
Guía para el manejo quirúrgico de la presbicia y la multifocalidad



Sociedad
Argentina *de*
Oftalmología

Guía para el manejo quirúrgico de la presbicia y la multifocalidad

Dr. Guido Bregliano
Dr. Julio Fernández Mendy
Dr. Manuel Nicoli
Directores



Sociedad Argentina de Córneas, Refractiva y Cataratas

2024

Sociedad Argentina de Oftalmología (SAO) (Buenos Aires).

Guía para el manejo quirúrgico de la presbicia y la multifocalidad /

Guido Bregliano, Julio Fernández Mendy, Manuel Nicoli, directores.

— 1a. ed. — Buenos Aires : SAO : Sociedad Argentina de Córnea,

Refractiva y Catarata (SACRYC), 2024.

Libro digital, PDF

Archivo digital: descarga.

ISBN 978-631-90543-0-9

1. Presbicia--aspectos quirúrgicos. 2. Lentes intraoculares multifocales. 3. Cirugía ocular. I. Bregliano, Guido, 1984- . II. Fernández Mendy, Julio, 1957- . III. Nicoli, Manuel, 1976- . IV. Sociedad Argentina de Córnea, Refractiva y Catarata (SACRYC) (Buenos Aires).

CDD 617.7

Primera edición: 2024

© 2024 **Sociedad Argentina de Oftalmología**

Viamonte 1465, piso 7

C1055 Buenos Aires, Argentina

Teléfono: +(54 11) 4373-8826

www.sao.org.ar

Producción editorial

Ediciones Científicas Argentinas

Chivilcoy 1086

1407 Buenos Aires, Argentina

Tel. +(54-911) 6174-9949

www.sai.com.ar/ediciar

ISBN 978-631-90543-0-9

SOCIEDAD ARGENTINA DE OFTALMOLOGÍA

COMISIÓN DIRECTIVA

Prof. Dr. Marcelo Zas
Presidente

Prof. Dr. Jorge Premoli
Vicepresidente

Dra. María José Cosentino
Secretaria

Dr. Guido Bregliano
Tesorero

Dr. Ariel Biain
Secretario de actas

Dr. Gabriel Masenga
Vocal

Dra. Lorena Di Nisio
Vocal

Dr. Manuel Nicoli
Vocal

Dra. Susana Gamio
Vocal

Director de Educación y Desarrollo Académico

Prof. Dr. Arturo Alezzandrini

La Sociedad Argentina de Oftalmología
agradece el patrocinio que proporcionaron
a esta Guía las siguientes empresas:

The logo for Alcon, featuring the word "Alcon" in a bold, blue, sans-serif font.The logo for AstaTec, featuring a stylized Greek letter lambda (λ) followed by the word "AstaTec" in a black, sans-serif font.The logo for Johnson & Johnson MedTech, featuring the words "Johnson & Johnson" in red and "MedTech" in black, stacked vertically.The logo for BioMat Instrumental, featuring the word "BioMat" in a bold, black, sans-serif font above the word "Instrumental" in a smaller, black, sans-serif font, all enclosed within a thin purple oval border.

DIRECTORES

Dr. Guido Bregliano

Médico oftalmólogo por la Universidad de Buenos Aires. Director del Curso de Posgrado en Cirugía de Catarata y docente de la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires.
Coordinador quirúrgico de la residencia y el *fellowship* del Instituto Oftalmos y del Sanatorio Otamendi Miroti, Buenos Aires.

Dr. Julio Fernández Mendy

Médico por la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires y oftalmólogo por el Ministerio de Salud de la Nación.
Docente de la Carrera de Médico Especialista, UBA.
Director Médico del Instituto de la Visión, Buenos Aires.

Dr. Manuel Nicoli

Médico oftalmólogo por la Universidad del Salvador (USAL) y *fellowship* en cirugía de catarata, Universidad de California (UCLA), Estados Unidos.
Docente adscripto de oftalmología, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires.
Director médico de Oftalmología Nicoli.

AUTORES

Dr. Pablo Adamek

Médico por la Universidad Nacional de Cuyo.
Oftalmólogo especialista en cirugía de catarata y refractiva.
Integrante del Departamento de Cirugía de Catarata y Refractiva del Instituto Zaldivar, Mendoza, Argentina.

Dr. Alejandro Aguilar

Doctor en medicina. Docente de pre y posgrado de la Universidad del Salvador, Buenos Aires. Docente del curso de médico especialista de la Sociedad Argentina de Oftalmología.
Miembro fundador de la Sociedad Argentina de Superficie Ocular (SASO), Buenos Aires.

Dr. Lucas Aguirre

Médico por la Universidad Favaloro, Buenos Aires.
Médico oftalmólogo de planta del Centro de Ojos Quilmes, Argentina.

Dr. Arturo Alezzandrini

Doctor en Medicina por la Universidad de Buenos Aires.
Profesor Adjunto de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Buenos Aires.
Director Médico de Oftalmos, Instituto Oftalmológico de Alta Complejidad, Buenos Aires.

Dr. Francisco Álvarez

Médico egresado del CEMIC.
Médico especialista en oftalmología por la Universidad de Buenos Aires y cirujano de segmento anterior.
Médico de planta del servicio de cirugía de segmento anterior en Centro Oftalmológico Daponte, Buenos Aires.

Dr. Sebastián Amado

Doctor en Medicina por IUNIR.
Especialista en Oftalmología por la Universidad de Buenos Aires.
Director médico del Instituto de Oftalmología Santa Fe.

Dr. Fernando Arasanz

Médico por la Universidad de Buenos Aires.
Especialista en oftalmología.
Director médico en Arasanz Laser Vision, Buenos Aires.

Dr. José Arrieta

Médico oftalmólogo por la Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina.
Especialista en cirugía refractiva, córnea y glaucoma.
Exdirector de la revista *Refractiva* de la Sociedad Argentina de Córnea, Refractiva y Catarata (SACRYC).

Dr. Daniel Badoza

Médico oftalmólogo por la Universidad de Buenos Aires.
Docente adscripto de Oftalmología, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires.
Director médico del Instituto de la Visión de Buenos Aires.

Ing. Ricardo Benito

Técnico electrónico. Especialista en servicio de soporte y ventas en instrumental oftalmológico. Gerente de ventas de Astatec SA Zeiss Business Partner.

Dra. Giovanna Benozzi

Médica oftalmóloga por la Universidad de Buenos Aires.
Directora médica del Centro de Investigación Avanzada de la Presbicia-Centro Benozzi, Buenos Aires.

Dr. Germán R. Bianchi

Médico oftalmólogo por la Universidad del Salvador.
Médico oftalmólogo especialista en segmento anterior, docente en las universidades de Buenos Aires, de Morón y del Salvador.
Médico de planta y jefe de trasplantes en Clínica de Ojos Dr. Nano, Olivos.

Dr. Jorge Buonsanti

Miembro Platino de la ASCRS.
Médico oftalmólogo especialista en cirugía facorretractiva.
Director Médico del Centro Buonsanti.

Dr. Fernando José Caride

Médico por la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Buenos Aires.
Especialista en oftalmología por la Universidad de Buenos Aires.
Director del Instituto de Estudios Oftalmológicos Dr. Fernando José Caride, Buenos Aires.

Dr. Tomás Castro

Médico oftalmólogo por la Universidad de Buenos Aires.
Médico de planta del Centro de ojos Quilmes y Centro Oftalmológico Municipal San Camilo, Berazategui, Buenos Aires.

Dr. Victoria Cibrán

Médica oftalmóloga de la Universidad de Buenos Aires.
Especialista en retina y vítreo.
Médica de planta del Instituto Oftalmológico Oftalmos, Buenos Aires.

Dr. Nicolás Emiliozzi

Médico especialista en Oftalmología por la Universidad de Buenos Aires.
Docente de la 2da. Cátedra de Oftalmología, Universidad de Buenos Aires.
Codirector del Instituto Oftalmológico del Norte (ION), San Isidro, prov. de Buenos Aires.

Dr. Arnaldo Espaillat Matos

Médico oftalmólogo egresado del Instituto Barraquer, Barcelona, España.
Máster de posgrado en Patología del Segmento Anterior, Instituto Universitario Barraquer.
Presidente y director médico del Centro Oftalmológico Instituto Espaillat Cabral, Santo Domingo, República Dominicana.

Dr. Alex Fernández

Médico oftalmólogo por el Hospital Universitario la Fe.
Jefe de sección, Clínica Aiken, Valencia, España.
Fundación Aiken, Valencia, España.

Dr. Álvaro Fernández Mendy

Médico oftalmólogo por la Universidad de Buenos Aires.
Especialista en cirugía de catarata.
Director asociado del Instituto de la Visión, Buenos Aires.

Dr. Carlos Ferroni

Médico por la Universidad Nacional de Rosario, oftalmólogo por el Colegio Médico de Santa Fe y CABA.
Profesor universitario CONEAU, especialista en segmento anterior y córnea.
Director de la Clínica Ferroni, Rosario, Argentina.

Dra. Amparo A. Foguelman

Médica por la Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina.
Médica oftalmóloga en el Instituto Oftalmológico Arrieta Visión.

Dr. Ramón Galmarini

Médico oftalmólogo universitario y médico legista universitario (UBA).
Jefe del Servicio de Oftalmología del Policlínico Bancario de Buenos Aires y director médico del Consultorio Dres. Galmarini, Buenos Aires.
Presidente de la Sociedad Argentina de Oftalmología (2017-2018) y presidente de la Sociedad Argentina de Médicos Oftalmólogos y Legistas (2010-2011).

Dr. Susana Gamio

Máster en Estrabismo por la Universidad del Salvador.
Docente de posgrado en Oftalmopediatría y estrabismo en las universidades de Buenos Aires, Maimónides y FASTA.
Oftalmopediatra consultora en el Hospital de Niños Ricardo Gutiérrez, Buenos Aires.

Dr. Salvador García Delpech

Doctor por la Universidad de Valencia.
Codirector médico de la Clínica Aiken, Valencia, España.
Fundación Aiken, Valencia, España.

Dr. Damián García-Teillard

Universidad CEU San Pablo, Valencia, España.
Servicio de Oftalmología, Hospital Punta de Europa, Algeciras, España.

Dr. Patricio Ignacio Grayeb

Médico por la Universidad de Buenos Aires.
Médico especialista en Oftalmología y docente adcripto de la Universidad de Buenos Aires.
Jefe de Cirugía Refractiva y Córnea del Hospital Santa Lucía, Buenos Aires.

Dr. Tomás Jaeschke

Médico oftalmólogo por la Universidad del Salvador, Buenos Aires.
Docente de pregrado y posgrado en las universidades de Buenos Aires y del Salvador.
Director médico del Instituto de la Visión.

Dr. S. Fabián Lerner

Médico por la Universidad de Buenos Aires.
Profesor titular de Oftalmología, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Favaloro.
Director del Curso de Posgrado en Glaucoma, Universidad Católica Argentina, Buenos Aires.

Dra. Cristina Madoz

Doctora en Medicina por la Universidad de Buenos Aires.
Médica oftalmóloga por la Universidad de Buenos Aires, especialista en segmento anterior.
Directora del Instituto Oftalmos, Buenos Aires.

Dr. Arturo Maldonado Junyent

Máster en Oftalmología por la Universidad Católica de Salta.
Profesor adjunto en la Carrera de posgrado para la especialización en Oftalmología de la Universidad Católica de Córdoba.
Jefe del Departamento de Segmento Anterior en la Clínica de Ojos Maldonado Bas, Córdoba, Argentina.

Dr. Roberto Mansur

Médico especialista en Oftalmología.
Docente adscripto a la Universidad de Buenos Aires.
Director del Centro Integral de la Visión, Campana.

Dr. Marcos Mendaro

Médico Oftalmólogo, por la Universidad de Buenos Aires.
Especialista en retina y vítreo.
Médico de la Sección Retina, Cátedra de Oftalmología, Hospital de Clínicas José de San Martín, Universidad de Buenos Aires.

Dr. Carlos Nicoli

Médico oftalmólogo por la Universidad de Buenos Aires.
Profesor adjunto de Oftalmología de la Universidad de Buenos Aires.
Presidente de la Sociedad Argentina de Oftalmología (1997-1998).

Dr. Santiago Onnis

Médico oftalmólogo por el Consejo Médico de la Provincia de Córdoba y la Universidad Nacional de Córdoba.
Especialista en córnea, catarata, retina y vítreo.
Director médico del Instituto Oftalmológico Onnis.

Dr. Sebastián Onnis

Médico oftalmólogo por la Universidad Católica de Córdoba.
Expresidente de la Sociedad de Oftalmología de Córdoba.
Director médico del Instituto Oftalmológico Onnis, Córdoba, Argentina.

Dra. Mariana Palavecino

Fellow en córnea y superficie ocular en la Penn State University, Pensilvania, Estados Unidos.
Profesora adjunta de Clínica Oftalmológica, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE).
Directora médica y jefa de trasplante de córnea del Dres. Palavecino Grupo Oftalmológico, Santiago del Esperero, Argentina.

Dr. Luciano Perrone

Médico oftalmólogo por la Universidad de Buenos Aires.
Especialista en segmento anterior.
Director asociado del Centro de Ojos Quilmes, prov. de Buenos Aires, Argentina.

Dr. Rogelio Ribes Escudero

Médico oftalmólogo especialista en córnea y superficie ocular.
Jefe de trasplantes de córnea del Hospital Alemán.
Médico de planta de Consultores Oftalmológicos, Buenos Aires.

Dr. José Jerónimo Riera

Médico oftalmólogo por la Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza.
Fellowship de retina y vítreo de la Fundación Zambrano.
Médico de planta en la Clínica de Ojos Tandil y en el Centro Oftalmológico Mar del Plata, Buenos Aires.

Dra. Carla Salina Indovino

Médica por la Universidad de Mendoza.
Médica oftalmóloga por el Curso de médico especialista UBA-SAO.
Médica de planta de los hospitales Alemán y Clínicas, Buenos Aires.

Dr. Hugo A. Scarfone

Médico oftalmólogo por la Universidad de Buenos Aires, especialista en cirugía de segmento anterior.
Director de la Clínica de Ojos Tandil, Tandil, Buenos Aires.
Jefe del Departamento de Docencia e Investigación de Clínica de Ojos Tandil.

Dr. César Thompson

Médico egresado de la Universidad del Nordeste.
Especialista en Oftalmología y cirugía del segmento anterior.
Director Médico del Centro de Ojos Formosa.

Dra. Patricia Udaondo

Médica por la Universidad de Alicante y doctora por la Universidad de Valencia, España.
Codirectora médica de la Clínica Aiken, Valencia, España.
Fundación Aiken y Hospital Universitario la Fe, Valencia, España.

Dr. Gerardo Valvecchia

Médico oftalmólogo por la Universidad de Buenos Aires
Especialista en segmento anterior.
Director asociado del Centro de Ojos Quilmes, prov. de Buenos Aires, Argentina.

Dra. Bruna V. Ventura

Doctora en Medicina, oftalmóloga especialista en catarata.
Oftalmóloga del Hospital HOPE, Recife, Brasil.
Coordinadora de enseñanza del Curso de Oftalmología de la Fundación Altino Ventura, Recife, Brasil.

Dr. Roberto Zaldivar

Médico por Universidad Nacional de Cuyo.
Oftalmólogo especialista en cirugía de catarata y refractiva.
Presidente del Instituto Zaldivar, Mendoza, Argentina.

Dr. Marcelo Zas

Doctor en Medicina por la Universidad de Buenos Aires.
Profesor adjunto de Oftalmología, Universidad de Buenos Aires.
Jefe de la Sección Retina, Cátedra de Oftalmología, Hospital de Clínicas José de San Martín, Universidad de Buenos Aires.

COLABORADORES ACADÉMICOS

Dr. Guido Aùn Santiago

Dr. Mariano Cotic

Dr. Fabio Terragni

Sumario

Parte I - EPIDEMIOLOGÍA DE LA PRESBICIA

Aspectos epidemiológicos de la presbicia

Dra. Giovanna Benozzi

Parte II - EVALUACIÓN PREOPERATORIA

Selección del paciente, examen ocular, indicaciones y contraindicaciones de la cirugía del cristalino y la presbicia

Prof. Dr. Carlos Nicoli

Parte III - COMORBILIDADES OCULARES

Glaucoma y multifocalidad

Dr. S. Fabián Lerner

Enfermedades maculares

Dra. María Victoria Cibrán y Prof. Dr. Arturo A. Alezzandrini

Córnea guttata y cirugía del cristalino

Dr. Patricio Grayeb

Síndrome del ojo seco

Dr. Alejandro Aguilar

Pseudoexfoliación capsular

Dr. Arturo Maldonado Junyent

Complicaciones vitreoretinales en la cirugía del cristalino

Prof. Dr. Marcelo Zas y Dr. Marcos Mendaro

Estrabismo

Dra. Susana Gamio

Parte IV - EXÁMENES COMPLEMENTARIOS

IOLMaster 700

Dr. Jorge Buonsanti

Argos

Dr. Daniel Badoza

Anterion

Dr. Tomás Jaeschke

Topografía, tomografía y ángulo kappa

Dra. Mariana Palavecino

Aberrómetro iTrace

Dr. Fernando Caride

Evaluación de la pupila en cirugía de la presbicia

Dr. Sebastián Amado

Parte V - MEJORES PRÁCTICAS PARA EL CÁLCULO DEL PODER DE LA LENTE INTRAOCULAR EN LA CIRUGÍA DE PRESBICIA

Queratometría válida: información sobre poder, regularidad, simetría, elevaciones y eje de la córnea

Dres. Rogelio Ribes Escudero y Carla Salina Indovino

Actualización de las fórmulas de última generación: constantes optimizadas y actualizadas

Dr. Álvaro Fernández Mendy

Parte VI - CÁLCULO DEL PODER DE LA LENTE INTRAOCULAR EN CASOS DESAFIANTES

Miopía alta axial e hipermetropes con ojos cortos

Dr. Jorge Buonsanti

Lentes intraoculares tóricas

Dres. Hugo Scarfone y José Jerónimo Riera

Cálculo de lente intraocular poscirugía refractiva corneal

Dr. Luciano Perrone

Parte VII - DISEÑO, TECNOLOGÍA Y CARACTERÍSTICAS DE LA LENTE INTRAOCULAR

Lentes multifocales complementarias Artis Symbiose

Dres. Salvador García Delpech, Damián García-Teillard, Patricia Udaondo y Alex Fernández

Lente intraocular Zeiss AT LISA (trifocal 839MP y trifocal tórica 949M/MP)

Dr. Francisco Álvarez

Lentes multifocales AcrySoft IQ PanOptix

Dr. Fernando Arasanz

Tecnis Synergy

Dr. Sebastián Onnis

Lente intraocular Intensity

Dr. Germán R. Bianchi

Lente intraocular Zeiss AT LARA 829MP y AT LARA toric 929M/MP

Dr. Francisco Álvarez

Comfort Lentis LS-313 MF15

Dr. Tomás Jaeschke

AcrySoft IQ Vivivity

Dr. Santiago Onnis

Eyhance

Dres. Gerardo Valvecchia, Tomás Castro y Lucas Aguirre

Parte VIII - ELECCIÓN PERSONALIZADA DE LA LENTE INTRAOCULAR MULTIFOCAL

Elección personalizada de la lente intraocular multifocal

Dres. Roberto Zaldivar y Pablo Adamek

Parte IX - TÉCNICAS QUIRÚRGICAS EN LA CIRUGÍA DEL CRISTALINO Y LA PRESBICIA

Cirugía del cristalino e implante de lentes intraoculares

Dra. Bruna V. Ventura

Parte X - TECNOLOGÍA AVANZADA EN LA CIRUGÍA DEL CRISTALINO Y LA PRESBICIA

Cirugía de catarata con presiones intraoculares cercanas a las fisiológicas

Dres. Hugo Scarfone y José Jerónimo Riera

Compact Intuitiv y Veritas Vision System

Dres. José Arrieta y Amparo A. Foguelman

Cirugía del cristalino con láser de femtosegundo

Dr. Carlos Ferroni

Cirugía tridimensional

Dr. Nicolás Emiliozzi

ZEISS FORUM™: transformación digital y optimización del flujo de trabajo

Ing. Ricardo Benito

Parte XI - MANEJO QUIRÚRGICO DEL ASTIGMATISMO EN LA CIRUGÍA DE PRESBICIA

Marcado de lentes intraoculares tóricas

Dr. Luciano Perrone

Parte XII - MANEJO DEL PACIENTE INSATISFECHO CON LOS RESULTADOS VISUALES POSTOPERATORIOS

Disfotopsias y disturbios visuales (halos, glare y/o starburst)

Dr. Arnaldo Espaillat Matos

Sorpresa refractiva postoperatoria

Dr. César Thompson

Manejo de la ametropía postoperatoria con excímer láser

Dr. Roberto Mansur

Satisfacción de los pacientes con implante de lente multifocal

Dra. Cristina Madoz

Parte XIII - ASPECTOS MÉDICO-LEGALES

Recomendaciones médico-legales

Dr. Ramón Galmarini

Parte I

EPIDEMIOLOGÍA DE LA PRESBICIA

Aspectos epidemiológicos de la presbicia

Dra. Giovanna Benozzi

La presbicia, conocida también como “vista cansada”, es un trastorno visual muy común que afecta a una gran parte de la población mundial¹. El comienzo de la presbicia suele producirse entre los 40 y los 45 años, provoca un deterioro progresivo del enfoque que comienza en la visión de cerca y que acompaña al envejecimiento deteriorándose hasta mediados de los 60 años².

Este capítulo profundiza en la epidemiología de la presbicia, ofreciendo un análisis detallado —basado en la evidencia— de su prevalencia, factores de riesgo, impacto en la salud pública y el gran desafío que representa para la sociedad y la oftalmología en la actualidad.

Prevalencia de la presbicia

Aunque es una condición visual inevitable con la edad, las cifras exactas de su prevalencia varían según la población y la región. En el año 2005 se estimó que la presbicia afectaba a 1.04 billones de personas a nivel global^{1,3}. En 2015 hubo estudios que mostraron que había 1.800 millones de personas afectadas por la presbicia, lo que representa el 25% de la población mundial (intervalo de confianza [IC] del 95%, 1.700-2.000 millones)⁴. De estos, 826 millones (IC del 95%, 686-960 millones) de personas tenían dificultades para realizar

tareas de visión de cerca debido a una corrección inadecuada o nula⁴⁻⁵. Este mismo estudio estima un ascenso de la prevalencia a aproximadamente 2.1 billones presbítas para el año 2030⁴.

Este rápido crecimiento de la prevalencia se le adjudica a varios factores: fundamentalmente al envejecimiento de la población⁶ y al aumento de la esperanza de vida a nivel mundial⁷. Otros factores descriptos son los genéticos y los antecedentes familiares, los ambientales, como la exposición a la luz solar; y los hábitos de vida, como el tabaquismo, los malos hábitos de sueño⁸ y el uso excesivo de pantallas y visión cercana⁹.

Si bien pareciera que las mujeres tienen tasas levemente más altas de presbicia que los hombres⁸, se suscita la hipótesis de que esta diferencia radica en que las mujeres realizan diferentes tareas y los requisitos de distancia de visión son diferentes a los de los hombres, más que a diferencias fisiológicas de género en los mecanismos de acomodación¹⁰.

Impacto en la salud pública

La presbicia tiene un impacto tremendamente significativo en la calidad de vida y la productividad económica de las personas que además se encuentran en un momento de su vida muy activo laboral y socialmente. A esto se le suman

los nuevos hábitos y nuevos dispositivos que requieren de una mayor demanda de la visión cercana precisa.

El paciente presbita se encuentra entonces limitado no solamente en su visión, sino también en su capacidad de realizar tareas simples y cotidianas como leer el celular, trabajar en un escritorio, mirar la computadora, entrenarse o realizar actividad al aire libre, etc.¹¹. El simple hecho de no enfocar correctamente el celular genera numerosas limitaciones dado que hoy es el elemento que utilizamos para comunicarnos (mensajes), informarnos (diarios, radios, redes sociales), saber a dónde nos dirigimos (mapas, GPS), comprar, entre otras infinitas actividades.

Esta situación se encuentra agravada por la incomodidad del uso de los anteojos de lectura que sirven para una sola distancia focal, lo que causa que haya que sacarlos y ponerlos constantemente según adonde dirijamos la mirada. Siendo así anteojos que se olvidan, se pierden, se rompen. El 40% de los pacientes busca alternativas para no utilizar anteojos¹²⁻¹³.

La falta de corrección o la corrección inadecuada de la presbicia tiene un impacto negativo en la productividad laboral y la calidad de vida general de las personas, representando un área de considerable necesidad insatisfecha debido a su creciente prevalencia en todo el mundo¹¹. Asimismo, la inversión global en corrección de la presbicia —como lentes progresivas y cirugía refractiva— es cuantiosa. En 2011, Frick *et al.* publicaron el resultado obtenido de un modelo económico que crearon para estimar la carga global resultante de la posible pérdida de productividad debido a la presbicia funcional no corregida entre los 1.270 millones de personas afectadas en todo el mundo¹⁰. Se estimó que el impacto económico de la presbicia no corregida (o insuficientemente corregida) en personas menores de 50 años fue de \$11 mil millones (o 0,015% del producto interno bruto mundial)¹⁰. La extensión

del límite de edad de la población productiva para incluir a personas menores de 65 años aumentó el impacto económico estimado en 25.400 millones de dólares (o el 0,037% del producto interno bruto mundial)¹⁰.

Otro estudio de 2019 estimó un total de 54,13 mil millones de dólares estadounidenses (intervalo de confianza [IC] del 95%: 34,34-79,02 mil millones) de pérdida potencial de productividad en los países de ingresos bajos y medianos⁷.

Definición y clasificación

La presbicia es un fenómeno oftalmológico complejo y multifactorial que, al día de hoy —definido coloquialmente por los especialistas como el “santo grial” — todavía no se ha logrado dilucidar completamente su etiología¹⁴⁻¹⁵, aunque las hipótesis más aceptadas son el debilitamiento de los músculos ciliares¹⁶⁻¹⁷ y la pérdida de la elasticidad del cristalino^{11, 18}.

Si hacemos un repaso de la bibliografía publicada nos daremos cuenta de que existen diferentes definiciones de presbicia, lo que nos hace pensar que, junto con el avance de la ciencia y el desarrollo de las nuevas tecnologías y herramientas para tratarla, es mandatorio buscar y consensuar una nueva definición de la presbicia¹⁹.

La presbicia deriva del griego antiguo πρέσβυς traducido al latín (présbus, “viejo”) y ὄψ (óps, “ojo” o “ver como”). Sin embargo, una definición funcional que se ajuste a esta etimología parecería más apropiada; de lo contrario tal vez debería adoptarse un nuevo término para la afección. Quizás una definición más apropiada sería la propuesta por Wolffsohn *et al.* que dice: “la presbicia ocurre cuando la reducción fisiológicamente normal relacionada con la edad en el rango de enfoque del ojo alcanza un punto, cuando se corrige de manera óptima para la visión de lejos, en el que la claridad de la visión de cerca es insuficiente para satisfacer las necesidades de un individuo”¹⁹.

Todo esto nos lleva a pensar que es mandatorio perfeccionar nuestro conocimiento sobre su fisiología y el mecanismo de la pérdida de acomodación. Además de la necesidad de establecer una clasificación para poder hacer un diagnóstico que nos ayude a indicar mejor los distintos tratamientos disponibles en la actualidad y los venideros. Una propuesta es clasificar la presbicia en leve, moderada y avanzada²⁰⁻²¹.

Avances y tratamientos

Existen en la actualidad diversas estrategias para corregir la presbicia que incluyen tratamientos ópticos (anteojos de lectura, bifocales, trifocales o de adición progresiva), quirúrgicos (cirugía del cristalino con implante de lentes intraoculares multifocales, de rango extendido y/o visión extendida), monovisión (con lentes de contacto, lentes intraoculares, cirugía refractiva con láser y contracción del colágeno corneal), imágenes simultáneas (con lentes de contacto, lentes intraoculares e *inlays* corneales), expansión de la profundidad de enfoque estenopeica (con lentes intraoculares, *inlays* corneales y productos farmacéuticos), ablandamiento del cristalino (con láseres o fármacos) o restauración de la dinámica (tratamiento farmacológico con gotas²²⁻²³, lentes intraoculares “acomodativas”, técnicas de expansión escleral y electro-estimulación del músculo ciliar)¹¹.

Estas estrategias se pueden aplicar binoculares o combinarlas de manera diferente a los dos ojos para optimizar el rango de enfoque para los requisitos de la tarea de un individuo y minimizar los efectos visuales adversos. Sin embargo, ninguno supera completamente la presbicia en todos los pacientes por igual¹¹.

Conclusiones

La presbicia es una afección visual común que afecta a una gran parte de la población mundial a

medida que envejece. Su epidemiología nos proporciona una comprensión profunda de esta condición visual y entender mejor quiénes están en riesgo y cómo abordar esta condición de manera efectiva. Sus efectos en la calidad de vida y la economía son notables. A medida que la población envejece, la gestión adecuada de la presbicia se convierte en un aspecto fundamental de la atención médica oftalmológica y la salud pública. Los avances en tratamientos y la investigación continua ofrecen esperanza para mejorar la calidad de vida de estas personas.

Referencias

1. Berdahl J, Bala C, Dhariwal M *et al.* Patient and economic burden of presbyopia: a systematic literature review. *Clin Ophthalmol* 2020; 14: 3439-3450.
2. Johnson N, Shirneshan E, Coon CD *et al.* Development of the presbyopia impact and coping questionnaire. *Ophthalmol Ther* 2021; 10: 1057-1075.
3. Holden BA, Fricke TR, Ho SM *et al.* Global vision impairment due to uncorrected presbyopia. *Arch Ophthalmol* 2008; 126: 1731-1739.
4. Fricke TR, Tahhan N, Resnikoff S *et al.* Global prevalence of presbyopia and vision impairment from uncorrected presbyopia: systematic review, meta-analysis, and modelling. *Ophthalmology* 2018; 125: 1492-1499.
5. World Health Organization. *Blindness and vision impairment* [en línea]. February 26, 2021. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>
6. Bourne RRA, Flaxman SR, Braithwaite T *et al.* Magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Glob Health* 2017; 5: e888-e897.

7. Ma Q, Chen M, Li D *et al.* Potential productivity loss from uncorrected and under-corrected presbyopia in low- and middle-income countries: a life table modeling study. *Front Public Health* 2022; 10: 983423.
8. Ayaki M, Negishi K, Kawashima M, Tsubota K. Starting time of presbyopic eyeglasses wear and lifestyle. *Front Public Health* 2022; 10: 856999.
9. Galindo-Romero C, Rodríguez-Zamora CL, García-Ayuso D *et al.* Computer vision syndrome-related symptoms in presbyopic computer workers. *Int Ophthalmol* 2023; 43: 3237-3245.
10. Frick KD, Joy SM, Wilson DA *et al.* The global burden of potential productivity loss from uncorrected presbyopia. *Ophthalmology* 2015; 122: 1706-1710.
11. Katz JA, Karpecki PM, Dorca A *et al.* Presbyopia: a review of current treatment options and emerging therapies. *Clin Ophthalmol* 2021; 15: 2167-2178.
12. Luo BP, Brown GC, Luo SC, Brown MM. The quality of life associated with presbyopia. *Am J Ophthalmol* 2008; 145: 618-622.
13. *GlobalData Market Research Report*, 2020.
14. Albou-Ganem C. Presbytie et chirurgie réfractive. *J Fr Ophtalmol* 2019; 42: 790-798.
15. David G, Pedrigi RM, Humphrey JD. Accommodation of the human lens capsule using a finite element model based on nonlinear regionally anisotropic biomembranes. *Comput Methods Biomech Biomed Engin* 2017; 20: 302-307.
16. Orman B, Benozzi G. Pharmacological strategies for treating presbyopia. *Curr Opin Ophthalmol* 2021; 32: 319-323.
17. Benozzi G, Cortina ME, Gimeno E *et al.* A multicentric study of pharmacological treatment for presbyopia. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2021; 259: 2441-2450.
18. Adler-Grinberg D. Questioning our classical understanding of accommodation and presbyopia. *Am J Optom Physiol Opt* 1986; 63: 571-580.
19. Wolffsohn JS, Davies LN. Presbyopia: effectiveness of correction strategies. *Prog Retin Eye Res* 2019; 68: 124-143.
20. McDonald MB, Barnett M, Gaddie IB *et al.* Classification of presbyopia by severity. *Ophthalmol Ther* 2022; 11: 1-11.
21. Sanders DR, Sanders ML. Near visual acuity for everyday activities with accommodative and monofocal intraocular lenses. *J Refract Surg* 2007; 8: 747-751.
22. Benozzi J, Benozzi G, Orman B. Presbyopia: a new potential pharmacological treatment. *Med Hypothesis Discov Innov Ophthalmol* 2012; 1: 3-5. Disponible en: <https://mehdijournal.com/index.php/mehdiophthalmol/article/view/67>
23. Benozzi G, Perez C, Leiro J *et al.* Presbyopia treatment with eye drops: an eight year retrospective study. *Transl Vis Sci Technol* 2020; 9: 1-8.

Parte II

EVALUACIÓN PREOPERATORIA

Selección del paciente, examen ocular, indicaciones y contraindicaciones de la cirugía del cristalino y la presbicia

Prof. Dr. Carlos Nicoli

Introducción

La presbicia es una alteración visual que afecta aproximadamente a un billón de personas en el mundo¹ y la tasa de su prevalencia aumenta gradualmente con la senectud de la población.

El síndrome disfuncional del cristalino es un término que describe el envejecimiento del cristalino² que incluye tres estadios: el primer estadio se inicia a los 40 años con la pérdida del poder de foco cercano y disminución parcial de la visión nocturna. El estadio 2 comienza a los 50 años con la pérdida de la acomodación, disminución manifiesta de la visión nocturna y cambios tempranos en el cristalino. El tercer estadio sucede a partir de los 60 o más años con posible catarata y mala calidad de visión nocturna. Esta división no es rígida y hay una superposición de síntomas entre ellos (fig. 1).

La cirugía del cristalino permite corregir las ametropías y la presbicia mediante una lente intraocular, ya sea monofocal (sin corrección en la visión cercana), multifocal o de rango de foco extendido (EDOF).

La cirugía del cristalino transparente (RLE) está ganando popularidad para la corrección de

la presbicia⁴. Esta intervención quirúrgica puede realizarse en ametropías cuando los procedimientos queratorrefractivos o las lentes intraoculares fásicas no están indicados. En pacientes presbíta la elección de la LIO puede ser una EDOF o una multifocal, proporcionando una refracción estable y predecible, evitando una cirugía sobre la córnea que puede generar aumento de las aberraciones, regresiones y astigmatismos irregulares⁵⁻⁷.

Sin embargo, la cirugía del cristalino transparente es un procedimiento intraocular y conlleva riesgos oculares muy infrecuentes pero potencialmente graves como la endoftalmitis, el desprendimiento de retina y otros menos importantes como el edema macular cistoideo, la opacidad capsular posterior y el ojo seco, entre otros^{5,7,11-12}.

Selección del paciente

Idealmente un paciente motivado para la cirugía que le proporcione menor dependencia de los lentes aéreos o de contacto es una muy buena elección, que además comprenda las limitaciones de la tecnología; para ello debemos explicarle en forma cuidadosa y detallada la posibilidad de la



Figura 1. Síndrome disfuncional del cristalino³.

presencia de halos, deslumbramiento y reducción de la sensibilidad de contraste⁶⁻⁸ y la eventual realización de una corrección en el postoperatorio. Es muy importante evaluar su estilo de vida, su profesión, las actividades diarias que despliega y esencialmente su personalidad para seleccionar la mejor tecnología de la lente intraocular^{4-6, 11, 14-16}.

Examen ocular

Diversos estudios se deben efectuar antes de la cirugía para obtener el mejor resultado visual postoperatorio:

Refracción del paciente: se debe estimar para determinar el grado de ametropía que presenta, principalmente en casos de alta ametropía.

Oftalmoscopia binocular indirecta: cuidadoso examen preoperatorio de la retina y también del cuerpo vítreo, evaluando las posibles lesiones periféricas y la presencia del desprendimiento posterior del vítreo, considerando de

ser necesario de referir al paciente al especialista vitreorretinal.

Recuento endotelial: como toda cirugía intraocular se debe conocer la cantidad y calidad de las células endoteliales.

OCT macular: saber fehacientemente el estado de la mácula en este tipo de intervención en la que se busca un resultado visual excelente.

Topografía: se debe conocer la cara anterior y posterior de la córnea y así determinar el grado de astigmatismo, su eje y descartar astigmatismos irregulares¹⁷. También valorar si existen aberraciones de alto orden, si el paciente tiene antecedentes de cirugía queratorretractiva previa.

Biometría: realizar la medición exacta del largo axial evitando los errores biométricos y utilizar fórmulas de última generación para el cálculo de la lente intraocular.

Estudio de la superficie ocular: para determinar casos con una marcada alteración que luego puede ser causa de mala visión.

Indicaciones

Cirugía de catarata

Indicada en pacientes con opacidad del cristalino que presenten una disminución de la agudeza visual y/o de la sensibilidad al contraste asociada a una alteración de la calidad visual¹⁸.

Cirugía del cristalino transparente

Se puede indicar en pacientes con ametropías que no son candidatos a una cirugía queratorrefractiva con excímer láser, en ojos que no tienen una profundidad de cámara anterior y/o un ángulo camerular para implantar una lente fáquica, y personas presbitas con cristalino claro o síndrome del cristalino disfuncional^{5-6, 19}.

Es muy importante el examen oftalmológico completo que descarte patologías oculares asociadas que puedan contraindicar la cirugía del cristalino claro, como se describirá con mayor detalle en los capítulos de la guía.

Contraindicaciones del implante de lentes intraoculares multifocales

Deben evaluarse cuidadosamente las afecciones oculares concomitantes que puedan impedir resultados visuales postoperatorios óptimos:

- En general, el paciente no debe presentar enfermedades corneales ya que se necesita una córnea transparente evitando las cicatrices corneales, distrofias, comas altos, queratocono^{11, 13, 20}.
- Pseudoexfoliación capsular: por el peligro potencial de que la lente pueda luxarse con el tiempo.
- Enfermedades y lesiones maculares y/o retinales.
- Glaucoma avanzado con lesión del nervio óptico y consecuentemente marcada alteración en el campo visual.
- Queratotomía radial previa²¹.
- Ojo seco severo que puede causar preoperatoriamente una recolección errónea de la informa-

ción queratométrica y/o biométrica, manifestándose en el postoperatorio con fluctuación de la visión y dificultad en la conducción nocturna.

- Tener presente al paciente obsesivo con falsas expectativas e irreales en el resultado final. Por ello, evaluar si es conveniente o no realizarle este tipo de intervención.
- Por último, puede haber ciertas contraindicaciones relativas a considerar, a saber: la cirugía queratorrefractiva previa, la bilateralidad en el paciente ya operado con una lente intraocular monofocal del primer ojo y desea corregir su presbicia, y en casos de ambliopía moderada a severa y/o con alteración de la visión binocular²².

Indicaciones de implante de lentes intraoculares EDOF y visión extendida

Las lentes de rango de foco extendido (EDOF) se están considerando cada vez más en la actualidad como la elección del implante en algunos casos específicos donde la indicación de la lente multifocal no es la mejor opción. Se han reportado resultados con alto grado de satisfacción en pacientes y sin síntomas severos de halos y glare con el implante de lentes intraoculares EDOF en ciertas patologías oculares asociadas o con cirugías queratorrefractivas previas:

- Membranas epirretinales maculares con estadios leves²³.
- Glaucoma leve a moderado²⁴.
- Ojo seco.
- Ambliopía.
- Previa cirugía queratorrefractiva con excímer láser²⁵⁻²⁷.

Referencias

1. Holden BA, Fricke TR, Ho SM *et al*. Global vision impairment due to uncorrected presbyopia. *Arch Ophthalmol* 2008; 126: 1731-1739.

2. Fernández J, Rodríguez Vallejo M, Martínez J *et al.* From presbyopia to cataracts: a critical review on dysfunctional lens syndrome. *J Ophthalmol* 2018; 2018: 4318405.
3. Waring GO IV, Rocha KM. Characterization of the dysfunctional lens syndrome and a review of the literature. *Curr Ophthalmol Rep* 2018; 6: 249-255.
4. Fine IH, Hoffman RS, Packer M. Clear-lens extraction with multifocal lens implantation. *Int Ophthalmol Clin* 2001; 41: 113-121.
5. Srinivasan B, Leung HY, Cao H *et al.* Modern phacoemulsification and intraocular lens implantation (refractive lens exchange) is safe and effective in treating high myopia. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)* 2016; 5: 438-44.
6. Westin O, Koskela T, Behndig A *et al.* Epidemiology and outcomes in refractive lens exchange surgery. *Acta Ophthalmol* 2015; 93: 41-45.
7. Vicary D, Sun XY, Montgomery P. Refractive lensectomy to correct ametropia. *J Cataract Refract Surg* 1999; 25: 943-948.
8. Buckhurst PJ, Wolffsohn JS, Naroo SA, Davies LN. Rotational and centration stability of an aspheric intraocular lens with a simulated toric desing. *J Cataract Refract Surg* 2010; 36: 1523-1528.
9. Montés-Micó, Alió JL. Distance and near contrast sensitivity function after multifocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2003; 29: 703-711.
10. Woodward MA, Randleman JB, Stulting RD. Dissatisfaction after multifocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2009; 35: 992-997.
11. Rosen ES. Risk management in refractive lens exchange. *J Cataract Refract Surg* 2008; 34: 1613-1614.
12. Sutu C, Fukuoka H, Afshari NA. Mechanisms and management of dry eye in cataract surgery patients. *Curr Opin Ophthalmol* 2016; 27: 24-30.
13. Rosen E, Alió JL, Dick HB *et al.* Efficacy and safety of multifocal intraocular lenses following cataract and refractive lens Exchange: meta-analysis of peer-reviewed publications. *J Cataract Refract Surg* 2016; 42: 310-328.
14. Brenner LF, Nistad K, Schonbeck U. Rethinking presbyopia: results of bilateral refractive lens exchange with trifocal intraocular lenses in 17,603 patients. *Br J Ophthalmol* 2023; 107: 912-919.
15. Fernández J, Rodríguez Vallejo M, Martínez J *et al.* Prediction of visual acuity and contrast sensitivity from optical simulations with multifocal intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2019; 35: 789-795.
16. Fernández J, Alfonso Sánchez JF, Nieradzick M *et al.* Visual performance, safety and patient satisfaction after bilateral implantation of a trifocal intraocular lens in presbyopic patients without cataract. *BMC Ophthalmol* 2021; 22: 341.
17. Koch DD, Ali SF, Weikert MP *et al.* Contribution of posterior corneal astigmatism to total corneal astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 2012; 38: 2080-2087.
18. Superstein R. Indications for cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol* 2001; 12: 58-62.
19. Kaweri L, Wavikar C, James E. Review of current status of refractive lens exchange and role of dysfunctional lens index as its new indication. *Indian J Ophthalmol* 2020; 68: 2797-2803.
20. Alio JL, Grzybowski A, Romaniuk D *et al.* Refractive lens exchange in modern practice: when and when not to do it? *Eye Vis (Lond)* 2014; 1: 10.
21. Martín-Escuer B, Alfonso JF, Fernández-Vega-Cueto L *et al.* Refractive correction with multifocal intraocular lenses after radial keratotomy. *Eye (Lond)* 2019; 33: 1000-1007.
22. Cochener B. Patient selection for presbyopia-correcting IOLs: keys to success with

lens-based presbyopia and astigmatism correction. *Eurotimes* 2018 (Suppl.).

23. Jeon S, Choi A, Kwon H. Clinical outcomes after implantation of extended depth-of-focus AcrySof® Vivity® intraocular lens in eyes with low-grade epiretinal membrane. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2022; 260: 3883-3888.

24. Ferguson TJ, Wilson CW, Shafer BM *et al.* Clinical outcomes of a non-diffractive extended depth-of-focus IOL in eyes with mild glaucoma. *Clin Ophthalmol* 2023; 17: 861-868.

25. Christopher KL, Miller DC, Patnaik JL *et al.* Comparison of visual outcomes of extended depth of focus lenses in patients with and wi-

thout previous laser refractive surgery. *J Refract Surg* 2020; 36: 28-33.

26. Palomino-Bautista C, Carmona-González D, Sánchez-Jean R *et al.* Refractive predictability and visual outcomes of an extended range of vision intraocular lens in eyes with previous myopic laser in situ keratomileusis. *Eur J Ophthalmol* 2019; 29: 593-599.

27. Ferreira TB, Pinheiro J, Zabala L, Ribeiro FJ. Comparative analysis of clinical outcomes of a monofocal and an extended-range-of-vision intraocular lens in eyes with previous myopic laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2018; 44: 149-155.

Parte III

COMORBILIDADES OCULARES

Glaucoma y multifocalidad

Dr. S. Fabián Lerner

El glaucoma y la catarata coexisten en el mismo grupo etario. En los últimos años, los avances tecnológicos y quirúrgicos han permitido ofrecer excelente visión a pacientes sometidos a cirugía de catarata en muchos casos sin precisar corrección postoperatoria. La independencia del uso de anteojos sin dudas mejora la calidad de vida y en muchos casos es algo que los pacientes buscan como resultado posquirúrgico. Esto ha sido posible, entre otras cosas, por el advenimiento de lentes intraoculares (LIO) premium que incluyen las multifocales (MF) de rango extendido (EDOF por sus siglas en inglés) y tóricas (para corrección del astigmatismo).

En pacientes con glaucoma se ha recomendado cierta prudencia en el uso de lentes premium, particularmente multifocales, debido a la posibilidad de reducción de la sensibilidad de contraste y alteraciones visuales como halos y glare. Algunos cambios en el campo visual podrían interactuar con efectos ópticos de las lentes intraoculares multifocales. Hay poca (o nula) evidencia y algunos resultados son contradictorios.

Una reciente revisión sistemática abordó el tema de glaucoma y multifocalidad¹. Este escrito se basa fundamentalmente en esa revisión sistemática. De 1.404 referencias, los autores seleccionaron 12 estudios (cohorte o reporte de casos) que incluyeron 399 pacientes con glaucoma con una edad media

de 73,8 años. Cuatro estudios fueron con EDOF, 6 con lentes tóricas, uno con lentes multifocales y otro incluyó varios tipos de LIO.

Cinco estudios reportaron alta *independencia de anteojos* para visión lejana con los diferentes tipos de LIO, aun con cirugía combinada de catarata y glaucoma²⁻⁶. Para visión cercana no hubo reporte en 2 de los 5 estudios. En los restantes 3, los resultados fueron variados.

Cinco estudios reportaron similar *sensibilidad de contraste* en pacientes con glaucoma pre-perimétrico, hipertensión ocular y glaucoma de tensión normal; comparados con controles luego de recibir lentes intraoculares multifocales o EDOF^{2-3,5-7}. Sin embargo, otro estudio reportó reducción en la sensibilidad de contraste luego de la colocación de lentes multifocales en pacientes con glaucoma⁴.

En términos de *agudeza visual*, las LIO tóricas mostraron muy buena agudeza visual, incluso en pacientes con daño moderado/avanzado³. Las LIO EDOF mostraron buena agudeza para visión lejana e intermedia.

La *satisfacción del paciente* fue evaluada mediante cuestionarios en 4 estudios³⁻⁶. En general, los pacientes que recibieron lentes EDOF volverían a elegirla. Pacientes con glaucoma pre-perimétrico que recibieron lentes multifocales se mostraron contentos con la elección.

En las personas que recibieron lentes intraoculares EDOF se reportó algún grado de glare o halos, aunque los síntomas no fueron severos^{3,6}. En general, la patología ocular (incluyendo glaucoma) se asoció a mayor incidencia de halos⁵.

¿Cuáles son los puntos a considerar al elegir una LIO en un paciente con glaucoma?

Sensibilidad de contraste

El glaucoma la afecta tempranamente y se asocia al daño estructural y funcional del paciente⁸⁻⁹. Las lentes intraoculares multifocales disminuyen la sensibilidad de contraste y no deberían implantarse en pacientes con glaucoma moderado/severo.

Daño presente en el campo visual

En general, los candidatos potenciales para lentes multifocales son individuos sin daño en el campo visual y sin signos de progresión. Ha sido reportado una disminución en el defecto medio del test de Humphrey, aun en individuos sin glaucoma que han recibido lentes intraoculares multifocales¹⁰.

Tipo de glaucoma

El tipo de glaucoma es importante al momento de decidir la lente a indicar. Así, por ejemplo, si el paciente tiene glaucoma exfoliativo hay que tener en cuenta la inestabilidad zonular, la dilatación pupilar, la inflamación postoperatoria, la fimosis capsular, entre otras anomalías que pueden asociarse al síndrome exfoliativo.

Enfermedad de la superficie ocular (ESO)

La prevalencia de ESO es mayor en pacientes con glaucoma, fundamentalmente por el uso crónico de hipotensores oculares tópicos¹¹. Esto puede traer aparejados errores en la biometría y la topografía que conviene anticipar. Asimismo,

puede generar alteraciones fluctuantes de la agudeza visual.

Largo axial

El glaucoma puede asociarse a situaciones de hipermetropías o miopías extremas que, lógicamente, deben ser tenidas en cuenta al considerar la indicación de lentes intraoculares.

Cirugías combinadas

Pueden confundir resultados al inducir cambios en la queratometría entre otras variables.

Seguimiento del glaucoma

Como se explicó más arriba, las lentes intraoculares multifocales pueden reducir la sensibilidad en el campo visual y también dar artefactos en el OCT.

Consideraciones finales

No hay evidencia científica para recomendar lentes intraoculares premium en glaucoma. Su uso podría ser seguro en hipertensos oculares, sospechosos de glaucoma o pacientes con daño mínimo que no hayan progresado a lo largo del tiempo. Las lentes tóricas y EDOF tendrían un rango mayor de indicaciones que las multifocales al momento actual en pacientes con glaucoma. Tener en cuenta la alteración en la sensibilidad de contraste, que ya está reducida en el glaucoma.

Lógicamente, el paciente quiere buena calidad de visión y el uso de lentes premium debe discutirse luego del examen oftalmológico, indicando sus ventajas y desventajas de forma tal de individualizar la decisión.

