciones no revisadas, revisiones sistemáticas, no discusión de la técnica quirúrgica, otras causas de aniridia, aniridia parcial (<75%), no afaquia. Teniendo en cuenta la rareza de esta afección, se incluyeron todos los artículos que presentaban casos de aniridia y afaquia postraumática y su manejo. Se registraron los datos sobre la cirugía, el dispositivo utilizado, la forma de fijación, el seguimiento y los resultados funcionales (Tabla 1).

### Caso clínico

Mujer de 20 años fue remitida a nuestro centro para tratar la aniridia postraumática y la afaquia del ojo derecho (OD) 2 meses después del cierre de la herida primaria. A la exploración se diagnosticó desprendimiento de retina (DR) secundario a diálisis retiniana.

La paciente fue sometida a vitrectomía pars plana (VPP) 25G, endoláser e intercambio con gas SF6 al 20% sin complicaciones intra y postoperatorias. También se le diagnosticó neuropatía óptica traumática en OD. Su agudeza visual mejor corregida (AVMC) y presión intraocular (PIO) en el OD fue de 0,3 con lente de contacto y 16 mmHg, respectivamente.

Un año después de la cirugía de DR exitosa, se ofreció a la paciente el manejo simultáneo de aniridia, afaquia y del astigmatismo de 4 dioptrías.

### Técnica quirúrgica

Preparación del complejo IA-LIO se presenta en la Figura 1 y su implantación en la Figura 2.

El primer paso quirúrgico fue personalizar el diámetro del IA Customflex ArtificialIris (HumanOptics, Alemania) sin fibras. Se ajustó el diámetro del IA al blanco-blanco (WTW) del paciente (11,8 mm) utilizando un trépano de 11 mm (Tecfen Medical, EE. U). (Figura 1A) Se realizó también una iridectomía periférica. (Figura 1B) A continuación, el IA se suturó a cada uno de los 4 hápticos de la LIO Carlevale (Soleko, Italia) mediante 8 puntos de fijación (2 suturas a cada háptico) utilizando suturas de polipropileno 10-0 de doble armado colocadas cerca de la óptica para lograr un buen centrado y estabilidad (Figura 1C, Figura 1D y Figura 1E).

Siguiendo un método previamente descrito<sup>34</sup>, se realizó una VPP completa de 25G (Constellation, Alcon Laboratories, Inc.) bajo anestesia peribulbar, utilizando dos trócares colocados debajo de cada colgajo escleral a través del sulcus a 1,5 mm del limbo a 0° y 180°, y un tercero a través de la pars plana (Figura 2A). La posición exacta del eje de 0° a 180° se determinó utilizando el sistema de alineación sin marcadores oculares® ZEISS CALLISTO (Carl Zeiss Meditech, Inc.). La correcta colocación de los arpones en el sulcus se confirmó mediante endoscopia (Endo Optiks, Inc., EE. UU.) (Figura 2B). El complejo IA-LIO se dobló a lo largo del eje de los arpones con pinzas y se implantó a través de una pequeña incisión corneal (Figura 2C y Figura 2D). Los arpones se exteriorizaron debajo de los colgajos esclerales (Figura 2E).

El estado pre- y postoperatorio del OD de la paciente se muestra en Figura 3.

**Tabla 1.** Revisión bibliográfica de tratamiento simultáneo de afaquia y aniridia postraumáticas.

Artículo	Diseño de estudio	Ojos	Seguimiento (meses)	Tipo de prótesis (PID)	Sitio de implante de PID	Procedimientos quirúrgicos	Resultados: AV Disfotopsias/Fotopsias Efecto cosmético
Burk 2001 <sup>5</sup>	Prospectivo	4o de 28o	7,85 (1,4-17,2)	ILD de 1 pieza (Morcher) 4o 67G (3o) 67F (1o)	Suturada al sulcus	QPP (1o)	↑ AV (3o) de 10 líneas, Mejoría de deslumbramiento (3o)
Price 2004 <sup>14</sup>	Prospectivo	6o de 10o		ILD de 1 pieza Ophtec Sundmacher 311 (todos casos)	Suturada al sulcus con Prolene 9-0	VPP (2o) Cirugía de glaucoma (1o) Faco complicada (1o)	↑ AV (4o), AV estable (1o), ↓ AV (1o) No deslumbramiento (4o), mejoría (2o) No fotofobia (4o), mejoría (2o) Satisfacción con los resultados (6o)
Pozdeyeva 2005 <sup>37</sup>	Prospectivo	1o de 20o	6 (2-25) (todos casos)	ILD de 1 pieza (Reper) (todos casos)	Suturada al sulcus, 3 flaps esclerales	VPP previa x DR Cirugía de glaucoma previa	↑ AV de CD a 0,2 Satisfacción de los resultados cosméticos
Thompson 1999 <sup>6</sup>	Retrospectivo	2o de 7o		ILD de 1 pieza (Morcher) 67G (2o)	Suturada al sulcus	QPP (2o) VA (2o)	↑ AV (2o) Mejoría de deslumbramiento (1o), N/A (1o)
Omulecki 2002 <sup>36</sup>	Retrospectivo	3o de 6o	23 (todos casos)	ILD de 1 pieza (Morcher) (todos casos)	Suturada al sulcus	VPP	↑ AV
Dong 2003 <sup>7</sup>	Retrospectivo	9o de 15o	16,3 (3-34)	ILD de 1 pieza (Morcher) 67G (9o)	Suturada al sulcus, túnel escleral, Thorton marker para centraje de LIO	VPP previa (9o) QPP previa (1o)	↑ AV de 1 línea (4o) ↑ AV de 2 líneas (1o) AV estable (3o) ↓ AV de 1 línea (1o) Deslumbramiento tolerable y satisfacción con los resultados
Brown 2005 <sup>8</sup>	Retrospectivo	2o de 6o		ILD de 1 pieza (Morcher 67G) (1o), LIO e IA suturados al sulcus (1o)	Suturados al sulcus (2o)	QPP+VPP (1o) AV (4o)	↑ AV a corto plazo con ↓ AV al final de seguimiento en 2o Deslumbramiento tolerable y satisfacción con los resultados cosméticos al inicio de seguimiento, al final N/A
Miller 2007 <sup>14</sup>	Retrospectivo	6o de 9o	Mín 3 (2o) Máx 36 (1o)	ILD de 1 pieza Ophtec Sundmacher 311 (todos casos)	Suturadas al sulcus con Prolene 10-0	QPP (todos casos)	↑ AV (3o), ↓ AV (3o) Mejoría de deslumbramiento, sin cambios durante el día (1o), durante la noche (2o) Satisfacción del efecto cosmético (todos casos)
Aslam 2008 <sup>9</sup>	Retrospectivo	12o de 40o	42 (12- 72)	ILD de 1 pieza (Morcher 67F)	Suturadas al sulcus	Procedimientos múltiples	↑ AV (9o), AV estable (1o), ↓ AV (2o)
Mashor 2011 <sup>10</sup>	Retrospectivo	11o de 11o	13,7± 11,2	ILD de 1 pieza (Morcher) (6o) 67F (5o) 67G (1o) Ophtec Sundmacher 311 (5o)	Suturadas al sulcus (11o)	QPP (11o)	↑ AV significativo Mejoría de deslumbramiento (4o), sin cambios (5o)
Forlini 2013 <sup>29</sup>	Retrospectivo	2o de 4o	Máx 6	LIO (Lentis L-313) + IA de silicona (Dr Schmidt Intraocularlinsen GmbH, HumanOptics)	LIO suturada a IA (cara anterior 1o, cara posterior 1o), IA suturado al sulcus con 10-0 Prolene (2o)	Técnica "open sky" con QPP simultanea (1o)	