Referencias

1. Hong ASY, Ang BCH, Dorairaj E *et al*. Premium intraocular lenses in glaucoma: a systematic review. *Bioengineering* 2023; 10: 993.

2. Ouchi M, Kinoshita S. Implantation of refractive multifocal intraocular lens with a surface-embedded near section for cataract eyes complicated with a coexisting ocular pathology. *Eye* 2015; 29: 649-655.
3. Ferguson TJ, Wilson CW, Shafer BM *et al*. Clinical outcomes of a non-diffractive extended depth-of-focus iol in eyes with mild glaucoma. *Clin Ophthalmol* 2023; 17: 861-868.
4. Sánchez-Sánchez C, Rementería-Capelo LA, Puerto B *et al*. Visual function and patient satisfaction with multifocal intraocular lenses in patients with glaucoma and dry age-related macular degeneration. *J Ophthalmol* 2021; 2021: 9935983.
5. Rementería-Capelo LA, Lorente P, Carrillo V *et al*. Patient satisfaction and visual performance in patients with ocular pathology after bilateral implantation of a new extended depth of focus intraocular lens. *J Ophthalmol* 2022; 2022: 4659309.
6. Kerr NM, Moshegov S, Lim S, Simos M. Visual outcomes, spectacle independence, and patient-reported satisfaction of the vivity extended range of vision intraocular lens in patients with early glaucoma: an observational comparative study. *Clin Ophthalmol* 2023; 17: 1515-1523.
7. Bissen-Miyajima H, Ota Y, Yuki K, Minami K. Implantation of diffractive extended depth-of-focus intraocular lenses in normal tension glaucoma eyes: a case series. *Am J Ophthalmol Case Rep* 2022; 29: 101792.
8. Hawkins AS, Szlyk JP, Ardickas Z *et al*. Comparison of contrast sensitivity, visual acuity, and Humphrey visual field testing in patients with glaucoma. *J Glaucoma* 2003; 12: 134-138.
9. Fatehi N, Nowroozizadeh S, Henry S *et al*. Association of structural and functional measures with contrast sensitivity in glaucoma. *Am J Ophthalmol* 2017; 178: 129-139.
10. Farid M, Chak G, Garg S, Steinert R. Reduction in mean deviation values in automated perimetry in eyes with multifocal compared to monofocal intraocular lens implants. *Am J Ophthalmol* 2014; 158: 227-231.
11. Leung EW, Medeiros FA, Weinreb RN. Prevalence of ocular surface disease in glaucoma patients. *J Glaucoma* 2008; 17: 350-355.

Enfermedades maculares

Dra. María Victoria Cibrán y Prof. Dr. Arturo A. Alezzandrini

Es apropiado realizar una evaluación de la mácula y un estudio de la arquitectura foveal mediante tomografía de coherencia óptica (OCT) previo a la decisión de realizar la cirugía de cataratas y la elección de la lente intraocular (LIO). Esto es relevante incluso en ausencia de observación de anomalías en los exámenes directos. La OCT macular debe considerarse como un procedimiento estándar, especialmente en casos en los que existe una desproporción entre la agudeza visual (AV) preoperatoria y el grado de desarrollo de cataratas observado¹.

Existe una alta tasa de consultas por disminución de la AV en las que coexisten la aparición de cataratas con enfermedades maculares. Debido a su frecuencia hemos decidido dividir las enfermedades de la interfase vitreomacular y enfermedades maculares intrarretinales y de retina externa; centrándonos en esta última a la degeneración macular relacionada con la edad (DMAE) y el edema macular diabético (EMD).

Patología de interfase

En lo que respecta a las enfermedades maculares de interfase, dos de las más comunes en la práctica diaria son la membrana epirretinal idiopática, que es una proliferación fibrocelular que se desarrolla en la superficie de retina interna, y el agujero

macular, que afecta al 0,3% de la población mayor de 42 años, con una incidencia de 0,7% por década en personas mayores a 40 años². Los síntomas más frecuentes en estas dos condiciones son la disminución de agudeza visual, metamorfopsia y escotoma central (fig. 1).

El tratamiento convencional para ambas patologías implica cirugía vitreorretinal a través de la técnica de pars plana. Gracias a los avances tecnológicos de la última década, esta cirugía ha logrado mejorar significativamente la AV postoperatoria, reducir la distorsión visual y obtener resultados anatómicos favorables. Sin embargo, el desarrollo de cataratas en ojos vitrectomizados aumenta por encima del 50% a dos años del postoperatorio², siendo esta inducida secundariamente por el uso de sustancias de tamponaje y el aumento del daño oxidativo de las proteínas cristalinas debido al incremento de la presión parcial de oxígeno en el segmento posterior (fig. 2)³.

Debido a esto, en aquellos pacientes fáquicos que requieran de cirugía vitreorretinal por pars plana, se debe evaluar la posibilidad de realizar cirugía combinada de facoemulsificación de cataratas con cirugía vitreorretinal.

Al analizar los beneficios de una cirugía combinada en comparación con una cirugía de cataratas diferida, se observaron en diferentes ensayos aleatorios y estudios comparativos diversos puntos

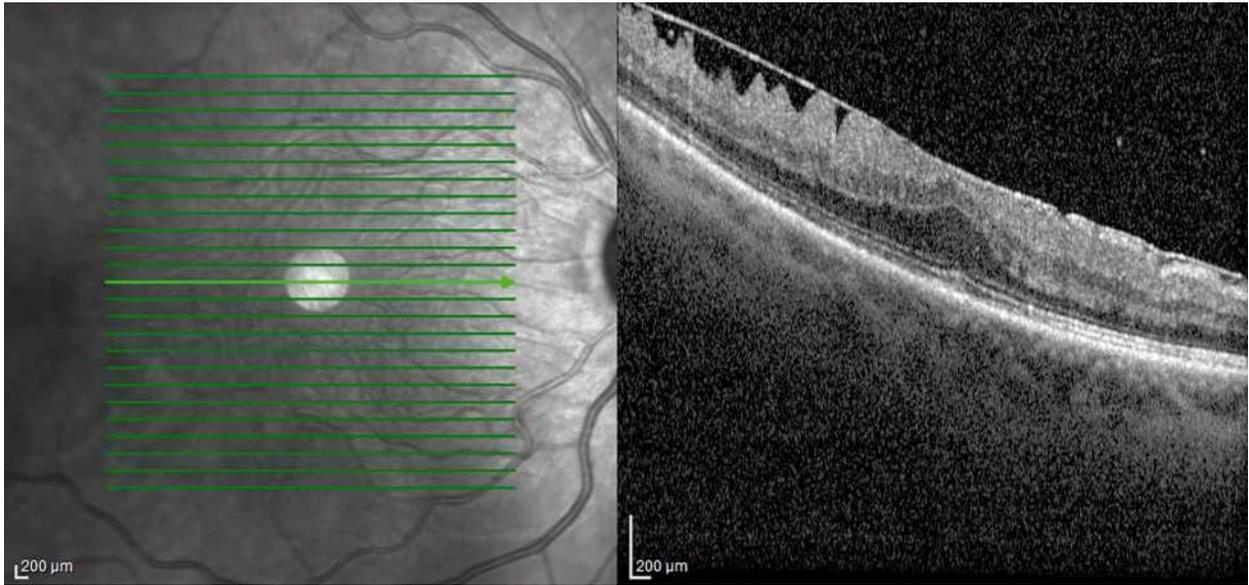


Figura 1. OCT de ojo izquierdo de paciente masculino de 70 años con alteración de línea de perfil anterior con rectificación de arquitectura macular por presencia de membrana epirretinal.

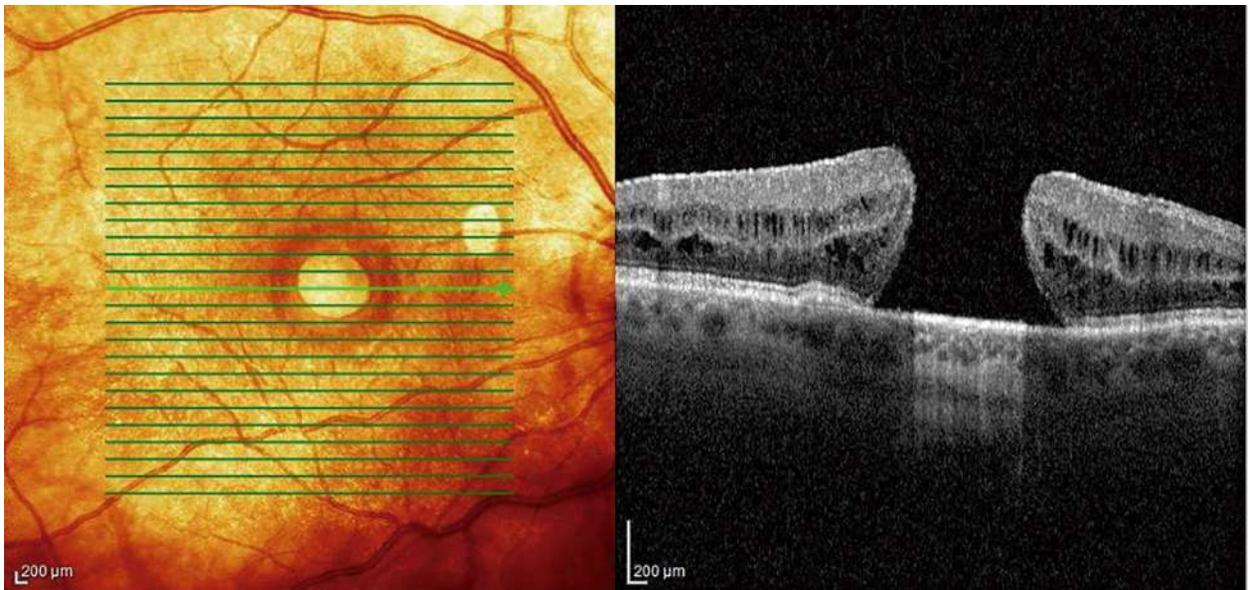


Figura 2. OCT de ojo derecho en paciente femenina de 56 años. Se observa interrupción de capas neurorretinales a nivel foveal compatible con agujero macular.

de interés, tanto intraoperatorios como postoperatorios. En la AV postoperatoria (evaluada en los meses 1, 3, 6 y 12 poscirugía) no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos, tanto para membrana epirretinal como para agujero macular; a excepción del mes

6 del postoperatorio, donde en la mayoría de los estudios se observó una ligera mejoría en la AV de los pacientes sometidos a cirugía combinada⁴. Esto podría explicarse por el desarrollo de cataratas durante este período en los pacientes fágicos². No se observaron diferencias estadísticamente signifi-

cativas entre ambos grupos de pacientes en la tasa de cierre de agujero macular ni en la aparición de edema macular cistoide postoperatorio⁴.

La incidencia de complicaciones corneales y de segmento anterior (dislocación de LIO, opacificación de LIO, opacificación de cápsula posterior, ruptura capsular posterior) no fue estadísticamente significativa, excepto en la incidencia de formación de fibrina y sinequias pupilares, que fue más alta en los pacientes en quienes se realizó cirugía combinada³; esta diferencia es atribuible al mayor tiempo quirúrgico.

Es importante destacar que en aquellos pacientes previamente vitrectomizados hay un leve incremento de riesgo de desgarro de la cápsula posterior del cristalino debido a una facoemulsificación y manipulación intraoperatoria más importante por el desarrollo de cataratas más densas, así como una alteración en la dinámica de los fluidos intraoperatorios con cámaras anteriores más profundas e inestabilidad de la cápsula posterior debido a la remoción del humor vítreo y falta de soporte de éste.

La heterogeneidad de los resultados en diferentes estudios posiblemente puede atribuirse a las diferencias en indicación quirúrgica, la demografía, la técnica quirúrgica y los protocolos de tratamiento pre y postoperatorio.

Teniendo en cuenta los resultados expresados anteriormente, la cirugía combinada es una excelente opción en pacientes fáquicos en quienes se va a realizar una cirugía macular, optimizando así el tiempo de recuperación poscirugía, los costos, el uso de anestesia y la mejoría en la visualización intraoperatoria de la cirugía vitreoretinal.

Patología macular

Degeneración macular relacionada con la edad (DMAE)

Las cataratas y la DMAE son las principales causas de discapacidad visual en pacientes mayores y

la prevalencia de estas irá en aumento proporcional al envejecimiento de la población mundial⁵. Tanto los avances tecnológicos en la cirugía de cataratas como la llegada y perfeccionamiento de los agentes anti-factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF) intravítreo para la DMAE, han facilitado el tratamiento de estas patologías. Sin embargo, desde 1970, la progresión de la DMAE posterior a una cirugía de cataratas es objeto de debate e incluso de controversias (fig. 3).

Esta discusión es compleja debido a la presencia de ambas patologías de forma simultánea en la población mayor, la posibilidad del empeoramiento de la DMAE producto de la cirugía de cataratas y las comorbilidades que tienen los pacientes que contribuyen a ambas condiciones; confundiendo la interpretación de los datos obtenidos en múltiples estudios.

La decisión del momento adecuado para realizar la cirugía de cataratas en pacientes con DMAE exudativa es tema de discusión. Se plantea la posibilidad de que la cirugía pueda exacerbar la enfermedad debido a la respuesta inflamatoria que induce, lo que a su vez podría impulsar la progresión de la atrofia geográfica, el desarrollo de neovascularización coroidea y una respuesta deficiente en los tratamientos anti-VEGF. No obstante, es importante destacar que la inflamación inducida por el estrés operatorio es mucho menor con las técnicas modernas de facoemulsificación en comparación con los métodos previos⁶.

Muchos de los estudios dividen a la DMAE en temprana y tardía para diferenciar los resultados postoperatorios, resolviendo como temprana los pacientes en los cuales se observaron drusas blandas o reticulares o anormalidades en el epitelio pigmentario retinal; y tardía como la presencia de neovascularización o atrofia geográfica⁷. A pesar de esta diferenciación existen múltiples discrepancias entre el estado pseudofáquico y la progresión de la DMAE; como se describe en estudios de seguimiento por más de 5 años posteriores a

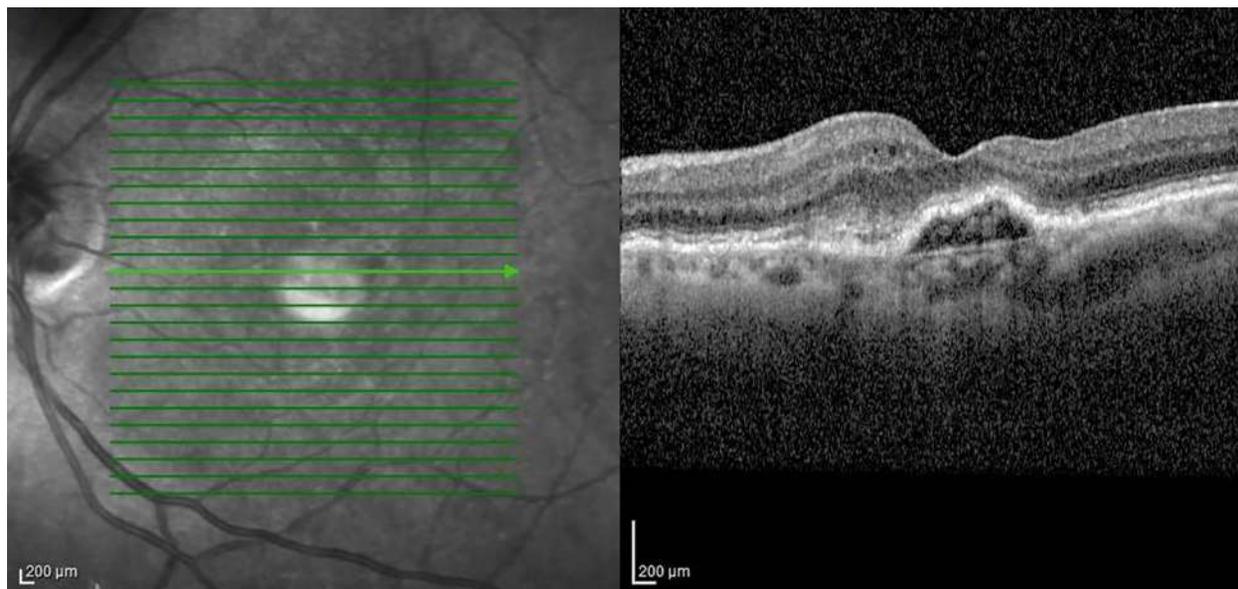


Figura 3. OCT de ojo izquierdo paciente masculino de 68 años, con alteraciones en capas externas de retina compatibles con diagnóstico de degeneración macular senil de tipo exudativa.

la cirugía donde se observa o no progresión de DMAE^{6, 8}.

También se evaluó el intervalo de tratamiento anti-VEGF posterior a la cirugía donde algunos autores refirieron que no se modificó luego de intervención quirúrgica⁶, y otros informaron que incluso el intervalo de tiempo entre inyecciones aumentó hasta 3,4 veces después de la operación, aumentando así también el período medio libre de exudación⁵.

A pesar de las discrepancias entre los estudios multicéntricos, de cohorte, comparativos y ensayos clínicos; la mayoría coincide que el riesgo comparado con los beneficios en mejoría de AV y mejor calidad de vida en los pacientes con cataratas coexistente con DMAE, no justifica una demora en la cirugía, a la vez que ésta es un obstáculo en el tratamiento de la DMAE por una pobre visibilidad de la retina durante su evolución^{6, 8-9}.

En la práctica diaria, algunos especialistas sugieren la colocación de anti-VEGF intravítreo

al finalizar la cirugía pero no hay evidencia científica que respalde tal intervención. A su vez, se destaca que a los pacientes con DMAE se les debe explicar y deben comprender los riesgos de progresión de su enfermedad y la disminución de su visión con o sin cirugía⁹.

Edema macular diabético (EMD)

La retinopatía diabética es una enfermedad frecuente, secundaria a cambios estructurales del endotelio capilar con la pérdida de integridad de las barreras hemato-retinales. La hiperglucemia impacta directamente generando aumento de permeabilidad vascular, microaneurismas, oclusión capilar, hemorragias, exudación y acumulación de fluido extracelular y proteínas en la mácula. A su vez, el avance de retinopatía diabética a estado proliferativo puede causar hemorragia vítrea y desprendimiento de retina traccional resultado en disminución de AV severa. Una de

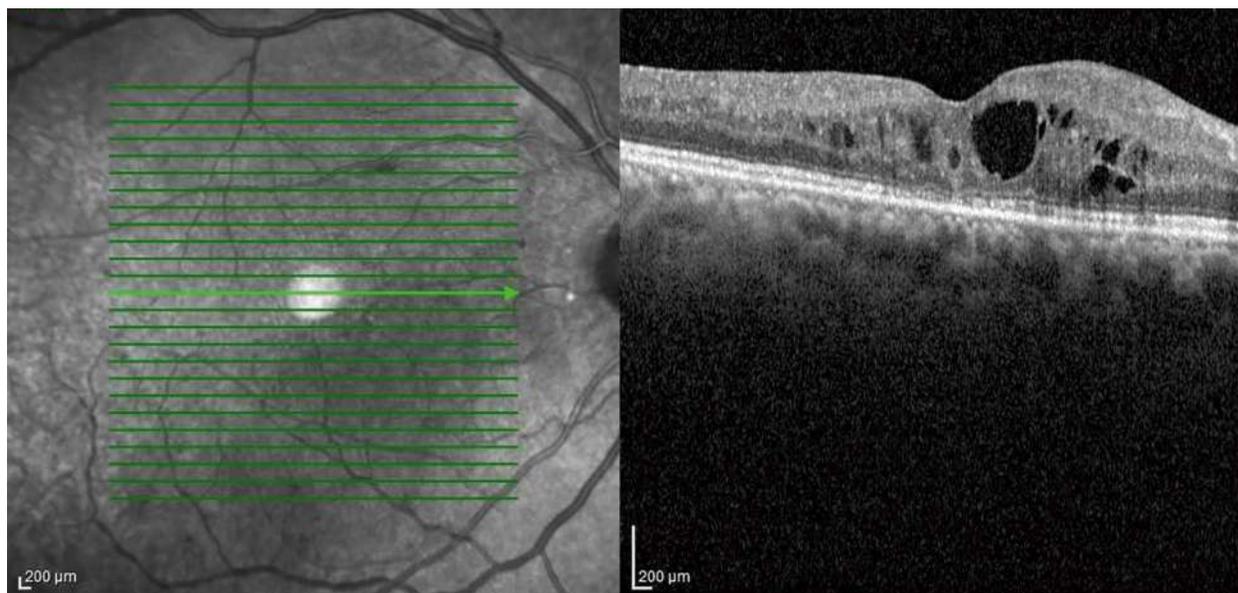


Figura 4. OCT de ojo derecho de paciente masculino de 58 años. Lesiones hiporreflectivas en capas internas de retina compatibles con edema macular cistoideo secundario a retinopatía diabética.

las manifestaciones más frecuentes de la retinopatía diabética con disminución de la agudeza visual central es el edema macular diabético (fig. 4)¹⁰.

Las cataratas son frecuentes y de aparición precoz en pacientes diabéticos¹⁰⁻¹¹. Estudios anteriores previos a la facoemulsificación demostraron claramente una progresión del edema macular diabético y la retinopatía diabética posterior a una cirugía intracapsular y extracapsular, llegando a una incidencia de 75% y 30% respectivamente¹². Con el advenimiento de la técnica de facoemulsificación, múltiples estudios evaluaron la probabilidad de progresión posterior a la cirugía; dando en su mayoría un claro resultado de avance de la enfermedad posterior a ella¹¹⁻¹², aunque también existen trabajos que describen que podría llegar a ser una evolución natural de la enfermedad¹³.

Sin embargo, ambas ramas de discusión coinciden que el avance del edema macular diabético postoperatorio se encuentra altamente relacio-

nado con los valores elevados de hemoglobina glicosilada en sangre (por pobre control metabólico), severidad de la retinopatía diabética al momento del diagnóstico, duración de la diabetes, requerimientos de tratamiento con insulina, hipertensión arterial y enfermedad renal antes o en el momento de la cirugía de catarata^{11, 13}.

La fisiopatogenia de esta condición está íntimamente relacionada con la agresión quirúrgica que provoca la liberación de mediadores inflamatorios y potentes factores que favorecen la permeabilidad vascular (el VEGF como factor principal, pero no único), que hacen que las barreras hemato-retinales se vean aún más afectadas¹⁰⁻¹². Mediante tomas de niveles de VEGF en humor acuoso se ha demostrado la presencia de niveles elevados desde el día 1 de la cirugía y normalizados recién al mes de la intervención¹⁰.

Por lo tanto, se recomienda que en pacientes que se sometan a cirugía de facoemulsificación y que ya presentan edema macular diabético, se aborde en la medida de lo posible el tratamiento

del edema macular y retinopatía diabéticos previo a la cirugía de cataratas, estabilizando tanto la afectación retinal como el estado metabólico sistémico¹¹. El uso de anti-VEGF intravítreo al concluir la cirugía de facoemulsificación se ha demostrado seguro y ha llevado a una notable mejora en la AV en los primeros 6 meses posteriores a la cirugía. Además, se ha observado una reducción en el espesor central de la mácula en comparación con pacientes que no recibieron tratamiento antiangiogénico durante la intervención¹⁰⁻¹¹.

Se debe tener en cuenta que la progresión de la retinopatía diabética posterior a la cirugía de cataratas puede estar influenciada por múltiples factores asociados, teniendo un rol importante el control metabólico del paciente y sus comorbilidades¹⁰.

Multifocalidad y enfermedad macular

Los pacientes con comorbilidades retinales —especialmente enfermedades maculares—, además de una alteración de la visión central, tienen una deficiencia en la sensibilidad al contraste debido a su patología de base. Esto hace que sean una contraindicación para la implantación de lentes intraoculares multifocales, considerando un posible efecto sinérgico entre el mecanismo de la lente y la alteración macular, especialmente bajo condiciones de baja iluminación; y aún más teniendo en cuenta la posibilidad del riesgo de progresión de estas patologías en el tiempo a pesar de un correcto tratamiento¹⁴⁻¹⁶.

Esta contraindicación gracias al advenimiento de la tecnología en las lentes multifocales es una contraindicación relativa. Se han realizado estudios, aunque escasos, en los que se evaluó la utilización de lentes intraoculares con profundidad de foco extendida o EDOF²¹⁻²³. Estos estudios demostraron que el uso de estas lentes

en enfermedades maculares leves, por ejemplo, grados iniciales de membrana epirretinal, no alteran significativamente la visión en comparación con pacientes sin enfermedad macular; teniendo diferencia únicamente durante la visión mesópica donde los pacientes con enfermedades maculares sí notaban alteración en la visión pero sin diferencia ante disfotopsias.

De todas formas, no hay hasta el momento evidencia científica proporcionada por estudios aleatorios con grupo control con gran número de pacientes que demuestre esta recomendación, y se sugiere evaluar previamente el tipo y severidad de la patología macular, así como la posibilidad de progresión de la enfermedad a la hora de tomar la decisión de elección del tipo de lente intraocular.

Referencias

1. Miller KM, Oetting TA, Tweeten JP *et al*; American Academy of Ophthalmology Preferred Practice Pattern Cataract/Anterior Segment Panel. Cataract in the adult eye preferred practice pattern. *Ophthalmology* 2022; 129: P1-P126.
2. Viana KIS, Gordilho CT, Almeida FPP *et al*. Combined pars plana vitrectomy (PPV) and phacoemulsification (phaco) versus PPV and deferred phaco for phakic patients with full-thickness macular hole (FTMH) and no significant cataract at baseline: 1-year outcomes of a randomized trial combined PPV/phaco vs PPV/deferred phaco for MH. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2021; 259: 29-36.
3. Farahvash A, Popovic MM, Eshtiaghi A *et al*. Combined versus sequential phacoemulsification and pars plana vitrectomy: a meta-analysis. *Ophthalmol Retina* 2021; 5: 1125-1138.
4. Daud F, Daud K, Popovic MM *et al*. Combined versus sequential pars plana vitrectomy

and phacoemulsification for macular hole and epiretinal membrane: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmol Retina* 2023; 7: 721-731.

5. Choi EY, Kim TY, Lee CS. Predictive factors for long-term outcomes of cataract surgery in patients receiving active treatment for neovascular age-related macular degeneration. *J Clin Med* 2021; 10: 3124.

6. Karesvuo P, Elbaz U, Achiron A *et al.* Effect of cataract surgery on wet age-related macular degeneration activity. *Acta Ophthalmol* 2022; 100: e262-e269.

7. Wang JJ, Fong CS, Burlutsky G *et al.* Risk of age-related macular degeneration 4 to 5 years after cataract surgery. *Ophthalmology* 2016; 123: 1829-1830.

8. Chen Z, Zeng Y, Tian F. Effect of cataract surgery on the progression of age-related macular degeneration. *Medicine (Baltimore)* 2022; 101: e31566.

9. Mönestam E, Lundqvist B. Long-term visual outcome after cataract surgery: comparison of healthy eyes and eyes with age-related macular degeneration. *J Cataract Refract Surg* 2012; 38: 409-414.

10. Feng Y, Zhu S, Skiadaresi E *et al.* Phacoemulsification cataract surgery with prophylactic intravitreal bevacizumab for patients with coexisting diabetic retinopathy: a meta-analysis. *Retina* 2019; 39: 1720-1731.

11. Pareja-Ríos A, Serrano-García MA, Marro-Saavedra MD *et al.* Guías de práctica clínica de la SERV: manejo de las complicaciones oculares de la diabetes: retinopatía diabética y edema macular. *Arch Soc Esp Ophthalmol* 2009; 84: 429-450.

12. Degenring RF, Vey S, Kampeter B *et al.* Effect of uncomplicated phacoemulsification on the central retina in diabetic and non-diabetic subjects. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2007; 245: 18-23.

13. Romero-Aroca P, Fernández-Ballart J, Almena-García M *et al.* Nonproliferative diabetic retinopathy and macular edema progression after phacoemulsification: prospective study. *J Cataract Refract Surg* 2006; 32: 1438-1444.

14. Lee JH, Kong M, Sohn JH *et al.* Analysis of Korean retinal specialists' opinions on implanting diffractive multifocal intraocular lenses in eyes with underlying retinal diseases. *J Clin Med* 2022; 11: 1836.

15. Braga-Mele R, Chang D, Dewey S *et al.*; ASCRS Cataract Clinical Committee. Multifocal intraocular lenses: relative indications and contraindications for implantation. *J Cataract Refract Surg* 2014; 40: 313-322.

16. Hamoudi H, Christensen UC, La Cour M. Epiretinal membrane surgery: an analysis of 2-step sequential- or combined phacovitrectomy surgery on refraction and macular anatomy in a prospective trial. *Acta Ophthalmol* 2018; 96: 243-250.

17. Rosenfeld PJ, Shapiro H, Ehrlich JS; MARINA and ANCHOR Study Groups. Cataract surgery in ranibizumab-treated patients with neovascular age-related macular degeneration from the phase 3 ANCHOR and MARINA trials. *Am J Ophthalmol* 2011; 152: 793-798.

18. Chew EY, Sperduto RD, Milton RC *et al.* Risk of advanced age-related macular degeneration after cataract surgery in the Age-Related Eye Disease Study: AREDS report 25. *Ophthalmology* 2009; 116: 297-303.

19. Brunner S, Mora A, Fonseca J. Monitoring of drusen and geographic atrophy area size after cataract surgery using the MD3RI tool for computer-aided contour drawing. *Ophthalmologica* 2013; 229: 86-93.

20. Hooper CY, Lamoureux EL, Lim L *et al.* Cataract surgery in high-risk age-related macular degeneration: a randomized controlled trial. *Clin Exp Ophthalmol* 2009; 37: 570-576.

21. Jeon S, Choi A, Kwon H. Clinical outcomes after implantation of extended depth-of-focus AcrySof® Vivity® intraocular lens in eyes with low-grade epiretinal membrane. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2022; 260: 3883-3888.
22. Patel SB, Snyder ME, Riemann CD *et al*. Short-term outcomes of combined pars plana vitrectomy for epiretinal membrane and phacemulsification surgery with multifocal intraocular lens implantation. *Clin Ophthalmol* 2019; 13: 723-730.
23. Sánchez-Sánchez C, Rementería-Capelo LA, Puerto B. Visual function and patient satisfaction with multifocal intraocular lenses in patients with glaucoma and dry age-related macular degeneration. *J Ophthalmol* 2021; 2021:9935983.

Córnea guttata y cirugía del cristalino

Dr. Patricio Grayeb

Introducción

La distrofia endotelial de Fuchs (FECD) fue descrita por primera vez en 1910 por el austriaco Ernest Fuchs como una alteración de la capa epitelial de la córnea por la observación de bullas, característico del modo de presentación tardío de esta patología. Sin embargo es una enfermedad del endotelio corneal. Se caracteriza por ser bilateral con pérdida progresiva y acelerada de las células endoteliales corneales, acompañada de diversos procesos degenerativos en la membrana de Descemet. Esto incluye principalmente la acumulación de una matriz extracelular anormal y la formación de excrescencias focales posteriores llamadas “guttas” (fig. 1)¹.

Los cambios en la cantidad y la calidad de la visión pueden producirse debido a los cambios en la membrana de Descemet mencionados anteriormente, así como a la interrupción de la función de bombeo del endotelio corneal, lo que conduce a edema corneal, formación de bullas y fibrosis subepitelial tardía.

Epidemiología

Se estima una prevalencia global de 7,33% que representa más de 300,000,000 personas en el mundo, con una mayor prevalencia en mujeres

de casi 2/1 y generalmente después de la cuarta década de la vida. Se estima que estos números se incrementen progresivamente con el aumento de la expectativa de vida en los próximos años.

En Estados Unidos es la principal causa de injerto de córnea, representando en 2019 un tercio de todas las queratoplastias².

La segunda edición de la Clasificación Internacional de Distrofias de la Córnea (IC3D) no siempre revela antecedentes hereditarios. En casos asintomáticos, al examen biomicroscópico se observan guttas sin edema corneal; muchos de estos no son progresivos, lo que sugiere una degeneración más que una distrofia³. Esto plantea la cuestión ética de si se debe informar a estos pacientes, especialmente en ausencia de antecedentes familiares o evidencia genética, para evitar posibles consecuencias psicológicas.

La forma progresiva de la enfermedad suele manifestarse entre la quinta y sexta década en coincidencia con la aparición de cataratas.

Manejo de la distrofia endotelial de Fuchs

En la actualidad no existe ningún tratamiento para detener la progresión de la enfermedad. El uso de colirios hipertónicos, hipotensores, lentes de contacto terapéuticas, recubrimientos con

membrana amniótica o *crosslinking* corneal son medidas paliativas previas a la queratoplastia⁴.

Sin dudas la queratoplastia penetrante fue considerada como el tratamiento de elección, aunque fue evolucionando en los últimos tiempos hacia los injertos lamelares posteriores como el DSEK, DSAEK, UDSA EK, PDEK y DMEK⁵.

En la actualidad la distrofia endotelial de Fuchs representa el 35,8% de la totalidad de los injertos de córnea y es la principal causa de indicación de queratoplastia. En 2021 la mayor parte de los injertos fueron lamelares (94,5%) y sólo el 5,5% fue penetrante⁶.

El futuro muestra promisorios tratamientos a partir del cultivo de células endoteliales, los tratamientos de extracción de la membrana de Descemet (DWEK) combinado con inhibidores de las quinasas Rho como el netarsudil para favorecer la migración celular⁷.

Distrofia endotelial de Fuchs y catarata

A continuación, mencionaremos las diferentes estrategias y consideraciones para tener en cuenta a la hora de programar una cirugía de cataratas en pacientes con distrofia endotelial de Fuchs.

Se han publicados diversos algoritmos de tratamiento que dirigen la terapia en base al grado de afectación endotelial (fig. 2)⁸.

El primer paso es determinar la causa de la pérdida de agudeza visual. A menudo, los síntomas de opacificación del cristalino y los del edema corneal incipiente se superponen, como el deslumbramiento, la pérdida de sensibilidad de contraste y la visión borrosa. Sin embargo, existen síntomas específicos de daño endotelial, como la visión fluctuante, especialmente por las mañanas, que mejora con el tiempo o, en el caso de las cataratas, la miopización. La biomicroscopía proporcionará información sobre la

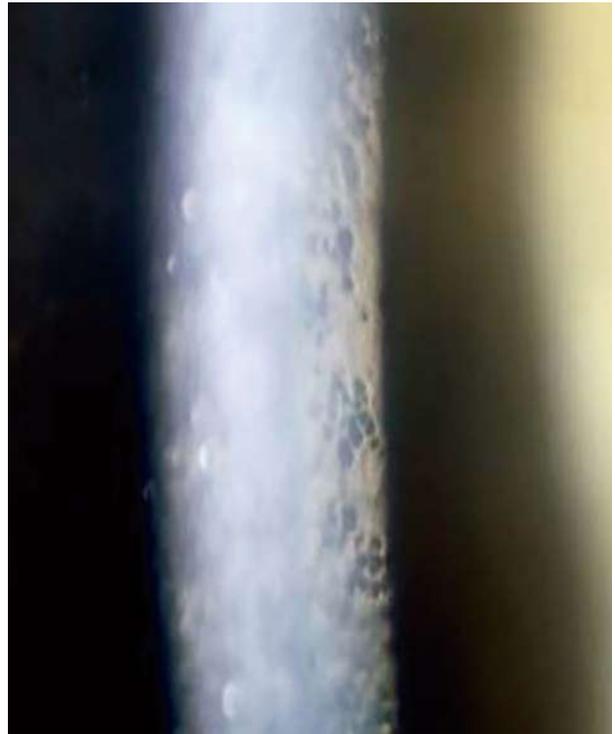


Figura 1. Guttas corneales.

profundidad de la cámara anterior, la densidad de la catarata, la presencia de guttas, el edema epitelial o las bullas.

Las pruebas diagnósticas como el recuento endotelial o la paquimetría no siempre son determinantes para establecer un pronóstico visual. Se considera que un recuento endotelial menor de 1000 cs/mm² es de mayor riesgo de descompensación, aunque no siempre es sencillo de cuantificar fehacientemente con microscopía especular.

Se utilizó durante años la paquimetría central como parámetro de pronóstico de descompensación estableciendo como límite superior un espesor mayor de 640 micrones a partir del cual se decidía si realizar un procedimiento combinado⁹.

Nuevas investigaciones destacan la importancia del edema subclínico mediante la evaluación de las córneas de pacientes con distrofia endotelial de Fuchs utilizando tomografía corneal, donde se puede pronosticar el riesgo de descompensa-

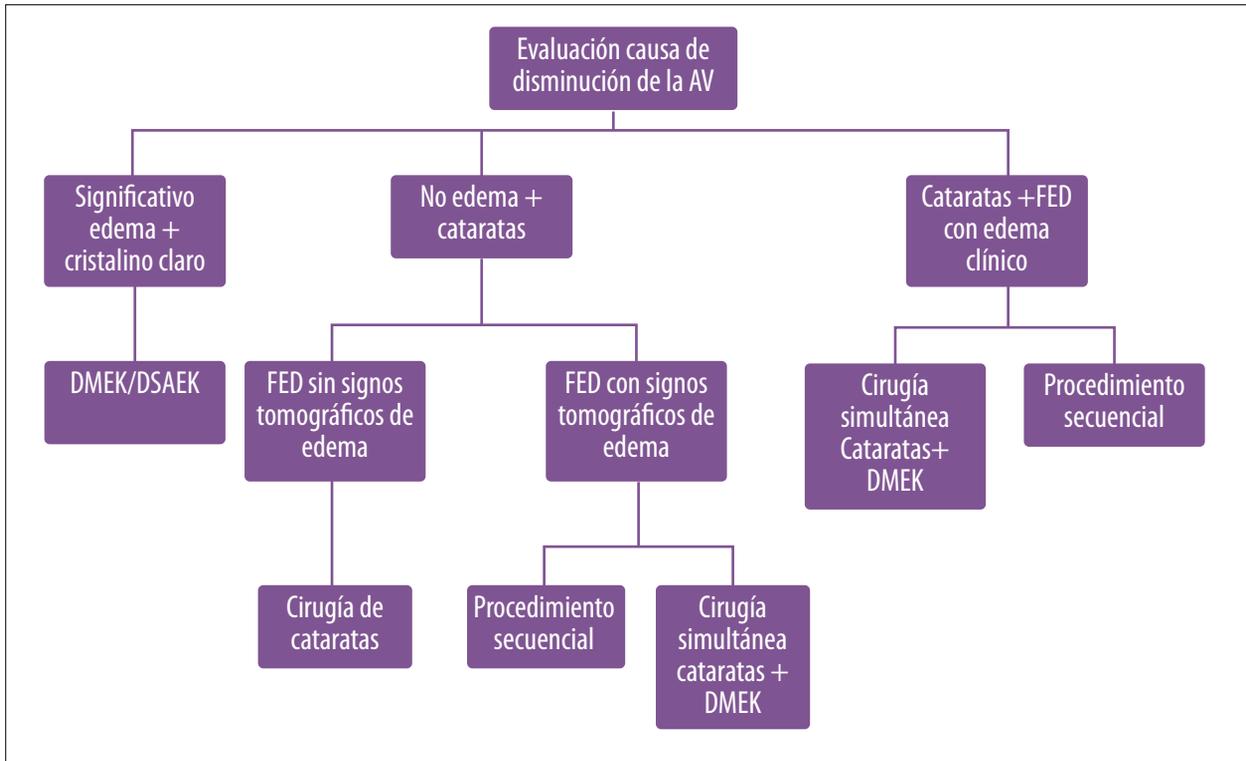


Figura 2. Algoritmo de tratamiento de la distrofia endotelial.

ción corneal evaluando la depresión de la cara posterior, la desviación del punto más delgado y la distribución irregular de isopachs en el mapa paquimétrico¹⁰.

En pacientes jóvenes con significativa distrofia endotelial y cristalino claro, la técnica de elección es DMEK o DSAEK con conservación del cristalino sano y de su poder de acomodación. Algunos autores sostienen que sólo el 16% de estos pacientes desarrolla cataratas a 5 años de la cirugía de córnea¹¹.

Para los pacientes con cataratas y distrofia endotelial asintomáticos sin edema se aconseja realizar una cirugía de cristalino precoz con buena protección endotelial, minimizando el flujo y el uso de ultrasonido para evitar daño endotelial. El procedimiento triple se realiza en aquellos pacientes con cataratas significativas y compromiso endotelial, pudiendo llevarse a cabo de forma secuen-

cial o simultánea. La cirugía simultánea ofrece una recuperación visual rápida y en general, beneficios económicos y médicos, especialmente en pacientes de edad avanzada. Las desventajas incluyen una mayor incidencia de “rebubbling” debido al desprendimiento del botón asociado a la retención de material viscoelástico en la interfaz¹².

La cirugía secuencial tiene la ventaja de que en muchos casos se logra una recuperación visual satisfactoria para el paciente después de la cirugía de cataratas, lo que pospone o en algunos casos evita la necesidad de un injerto.

Frente a los resultados variables publicados por diferentes autores relacionados con el porcentaje de rebubbling, a la pérdida de células endoteliales y agudeza visual, el consenso es que la decisión de realizar un procedimiento simultáneo o secuencial depende de la clínica del paciente y de la experiencia del cirujano¹³.

Implantes recomendados y target refractivo

Se recomienda que la lente intraocular sea hidrofóbica. A menudo se observa que debido a la acción del aire inyectado en la cámara anterior durante los procedimientos de injerto endotelial, se generan opacidades en los implantes hidrofílicos.

En lo que respecta a las lentes intraoculares premium, la evaluación queratométrica de una córnea con algún grado de alteración de la superficie epitelial debido a la descompensación endotelial hace que el resultado ecométrico no sea confiable. Algunas publicaciones recomiendan el uso de lentes trifocales o de rango extendido (EDOF), pero esto es especialmente válido en cirugía secuencial en pacientes que ya han sido sometidos a cirugías de DMEK o DSEAK, donde las medidas biométricas son más confiables¹⁴.

La incorporación de técnicas de pequeña incisión para UDSAEK o DMEK precargados permite el implante de lentes tóricas de manera segura¹⁵.

Otra línea de investigación alienta la utilización de implantes ajustados a luz en triple procedimientos para minimizar el error refractivo postoperatorio¹⁶.

La mayoría de los autores recomienda un objetivo miope entre -1 y -1,5 dioptrías para los pacientes sometidos a DSAEK debido a la mayor cantidad de tejido agregado en comparación con el DMEK. Sin embargo, en estos pacientes también se observa un cambio hacia la hipermetropía promedio que varía entre 0,25 y 0,37 debido a la modificación de la cara posterior de la córnea, dependiendo del grado de afectación de la distrofia endotelial de Fuchs¹⁷.

Conclusiones

La coexistencia de cataratas y distrofia endotelial de Fuchs hace que el principal objetivo del cirujano sea la diferenciación diagnóstica de la

causa de la disminución de la agudeza visual y por lo tanto de la adecuada selección de la estrategia terapéutica a indicar en estos pacientes. Es importante también el diagnóstico precoz o subclínico del edema corneal para establecer un pronóstico visual certero.

Referencias

1. Tone SO, Kocaba V, Böhm M *et al.* Fuchs endothelial corneal dystrophy: the vicious cycle of Fuchs pathogenesis. *Prog Retin Eye Res* 2021; 80: 100863.
2. Aiello F, Gallo Afflitto G, Ceccarelli F *et al.* Global prevalence of Fuchs endothelial corneal dystrophy (FECD) in adult population: a systematic review and meta-analysis. *J Ophthalmol* 2022; 2022: 3091695.
3. Weiss JS, Møller HU, Aldave AJ *et al.* IC3D classification of corneal dystrophies: edition 2. *Cornea* 2015; 34: 117-159.
4. Zander DB, Böhringer D, Fritz M *et al.* Hyperosmolar eye drops for diurnal corneal edema in Fuchs' endothelial dystrophy. *Ophthalmology* 2021; 128): 1527-1533.
5. Güell JL, El Husseiny MA, Manero F *et al.* Historical review and update of surgical treatment for corneal endothelial diseases. *Ophthalmol Ther* 2014; 3: 1-15.
6. Eye Bank Association of America. 2022 *Eye Banking statistical report*. Washington DC: EBAA, 2022.
7. Lindstrom RL, Lewis AE, Holland EJ *et al.* Phase 2, randomized, open-label parallel-group study of two dosing regimens of netarsudil for the treatment of corneal edema due to fuchs corneal dystrophy. *J Ocul Pharmacol Ther* 2022; 38: 657-663.
8. Ali M, Cho K, Srikumaran D. Fuchs dystrophy and cataract: diagnosis, evaluation and treatment. *Ophthalmology Ther* 2023; 12: 691-704.

9. Seitzman GD, Gottsch JD, Stark WJ. Cataract surgery in patients with Fuchs' corneal dystrophy: expanding recommendations for cataract surgery without simultaneous keratoplasty. *Ophthalmology* 2005; 112: 441-446.
10. Patel SV, Hodge DO, Treichel EJ *et al.* Predicting the prognosis of Fuchs endothelial corneal dystrophy by using Scheimpflug tomography. *Ophthalmology* 2020; 127: 315-323.
11. Burkhart ZN, Feng MT, Price FW Jr, Price MO. One-year outcomes in eyes remaining phakic after Descemet membrane endothelial keratoplasty. *J Cataract Refract Surg* 2014; 40: 430-434.
12. Tey KY, Tan SY, Ting DSJ *et al.* Effects of combined cataract surgery on outcomes of Descemet's membrane endothelial keratoplasty: a systematic review and meta-analysis. *Front Med (Lausanne)* 2022; 9: 857200.
13. Price MO, Pinkus D, Price FW Jr. Implantation of presbyopia-correcting intraocular lenses staged after Descemet membrane endothelial keratoplasty in patients with Fuchs dystrophy. *Cornea* 2020; 39: 732-735.
14. Mukhija R, Henein C, Lee H *et al.* Outcomes of Descemet's membrane endothelial keratoplasty performed in combination with, before, or after cataract surgery in Fuchs' endothelial dystrophy: a review of the literature and meta-analysis. *Indian J Ophthalmol* 2023; 71: 707-716.
15. Yokogawa H, Sanchez PJ, Mayko ZM *et al.* Astigmatism correction with toric intraocular lenses in Descemet membrane endothelial keratoplasty triple procedures. *Cornea* 2017; 36: 269-274.
16. Eisenbeisz HC, Bleeker AR, Terveen DC, Berdahl JP. Descemet Membrane endothelial keratoplasty and light adjustable lens triple procedure. *Am J Ophthalmol Case Rep* 2021; 22: 101061.
17. Wacker K, Cavalcante LCB, Baratz KH, Patel SV. Hyperopic trend after cataract surgery in eyes with Fuchs' endothelial corneal dystrophy. *Ophthalmology* 2018; 125: 1302-1304.

Síndrome del ojo seco

Dr. Alejandro Aguilar

El ojo seco es una enfermedad multifactorial de la superficie ocular que se caracteriza por una pérdida de la homeostasis de la película lagrimal y que va acompañada de síntomas oculares donde la inestabilidad e hiperosmolaridad de la superficie ocular, la inflamación, el daño de la superficie ocular y las anomalías neurosensoriales desempeñan papeles etiológicos¹.

La pérdida de la homeostasis de la película lagrimal por aumento de la evaporación, deficiencia en la producción y/o alteraciones composicionales lleva al incremento de la osmolaridad del film² que aparece dentro de las primeras 24 horas de iniciado el proceso.

La hiperosmolaridad causa lesión epitelial en forma directa al producir descamación celular³⁻⁴, desaparición completa de capas de células epiteliales superficiales, disminución de la densidad citoplasmática y acumulación de hileras de mucus producto de células mucosecretantes alteradas osmóticamente⁵. Las células mucosecretantes son responsables de la producción de mucus que, a expensas fundamentalmente de la Muc-5, constituye el lubricante natural de la superficie ocular. Al alterarse la cantidad y la calidad de las mucinas, aumenta la tensión superficial de la interfase epitelios-film con lo que las células epiteliales quedan expuestas al medio ambiente⁶.

Como condición de estrés sobre la superficie ocular, el aumento de la osmolaridad del film lagrimal en el ojo seco dispara además el proceso de inflamación y fenómenos inmunológicos como la presentación de autoantígenos que potencian el proceso inflamatorio (fig. 1).

La superficie ocular —y especialmente el estroma conjuntival— es una estructura netamente inmunológica. El estrés de la sequedad desencadena el estímulo necesario para la aparición de fenómenos inmunológicos fundamentalmente ligados a la activación del linfocito Th1 y Th17, presentes en alta concentración en el estroma conjuntival. Una vez activados, estos ejercen la estimulación de los macrófagos y de los neutrófilos estromales como inmediata consecuencia. Los macrófagos liberan TNF α y selectina E que dispara la presentación de autoantígenos en la superficie ocular y atrae a los neutrófilos. Estas células a la vez estimulan a los linfocitos que cierran el circuito. Al mismo tiempo, tanto los macrófagos como los neutrófilos, expresan en su citoplasma la activación de la proteína calcio calmodulin quinasa-2 dependiente (CaMKK₂) que amplifica la respuesta inmunológica, promueve la angiogénesis, la lesión tisular y la cicatrización.

Todo este circuito libera mediadores químicos y elementos inmunocompetentes como: metaloproteinasas, responsables de la lesión tisular;

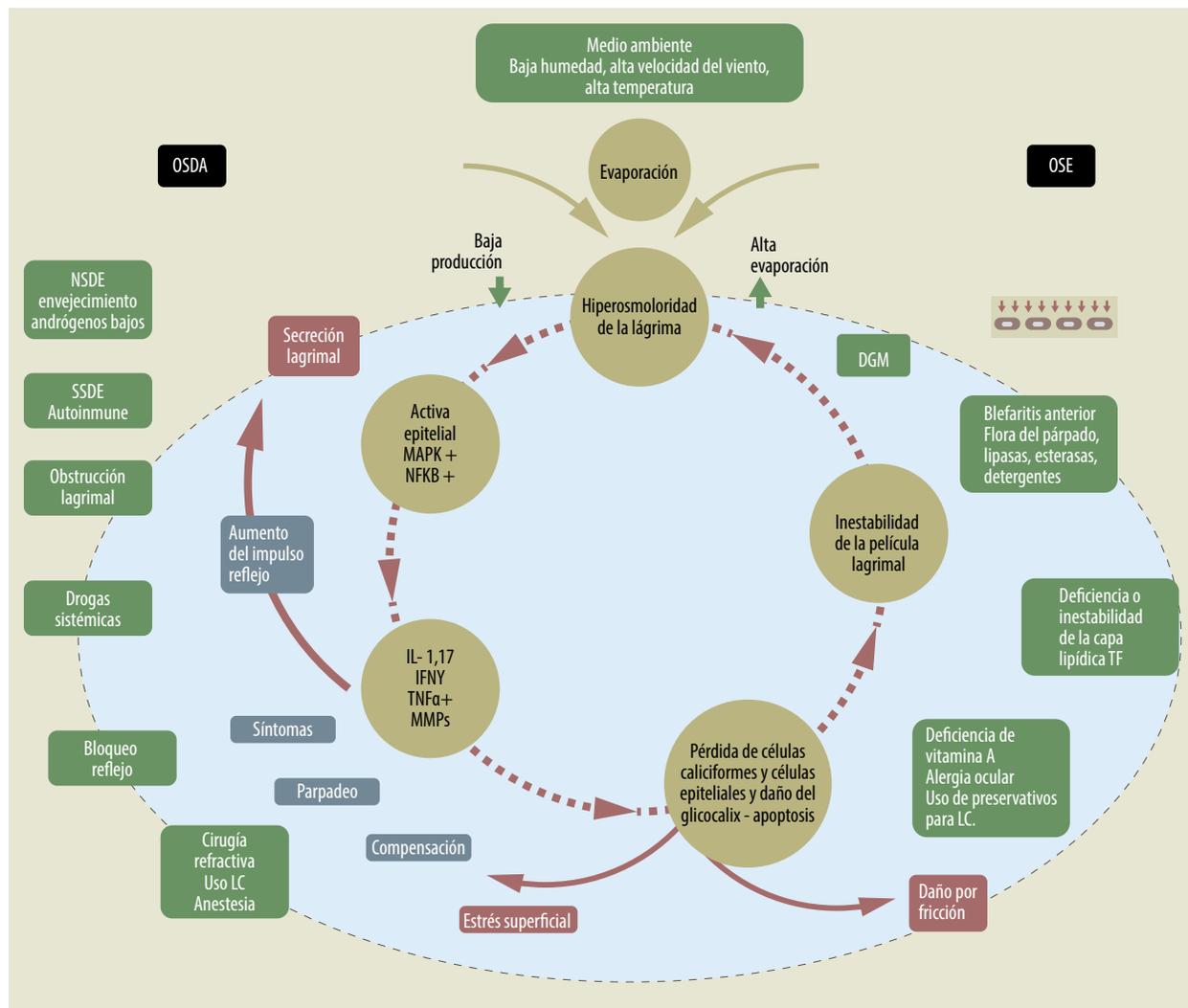


Figura 1. TFOS report.

moléculas ICAM -1, responsables de adhesión tisular y vascular; INF- γ , a cargo de reclutar linfocitos; Il- 17 ligada a la quimiotaxis e inflamación; Il- 6, de potente acción inflamatoria y proinflamatoria; Il- 1 mensajera de señales; Il- 23 que estimula la inflamación y la autoinmunidad; y LFA-1, que facilita la adhesión linfocitaria.

La presencia de estos elementos desencadena a su vez la expresión de células mieloides en el film lagrimal.

Todas estas estructuras aumentan la posibilidad de llegar por vía linfática al nódulo corres-

pondiente y de esta manera amplificar la cascada y generar fenómenos de retroalimentación.

Clínicamente se describen tres tipos de ojo seco: el ojo seco *lacrimodeficiente*, el ojo seco *evaporativo* y el ojo seco *mixto*. El lacrimodeficiente, a su vez, se divide en Sjögren y no Sjögren, y al ojo seco evaporativo se lo subclasifica como intrínseco y extrínseco (fig. 2).

El ojo seco mixto resulta de la combinación del ojo seco lacrimodeficiente y del ojo seco evaporativo (fig. 3).

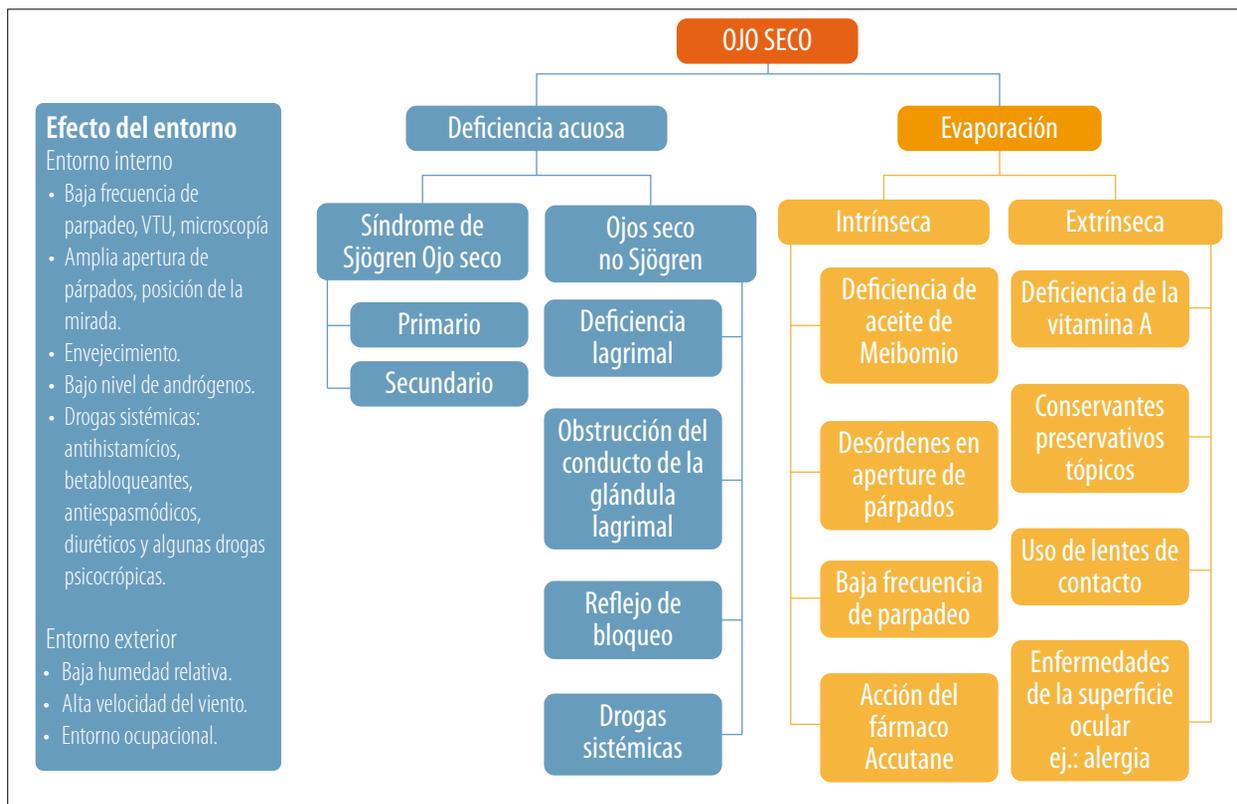


Figura 2. Informe TFOS DEWS II.

Teniendo en cuenta estas consideraciones y en relación con la cirugía de catarata con lentes multifocales, debemos considerar que el ojo seco es causa de insatisfacción en el posquirúrgico de estos pacientes⁷. El manejo del ojo seco posterior a cirugía de catarata con lentes multifocales comienza en el prequirúrgico. Una superficie ocular sana en el preoperatorio que se expresa inestable en el postoperatorio; o una superficie ocular inestable en el pre (el peor escenario) que se agrava en el posquirúrgico, constituyen el nudo cartesiano de esta insatisfacción que se manifiesta de igual manera en el paciente y en el cirujano.

Expectativa versus satisfacción es la ecuación a considerar y en este sentido el ojo seco es un factor de riesgo de fracaso refractivo y de posible

daño en la superficie ocular. Tenemos que tener en cuenta que el paciente con ojo seco llega con inflamación a la instancia quirúrgica y obviamente ésta se potenciará en la injuria operatoria.

La función refractiva del film es indispensable para mantener la correcta agudeza visual y, más importante aún, la calidad visual. Esta respuesta depende de la total transparencia de todos los medios transparentes del ojo. El ojo seco altera este factor. Es muy frecuente encontrarnos frente a pacientes que cuantitativamente presentan 10/10 en el postoperatorio y sin embargo están insatisfechos. Su “cantidad” visual es buena, pero su “calidad” de visión es mala. Fluctuaciones visuales, visión de halos, enturbiamiento de la visión, alteraciones de la acomodación y asteno-

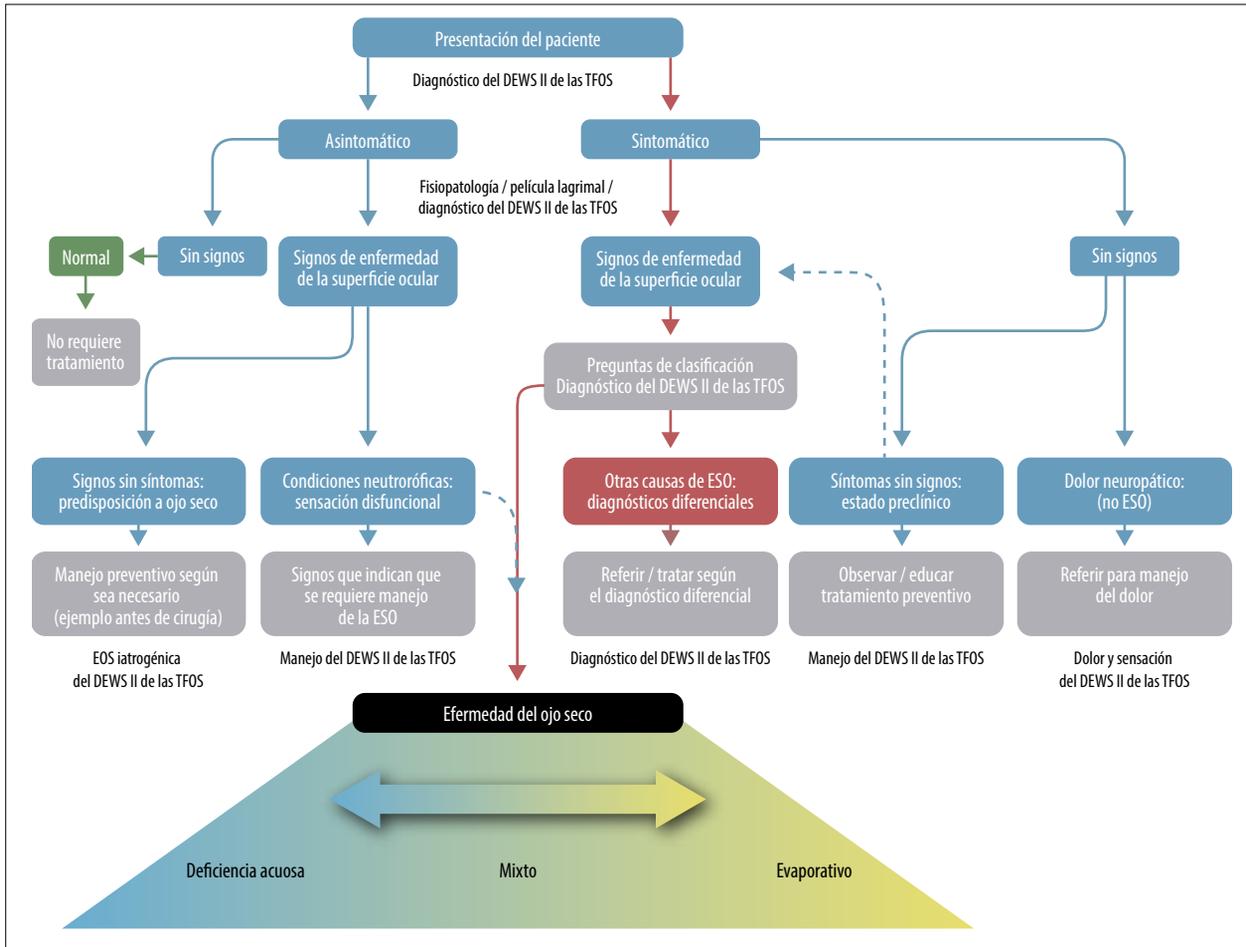


Figura 3. Ojo seco mixto. Informe TFOS DEWS II.

pía son algunas de las típicas manifestaciones de pacientes con mala calidad visual provocada por el ojo seco.

La mala calidad visual en el posquirúrgico en una cirugía libre de complicaciones es sinónimo de ojo seco hasta que no se demuestre lo contrario.

Es muy frecuente también observar a pacientes que han sido correcta y satisfactoriamente tratados que siguen presentando sintomatología e insatisfacción. Estos casos son los más complejos de revertir y en su mayoría responden a la expectativa generada en el prequirúrgico que no se ve reflejada en el pos, y a la génesis de una superficie ocular neurológica donde además de la manipu-

lación quirúrgica *per se*, fenómenos psicológicos, factores de medio ambiente, condiciones laborales, hábitos, dieta, edad y costumbres, influyen en esta situación. De esta manera, la correcta selección del candidato resulta fundamental y en este sentido conocer a la “persona” es la premisa a considerar.

Debemos además tener en cuenta cuál es el conservante que tiene el lubricante elegido para evitar agregar factores de toxicidad a la superficie ocular.

El examen profundo de la superficie ocular debe incluirse dentro del organigrama de estudio de un paciente a quien consideramos ópticamente

viable para la colocación de lentes intraoculares multifocales⁸.

El ojo seco constituye un factor de riesgo de fracaso refractivo y de posibles lesiones en la superficie ocular.

Resulta indispensable explicar y dar a conocer al paciente la posibilidad de que desarrolle un cuadro de ojo seco en el posquirúrgico y sus posibles consecuencias. Información, educación y diálogo son fundamentales.

No incluir pacientes con cuadros de ojo seco moderados, tratarlos previamente antes de considerarlos aptos y por supuesto, descartar cuadros graves.

No incluir pacientes con inmunopatías inflamatorias ni locales ni sistémicas. Ante la duda: no incluir.

Referencias

1. Craig JP, Nichols KK, Akpek EK *et al.* TFOS DEWS II: definition and classification report. *Ocul Surf* 2017; 15: 276-283.
2. Aguilar AJ, Berra A. Hyperosmolarity of the tear film in the dry eye. En: Kopacz D (ed.).

Ocular surface diseases: some current date on tear film problem and keratoconic diagnosis. London: IntechOpen, 2020.

3. Gilbard JP, Farris RL, Santamaria J 2nd. Osmolarity of tear microvolumes in keratoconjunctivitis sicca. *Arch Ophthalmol* 1978; 96: 677-681.

4. Khanal S, Tomlinson A, McFadyen A *et al.* Dry eye diagnosis. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2008; 49: 1407-1414.

5. Holly FJ, Lamberts DW. Effect of nonisotonic solutions on tear film osmolarity. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1981; 20: 236-245.

6. Tseng SC, Hirst LW, Maumenee AE *et al.* Possible mechanisms for the loss of goblet cells in mucin-deficient disorders. *Ophthalmology* 1984; 91: 545-552.

7. Woodward MA, Randleman JB, Stulting RD. Dissatisfaction after multifocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2009; 35: 992-997.

8. Yeu E, Cuozzo S. Matching the patient to the intraocular lens: preoperative considerations to optimize surgical outcomes. *Ophthalmology* 2021; 128: e132-e141.

Pseudoexfoliación capsular

Dr. Arturo Maldonado Junyent

Introducción

El síndrome de pseudoexfoliación se caracteriza por la producción y acumulación progresiva de un material fibrilar extracelular de origen incierto, aunque se cree que está relacionado con la producción basal anormal de las células epiteliales. Histológicamente es de características similares a los depósitos de amiloides.

En este síndrome se encuentran afectados varios órganos del cuerpo humano como la piel, el cerebro, el hígado el corazón, los pulmones y el globo ocular. Se puede relacionar con enfermedades sistémicas como la pérdida de la audición, la hipertensión, las alteraciones respiratorias, cardio y cerebro vasculares, por lo que el paciente debería ser referido a los especialistas correspondientes.

El glaucoma pseudoexfoliativo es la causa identificable más común en glaucoma crónico de ángulo abierto. Cerca del 20% de los glaucomas tienen como causal a esta patología y aproximadamente el 30% de los pacientes que tienen el depósito de este material desarrollará glaucoma en algún momento de su vida. Esta última está relacionada directamente con la edad y se observa entre un 5% a un 38% aproximadamente de pacientes mayores de 60 años.

Como veremos posteriormente, las alteraciones que produce la pseudoexfoliación en la zónula,

el iris, la córnea y en otras estructuras oculares, hacen que la cirugía de catarata sea de alto riesgo y con mayor tasa de complicaciones de las habitualmente previstas en este procedimiento.

Córnea

En la córnea vamos a encontrar depósito de material de pseudoexfoliación y pigmento que puede provocar una endotelio patía. Esta alteración puede ocasionar una descompensación corneal espontánea en algunos casos particulares, pero habitualmente hay que estudiarla, ya que durante la cirugía de catarata vamos a generar un daño y debemos advertir a los pacientes de esta situación.

Trabeculado

En el trabeculado observaremos material de pseudoexfoliación que obstruye la zona de la malla trabecular dificultando la salida del humor acuoso. Este material puede producirse también localmente. Un signo casi patognomónico que se observa por gonioscopia es la línea de Sampaolesi. Se trata de una ondulación de depósito de pigmento por encima de la línea de Schwalbe, la que generalmente tiene un cúmulo de pigmento importante. Fue descrita por el pro-

fesor doctor Roberto Sampaolesi y se lo reconoce mundialmente como un signo precoz de esta enfermedad.

Iris

Es la primera estructura donde habitualmente se podrá observar el depósito de este material que describió Lindbergh en 1917 y que se asemeja a la ceniza de cigarrillo.

A nivel de esta estructura podemos observar mediante retroiluminación una atrofia de la orla pigmentaria pupilar o borde pupilar que es mayor en esta zona, a diferencia del glaucoma pigmentario. También se produce una atrofia de la musculatura iridiana, que es la causante de una pobre dilatación, lo que puede generar complicaciones a la hora de remover la catarata. Existe también una alteración a nivel vascular que altera el funcionamiento de la barrera hematocular con el consiguiente aumento en la liberación de proteínas y otros elementos de la sangre que contribuye a una inflamación mayor posquirúrgica.

Cristalino y fibras zonulares

Este material se deposita en la cara anterior del cristalino generando la característica imagen de las 3 zonas concéntricas: la zona exterior, los puentes y el anillo central, generalmente cerca del borde pupilar.

Pero nuestra mayor atención debe dirigirse hacia las alteraciones que produce en las fibras zonulares. En estas estructuras genera una lisis en ellas que se puede manifestar en una facodonesis, signo fácilmente evidenciable en la biomicroscopía. Otro signo de debilidad zonular puede ser la variación en la profundidad de la cámara anterior; ésta puede presentar asimetrías haciéndose más estrecha y en algunos casos más profunda. En algunos pacientes se puede

producir una luxación o subluxación espontánea del cristalino. Es quizá esta alteración de los sostenes del cristalino el mayor reto a la hora de planificar y llevar a cabo la cirugía de catarata por el oftalmólogo.

Técnica quirúrgica de facoemulsificación en pseudoexfoliación capsular

Al plantear la cirugía de catarata en un paciente con esta patología debemos tener en cuenta que representa un desafío para el cirujano debido a todas las alteraciones que se describieron previamente. Estas hacen que estos procedimientos sean de mayor riesgo y que presenten complicaciones con más frecuencia que en las cirugías de cataratas de rutina.

Anestesia

En la actualidad la anestesia más usada en la cirugía de catarata moderna es la anestesia tópica, pero creemos que es conveniente utilizar algunas anestésicas que nos permitan realizar la cirugía con mayor tranquilidad en estos casos. En nuestra experiencia la anestesia subtenoniana es la adecuada. También se puede optar por anestésicos retro y peri bulbares.

Incisión

Habitualmente preferimos la incisión en córnea clara autosellante, que ante la aparición de midriasis pobre podemos realizar con un trayecto levemente más largo para evitar la protrusión del iris a través de ella.

Manejo de la pupila

El objetivo es asegurarnos de tener la mejor dilatación posible para visualizar en la mayor extensión al cristalino. Habitualmente utilizamos los ganchos retractores de iris, pero existen una gran variedad de dispositivos para

lograr una midriasis adecuada para realizar la intervención.

Capsulorrexis

La capsulorrexis circular continua tanto en su tamaño como en su centrado es un paso de suma importancia en todas las cirugías de catarata. Al comenzar la pseudoexfoliación capsular se podrán ver pliegues en la cápsula anterior del cristalino lo que es un signo de debilidad zonular. En esta patología la retracción capsular es más frecuente, produciéndose algunas veces una fimosis capsular anterior, por lo que se debe tratar de no realizar las capsulorrexis pequeñas.

Hidrodissección

Esta maniobra es de suma importancia para hacer una adecuada separación del cristalino y la cápsula facilitando las maniobras de facoemulsificación, pero sobre todo disminuyendo el estrés zonular que se puede producir si no existe una fácil rotación del núcleo.

Facoemulsificación

Al realizar la facoemulsificación de la catarata debemos tener en cuenta diferentes factores. En primer lugar, el ultrasonido que se emplea genera un daño endotelial; si el ojo presenta una endotelio patía previa por la pseudoexfoliación puede tener mayor repercusión y generar una pérdida extensa de células.

En segundo lugar, se debe realizar la emulsificación del núcleo evitando las maniobras que generen posibles daños en la zónula. Durante la extracción de los últimos fragmentos hay que tener especial precaución ya que, si la zónula está enferma, la cápsula posterior tendrá un movimiento anteroposterior mayor con el riesgo de acercarse a la punta del facoemulsificador y producir una ruptura posterior. En este paso muchas veces será necesario colocar anillos de tensión

capsular que idealmente deberían ser los anillos con sujeción para sutura escleral.

Implante de lente intraocular

Este es el punto que quizás genera mayor controversia, ya que no hay consenso si es conveniente colocar la lente intraocular en el saco capsular o en el surco ciliar. Existen varias opiniones al respecto, por la posibilidad de una luxación del complejo saco-lente que conlleva a una situación compleja y de difícil solución en gran parte de los casos. A la hora de decidir dónde implantar la lente se deben tomar en cuenta varios factores como: la edad del paciente y la expectativa de vida. El grado de pseudoexfoliación y la evaluación del estado zonular son de suma importancia para orientarnos hacia dónde implantar la lente.

También presenta controversia la colocación de lentes intraoculares multifocales de rango extendido o tóricas en estos casos, ya que la correcta ubicación de este tipo de prótesis es crítica para su adecuado funcionamiento. De la misma manera, la ubicación final de una lente intraocular tórica es crítica para su funcionamiento y tener variaciones en la posición del eje puede hacer que pierda su efecto e inclusive genere astigmatismo adicional si el desplazamiento es importante.

Complicaciones posquirúrgicas

La pseudoexfoliación puede presentar variadas complicaciones tanto en el posquirúrgico temprano como tardío y debemos estar prevenidos para el correcto manejo de estas situaciones.

En el posquirúrgico temprano es frecuente observar mayor inflamación que en las cirugías de rutina debido a la alteración de la barrera hematocular. Estos pacientes presentan mayores fluctuaciones de la presión intraocular, tanto en el posquirúrgico temprano como en el tardío, por lo que requiere de un control frecuente de la presión para evitar elevadas cifras que pueden

presentarse durante las primeras horas posteriores a la extracción de la catarata.

Las complicaciones tardías a las que se tendrá que prestar especial atención e intentar prevenir son la fimosis capsular, la descentración y luxación de la lente intraocular. El mayor daño se produce en las fibras zonulares ya que esta retracción produce una rotura fibrilar por tracción en la zónula.

Cuando se observa la descentración de la lente o el complejo saco-lente se debe actuar precozmente, fijando el complejo al iris o a la esclera, donde esta última ubicación será la mejor elección debido a la estabilidad y menor posibilidad inflamación y dispersión de pigmento.

Por último, se debe tener en cuenta que el descenso que se produce en la PIO luego de la facoemulsificación es temporario, ya que el material pseudoexfoliativo continúa produciéndose.

Discusión

La pseudoexfoliación capsular es una patología que afecta a diferentes estructuras oculares y puede provocar alteraciones por sí mismas como el glaucoma, descompensación corneal y hasta llegar a la luxación espontánea del cristalino.

Para el cirujano de catarata el aumento en la incidencia de complicaciones durante la cirugía de extracción del cristalino y posterior a ella generan un reto importante. Esto implica un estudio exhaustivo de cada paciente al que debamos intervenir.

Por último, el conocer las complicaciones posquirúrgicas —tanto tempranas como tardías— nos ayudará a prevenirlas o solucionarlas.

Bibliografía

Avramides S, Traiainidis P, Sakkias G. Cataract surgery lens implantation in eyes with exfoliation syndrome. *J Cataract Refract Surg* 1997; 23: 583-587.

Chang DF. Viscoelastic levitation of posteriorly dislocated intraocular lenses from the anterior vitreous. *J Cataract Refract Surg* 2002; 28: 1515-1519.

Davis D, Brubaker J, Eppardar L *et al.* Late in-the-bag spontaneous intraocular lens dislocation: evaluation of 86 consecutive cases. *Ophthalmology* 2009; 116: 664-670.

Drolsum L, Ringvold A, Nicolaisen B. Caratact and glaucoma surgery in pseudoexfoliation syndrome: a review. *Acta Ophthalmol Scand* 2007; 85: 810-821.

Jehan FS, Mamalis N, Crandall AS. Spontaneous late dislocation of intraocular lens within the capsular bag in pseudoexfoliation patients. *Ophthalmology* 2001; 108: 1727-1731.

Merkur A, Damji KF, Mintsoulis G, Hodge WG. Intraocular pressure decrease after phacoemulsification in patients with pseudoexfoliation syndrome. *J Cataract Refract Surg* 2001; 27: 528-532.

Ritch R, Schlötzer-Schrehardt U. Exfoliation (pseudoexfoliation) syndrome: toward a new understanding. Proceedings of the First International Think Tank. *Acta Ophthalmol Scand* 2001; 79: 213-217.

Sampaolesi R. *Glaucoma*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana, 1991, p. 607-617.

Schlötzer-Schrehardt U, Naumann GOH. Ocular and systemic pseudoexfoliation syndrome. *Am J Ophthalmol* 2006; 141: 921-937.

Shingleton BJ, Crandall AS, Ahmed IIK. Pseudoexfoliation and the cataract surgeon: preoperative, intraoperative, and postoperative issues related to intraocular pressure, cataract and intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2009; 35: 1101-1120.

Shingleton BJ, Heltzer J, O'Donoghue MW. Outcomes of phacoemulsification in patients with and without pseudoexfoliation syndrome. *J Cataract Refract Surg* 2003; 29: 1080-1086.

Complicaciones vitreoretinales en la cirugía del cristalino

Prof. Dr. Marcelo Zas y Dr. Marcos Mendaro

La cirugía del cristalino es uno de los procedimientos quirúrgicos de mayor prevalencia en nuestra especialidad. Solo en los Estados Unidos se realizan anualmente una cantidad mayor a dos millones de pacientes¹. Este número posee una clara tendencia ascendente debido al envejecimiento poblacional y al acceso creciente a la tecnología por parte de los sistemas de salud. Actualmente es un procedimiento seguro y efectivo y con gran precisión, consigue mejorar la función visual y calidad de vida de los pacientes.

Sin embargo, no se encuentra exento de complicaciones postoperatorias, entre las cuales se encuentran el desprendimiento de retina regmatógeno (DRR) pseudofáquico y los desgarros retinales. Estas infrecuentes pero potencialmente graves complicaciones requieren de atención por parte del médico oftalmólogo para actuar en forma inmediata realizando un diagnóstico adecuado y precoz. Los factores preoperatorios de cada paciente para cuantificar sus riesgos son de suma importancia para la toma de decisiones basadas en la información y evidencia bibliográfica correcta al momento de indicar una cirugía del cristalino.

Previo a abordar la fisiopatología del desprendimiento de retina es clave recordar la asociación indivisible entre cirugía ocular y la inflamación

intraocular secundaria. Cualquier intervención genera invariablemente impacto en los tejidos desencadenando la cascada inflamatoria y síntesis de mediadores inflamatorios como las prostaglandinas. Esto genera la apertura de la barrera hemato-acuosa que permite la difusión de citoquinas y demás moléculas hacia el humor acuoso, donde posteriormente se abrirán paso hacia la cavidad vitreoretinal, generando la apertura de la barrera hematorretinal y dando lugar a potenciales complicaciones vitreoretinales como por ejemplo, el edema macular cistoideo pseudofáquico o síndrome de Irvine-Gass (fig. 1).

El evento desencadenante del DRR —en el 80%-90% de los casos— es una rotura retinal asociada a un desprendimiento del vítreo posterior (DPV)³. El desprendimiento del vítreo posterior es un evento fisiológico natural que se debe a la confluencia de varios factores como son: la reticulación enzimática y no enzimática del colágeno, la reducción de su densidad, la lesión por radicales libres y la despolimerización del ácido hialurónico, dando lugar en conjunto a la desestabilización del gel vítreo. Esto produce la formación de lagunas (licuefacción) con tendencia a coalescer y el cuerpo vítreo comienza a contraerse (sinéresis), gestándose de manera paulatina su

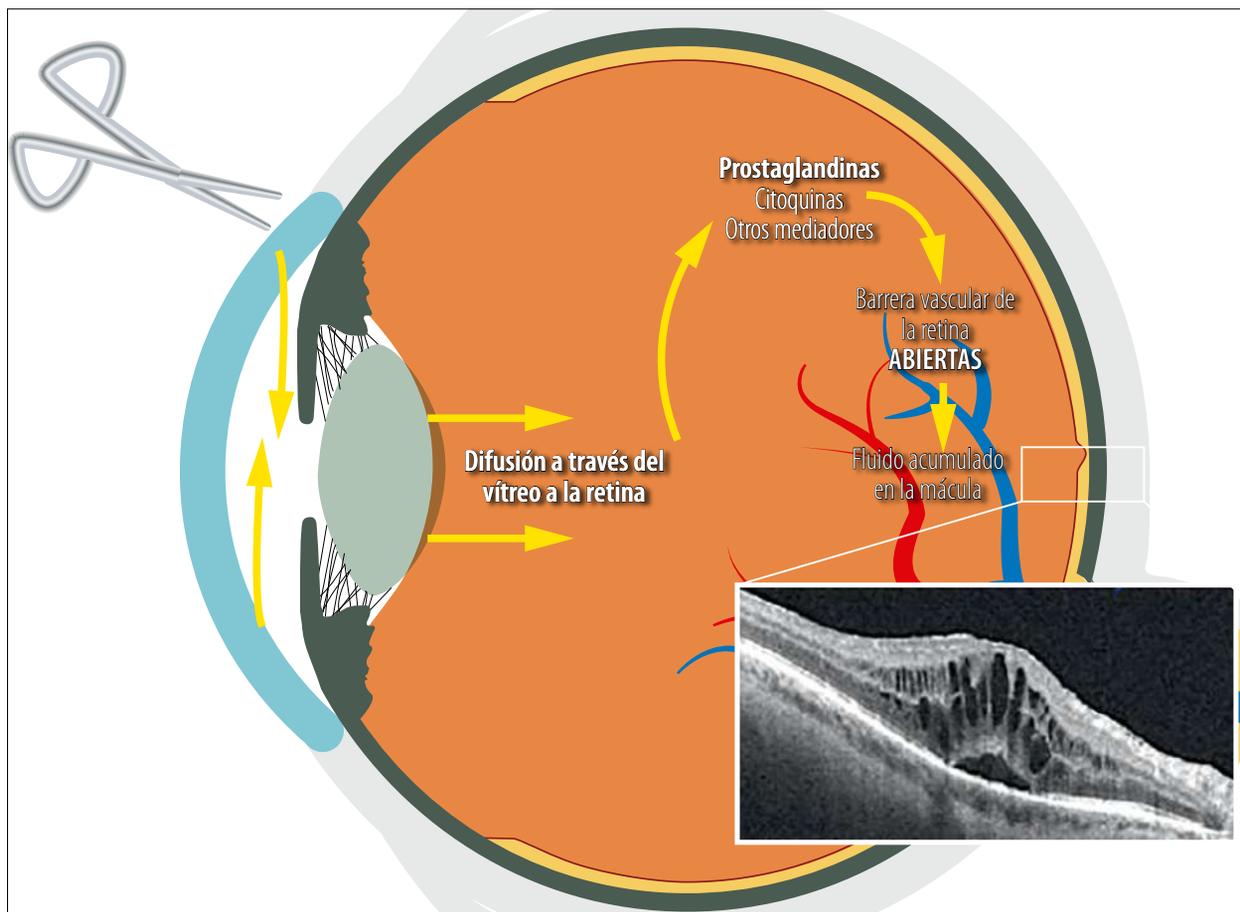


Figura 1. Esquema de la cascada inflamatoria intraocular desencadenada por un procedimiento quirúrgico.

colapso, sometiendo al tejido retinal a fuerzas de tracción con la eventual aparición de roturas o desgarros retinales. Si bien esta secuencia se produce de forma natural, con el paso del tiempo existen ciertos factores que pueden precipitar o adelantar su aparición, entre los que se hallan la miopía axial, la inflamación intraocular, la hemorragia intraocular, el trauma ocular y la cirugía de catarata. La cirugía produce una aceleración de la licuefacción vítrea, causando un desprendimiento del vítreo posterior agudo o prematuro, predisponiendo a la aparición de lesiones vitreo-retinales que pueden desencadenar en un DRR pseudofáquico (fig. 2).

El DRR pseudofáquico tiene características clínicas propias, a saber (fig. 3):

- Presenta roturas retinales periféricas en la inserción posterior de la base del vítreo.
- Tiende a ser más extenso, evolutivo y afecta más rápidamente a la mácula (*macula off*).
- Es menos sintomático que los DRR fáquicos ya que en general el paciente no discrimina la aparición de las miodesopsias y/fotopsias agudas como en el caso de un ojo fáquico y se las atribuye a su postoperatorio de la cirugía de facoemulsificación.
- Presenta peor visualización pre e intraoperatoria debido a la lente intraocular, los restos

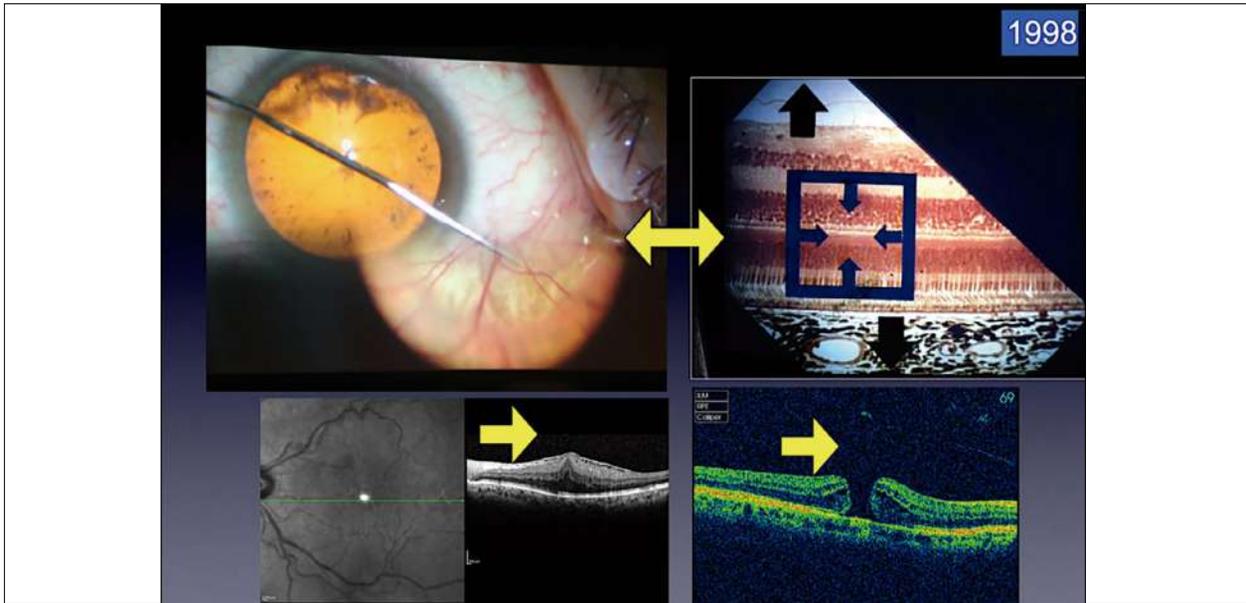


Figura 2. Modificaciones de las fuerzas de tracción pre e intrarretinal durante la faqueoemulsificación.



Figura 3. Caso clínico de un DRR pseudofáquico en un ojo derecho con *macula off* secundario a una degeneración lattice del cuadrante temporal inferior. Se observan sus características clínicas típicas. *Macula off*.

corticales, la fibrosis, el tamaño pupilar y la cápsula posterior.

- Tiene mayor riesgo de desarrollar proliferación vitreorretinal (PVR)⁴.

El DRR pseudofáquico supone una sustancial proporción de los desprendimientos de retina en su conjunto. Las estimaciones varían desde 21,6% hasta 37,2% en el mundo desarrollado⁵⁻⁶. Su riesgo se modifica de acuerdo con el método de la extracción de la catarata. La cirugía extracapsular conlleva un riesgo de aproximadamente un tercio respecto de su predecesora, la cirugía intracapsular⁷.

Con el advenimiento de la facoemulsificación el riesgo estimado es menor, ubicándose entre 0,036% y 0,656% a los 12 meses⁸⁻⁹. Teniendo como punto comparativo la incidencia de desprendimiento de retina en la población general, ubicada entre 0,0104%¹⁰ y 0,0207%⁶, se puede afirmar que la facoemulsificación incrementa el riesgo de desprendimiento de retina al menos por un factor de 1,7¹¹.

En una reciente revisión de la literatura en la que se analizó la incidencia del DRR luego de la extracción del cristalino, se halló que ésta es baja y que ocurre entre un 0,36 y un 2,9% de los casos dentro de la década posterior al procedimiento, lo que representa un número 10 veces mayor al riesgo de DRR en la población general¹².

Varios factores se asociaron con el riesgo de padecer un DRR luego de una cirugía de catarata: la miopía axial, las enfermedades vitreoretiniales preexistentes, las lesiones retinales periféricas (degeneración lattice), el género masculino, la menor edad, el prolapso vítreo hacia la cámara anterior, la pérdida vítrea (ruptura capsular posterior o diálisis zonular) y la extensión espontánea de la capsulotomía durante la cirugía¹³⁻¹⁴.

Un estudio que incluyó 18.065 pacientes evaluó los factores de riesgo con especial interés en el impacto de la ruptura de la capsula posterior intraoperatoria: identificaron un incremento del

riesgo de 5 veces en pacientes menores de 60 años, de 4 veces en ojos >25 mm de largo axial y de 13 veces en ojos que sufrieron una ruptura de cápsula posterior con pérdida de vítreo¹⁵.

La capsulotomía posterior con Nd:YAG láser presenta evidencia contradictoria, con un estudio que sugiere que no modifica el riesgo¹⁶ y otros que sugieren que lo incrementa, especialmente en la población miope¹⁷⁻¹⁸. Fuera de las complicaciones al momento de la cirugía, el riesgo del DRR postoperatorio usualmente ocurre entre 1 a 2 años después¹⁹.

Un estudio de 5 años de duración en el que mediante el uso de la ecografía ocular detectaban la aparición de un desprendimiento del vítreo posterior postoperatorio, halló que éste era el factor de riesgo más importante (no la presencia o ausencia de la degeneración lattice) y que la mayoría de los ojos que no tenía un desprendimiento vitreorretinal previo lo desarrollaba en una mediana de 7 meses luego de la cirugía; por lo que podría extrapolarse que la ausencia de DPV al momento de la operación es de riesgo mayor para desarrollar un DRR pseudofáquico²⁰.

La miopía axial requiere especial atención: más de la mitad de los DRR no traumáticos aparecen en pacientes miopes²¹. A medida que el largo axial del globo ocular aumenta, el riesgo de desprendimiento de retina aumenta proporcionalmente: cada milímetro incrementa el riesgo por 1,3 veces. Los ojos con un largo axial >26 mm tienen un incremento en el riesgo relativo de 18,90²².

Numerosos estudios, que incluían gran cantidad de pacientes, han reportado la incidencia y los factores de riesgo para el DRR luego de la cirugía: uno de ellos —de 45.043 pacientes con un seguimiento de 7,1 años— reveló la siguiente lista de factores de riesgo (ordenados según mayor riesgo): ruptura de capsula posterior, <65 años, género masculino y miopía alta²³. Otro, de muy reciente publicación —que incluyó 3.177.195 ojos de 1.983.712 pacientes— encontró

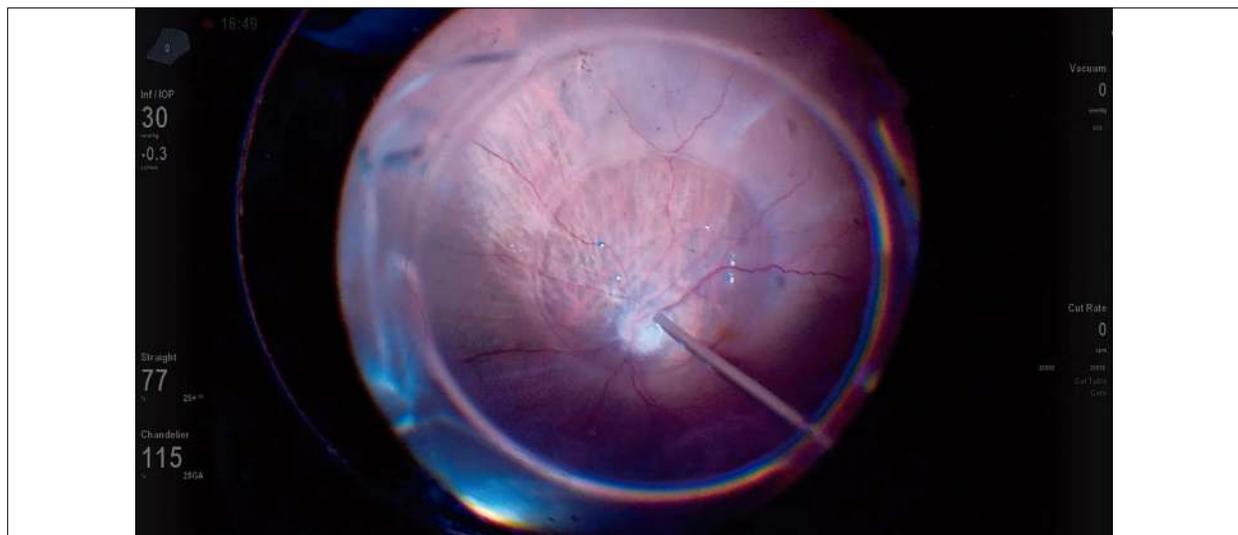


Figura 4. Imagen intraoperatoria de un DRR pseudofáquico con cirugía digital 3D. Uso de perfluorocarbono líquido.

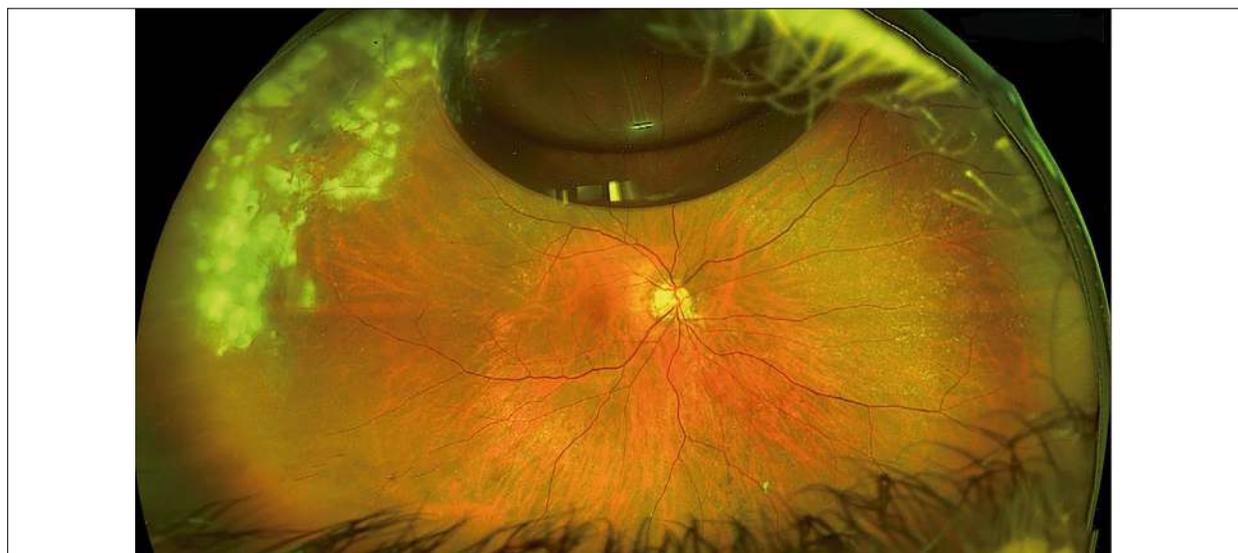


Figura 5. Imagen postoperatoria a las 48 horas de la figura 4. Desgarro seco, la pexia con endoláser y la burbuja de gas como taponaje. *Macula on.*

que 6.690 (0,21%) sufrieron un desprendimiento de retina y 5.489 (0,17%) presentaron desgarros retinales sin DRR dentro del año de la cirugía de catarata. Uno de cada 500 pacientes presentó un DRR como complicación vitreoretinal de la cirugía de catarata. Como factores de riesgo para el DRR se hallaron lesiones tipo degeneración latices, catarata hipermadura, DPV postoperatorio y alta miopía²⁴.

Como reflexión final debemos remarcar que la cirugía de catarata con implante de lente intraocu-

lar no es un procedimiento inocuo. La facoemulsificación modifica el estado físico y químico del humor vítreo y predispone a lesiones vitreoretinales a hacerse sintomáticas y generar un DRR. Debemos ser claros con nuestros pacientes y sus expectativas en el preoperatorio, informando adecuadamente los riesgos inherentes a la cirugía y analizando de manera personalizada los factores de riesgo que cada uno puede tener (figs. 4 a 6).

Las indicaciones para la cirugía deben tener su correcta justificación. Un adecuado seguimiento

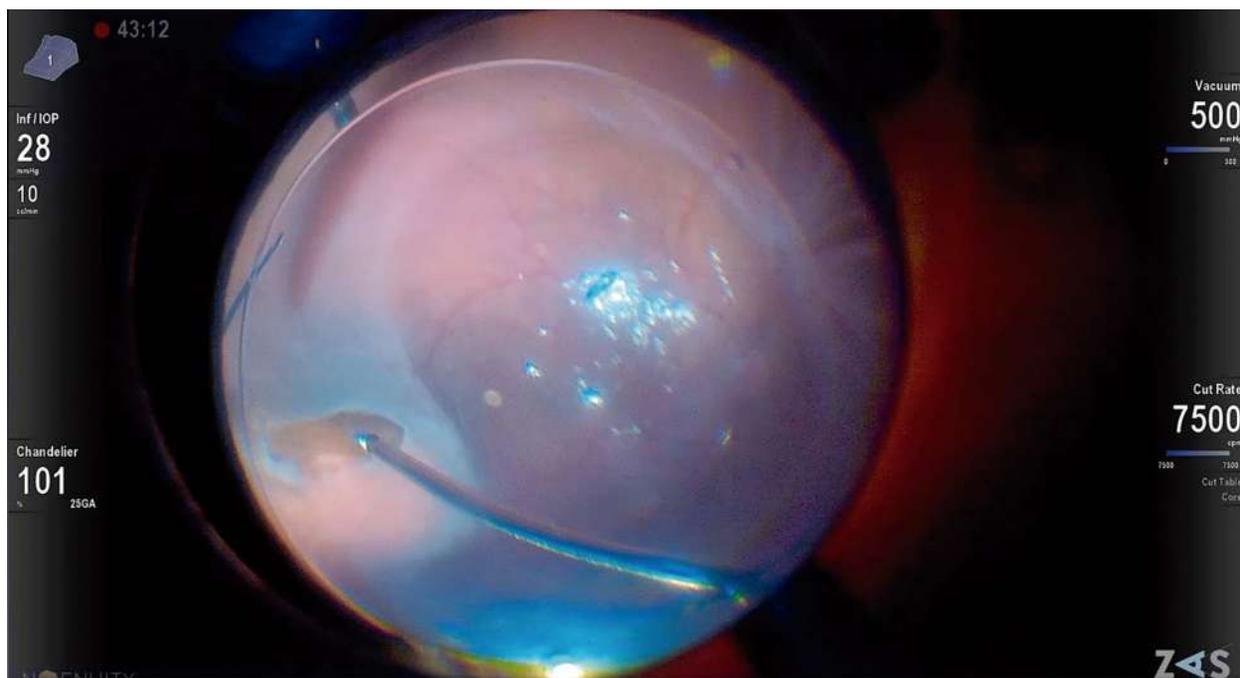


Figura 6. Imagen intraoperatoria de un DRR pseudofáquico con cirugía digital 3D. Autoidentación del desgarro utilizando luz de candelabro o chandelier.

postoperatorio y una correcta educación de los pacientes con pautas de alarmas a las cuales prestar atención (miodesopsias y fotopsias agudas) serán de vital importancia en la identificación precoz y la prevención del desprendimiento de retina pseudofáquico.