(continúa)

**Tabla 1.** Revisión bibliográfica de tratamiento simultáneo de afaquia y aniridia postraumáticas (continuación).

Artículo	Diseño de estudio	Ojos	Seguimiento (meses)	Tipo de prótesis (PID)	Sitio de implante de PID	Procedimientos quirúrgicos	Resultados: AV Disfotopsias/Fotopsias Efecto cosmético
Qiu 2015 <sup>11</sup>	Retrospectivo	95o de 95o	25,09±8,57	ILD de 1 pieza (Morcher) (95o)	Suturada al sulcus (61o) Implantada en sulcus (34o)	VPP (61o) VA (34o)	↑ AV de 0,625±0,058 a 1,842 ±0,050logMAR (p <0,0001) Mejoría de deslumbramiento y fotofobia (p <0,0001) Mejoría de aspecto cosmético (p >0,0001) y significativamente mejor valorado que en grupo con LCR
Spitzer 2016 <sup>30</sup>	Retrospectivo	10o de 38o	24 (12- 48,8)	LIO plegable + IA de silicona (Dr Schmidt Intraocularlinsen GmbH, HumanOptics)	Sin nudos (técnica Z), IA suturado al sulcus con 10-0 Prolene, los hápticos atravesaron IA		↑ AV (14o), AV estable (11o), ↓ AV (9o) Mejoría de deslumbramiento (15o) Mejoría de aspecto cosmético (16o)
Mostafa 2018 <sup>40</sup>	Retrospectivo	2o de 5o	6	LIO plegable (Sensar) + IA (BrightOcular)	LIO suturada al sulcus con Prolene 10-0, IA imlantado por encima si suturas	VA (2o) IA desplazada inferior posteriormente suturada al sulcus	
Choragiewicz 2019 <sup>12</sup>	Retrospectivo	14o de 14o	36,4 (12- 120)	ILD de 1 pieza (Morcher) 67G (8o), 67F (1o), 67L (2o), 68 (1o), 76G (1o), 76L (1o)	Suturada al sulcus	VPP (7o) AV (7o) QPP (1o)	↑ AV (6o), AV estable (6o), ↓ AV (2o)
Yoeruek 2019 <sup>23</sup>	Retrospectivo	5o de 5o	24,6	LIO plegable (3 piezas) + IA Artificialiris (HumanOptics)	Sin nudos (técnica Z), IA suturado al sulcus, los hápticos atravesaron IA	Técnica "open sky" con QPP simultanea (5o)	↑ AV de 1,36 logMAR a 0,78 logMAR
Wang 2020 <sup>16</sup>	Retrospectivo	27o de 38o	60± 24	ILD de 1 pieza Ophtec Sundmacher 311 (38o)	Suturada al sulcus con 9-0 Prolene		↑ AV a corto plazo con ↓ AV a 1-2 años de seguimiento Empeoramiento de deslumbramiento nocturno (5o de 38o)
Sousa Silva 2020 <sup>24</sup>	Retrospectivo	4o de 4o	NA	LIO plegable (Akreos) suturada a IA Artificialiris (HumanOptics)	IA suturado al sulcus con 7-0 CV-8 suturas de Gore-Tex (4o)	VPP simultanea (4o), cirugía de catarata complicada (1o)	↑ AV (4o) Satisfacción con los resultados cosméticos
Mayer 2020 <sup>25</sup>	Retrospectivo	44o de 59o	NA	LIO plegable (monopieza) suturada a IA (ArtificialIris, HumanOptics) (30o) IA (ArtificialIris, HumanOptics) + LIO PMMA (14o)	IA suturado al sulcus (30o) IA y LIO, ambos suturados al sulcus (14o) Modelo de IA con fibras (si suturado al sulcus)	VPP previa en algunos casos	↑ AV significativo, ↑ SC significativo, ↓ deslumbramiento significativo
Mayer 2021 <sup>26</sup>	Retrospectivo	1o de 7o	1	LIO plegable (Aspira MC6125AS-Y) + IA (ArtificialIris, HumanOptics)	LIO suturada a IA, hápticos cortados, IA suturado al sulcus	Técnica "open sky" con QPP simultanea	↓ AV Descontento con deslumbramiento (8/10) Contento con efecto cosmético (1/10)

(continúa)