Referencias

1. Olson RJ, Braga-Mele R, Chen SH *et al.* Cataract in the adult eye preferred practice pattern. *Ophthalmology* 2017; 124: P1-P119.
2. Miyake K, Ibaraki N. Prostaglandins and cystoid macular edema. *Surv Ophthalmol* 2002; 47 Suppl 1: S203-S218.
3. Qureshi MH, Steel DHW. Retinal detachment following cataract phacoemulsification: a review of the literature. *Eye* 2020; 34: 616-631.
4. Mitry D, Charteris DG, Yorston D *et al.* The epidemiology and socioeconomic associations of retinal detachment in Scotland: a two-year prospective population-based study. *Investig Ophthalmol Vis Sci* 2010; 51: 4963-4968.
5. Ho PC, Tolentino FI. Pseudophakic retinal detachment: surgical success rate with various types of IOLs. *Ophthalmology* 1984; 91: 847-852.
6. Poulsen CD, Peto T, Grauslund J, Green A. Epidemiologic characteristics of retinal detachment surgery at a specialized unit in Denmark. *Acta Ophthalmol* 2016; 94: 548-455.
7. Javitt JC, Vitale S, Canner JK *et al.* National outcomes of cataract extraction: I: retinal detachment after inpatient surgery. *Ophthalmology* 1991; 98: 895-902.
8. Szijártó Z, Schvöller M, Poto L *et al.* Pseudophakic retinal detachment after phacoemulsification. *Ann Ophthalmol (Skokie)* 2007; 39: 134-139.
9. Alio JL, Ruiz-Moreno JM, Shabayek MH *et al.* The risk of retinal detachment in high myopia after small incision coaxial phacoemulsification. *Am J Ophthalmol* 2007; 144: 93-98.

10. Sasaki K, Ideta H, Yonemoto J *et al.* Epidemiologic characteristics of rhegmatogenous retinal detachment in Kumamoto, Japan. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 1995; 233: 772-776.
11. Michels RG, Wilkinson CP, Rice TA. *Michels Retinal detachment*. St. Louis: Mosby, 1997.
12. Qureshi MH, Steel DHW. Retinal detachment following cataract phacoemulsification: a review of the literature. *Eye (Lond)* 2020; 34: 616-631.
13. Ranta P, Tommila P, Kivelä T. Retinal breaks and detachment after neodymium: YAG laser posterior capsulotomy: five-year incidence in a prospective cohort. *J Cataract Refract Surg* 2004; 30: 58-66.
14. Koch DD, Liu JF, Gill EP, Parke DW 2nd. Axial myopia increases the risk of retinal complications after neodymium-YAG laser posterior capsulotomy. *Arch Ophthalmol* 1989; 107: 986-990.
15. Petousis V, Sallam AA, Haynes RJ *et al.* Risk factors for retinal detachment following cataract surgery: the impact of posterior capsular rupture. *Br J Ophthalmol* 2016; 100: 1461-1465.
16. Tuft SJ, Minassian D, Sullivan P. Risk factors for retinal detachment after cataract surgery: a case-control study. *Ophthalmology* 2006; 113: 650-656.
17. Javitt JC, Tielsch JM, Canner JK *et al*; Cataract Patient Outcomes Research Team. National outcomes of cataract extraction: increased risk of retinal complications associated with Nd:YAG laser capsulotomy. *Ophthalmology* 1992; 99: 1487-1498.
18. Tielsch JM, Legro MW, Cassard SD *et al.* Risk factors for retinal detachment after cataract surgery: a population-based case-control study. *Ophthalmology* 1996; 103: 1537-1545.
19. Flaxel CJ, Adelman RA, Bailey ST *et al.* Posterior vitreous detachment, retinal breaks, and lattice degeneration Preferred Practice Pattern. *Ophthalmology* 2020; 127: P146-P181.
20. Ripandelli G, Coppé AM, Parisi V *et al.* Posterior vitreous detachment and retinal detachment after cataract surgery. *Ophthalmology* 2007; 114: 692-697.
21. Eye Disease Case-Control Study Group. Risk factors for idiopathic rhegmatogenous retinal detachment. *Am J Epidemiol* 1993; 137: 749-757.
22. Lin JY, Ho WL, Ger LP, Sheu SJ. Analysis of factors correlated with the development of pseudophakic retinal detachment: a long-term study in a single medical center. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2013; 251: 459-465.
23. Gabriel M, Großpörtl M, Wallisch F *et al.* In-depth analysis of risk factors for pseudophakic retinal detachments and retinal breaks. *Acta Ophthalmol* 2022; 100: e694-e700.
24. Morano MJ, Khan MA, Zhang Q *et al.* Incidence and risk factors for retinal detachment and retinal tear after cataract surgery: IRIS® Registry (Intelligent Research in Sight) Analysis. *Ophthalmol Sci* 2023; 3: 100314.

Estrabismo

Dra. Susana Gamio

La presbicia es una condición ocular relacionada con la edad que afecta progresivamente la visión cercana. Tiene impacto emocional en los pacientes y afecta su calidad de vida¹.

El rol de la acomodación en la génesis del estrabismo es bien conocido. Cuando aparece la presbicia el aumento del esfuerzo acomodativo se asocia a un aumento del tono de convergencia y si los mecanismos de divergencia fusional son insuficientes o ausentes puede manifestarse una esotropía². Para evitarlo deberemos indicar la corrección completa de la hipermetropía obtenida por cicloplejía y adicionar la corrección adecuada para cerca de acuerdo con la edad del paciente. Cuando no hay binocularidad normal es posible intentar la monovisión enfocando el ojo fijador (dominante) para lejos y el no fijador (no dominante) para cerca.

La monovisión produce imágenes diferentes proyectadas en ambas fóveas y según el grado de anisometropía puede generar un síndrome de monofijación.

Esto significa una pérdida de fusión foveal y presencia de un escotoma en la fóvea del ojo no fijador (no dominante) que se transfiere de fóvea a fóvea cuando se cambia la distancia. Este síndrome de monofijación puede ocurrir en sujetos ortotrópicos o estrábicos (no requiere presencia de estrabismo).

En el caso de un paciente con monovisión que genera una imagen borrosa en un ojo y el ojo que adopta la fijación dependerá de la distancia del objeto que se mira. Esto resulta en un escotoma alternante en la fóvea del ojo no fijador lo que genera una fusión y estereopsis deficientes. Estas consecuencias de la anisometropía generada pueden alterar el sistema de visión binocular³.

En pacientes con visión binocular deficiente que tienen una amplitud de fusión débil, el desenfoque de una de las dos imágenes que llegan a la corteza visual desde ambos ojos podría empeorar la fusión y producir una molesta diplopía o confusión de imagen.

En pacientes que no tienen visión binocular y la supresión es el mecanismo que utilizan para evitar la doble visión, la monovisión puede hacerles perder esa capacidad y presentar diplopía o confusión de imágenes.

El uso de anteojos bifocales o multifocales muchas veces no se toleran bien y las lentes de contacto no son una buena opción en pacientes con ojo seco o con dificultades en la destreza manual. Es por ello que muchos pacientes optan por un tratamiento quirúrgico.

Para ello contamos con varias alternativas como: procedimientos a nivel de la córnea o mediante implante de lentes intraoculares. Existen 3 maneras de obtener monovisión: 1) con lente de contacto:

un ojo enfocado para lejos y el otro para cerca, 2) con cirugía refractiva con láser, o 3) mediante cirugía de cristalino con LIO calculada para que un ojo quede con imagen nítida para lejos y el otro para cerca⁴.

En el caso de la monovisión se prefiere corregir el ojo dominante para lejos y el no dominante para cerca (monovisión convencional). Cuando se corrige el ojo no dominante para lejos se denomina monovisión cruzada (usada especialmente en altos miopes)⁵⁻⁶ y cuando se implanta una LIO multifocal en el dominante y una monofocal en el no dominante se denomina monovisión híbrida⁷.

Antes de planear la cirugía destinada a obtener monovisión para un paciente que desea ver lejos y cerca sin anteojos, el oftalmólogo debería considerar ciertas complicaciones potenciales. Se debe evaluar el riesgo que tiene cada paciente a desarrollar estrabismo y/o diplopía y advertirlo.

Existen 3 maneras de obtener monovisión: 1) con lente de contacto: un ojo enfocado para lejos y el otro para cerca, 2) con cirugía refractiva con láser, o 3) mediante cirugía de cristalino con LIO calculada para que un ojo quede con imagen nítida para lejos y el otro para cerca.

Estos métodos pueden funcionar bien para algunos pacientes pero si alguien tiene reserva fusional débil, la monovisión puede desencadenar diplopía y/o estrabismo.

Si el paciente tuvo estrabismo previo puede recidivar y ello puede ocurrir tiempo después de la cirugía. Además una prueba previa con lentes de contacto no garantiza que pueda tolerar el procedimiento. La mayoría de los pacientes que tienen estrabismo pos-monovisión desarrollan esotropía⁴.

Un paciente con paresia del IV nervio que fija habitualmente con su ojo no parético puede fusionar su pequeña desviación vertical y ser asintomático, pero si lo forzamos a fijar con el ojo parético la desviación secundaria será mayor y podrá experimentar diplopía por exceder su reserva fusional.

Un examen prequirúrgico exhaustivo es necesario: preguntar sobre uso de prismas y antecedentes de estrabismo previo. Los pacientes con estrabismo previo, aunque se encuentren bien alineados, deben ser advertidos de esta posibilidad. La monovisión puede precipitar la recurrencia del estrabismo o causar síntomas de astenopia y malestar.

Los pacientes con forias, eso o exoforias pueden presentar estrabismo luego de este procedimiento quirúrgico, a veces en los meses subsiguientes o incluso tan tardíamente como 3 años después.

La anisometropía obtenida puede también disminuir el grado de estereopsis que tenía el paciente. No se recomienda inducir más que 2 D de diferencia. El 78% de los pacientes con 1,5 o menos de anisometropía y 50% de los que obtuvieron más de 1,5 D logró pasar el test de Worth a distancia⁸.

Hay pocos estudios publicados que comparan la monovisión pseudofáquica con otros métodos de corrección de la presbicia⁹⁻¹⁰. Es difícil determinar cuál método es mejor cuando se excluyen los intereses financieros. Las lentes intraoculares multifocales son significativamente más costosas. La monovisión pseudofáquica puede revertirse mediante lentes de contacto o anteojos si el paciente tiene dificultad en adaptarse o para circunstancias especiales como al conducir vehículos.

Itó y colaboradores compararon la destreza en la lectura después de cirugía de catarata en pacientes con monovisión pseudofáquica con LIO monofocales versus aquellos con LIO multifocales¹¹. El grupo con monovisión obtuvo mejores resultados en la lectura.

Algunas funciones visuales tales como estereopsis, sensibilidad de contraste y campo visual pueden decrecer con la instauración de monovisión¹¹. En el trabajo de Marques y colaboradores muestran una reducción de 197" de arco con el test de Titmus en 32/38 pacientes¹³.

En los pacientes con estrabismo que desean corrección de la presbicia mediante monovisión

se debería realizar un examen sensorial exhaustivo y una prueba previa con lentes de contacto. Si aparece diplopía se desaconseja proceder con ese tratamiento, pero la ausencia de diplopía no garantiza que no ocurra en el periodo postoperatorio, incluso meses o años luego de la intervención. Esto debe informarse al paciente y se debería intentar generar la menor anisometropía posible.

Por otro lado, los pacientes con fuerte dominancia ocular pueden tener dificultades para cambiar la fijación de lejos a cerca¹⁴.

La expectativa de vida prolongada hace que las personas presbitas tengan necesidades laborales y sociales que los impulsen a buscar soluciones quirúrgicas que los liberen del uso de anteojos. Para obtener resultados satisfactorios ante esta expectativa es imprescindible una buena evaluación sensorio-motora preoperatoria que podría evitar sorpresas desagradables.

Referencias

1. Goertz AD, Stewart WC, Burns WR *et al.* Review of the impact of presbyopia on quality of life in the developing and developed world. *Acta Ophthalmol* 2014; 92: 497-500.
2. Wright WW, Gotzler KC, Guyton DL. Esotropia associated with early presbyopia caused by inappropriate muscle length adaptation. *J AAPOS* 2005; 9: 563-566.
3. Fawcett SL, Herman WK, Alfieri CD *et al.* Stereoacuity and foveal fusion in adults with long-standing surgical monovision. *J AAPOS* 2001; 5: 342-347.
4. Pollard ZF, Greenberg MF, Bordenca M *et al.* Strabismus precipitated by monovision *Am J Ophthalmol* 2011; 152: 479-482.
5. Xun Y, Wan W, Jiang L, Hu K. Crossed versus conventional pseudophakic monovision for high myopic eyes: a prospective, randomized pilot study. *BMC Ophthalmol* 2020; 20: 447.
6. García-González M, Teus MA, Hernández-Verdejo JL. Visual outcomes of LASIK-induced monovision in myopic patients with presbyopia. *Am J Ophthalmol* 2010; 150: 381-386.
7. Iida Y, Shimizu K, Ito M. Pseudophakic monovision using monofocal and multifocal intraocular lenses: hybrid monovision. *J Cataract Refract Surg* 2011; 37: 2001-2005.
8. Katz JA, Karpecki PM, Dorca A *et al.* Presbyopia: a review of current treatment options and emerging therapies. *Clin Ophthalmol* 2021; 15: 2167-2178.
9. Xiao J, Jiang C, Zhang M. Pseudophakic monovision is an important surgical approach to being spectacle-free. *Indian J Ophthalmol* 2011; 59: 481-485.
10. Chen M, Atebara NH, Chen TT. A comparison of a monofocal Acrysoft IOL using the "blended monovision" formula with the multifocal array IOL for glasses independence after cataract surgery. *Ann Ophthalmol (Skokie)* 2007; 39: 237-240.
11. Ito M, Shimizu K. Reading ability with pseudophakic monovision and with refractive multifocal intraocular lenses: comparative study. *J Cataract Refr Surg* 2009; 35: 1501-1504.
12. Stanojic N, Wilkins M, Bunce C, Ionides A. Visual field in patients with multifocal intraocular lens implants and monovision: an exploratory study. *Eye (Lond)* 2010; 24: 1645-1651.
13. Marques FF, Sato RM, Chiacchio BB *et al.* Evaluation of visual performance and patient satisfaction with pseudophakic monovision technique. *Arq Bras Oftalmol* 2009; 72: 164-168.
14. Wright KW, Guemes A, Kapadia MS, Wilson SE. Binocular function and patient satisfaction after monovision induced by myopic photorefractive keratectomy. *J Cataract Refract Surg* 1999; 25: 177-182.

Parte IV

EXÁMENES COMPLEMENTARIOS

IOLMaster 700

Dr. Jorge Buonsanti

El IOL master 700 utiliza la tecnología *swept source* OCT de no contacto que presenta las ventajas de dar una imagen tipo B scan de córnea, cámara anterior, cristalino y retina¹. También aumenta la penetración en cataratas duras, aproximadamente un 5% más que el modelo anterior: IOLMaster 500.

Como característica única presenta la queratometría telecéntrica en la que la distancia entre los *spots* no varía con respecto de la distancia de medición, lo que hace más fácil la medición. También tiene una queratometría central de 2,5 mm, mide la córnea posterior con lo que nos brinda la K anterior, posterior (PK) y la queratometría total (TK). Mide el tamaño pupilar y el Cord mu como reemplazo del ángulo Kappa².

Tiene incluidas también varias fórmulas de cálculo, como la Barrett, Holladay 2, Haigis, y para poscirugía refractiva, la Haigis L y las dos fórmulas de Barrett: Barrett true K y Barrett true K TK, lo que nos da una gran versatilidad en cálculos complejos².





OD derecho		Cálculo de IOL		OS izquierdo	
(●)				(●)	
Estatus del ojo					
LS: Seudofáquico Ref: --- LVC: LASIK Refr. dest.: -0,20 D		VS: Humor vítreo VA: --- Modo LVC: - SIA: +0,12 D @ 90°		LS: Fáquica Ref: --- LVC: LASIK Refr. dest.: -0,20 D	
				VS: Humor vítreo VA: --- Modo LVC: Miope SIA: +0,12 D @ 90°	
Valores biométricos					
AL: 27,83 mm ACD: 4,45 mm (!) LT: 1,04 mm (!) WTW: 12,1 mm SE: 37,42 D ΔK: +0,44 D @ 7° TSE: 36,90 D ΔTK: +0,39 D @ 11°		SD: 7 μm SD: 18 μm SD: 19 μm SD: 0,01 D K1: 37,20 D @ 97° K2: 37,64 D @ 7° TK1: 36,70 D @ 101° TK2: 37,10 D @ 11°		AL: 27,73 mm ACD: 3,57 mm LT: 4,11 mm WTW: 12,3 mm SE: 37,75 D ΔK: +0,28 D @ 177° TSE: 37,30 D ΔTK: +0,30 D @ 0°	
		K AMO Tecnis 1 ZCB00 - Barrett True-K - LF: +2,09 DF: +4,0 IOL (D) Ref (D) +20,00 -0,98 +19,50 -0,63 +19,00 -0,28 +18,50 +0,06 +18,00 +0,40 +18,60 Emetropía		K AMO Tecnis 1 ZCB00 - Halgle-L - A0: -1,302 A1: +0,210 A2: +0,251 IOL (D) Ref (D) +21,00 -1,05 +20,50 -0,70 +20,00 -0,35 +19,50 -0,01 +19,00 +0,34 +19,49 Emetropía	
		TK AMO Tecnis 1 ZCB00 - Barrett TK True-K - LF: +2,09 DF: +4,0 IOL (D) Ref (D) +19,50 -0,86 +19,00 -0,51 +18,50 -0,17 +18,00 +0,17 +17,50 +0,51 +18,26 Emetropía		TK AMO Tecnis 1 ZCB00 - Halgle - A0: -1,302 A1: +0,210 A2: +0,251 IOL (D) Ref (D) +19,50 -0,90 +19,00 -0,55 +18,50 -0,21 +18,00 +0,13 +17,50 +0,47 +18,20 Emetropía	

Otra ventaja es que tiene un rango de medición entre 14 y 38 mm lo que la hace excepcional para medir ojos largos².

Todas las mediciones se realizan en una única vez, empezando por la queratometría para evitar la sequedad de la córnea con el tiempo de medición.

En cuanto a la repetibilidad y la reproducibilidad de las mediciones son óptimas³.

Presenta también una autocalibración para detectar errores en el funcionamiento del aparato².

En cuanto al cálculo de la lente intraocular, permite incorporar las optimizaciones de la página Ulib y recientemente de la página IOLcon.

Una desventaja es que no permite separar las mediciones, es decir que si el blanco a blanco (*white to white*) está bien pero la queratometría sale con error, hay que repetir todo el examen nuevamente².

Tampoco la OCT de mácula reemplaza a la OCT tradicional, es sólo para confirmar la fijación².

Otra desventaja es su alto costo, aunque si el objetivo es realizar cirugía facorretractiva con lentes premium sí se justifica ampliamente.

Paciente operada de LASIK. Podemos ver las TK 1 y 2 y de allí utilizar las fórmulas Haigis TK (cuadro inferior derecho) y Barrett true K con TK (cuadro inferior izquierdo), que nos dan una gran efectividad para este tipo de cálculos.

Referencias

1. Donald T. IOLMaster 700: a debut of swept-source oct technology. *Cataract & Refractive Surgery Today (Europe ed)* 2015, July/Aug:

67, 69. Disponible en: https://crstodayeurope.com/wp-content/themes/crste/assets/downloads/0715CRSTEuro_F12_IOLMaster.pdf

2. *Zeiss IOLMaster user manual*. Disponible en: <https://www.manualslib.com/manual/1312504/Zeiss-Iolmaster.html>

3. Bullimore MA, Slade S, Yoo P, Otani T. An evaluation of the IOLMaster 700. *Eye Contact Lens* 2019; 45: 117-123.

Argos

Dr. Daniel Badoza

Los equipos de biometría óptica de primera generación se basan en el principio de la interferometría de coherencia parcial (PCI) y de refractometría óptica de baja coherencia parcial. Entre ellos se incluyen las versiones iniciales del IOLMaster hasta el modelo IOLMaster 500 (Carl Zeiss Meditec, Jena, Alemania), Aladdin (Topcon, Tokio, Japón), Pentacam AXL (Oculus, Wetzlar, Alemania), Lenstar LS900 (Haag-Streit, Verkauf, Suiza) y Galilei G6 (Ziemer, Port, Suiza)¹.

Esta tecnología no permite mediciones precisas del largo axial en aproximadamente el 15% (8%-21%) de los pacientes con catarata, en especial en cataratas subcapsulares posteriores y LOCS III 3,5 o mayor.

En la actualidad el IOLMaster 700 (Carl Zeiss Meditec, Jena, Alemania) que utiliza una tecnología *swept-source* OCT (SS-OCT) es considerado como el *gold standard*. Esta tecnología opera con una fuente luminosa con longitud de onda mayor (1050-1060 nm) que la de los equipos con PCI. Esto le permite una penetración tisular mayor, facilitando mejores mediciones en ojos con cataratas maduras o subcapsulares posteriores avanzadas²⁻³.

El Argos (Movu Inc., Santa Clara, California) es un nuevo equipo de biometría óptica que uti-

liza tecnología SS-OCT con el *software* Verion integrado (Alcon Laboratories, Fort Worth, Texas). Es novedosa su capacidad de medir el largo axial segmentando los índices de refracción de acuerdo con cada segmento del ojo (córnea 1,375; cámara anterior 1,336; cristalino 1,410; humor vítreo 1,336). Como un ojo largo usualmente tiene un segmento posterior más largo, el largo axial medido será más corto con el índice segmentado debido a que índice refractivo del vítreo es menor que el índice refractivo.

Shammas y colaboradores confirmaron diferencias en ojos muy largos (< 26 mm) y muy cortos (> 22 mm) con respecto de los equipos que no segmentan la medición del largo axial⁴⁻⁵.

Otra característica del Argos es su modo *visualización retinal mejorada* (*enhanced retinal visualization* o ERV, por su nombre y sigla en inglés), que incrementa la señal 10 veces, lo que permite amplificar la señal retinal al medir cataratas densas.

Hay publicaciones que muestran los resultados comparando el Argos con biómetros basados en la interferometría y con otro equipo SS-OCT (IOLMaster 700).

Higashiyama y colaboradores compararon el Argos con el IOLMaster V.05 en 55 pacientes y

obtuvieron mediciones en 98,2% con el Argos y 87,3% con el IOLMaster V.05⁶. El Argos tuvo mediciones promedio de largo axial 0,03 y 0,02 mm más largos en ojos cortos y normales, respectivamente. Por el contrario, en ojos largos el Argos resultó en 0,05 mm más cortos. Si bien las diferencias fueron estadísticamente significativas, no tuvieron efectos clínicos ya que implicaron 0,135 D de diferencias en el cálculo del poder esférico de la lente intraocular.

Gjerdrum y colaboradores compararon el Argos con el Anterior y Lenstar en 129 ojos⁷. No obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en el error absoluto de predicción refractiva ni en el porcentaje de ojos con $\pm 0,50D$ de error de predicción. Al igual que Higashiyama y colaboradores, obtuvieron largos axiales más largos en ojos cortos y más cortos en ojos largos. Estos resultados están relacionados con la segmentación de los índices de refracción. El Argos tuvo mayor correlación con el Lenstar en cuanto a la queratometría y con el Anterior en cuanto a *lens thickness* y la ACD.

Blehm y Hall compararon el Argos con el Lenstar en 200 ojos. El error de predicción absoluto (EPA) fue ligeramente menor con el Argos (0,07D) pero esta diferencia no fue estadísticamente significativa. El EPA $\leq 0,50D$ se obtuvo en el 79% con Argos y 70% con Lenstar⁸.

Cummings y colaboradores compararon Lenstar con Argos en 299 ojos (el Lenstar no midió en 5 ojos)⁹. En los ojos largos, la diferencia mediana fue 0,08 y el coeficiente de correlación de Spearman fue 0,9863 ($p < 0,0001$). En ojos de largo medio, la diferencia mediana fue -0,01, y el índice de correlación de Spearman 0,9853 ($p < 0,0001$). En ojos cortos, la diferencia mediana fue y el índice de correlación de Spearman 0,9986 ($p < 0,0001$).

Románek y colaboradores reportaron que el IOLMaster 700 midió correctamente el largo axial en 99,1% (105 ojos) de la población estudiada¹⁰.

Sólo no pudo medir un ojo con catarata brunescente. Ese mismo ojo lo midió con éxito el Argos usando el modo ERV, por lo que este equipo pudo medir el 100% de los casos (106 ojos). En líneas generales, entre las mediciones de ambos equipos no hubo diferencias estadísticamente significativas. La correlación entre los valores de ACD fue muy alta ($r_s = 0,994$, $p < 0,01$), donde fueron más largos los valores obtenidos con el Argos ($p < 0,05$). Al comparar las queratometrías promedio, también obtuvieron una correlación muy alta entre los dos equipos con $r_s = 0,978$ ($p < 0,01$). Si bien el IOLMaster 700 obtuvo medidas corneales más planas, la diferencia fue mínima y no significativa ($p = 0,773$). En cuanto al grosor del cristalino, el coeficiente de correlación de Spearman fue $r_s = 0,988$ ($p < 0,01$), no obteniéndose una diferencia significativa entre las mediciones obtenidas ($p = 0,860$).

Tamaoki y colaboradores compararon el Argos con el IOLMaster 700. La población estaba compuesta por 213 ojos con cataratas avanzadas donde 54% tenía 4+, el 30,5% era 5+ y el 15,5% era cataratas blancas¹¹. El IOLMaster 700 pudo medir en el 61,5%, mientras que el Argos lo hizo con el 69,5%. El utilizar el ERV, el Argos suma un 23,9% adicional de ojos, llegando a medir el 93,4% de los casos. Las diferencias fueron estadísticamente significativas. En 51 casos realizaron mediciones postoperatorias del largo axial con el Argos usando el ERV, obteniendo diferencias menores a 0,1 mm en 58,8%, entre 0,11 y 0,2 mm en el 19,6%, entre 0,21 y 0,3 mm en el 11,8% y mayores de 0,3 mm en 9,8% en comparación con la medida preoperatoria.

Sabatino y colaboradores compararon el Argos y el IOLMaster 700 en 218 ojos. El largo axial se midió en 213 ojos (97,7%). En 2 ojos (0,92%) ningún biómetro pudo obtener el largo axial¹². El Argos pudo medir en 2 ojos (0,92%) donde el IOLMaster 700 no lo hizo. Argos no pudo medir en 1 ojo (0,45%) donde el IOLMaster 700 lo logró. Estos autores encontraron una diferencia estadís-

ticamente significativa en las medidas de ACD y *lens thickness* con una diferencia promedio de 0,11 mm y 0,06, respectivamente. El efecto no tiene impacto en el cálculo del poder de la LIO.

En conclusión, el Argos es una nueva herramienta que al utilizar tecnología SS-OCT permite obtener mediciones biométricas precisas para el cálculo de la lente intraocular, muy útil en especial frente a casos con cataratas muy densas en las que los métodos PCI tienen una alta incidencia de fracaso en la medición.

Referencias

1. Omoto MK, Torii H, Masui S, Ayaki M *et al.* Ocular biometry and refractive outcomes using two swept-source optical coherence tomography-based biometers with segmental or equivalent refractive indices. *Sci Rep* 2019; 9: 6557. Author correction: *Sci Rep* 2020; 10: 13181.
2. Huang J, Savini G, Li J *et al.* Evaluation of a new optical biometry device for measurements of ocular components and its comparison with IOLMaster. *Br J Ophthalmol* 2014; 98: 1277-1281.
3. Akman A, Asena L, Güngör SG. Evaluation and comparison of the new swept source OCT-based IOLMaster 700 with the IOLMaster 500. *Br J Ophthalmol* 2016; 100: 1201-1205.
4. Shammas HJ, Shammas MC, Jivrajka RV *et al.* Effects on IOL power calculation and expected clinical outcomes of axial length measurements based on multiple vs single refractive indices. *Clin Ophthalmol* 2020; 14: 1511-1519.
5. Shammas HJ, Ortiz S, Shammas MC *et al.* Biometry measurements using a new large-coherence-length swept-source optical coherence tomographer. *J Cataract Refract Surg* 2016; 42: 50-61.
6. Higashiyama T, Mori H, Nakajima F, Ohji M. Comparison of a new biometer using swept-source optical coherence tomography and a conventional biometer using partial coherence interferometry. *PLoS One* 2018; 13: e0196401.
7. Gjerdrum B, Gundersen KG, Nilsen C *et al.* Refractive predictability and biometry agreement of a combined swept source optical coherence and reflectometry biometer compared to an optical low coherence reflectometry biometer and an ss-oct biometer. *Clin Ophthalmol* 2023; 17: 1439-1452.
8. Blehm C, Hall B. Comparing predictive accuracy of a swept source optical coherence tomography biometer and an optical low coherence reflectometry biometer. *Clin Ophthalmol* 2023; 17: 2125-2131.
9. Cummings AB, Naughton S, Coen AM *et al.* Comparative analysis of swept-source optical coherence tomography and partial coherence interferometry biometers in the prediction of cataract surgery refractive outcomes. *Clin Ophthalmol* 2020; 14: 4209-4220.
10. Románek J, Sluková K. Comparison of optical biometers Argos and IOLMaster 700. *Česk Slov Oftalmol* 2021; 77: 296-299.
11. Tamaoki A, Kojima T, Hasegawa A *et al.* Evaluation of axial length measurement using enhanced retina visualization mode of the swept-source optical coherence tomography biometer in dense cataract. *Ophthalmic Res* 2021; 64: 595-603.
12. Sabatino F, Matarazzo F, Findl O, Maurino V. Comparative analysis of 2 swept-source optical coherence tomography biometers. *J Cataract Refract Surg* 2019; 45: 1124-1129.

Anterion

Dr. Tomás Jaeschke

La tomografía de coherencia óptica (OCT), estudio que fue originalmente pensado para visualización de la retina, se constituyó en los últimos años como uno de los métodos más prometedores y completos para diagnóstico del segmento anterior: mediciones del ojo, estudio de la córnea, visualizar las imágenes de las estructuras internas y el cálculo de lentes intraoculares. Para estas aplicaciones se utiliza una longitud de onda que permite ver y medir con precisión la anatomía del segmento anterior¹. Los nuevos equipos de OCT están en constante desarrollo y cada vez permiten tomar más y mejores mediciones mediante nuevas funciones o *softwares*.

El Anterion es una plataforma de diagnóstico para segmento anterior que utiliza un tomógrafo de coherencia óptica *swept-source* (SS-OCT, por sus siglas en inglés) con longitud de onda de 1,300 nm generando imágenes de alta resolución. Sobre la base de estas mediciones permite realizar una evaluación completa de las estructuras del segmento anterior, córnea, biometría y cálculo de lentes intraoculares. El cálculo de las lentes multifocales es crucial para tener pacientes satisfechos en el postoperatorio. El Anterion es un equipo que brinda seguridad y precisión en mediciones que las lentes de última tecnología requieren.

Posee las fórmulas más modernas y suma además el *raytracing*, método que ha demostrado ser muy bueno sobre todo en pacientes operados de cirugía refractiva (fig. 1)⁵.

Este equipo nos da una imagen completa del segmento anterior con una profundidad de foco hasta 14 mm, una resolución menor a 10 micras y una repetibilidad de 1 micra. Además, nos permite medir el largo axial del ojo con excelente precisión (fig. 2)²⁻⁴.



Figura 1. El Anterion.

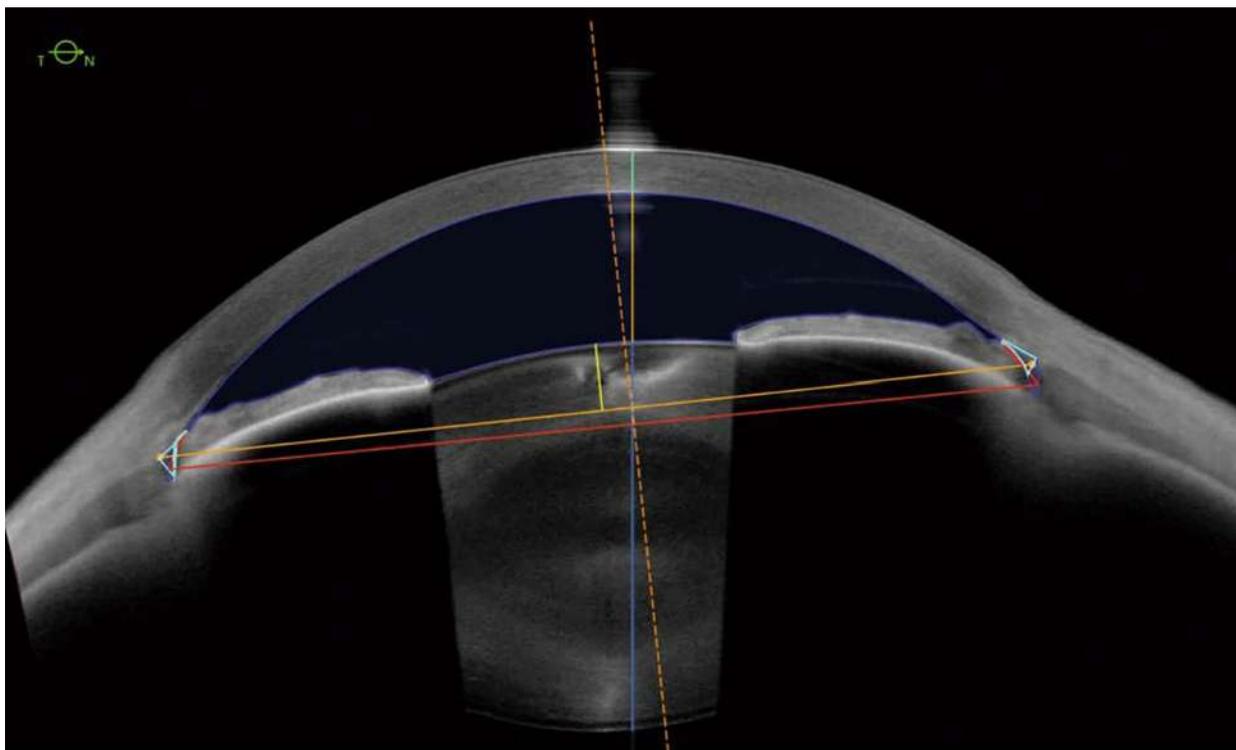


Figura 2. Mediciones del segmento anterior.

El módulo que posee el Anterior para biometría y cálculo de lente intraocular (*Cataract app*) es muy completo tanto en las mediciones que se obtienen como en las fórmulas y datos para calcular de manera precisa y personalizada las lentes intraoculares (fig. 3).

La medición por SS-OCT se ha convertido en la de mayor precisión y sobre todo mayor penetración a través de tejidos opacos (catarata avanzada)¹². Las mediciones del largo axial obtenidas por el Anterior en comparación con equipos similares son intercambiables entre aparatos, según las conclusiones de la mayoría de los trabajos. Teniendo en cuenta que la longitud de onda que usa el IOLMaster 700 es ligeramente menor (1,050 nm) se esperaría que el Anterior tuviera mayor penetrancia, cosa que no ocurrió en los estudios clínicos analizados^{3-4,13}. El eje del astigmatismo también coincide entre ambos equipos

para usarse de manera indistinta, no así su magnitud. La mayoría de los trabajos concluyen que las diferencias entre las mediciones en algunos casos son estadísticamente significativas, pero no así clínicamente significativas. Esto hace que todos los equipos que usan esta tecnología sean excelentes en el cálculo de las lentes intraoculares. Particularmente la mayoría de los trabajos habla de comparaciones entre el IOLMaster 700, Galilei AXL y el recientemente lanzado Argos¹⁴.

Este equipo dispone del calculador Okulix, que viene incorporado y se fundamenta en el *raytracing*, que junto con las fórmulas que usan inteligencia artificial se definen como las fórmulas del futuro. Este tipo de métodos de cálculo son particularmente importantes en ojos previamente operados con cirugía refractiva o en ojos complejos, ya sea por el tamaño o por la configuración y por la particular distribución de cada uno de

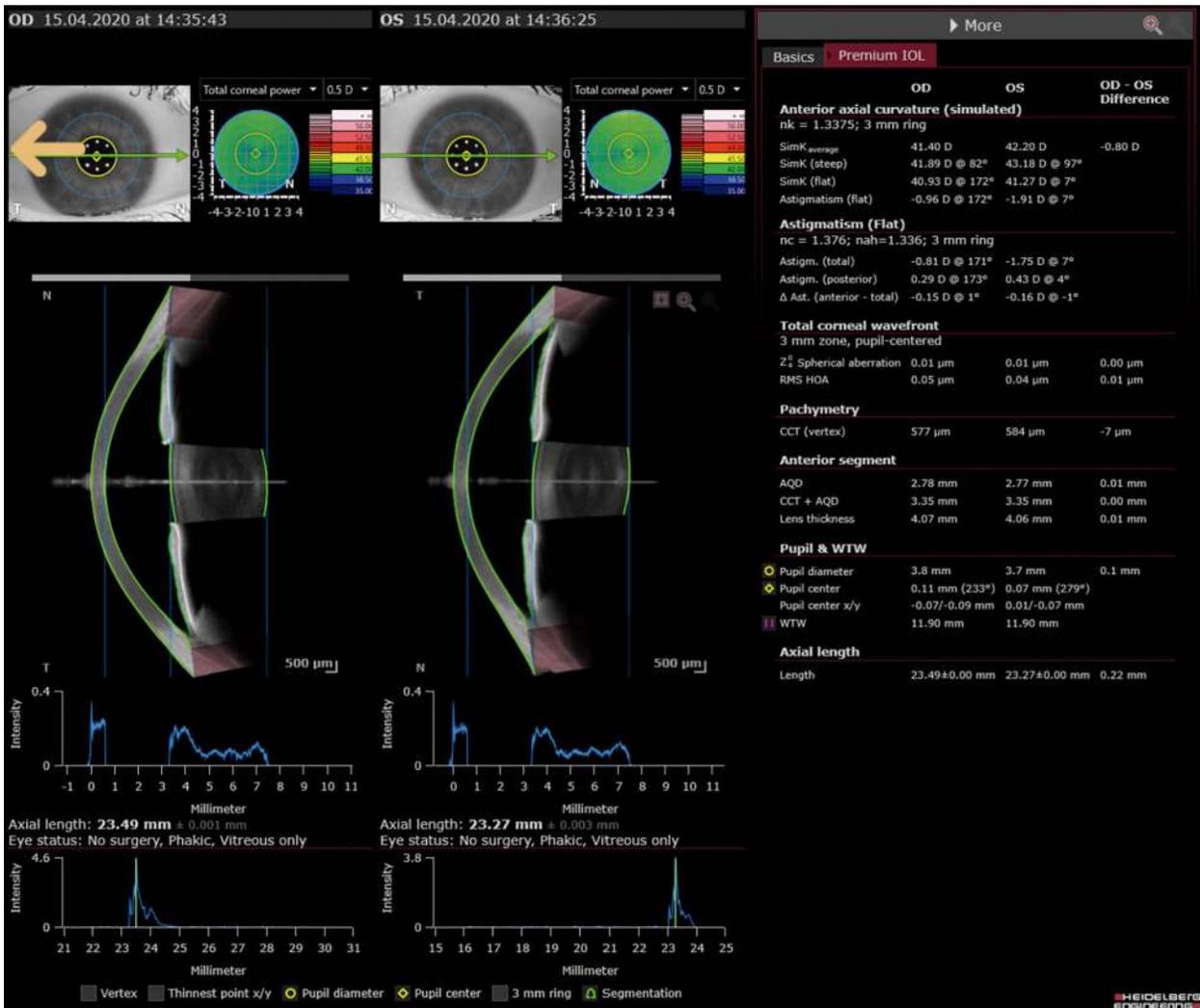


Figura 3. Evaluación completa con topografía, aberraciones y mediciones del segmento anterior.

los segmentos internos. Este equipo dispone de la posibilidad de editar manualmente la biometría lo que permite corregir errores provocados por la automatización de la medición. Por ejemplo, pacientes que tienen una lente fáquica, lo que podría generar una confusión al equipo en cuanto a la medición de la profundidad de la cámara anterior ACD y el diámetro antero posterior del cristalino LT. Es de vital importancia que estos errores no se produzcan, ya que de las mediciones obtenidas se deriva la correcta elección de la lente intraocular y el éxito de la cirugía.

A nivel corneal, el Anterior permite realizar un análisis altamente preciso y completo, lo que es importante para la cirugía con lentes multifocales y premium. Con su *Cornea app*, el equipo realiza un total de 65 escaneos radiales B (256 escaneos A por cada escaneo B) en menos de un segundo. Los mapas que presenta son de 8 mm de diámetro e incluyen curvatura corneal anterior y posterior, mapas de elevación, poder total de la córnea y mapas de *wavefront* y aberraciones. Con la misma toma se realiza además el mapa epitelial, estromal y paquimétrico. Recientemente se ha incorporado

al *software* un análisis de detección y seguimiento de ectasias y queratocono llamado SCORE. Éste utiliza los parámetros más importantes para detección de alteraciones corneales y genera un índice que permite detectar el riesgo de una córnea de tener alguna anomalía por más que ésta no se manifieste aun a nivel clínico o en exámenes de menor complejidad. Este último *upgrade*, junto con el mapa epitelial, permite hacer una cirugía refractiva con una seguridad mucho mayor que la que existía hace algunos años. Debido a su reciente lanzamiento todavía no se tienen estudios comparativos con los índices propuestos por Belin y Ambrosio e incorporados en el *software* del Pentacam.

Los estudios realizados muestran la repetibilidad y la precisión que el Anterion tiene a nivel corneal en comparación con equipos ya consagrados como el Pentacam HR, el Galilei o el Cassia 2⁶.

Dentro de las mediciones del segmento anterior (*Metrics app*), el *software* detecta el espolón escleral y otras estructuras anatómicas para determinar los valores del ángulo iridocorneal y referencias como el Asa 500 y demás parámetros usados para clasificar y evaluar los distintos tipos de glaucoma.

Es importante recalcar que la mayoría de los parámetros no son intercambiables entre los diferentes equipos: los que más se respetan son la paquimetría, el poder corneal y las aberraciones de alto orden muestran una aceptable concordancia clínica con un estrecho rango 95% LoAs⁷⁻⁸.

La fuente de luz varía entre los tomógrafos que usan Scheimpflug que obtienen la imagen mediante una LED de luz azul de 450 nm mientras que los SS-OCT usan 1,300 nm. Esto hace que los diámetros pupilares varíen también entre estos equipos considerablemente⁸. Esta diferencia hace que el Pentacam pueda generar cierta miosis en cuanto a la toma de la imagen y enmascarar la verdadera pupila mesópica.

Los análisis de repetibilidad y concordancia entre equipos son muy importantes para medir

la *performance* de estas máquinas. Si bien hasta hoy los equipos que usan tecnología Scheimpflug son el *gold standard* para diagnóstico de queratocono⁹, el SS-OCT está ganando terreno y estudios recientes muestran que la repetibilidad entre ambas tecnologías es muy buena⁶; incluso en pacientes con queratocono moderado a severo se vio una mejor performance por parte del SS-OCT sobre todo en la evaluación de la cara posterior y en la medición del punto más delgado a nivel paquimétrico⁶.

Contar hoy con un detallado y confiable mapa paquimétrico es indispensable para realizar cirugía refractiva y es una ayuda a nivel de la detección de patología corneal. Se llevaron adelante estudios comparativos con el nuevo mapa paquimétrico del Anterion y el del OCT Avanti (Optovue, Inc.) y se evidenció mejor repetibilidad del Anterion. También es bueno subrayar que las mediciones del Anterion fueron en todos los casos más finas que las obtenidas con el Avanti, algo a ser considerado en el caso que se quiera intercambiar medidas entre aparatos¹⁰.

El módulo de imágenes (*Imaging app*) permite visualizar cualquier irregularidad corneal, alteración del iris o del cristalino ya que sus 1,300 nm de longitud de onda le dan muy buena penetrancia dentro de los tejidos oculares. Las imágenes y mediciones que se consiguen con el Anterion permiten diagnosticar y medir todo lo relacionado con trasplantes e injertos corneales. Con estos equipos se puede “ver” a través de córneas opacas y ayudan a determinar el estado del segmento anterior: si el paciente es o no fáquico, si posee sinequias anteriores, incluso rupturas o alteraciones capsulares a través de una córnea totalmente opaca.

Está en desarrollo una herramienta basada en esta tecnología para estadificar el grado de dureza y el tipo de catarata usando las imágenes obtenidas con este tipo de estudios¹¹.

En resumen, el Anterion y sus 4 módulos es un equipo que facilita una completa evaluación del segmento anterior. La capacidad de tenerlo dentro

del mismo equipo y que la toma de la medición sea rápida y amigable para el paciente, permite tener un control total en solo 2 minutos. Se podría definir como una plataforma todo en uno. La tecnología SS-OCT se encuentra constantemente en evolución, haciéndola muy permeable a nuevos softwares y actualizaciones. Los resultados de las nuevas fórmulas de cálculo de lente intraocular dependen de qué tan buenas sean las medidas que se utilicen, lo que hace esencial el uso de este tipo de equipos.

Referencias

1. Venkateswaran N, Galor A, Wang J, Karp CL. Optical coherence tomography for ocular surface and corneal diseases: a review. *Eye and Vision* 2018; 5: 13.
2. Tañá-Rivero P, Aguilar-Córcoles S, Tello-Elordi C *et al.* Agreement between 2 swept-source OCT biometers and a Scheimpflug partial coherence interferometer. *J Cataract Refract Surg* 2021; 47: 488-495.
3. Oh R, Oh JY, Choi HJ, Kim MK, Yoon CH. Comparison of ocular biometric measurements in patients with cataract using three swept-source optical coherence tomography devices. *BMC Ophthalmol* 2021; 21: 62.
4. Panthier C, Rouger H, Gozlan Y *et al.* Comparative analysis of 2 biometers using swept-source OCT technology. *J Cataract Refract Surg* 2022; 48: 26-31.
5. Gjerdrum B, Gundersen KG, Lundmark PO, Aakre BM. Refractive precision of ray tracing IOL calculations based on OCT data versus traditional IOL calculation formulas based on reflectometry in patients with a history of laser vision correction for myopia. *Clin Ophthalmol* 2021; 15: 845-857.
6. Herber R, Lenk J, Pillunat LE, Raiskup F. Agreement and repeatability of corneal tomography in healthy eyes using a new swept-source OCT, a rotating Scheimpflug camera, and a dual Scheimpflug-Placido system. *J Cataract Refract Surg* 2022; 48: 190-198.
7. Gim Y, Jun RM, Han KE. Agreement between Scheimpflug camera and the swept-source optical coherence tomography measurements in keratometry and higher-order aberrations. *Korean J Ophthalmol* 2021; 35: 337-348.
8. Pérez-Bartolomé F, Rocha-De-Lossada C, Sánchez-González JM *et al.* Anterior-segment swept-source ocular coherence tomography and Scheimpflug imaging agreement for keratometry and pupil measurements in healthy eyes. *J Clin Med* 2021; 10: 5789.
9. Gokul A, Vellara HR, Patel DV. Advanced anterior segment imaging in keratoconus: a review. *Clin Exp Ophthalmol* 2018; 46: 122-132.
10. Feng Y, Reinstein DZ, Nitter T *et al.* Heidelberg Anterior swept-source OCT corneal epithelial thickness mapping: repeatability and agreement with Optovue Avanti. *J Refract Surg* 2022; 38: 356-363.
11. Zéboulon P, Panthier C, Rouger H *et al.* Development and validation of a pixel wise deep learning model to detect cataract on swept-source optical coherence tomography images. *J Optometry* 2022; 15 (Suppl 1): S43-S49.
12. Hirnschall N, Varsits R, Doeller B, Findl O. Enhanced penetration for axial length measurement of eyes with dense cataracts using swept source optical coherence tomography: a consecutive observational study. *Ophthalmol Ther* 2018; 7: 119-124.
13. Fişuş AD, Hirnschall ND, Findl O. Comparison of 2 swept-source optical coherence tomography-based biometry devices. *J Cataract Refract Surg* 2021; 47: 87-92.
14. Gjerdrum B, Gundersen KG, Nilsen C *et al.* Refractive predictability and biometry agreement of a combined swept source optical coherence and reflectometry biometer compared to an optical low coherence reflectometry biometer and an SS-OCT biometer. *Clin Ophthalmol* 2023; 17: 1439-1452.

Topografía, tomografía y ángulo kappa

Dra. Mariana Palavecino

Introducción

Las características anatómicas peculiares del ojo hipermetrope de diámetro corneal pequeño, cámara anterior estrecha, largo axial corto y ángulo kappa grande, hacen que la cirugía refractiva sea un desafío en la elección de la lente intraocular en la cirugía facorrefractiva. Ignorar el ángulo kappa puede resultar en un empeoramiento de los síntomas visuales y disfotopsia. La compensación del ángulo kappa es importante para la corrección óptima del error refractivo postablación con láser o los lentes intraoculares¹⁻³.

En relación con la observación del iris, el ángulo entre el eje visual (conecta punto de fijación con fovea) no está alineado con el eje óptico o pupilar (línea a través del centro de la pupila perpendicular a la córnea); dicha diferencia de alineamiento se denomina ángulo kappa y es específico de cada sujeto.

El ángulo kappa puede ser positivo cuando se asocia con una inflexión hacia afuera del ojo (el eje pupilar es temporal con respecto del eje visual), mientras que un ángulo kappa negativo es una inflexión hacia el interior del ojo (el eje pupilar es nasal con respecto del eje visual) (fig. 1). Por lo tanto, cuando un ojo se fija en una fuente de luz, la reflexión sobre la córnea (imagen

de Purkinje) no estará centrada sino que estará situada nasal (ángulo kappa positivo) o temporal (ángulo kappa negativo) con respecto del centro de la pupila.

Un ángulo kappa positivo varía desde 3,5° hasta 6° en ojos emétopes y 6,0 a 9,0 en ojos hipermétropes. En los ojos miopes, el ángulo kappa es más pequeño, con un promedio de aproximadamente 2° e incluso puede ser negativo. Por lo tanto es en pacientes hipermétropes donde se presentan mayores valores de ángulo kappa. Ese ángulo es más grande en ojos izquierdos que en ojos derechos.

El ángulo kappa también ha sido denominado ángulo lambda y más recientemente *CW-chord* por Chang y Waring quienes lo definen más como una cuerda que como un ángulo⁴. Este se refiere específicamente al eje formado cuando se conectan el reflejo de luz corneal con visión coaxial del sujeto y el punto de fijación; se denomina reflejo luminoso corneal con visión coaxial y fijación al sujeto (RLVCS) y es independiente de la dilatación pupilar y del estado fáquico del ojo. El desplazamiento entre el RLVCS y el centro pupilar se denomina *chord mu*.

Para medir el ángulo kappa se puede utilizar la topografía, la tomografía de Sheimpflug, IOL-

Master 700 (fig. 2), Lenstar 900 y autorrefractometría si no contamos con estos dispositivos⁵.

En pacientes en los cuales se quieren utilizar lentes intraoculares multifocales (LIOMF) y presentan hipermetropía con ángulo kappa grande, la utilización de esas lentes deben tener algunas consideraciones. Estudios han demostrado que los ojos con ángulo kappa grande tuvieron más glare y halos cuando se implantaron lentes multifocales. Se observó que los pacientes con cámara anterior poco profunda preoperatoria tienen un riesgo más alto debido a la interdependencia entre la posición efectiva de la lente y la profundidad de la cámara anterior^{2,6}. La teoría señala que si están descentrados, los rayos de luz no pasan por la zona óptica central y pasan a través de los anillos de los multifocales, resultando en halos y glare. Si no se tiene en cuenta, el descentrado hacia el eje visual provoca un aumento del ángulo kappa y el riesgo de fenómenos disfotópicos se reduce.

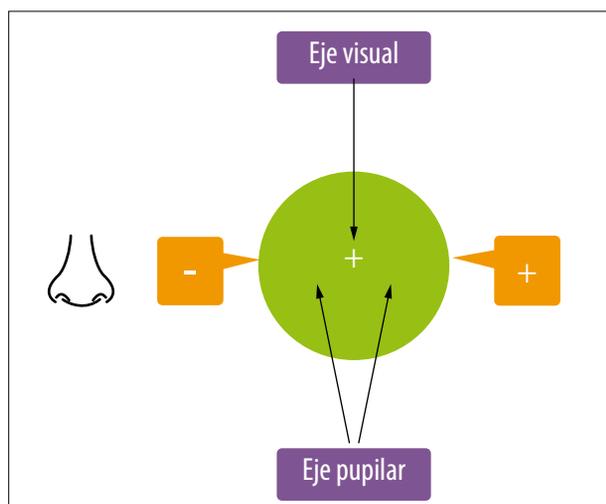


Figura 1. Ángulo kappa: ángulo entre el eje visual y el eje pupilar.

A la inversa, el descentrado opuesto provoca una disminución del ángulo kappa y aumenta el riesgo de disfotopsias⁶.

Estrategias para acomodar la lente intraocular multifocal durante la cirugía de catarata han sido descritas, como ser, descentrar el multifocal hacia el eje visual y pegar el háptica, pupiloplastia postoperatoria con argón láser para centrar la pupila acercándola al eje visual y centrar la capsulorrexia en el reflejo de luz corneal de visión coaxial. Alineando las imágenes de Purkinje, el eje visual puede identificarse para centrar apropiadamente la capsulorrexia⁷⁻⁹.

Montrimas y colaboradores sostienen que *chord mu* y *chord alpha* tienen un rol predictivo en el rendimiento visual postimplante de lentes multifocales pero a un grado diferente. Estos ángulos deben tenerse en cuenta por los cirujanos de catarata para evitar implantar multifocales en pacientes con valores críticos de *chord mu* y *alpha* mayores de 0,5-0,6 mm dependiendo del dispositivo utilizado para la medición y la lente implantada. Actualmente, *chord alpha* parece tener un valor determinante más estable, confiable y de aplicación más amplia para la selección de pacientes y predicción de resultados postoperatorios comparado a *chord mu*¹⁰. Sin embargo, la evidencia publicada en la literatura hasta ahora es escasa y controvertida, lo que resalta la importancia de llevar a cabo más investigaciones en el futuro para profundizar en este tema.

Como conclusión, se debe tener en cuenta los pobres resultados postoperatorios cuando existe ángulo kappa grande y prestar mayor atención a los pacientes con cámaras anteriores poco pro-

Valores de blanco a blanco y de pupila					
WTW: 11.1 mm (l)	lx: +1.1 mm	ly: +1.5 mm	WTW: 11.7 mm	lx: -0.5 mm	ly: -0.3 mm
P: 3.1 mm	CW-Chord: 0.9 mm @ 205°		P: 2.7 mm	CW-Chord: 0.3 mm @ 355°	
Reference Image					

Figura 2. Medición del ángulo Kappa con IOLMaster 700.

fundas. Se recomienda utilizar el reflejo de luz corneal de visión coaxial y fijación al sujeto para el centrado de las lentes multifocales¹¹. El objetivo no es maximizar el uso de lentes intraoculares multifocales, sino armonizar la personalidad y la patología del paciente con la LIO apropiada para lograr su satisfacción.

Referencias

1. Park CY, Oh SY, Chuck RS. Measurement of angle kappa and centration in refractive surgery. *Curr Opin Ophthalmol* 2012; 23: 269-375.
2. Karhanová M, Pluháček F, Mlčák P *et al.* The importance of angle kappa evaluation for implantation of diffractive multifocal intra-ocular lenses using pseudophakic eye model. *Acta Ophthalmol* 2015; 93: e123-e128.
3. Masket S, Fram NR. Pseudophakic dysphotopsia: review of incidence, cause, and treatment of positive and negative dysphotopsia. *Ophthalmology* 2021; 128: e195-e205.
4. Chang DH, Waring GO 4th. The subject-fixated coaxially sighted corneal light reflex: a clinical marker for centration of refractive treatments and devices. *Am J Ophthalmol* 2014; 158: 863-874.
5. Basmak H, Sahin A, Yildirim N *et al.* Measurement of angle kappa with synoptophore and Orbscan II in a normal population. *J Refract Surg* 2007; 23: 456-460.
6. Prakash G, Prakash DR, Agarwal A *et al.* Predictive factor and kappa angle analysis for visual satisfactions in patients with multifocal IOL implantation. *Eye (Lond)* 2011; 25: 1187-1193.
7. Moshirfar M, Hoggan RN, Muthappan V. Angle kappa and its importance in refractive surgery. *Oman J Ophthalmol* 2013; 6: 151-158.
8. Solomon R, Barsam A, Voldman A *et al.* Argon laser iridoplasty to improve visual function following multifocal intraocular lens implantation. *J Refract Surg* 2012; 28: 281-283.
9. Melki SA, Harissi-Dagher M. Coaxially sighted intraocular lens light reflex for centration of the multifocal single piece intraocular lens. *Can J Ophthalmol* 2011; 46: 319-321.
10. Montrimas A, Žemaitienė R, Yao K, Grzybowski A. Chord mu and chord alpha as postoperative predictors in multifocal intraocular lens implantation. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2023. doi: 10.1007/s00417-023-06098-x.
11. Reinstein DZ, Gobbe M, Archer TJ. Coaxially sighted corneal light reflex versus entrance pupil center centration of moderate to high hyperopic corneal ablations in eyes with small and large angle kappa. *J Refract Surg* 2013; 29: 518-525.

Aberrómetro iTrace

Dr. Fernando Caride

Habitualmente se enseña óptica en un modelo de ojo perfecto desde el punto de vista físico, pero nuestros ojos no son perfectos. Todos tienen aberraciones ópticas, muchos solo presentan buena visión corregida con pupila pequeña y si se les dilata la pupila se expresan las aberraciones y la calidad de visión disminuye mucho.

Estas aberraciones fueron clasificadas por Zernike en magnitudes: las dos primeras y más importantes son el error esférico y el astigmatismo regular, que pueden corregirse con lentes aéreas o intraoculares; las de tercera y cuarta magnitud son alteraciones irregulares que no pueden ser corregidas con ninguna corrección óptica y solo pueden ser disminuidas después de las de primer y segundo orden. No tiene sentido hablar de las aberraciones de tercer y cuarto orden si no se corrigió antes el astigmatismo y error esférico. Los aberrómetros son instrumentos que miden la calidad óptica de cualquier sistema óptico y han sido desarrollos para obtener mucha más información que la registrada por la queratometría y la refracción del ojo.

Medición del astigmatismo

El punto más significativo para la evaluación de la refracción es el pase del haz de luz de un medio aéreo a uno acuoso, que ocurre al entrar en contacto con la superficie de la lágrima. Es un valor dinámico que está limitado a un momento en el tiempo y a las condiciones particulares de la lágrima en ese instante. El astigmatismo puede ser teóricamente dimensionable con exactitud, pero no existe una medición única y exacta, y no existirá puesto que la limitante no es tecnológica sino anatómica: el film precorneal varía constantemente, por lo tanto, la medición es naturalmente inexacta. Ante esta situación que no se puede cambiar, se afirma que se considera normal una variación de 0,50 dioptrías entre mediciones. Para poder tomar una decisión en función de nuestras múltiples medidas hay que observarlas todas y jamás elegir una. Todas permitirán acceder a una aproximación gaussiana con mediciones que deben hacerse antes de la instilación de colirios. El recorrido de la refracción es de por sí complejo y no se puede hacer

una sola medición confiable sino que es un procedimiento en el que se deben utilizar todos los equipos disponibles para calcular el valor de la lente intraocular con queratómetro, topógrafo, i Trace y diversos biómetros, descartando aquellos valores incongruentes.

Refractometría

Cuando recetamos una corrección con anteojos, usamos preferentemente el autoqueratorrefractómetro que mide la refracción esférica y astigmática de todo el ojo; es decir, la suma del cristalino y la córnea. La cirugía de la catarata implica la remoción del cristalino y por tanto elimina su participación en la refracción tanto esférica como cilíndrica. Por esto, el ARM es la herramienta más importante y la más disponible en todo momento para medir el astigmatismo. La queratometría arroja cuatro valores: un valor de curvatura asociado a un ángulo determinado para cada uno de los dos ejes medidos.

Topografía

El autoqueratorrefractómetro considera sólo los 3 mm centrales. Por esto, la topografía es imprescindible para valorar la curvatura corneal de toda la superficie de la córnea. Existen diferentes tipos de topógrafos que utilizan diferentes tecnologías y pueden medir más de 10.000 puntos con anillos de Plácido, que se reflejan en la cara anterior de la córnea.

Nos dan una imagen circular coloreada de diferentes colores: cuanto más azul, menor (y más plano) será el valor de K; cuanto más rojo, mayor (más curvo) será el valor de K, que se puede expresar en milímetros de radio de curvatura o en dioptrías (que es lo que estamos acostumbrados). Siempre es necesario leer el valor dióptrico y no sólo considerar el color; el rojo muestra siempre lo más curvo y el azul lo más

plano independiente de la queratometría real. Es un estudio operador dependiente y a veces la imagen no concuerda con la realidad; se debe comprobar con las medidas de las queratometrías. Si no coinciden, la topografía se hizo mal y debe descartarse.

Cuanto más regular sea la córnea, más se parece a una sección de una esfera. En la topografía el color será parejo, uniforme, en general verde, por debajo de 1D de diferencia. Si tiene 50 D es un cono siempre, si es 42 D en toda la extensión es una córnea con buena curvatura y por debajo de 40 D, es casi siempre indicador de una cirugía previa.

En figura 1 vemos un paciente con astigmatismo irregular grave, con moño centrado y por eso puede corregirse en gran parte con una lente tórica. La posición centrada del cruce entre los ejes es esencial para la posibilidad de corrección.

Cuanto más homogéneos sean los hemisferios, más posibilidades de implementar una corrección adecuada, pero no es posible obtener resultados perfectos; cuanto más regular sea el astigmatismo se obtendrán mejores resultados.

En la figura 2, una córnea bastante regular con bajo astigmatismo, un moño centrado y bastante simétrico con poca diferencia entre los hemisferios, pero el eje no es constante, cambia de eje a diferentes distancias del centro.

En la figura 3 vemos un queratocono grave; observamos un moño irregular, descentrado, asimétrico y con valores de hasta 54 D. No hay manera de corregir esto con lentes intraoculares: la córnea es demasiado irregular. Quizá la única manera de mejorar sea con lentes de contacto rígidas. Las lentes intraoculares tóricas no pueden corregir este defecto irregular. En la topografía se puede ver si la superficie es regular o si hay un moño; si es regular (las dos extensiones iguales y opuestas) o irregular (si no cumplen estas premisas). La topografía es la única herramienta que permite medir el astigmatismo en segmentos

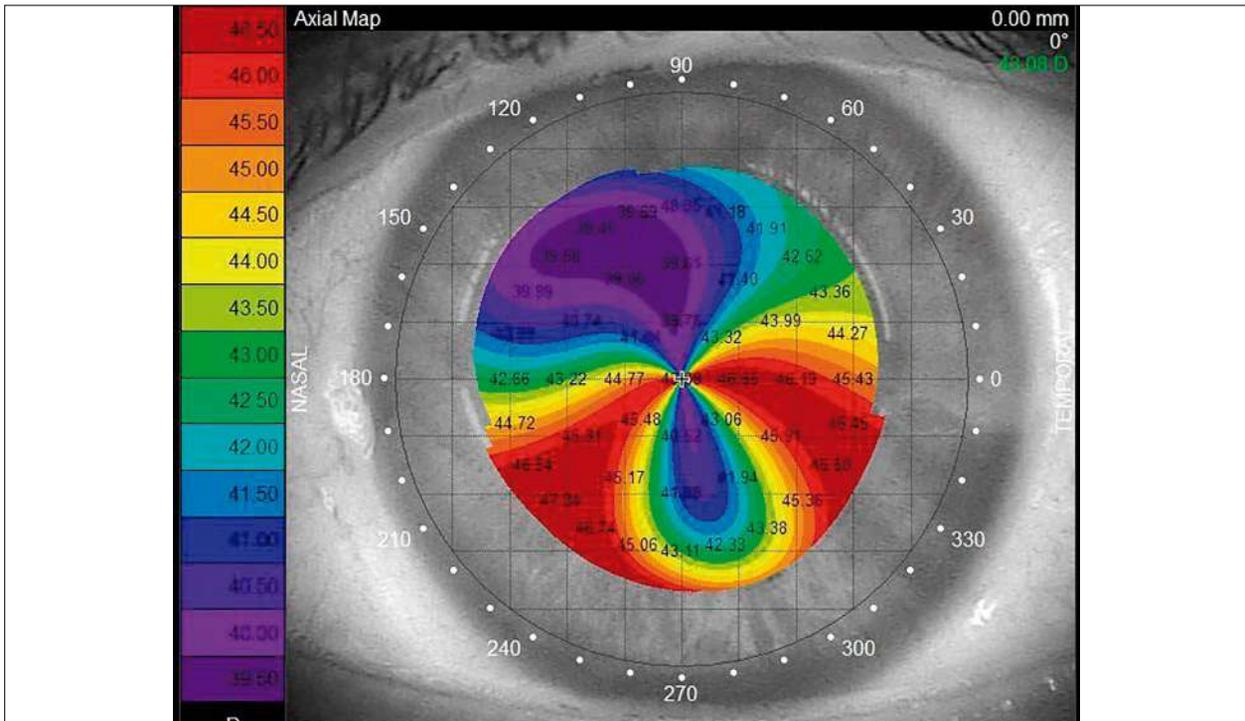


Figura 1. Astigmatismo irregular grave.

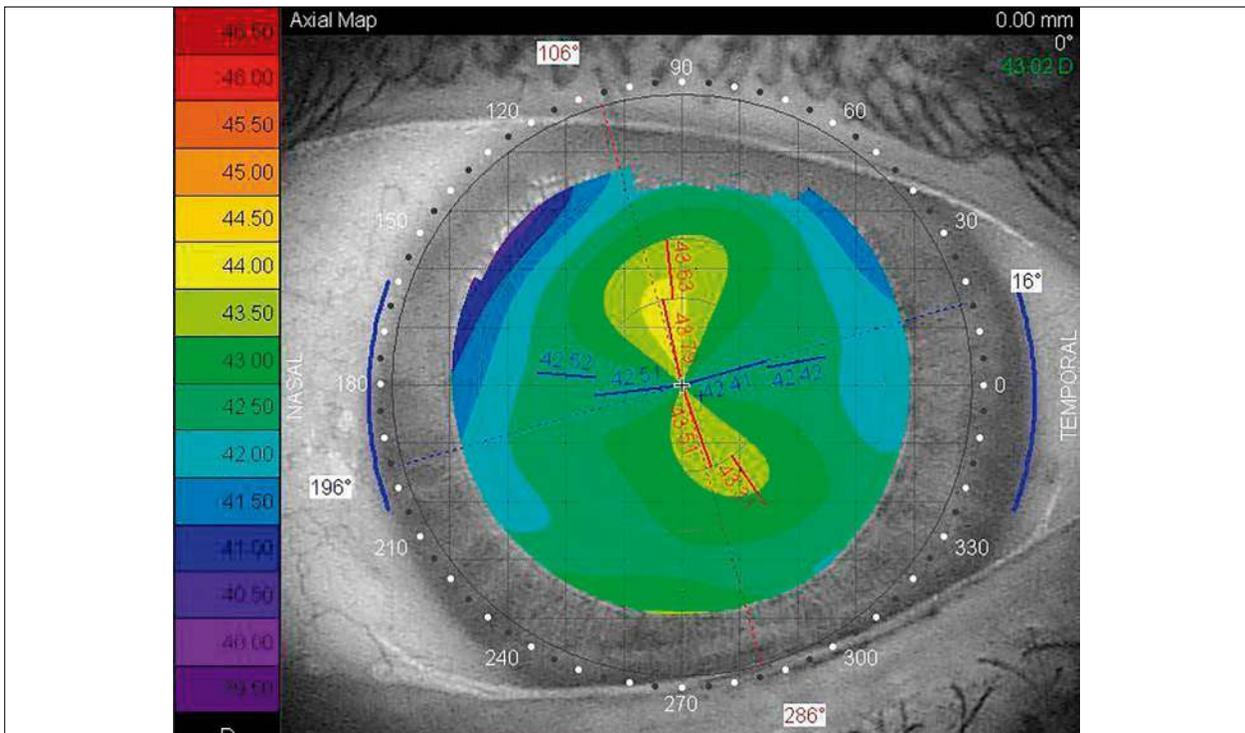


Figura 2. Córnea bastante regular con bajo astigmatismo, un moño centrado y bastante simétrico con poca diferencia entre los hemisferios, pero el eje no es constante, cambia de eje a diferentes distancias del centro.

del eje corneal. Todos los demás métodos miden el eje entero. Si en medio eje el astigmatismo es mayor que el de la otra mitad esto se manifiesta con una visión doble monocular que no puede corregirse con anteojos y persistirá después de la corrección con lentes intraoculares tóricas porque las lentes corregirán todo el eje; en la parte de mayor valor corregirá de menos y en la mitad más plana corregirá de más.

En este queratocono (fig. 4) las curvaturas corneales del eje curvo son más altas en la mitad inferior, este defecto no puede detectarse por el queratómetro y se corrige de manera insuficiente con lentes tóricas. Este defecto genera diplopía vertical monocular que no puede corregirse con anteojos ni con lentes intraoculares. Cuando el moño está descentrado o cambia el eje del astigmatismo a mitad del meridiano las aberraciones que generan son mucho mayores y la posibilidad de corregirlas disminuyen significativamente.

La córnea es la lente más importante del ojo, su calidad y su regularidad estará relacionada con la calidad de la visión postoperatoria. La topografía es un estudio obligatorio para las lentes multifocales y tóricas, esencial porque sólo se pueden corregir astigmatismos regulares con la misma curvatura en toda la extensión de cada uno de los dos ejes corneales y que el cruce de ellos esté centrado en el eje visual; cuanto más se aleje de la perfección, peor será el resultado visual de la cirugía.

Aberrometría

Los aberrómetros son aparatos que muestran cómo viajan los haces de luz desde la córnea hasta la retina, diseñados para evaluar la calidad de un sistema óptico y permiten mostrar la calidad de visión que se puede obtener con un sistema óptico. Se han convertido cada vez más en el instrumento de referencia para evaluar el sistema óptico del ojo. Además, pueden indicar la visión

máxima que se puede obtener con la cirugía. Son principalmente de dos tipos:

1. Los que miden el ojo como una unidad y no permiten ver si las aberrometrías son por el cristalino o por la córnea. Estos no son de mucha utilidad porque todas las aberraciones cristalinas desaparecerán con la cirugía y no permiten predecir la visión postoperatoria.

2. Por el contrario, los aberrómetros que tienen incorporados una topografía y la pueden comparar digitalmente con la aberración total del ojo pueden mostrar con facilidad cuál será la visión final de ese ojo poscirugía.

El iTrace es el primer modelo del segundo tipo; hoy existen varios modelos que muestran lo mismo. Consta de dos módulos integrados: por un lado, una topografía y por el otro, un estudio de *wavefront* (frente de onda) para evaluar la refracción y calidad del sistema óptico total del ojo. Los aberrómetros más antiguos utilizan un único haz infrarrojo que comparan con una grilla. El iTrace utiliza un array de 256 haces de láser con los que calcula tamaño pupilar, refractometría por aberrometría (esta refracción es muy útil en los operados de LASIK o PRK), ofrece una simulación de cómo ve el paciente con o sin corrección expresado en Schnellen o en dispersión de un punto, y la calidad del sistema óptico expresado en aberraciones de alto y bajo orden separando a cada una por número o en un gráfico de barras.

Además, esta simulación se puede hacer con varios diámetros pupilares; la mayoría de las aberraciones aumentan con el tamaño pupilar. También es capaz de comparar la topografía con la refracción total del ojo, lo que permite evaluar por separado la córnea del cristalino.

Todas las aberraciones causadas por el cristalino desaparecerán con la cirugía de catarata, las de la córnea no desaparecerán. También permite medir de manera objetiva el eje de la lente tórica y su poder, así como el astigmatismo residual. Por esto, el iTrace se ha convertido rápidamente en

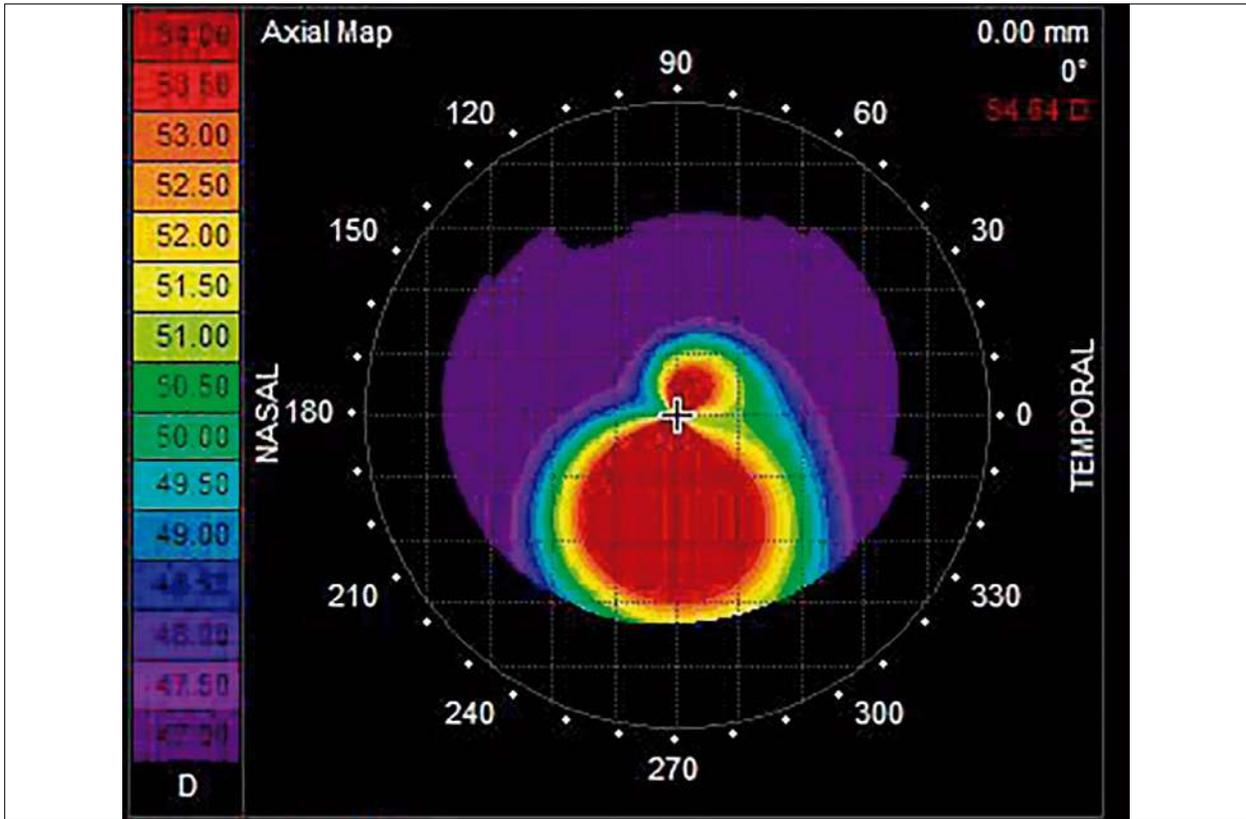


Figura 3. Queratocono grave.

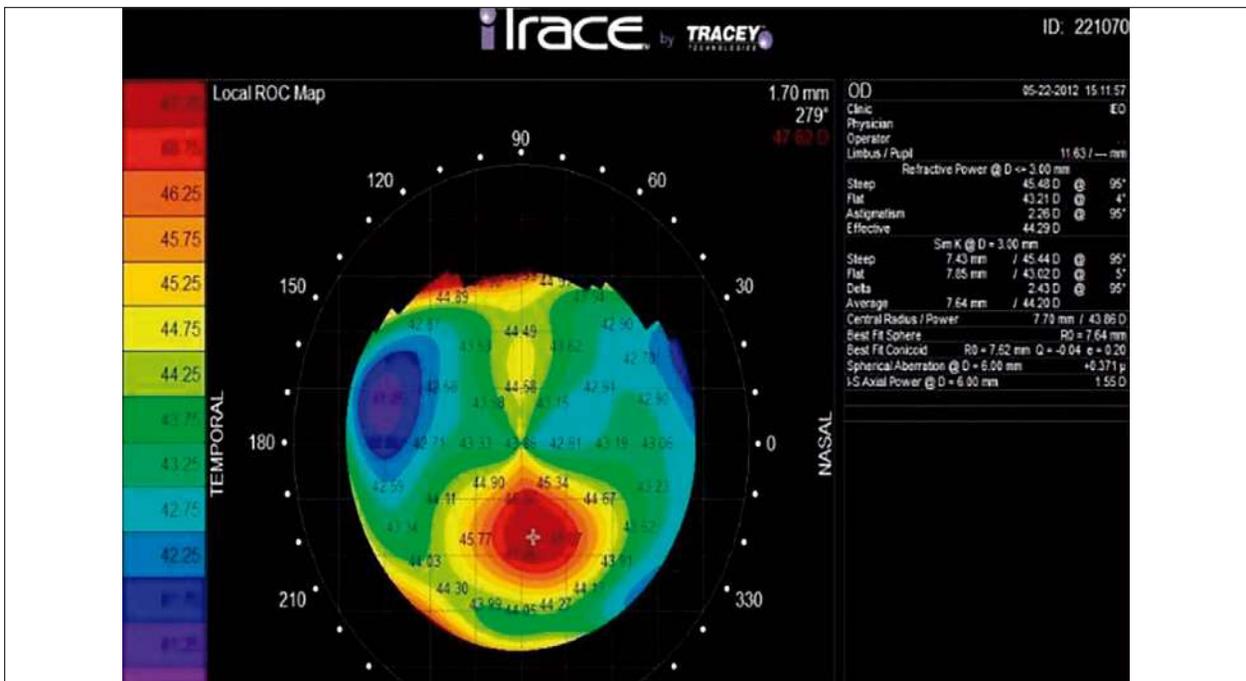


Figura 4. Las curvaturas corneales del eje curvo son más altas en la mitad inferior.

la herramienta más adecuada para la evaluación de la refracción en el contexto de la cirugía de catarata.

Además, es capaz de mostrar la calidad máxima de visión que se podría obtener con la cirugía: cuantas más aberraciones tenga la córnea, peor será el resultado visual. El iTrace permite mostrar al paciente en el preoperatorio cómo será su visión final postoperatoria de acuerdo con el estado de su córnea. Esto es muy útil para diagnosticar en los casos de queratocono frustrado, córneas levemente irregulares donde la visión postoperatoria no será perfecta con los procedimientos actuales y el paciente puede decidir si los resultados a obtener cumplen con sus expectativas a pesar de un resultado imperfecto. También es útil para diagnosticar las aberraciones cristalinas que interfieren en la visión ya que todas ellas desaparecen con la cirugía.

En el postoperatorio nos permite verificar la calidad del sistema visual obtenido, si el iTrace muestra aberraciones la visión postoperatoria no será buena independientemente de la apreciación subjetiva. También en el postoperatorio y sin dilatación pupilar muestra el eje de implantación de la lente tórica y también la calidad de imagen lograda con la cirugía. Si todos los haces convergen en un solo punto en el plano retina, la cirugía fue un éxito refractivo; pero si existe una dispersión de haces en el plano retinal y la calidad visual es mala, aunque el autorrefractómetro muestre emetropía, este dato coincide en la mayoría de los casos con la apreciación del paciente.

En la imagen de la figura 5, el iTrace muestra la misma paciente de la topografía anterior con el queratocono mínimo: arriba a la izquierda se observa cómo es su visión sin corrección y la de abajo con corrección máxima. Se puede ver que no es posible la corrección total; esta paciente siempre vio así con su corrección óptica y está acostumbrada a ella, por lo que le pareció razona-

ble quedar con esta alteración visual posquirúrgica: se adaptó perfectamente.

Algunas consideraciones sobre el astigmatismo cristalino. La refractometría mide todo el poder refractivo del ojo y si bien en la mayoría de los casos el astigmatismo es corneal, existen en la práctica muchos ojos que tienen astigmatismo cristalino y se los debe tener muy en cuenta ya que desaparecerá con la cirugía. Este es un caso en que la topografía con iTrace nos salva de un grave problema: hay un astigmatismo autocompensado por la óptica interna (fig. 6). El cristalino está compensando exactamente el astigmatismo de la córnea dando como resultado una refracción sin astigmatismo (números en verde). Si nos basamos en la información del ojo entero (arriba, derecha) nos hallaríamos ante un caso en que no se indicaría lente tórica. Pero, al remover el cristalino (arriba, izquierda) dejaríamos expuesto el verdadero cilindro corneal (abajo, izquierda) con un astigmatismo de +1.50 a 91°. Este es uno de los grandes aportes de iTrace: la capacidad de informar por separado la refracción corneal, la refracción cristalina y el resultado del total. El autoqueratómetro muestra la refracción del ojo entero sin astigmatismo, pero en las medidas que tométricas se ve astigmatismo. Eso quiere decir que en este ojo el cristalino está compensando el astigmatismo corneal. Si se lo llegara a operar con una lente solo esférica aparecerá un astigmatismo en el postoperatorio que el paciente no tenía y que debería haber sido corregido o comunicado.

En ocasiones la queratometría solo revela un valor astigmático de la mitad del poder refractivo. El paciente optó por lentes esféricas, la corrección final fue similar al astigmatismo corneal del preoperatorio y el componente astigmático del cristalino desapareció: preoperatoriamente -1,50 -6,00 a 22° OD y -2,00 -5,00 a 170°, y postoperatoria -2,75 a 19° y -2,50 a 173°.

En un estudio prospectivo controlado en el que se calcula la lente tórica utilizando el wavefront

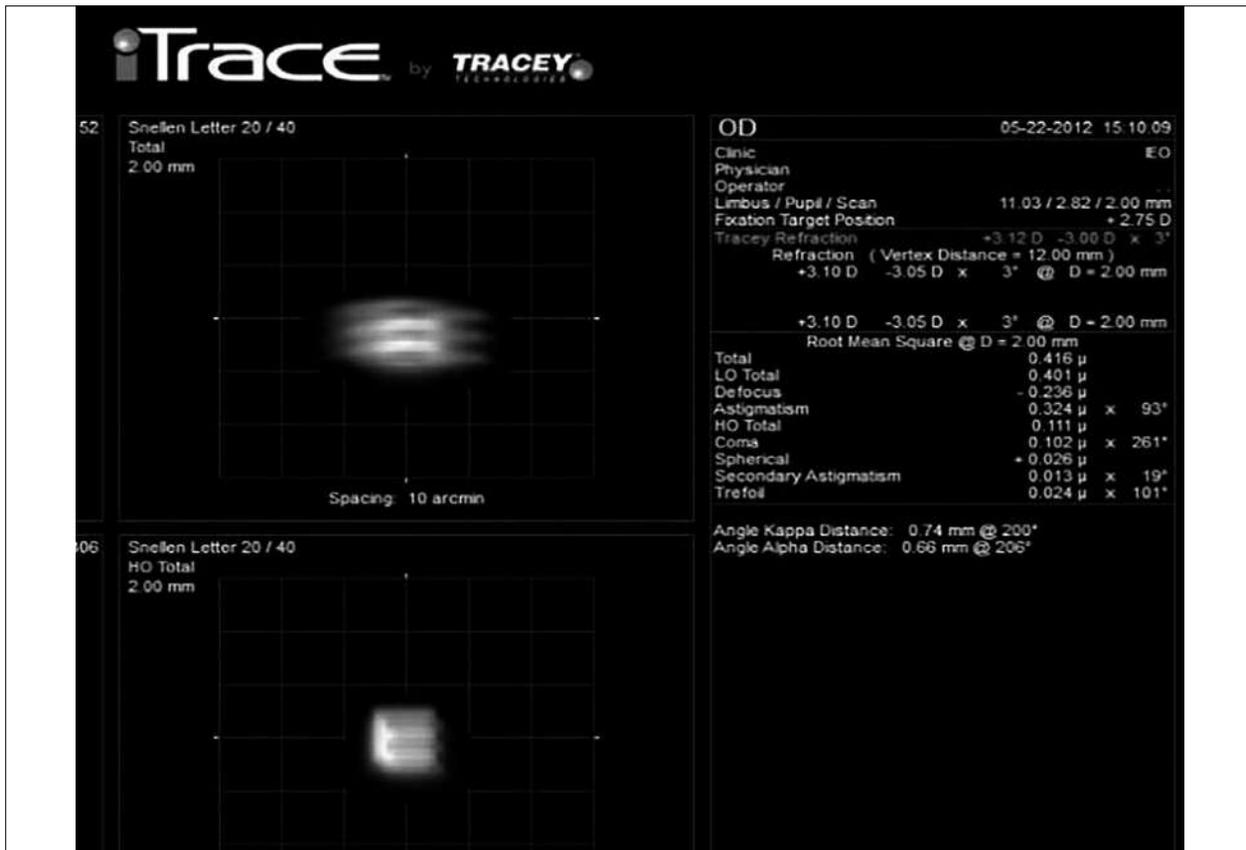


Figura 5. Queratocono mínimo: visión sin corrección (arriba, izquierda), corrección máxima (abajo, izquierda).

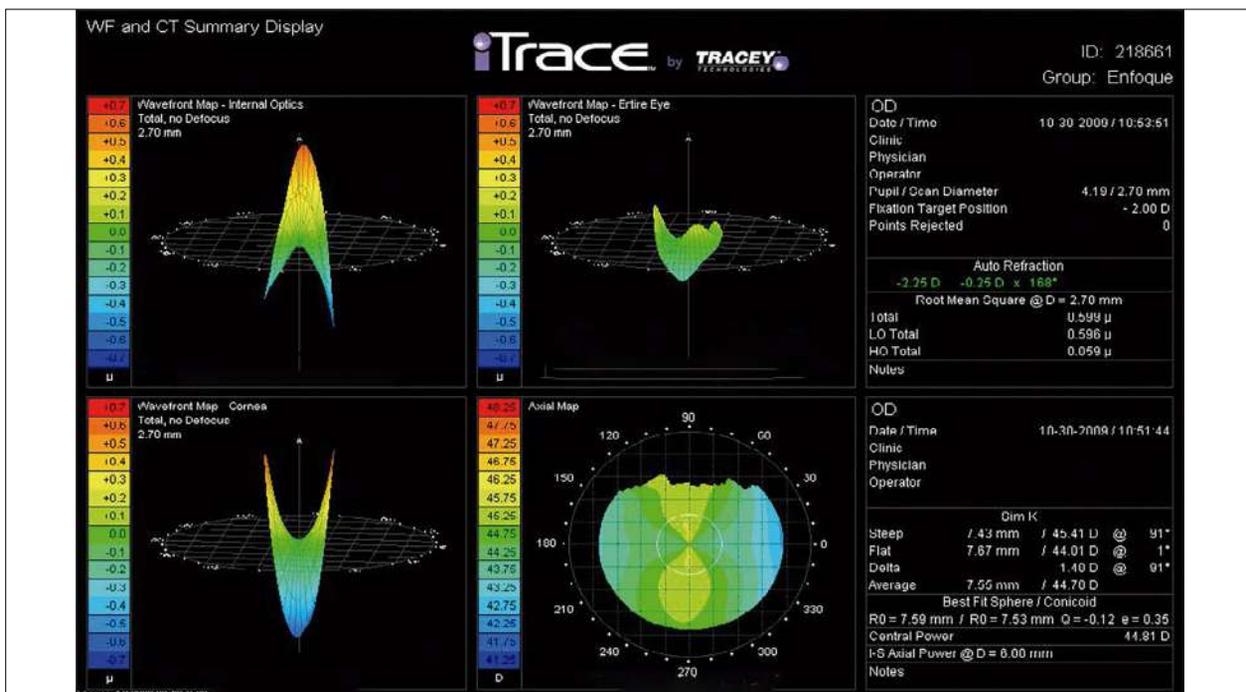


Figura 6. Astigmatismo autocompensado por la óptica interna.

del iTrace, se obtiene en el 71% de los casos una reducción a $\pm 0,50$ D de astigmatismo.

Bibliografía

Caride F. *Manual de facoemulsificación*. Buenos Aires: Ediciones Journal, 2014.

Chang DF. Global perspectives in astigmatism management. *Cataract Refract Surg Today* 2019; Sept: 55.

Jonker SMR, Berendschot TTJM, Ronden AE *et al*. Long-term changes in visual outcomes and ocular morphometrics after myopic and toric phakic intraocular lens implantation: five and 10 year results. *J Cataract Refract Surg* 2019; 45: 1470-1479.

Kundu G, Shetty R, Khamar P *et al*. Impact of tear optics on the repeatability of Pentacam AXL wave and iTrace in measuring anterior segment parameters and aberrations. *Indian J Ophthalmol* 2022; 70: 1150-1157.

Man REK, Gan ATL, Fenwick EK *et al*. Using uniocular visual acuity substantially underestimates the impact of visual impairment on quality of life compared with binocular visual acuity. *Ophthalmology* 2020; 127: 1145-1151.

René Moreno N, Srur AM, Nieme BC. Cirugía refractiva: indicaciones, técnicas y resultados. *Rev Med Clín Las Condes* 2010; 21: 901-910.

Sinha A, Goel S, Gupta V *et al*. iTrace: a ray tracing aberrometer. *Delhi J Ophthalmol* 2019; 30: 72-75. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/352018925_iTrace_-_A_Ray_Tracing_Aberrometer

Wan KH, Liao XL, Yu M *et al*. Wavefront aberrometry repeatability and agreement-A comparison between Pentacam AXL Wave, iTrace and OPD-Scan III. *Ophthalmic Physiol Opt* 2022; 42: 1326-1337.

Waring GO 3rd, Lynn MJ, Gelender H *et al*. Results of the prospective evaluation of radial keratotomy (PERK) study one year after surgery. *Ophthalmology* 1985; 92: 177-198.

Waring GO 3rd, Lynn MJ, McDonnell PJ. Results of the prospective evaluation of radial keratotomy (PERK) study 10 years after surgery. *Arch Ophthalmol* 1994; 112: 1298-1308.

Weinstock RJ. Phasing in the new technology. *Cataract Refract Surg Today* 2019; Sept: 4.

Zhang Z, Li H, Zhou J *et al*. Clinical evaluation of toric intraocular lens implantation based on iTrace wavefront keratometric astigmatism. *BMC Ophthalmol* 2020; 20: 450.

Evaluación de la pupila en cirugía de la presbicia

Dr. Sebastián Amado

Actualmente, la función pupilar ha de ser una medición mandatoria (sumado a las biométricas) dentro de los exámenes preoperatorios de cirugías de cataratas o lensectomías con fines refractivos e implantes de lentes intraoculares multifocales o de rango extendido¹. La performance visual y la satisfacción del paciente pueden verse afectadas por el tamaño pupilar, principalmente en algunos tipos de lentes multifocales y pueden direccionar la decisión entre utilizar una tecnología u otra². Varios autores han reportado que el diámetro pupilar fotópico se reduce luego de la cirugía de cataratas, estimando una disminución de 0,8 mm al mes postoperatorio que se mantuvo de forma permanente y detectando una pupila mesópica promedio de 5,36 mm previa a la cirugía y de 4,85 mm entre los 30 y 60 días posteriores a la cirugía³. Adicionalmente, se halló una pupila fotópica ≤ 3 mm en 84,5% y $\leq 3,5$ mm en 95,8% de pacientes implantados con lentes multifocales, mientras que la pupila mesópica media era de $\geq 4,5$ mm en 39,3% y > 5 mm en 16,7% de ellos. Se concluye que la pupila fotópica decrece a razón de 0,15 mm y la mesópica

de 0,28 mm por cada década de vida a partir de los 40 años⁴.

La dependencia pupilar frente al implante de lentes intraoculares multifocales ha sido evaluada en bancos de prueba, siendo que la función de transferencia modulada en lentes multifocales de ópticas difractivas se deteriora en casos de pupila pequeña ($< 3,0$ mm) y las aberraciones de alto orden aumentan con pupilas grandes (≥ 5 mm)⁵⁻⁶. Se ha reportado que pacientes con una pupila pequeña a los que se les implantó una lente multifocal con óptica de tipo refractiva tuvieron pobres desempeños postoperatorios en su función visual cercana, por lo que necesitaron pupiloplastias con láser en algunos casos⁷. Se estableció que el tamaño pupilar afecta, a su vez, la sensibilidad de contraste en ojos implantados con multifocales de óptica apodizada difractivo-refractiva. En ese estudio probaron que los ojos con pupilas de gran diámetro (> 5 mm) registraban mejor agudeza visual a la distancia y sensibilidad de contraste también a la distancia, pero peor agudeza visual cercana que aquellos ojos con pupilas de pequeño diámetro debido a la distribución de la luz producida por la óptica de tipo apodizada difractivo-re-

fractiva⁸. Otro autor describió que para ópticas completamente difractivas los casos con pupilas < 3,0 mm presentaban una menor sensibilidad de contraste frente a pacientes con pupilas de mayor tamaño². La habilidad para la lectura empeoró de manera adicional por una baja iluminación ambiente sumado a pupilas < 3,0 mm en pacientes que tenían implantes de lentes intraoculares multifocales de ópticas difractivas⁹.

Existen numerosas maneras de estimar el diámetro pupilar y la más antigua y sencilla es el uso de una regla frente a ella. En la actualidad, varios equipos han sido desarrollados con este fin específico (denominados pupilómetros) y a la vez existen algunos con fines diferentes, pero asociados a estudios preoperatorios de cataratas y cirugía refractiva como son los biómetros por interferometría láser, los topógrafos, los aberrómetros, los tomógrafos de segmento anterior, que también arrojan el diámetro pupilar dentro de sus resultados¹⁰⁻¹². Habida cuenta de la cantidad de equipos hoy disponibles en el mercado, por un lado es fundamental la consistencia de las mediciones intra – equipo (mismo equipo en el tiempo) y en segunda instancia, inter-equipos (intercambio de datos). Es crucial el registro del tamaño pupilar en relación a las distintas condiciones lumínicas que enfrentará el paciente en su vida cotidiana, esto es, mediciones en condiciones fotópicas y mesópicas¹³. La iluminación ambiente debe adecuarse a cada estimación y estandarizarse para las tomas subsiguientes de manera que las interpretaciones sean fidedignas, lo cual no es tarea fácil debido a la estructura dinámica de la pupila¹⁴. La distribución de valores del tamaño pupilar en condiciones fotópicas y mesópicas para lentes multifocales fue previamente estudiado con diversos equipos⁸⁻¹⁰. Una cuestión a resolver en la literatura es la falta de una nomenclatura o clasificación unificada con respecto de la forma de evaluación de cada equipo de las pupilas fotópicas o mesópicas. El VX120 (Visionix-Luneau

Technologies, Chartres, Francia) provee 10 niveles desde escotópico a fotópico, realizando la medición de la fotópica a 220 lux y la mesópica a 160 lux, mientras que el pupilómetro Procyon (P2000 SA, Procyon Instruments) es un equipo que utiliza un LED infrarrojo, mide 3 niveles de luminancia —desde escotópico a 0,07 lux, mesópico bajo a 0,88 lux y mesópico alto a 6,61 lux— estableciendo enormes diferencias entre ambos¹⁵.

El equipo Pentacam mide la pupila fotópica con 327 lux, similar al WaveLight® Oculyzer II (Alcon, Fort Worth, Texas)¹².

Las comparaciones hechas entre el Orbscan II y 3 (Bausch & Lomb, Rochester, New York) con el Pentacam (Oculus Optikgeräte, Wetzlar, Alemania) demostraron una pupila fotópica de menor diámetro debido a una menor intensidad de luz utilizada por el Orbscan II y 3¹⁶. Se ha demostrado una diferencia significativa de distribución de valores promedios entre los pacientes con pupila fotópica ≤ 3 mm tomados con el Keratograph 5M (K5M) y el Pentacam Wave (PW) y reportaron que casi el 100% de pacientes presentaba una pupila de < 4 mm. En cuanto a la medición en condiciones mesópicas, sí hubo coincidencia en los resultados entre ambos equipos, con un 71% de casos con diámetros mesópicos ≤ 5 mm¹⁷.

En estudios comparativos entre el Lenstar (Haag-Streit, Bern, Suiza) y el iTrace (Tracey Technology, Houston, Texas) se halló que proveen diámetros de pupilas fotópicas mayores al Pentacam aunque con una diferencia promedio de < 0,2 mm en ambos casos¹⁸. Sin embargo, en otro estudio hubo una diferencia significativa entre el iTrace y el Pentacam HR, pero esto se explicaría porque las mediciones de la pupila fotópica en equipos como el iTrace, el Anterior (Heidelberg Engineering, Heidelberg, Alemania) o el IOL-Master (Zeiss Meditec, Jena, Alemania) se realizan bajo condiciones de iluminación ambientales, por ende, pueden catalogarse bajo condiciones

mesópicas bajas acorde con la nomenclatura de otros aparatos¹⁹.

El OPD-Scan III (Nidek, Gamagori, Japón) y el Sirius presentan estimaciones de los diámetros pupilares similares a las establecidas con el Pentacam, utilizando estímulos mediados por flashes de luz para evaluar la pupila fotópica²⁰⁻²¹. Con referencia a la consistencia de mediciones intra-equipos, se demostró que el IOLMaster y el Sirius mantenían un grado moderado de repetibilidad, no así el Pentacam, que mostró gran variación en las distintas tomas.

Es importante establecer la utilidad y el rol de cada medición. En el caso de la pupila fotópica, en el implante de lentes intraoculares multifocales es fundamental a la hora de realizar actividades a distancias cercanas e intermedias, puesto que son las que precisan una alta luminancia.

Contrariamente, la pupila mesópica se relaciona con la pérdida de calidad visual debido a la aberración esférica, aberraciones de alto orden y fenómenos disfotópicos que pueden incrementarse o disminuirse por su diámetro y el tipo de óptica de la LIO (cantidad de anillos).

Por todo lo expuesto, se aconseja realizar los estudios preoperatorios del diámetro y funcionamiento de la pupila en condiciones lo más estandarizadas posible, a la vez que precaución a la hora de interpretar medidas del diámetro pupilar con diferentes equipos (no son intercambiables los datos) y, finalmente, relacionar los resultados obtenidos con las diferentes plataformas de lentes intraoculares para su adecuada elección en cada caso particular.

Referencias

1. García-Domene MC, Felipe A, Peris-Martínez C *et al*. Image quality comparison of two multifocal IOLs: influence of the pupil. *J Refract Surg* 2015; 31: 230-235.
2. Ouchi M, Shiba T. Diffractive multifocal intraocular lens implantation in eyes with a small-diameter pupil. *Sci Rep* 2018; 8: 11686.
3. Sahbaz I. Assessment of differences in pupil size following phacoemulsification surgery. *Int J Appl Basic Med Res* 2018; 8: 155-157.
4. Fernández J, Rodríguez-Vallejo M, Martínez J *et al*. Pupil diameter in patients with multifocal intraocular lenses. *J Refract Surg* 2020; 36: 750-756.
5. Artigas JM, Menezo JL, Peris C *et al*. Image quality with multifocal intraocular lenses and the effect of pupil size: comparison of refractive and hybrid refractive-diffractive designs. *J Cataract Refract Surg* 2007; 33: 2111-2117.
6. McKelvie J, McArdle B, McGhee C. The influence of tilt, decentration, and pupil size on the higher-order aberration profile of aspheric intraocular lenses. *Ophthalmology* 2011; 118: 1724-1731.
7. Fujimoto K, Honda K, Wada Y. Laser iridoplasty for age-related pupil constriction after refractive multifocal intraocular lens implantation. *Journal of the Eye* 2015; 32: 1483-1486.
8. Alfonso JF, Fernández-Vega L, Baamonde MB, Montés-Micó R. Correlation of pupil size with visual acuity and contrast sensitivity after implantation of an apodized diffractive intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2007; 33: 430-438.
9. Hütz WW, Eckhardt HB, Röhrig B, Grolmus R. Reading ability with 3 multifocal intraocular lens models. *J Cataract Refract Surg* 2006; 32: 2015-2021.
10. Chaidaroon W, Juwattanasomran W. Colvard pupillometer measurement of scotopic pupil diameter in emmetropes and myopes. *Jpn J Ophthalmol* 2002; 46: 640-644.
11. Piñero DP, de Fez D, Cabezos I *et al*. Intra-session repeatability of pupil size measurements under different light levels provided by a mul-

- tidiagnostic device in healthy eyes. *BMC Ophthalmol* 2020; 20: 354.
12. Kanellopoulos AJ, Asimellis G. Clear-cornea cataract surgery: pupil size and shape changes, along with anterior chamber volume and depth changes: a Scheimpflug imaging study. *Clin Ophthalmol* 2014; 8: 2141-2150.
 13. Gil MA, Varón C, Cardona G, Buil JA. Visual acuity and defocus curves with six multifocal intraocular lenses. *Int Ophthalmol* 2020; 40: 393-401.
 14. Schmitz S, Krummenauer F, Henn S, Dick HB. Comparison of three different technologies for pupil diameter measurement. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2003; 241: 472-477.
 15. Kohnen T, Terzi E, Bühren J, Kohnen EM. Comparison of a digital and a handheld infrared pupillometer for determining scotopic pupil diameter. *J Cataract Refract Surg* 2003; 29: 112-117.
 16. Gharieb HM, Othman IS, Elkitkat RS. Orbscan 3 versus Pentacam HR: evaluating the possible interchangeable use of various parameters. *Cornea* 2020; 39: 649-653.
 17. Fernández J, Burguera N, Rocha-de-Lossada C *et al.* Agreement between two devices for measuring pupil diameter in patients implanted with multifocal intraocular lenses. *Vision (Basel)* 2023; 7: 40.
 18. Qin M, Yuan Y, Wang Y *et al.* Comparison of preoperative angle kappa measurements in the eyes of cataract patients obtained from Pentacam Scheimpflug system, optical low-coherence reflectometry, and ray-tracing aberrometry. *BMC Ophthalmol* 2022; 22: 153.
 19. Ashena Z, Gallagher S, Naveed H *et al.* Comparison of anterior corneal aberrometry, keratometry and pupil size with Scheimpflug tomography and ray tracing aberrometer. *Vision (Basel)* 2022; 6: 18.
 20. Gallenga CE, D'Aloisio R, D'Ugo E *et al.* Visual performance and quality of life after femtosecond laser-assisted cataract surgery with trifocal IOLs implantation. *J Clin Med* 2021; 10: 3038.
 21. Bova A, Vita S. Clinical and aberrometric evaluation of a new monofocal IOL with intermediate vision improvement. *J Ophthalmol* 2022; 2022: 4119698.