**Tabla 1.** Revisión bibliográfica de tratamiento simultáneo de afaquia y aniridia postraumáticas (continuación).

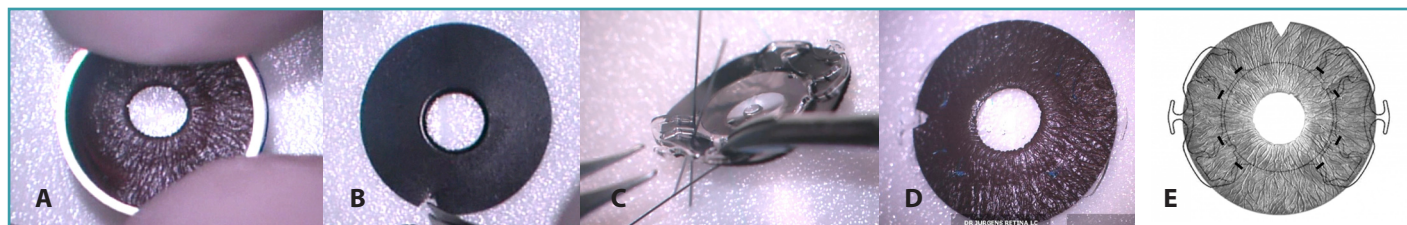
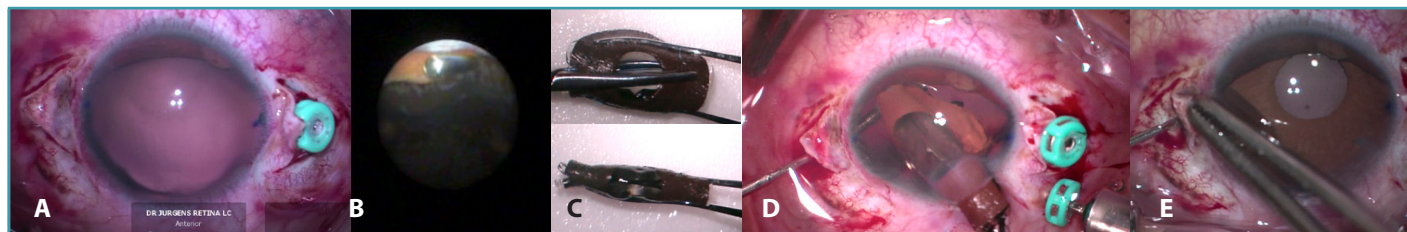
Artículo	Diseño de estudio	Ojos	Seguimiento (meses)	Tipo de prótesis (PID)	Sitio de implante de PID	Procedimientos quirúrgicos	Resultados: AV Disfotopsias/Fotopsias Efecto cosmético
Krishnan 2021 <sup>27</sup>	Retrospectivo	3o de 6o	NA	LIO plegable (monopieza) + Customflex Artificialiris (HumanOptics) (2o) LIO plegable (Carlevale) + Customflex Artificialiris (HumanOptics) (1o)	LIO suturada a IA suturado al sulcus con nylon 10-0 (2o) LIO fijada al sulcus sin suturas + IA suturado al sulcus con polipropileno 9-0 (1o)	VPP previa (2o)	↑ AV a corto plazo (3o) con ↓ AV al final de seguimiento (DMAE) (1o) Deslumbramiento tolerable y satisfacción con los resultados cosmético (1o) NA (2o)
Li 2021 <sup>13</sup>	Retrospectivo	11o de 33o	176,6 (131- 216)	ILD de 1 pieza (Morcher) 67G (11o)	Suturada al sulcus (8o) Implantada en sulcus (3o)	VPP previa (5o)	↑ AV (11o), pero al final del seguimiento ↓ AV (8o) (incluyendo 4o con NPL)
Spitzer 2012 <sup>31</sup>	Técnica quirúrgica (casos)	4o de 4o	22,8 (4-48)	LIO plegable (Tecnis ZA9003) + IA de silicona (Dr Schmidt Intraocularlinsen GmbH, HumanOptics)	Sin nudos (técnica Z), IA suturado al sulcus, los hápticos atravesaron IA		↑ AV (3o), sin cambios (1o) Deslumbramiento tolerable y satisfacción con el resultado cosmético
Gooi 2014 <sup>32</sup>	Técnica quirúrgica (caso)	1o de 1o	3	LIO plegable + IA de silicona (Dr Schmidt Intraocularlinsen GmbH, HumanOptics)	IA suturado al sulcus, los hápticos atravesaron IA	VA	↑ AV (no corregida) Desaparición de deslumbramiento Mejoría de aspecto cosmético
Wolf 2020 <sup>28</sup>	Técnica quirúrgica (casos)	2o de 2o	3,5 (1-6)	LIO plegable (monopieza, 1 monofocal, 1 monofocal tórica) + Customflex Artificialiris (HumanOptics) (2o)	LIO suturada a IA, IA suturado al sulcus		↑ AV (2o) Satisfacción con el resultado cosmético
Frisina 2021 <sup>19</sup>	Técnica quirúrgica (casos)	1o de 4o	12	ILD de 1 pieza (Reper Nizhny, Novgorod, modelo C1) (1o)	ILD suturada al sulcus con polipropileno 10-0 (1o)	VPP previa Técnica "open sky" con QPP simultánea	↑ AV
Muth 2022 <sup>39</sup>	Técnica quirúrgica (caso)	1o de 1o	11	LIO plegable (Kowa) + Customflex Artificialiris (HumanOptics) (1o)	Sin suturas, método Yamane, los hápticos atravesaron IA		↑ AV Deslumbramiento tolerable y satisfacción con los resultados cosmético
De Grande 2012 <sup>17</sup>	Caso	1o de 1o		ILD de 1 pieza (Ophtec Sundmacher 311)	Suturada al sulcus con CV-8 suturas de Gore-Tex, suturas de retención de silicona usados para centrar óptica	VPP previa	↑ AV Mejoría de deslumbramiento
Gunenc 2016 <sup>33</sup>	Caso	1o de 1o	0,25	LIO no plegable de monopieza (CZ70BD; Alcon) + IA de silicona (Dr Schmidt Intraocularlinsen GmbH, HumanOptics)	IA suturada a LIO (a los ojales), LIO suturada a sulcus (con los ojales), ambos con polipropileno 9-0		AV sin cambios (20/20) No deslumbramiento

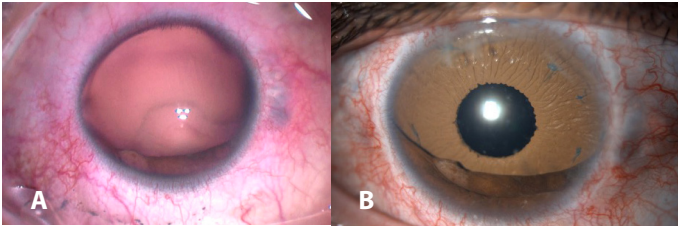
(continúa)