Parte V

MEJORES PRÁCTICAS PARA EL CÁLCULO
DEL PODER DE LA LENTE INTRAOCULAR
EN LA CIRUGÍA DE PRESBICIA

Queratometría válida: información sobre poder, regularidad, simetría, elevaciones y eje de la córnea

Dres. Rogelio Ribes Escudero y Carla Salina Indovino

Introducción

En los últimos 20 años el avance de las técnicas quirúrgicas y el aumento de la exigencia por parte de los pacientes obligan a los oftalmólogos a buscar métodos más precisos para el cálculo del poder de la lente intraocular.

Los tres factores más importantes que intervienen en el cálculo de la lente intraocular son:

1. el poder de la córnea.
2. el largo axial.
3. la posición efectiva de la lente.

En este capítulo nos enfocaremos en las diferentes formas de medir el poder corneal.

Poder corneal

El poder corneal es uno de los factores más importantes que determinan el valor de la lente intraocular. El poder refractivo de la córnea varía de 40 D a 44 D en ojos normales, siendo la potencia de la superficie corneal anterior con un poder positivo entre +46 D y +49 D, y la potencia de la superficie posterior con un poder negativo de -6D, haciéndola responsable de las

dos terceras partes del poder refractivo total del ojo.

El radio de la curvatura de la córnea no es regular en el total de la superficie: es menor en el centro (mayor curvatura) y más plano en la periferia. Esta característica hace que la córnea sea una superficie esférica. La cara anterior de la córnea es una superficie convexa cuyo radio de curvatura varía entre 7,5-8,0 mm, mientras que la superficie posterior de la córnea posee un radio medio de 6,5 mm en ojos normales¹.

Queratometría

La queratometría consiste en la determinación de la curvatura de la superficie corneal anterior dentro de los 3 mm centrales de la córnea (los meridianos más curvos y más planos) expresada en dioptrías. Es fundamental distinguir entre queratometría simulada (SIM-K, por sus siglas en inglés) y la potencia corneal real. La potencia refractiva de la córnea se obtiene utilizando un índice de refracción constante de entre 1,332 y 1,337 dependiendo del fabricante del queratómetro. Este índice de refracción difiere

del real de 1,376; para compensar el efecto del poder negativo de la superficie corneal posterior y que el resultado se aproxime a la potencia media real de la córnea. Por eso, al no medir la cara posterior se llaman queratometrías simuladas. Estiman la potencia real corneal a través de la asunción de un radio constante entre cara anterior y posterior de la córnea de 0,822, índice denominado de Gullstrand. Tras la cirugía refractiva estas relaciones ya no se mantienen, lo que origina un error en el cálculo de la lente intraocular. La alteración en la relación entre la cara anterior y posterior de la córnea tras un procedimiento refractivo y la utilización del SIM-K condiciona que la lectura queratométrica aportada por los queratómetros o por los topógrafos sea inexacta. Es importante entender que los queratómetros de los autorrefractómetros IOLMaster 500, Lenstar y los topógrafos de plácidos miden estas queratometrías simuladas².

Los topógrafos/tomógrafos de última generación permiten tomar medidas más reales del poder total corneal, ya que no toman la queratometría simulada sino medidas reales del poder total de la córnea. Esto se debe a que pueden medir la cara posterior corneal. La potencia real corneal solo se puede medir por equipos que midan la cara anterior y posterior de la córnea. Algunos aparatos que miden las queratometrías reales son IOLMaster 700 (Carl Zeiss Meditec, Jena, Alemania), CASIA2 (Tomey Corporation, Nagoya, Japón), Pentacam (Oculus, Wetzlar, Alemania) y Anterior (Heidelberg Engineering, Heidelberg, Alemania).

Hay que entender que los SIM-K proporcionan una mayor potencia corneal en comparación con el poder corneal total. Esta diferencia no es constante pero depende de la relación entre la cara anterior y posterior de la córnea, y puede influir en el resultado refractivo del cálculo de la potencia de la LIO mediante fórmulas teóricas. Sin embargo, los valores poder corneal total

no mejoran los resultados de estas fórmulas, ya que se desarrollaron para los SIM-K. Esto es un concepto importante ya que la mayoría de las fórmulas están estandarizadas para utilizar únicamente SIM-K³.

Varios estudios muestran que en general hay una buena correlación entre el IOLMaster 700 y el Galilei G4 en las mediciones de SIM-K y el astigmatismo, pero una diferencia significativa en las mediciones medias de TK (queratometría total por sus siglas en inglés) con el IOL 700 midiendo valores más pronunciados en aproximadamente 1,0 dioptrías en comparación con el G4. Con lo cual no debería usarse TK indistintamente entre estos dispositivos^{7, 10}.

En un estudio se compararon la queratometría total (TK) y la queratometría posterior (PK) obtenidas por dos biómetros ópticos de fuente de barrido (IOLMaster 700 y CASIA2) y una topografía basada en Scheimpflug (Pentacam AXL). Concluyeron que TK, PK y el astigmatismo correspondiente obtenido por IOLMaster 700, CASIA2 y Pentacam AXL mostraron diferencias significativas y no se pudieron usar indistintamente (fig. 1)⁴.

Las fórmulas de cálculo de la lente intraocular deberán predecir —a partir de las mediciones que se realizan— la potencia de la LIO y su posición en el globo ocular. Se identifican 5 generaciones de fórmulas. Las más utilizadas en la actualidad son las de tercera, cuarta y quinta generación, que utilizan varios parámetros para estimar la posición efectiva de la lente intraocular⁵. La mayoría de las fórmulas usa la SIM K que, como explicamos anteriormente, sirven en la mayoría de los ojos normales donde la relación de la cara anterior y posterior de la córnea se conserva. Un concepto importante es que en los pacientes operados de cirugías refractivas o con córneas irregulares, la medición de las queratometrías reales es más exacta pero no se pueden ingresar estas queratometrías en las fórmulas estándares

Parameter	IOLMaster 700		CASIA2		Pentacam		P Value ^a	ICC
SimK _f (D)	43.57 ± 1.64	38.30, 46.97	43.80 ± 1.62	38.37, 47.12	43.56 ± 1.69	38.00, 47.10	<0.001 ^b	0.976
SimK _s (D)	44.80 ± 1.64	39.13, 48.22	44.83 ± 1.58	39.40, 48.09	44.71 ± 1.66	38.90, 48.30	<0.001 ^b	0.980
SimK _m (D)	44.18 ± 1.59	38.72, 47.37	44.32 ± 1.57	38.88, 47.56	44.14 ± 1.63	38.45, 47.70	<0.001 ^b	0.985
TK _f (D)	43.56 ± 1.66	38.15, 47.00	42.70 ± 1.59	37.24, 46.05	43.34 ± 1.75	37.30, 47.40	<0.001 ^b	0.900
TK _s (D)	44.89 ± 1.63	39.28, 48.44	43.79 ± 1.54	38.58, 47.07	44.54 ± 1.70	39.20, 48.30	<0.001 ^b	0.861
TK _m (D)	44.23 ± 1.59	38.72, 47.45	43.25 ± 1.53	37.91, 46.56	43.94 ± 1.68	38.25, 47.60	<0.001 ^b	0.887
PK _f (D)	-5.79 ± 0.23	-6.30, -5.09	-6.13 ± 0.25	-6.70, -5.42	-6.25 ± 0.26	-6.90, -5.50	<0.001 ^b	0.488
PK _s (D)	-6.01 ± 0.27	-6.63, -5.32	-6.36 ± 0.27	-6.93, -5.63	-6.49 ± 0.28	-7.10, -5.80	<0.001 ^b	0.528
PK _m (D)	-5.90 ± 0.24	-6.39, -5.21	-6.25 ± 0.25	-6.81, -5.53	-6.37 ± 0.26	-6.95, -5.65	<0.001 ^b	0.498
SimK-J0 (D)	-0.23 ± 0.64	-1.64, 1.37	-0.13 ± 0.53	-1.36, 1.25	-0.15 ± 0.62	-1.78, 1.30	<0.001 ^b	0.933
SimK-J45 (D)	-0.03 ± 0.30	-0.69, 1.52	-0.01 ± 0.27	-0.50, 1.48	-0.03 ± 0.26	-0.47, 1.36	0.569	0.828
TK-J0 (D)	-0.34 ± 0.65	-1.83, 1.24	-0.23 ± 0.53	-1.44, 1.10	-0.12 ± 0.62	-1.65, 1.48	<0.001 ^b	0.880
TK-J45 (D)	-0.05 ± 0.30	-0.73, 1.50	-0.03 ± 0.27	-0.48, 1.46	-0.01 ± 0.32	-0.78, 1.55	0.218	0.751
PK-J0 (D)	-0.09 ± 0.09	-0.38, 0.11	-0.09 ± 0.08	-0.30, 0.07	-0.09 ± 0.09	-0.37, 0.09	0.750	0.807
PK-J45 (D)	-0.01 ± 0.05	-0.23, 0.13	-0.02 ± 0.05	-0.23, 0.09	0.02 ± 0.06	-0.26, 0.18	<0.001 ^b	0.626

Figura 1. Comparaciones SIM-K y TK entre los diferentes equipos. Se observan diferencias significativas de variables entre los diferentes equipos³.

ya que están optimizadas únicamente para las SIM-K. Actualmente existen fórmulas optimizadas para utilizar las queratometrías reales como la Barret True K y las fórmulas de los calculadores de ASCRS y Panacea (fig. 2)⁶.

Las fórmulas que usan queratometrías reales tienen la desventaja de no estar incluidas en los equipos como IOLMaster y Lenstar y puede perderse tiempo en trasladar los datos o bien cometer algún error humano en la entrada de datos. Panacea utiliza la queratometría media de la cara anterior y la constante de la lente, dado por la casa de producción, la relación P/A (Relación entre el radio de la curvatura de la córnea anterior y la curvatura de la córnea posterior en mm frente al

radio de la curvatura de la córnea anterior en mm, multiplicado por 100) y la asfericidad corneal Q⁷.

En los estudios que evaluaron pacientes con cirugía LASIK —miopes en su mayoría—, las fórmulas combinadas con TK logran resultados similares o mejores en comparación con las fórmulas existentes que utilizan SIM-K⁸. Es justamente en los ojos que escapan de la media, como lo son aquellos con cirugía refractiva previa, donde debemos ser más estrictos con los cálculos. Para predecir el valor de la lente luego de la queratotomía radial, por ejemplo, el Pentacam tiene en su configuración una pantalla de distribución de potencia (PWR_SF_40) para el valor de la queratometría frontal sagital en una zona de 4,0

IOL Calculator for Eyes with Prior Myopic LASIK/PRK
(Your data will not be saved. Please print a copy for your record.)

Please enter all data available and press "Calculate"

Doctor Name Patient Name Patient ID
 Eye IOL Model Target Ref (D)

Pre-LASIK/PRK Data:
 Refraction* Sph(D) Cyl(D)* Vertex (If empty, 12.5 mm is used)
 Keratometry K1(D) K2(D)

Post-LASIK/PRK Data:
 Refraction*§ Sph(D) Cyl(D)* Vertex (If empty, 12.5 mm will be used)
 Topography EyeSys EffRP Tomey ACCP Galilei
 Nidek# ACP/APP TCP2
 Atlas Zone value Atlas 9000 4mm zone Pentacam TNP_Apex_4.0 mm Zone
 Atlas Ring Values 0mm 1mm 2mm 3mm
 OCT (RTVue or Avanti XR) Net Corneal Power Posterior Corneal Power Central Corneal Thickness

Optical/Ultrasound Biometric Data:
 Ks K1(D) K2(D) Device Keratometric Index (n) 1.3375 1.332 Other
 AL(mm) ACD(mm) Lens Thick (mm) WTW (mm)
 Lens Constants** A-const(SRK/T) SF(Holladay1)
 Haigis a0 (If empty, converted value is used) Haigis a1 (If empty, 0.4 is used) Haigis a2 (If empty, 0.1 is used)

*If entering "Sph(D)", you must enter a value for "Cyl(D)", even if it is zero.
 §Most recent stable refraction prior to development of a cataract.
 # Magellan ACP or OPD-Scan III APP 3-mm manual value (personal communication Stephen D. Klyce, PhD).
 **Enter any constants available; others will be calculated from those entered. If ultrasonic AL is entered, be sure to use your ultrasound lens constants. It is preferable to use optimized a0, a1, and a2 Haigis constants.

Figura 2. Fórmula disponible en <https://iolcalc.ascrs.org/> donde se pueden ingresar manualmente las TK.

mm y centrada en la pupila; y el grosor mínimo de la córnea central está en micras (CT_MIN). Ambos valores se colocan en el calculador de la ASCRS y tiene alta predictibilidad en estos casos (fig. 3)⁹.

Por otro lado, Pentacam ofrece un programa para el preoperatorio de cataratas que está optimizado para elegir los mejores candidatos para el implante de lentes premium. En este programa se deben evaluar 4 características principales. En primer lugar, que el astigmatismo de las SIM-K, de las queratometrías total (total corneal refractive power) y de astigmatismo de frente de onda

(total córnea astig WFA 4 mm) sean coincidentes en eje y en valores (fig. 4, recuadros rojo y amarillo). Esto es de vital importancia en los pacientes donde se evalúa la utilización de lentes tóricas. En segundo lugar, es importante evaluar la aberración esférica corneal total WFA z40 en 6 mm. Este parámetro permite elegir la aberración de la lente a implantar (fig. 4, recuadro violeta). El valor de corte orientativo es de 0,100 µm o superior para lentes esféricas y menos de 0,100 µm para lentes sin aberraciones o LIO esféricas. El tercer parámetro a tener en cuenta es el astigmatismo irregular corneal total (WFA HO RMS en 4 mm).

OCULUS - PENTACAM Distribución de Potencias

Paciente: Examen: Mostrar Configuración Software Externo

Nombre: [01 Demo Cataract, Difference in Ant & Total Axis] Fecha Examen: [22/10/2007] QS: [OK] Ojo: [Iq] Fecha Nacimiento: [03/04/1954] ID Paciente: [from with corneal wavefront data] Fecha examen: [2027.14] Info examen: [diff of ant and total corneal] Zona Apex K1A2 Anillo Pupila Km/Astia

Lecturas K (D) calculado en zonas centrado en ápex

Dámetro de Zona	1.0 mm	2.0 mm	3.0 mm	4.0 mm	5.0 mm	6.0 mm	7.0 mm	8.0 mm
Sagital Anterior Km	41.1	41.2	41.3	41.4	41.5	41.7	41.6	41.5
Ang	2.3 (121.3)	2.1 (122.4)	1.7 (123.4)	1.3 (122.9)	1.0 (118.2)	1.1 (110.4)	1.3 (105.7)	1.6 (105.5)
Queratométrico Total	39.7	39.8	39.9	40.0	40.2	40.5	40.5	40.5
Ang	2.6 (130.2)	2.4 (132.5)	2.0 (135.5)	1.6 (137.6)	1.2 (135.2)	1.0 (124.8)	1.2 (113.6)	1.5 (110.1)
Potencia Refr. Total	40.1	40.2	40.4	40.7	41.1	41.5	42.0	42.2
Ang	2.4 (129.6)	2.3 (131.9)	2.0 (135.0)	1.6 (137.1)	1.2 (134.7)	1.1 (123.6)	1.3 (112.1)	1.8 (109.0)

Figura 3. Captura de pantalla del software del Pentacam. Forma de obtener la queratometría total en 4 mm centrada en pupila. TNP apex 4 mm. Este mismo valor se carga en el calculador de ASCRS que se mostró en la figura 2.

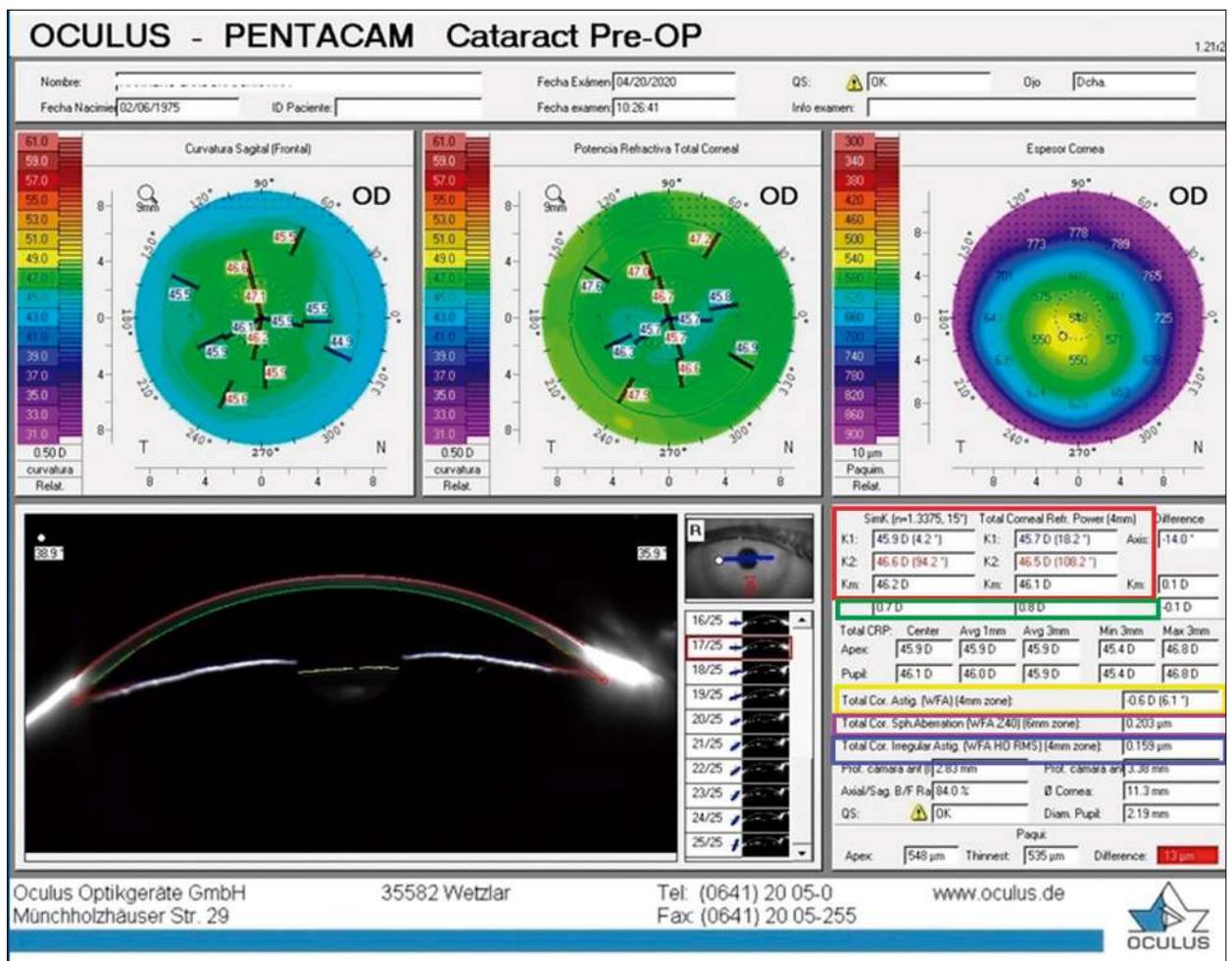


Figura 4. Captura de pantalla del software del estudio preoperatorio de catarata del Pentacam.

Este índice permite evaluar la calidad visual de la córnea en relación con las aberraciones de alto orden. El valor de corte orientativo es de menos de 0,300 μm para LIO multifocales (fig. 4, recuadro azul).

Conclusiones

1. Los estudios demuestran que no pueden usarse las queratometrías de manera indistinta con los diferentes equipos.
2. No pueden utilizarse las TK en las fórmulas que están estandarizadas para SIM-K.
3. TK muestra mejores resultados que SIM-K en equipos con la fórmula Barret True K en especial en pacientes operados de cirugías refractivas o córnea irregulares.
4. Pentacam presenta un *software* optimizado para la evaluación de los pacientes con catarata que permite elegir los mejores candidatos para el implante de lentes multifocales.

Referencias

1. Shajari M, Cremonese C, Petermann K *et al.* Comparison of axial length, corneal curvature, and anterior chamber depth measurements of 2 recently introduced devices to a known biometer. *Am J Ophthalmol* 2017; 178: 58-64.
2. Fityo S, Bühren J, Shajari M, Kohnen T. Keratometry versus total corneal refractive power: analysis of measurement repeatability with 5 different devices in normal eyes with low astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 2016; 42: 569-576.

3. Savini G, Hoffer KJ, Lomoriello DS, Duco-li P. Simulated keratometry versus total corneal power by ray tracing: a comparison in prediction accuracy of intraocular lens power. *Cornea* 2017; 36: 1368-1372.

4. Jin A, Han X, Zhang J *et al.* Agreement of total keratometry and posterior keratometry among IOLMaster 700, CASIA2, and Pentacam. *Transl Vis Sci Technol* 2023; 12: 13.

5. Koch DD, Ali SF, Weikert MP *et al.* Contribution of posterior corneal astigmatism to total corneal astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 2012; 38: 2080-2087.

6. Rocha-de-Lossada C, Colmenero-Reina E, Flikier D *et al.* Intraocular lens power calculation formula accuracy: comparison of 12 formulas for a trifocal hydrophilic intraocular lens. *Eur J Ophthalmol* 2021; 31: 2981-2988.

7. Voytsekhivskyy OV, Hoffer KJ, Tutchenko L *et al.* Accuracy of 24 IOL power calculation methods. *J Refract Surg* 2023; 39: 249-256.

8. Abulafia A, Hill WE, Koch DD *et al.* Accuracy of the Barrett True-K formula for intraocular lens power prediction after laser in situ keratomileusis or photorefractive keratectomy for myopia. *J Cataract Refract Surg* 2016; 42: 363-369.

9. Motlagh MN, Moshirfar M, Murri MS *et al.* Pentacam® corneal tomography for screening of refractive surgery candidates: a review of the literature, part I. *Med Hypothesis Discov Innov Ophthalmol* 2019; 8: 177-203.

10. Kose B. Agreement between swept-source optical biometry and Scheimpflug-based topography measurements of posterior corneal curvature. *J Cataract Refract Surg* 2022; 48: 185-189.

Actualización de las fórmulas de última generación: constantes optimizadas y actualizadas

Dr. Álvaro Fernández Mendy

La revolución tecnológica en la industria de lentes intraoculares y equipos biométricos, junto con el constante desarrollo de nuevas fórmulas para conseguir la emetropía, permitieron incorporar el concepto de cirugía refractiva dentro del módulo de la facoemulsificación, conocido actualmente como cirugía facorrefractiva. La minimización del error refractivo residual fue, es y será uno de los grandes desafíos de nuestra especialidad.

Esta creciente confianza en los métodos de cálculo generó que los pacientes juzguen su cirugía casi exclusivamente en base al resultado refractivo obtenido.

A partir del primer implante realizado por Sir Harold Ridley en 1949 —cuyo resultado refractivo fue -18 -6 a 90— comenzó una carrera interminable para conseguir la emetropía¹.

Las fórmulas para el cálculo de la lente intraocular empezaron con el *standard lens method* en 1950, que consideraba un valor de 18 D al que se le debía sumar la refracción preoperatoria, modificada por una constante 1.49. Este método fue útil mientras no existieron otros que permitieran medir con mayor exactitud el ojo. Con el adveni-

miento de la biometría ultrasónica aparecieron las fórmulas de primera generación.

En 1967, Fyodorov presentó su fórmula basada en óptica geométrica tomando medidas ecográficas y queratométricas.

A partir de allí comenzaron a aparecer las fórmulas de primera generación basadas en modelos teóricos, luego con avances enormes en los conceptos matemáticos y apuntaladas por constante evolución en las tecnologías para medir el globo ocular, surgieron innumerables fórmulas, teóricas primero y regresivas después, hasta las actuales donde la inteligencia artificial aparece con un protagonismo prometedor.

Tradicionalmente se utiliza el concepto de fórmulas de primera, segunda, tercera y hasta cuarta generación, aunque también podemos dividir las en teóricas o regresivas; sin embargo, resulta más preciso hablar de tres etapas en la evolución del cálculo de la lente intraocular, donde confluyen cambios en las fórmulas y en los métodos de medición.

La **primera etapa** comienza en 1950 con el *standard lens method*, luego la primera fórmula teórica de Fiódorov (1967) y posteriormente con

la aparición del ecómetro ultrasónico en 1970, junto con los queratómetros, surgen las fórmulas teóricas de Colenbrander 1973, Hoffer 1974, Heijde 1975 y Binkhorst 1976.

En 1980 Sanders, Retzlaff y Kraff (SRK) desarrollaron la primera fórmula regresiva basada en 2500 pacientes operados.

La **segunda etapa** está marcada por la incorporación del concepto de posición efectiva del lente (ELP, por sus siglas en inglés). En 1990 aparece la SRK-T que optimiza la profundidad de la cámara anterior (ACD) postoperatoria, modifica el índice de refracción corneal e introduce un factor de corrección del espesor retinal, pasando de la membrana limitante interna (MLI) del ultrasonido a la capa de fotorreceptores. En 1993 Barrett lanzó su fórmula universal; en 1995 Holladay desarrolló su fórmula teórica con su actualización a Holladay 2 en 1997, lo que constituye la primera versión arancelada.

En 1999 aparece el IOLMaster, el primer biómetro óptico que permitió medir la longitud axial del globo ocular con exactitud y repetibilidad desde el epitelio corneal hasta el epitelio pigmentario retinal con desvío estándar de 0,02 mm. Este incorpora en su *software* las fórmulas de Haigis, Hoffer, SRK-T y Holladay, permitiendo además la posibilidad de incorporar nuevas lentes y modificar las constantes en base a las optimizaciones. En esta etapa aparecen los primeros lentes tóricas y multifocales. Wolfwang Haigis desarrolla su fórmula en 2000 e incorpora tres constantes: a_0 , a_1 y a_2 . Estas 3 constantes tienen la posibilidad de ser optimizadas para cada lente intraocular de forma particular mediante análisis de regresión lineal.

De 2000 a 2016 funcionó la página ULIB (User Group Laser Interference Biometry), administrada por Haigis, que contenía constantes optimizadas para múltiples lentes basada en la casuística de diferentes cirujanos del mundo.

Por último, en la **tercera etapa**, la que transitamos actualmente, aparece la biometría de coherencia óptica. Se incorpora la medición del espesor del cristalino (LT) con OCT, medición del largo axial (LA) guiado por OCT hacia la fovea y la tomografía corneal para mejorar la exactitud en la evaluación queratométrica. Muchos de los biómetros modernos (IolMaster 700, Lenstar, Argos, Anterior, Pentacam AXL) incorporan la tecnología para el cálculo de lentes tóricas y la posibilidad de medir el poder corneal total.

A partir de este último desarrollo hemos obtenido muy buenos resultados en el rango de ojos con largos axiales, cámara anterior y radios de curvatura con distribución gaussiana normal, pero cuando las dimensiones se apartan de esos valores promedio, los resultados comienzan a variar mucho entre las diversas fórmulas y el error refractivo medio es mayor y con más dispersión. En este contexto, se comenzó a utilizar otro tipo de ecuaciones basadas en inteligencia artificial con las cuales se puede manejar una cantidad inmensa de datos de una base muy grande de pacientes operados, encontrando relaciones no lineales que son las que no utilizan las fórmulas tradicionales, entre los parámetros que medimos y dan sugerencias de qué poder de lente sería el más aconsejable para alcanzar la emetropía.

Estas nuevas fórmulas incluyen la Barrett Universal II, la Emmetropia Verifying Optical (EVO), la Kane, la Næser 2, la **Olsen**, la Panacea, la Pearl DGS, la función de base radial (RBF) de HILL, Ladas Súper Fórmula, Panacea, Okulix, SRK- T2 y VRF².

En esta etapa se desarrollan los calculadores en línea, incluyendo opción para lentes tóricas y pacientes poscirugía refractiva con fórmulas como Haigis L, Barret trueK, Shammas, Masket, Wang-Koch-Malloney. La ASCRS y la ESCRS presentan grandes herramientas *online* para el cálculo de lentes intraoculares. En ellas además se

optimizan permanentemente las constantes de cada IOL para cada fórmula.

La fórmula de **Barret Universal 2** se basa en un método de predicción de la óptica gaussiana para calcular el efecto de la cara posterior corneal; de esta manera es capaz de predecir la curvatura corneal posterior. Presenta su calculador en línea con opción para lentes tóricas y poscirugía refractiva en la página de la ASCRS y la ESCRS.

La fórmula de Olsen usa el concepto de la constante C y describe la ELP como una función entre la ACD y el espesor del cristalino (LT). Trabaja independientemente de los factores tradicionales: LA, queratometría (K), *white-to-white*, poder de la lente, edad o género; por tal motivo puede funcionar en cualquier tipo de ojo. Presenta dos versiones: de 2 o 4 factores.

La fórmula del **Dr. Warren Hill-RBF** —basada en la *radial basis function* con inteligencia artificial y actualmente en su versión 3.0— utiliza información de más de 12.000 casos con mediciones pre y postoperatorias y presenta su calculador *online* <https://rbfcalculator.com/online/index.html>.

La fórmula **KANE**, creada por Jack X. Kane en 2020, es una fórmula híbrida que utiliza teoría óptica y análisis regresivo combinado con inteligencia artificial e incorpora el género para predecir la ELP. Se basa en más de 30.000 casos analizados por una supercomputadora. Su fundamento principal fue reducir el margen de error en los LA extremos. Presenta su calculador en línea con opción para lentes tóricas y queratono <https://www.iolformula.com/>

La **LADAS súper fórmula** incorpora un modelo 3D con inteligencia artificial y combina Hoffer Q, SRK/T, Holladay 1 y 2 con ajuste de Wang-Koch en ojos largos https://www.iolcalc.com/sign_in

La fórmula de **Panacea**, desarrollada por David Flickier, incorpora la medición de la asfericidad corneal (Q-value) y el índice anteroposterior

(ratio P/A) de la curvatura corneal, también conocido como Índice de Gullstrand. Es accesible en versión *app*.

La Emmetropia Verifying Optical (**EVO**) es una fórmula “thick lens”. Basada en el concepto de factor de emetropía para cada ojo, utiliza LT y CCT. Fue desarrollada por el doctor Tun Kuan Yeo, discípulo del Dr. Barrett. Posee calculador *online* <https://www.evoiolcalculator.com/calculator.aspx> que incluye lente tórica y cálculos poscirugía con la medición de la cara posterior corneal.

La fórmula **PEARL DGS** (Postoperative spherical Equivalent prediction using Artificial Intelligence and Linear algorithms) se basa totalmente en inteligencia artificial y fue desarrollada por G. Debellemanière, D. Gatinel y A. Saad en 2020 en Francia. Está basada en ecuaciones del espesor de la lente, utiliza modelos de inteligencia artificial para predecir el radio posterior corneal y la posición teórica intraocular de la lente (TILP). Posee calculador en línea www.iolsolver.com que incluye una variante en ojos complejos (posquirúrgicos rk, miopía e hpm, pos ICL, córneas no fisiológicas) y tiene una opción de ajuste en ojo contralateral operado.

La fórmula **T2** evoluciona de la SRK-T.

La fórmula **HofferQST** (Hoffer Q/Savini/Taroni) incorpora a la original el implemento de IA. Fue especialmente diseñada para mejorar su performance en ojos largos.

La fórmula **Næser 2**, desarrollada por Naeser y Savini, se basa en la arquitectura del IOL e incluye el concepto LensFactor, calcula la ACD postoperatoria. Posee un calculador tórico online <https://www.sedesoi.com/toric-2021/>

El método **Okulix** está basado en Ray Tracing, su última versión 09.30 es de octubre de 2023 y utiliza un *software* adaptado a biómetros ópticos. Presenta una base de datos permanentemente actualizada con resultados de las principales lentes intraoculares implantadas representadas formalmente por su tipo y potencia (en D). Para el

cálculo dentro de OKULIX, la LIO se caracteriza físicamente por los radios de curvatura, el índice de refracción, la asfericidad y el espesor central. Okulix predice la ELP más probable basándose en el cálculo de la ACD postoperatoria. Para ello requiere de LA, queratometría preop, ACD PREOP, espesor corneal central, espesor del cristalino, WTW, índice refractivo de la lente y asfericidad corneal. Presenta la variante de cálculo de lente tórica. Calcula la trayectoria y el punto focal de todos los haces que pasan a través de las pupilas en cada nivel óptico (intravítreo, cristalino, humor acuoso y córnea) en términos de la ley de Snell. El *software* demostró un rendimiento aceptable en ojos con AL largo y corto.

El sistema de análisis refractivo Optiwave (**ORA SYSTEM**) consiste en una aberrometría intraoperatoria que analiza datos refractivos biométricos preoperatorios y afáquicos intraoperatorios. Utiliza una fórmula patentada con una constante de la lente (factor de cirujano) y coeficientes de regresión específicos del modelo de LIO. Permite calcular la esfera y el cilindro. La medición se realiza con el saco capsular completo con viscoelástico. Como característica especial requiere de la dependencia de un mayor banco de lentes en el quirófano.

A la hora de evaluar la eficacia de las diversas fórmulas mencionadas, encontramos gran disparidad en la casuística de las publicaciones según se trate de LIO monofocal o multifocal³⁻⁵.

Desafortunadamente aún no se ha podido lograr una revisión sistemática con mejores resultados estadísticos por la disimilitud en la carga de datos. Por este motivo se han propuesto protocolos para la publicación de resultados como lo hicieron en 2015 Hoffer, Olsen, Haigis, Savini, Shammas con su *Protocols for Studies of Intraocular Lens Formula Accuracy*⁶⁻⁷.

La última revisión sistemática publicada en mayo del 2023 por Wiktor Stopyra, Achim Langenbucher y Andrzej Grzybowski evalúa y

compara las nuevas fórmulas para el cálculo de la emetropía (Hill-RBF 3.0 Kane PEARL-DGS EVO) con las de tercera generación (Hoffer Q Holladay 1 SRK/T) y cuarta generación (Haigis Olsen Holladay 2 Barrett Universal II)⁸. Selecciona 26 artículos tipo *peer review* entre 2015-2022. Todos utilizan biómetros ópticos y con más de 8 fórmulas analizadas. Se excluyen trabajos donde el autor presentaba su fórmula como la de mejor resultado y también se excluyen las que presentaban pacientes con cirugía bilateral. Todos presentaron más de 170 ojos de AL global y subgrupos con más de 40 ojos cortos y más de 65 ojos largos. Los trabajos más amplios presentan más 10.000 ojos analizados. Para evaluar la eficacia se utilizaron principalmente el MAE (error absoluto medio) y el porcentual de casos dentro de $\pm 0,5D$ de error refractivo residual. Este trabajo concluye que las fórmulas más precisas son **Barrett Universal II** entre las fórmulas de vergencia y **Kane** y **PEARL-DGS** entre las basadas en IA, mostrando una tendencia de reemplazo gradual de las fórmulas de tercera y cuarta generación por las de última generación. En general, las fórmulas basadas en el aprendizaje automático son muy prometedoras y pueden tener un efecto positivo en los resultados de la refracción posoperatoria; además, los métodos de aprendizaje automático también se pueden incorporar a una variedad de fórmulas existentes para perfeccionar su precisión. Sin embargo, según la literatura disponible y a pesar del gran progreso, todavía no existe un *gold standard* que pueda aplicarse a todos los pacientes. Por el contrario, cada paciente debe ser tratado individualmente teniendo en cuenta sus características oculares únicas.

Las fórmulas de última generación basadas en la IA o el principio de *ray tracing* también mostraron resultados más precisos que las fórmulas tradicionales en los subgrupos de ojos largos y cortos.

El review de la Academia Americana de Oftalmología publicado por Kane y Changen 2020 demostró que la fórmula de **Kane** es la más precisa de todas las fórmulas disponibles actualmente⁹. En ese mismo trabajo se afirma que las fórmulas **BUII** y **Olsen** (4 factores) son las siguientes fórmulas con mejor rendimiento en general. Según el estudio, el uso de 1 de estas 3 fórmulas aumentó el porcentaje de ojos dentro de 0,50 D entre un 3% y un 15%, en comparación con el uso de fórmulas de tercera generación.

Como era de esperar, las técnicas de biometría modernas y las fórmulas de LIO son más precisas en ojos AL largos que en ojos AL cortos. Esto se debe a que los errores en la medición de AL o en la estimación de ELP se minimizan gracias al menor poder dióptrico de estas LIO⁸. La inexactitud de la ELP es la mayor fuente de error en el cálculo del poder de la lente intraocular según Norrby¹⁰.

Los estudios más amplios sobre ojos miopes encontraron que la fórmula de Kane es la más precisa. Las fórmulas de Olsen (4 factores) o BUII son casi tan precisas, junto con la fórmula de Holliday 1 con el ajuste WK actualizado⁹.

Los dos estudios más grandes de ojos AL cortos mostraron que la fórmula de Kane es la más precisa de todas. En ojos con AL de 22 mm o menos, Kane tiene excelente rendimiento incluso en los extremos de hipermetropía axial donde otras fórmulas comúnmente utilizadas son mucho menos precisas⁹.

A la hora de evaluar la eficacia de las fórmulas con lentes multifocales exclusivamente, las publicaciones caen en número de casos y en cantidad de fórmulas analizadas¹¹⁻¹⁷. Esto impide obtener valores estadísticamente significativos. No existen muchas publicaciones donde se distribuyen en grupos según el LA, o si los dividen el N es pequeño; esto es especialmente por el hecho de que los ojos muy cortos o los ojos largos no suelen ser buenos candidatos a MIOL;

entre varios otros motivos por la mayor desconfianza en el resultado refractivo.

Ayoung Choi, Hyunggoo Kwon y Sohee Jeon publicaron una serie de 2679 casos con implante de lente trifocal Panoptix¹⁴. El análisis estadístico fue realizado separando en tres grupos según el L.A. El mejor rendimiento, con error absoluto medio (MAE) más bajo, fue con **Barrett Universal II**, tanto globalmente como en el grupo de L.A. central. El grupo de L.A. Corto obtuvo mejor MAE con **Hoffer Q**, mientras que en el grupo de L.A. largo fue con **Haigis**.

David Flikier publicó resultados similares en su trabajo "Intraocular lens power calculation formula accuracy: comparison of 12 formulas for a trifocal hydrophilic intraocular lens"¹⁶. En él se analizan 171 implantes de lentes trifocales Fine Vision. Fórmulas modernas como **EVO** o **Pearls-DGS** lograron el valor de MAE más bajo en ojos en general. La mejor precisión de los resultados refractivos fue reportada por **Olsen** y **Barrett U2**. **Kane** y **Olsen** obtuvieron el MAE más bajo y el error refractivo residual menor en LA $\leq 22,50$ mm. Sin embargo, en LA $> 22,50$ mm y $< 25,00$ mm, **Barrett U2** y **Pearl-DGS** informaron la menor MAE y nuevamente **Barrett U2** la mayor precisión refractiva.

La importancia clínica de la precisión en los resultados refractivos posoperatorios se observa más en pacientes con implantación de LIO multifocal (MIOL). Los pacientes que no logran emetropía presentan como resultado mayor visión borrosa y halos. Es por este motivo que se esperan para el futuro inmediato trabajos con mayor rigor científico que incluyan un número más grande de ojos con lentes multifocales y EdoF.

Según la mayoría de los protocolos actualizados en los estudios de fórmulas para el cálculo de lentes intraoculares la optimización de las constantes es esencial para que todas las fórmulas sean comparables entre sí, ya que sin ella se

pueden producir sesgos importantes que podrían afectar la confiabilidad de los datos.

La optimización de las constantes es el proceso que conduce a una MAE cero en la muestra analizada y es necesaria para eliminar cualquier error sistemático que surja del entorno clínico, incluido el biómetro, la técnica quirúrgica y las propiedades físicas de la LIO¹⁸. Por este motivo, se debe realizar una optimización de constantes por separado para cada modelo de LIO. Las fórmulas que tienen su estructura publicada se pueden optimizar mediante ecuaciones de regresión lineal con *software* como el Excel. La optimización de las fórmulas no publicadas (por ejemplo, Barrett Universal II, EVO, Kane y Olsen) no es posible utilizando únicamente un *software* de hoja de cálculos. Para poder realizarlo existen dos posibilidades: una es contactar con sus autores y pedirles que lo hagan ellos. La segunda consiste en utilizar lenguajes de programación informáticos específicos capaces de extraer automáticamente datos de cualquier base de datos (por ejemplo, Python, Wilmington, DE), introducirlos en el sitio web de fórmulas y generar una nueva base de datos que contenga la refracción prevista para cada ojo. En cuanto a la fórmula Holladay 2, que tampoco está publicada, es posible realizar una optimización utilizando el Holladay IOL Consultant Software & Surgical Outcomes Assessment (www.hicsoap.com).

Cuanto mayor sea el número de ojos, más precisa será la optimización de la constante. Según Haigis, se deben incluir al menos 100 ojos para lograr mediciones confiables. Sin embargo, el uso de 50 ojos todavía puede considerarse aceptable si no hay otra alternativa. Hay algunas situaciones en las que no se debe realizar una optimización de constantes o se debe realizar con precaución. El primer escenario es el análisis de muestras específicas o parciales, como ojos largos u ojos cortos, o en ojos patológicos como por ejemplo queratocono; Hoffer demostró que esto no tenía ningún valor¹⁹, la muestra debe ser amplia y no segmentada. El

segundo es en los ojos con cirugía refractiva previa; aquí sería preferible una optimización particular de la constante, pero la falta de muestras grandes con el mismo modelo de LIO a menudo lo impide.

La optimización global de las constantes de las lentes LIO y los coeficientes de regresión del fabricante dieron como resultado errores de predicción absolutos más bajos en comparación con las constantes de lentes iniciales etiquetadas por el fabricante y los coeficientes de regresión no optimizados²¹.

La posibilidad de optimizar constantes para cada lente y fórmula de manera dinámica y permanentemente actualizada es una de las principales herramientas disponibles para lograr el mejor resultado refractivo. Antes con ULIB y ahora con IOL CON (<https://iolcon.org>), accedemos a una base de datos de innumerables lentes intraoculares con todas sus constantes optimizadas.

En base a lo expuesto podemos utilizar una frase del relato anual 2018 del Dr. Julio Fernandez Mendy para concluir: “Obtener la emetropía absoluta, de manera completa, sin aberraciones de ningún tipo, quizás sea una utopía, no obstante, el avance obtenido en los últimos 50 años nos alienta en el camino hacia la meta anhelada”.

Referencias

1. Fernández Mendy J, López Mato O, Cosentino MJ *et al*. Tecnologías para la emetropía. *Arch Argent Oftalmol* 2018; 11: 8-50.
2. Savini G, Taroni L, Hoffer KJ. Recent developments in intraocular lens power calculation methods-update 2020. *Ann Transl Med* 2020; 8: 1553.
3. Darcy K, Gunn D, Tavassoli S *et al*. Assessment of the accuracy of new and updated intraocular lens power calculation formulas in 10.930 eyes from the UK National Health Service. *J Cataract Refract Surg* 2020; 46: 2-7.

4. Melles RB, Holladay JT, Chang WJ. Accuracy of intraocular lens calculation formulas. *Ophthalmology* 2018;125: 169-178.
5. Cooke DL, Cooke TL. Comparison of 9 intraocular lens power calculation formulas. *J Cataract Refract Surg* 2016; 42: 1157-1164.
6. Hoffer KJ, Aramberri J, Haigis W *et al.* Protocols for studies of intraocular lens formula accuracy. *Am J Ophthalmol* 2015; 160: 403-405.
7. Hoffer KJ, Savini G. Update on intraocular lens power calculation study protocols: the better way to design and report clinical trials. *Ophthalmology* 2021; 128: e115-e120.
8. Stopyra W, Langenbucher A, Grzybowski A. Intraocular lens power calculation formulas: a systematic review. *Ophthalmol Ther* 2023; 12: 2881-2902.
9. Kane JX, Chang DF. Intraocular lens power formulas, biometry, and intraoperative aberrometry: a review. *Ophthalmology* 2021; 128: e94-e114.
10. Norrby S, Bergman R, Hirsenschall N *et al.* Prediction of the true IOL position. *Br J Ophthalmol* 2017; 101: 1440-1446.
11. Sánchez-Liñan N, Pérez-Rueda A, Parrón-Carreño T *et al.* Evaluation of biometric formulas in the calculation of intraocular lens according to axial length and type of the lens. *Sci Rep* 2023; 13: 4678.
12. Zhao J, Liu LP, Cheng HH *et al.* Accuracy of eight intraocular lens power calculation formulas for segmented multifocal intraocular lens. *Int J Ophthalmol* 2020; 13: 1378-1384.
13. Shajari M, Kolb CM, Petermann K *et al.* Comparison of 9 modern intraocular lens power calculation formulas for a quadrifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2018; 44: 942-948.
14. Choi A, Kwon H, Jeon S. Accuracy of theoretical IOL formulas for Panoptix intraocular lens according to axial length. *Sci Rep* 2021; 11: 7346.
15. Yoo YS, Kang MC, Park J *et al.* Factors affecting prediction error after cataract surgery with implantation of various multifocal IOLs in patients with previous refractive laser surgery. *Ann Transl Med* 2021; 9: 1720.
16. Rocha-de-Lossada C, Colmenero-Reina E, Flikier D *et al.* Intraocular lens power calculation formula accuracy: Comparison of 12 formulas for a trifocal hydrophilic intraocular lens. *Eur J Ophthalmol* 2021; 31: 2981-2988.
17. Li QM, Wang F, Wu ZM *et al.* Trifocal diffractive intraocular lens implantation in patients after previous corneal refractive laser surgery for myopia. *BMC Ophthalmol* 2020; 20: 293.
18. Langenbucher A, Hoffmann P, Cayless A *et al.* Limitations of constant optimization with disclosed intraocular lens power formulae. *J Cataract Refract Surg* 2023 Oct 10. doi: 10.1097/j.jcrs.0000000000001337.
19. Hoffer KJ. The Hoffer Q formula: a comparison of theoretic and regression formulas. *J Cataract Refract Surg* 1993; 19: 700-712.
20. Kane JX, Van Heerden A, Atik A, Petsoglou C. Accuracy of 3 new methods for intraocular lens power selection. *J Cataract Refract Surg* 2017; 43: 333-339.
21. Davidson J, Gu X, Breen M, Babu RJ. Impact of global optimization of lens constants on absolute prediction error for final IOL power selection when using intraoperative aberrometry. *Clin Ophthalmol* 2022; 16: 3155-3164.

Parte VI

CÁLCULO DEL PODER DE LA LENTE
INTRAOCULAR EN CASOS DESAFIANTES

Miopía alta axial e hipermétropes con ojos cortos

Dr. Jorge Buonsanti

Por casi cincuenta años, obtener una relativa exactitud en el poder del cálculo de la lente intraocular (LIO) ha sido relativamente fácil en ojos con una longitud axial de entre 22 mm y 26 mm con córneas normales. Sin embargo, siempre han surgido problemas en el cálculo de la LIO en ojos muy cortos (menores de 22 mm) o muy largos (mayores de 26 mm)¹.

A diferencia de la época pre interferometría/OCT, donde el principal error radicaba en la longitud axial, hoy los principales obstáculos para la exactitud en el cálculo son la medición de la curvatura corneal y la estimación de la posición efectiva de la LIO en la cámara anterior².

Vamos a enfocarnos entonces en estos dos tipos de ojos en particular.

Ojos cortos

El problema de los ojos cortos es el alto poder dióptrico necesario para corregir, que lo hace muy sensible a pequeños cambios en la posición efectiva de la LIO. Otras causas de error están relacionadas con la probabilidad de tener curvatura corneal alta y cámara anterior estrecha³.

Otra causa es el hecho de que las LIO de más de 30 dioptrías tienen permitido un factor de error

de 1 dioptría (D), y de media D en LIO de menos de 30 D.

A pesar de que hoy en día contamos con excelente aparatología y fórmulas avanzadas (Barrett Universal II, Emmetropia Verifying Optical (EVO), Hill-RBF, Holladay II, Olsen, Hoffer QST (Savini/Taroni), Kane, Haigis, Cooke K6 y el nuevo Zeiss AI Calculator), aun así los resultados $\pm 0,5D$ quedan en el 75% contra casi el 90% en ojos normales^{2,4}.

Otro factor que agrega complejidad a los cálculos son los distintos tipos de ojos dentro de una única longitud axial⁵.