**Tabla 1.** Revisión bibliográfica de tratamiento simultáneo de afaquia y aniridia postraumáticas (continuación).

Artículo	Diseño de estudio	Ojos	Seguimiento (meses)	Tipo de prótesis (PID)	Sitio de implante de PID	Procedimientos quirúrgicos	Resultados: AV Disfotopsias/Fotopsias Efecto cosmético
Parikakis 2020 <sup>18</sup>	Caso	1o de 1o		ILD de 1 pieza (Ophtec Sundmacher 311)	ILD suturada al sulcus con CV-8 suturas de Gore-Tex	VPP	AV sin cambios No deslumbramiento Satisfacción con el resultado cosmético
Jakob-Dirbig 2021 <sup>20</sup>	Caso	1o de 2o	3	ILD de 1 pieza (Reper Nizhny, Novgorod, modelo C1) (1o)	ILD suturada al sulcus con 10-0 Prolene	VPP previa QPP simultanea	↑ AV de 1 línea Satisfacción con el resultado cosmético
Jiang 2021 <sup>21</sup>	Caso	1o de 1o	24	ILD de 1 pieza (Reper Nizhny, Novgorod, modelo F) (1o)	ILD suturada al sulcus con CV-8 suturas de Gore-Tex		↑ AV de 20/400 a 20/70
Bhasin 2023 <sup>22</sup>	Caso	1o de 1o	60	ILD de 1 pieza AN15 (Intra Ocular Care, Gujarat, India)	ILD suturada al sulcus con Prolene 9-0	VA + implante de válvula Ahmed simultaneo QPP 3 años después	↑ AV

O: ojos; ILD (*"iris-lens diaphragm"*): diafragma iris artificial (IA) y lente intraocular (LIO); QPP: queratoplastia penetrante; AV: agudeza visual; VPP: vitrectomía pars plana; CD: cuenta dedos; VA: vitrectomía anterior; LCR: lente de contacto rígida; DMAE: degeneración macular asociada a la edad; NPL: no percepción de luz.

**Figura 1.** Técnica quirúrgica. Preparación del complejo iris artificial-lente intraocular. Personalización del diámetro del iris artificial (IA), (Customfex Artificialiris, HumanOptics) sin fibras utilizando un trépano de 11 mm (Tecfen Medical, EE. UU.) (A), realización de una iridectomía periférica (B), fijación de IA a cada uno de los 4 hápticos en asa de la lente intraocular (LIO) Carlevalle (Soleko, Italia) mediante 8 puntos de fijación (2 suturas a cada háptico) utilizando suturas de polipropileno 10-0 de doble aguja, colocadas cerca de la óptica (C-E).**Figura 2.** Técnica quirúrgica. Cirugía. Realización de vitrectomía pars plana (VPP) 25G (Constellation, Alcon Laboratories, Inc.) (A), confirmación de la correcta posición de los trócares en el sulcus mediante endoscopia (Endo Optiks, Inc., EE. UU.) (B), implantación del complejo IA-LIO Carlevalle (C-D), externalización los arpones debajo de los colgajos (E).



**Figura 3.** Vista pre- y postoperatoria. Aniridia y afaquia 1 año después del cierre primario (A) y el complejo IA-LIO Carlevale bien centrado 1 mes después de la cirugía (B).

## Resultados

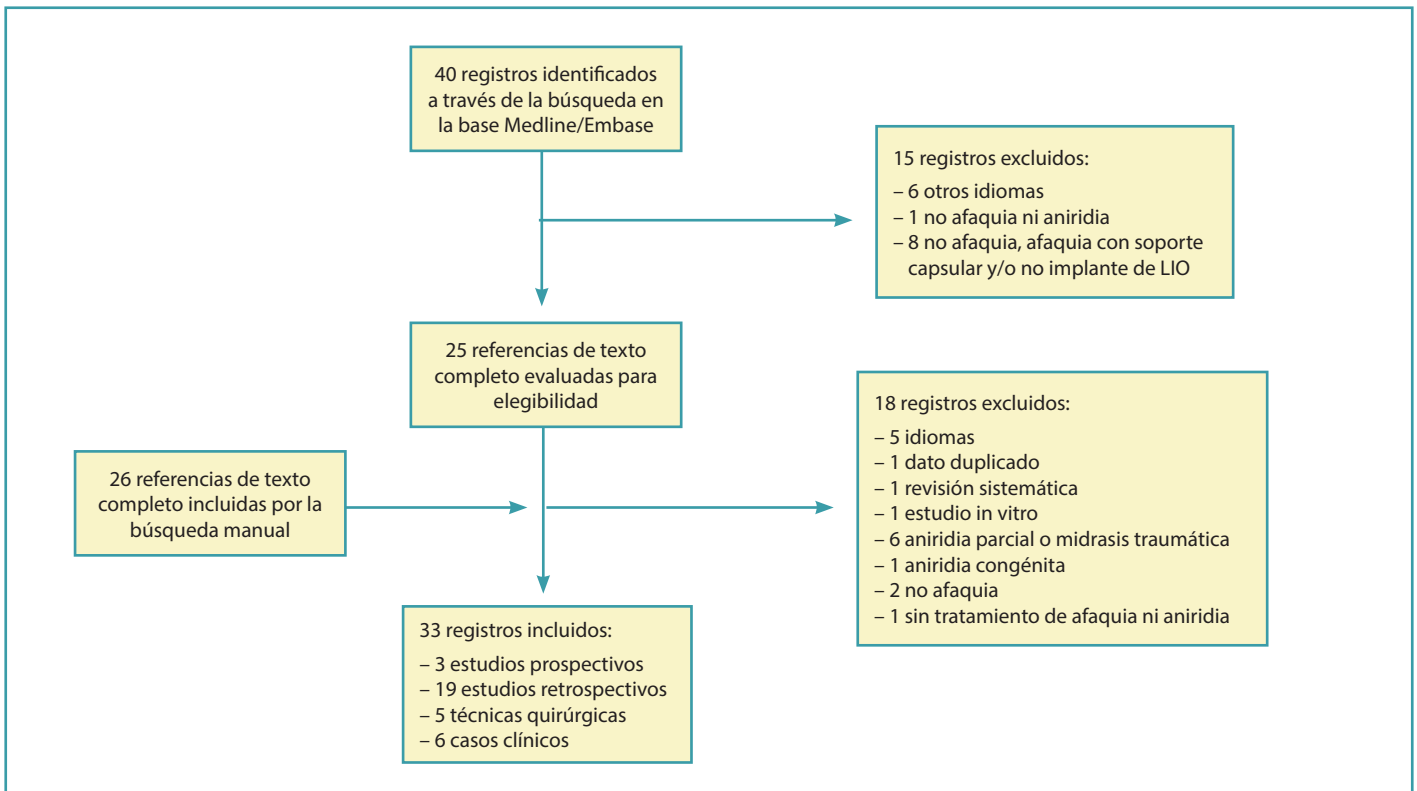
### Búsqueda bibliográfica

La búsqueda incluyó 40 artículos. Después de revisar el título y el resumen, se excluyeron 15 artículos. Dos revisores independientes (AD, AR) revisaron el texto completo de los artículos restantes y 26 adicionales después de la búsqueda manual, eliminando 18 y dejando 33 estudios como se presentan en el diagrama de flujo. (Figura 4) Además, de 468 ojos, solo se consideraron 289 casos

que cumplieran todos los criterios de esta revisión. Las principales características y hallazgos fueron resumidos y organizados por diferentes tipos de artículos (prospectivos, retrospectivos, técnica quirúrgica y casos) siguiendo el orden cronológico como se observa en la Tabla 1. Solo en un artículo se mencionó el tratamiento simultáneo del astigmatismo<sup>28</sup>, y en un solo caso se utilizó la lente intraocular Carlevale que se fijó al sulcus ciliar con los arpones suturando el iris artificial con Prolene 9-0 al sulcus<sup>27</sup>.

### Caso clínico

No se observaron complicaciones intraoperatorias ni postoperatorias. La PIO de 13 mmHg se mantuvo estable durante el seguimiento, sin signos de uveítis. La AVMC, la AV no corregida y la refracción espontánea fueron 0,3; 0,2 y sph -1,0D cyl -1,0 @ 30°, respectivamente. El deslumbramiento, la fotofobia y el malestar psicológico debido al defecto estético mejoraron después de la intervención, y el complejo IA-LIO se mantuvo bien centrado y estable durante un seguimiento de 6 meses.



**Figura 4.** Búsqueda bibliográfica. Diagrama de flujo.



## Discusión

Las malformaciones congénitas del iris son raras, mientras que los defectos adquiridos del iris a menudo pueden asociarse con alteraciones del cristalino, como cataratas traumáticas o afaquia<sup>3</sup>. Hay varios tratamientos conservadores disponibles para las deficiencias del iris, incluidos las lentes de contacto de color, las gafas de sol y los tatuajes en la córnea. La reconstrucción de una pupila mediante suturas de iris se limita a defectos circunscritos del iris de aproximadamente 2 horas de reloj. Si el defecto del iris es más extenso, se deben utilizar las PIDs, y cuando se acompaña de afaquia con soporte capsular insuficiente, la solución quirúrgica es la ILD o IA-LIO personalizados.

El ILD consiste en un diafragma de polimetilmetacrilato (PMMA) de 10 mm de diámetro con háptica curvada y con o sin asas de fijación para la implantación del sulcus. Si hay suficiente soporte capsular, no se requieren suturas, pero cuando sea necesario, se puede suturar al sulcus ciliar con Prolene 9-0, 10-0 o Gore-Tex CV-8. (Tabla 1) Además, proporciona una abertura central de diámetro variable, incluida una óptica funcional. La periferia del diafragma está compuesta por un copolímero negro para conferir la opacidad, simulando el iris normal.

La principal ventaja de utilizar un ILD es la capacidad de corregir tanto la aniridia como la afaquia simultáneamente. Sin embargo, este tipo de PID es grande, rígido y frágil, y requiere una incisión corneal grande (150-180 grados) para permitir su colocación en el segmento anterior. Además, maniobrar este tipo de PID en el segmento anterior es relativamente difícil.

Desde el primero utilizado por Choyce en 1959<sup>35</sup>, la ILD evolucionó y actualmente hay muchos tipos de ILD disponibles. Morcher 67G (Morcher GmbH, Stuttgart, Alemania) y Ophtec 311 (Ophtec BV, Groningen, Países Bajos) son los más comunes y utilizados en 15<sup>5,18,36</sup> de los 33 artículos de revisión (Tabla 1). En otro artículo se ha utilizado el ILD que está disponible en la India<sup>22</sup>. El ILD más reciente, Reper (Reper-NN Ltd., Nizhni Nóvgorod, Rusia)<sup>37</sup>, tiene una óptica central, pero es plegable y puede implantarse a través de una incisión corneal más pequeña. También cuenta con un gran número de patrones de iris, lo que permite obtener un buen resultado estético. Sin embargo, es menos popular y solo se ha descrito en 4<sup>19-21,37</sup> de los 33 artículos revisados.

El IA personalizado comparte las ventajas de Reper, ya que solo requiere una pequeña incisión en la córnea debido a su material de silicona plegable y está hecho a medida (coloreado a mano según el color del iris del otro ojo), lo que aumenta la satisfacción cosmética,

pero necesita una lente intraocular separada. Se hizo muy popular después de 2011<sup>38</sup> y se describe en 13<sup>23-33,39,40</sup> de 33 artículos revisados. Sin embargo, su implantación es más difícil ya que no existe una estandarización de la LIO o de la técnica quirúrgica.

El Iris Artificial (HumanOptics, Erlangen, Alemania) es el tipo más común de IA personalizado. Está hecho de un elastómero de silicona hidrofóbico biocompatible y consta de un diafragma de iris con un diámetro total de 12,8 mm y una abertura pupilar central de 3,35 mm, pero carece de óptica central. Está disponible sin malla de poliéster o con ella.