Ojos largos

De la misma manera, los ojos largos crean problemas. Nos encontramos frente a algunos con longitud axial larga, córneas planas, cristalinos más finos y cámaras anteriores más profundas. En estos casos la introducción de la biometría óptica ha sido revolucionaria para medir con exactitud el largo axial a fin de evitar los errores inducidos por la presencia de estafilomas¹. Aquí la posición efectiva de la LIO no es tan importante.

Pero en cuanto a la optimización de las lentes a usar, al ser cóncavas en vez de convexas necesitan

Nueve tipos de ojos

Los cálculos de lentes intraoculares son más precisos si se tienen en cuenta nueve tipos de ojos, con el tamaño del segmento anterior y la longitud axial como variables independientes.

Medida del segmento anterior	Largo axial		
	Corto	Normal	Largo
Grande	Megalocórnea Hiperopia axial (0%)	Megalocórnea (2%)	Ojo grande, buftalmos, megalocórnea y miopía axial (10%)
Normal	Hiperopia axial (80%)	Normal (96%)	Miopía axial (909%)
Pequeño	Ojo pequeño, nanofthalmía (20%)	Microcórnea (2%)	Microcórnea y miopía axial (0%)

Fuente: Holladay JT.

constantes especiales, como mencionan Haigis⁶ o el Factor de diseño (Design Factor o DF) de Barrett⁷, que han demostrado ser superiores a otras técnicas¹.

Otras fórmulas han demostrado ser eficaces también en esta clase de ojos como EVO, Kane y Olsen⁸⁻⁹.

Se puede acceder a estas fórmulas en línea y en forma gratuita a través de la página de la Sociedad Europea de Cirugía Refractiva y Cataratas (ESCRS IOL Calculator) con actualización instantánea.

Otra forma de acceder es a través de la página iolcon.org donde se optimizan continuamente las constantes de algunas fórmulas.

Referencias

1. Hoffer KJ, Savini G. IOL power calculation in short and long eyes. *Asia Pac J Ophthalmol* 2017; 6: 330-331.
2. IOL power calculations: can we do better? an interview with Douglas D. Koch. *Cataract & Refractive Surgery Today (Europe ed)* 2023. Disponible en: <https://crstodayeurope.com/articles/may-june-2023/iol-power-calculations-can-we-do-better/>

3. Hoffer KJ. Biometry of 7,500 cataractous eyes. *Am J Ophthalmol* 1980; 90: 360-368.

4. Shrivastava AK, Nayak S, Mahobia A *et al.* Accuracy of intraocular lens power calculation formulae in short eyes: a systematic review and meta-analysis. *Indian J Ophthalmol* 2022; 70: 740-748.

5. Holladay JT. Accurate lens position, corneal power needed for calculations in post-refractive surgery patients. *Ocular Surgery News* 2005, Aug 15. Disponible en: <https://www.healio.com/news/ophthalmology/20120331/accurate-lens-position-corneal-power-needed-for-calculations-in-post-refractive-surgery-patients>

6. Haigis W. Intraocular lens calculation in extreme myopia. *J Cataract Refract Surg* 2009; 35: 906-911.

7. Barrett Universal II formula. Disponible en: https://calc.apacrs.org/barrett_universal2105/

8. Lin L, Xu M, Mo E *et al.* Accuracy of newer generation IOL power calculation formulas in eyes with high axial myopia. *J Refract Surg* 2021; 37: 754-758.

9. Moshirfar M, Durnford KM, Jensen JL *et al.* Accuracy of six intraocular lens power calculations in eyes with axial lengths greater than 28.0 mm. *J Clin Med* 2022, 11: 5947.

Lentes intraoculares tóricas

Dres. Hugo Scarfone y José Jerónimo Riera

La cirugía de cataratas se ha convertido en un procedimiento refractivo y el manejo del astigmatismo es una parte esencial de esta técnica. Las LIO tóricas se introdujeron por primera vez a principios de la década de 1990 como implantes de polimetilmetacrilato no plegables de tres piezas, que se insertaban a través de una incisión de 5/7 mm¹. Desde entonces las lentes intraoculares tóricas son la forma más eficaz de corregir el astigmatismo durante la cirugía de cataratas debido a su mayor predictibilidad y seguridad². Alrededor del 33% de los casos sometidos a cirugía de cataratas tienen un astigmatismo corneal preoperatorio de $\geq 1,0$ D, y el 22% tiene $>1,5$ D de astigmatismo y el 8% tiene $>2,0$ D de astigmatismo³⁻⁵. Aunque los primeros modelos de LIO tóricas tuvieron altas incidencias de rotación postoperatoria, los avances en el material y el diseño de las lentes han resultado en una mejor estabilidad rotacional y rendimientos visuales precisos⁶⁻¹⁴.

Actualmente, las LIO tóricas están disponibles en potencias cilíndricas de 1,0 D a 12,0 D (0,67 D a 8,0 D en el plano corneal) y están destinadas a corregir el astigmatismo corneal regular preexistente que oscila entre 0,75 D y 8,0 D^{3, 10, 14-15}. También se encuentran disponibles lentes tóricas personalizadas para corregir un astigmatismo mayor^{3, 10, 15}. Estas lentes se recomiendan uni-

versalmente en casos con astigmatismo corneal anterior preoperatorio $\geq 1,5$ D¹⁶. Sin embargo, en pacientes sometidos a implantación de LIO premium (LIO multifocales) con mayor demanda visual, se puede implantar una LIO multifocal tórica para astigmatismo bajo¹.

Indicaciones para el implante

La indicación básica de la lente tórica es el astigmatismo corneal regular.

El umbral mínimo de corrección comienza a partir de las 0,5 dioptrías según el tipo de lente a implantar (mono o multifocal) y la orientación del eje más curvo¹⁷⁻¹⁸.

Contraindicaciones para el implante

Aquellos casos de córneas con astigmatismo irregular causado por queratocono, traumatismo, síndrome del ojo seco severo, distrofia de la membrana basal epitelial, degeneración nodular de Salzmann, pterigión, cicatrices corneales u otras enfermedades corneales no son candidatos ideales.

En algunos casos de queratocono frustrado, donde el eje manifiesto y la magnitud coinciden con el eje y la magnitud de la medición corneal, se puede

considerar una LIO tórica. Sin embargo, aquellos con un ápice descentrado, pérdida importante de la ortogonalidad y una asimetría astigmática superior-inferior muy marcada no son candidatos ideales.

Si los cambios topográficos corneales irregulares se limitan a la periferia con una córnea central relativamente simétrica y estable (3 a 5 mm) como en las cicatrices corneales periféricas y el queratocono frustro leve, se puede utilizar una LIO tórica. Sin embargo, se la debe evitar en casos de queratocono en los que el paciente será usuario de una lente de contacto rígida después de la cirugía.

La inestabilidad de la zónula y la dehiscencia capsular posterior son una contraindicación absoluta, ya que un complejo bolsa capsular-LIO estable es esencial para la estabilidad posicional y rotacional de la LIO¹⁹.

Evaluación preoperatoria

El paciente debe someterse a un examen ocular completo e integral para descartar cualquier comorbilidad ocular que pueda interferir con los resultados postoperatorios. Es difícil obtener mediciones precisas del astigmatismo en pacientes con ojo seco crónico. Por lo tanto, es vital tratar la enfermedad de la superficie ocular existente y normalizar la córnea antes de la evaluación quirúrgica.

Los exámenes preoperatorios imprescindibles incluyen topografía corneal para evaluar la regularidad corneal, biometría óptica para cálculo de potencia de la lente, evaluación de la película lagrimal, microscopía especular para estado del endotelio corneal, tomografía de coherencia óptica macular para afecciones retinales subyacentes y pruebas de campo visual con análisis de fibras nerviosas de retina para pacientes con glaucoma manifiesto.

La magnitud y el eje del astigmatismo son puntos críticos por considerar. Se debe suspender el uso de lentes de contacto rígidas y blandas durante al menos 3 semanas y 1 semana, res-

pectivamente, antes de la topografía²⁰. Se pueden utilizar múltiples instrumentos basados en diferentes principios para la estimación de la queratometría, como queratómetros manuales y automatizados, topógrafos corneales basados en Plácido, tomógrafos basados en hendidura de escaneo, sistemas de imágenes Scheimpflug, aberrómetros de frente de onda, sistemas basados en diodos emisores de luz (LED) de color y OCT del segmento anterior (OCT-AS)²¹. Tomar múltiples mediciones y emplear al menos dos dispositivos separados basados en diferentes principios aumenta la precisión de la estimación de la queratometría²²⁻²³. Los resultados visuales pueden no ser satisfactorios cuando se observa una diferencia considerable tanto en el eje como en la magnitud del astigmatismo en diferentes dispositivos. Las mediciones se deben volver a verificar y validar si el astigmatismo es $>2,5$ D, la potencia corneal es $<41,0$ D o $>47,0$ D, o el diámetro corneal es $<10,75$ mm o $>13,0$ mm²⁴.

Se debe considerar el astigmatismo corneal posterior al calcular el astigmatismo corneal total para evitar errores en el cálculo de la potencia de la LIO. La córnea posterior actúa como una lente negativa y el astigmatismo de la cara posterior es generalmente contra la regla. Además, el astigmatismo corneal anterior cambia con la regla (WTR) en el grupo de edad más joven y contra la regla (ATR) en el grupo de edad avanzada²⁵⁻²⁷. Si solo nos basamos en las mediciones de la curvatura corneal anterior resultará en una sobre corrección en ojos con astigmatismo WTR y una corrección insuficiente en los ojos con astigmatismo ATR²⁷.

Los queratómetros y la topografía corneal basada en Plácido no miden la curvatura corneal posterior, asumen una relación fija entre la curvatura anterior y posterior y son más propensos a errores en la estimación de la queratometría²⁷. Los sistemas de escaneo por hendidura, los sistemas de imágenes Scheimpflug, la topografía

LED en color y AS-OCT miden la curvatura corneal anterior y posterior y podrían ser más precisos^{23, 28-30}.

Los sistemas guiados por imágenes como Verion® y Callisto® Eye ayudan en la planificación preoperatoria de la ubicación y el tamaño de las incisiones quirúrgicas, la capsulorrexis y la alineación de la lente intraocular.

La unidad Verion® también ayuda a los cirujanos a optimizar las ubicaciones de las incisiones y la potencia de la LIO tórica según su astigmatismo inducido quirúrgicamente (SIA). Además, en los casos de cirugía de cataratas asistida por láser de femtosegundo (FLACS), ayudan a determinar la posición y la longitud de las incisiones arqueadas¹⁶.

Cálculo de la potencia de la lente intraocular

La biometría óptica es el *gold standard* actual para el cálculo de la potencia de las LIO. Los biómetros ópticos se basan en cualquiera de los tres principios siguientes: interferometría de coherencia parcial, reflectometría óptica de baja coherencia y *swept source*-OCT.

Se encuentran disponibles múltiples fórmulas y calculadoras tóricas para calcular la potencia esférica y de la LIO, determinar el poder cilíndrico de la lente tórica y el eje de implantación. Una fórmula ideal debería considerar el SIA, la curvatura corneal posterior y la posición efectiva de la lente (ELP). El cirujano operador debe determinar su SIA utilizando un análisis vectorial con herramientas en línea³¹.

El nomograma de Baylor incorpora la curvatura corneal posterior en sus cálculos²⁷. Posteriormente, Goggin *et al.* desarrollaron coeficientes de ajuste para el poder queratométrico anterior y al mismo tiempo tener en cuenta el poder esférico de la lente³². La fórmula de Abulafia-Koch introducida por Abulafia *et al.*

incorpora una regresión matemática para estimar el efecto de la superficie corneal posterior³³.

La calculadora tórica de Barrett incorpora la ELP así como el astigmatismo corneal posterior. Se actualizó recientemente para presentar valores de queratometría de diferentes instrumentos y calcular valores de queratometría por la mediana (ks integradas) que mejoran aún más los resultados. Tiene mejor previsibilidad que otras calculadoras y nomogramas³⁴⁻³⁶. Además, la calculadora también tiene la “calculadora tórica Barrett True K”, un método personalizado para pacientes que se han sometido previamente a cirugía refractiva. Otras calculadoras tóricas más nuevas incluyen la fórmula tórica EVO y el *software* Panacea²¹.

La aberrometría de frente de onda intraoperatoria estima la potencia de la LIO tórica y el eje de colocación en función de la refracción afáquica¹⁶.

Métodos de marcado

El eje de implantación de la LIO tórica debe estar alineado con el eje más curvo del astigmatismo corneal para obtener resultados óptimos, lo que requiere de un marcado corneal exacto. Se han descrito diferentes métodos para colocar las marcas del eje de implantación y pueden clasificarse en técnicas manuales, sistemas guiados por imágenes, aberrometría intraoperatoria y métodos de detección del iris.

Técnicas manuales

El método de tres pasos se usa comúnmente para la alineación del eje de la lente tórica, que implica el marcado preoperatorio del eje de referencia, la alineación intraoperatoria de las marcas de referencia utilizando el medidor de grados del anillo de fijación y el marcado intraoperatorio del eje³⁷. Para realizar el marcado se pueden utilizar dispositivos como un haz de lámpara de hendidura, un marcador de burbujas Nuijts-Solomon o

un marcador de péndulo. El marcado en un solo paso se puede realizar utilizando diferentes dispositivos, pero el más recomendable es el marcado en un paso en lámpara de hendidura³⁸. Existen otros dispositivos como el marcador tórico de un solo paso de Neuhann, marcador de tonómetro, marcadores tóricos electrónicos o marcador de péndulo de Geuder-Gerten³⁹⁻⁴⁰.

El paciente debe estar sentado erguido con la espalda apoyada contra una pared y la mirada al frente mientras marca el eje para evitar ciclotorciones y errores involuntarios. Se debe administrar anestesia tópica antes de marcar. Sin embargo, la córnea debe estar seca antes de comenzar a marcar. Estos métodos de marcado están asociados con una curva de aprendizaje significativa y pueden mostrar variabilidad entre cirujanos.

Técnicas guiadas por imágenes

Osher introdujo el concepto de “huella digital” del iris en 2010, en el que las criptas del iris se utilizaban como puntos de referencia para colocar las marcas de los ejes, lo que formó la base para el desarrollo de varios sistemas guiados por imágenes, como Callisto[®] Eye y Z align, sistema Verion[®] y el sistema quirúrgico 3D TrueVision^{®41-44}.

Los sistemas guiados por imágenes capturan una imagen de referencia preoperatoria seguida del registro intraoperatorio de la imagen en el que se utilizan los puntos de referencia limbares para hacer coincidir las dos imágenes. Luego se hace una superposición gráfica en el campo quirúrgico a lo largo del eje de alineación deseado que proporciona una guía para la alineación de la LIO tórica. Los sistemas guiados por imágenes también ayudan en la colocación de incisiones corneales, el tamaño de la capsulorrexix y el centrado de la LIO¹⁶. El procedimiento preoperatorio y la alineación de la LIO es más rápido con los sistemas de guiado por imágenes⁴⁵.

Aberrometría intraoperatoria

Los dispositivos intraoperatorios basados en aberrometría como ORA[®] (WaveTec Vision Systems Inc., California, Estados Unidos) y Holo IntraOp[®] (Clarity Medical Systems, California, Estados Unidos) evalúan la refracción fática, afática o pseudofática para brindar retroalimentación para la alineación de la LIO tórica.

ORA[®] realiza una evaluación en tiempo real de la potencia de la LIO y el eje utilizando la refracción afática basada en el principio de interferometría Talbot-Moire. Emplea una fórmula de vergencia refractiva modificada para calcular con precisión la potencia de la LIO incluso en casos complicados de cirugía refractiva.

Abordaje intraoperatorio

El eje de implante se marca al inicio de la cirugía de cataratas, en caso de marcado manual. Las incisiones, el tamaño y el centrado de la capsulorrexix, así como el centrado de la LIO desempeñan funciones vitales para lograr resultados óptimos. Los sistemas guiados por imágenes compensan la ciclotorción y ayudan en la colocación precisa de las incisiones. Una capsulorrexix circular continua, de tamaño adecuado (5 a 5,5 mm) y bien centrada, proporciona una cobertura óptima de la LIO y garantiza la estabilidad de la lente en el postoperatorio. FLACS puede mejorar aún más los resultados al proporcionar una capsulotomía precisa⁴⁶.

La alineación final de la LIO debe realizarse después de retirar el OVD e hidratar las heridas⁴⁷.

Rotación de lente intraocular postoperatoria

Un grado de fuera de eje causa una pérdida de aproximadamente el 3% de la potencia efectiva del

cilindro y todo el efecto tórico se pierde con 30° de desalineación⁴⁸.

La estabilidad rotacional de la LIO difiere según el diseño y el material, y se ha observado una mejor estabilidad con lentes acrílicas hidrofóbicas.

La rotación temprana de la LIO puede ser causada por OVD retenido, bolsa capsular grande, diámetro pequeño de la háptica y largo axial alto.

Es necesaria la realineación de la lente tórica en casos con una rotación >10° desde el eje objetivo⁴⁹. El eje de la LIO tórica implantada se puede evaluar en la lámpara de hendidura. Sin embargo, los pasos de 10° en la retícula de medición de la lámpara de hendidura limitan la precisión de esta técnica. El analizador de resultados tóricos en línea (www.astigmatismfix.com) ayuda a determinar la posición ideal de la LIO tórica en casos de mala rotación postoperatoria utilizando la refracción manifiesta posquirugía, la potencia y el eje donde se encuentra alineado la LIO tórica del paciente⁵⁰.

Conclusión

La mayoría de los pacientes que reciben LIO tóricas obtienen resultados extremadamente buenos cuando se presta atención cuidadosa a la selección del paciente, la evaluación preoperatoria del astigmatismo (considerando la curvatura corneal posterior), el cálculo de la potencia de la LIO (teniendo en cuenta SIA y ELP), el marcado del eje y la técnica quirúrgica. La evaluación del astigmatismo corneal mediante la toma de múltiples mediciones y el uso de al menos dos dispositivos separados basados en diferentes principios proporcionan resultados superiores. La calculadora tórica de Barrett, que incluye el astigmatismo corneal posterior y ELP, tiene mejor predictibilidad que otras calculadoras y nomogramas en el cálculo de LIO tóricas. Los métodos guiados por imágenes para la alineación de las lentes y los diseños más nuevos de LIO tóricas con mejores estabilidades rotacionales han ayudado a lograr

resultados más predecibles. Los avances futuros en la tecnología pueden perfeccionar aún más los resultados de la LIO tórica con una mayor estabilidad de la lente y con resultados visuales más precisos.

Referencias

1. Shimizu K, Misawa A, Suzuki Y. Toric intraocular lenses: correcting astigmatism while controlling axis shift. *J Cataract Refract Surg* 1994; 20: 523-526.
2. Seth SA, Bansal RK, Ichhpujani P, Seth NG. Comparative evaluation of two toric intraocular lenses for correcting astigmatism in patients undergoing phacoemulsification. *Indian J Ophthalmol* 2018; 66: 1423-1428.
3. Holland E, Lane S, Horn JD *et al.* The AcrySof Toric intraocular lens in subjects with cataracts and corneal astigmatism: a randomized, subject-masked, parallel-group, 1-year study. *Ophthalmology* 2010; 117: 2104-2111.
4. Hoffmann PC, Hütz WW. Analysis of biometry and prevalence data for corneal astigmatism in 23,239 eyes. *J Cataract Refract Surg* 2010; 36: 1479-1485.
5. Ferrer-Blasco T, Montés-Micó R, Peixoto-de-Matos SC *et al.* Prevalence of corneal astigmatism before cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2009; 35: 70-75.
6. Koshy JJ, Nishi Y, Hirschschall N *et al.* Rotational stability of a single-piece toric acrylic intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2010; 36: 1665-1670.
7. Jung NY, Lim DH, Hwang SS *et al.* Comparison of clinical outcomes of toric intraocular lens, Precizon vs Tecnis: a single center randomized controlled trial. *BMC Ophthalmol* 2018; 18: 292.
8. Ferreira TB, Berendschot TT, Ribeiro FJ. Clinical outcomes after cataract surgery with a new transitional toric intraocular lens. *J Refract Surg* 2016; 32: 452-459.

9. Vale C, Menezes C, Firmino-Machado J *et al.* Astigmatism management in cataract surgery with Precizon[®] toric intraocular lens: a prospective study. *Clin Ophthalmol* 2016; 10: 151-159.
10. Kim YJ, Wee WR, Kim MK. Efficacy of 4-haptic bitoric intraocular lens implantation in Asian patients with cataract and astigmatism. *Korean J Ophthalmol* 2019; 33: 36-45.
11. Nanavaty MA, Bedi KK, Ali S *et al.* Toric intraocular lenses versus peripheral corneal relaxing incisions for astigmatism between 0.75 and 2.5 diopters during cataract surgery. *Am J Ophthalmol* 2017; 180: 165-177.
12. Ribeiro FJ, Ferreira TB. Comparison of visual and refractive outcomes of 2 trifocal intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2020; 46: 694-699.
13. Poyales F, Garzón N, Pizarro D *et al.* Stability and visual outcomes yielded by three intraocular trifocal lenses with same optical zone design but differing material or toricity. *Eur J Ophthalmol* 2019; 29: 417-425.
14. Piovella M, Colonval S, Kapp A *et al.* Patient outcomes following implantation with a trifocal toric IOL: twelve-month prospective multicentre study. *Eye (Lond)* 2019; 33: 144-153.
15. De Silva DJ, Ramkissoon YD, Bloom PA. Evaluation of a toric intraocular lens with a Z-haptic. *J Cataract Refract Surg* 2006; 32: 1492-1498.
16. Kaur M, Shaikh F, Falera R, Titiyal JS. Optimizing outcomes with toric intraocular lenses. *Indian J Ophthalmol* 2017; 65: 1301-1313.
17. Villegas EA, Alcón E, Artal P. Minimum amount of astigmatism that should be corrected. *J Cataract Refract Surg* 2014; 40: 13-19.
18. Hienert J, Ruiss M, Hirschschall N, Findl O. Assessing the astigmatism-reducing effect of toric intraocular lenses in eyes with low astigmatism: randomized masked bilateral comparison. *J Cataract Refract Surg* 2023; 49: 826-831.
19. Visser N, Bauer NJC, Nuijts RM. Toric intraocular lenses: historical overview, patient selection, IOL calculation, surgical techniques, clinical outcomes, and complications. *J Cataract Refract Surg* 2013; 39: 624-637.
20. Thulasidas M, Teotia P. Evaluation of corneal topography and tomography in fellow eyes of unilateral keratoconus patients for early detection of subclinical keratoconus. *Indian J Ophthalmol* 2020; 68: 2415-2420.
21. Ferreira TB, Ribeiro F. How can we improve toric intraocular lens calculation methods? Current insights. *Clin Ophthalmol* 2020; 14: 1899-1908.
22. Woodcock MG, Lehmann R, Cionni RJ *et al.* Intraoperative aberrometry versus standard preoperative biometry and a toric IOL calculator for bilateral toric IOL implantation with a femtosecond laser: one-month results. *J Cataract Refract Surg* 2016; 42: 817-825.
23. Hoffmann PC, Abraham M, Hirschschall N, Findl O. Prediction of residual astigmatism after cataract surgery using swept source fourier domain optical coherence tomography. *Curr Eye Res* 2014; 39: 1178-1186.
24. Sandhya N, Zacharia K, Saikumar SJ. Astigmatism correction with toric intraocular lens during cataract surgery. *Kerala J Ophthalmol* 2020; 32: 244-251.
25. Ho JD, Liou SW, Tsai RJ, Tsai CY. Effects of aging on anterior and posterior corneal astigmatism. *Cornea* 2010; 29: 632-637.
26. Koch DD, Jenkins RB, Weikert MP *et al.* Correcting astigmatism with toric intraocular lenses: effect of posterior corneal astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 2013; 39: 1803-1809.
27. Goggin M, Zamora-Alejo K, Esterman A, van Zyl L. Adjustment of anterior corneal astigmatism values to incorporate the likely effect of posterior corneal curvature for toric intraocular lens calculation. *J Refract Surg* 2015; 31: 98-102.

28. Browne AW, Osher RH. Optimizing precision in toric lens selection by combining keratometry techniques. *J Refract Surg* 2014; 30: 67-72.
29. Piñero DP, Camps VJ, de Fez D *et al.* Validation of posterior corneal curvature measurements with color light-emitting diode topography. *Eur J Ophthalmol* 2020; 30: 1261-1267.
30. Ferreira TB, Ribeiro FJ. Comparability and repeatability of different methods of corneal astigmatism assessment. *Clin Ophthalmol* 2018; 12: 29-34.
31. Holladay JT, Moran JR, Kezirian GM. Analysis of aggregate surgically induced refractive change, prediction error, and intraocular astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 2001; 27: 61-79.
32. Lundström M, Dickman M, Henry Y *et al.* Risk factors for refractive error after cataract surgery: analysis of 282,811 cataract extractions reported to the European Registry of Quality Outcomes for cataract and refractive surgery. *J Cataract Refract Surg* 2018; 44: 447-452.
33. Abulafia A, Koch DD, Wang L *et al.* New regression formula for toric intraocular lens calculations. *J Cataract Refract Surg* 2016; 42: 663-671.
34. Barrett GD. An improved universal theoretical formula for intraocular lens power prediction. *J Cataract Refract Surg* 1993; 19: 713-720.
35. Abulafia A, Barrett GD, Kleinmann G *et al.* Prediction of refractive outcomes with toric intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2015; 41: 936-944.
36. Skrzypecki J, Sanghvi Patel M, Suh LH. Performance of the Barrett Toric Calculator with and without measurements of posterior corneal curvature. *Eye (Lond)* 2019; 33: 1762-1767.
37. Ventura BV, Wang L, Weikert MP *et al.* Surgical management of astigmatism with toric intraocular lenses. *Arq Bras Oftalmol* 2014; 77: 125-131.
38. Riera J, Scarfone H. Toric intraocular lens a simple method of “one step” for mark the eye [Film 76430]. En: *2021 ASCRS Annual Meeting* [en línea]. Disponible en: <https://ascrs.org/clinical-education/cataract/2021/2021-film-76430-toric-intraocular-lens-a-simple-method-of-one-step-for-mark-the-eye>
39. Woo YJ, Lee H, Kim HS *et al.* Comparison of 3 marking techniques in preoperative assessment of toric intraocular lenses using a wavefront aberrometer. *J Cataract Refract Surg* 2015; 41: 1232-1340.
40. Elhofi AH, Helaly HA. Comparison between digital and manual marking for toric intraocular lenses: a randomized trial. *Medicine (Baltimore)* 2015; 94: e1618.
41. Osher RH. Iris fingerprinting: new method for improving accuracy in toric lens orientation. *J Cataract Refract Surg* 2010; 36: 351-352.
42. Montes de Oca I, Kim EJ, Wang L *et al.* Accuracy of toric intraocular lens axis alignment using a 3-dimensional computer-guided visualization system. *J Cataract Refract Surg* 2016; 42: 550-555.
43. Hura AS, Osher RH. Comparing the Zeiss Callisto Eye and the Alcon Verion image guided system toric lens alignment technologies. *J Refract Surg* 2017; 33: 482-487.
44. Solomon JD, Ladas J. Toric outcomes: computer-assisted registration versus intraoperative aberrometry. *J Cataract Refract Surg* 2017; 43: 498-504.
45. Mayer WJ, Kreutzer T, Dirisamer M *et al.* Comparison of visual outcomes, alignment accuracy, and surgical time between 2 methods of corneal marking for toric intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2017; 43: 1281-1286.
46. Espaillat A, Pérez O, Potvin R. Clinical outcomes using standard phacoemulsification and femtosecond laser-assisted surgery with toric intraocular lenses. *Clin Ophthalmol* 2016; 10: 555-563.
47. Vokrojová M, Havlíčková L, Brožková M, Hlinomazová Z. Effect of capsular tension ring implantation on postoperative rotational stability of a toric intraocular lens. *J Refract Surg* 2020; 36: 186-192.

48. Ma JJ, Tseng SS. Simple method for accurate alignment in toric phakic and aphakic intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2008; 34: 1631-1636.
49. Felipe A, Artigas JM, Díez-Ajenjo A *et al.* Residual astigmatism produced by toric intraocular lens rotation. *J Cataract Refract Surg* 2011; 37: 1895-1901.
50. Lockwood JC, Randleman JB. Toric intraocular lens rotation to optimize refractive outcome despite appropriate intraoperative positioning. *J Cataract Refract Surg* 2015; 41: 878-883.

Cálculo de lente intraocular poscirugía refractiva corneal

Dr. Luciano Perrone

En ojos con cirugía refractiva previa, tales como PRK (*photorrefractive keratectomy*), LASIK (*laser in situ keratomileusis*) o RK (*radial keratectomy*) existe una menor predicción para calcular la potencia de la lente intraocular. Las razones son principalmente dos:

- La dificultad para medir de manera precisa la curvatura corneal.
- Los problemas para medir la posición efectiva de la lente.

A su vez, son dos los factores que contribuyen a una estimación inexacta de la potencia refractiva corneal.

En primer lugar, puede ocurrir debido a lo que se denomina “error de equipo”¹⁻². Esto significa que algunos equipos estiman la curvatura corneal central mediante la toma de mediciones paracentrales. En caso de ojos operados estas mediciones puede ser inexactas.

En segundo lugar, se encuentra el denominado “error de índice queratométrico”. Esto alude al hecho de que muchos equipos de medición utilizan un índice queratométrico estandarizado para todos los ojos. Ese índice cumple la función de convertir una medición de curvatura corneal en un poder refractivo corneal asumiendo que la

relación entre la cara anterior y posterior de la córnea es una constante. Esto puede funcionar de manera correcta en ojos normales, pero en ojos operados con cirugía refractiva corneal tal relación entre la cara anterior y la posterior se altera.

Por último, en relación con la estimación de la posición efectiva de la lente (ELP, por sus siglas en inglés), el problema radica en que muchas fórmulas utilizan la queratometría corneal para estimar la ELP¹⁻². En ojos operados con cirugía refractiva corneal esta estimación puede derivar en resultados incorrectos.

En el caso de la RK, muchas de las dificultades anteriormente expuestas se comparten. Podemos encontrar “errores de índice”³, “errores de equipo”⁴ y también podemos sumar un nuevo factor de error: en ojos operados pos-RK se puede observar inestabilidad refractiva poscirugía por reapertura de las incisiones radiales antiguas⁴.

Para mejorar la precisión del cálculo de la potencia de la lente intraocular en ojos después de cirugía refractiva corneal se han propuesto muchas fórmulas y enfoques. Podemos clasificarlos según la información requerida para su utilización.

1. Fórmulas que utilizan datos previos a la cirugía (datos de queratometría y/o datos de cambios refractivos pre vs poscirugía)

- Método Seitz / Speicher / Savini
- Fórmula de Masket
- Fórmula Barrett True K
- Fórmula de Awwad

Los problemas de estos métodos radican en su sensibilidad a errores en los datos históricos obtenidos. A menudo los datos históricos se obtienen en otra consulta médica donde no se puede verificar la calibración del queratómetro y además es difícil determinar con precisión cuándo se estabilizó la refracción después de la cirugía refractiva corneal antes del desarrollo de las cataratas.

Por su simpleza y amplia disponibilidad en páginas web y biómetros comerciales, una de las fórmulas anteriormente descritas más usadas es la fórmula de Barrett True K. Ella puede dar resultados bastante precisos y permite utilizar el cambio refractivo pre vs poscirugía refractiva en caso de tenerlo disponible⁶.

2. Fórmulas que no requieren de ningún dato previo

- Shammas-PL
- Método Maloney
- Fórmula Haigis L
- Fórmula Barrett true K no history
- Fórmulas de óptica Gaussian con medición de cara anterior y posterior de la córnea (BESSt, Panacea)
- Fórmulas de Ray tracing (okulix, Phaco-optics)
- Aberrometría intraoperatoria

Resultados esperables

Los resultados refractivos en ojos operados suelen tener errores de predicción dentro de $\pm 0,5$ dioptrías en menor proporción que en ojos vírgenes de tratamiento. Podemos esperar estar dentro de aquel margen en un rango aproximado de 60%-70% de los casos, observando una mayor precisión en caso de disponer datos previos⁷⁻⁹.

Para pacientes pos-RK lograr resultados entre $\pm 0,5$ dioptrías es aún más difícil observándose en un 40% de los casos aproximadamente¹⁰. La evidencia científica aquí es menos clara sobre qué fórmula usar. Los resultados más prometedores se han visto con la fórmula de Barrett true K para pos-RK donde se reportaron 52 ojos usando Barrett True K (historia), True K (historial parcial) y True K (sin historia) resultados de 76,6%, 75% y 69,2% de ojos en $\pm 0,5$ dioptrías respectivamente¹¹.

Lentes multifocales y EDOF en cirugía refractiva con excímer láser previo

Varios estudios han informado sobre los resultados en ojos que han tenido cirugía queratorrefractiva previa con excímer láser y que fueron operados con implantes de lentes multifocales¹²⁻¹⁴. Todos los estudios informaron buenas agudezas visuales corregidas, alta satisfacción de los pacientes y ningún explante de las lentes debido a una mala calidad visual. Sin embargo, un porcentaje de entre el 4% y el 42,9% necesitaron una corrección con láser corneal para tratar la ametropía posoperatoria.

En otros estudios realizados en pacientes operados del cristalino con implante de lentes

intraoculares EDOF y de visión extendida con antecedentes de cirugía queratorrefractiva con excímer láser publicaron resultados con una agudeza visual de lejos no corregida y una excelente calidad visual comparable con la lograda con las lentes intraoculares monofocales¹⁵⁻¹⁷.

Conclusión

En base a la información aquí analizada se recomiendan las siguientes guías:

- Utilizar equipos de biometría y/o queratometría modernos que analicen la cara anterior y posterior de la córnea. Hay que aclarar que esto no se encuentra respaldado por evidencia científica sino que es una recomendación basada en los fundamentos del problema.
- Utilizar fórmulas específicas para pos LASIK, PRK, RK tales como Barrett true K, Haigis L u otras.
- Si se tiene disponibilidad de datos de la historia clínica confiables previos a la cirugía refractiva, usar fórmulas que contemplen tales datos.
- Siempre explicar al paciente que la precisión de los resultados refractivos es menor cuando la córnea ha sido operada con cirugía refractiva.

Referencias

1. Hoffer KJ. Intraocular lens power calculation after previous laser refractive surgery. *J Cataract Refract Surg* 2009; 35: 759-765.
2. Langenbucher A, Haigis W, Seitz B. Difficult lens power calculations. *Curr Opin Ophthalmol* 2004; 15: 1-9.
3. Camellin M, Savini G, Hoffer KJ *et al.* Scheimpflug camera measurement of anterior and posterior corneal curvature in eyes with previous radial keratotomy. *J Refract Surg* 2012; 28: 275-279.
4. Chen L, Mannis MJ, Salz JJ *et al.* Analysis of intraocular lens power calculation in post-radial

keratotomy eyes. *J Cataract Refract Surg* 2003; 29: 65-70.

5. Koch DD, Liu JF, Hyde LL *et al.* Refractive complications of cataract surgery after radial keratotomy. *Am J Ophthalmol* 1989; 108: 676-682.

6. Abulafia A, Hill WE, Koch DD *et al.* Accuracy of the Barrett True-K formula for intraocular lens power prediction after laser in situ keratomileusis or photorefractive keratectomy for myopia. *J Cataract Refract Surg* 2016; 42: 363-369.

7. Savini G, Hoffer KJ, Carbonelli M, Barboni P. Intraocular lens power calculation after myopic excimer laser surgery: clinical comparison of published methods. *J Cataract Refract Surg* 2010; 36: 1455-1465.

8. Abulafia A, Hill WE, Koch DD *et al.* Accuracy of the Barrett True-K formula for intraocular lens power prediction after laser in situ keratomileusis or photorefractive keratectomy for myopia. *J Cataract Refract Surg* 2016; 42: 363-369.

9. Wang L, Tang M, Huang D *et al.* Comparison of newer intraocular lens power calculation methods for eyes after corneal refractive surgery. *Ophthalmology* 2015; 122: 2443-2449.

10. Wang L, Spektor T, de Souza RG, Koch DD. Evaluation of total keratometry and its accuracy for intraocular lens power calculation in eyes after corneal refractive surgery. *J Cataract Refract Surg* 2019; 45: 1416-1421.

11. Turnbull AMJ, Crawford GJ, Barrett GD. Methods for intraocular lens power calculation in cataract surgery after radial keratotomy. *Ophthalmology* 2020; 127: 45-51.

12. Fernández-Vega L, Madrid-Costa D, Alfonso JF *et al.* Optical and visual performance of diffractive intraocular lens implantation after myopic laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2009; 35: 825-832.

13. Gros-Otero J, García-González M, Teus M. Multifocal intraocular lens after hyperopic laser

in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2018; 44: 1298-1299.

14. Alfonso JF, Fernández-Vega L, Baamonde B *et al.* Refractive lens exchange with spherical diffractive intraocular lens implantation after hyperopic laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2009; 35: 1744-1750.

15. Christopher KL, Miller DC, Patnaik JL *et al.* Comparison of visual outcomes of extended depth of focus lenses in patients with and without previous laser refractive surgery. *J Refract Surg* 2020; 36: 28-33.

16. Palomino-Bautista C, Carmona-González D, Sánchez-Jean R *et al.* Refractive predictability and visual outcomes of an extended range of vision intraocular lens in eyes with previous myopic laser in situ keratomileusis. *Eur J Ophthalmol* 2019; 29: 593-599.

17. Ferreira TB, Pinheiro J, Zabala L, Ribeiro FJ. Comparative analysis of clinical outcomes of a monofocal and an extended-range-of-vision intraocular lens in eyes with previous myopic laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2018; 44: 149-155.

Parte VII

DISEÑO, TECNOLOGÍA Y
CARACTERÍSTICAS DE LA LENTE
INTRAOCULAR

Lentes multifocales complementarias Artis Symbiose

*Dres. Salvador García Delpech, Damián García-Teillard,
Patricia Udaondo y Alex Fernández*

Hace décadas, la cirugía de cataratas implicaba una pérdida de independencia de las gafas; es más, la extracción del cristalino llevaba irremediablemente en la mayor parte de los casos a la utilización de gafas de unas 14 dioptrías para realizar la vida corriente con los claros inconvenientes que ello conllevaba.

La introducción de la primera lente intraocular por Ridley en 1949 cambió drásticamente esta situación, pasó a ser el pistoletazo de salida de una carrera hacia la independencia de las gafas, primero reduciendo las dioptrías para luego desarrollar lentes intraoculares multifocales con las que se consigue no depender de las gafas a ninguna distancia.

Se realizaron diversos planteamientos para la multifocalidad, destacando, por una parte, los diseños puramente refractivos y, por otra parte, los que incorporan un perfil difractivo, estos últimos los que hoy en día predominan ampliamente en el mercado¹.

Actualmente, las lentes intraoculares trifocales son las más habituales entre las lentes premium, principalmente porque permiten una distancia

intermedia adicional a la visión lejana y cercana proporcionada históricamente por las lentes difractivas bifocales²⁻³. Lo que se obtiene así es mayor satisfacción y calidad de vida del paciente que usa las LIO bifocales. En promedio, las LIO trifocales proporcionan un intervalo de agudeza visual a distancias lejanas, intermedias y cercanas, pero debido a la reducción de la MTF entre focos, la agudeza visual no presenta la misma nitidez con el desenfoque para cada paciente.

Se han intentado nuevos enfoques, incluyendo la combinación de lentes de diferente diseño o graduación (Mix & Match), el uso de lentes denominadas EDOF (*extended depth of focus*), etc.

El complejo de lentes Artis Symbiose busca un enfoque diferente a la hora de conseguir una independencia de la corrección óptica tras la extracción del cristalino y mejorar los resultados que se obtienen actualmente con los otros métodos de abordaje quirúrgico.

Las lentes Artis Symbiose (Cristalens, Francia) fueron diseñadas como una pareja de lentes difractivas (Artis Symbiose Mid y Plus) que se implantan una en cada ojo para proporcionar

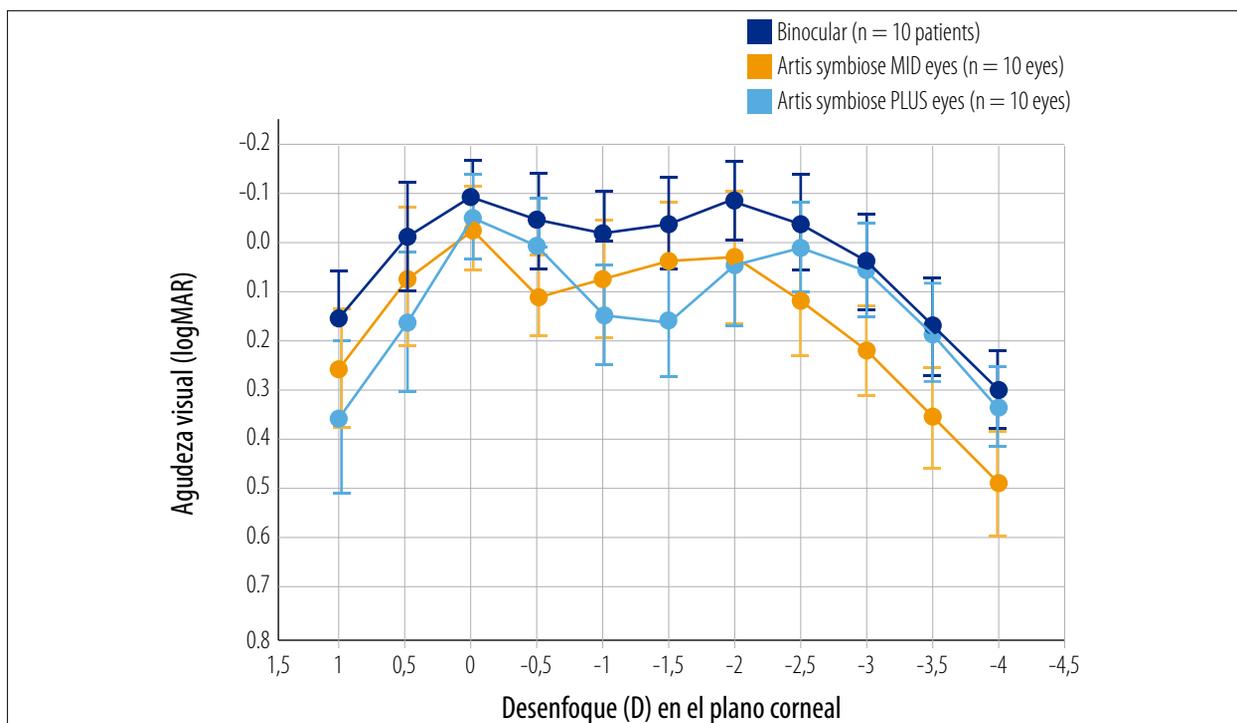


Figura 1. Curva de desenfoco de las lentes Artis Symbiose Mid y Plus en el plano corneal.

binocularmente un intervalo continuo de visión nítida desde el infinito óptico hasta distancias cercanas.

Más concretamente, con estas LIO la estrategia se basa en el uso de binocularidad con dos perfiles complementarios de lentes bifocales con diferente adición, ambas con profundidad de foco extendida. De hecho, se sabe que la binocularidad tiene un factor multiplicador de x1,4 sobre la agudeza visual con imágenes nítidas de contraste bajo.

Los primeros resultados clínicos de un estudio piloto que usa el juego de lentes Artis Symbiose bilateralmente han demostrado una profundidad de campo binocular mejorada desde el infinito óptico hasta 33 cm en 10 pacientes en condiciones fotópicas (fig. 1)⁴.

Las lentes Artis Symbiose consisten en dos lentes complementarias apodizadas híbridas (multifocales/EDOF), hidrofóbicas acrílicas con óptica esférica difractiva. Se denominan Mid y Plus y

se diseñaron para ser utilizadas en el mismo paciente, cada una de ellas en un ojo. Ambas lentes compensan la asfericidad corneal con una aberración esférica de -0,23 micras (para una pupila de 6 mm). La energía lumínica se distribuye en la visión de lejos de manera similar en ambas lentes, pero la lente Mid distribuye más energía en la visión intermedia y la Plus en la cercana. La zona óptica es de 6 mm, encontrándose en los 4,2 mm centrales los anillos difractivos (10 en la lente Mid y 12 en la Plus), siendo el resto de la zona óptica refractiva. Se estabilizan mediante 4 hápticas en forma de *loop*, donde el diámetro total es de 10,79 mm. Están precargadas en un inyector Acusject 2.1 de la casa Mediceal.

La visión lejana se crea en el orden 0 de difracción, mientras que en el orden 1 se generan imágenes a distancias intermedia y cerca con una adición continua de +1,5 a +3,75 D. El pico de foco de la lente Mid está en +1,75 y el pico de la

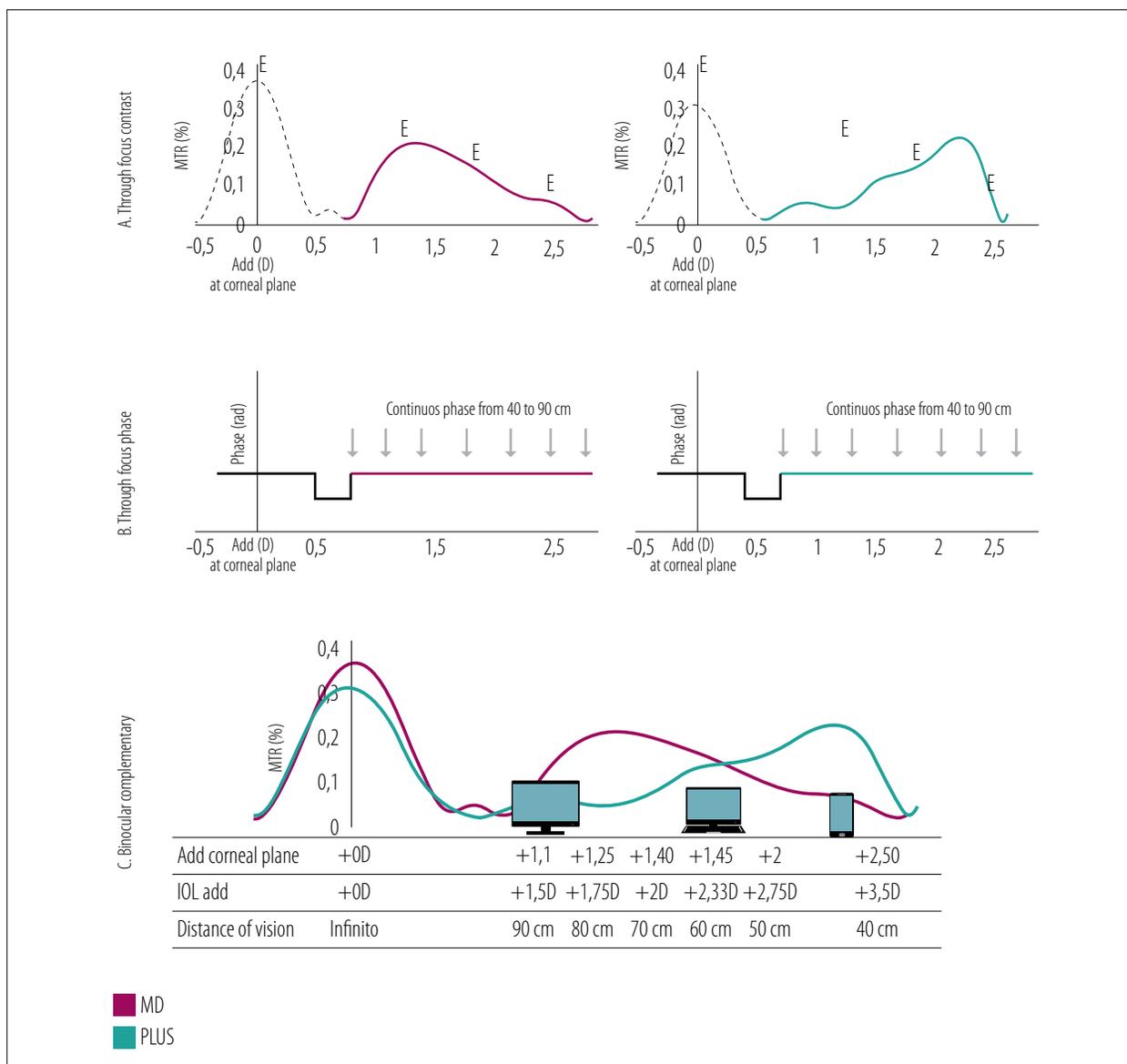


Figura 2. MTF de cada una de las lentes del complejo Artis Symbiose, representan la complementariedad en la visión intermedio-cerca sin afectar a la visión lejana para conseguir el efecto de visión continua deseado.

lente Plus se encuentra en +3,25; pasan así a ser complementarias (fig. 2).

El objetivo es conseguir una buena visión de lejos y una buena visión intermedia y cerca, pero con la peculiaridad de que en las visiones cercanas se comporten dando una visión continua similar a la obtenida en las lentes puramente EDOF.

Se han realizado varios estudios que avalan estos resultados.

En uno llevado a cabo por J. Lajara-Blesa y colaboradores, en el que estudian 27 pacientes consecutivos con cataratas, se aprecia que las lentes son complementarias produciendo una visión binocular con una profundidad de foco de unas 3 dioptrías de cerca⁵. Presentamos las gráficas que aparecen en la publicación (fig. 3).