El tamaño del IA debe ser ligeramente menor que los arpones y la háptica de la LIO Carlevalle para dejar los descubiertos, permitiendo así su implantación transescleral y no interfiriendo con la posición del sulcus de la háptica.

Para prevenir la HTO y la uveítis, es recomendable realizar la trepanación del IA. Reducimos el diámetro del IA al blanco-blanco (WTW) del paciente restando 0,8 mm, ya que se recomienda reducir entre 0,5 y 1,0 mm<sup>41</sup>. Este procedimiento reduce las posibilidades de cierre del ángulo, permitiendo que el humor acuoso fluya lo suficiente alrededor del borde periférico del IA<sup>23,39</sup>. Gooi, *et al.*<sup>32</sup> aconsejaron asegurar suficiente espacio libre del borde externo del IA a la háptica de la LIO para evitar rozaduras del iris y del cuerpo ciliar, ya que en algunos estudios se ha descrito una inflamación postoperatoria prolongada después de la implantación del PID<sup>3,42</sup>. Sin embargo, algunos autores aconsejaron diámetros de IA mayores añadiendo 0,5 mm a la WTW<sup>43</sup>. Se debe realizar también una iridectomía periférica para prevenir la HTO postoperatoria secundaria al bloqueo pupilar<sup>2,3,39,42</sup>.

Además, el IA sin fibra fue preferible a la de fibra incrustada (aunque este material es más resistente), ya que los extremos de la fibra de polímero afilado debido al corte del trepano están expuestos y pueden provocar irritación crónica del tejido circundante, lo que podría aumentar el riesgo de desarrollar glaucoma y uveítis<sup>42</sup>. El IA sin malla de poliéster es más ligero, y es importante ya que los arpones de LIO Carlevalle deben soportar más peso. Estudios previos han mostrado buenos resultados utilizando la versión libre de fibra del iris artificial<sup>31,44</sup>. Spitzer *et al.*<sup>31</sup> utilizaron tanto la versión con fibra como la versión sin fibra del IA, y no vieron la necesidad de utilizar la versión con fibra si se implantaban prótesis de iris completas.

Las técnicas descritas anteriormente para utilizar simultáneamente IA y LIO personalizadas (técnica "sándwich" o "backpack") se pueden clasificar en 3 grupos<sup>23-33,39</sup>. En primer lugar, un IA suturado a sulcus

y de forma separada una LIO suturada a sulcus. Esta técnica es más desafiante y tiene el mayor riesgo de descentraciones de LIO o IA y aumenta el riesgo de complicaciones relacionadas con la sutura. En segundo lugar, la LIO se sutura al IA, que luego se sutura al sulcus. Este procedimiento mejora la alineación IA-LIO, pero las complicaciones relacionadas con el centrado y la sutura pueden seguir siendo considerables. En tercer lugar, una lente intraocular suturada al sulcus que soporta el IA suturado con la lente implica riesgos similares en comparación con la técnica anterior.

La mala posición del PID es una de las complicaciones más comunes. Esto puede ocurrir intraoperatoriamente hasta en el 23% de los pacientes<sup>41</sup>. En el postoperatorio, suele observarse en pacientes que recibieron PID que requirieron fijación de sutura transescleral debido a la falta de soporte mecánico de la PID (sin soporte capsular, ojo vitrectomizado) y baja estabilidad del implante (aflojamiento o rotura de la sutura con el tiempo, daño a largo plazo del IA o del tejido escleral o pocos puntos de fijación, ya que la mayoría de las PID tienen solo 2 de ellos)<sup>3</sup>. El uso de opciones más estables para el complejo IA-LIO o más puntos de fijación entre el IA y la LIO podría reducir el riesgo de inclinación, descentramiento o migración del PID.

Aunque es poco frecuente, se ha descrito la rotura intraoperatoria del PID durante la manipulación y el implante debido a su fragilidad<sup>3</sup>, por lo que se prefieren el IA y la LIO plegables.

Diseñamos una nueva técnica quirúrgica para maximizar el centrado y la estabilidad de la LIO y el IA, así como los resultados refractivos, al tiempo que se reducen las complicaciones y el daño a otras estructuras oculares. Además, el procedimiento puede ser más reproducible y fácil de realizar que el descrito anteriormente.

La LIO Carlevale es una lente intraocular diseñada específicamente para la fijación escleral sin suturas (SSF)<sup>45</sup> que reduce la tasa de complicaciones relacionadas con la sutura, como la luxación y la endoftalmitis. Además, es plegable (incisión más pequeña, menos astigmatismo inducido quirúrgicamente), con un amplio rango de potencia dióptrica (de -5,00 a +35,00, con paso de 0,50) y modalidad tórica para cubrir la mayoría de las necesidades refractivas del paciente afáquico<sup>46</sup>. Su diseño innovador con los 4 hápticos de asa cerrada y los arpones en forma de T garantiza un excelente centrado y una estabilidad prolongada en el sulcus ciliar.

Después de nuestra considerable experiencia en el uso de esta lente intraocular para la corrección de la afaquia, creímos que este tipo de lente era el mejor soporte para implantar un IA para corregir ambas

afecciones sin necesidad de soporte adicional para los tejidos oculares. El IA se sutura a la LIO, pero los pasos quirúrgicos restantes son los mismos que los realizados en el implante regular de LIO Carlevale sin suturas, excepto por el uso de pinzas en lugar de un inyector.

El IA se centra fácilmente en la LIO debido al diseño de la óptica y la háptica, y el complejo IA-LIO en la córnea mediante el sistema de alineación. Además, las complicaciones relacionadas con las suturas se limitan a la liberación espontánea de las suturas que sostienen el IA, pero 8 suturas hacen que el riesgo de luxación del IA sea insignificante. Sin embargo, las técnicas que usan solo dos puntos de anclaje para suturar el IA a los dos hápticos de la LIO pueden aumentar significativamente la descentración, la subluxación o incluso la dislocación completa del IA.

Cuando se utiliza el complejo IA-LIO Carlevale con modalidad tórica, un buen centrado y la ausencia de inclinación o donesis aumentan la probabilidad de obtener buenos resultados funcionales. Como se observa en la Tabla 1 AV, los resultados visuales son variables y dependen más de la patología previa (ojos postraumáticos) y de la complicación que del PID utilizado. Por lo tanto, es más importante mejorar la calidad de la visión más que la AV sola. En nuestro caso, el aumento de la AV se vio limitado por la neuropatía óptica postraumática. A pesar de ello, la paciente se mostró satisfecha porque su AV no corregida, deslumbramiento, fotofobia y malestar psicológico por el defecto estético mejoraron tras la intervención.

## Conclusión

Esta nueva técnica quirúrgica ofrece resultados prometedores para el manejo simultáneo de la afaquia, la aniridia y el astigmatismo postraumáticos, con una excelente alineación, centrado y estabilidad de la lente LIO-iris artificial al combinar el diseño único de la lente Carlevale y aumentar el número de puntos de fijación entre el IA y la LIO. Además, se pueden lograr buenos resultados refractivos y cosméticos. Se necesitan series más grandes y seguimientos más prolongados para confirmar que nuestra técnica facilita la implantación y disminuye la tasa de complicaciones.

## Bibliografía

1. Viestenz A, Küchle M. Eine retrospektive analyse von 417 kontusionen und bulbusrupturen und häufig vermeidbarer unfallursachen: Das Erlanger Okuläre Contusions-Register (EOCR) 1985 bis 1995. *Klin Monbl Augenheilkd.* 2001;218(10):662–9.

2. Gius I, Tozzi L, De Biasi CS, Pizzolon T, Parolini B, Frisina R. Artificial iris: state of the art. *J Cataract Refract Surg*. 2023;49(4):430–7.
3. Srinivasan S, Ting DSJ, Snyder ME, Prasad S, Koch HR. Prosthetic iris devices. *Can J Ophthalmol*. 2014;49(1):6–17.
4. Romano D, Bremond-Gignac D, Barbany M, Rahman A, Mairing L, Semeraro F, et al. Artificial iris implantation in congenital aniridia: A systematic review. *Surv Ophthalmol*. 2023;68(4):794–808.
5. Burk SE, Da Mata AP, Snyder ME, Cionni RJ, Cohen JS, Osher RH. Prosthetic iris implantation for congenital, traumatic, or functional iris deficiencies. *J Cataract Refract Surg*. 2001;27(11):1732–40.
6. Thompson CG, Fawzy K, Bryce LG, Noble BA. Implantation of a black diaphragm intraocular lens for traumatic aniridia. *J Cataract Refract Surg*. 1999;25(6):808–13.
7. Dong X, Yu B, Xie L. Black diaphragm intraocular lens implantation in aphakic eyes with traumatic aniridia and previous pars plana vitrectomy. *J Cataract Refract Surg*. 2003;29(11):2168–73.
8. Brown MJ, Hardten DR, Knish K. Use of the artificial iris implant in patients with aniridia. *Optometry*. 2005;76(3):157–64.
9. Aslam SA, Wong SC, Ficker LA, MacLaren RE. Implantation of the Black Diaphragm Intraocular Lens in Congenital and Traumatic Aniridia. *Ophthalmology*. 2008;115(10):1705–12.
10. Mashor RS, Bahar I, Kaiserman I, Berg AL, Slomovic A, Rootman DS. Combined penetrating keratoplasty and implantation of iris prosthesis intraocular lenses after ocular trauma. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2011;37(3):582–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrs.2010.10.038>
11. Qiu X, Ji Y, Zheng T, Lu Y. Long-term efficacy and complications of black diaphragm intraocular lens implantation in patients with traumatic aniridia. *Br J Ophthalmol*. 2015;99(5):659–64.
12. Tomasz C, Katarzyna N, Dariusz H, Dominika N, Teresio A, Michele R, et al. Transscleral fixation of black diaphragm intraocular lens in complete aniridia and aphakia due to posttraumatic eye rupture: A pilot study. *J Clin Med*. 2019;8(1).
13. Li J, Li D, Wu J, Dong X. Over 10-year follow-up outcomes and failure analysis of black diaphragm intraocular lens implantation in traumatic Aniridia. *Acta Ophthalmol*. 2021;99(5):e724–32.
14. Price MO, Price FW, Chang DF, Kelley K, Olson MD, Miller KM. Ophtec iris reconstruction lens United States clinical trial phase I. *Ophthalmology*. 2004;111(10):1847–52.
15. Miller AR, Olson MD, Miller KM. Functional and cosmetic outcomes of combined penetrating keratoplasty and iris reconstruction lens implantation in eyes with a history of trauma. *J Cataract Refract Surg*. 2007;33(5):808–14.
16. Wang H, Jung JY, Lin SR, Olson MD, Miller KM. Safety and Efficacy of Colored Iris Reconstruction Lens Implantation. *Am J Ophthalmol*. 2020;216:174–85.
17. De Grande V, Rosenthal K, Reibaldi M, Gentile RC. Artificial iris-intraocular lens implantation for traumatic aniridia and aphakia assisted by silicone oil retention sutures. *J Cataract Refract Surg*. 2012;38(11):2045–8.
18. Parikakis E, Batsos G, Kontomichos L, Peponis V, Christodoulou E, Karagiannis D. Traumatic aniridia and aphakia management with iris reconstruction lens using gore-tex sutures, an ab-externo approach. *Am J Case Rep*. 2020;21:1–5.
19. Frisina R, De Biasi CS, Tozzi L, Gius I, Londei D, Gambato C, et al. Reper intraocular lens with artificial iris: implantation techniques and outcomes. *Eur J Ophthalmol*. 2021;31(3):1469–74.
20. Jakob-Girbig J, Salewsky S, Meller D. Use of the Ophtec Artificial Iris Model C1 in Patients with Aniridia/Aphakia. *Klin Monbl Augenheilkd*. 2021;238(7):803–7.
21. Jiang S, Baig K, Kalevar A, Choudhry N, Gupta RR. Novel approach to scleral fixation of a reper intraocular lens and artificial iris complex following pars plana lensectomy and vitrectomy for ectopia lentis and cataract in a patient with aniridia and nystagmus. *Retin Cases Brief Rep* [Internet]. 2021 Sep;15(5):615–8. Available from: <https://journals.lww.com/10.1097/ICB.0000000000000863>
22. Bhasin P, Panday M, Dhanapal P. Globe rupture with aphakia, aniridia, secondary glaucoma and late corneal decompensation: A multi-staged approach to management. *Indian J Ophthalmol* [Internet]. 2023 May;71(5):2263–6. Available from: [https://journals.lww.com/10.4103/IJO.IJO\\_3068\\_22](https://journals.lww.com/10.4103/IJO.IJO_3068_22)
23. Yoeruek E, Bartz-Schmidt KU. A new knotless technique for combined transscleral fixation of artificial iris, posterior chamber intraocular lens, and penetrating keratoplasty. *Eye* [Internet]. 2019;33(3):358–62. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41433-018-0202-4>
24. Sousa Silva R, Pereira Bruxelles C, Costa Andrade G, Correa Maia A. A technique for the management of posttraumatic aniridia and aphakia. *GMS Ophthalmol cases* [Internet]. 2020;10(March):Doc19. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32676264%0Ahttp://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC7332718>
25. Mayer CS, Hoffmann AM, Prahs P, Reznicek L, Khoramnia R. Functional outcomes after combined iris and intraocular lens implantation in various iris and lens defects. *BMC Ophthalmol*. 2020;20(1):1–7.
26. Mayer C, Baur ID, Storr J, Khoramnia R. Complete anterior segment reconstruction: Corneal transplantation and implantation of an iris prosthesis and IOL in a single surgery. *Eur J Ophthalmol*. 2021;31(6):3300–8.
27. Krishnan Vm, Todorova M, Wiechens B, Valmaggia C, Varde M. The artificial iris – Analysis of various implantation techniques after ocular trauma. *Indian J Ophthalmol* [Internet]. 2021;69(12):3526. Available from: [https://journals.lww.com/ijjo/Fulltext/2021/12000/The\\_artificial\\_iris\\_\\_\\_Analysis\\_of\\_various.28.aspx](https://journals.lww.com/ijjo/Fulltext/2021/12000/The_artificial_iris___Analysis_of_various.28.aspx)
28. Wolf A, Shajari M. Slip-and-slide technique for combined small-incision artificial iris and IOL implantation. *J Cataract Refract Surg*. 2020;46(10):1433–5.
29. Forlini C, Forlini M, Rejdak R, Prokopiuk A, Levkina O, Bratu A, et al. Simultaneous correction of post-traumatic aphakia and aniridia with the use of artificial iris and IOL implantation. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2013;251(3):667–75.
30. Spitzer MS, Nessmann A, Wagner J, Yoeruek E, Bartz-Schmidt KU, Szurman P, et al. Customized humanoptics silicone iris prosthesis in eyes with posttraumatic iris loss: Outcomes and complications. *Acta Ophthalmol*. 2016;94(3):301–6.
31. Spitzer MS, Yoeruek E, Leitritz MA, Szurman P, Bartz-Schmidt KU. A New Technique for Treating Posttraumatic Aniridia With Aphakia. *Arch Ophthalmol*. 2012;130(6):771–5.

32. Gooi P, Teichman JC, Ahmed IIK. Sutureless intrascleral fixation of a custom-tailored iris prosthesis with an intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2014;40(11):1759–63. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrs.2014.09.015>
33. Gunenc U, Ozturk T, Arıkan G, Kaya M. Combined transscleral fixation of an artificial iris prosthesis with an intraocular lens. *Arq Bras Oftalmol*. 2016;79(1):53–5.
34. Dyrda A, Pighin MS, Jürgens I. Endoscope-Assisted Carlevalle Lens Implantation in Patients Without Capsular Support: a Novel Surgical Approach To Ensure Correct Lens Positioning. *Retina*. 2022; Publish Ah.
35. Choyce P. Intra-Ocular Lenses and Implants. In: Lewis H., 1964. p. 21.
36. Omulecki W, Synder A. Pars plana vitrectomy and transscleral fixation of black diaphragm intraocular lens for the management of traumatic aniridia. *Ophthalmic Surg Lasers* [Internet]. 2002;33(5):357–61. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12358287>
37. Pozdeyeva NA, Pashtayev NP, Lukin VP, Batkov YN. Artificial iris–lens diaphragm in reconstructive surgery for aniridia and aphakia. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2005 Sep;31(9):1750–9. Available from: <https://journals.lww.com/02158034-200509000-00036>
38. Mayer C, Tandogan T, Hoffmann AE, Khoramnia R. Artificial iris implantation in various iris defects and lens conditions. *J Cataract Refract Surg*. 2017;43(6):724–31.
39. Muth DR, Priglinger SG, Shajari M, Kreutzer TC, Mayer WJ. Novel surgical technique of sutureless artificial iris and intraocular lens scleral fixation using Yamane technique. *Am J Ophthalmol Case Reports*. 2022;26(March).
40. Mostafa YS, Osman AA, Hassanein DH, Zeid AM, Sherif AM. Iris reconstruction using artificial iris prosthesis for management of aniridia. *Eur J Ophthalmol*. 2018;28(1):103–7.
41. Rickmann A, Szurman P, Januschowski K, Waizel M, Spitzer MS, Boden KT, et al. Long-term results after artificial iris implantation in patients with aniridia. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2016;254(7):1419–24.
42. Reinhard T, Engelhardt S, Sundmacher R. Black diaphragm aniridia intraocular lens for congenital aniridia: Long-term follow-up. *J Cataract Refract Surg*. 2000;26(3):375–81.
43. Ayliffe W, Groth SL, Sponkel WE. Small-incision insertion of artificial iris prostheses. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2012 Feb;38(2):362–7. Available from: <https://journals.lww.com/02158034-201202000-00024>
44. Mayer CS, Reznicek L, Hoffmann AE. Pupillary Reconstruction and Outcome after Artificial Iris Implantation. *Ophthalmology*. 2016;123(5):1011–8.
45. Veronese C, Maiolo C, Armstrong GW, Primavera L, Torrazza C, Della Mora L, et al. New surgical approach for sutureless scleral fixation. *Eur J Ophthalmol*. 2020;30(3):612–5.
46. Georgalas I, Spyropoulos D, Gotzaridis S, Papakonstantinou E, Kandarakis S, Kanakis M, et al. Scleral fixation of Carlevalle intraocular lens: A new tool in correcting aphakia with no capsular support. *Eur J Ophthalmol*. 2022;32(1):527–33.