McNeely y colaboradores presentan resultados excelentes a 3 y 12 meses en el implante de 44

Guía para el manejo quirúrgico de la presbicia y la multifocalidad

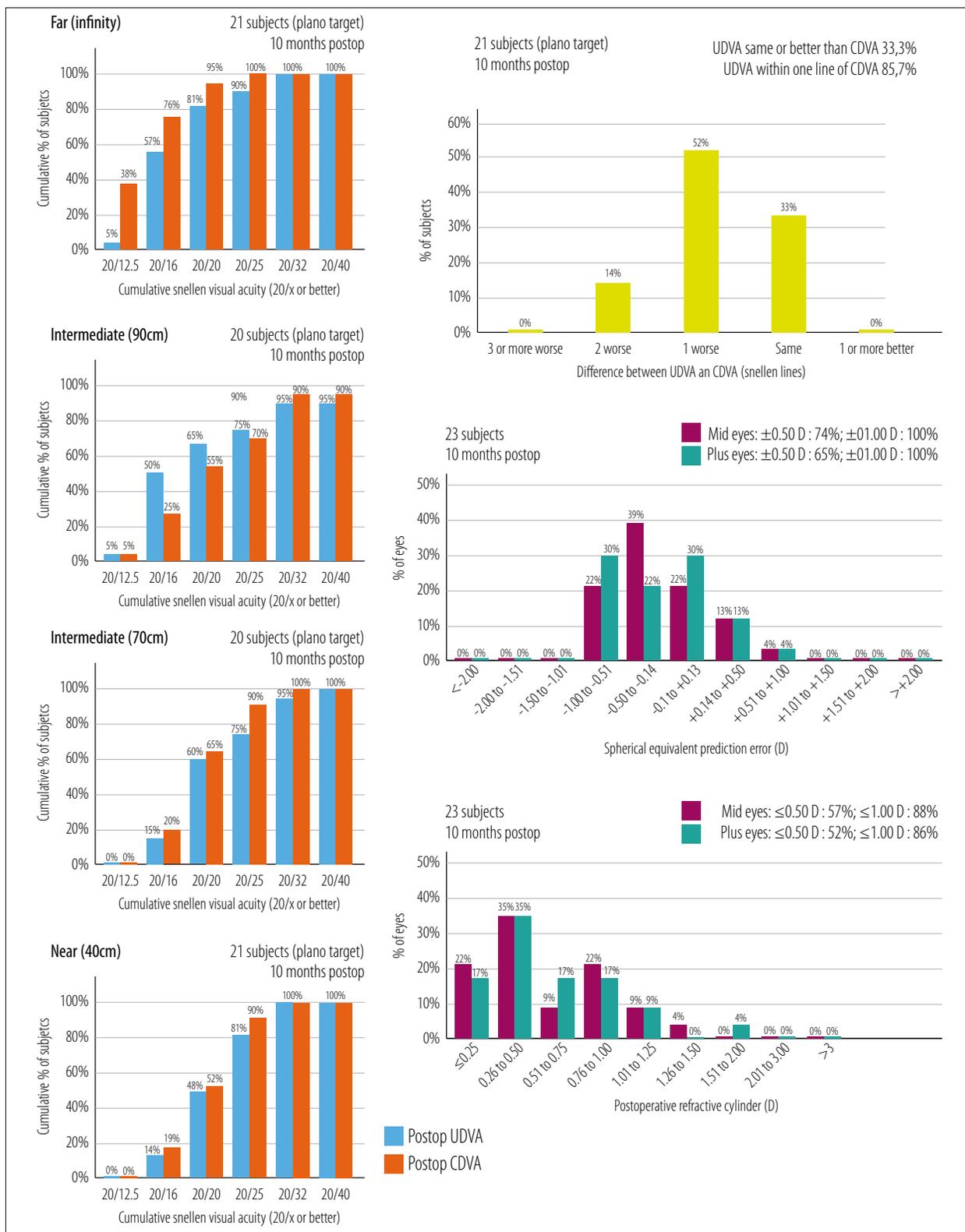


Figura 3. Gráficas referentes a la agudeza visual mono y binocular a diferentes distancias tras cirugía de cataratas con implante de lentes Artis Symbiose Mid or Plus IOLs (Cristalens Industrie). CDVA: corrected distance visual acuity. DCIVA: distance-corrected intermediate visual acuity. UDVA: uncorrected distance visual acuity. UIVA: uncorrected intermediate visual acuity. DCNVA: distance-corrected near visual acuity. UNVA: uncorrected near visual acuity.

pacientes de cristalino transparente con este diseño de lentes: a los 12 meses el 93,2% de los pacientes presentó una independencia total de las gafas, y el resto necesitó solamente gafas esporádicamente y ninguno de ellos se sintió molesto en su vida diaria por los posibles halos o fenómenos fóticos⁶.

Mediante el implante de las lentes intraoculares Artis Symbiose en nuestra práctica habitual hemos podido constatar cómo conseguimos un buen resultado de lejos con una visión continua de intermedio y cerca. Si bien es cierto que nosotros por lo general utilizamos lentes difractivas trifocales para la cirugía de catarata y de cristalino transparente con fines refractivos —por lo que estamos acostumbrados a tratar con este tipo de pacientes y de lentes—, nos ha sorprendido el resultado obtenido con estas lentes en la práctica clínica diaria. Realizamos un pequeño estudio sobre 38 pacientes operados por el mismo cirujano, cirugía asistida por láser de femtosegundo, una edad media de 62,36 años y en la que tuvimos que realizar 6 retoques con PRK, obtuvimos una agudeza visual media de 0,95 de lejos, 0,82 de intermedio y primera línea de cerca. Ningún paciente refirió necesitar gafas para su vida corriente ni estuvo molesto para la conducción nocturna (veían halos, pero no les impedía realizar su vida corriente).

Así pues, si bien no pensamos que exista la solución completa y perfecta a todos los casos y la cirugía de presbicia debe de personalizarse para cada caso en concreto, sí consideramos que esta solución planteada mediante el complejo de lentes Artis Symbiose es una buena solución para muchos de nuestros pacientes.

Referencias

1. Maxwell WA, Lane SS, Zhou F. Performance of presbyopia-correcting intraocular lenses in distance optical bench tests. *J Cataract Refract Surg* 2009; 35: 166-171.
2. Cochener B. Prospective clinical comparison of patient outcomes following implantation of trifocal or bifocal intraocular lenses. *J Refract Surg* 2016; 32: 146-151.
3. Kaymak H, Breyer D, Alió JL, Cochener B. Visual performance with bifocal and trifocal diffractive intraocular lenses: a prospective three-armed randomized multicenter clinical trial. *J Refract Surg* 2017; 33: 655-662.
4. Ortega-García MR, Zapata-Díaz JF, Vallés-San-Leandro L *et al.* Clinical experience at Murcia with new complementary IOLs with advanced diffractive profiles. Paper presented at: 37th Congress of the European Society of Cataract and Refractive Surgeons (ESCRS), 2019, Paris, France.
5. Lajara-Blesa J, Rodríguez-Izquierdo MA, Vallés-San-Leandro L *et al.* Standard clinical outcomes, light distortion, stereopsis, and a quality-of-life assessment of a new binocular system of complementary IOLs. *J Refract Surg* 2023; 39: 654-661.
6. McNeely RN, Stewart SA, Moore JE. Visual performance and subjective experience 3 months and 12 months after combined implantation of 2 new complementary continuous phase multifocal intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2023; 49: 921-928.

Lente intraocular Zeiss AT LISA (trifocal 839MP y trifocal tórica 949M/MP)

Dr. Francisco Álvarez

Diseño óptico

Trifocal y trifocal-tórica (bitórica, cilindro en cara anterior y posterior), difractiva, con adición de +3,33 D para cerca y +1,66 D para intermedia en el plano de la lente. Asférica ($-0,18 \mu\text{m}$), de material de acrílico hidrofílico (25%) con superficie hidrofóbica, hápticas en forma de plato, biconvexa. Diámetro óptico de 6 mm y una longitud de 11 mm, angulación de 0° . Puede inyectarse hasta por 1,8 mm. Trifocal en los 4,3 mm centrales (+3,33 D y +1,66 D) y bifocal de 4,3 a 6 mm (+3,75D). Constante A de 118,6 para AT LISA tri y 118,8 para AT LISA tri toric. Esféricas: de 0,00 a +32,00 D. Tóricas de dos tipos: precargadas (MP) de -10,00 a +28,00 D, con intervalos de 0,5 D y poder de cilindro de +1,0 D a +4,0 D, con intervalos de 0,5 D; y no precargadas (M) de +28,5 D a 32,0 D, con intervalos de 0,5 D y poder de cilindro +4,5 D a +12,0 D, con intervalos de 0,5 D.

Distribución de la luz 50% de lejos, 20% de intermedia y 30% de cerca.

Al suavizar los bordes de las zonas de transición entre los anillos disminuyen los efectos indesea-

dos de deslumbramiento, mejora la sensibilidad del contraste y mejora la calidad de imagen.

Independencia del diámetro pupilar hasta 4,5 mm.

Las adiciones de cerca e intermedia focalizan aproximadamente a 40 cm y 80 cm, respectivamente.

La indicación para el implante de la versión tórica dependerá del astigmatismo corneal preexistente (potencia, eje y regularidad) y del SIA del cirujano (fig. 1).

Agudeza visual

En los estudios clínicos los pacientes mostraron una agudeza visual binocular no corregida de 0,2 logMAR o superior y el 90% tenía 0,1 logMAR o superior en todas las distancias (lejana, intermedia, cercana). En lo que respecta a la visión monocular, más del 90% de los pacientes tenía una agudeza visual no corregida de 0,2 logMAR o superior en todas las distancias. La UDVA fue de 0,1 logMAR o superior en el 90% de los casos, mientras que la UIVA y la UNVA fueron de 0,1 logMAR o superior en el 80% de los casos (fig. 2).

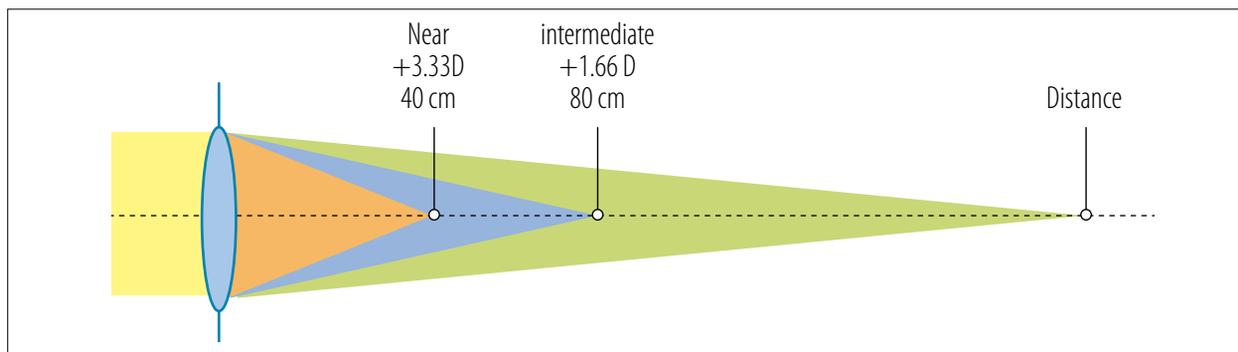


Figura 1. Distribución focal.

Curva de desenfoque

El perfil de la curva de desenfoque en las versiones tóricas es idéntico a las reportadas para las versiones esféricas. La curva de desenfoque muestra una visión continua con una suave transición entre la visión cercana y lejana proporcionando un rango continuo de visión con buena agudeza visual en todas las distancias.

Mejor agudeza visual en la distancia de lejos con una leve caída en la visión intermedia y vuelve a mejorar en la visión de cerca (fig. 3).

Precisión y estabilidad refractiva

Los resultados clínicos demuestran que tanto la versión esférica como la tórica proporcionan resultados refractivos postoperatorios muy precisos, elevada predictibilidad refractiva y excelente estabilidad refractiva en el tiempo (figs. 4 y 5).

Sensibilidad al contraste

La sensibilidad de contraste se mantiene prácticamente dentro o muy cerca del rango normal para la edad. Esto se consigue gracias a la mayor transmisión de energía luminosa y a la optimización del diseño de difracción de anillo (figs. 6 y 7).



Figura 2. Lente intraocular Zeiss AT LISA trifocal.

Satisfacción del paciente e independencia de gafas

Todos los estudios sobre la satisfacción del paciente indicaron una puntuación muy elevada, donde se utilizó una escala de 1 (muy buena) a 6 (muy mala) para evaluar la calidad de la visión sin corrección de los pacientes a la hora de realizar diferentes tareas cotidianas. El 92% de los pacientes volvería a elegir la misma LIO y la recomendaría. El 96% de los pacientes optaría nuevamente por una lente multifocal.

Se observaron bajos niveles de halos (15%) y deslumbramiento (10%) después de 6 meses, lo que contribuyó al alto nivel de satisfacción de

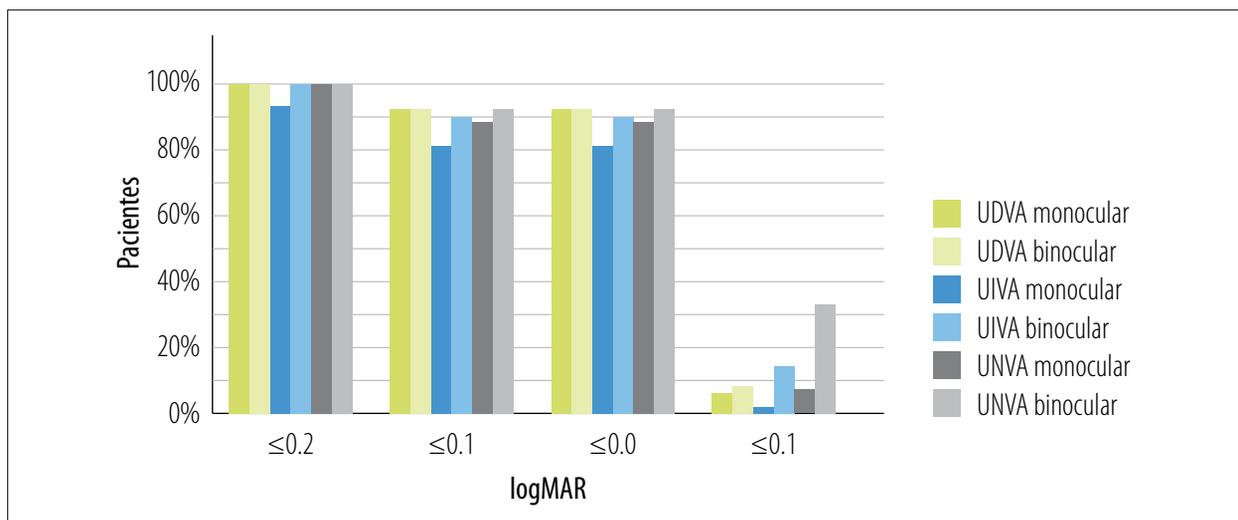


Figura 3. Agudeza visual monocular y binocular para distancia cercana, intermedia y lejana.

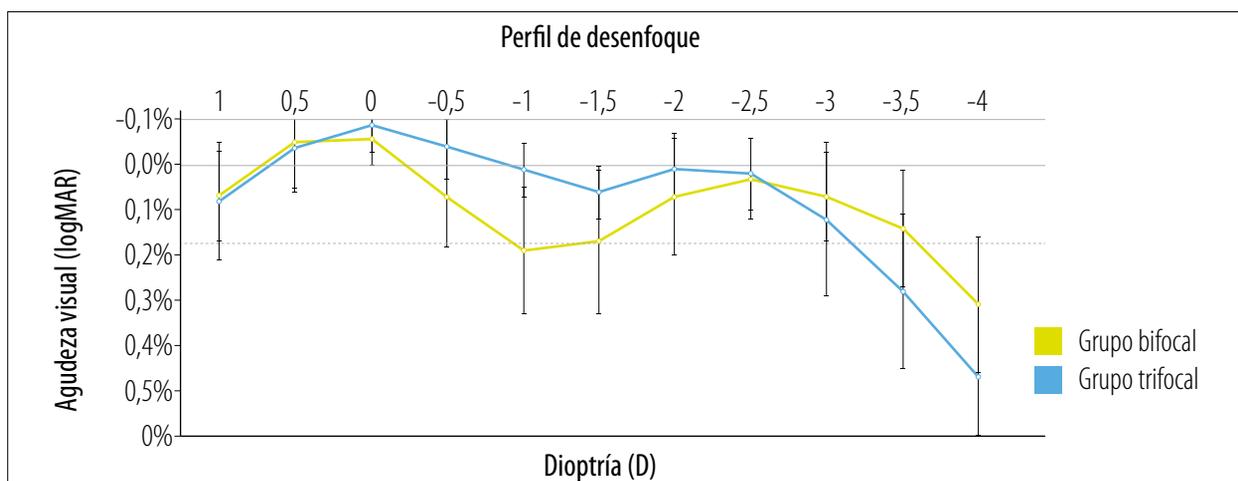


Figura 4. Cambios en la esfera y cilindro manifiestos durante el período de seguimiento de 12 meses.

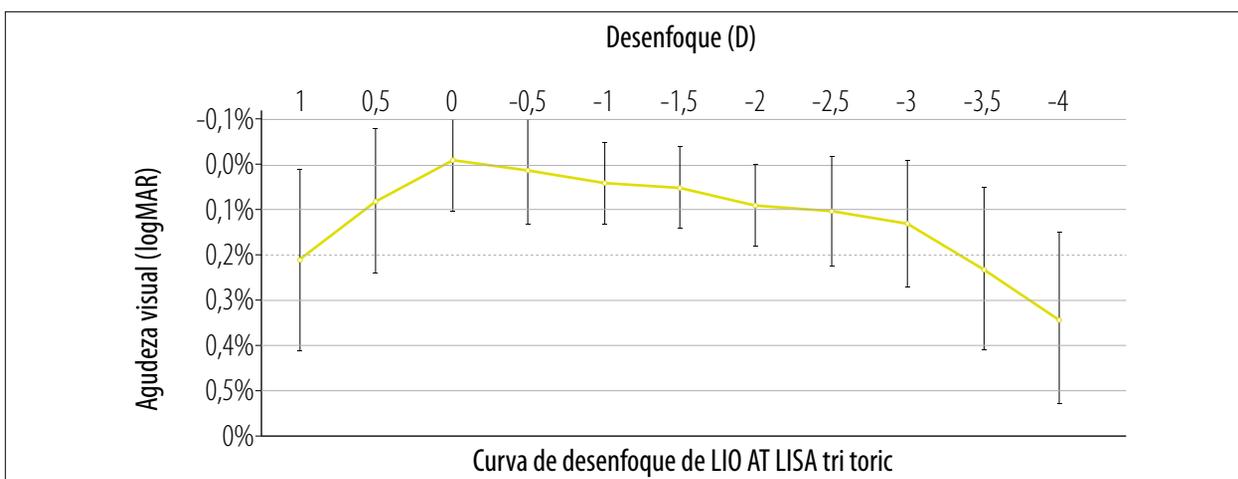


Figura 5. Precisión postoperatoria monocular del equivalente esférico obtenido tras el implante de una lente intraocular trifocal AT LISA.

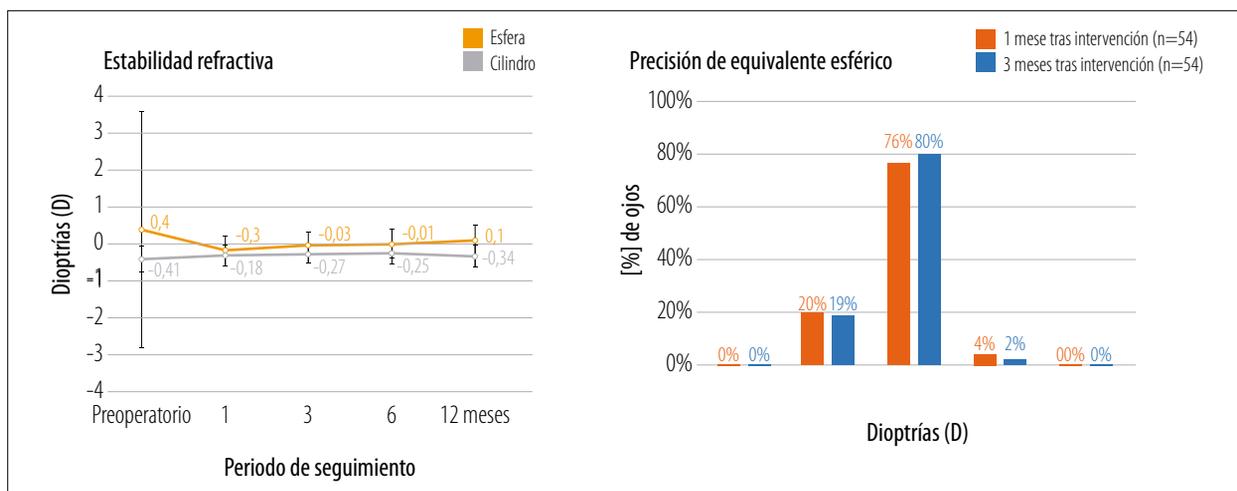


Figura 6. Función de sensibilidad media al contraste 6 meses después de la intervención.

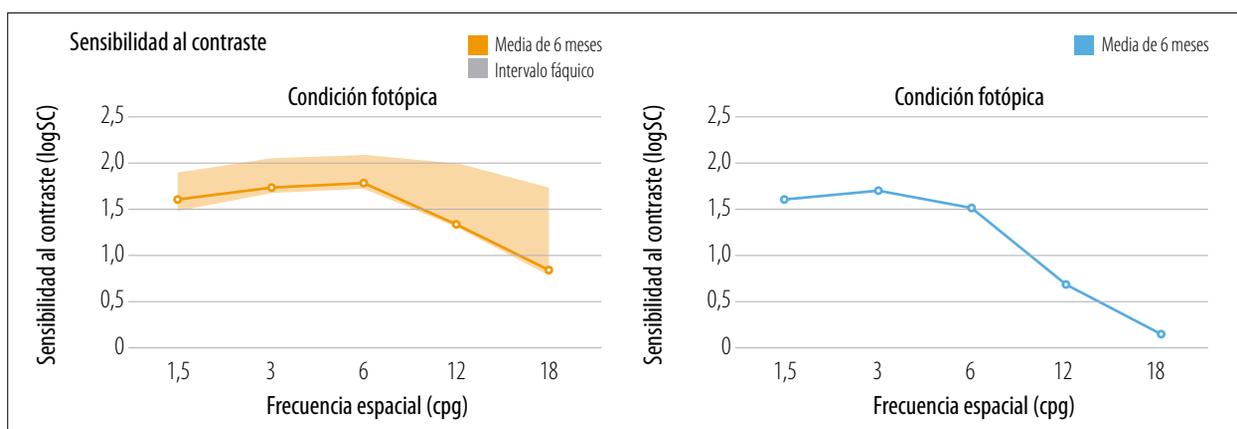


Figura 7. Sensibilidad al contraste con lente AT LISA tri toric tres meses después de la cirugía.

los pacientes. El 90% de ellos indicó que percibía halos 1 mes después de la cirugía. Sin embargo, el 80% afirmó que estos halos no eran molestos. A los 3 meses de la intervención quirúrgica, la percepción de halos disminuyó hasta el 50% (fig. 8).

El diseño trifocal proporciona tres puntos focales que cubren una amplia gama de distancias prácticamente sin interrupción. Esto se refleja en los elevados niveles de independencia de las gafas.

En un estudio de Kretz *et al.* se utilizó la evaluación de tareas cotidianas (DATE) —un

cuestionario desarrollado por el International Vision Correction Research Centre (IVCRC) de la Universidad de Heidelberg, Alemania— como método rápido para evaluar la satisfacción de los pacientes y su capacidad para realizar tareas cotidianas.

Menos del 10% de los pacientes necesita gafas para leer el periódico o un libro o para trabajar en el ordenador; y solo un 15% para realizar tareas de precisión. El 96% de los pacientes podía llevar a cabo sus actividades diarias sin problemas.

No se reportaron mayores dificultades para realizar las tareas cotidianas; la mayor dificultad

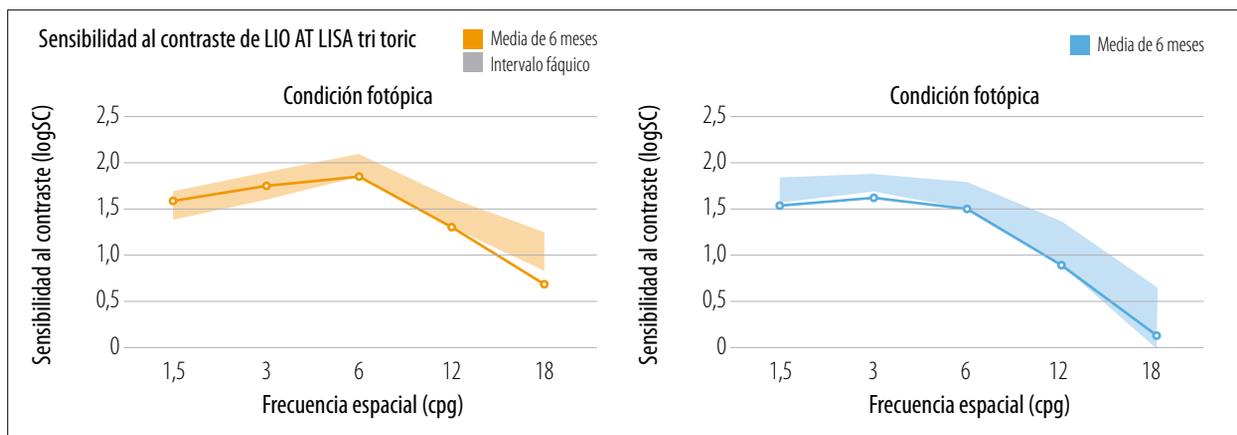


Figura 8. Puntuación media de la satisfacción de los pacientes con respecto de la visión lejana, cercana e intermedia 6 meses después de la cirugía.

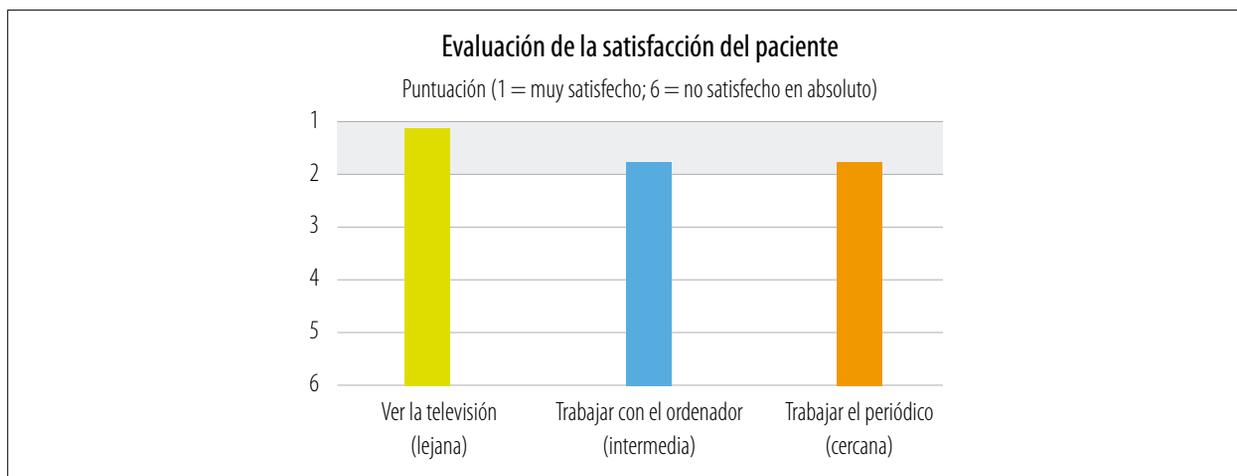


Figura 9. Nivel de independencia de las gafas 3 meses después de la intervención.

se encontró al momento de conducir de noche. Sin embargo, los fenómenos de deslumbramiento, glare y halos que se pueden percibir en el postoperatorio inicial no suelen ser tan importantes y en la mayoría de los casos tienden a disminuir significativamente con el paso de los meses (fig. 9).

Target refractivo recomendado para lentes AT LISA tri: plano o primer positivo del cálculo del poder dióptrico.

Estabilidad rotacional

Para obtener buenos resultados visuales en pacientes que padecen astigmatismo, la alineación precisa de la LIO tórica y su estabilidad rotacional tras la intervención son fundamentales.

Los estudios han demostrado que la AT LISA tri toric proporciona una muy buena estabilidad rotacional: las lentes permanecieron estables y dentro de los 5° del eje previsto un mes después

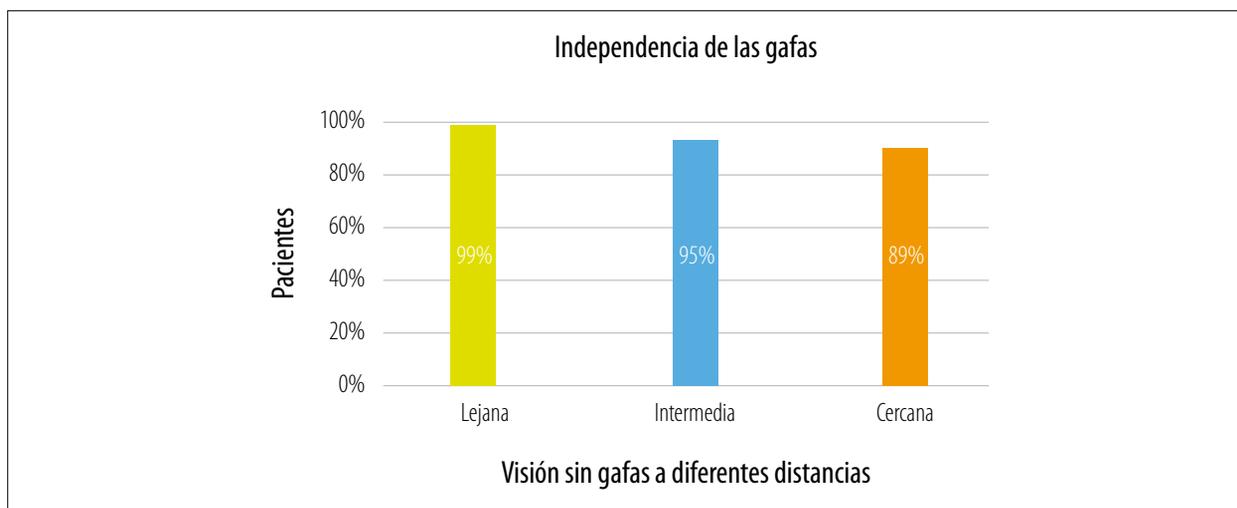


Figura 10. Nivel de independencia de las gafas 3 meses después de la cirugía.

de la intervención. Después de 12 meses, el eje obtenido se situaba dentro del rango de 5° del eje de destino en el 96,6% de los ojos (fig. 10).

Bibliografía

- Alfonso JF, Fernández Vega Cueto L, Belda Salmerón L *et al.* Visual function after implantation of a diffractive aspheric trifocal intraocular lens. *Eur J Ophthalmol* 2016; 26: 405-411.
- Alió JL, Pikkell J (eds.). *Multifocal intraocular lentes: the art and the practice*. Cham: Springer, 2019.
- Höhn F, Tandogan T, Breyer DRH *et al.* Funktionelle Ergebnisse 1 Jahr nach Implantation einer bitorischen, trifokalen Intraokularlinse. *Klin Monbl Augenheilkd* 2015; 232: 957-961.
- Kohnen T, Titke C, Böhm M. Trifocal intraocular lens implantation to treat visual demands in various distances following lens removal. *Am J Ophthalmol* 2016; 161: 71-77.
- Kretz FTA, Breyer D, Diakonis VF *et al.* Clinical outcomes after binocular implantation of a new trifocal diffractive intraocular lens. *J Ophthalmol* 2015; 2015: 962891.
- Kretz FTA, Breyer D, Klabe K *et al.* Clinical outcomes after implantation of a trifocal toric intraocular lens. *J Refract Surg* 2015; 31: 504-510.
- Kretz FTA, Choi CY, Müller M *et al.* Visual outcomes, patient satisfaction and spectacle independence with a trifocal diffractive intraocular lens. *Korean J Ophthalmol* 2016; 30: 180-191.
- Kretz FTA, Müller M, Gerl M *et al.* Binocular function to increase visual outcome in patients implanted with a diffractive trifocal intraocular lens. *BMC Ophthalmol* 2015; 15: 110-116.
- Mojzis P, Kukuckova L, Majerova K *et al.* Comparative analysis of the visual performance after cataract surgery with implantation of a bifocal or trifocal diffractive IOL. *J Refract Surg* 2014; 30: 666-672.
- Mojzis P, Majerova K, Hrcckova L, Piñero DP. Implantation of a diffractive trifocal intraocular lens: one-year follow-up. *J Cataract Refract Surg* 2015; 41: 1623-1630.
- Mojzis P, Majerova K, Plaza Puche AB *et al.* Visual outcomes of a new toric trifocal diffractive intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2015; 41: 2695-2706.

- Mojzis P, Peña García P, Llehneova I *et al.* Outcomes of a new diffractive trifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2014; 40: 60-69.
- Plaza-Puche AB, Alio JL, Sala E, Mojzis P. Impact of low mesopic contrast sensitivity outcomes in different types of modern multifocal intraocular lenses. *Eur J Ophthalmol* 2016; 26: 612-617.
- Rasp M, Bacherneegg A, Seyeddain O *et al.* Bilateral reading performance of 4 multifocal intraocular lens models and a monofocal intraocular lens under bright lighting conditions. *J Cataract Refract Surg* 2012; 38: 1950-1961.

Lentes multifocales AcrySoft IQ PanOptix

Dr. Fernando Arasanz

La introducción de las lentes intraoculares multifocales (MIOL) proporciona a los cirujanos de cataratas y refractivos una opción de tratamiento eficaz para la presbicia. Con la incorporación de las lentes multifocales los pacientes obtienen mayor independencia de sus anteojos después de la cirugía del cristalino¹⁻⁶.

Las primeras lentes intraoculares multifocales se introdujeron a finales de los años ochenta. Estas lentes con configuración bifocal otorgaban una buena agudeza visual para lejos y cerca dejando muchos pacientes insatisfechos con las distancias intermedias.

El rendimiento visual intermedio es cada vez más importante hoy en día, ya que las prioridades de los pacientes están orientadas a la realización de tareas cotidianas a esa distancia, como el uso de computadoras, tablets o ver el tablero del vehículo mientras se conduce. Por lo tanto, las LIO multifocales difractivas se desarrollaron con adiciones cercanas más bajas para lograr una mayor agudeza visual en la fase intermedia en relación con las LIO bifocales de adición cercana más altas⁷⁻¹⁰.

El desarrollo de lentes intraoculares trifocales proporciona a los pacientes una gama ampliada de visión intermedia independiente en comparación con las bifocales predecesoras.

El 3 de julio del 2015 en el Departamento de Oftalmología de la Goethe University de Frankfurt, Alemania, se implantó la primera lente intraocular cuadrifocal (PanOptix).

Diseño de la óptica

La AcrySof IQ PanOptix (toric) TFNT20-60 es una lente multifocal de acrílico hidrofóbica de una pieza con óptica difractiva, esférica con filtro para luz azul. La óptica es esférica en su cara anterior y tórica en la posterior con un diámetro total de 13 mm y un diámetro óptico de 6 mm. Su índice refractivo es 1.5542 a una longitud de onda de 550 nm (fig. 1).

Esta lente puede implantarse por una incisión de 2,2 mm con el cartucho D que es provisto por el fabricante. Su zona óptica está compuesta por una estructura difractiva en los 4,5 mm centrales rodeada por un anillo refractivo. La zona central refractiva tiene 15 anillos que dividen la ener-

gía lumínica que la atraviesa creando un foco de visión intermedia de +2,17 dioptrías (60 cm) y otro de visión más cercana de +3,25 dioptrías (40 cm). No es un perfil apodizado lo que le otorga menor dependencia pupilar. La distribución lumínica es de 50% para lejos, 25% intermedia y 25% para el foco de cerca.

El diseño de la PanOptix incorpora tres órdenes refractivos con tres escalones de altura (lo que determina los 3 puntos focales: 40 cm, 60 cm y 120 cm) más la distancia focal al infinito que está determinada por la curva base (configuración cuadrifocal). Este perfil cuadrifocal está modificado para que el orden intermedio a 120 cm esté redistribuido al punto focal de distancia y al de 60 cm amplificando la energía de ambos (*enlighten optical technology*) (fig. 2). Esta novedosa tecnología permite la utilización del 88% de la energía luminosa que atraviesa por una pupila de 3 mm¹¹⁻¹⁵.

La satisfacción del paciente poscirugía del cristalino está muchas veces relacionado con la emetropía lograda. Por lo tanto, la corrección del astigmatismo es de fundamental importancia ya que el astigmatismo residual afectará los 3 focos de estas lentes difractivas¹⁶⁻¹⁹.

El astigmatismo puede reducirse o eliminarse mediante diferentes métodos durante la cirugía del cristalino como la posición de la incisión principal en el eje más curvo, dobles incisiones opuestas, incisiones limbares relajantes o lentes tóricas. Si bien todos estos métodos pueden ser efectivos, las lentes intraoculares tóricas son más precisas y predecibles²⁰⁻²⁵.

La lente PanOptix tiene un rango de corrección esférica entre 6 y 30 dioptrías con toricidad en la cara posterior entre 1 dioptría (T2) y 3,75 (T6).

La lente intraocular tórica debe estar alineada con el eje astigmático de la córnea. Los errores en la alineación se pueden deber a las medicio-

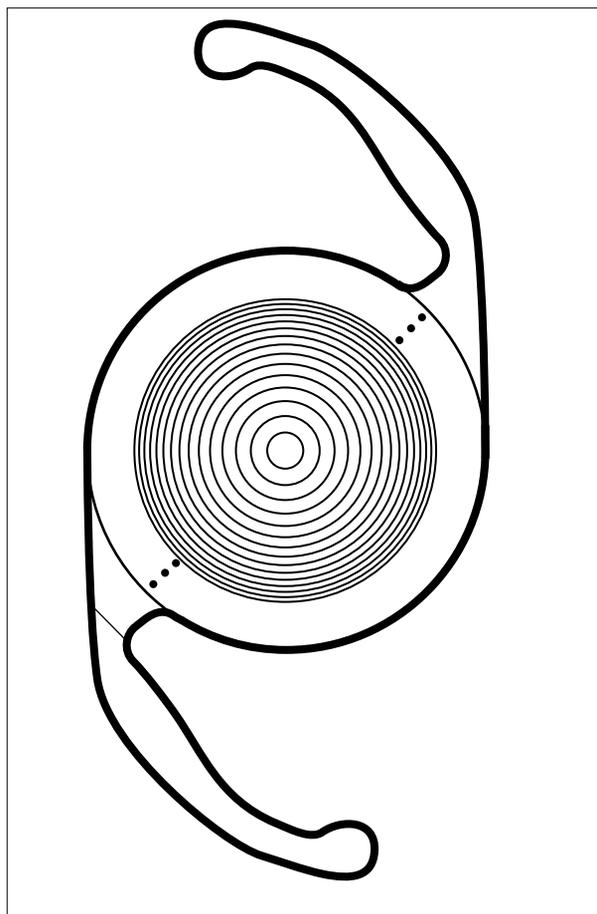


Figura 1. Gráfico de la lente PanOptix.

nes preoperatorias erradas, a la alineación en la cirugía o a la rotación postoperatoria de la lente intraocular. Esta rotación está íntimamente relacionada con el material y el diseño de las lentes. La lente intraocular de una pieza hidrofóbica AcrySoft tiene una rotación postoperatoria menor a 3 grados lo que la convierte en uno de las más estables del mercado²⁶.

Performance de la lente

El target refractivo debe ser la emetropía.

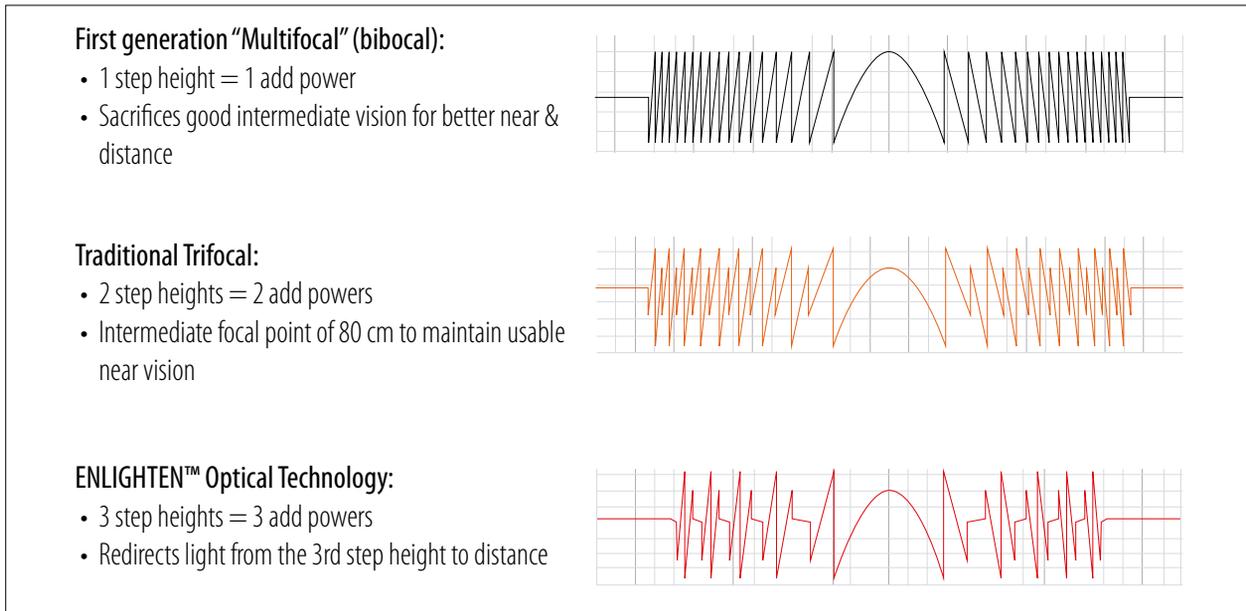


Figura 2. Comparación de la tecnología difractiva.

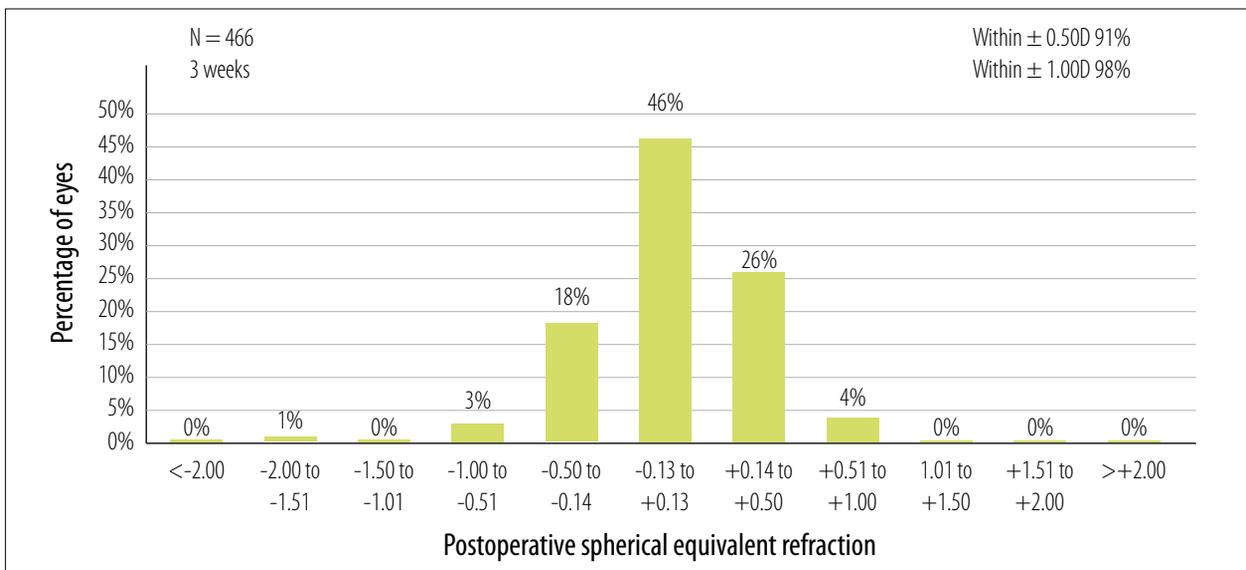


Figura 3. Equivalente esférico $\pm 0,5$ en el 90% de los casos.

Lo que determina la satisfacción del paciente es que la agudeza visual lograda a distintas distancias concuerde con las expectativas preoperatorias. La agudeza visual no corregida de lejos (UDVA) y la agudeza visual no corregida a distancia intermedia (UIVA) de 60 cm son las que se encuentran más relacionadas con el éxito quirúrgico²⁷.

Ackerman y colaboradores demuestran la factibilidad en lograr el 91% del target dentro de 0,50 dioptrías (fig. 3)²⁸.

La performance de la lente PanOptix queda reflejada en las curvas de desenfoque, donde se puede ver un muy buen resultado visual en los tres focos (fig. 4).

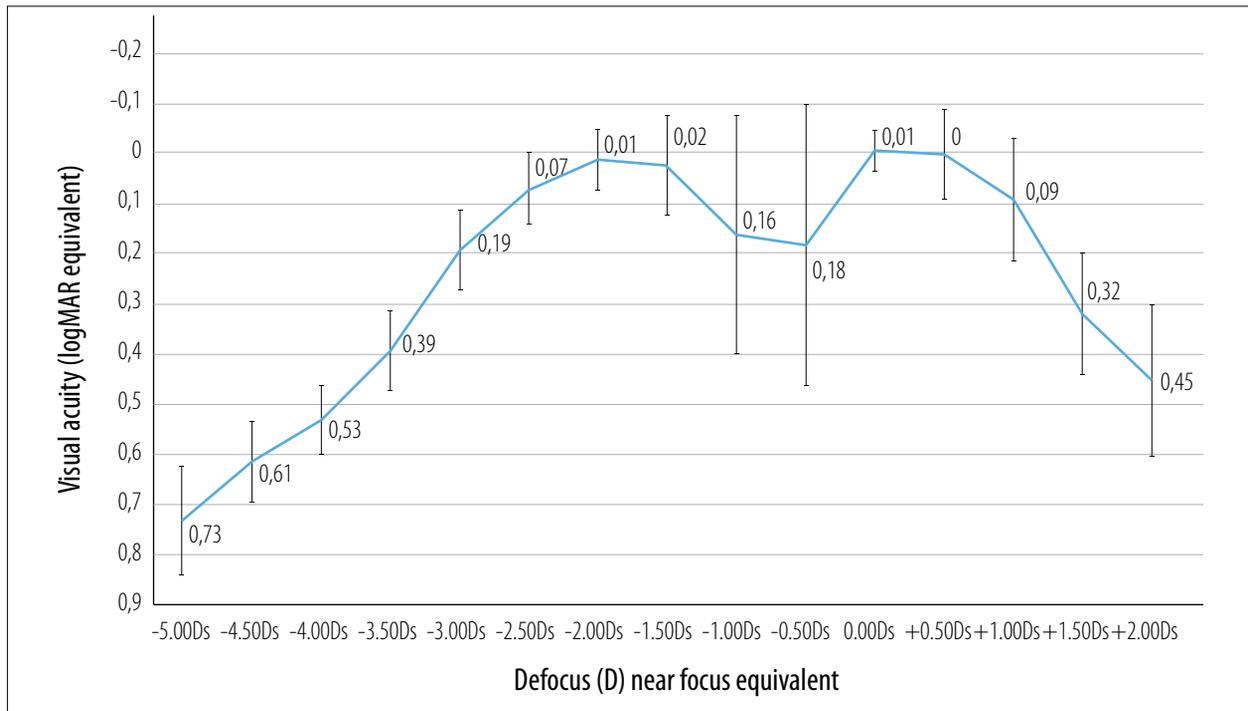


Figura 4. La curva de desenfoco muestra una buena performance en todas las distancias.

Conclusión

La elección de la lente intraocular en el momento de la cirugía dependerá de una serie de consideraciones como la salud ocular general, la agudeza visual postoperatoria prevista, el estilo de vida y las expectativas del paciente.

Las lentes intraoculares monofocales proporcionan una excelente agudeza y calidad visual para la distancia focal deseada. Sin embargo, los pacientes seguirán necesitando ayudas visuales para las otras distancias. Las lentes intraoculares de profundidad de foco extendido (EDOF) amplían el rango de visión proporcionando una visión intermedia práctica y las lentes intraoculares trifocales —como la PanOptix— tienen como objetivo proporcionar agudeza visual sin ayuda a todas las distancias y brindar la mejor oportunidad para la independencia de las gafas en todas las actividades.

Referencias

1. Calladine D, Evans JR, Shah S, Leyland M. Multifocal versus monofocal intraocular lenses after cataract extraction. *Cochrane Database Syst Rev* 2012 (9): Cd003169.
2. Gatinel D, Pagnouille C, Houbrechts Y, Gobin L. Design and qualification of a diffractive trifocal optical profile for intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2011; 37: 2060-2067.
3. Javitt J, Brauweiler HP, Jacobi KW *et al.* Cataract extraction with multifocal intraocular lens implantation: clinical, functional, and quality-of-life outcomes: multicenter clinical trial in Germany and Austria. *J Cataract Refract Surg* 2000; 26: 1356-1366.
4. Tan N, Zheng D, Ye J. Comparison of visual performance after implantation of 3 types of intraocular lenses: accommodative, multifocal, and monofocal. *Eur J Ophthalmol* 2014; 24: 693-698.

5. Kohnen T. Multifocal IOL technology: a successful step on the journey toward presbyopia treatment. *J Cataract Refract Surg* 2008; 34: 2005.
6. Kohnen T, Kook D, Auffarth GU, Derhar-tunian V. Einsatzmöglichkeiten intraokularer Multifokallinsen und Kriterien der Patientenselektion [Use of multifocal intraocular lenses and criteria for patient selection]. *Ophthalmologe* 2008; 105: 527-532.
7. Alfonso JF, Fernández-Vega L, Puchades C, Montés-Micó R. Intermediate visual function with different multifocal intraocular lens models. *J Cataract Refract Surg* 2010; 36: 733-739.
8. Mester U, Junker B, Kaymak H. Funktionelle Ergebnisse zweier Multifokallinsen mit unterschiedlicher Nahaddition [Functional results with two multifocal intraocular lenses with different near addition]. *Ophthalmologe* 2011; 108: 137-142.
9. Kohnen T, Nuijts R, Levy P *et al.* Visual function after bilateral implantation of apodized diffractive aspheric multifocal intraocular lenses with a +3.0 D addition. *J Cataract Refract Surg* 2009; 35: 2062-2069.
10. Alfonso JF, Knorz M, Fernández-Vega L *et al.* Clinical outcomes after bilateral implantation of an apodized +3.0 D toric diffractive multifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2014; 40: 51-59.
11. Kohnen T, Titke C, Böhm M. Trifocal intraocular lens implantation to treat visual demands in various visual distances following lens removal. *Am J Ophthalmol* 2016; 161: 71-77.
12. Gatinel D, Houbrechts Y. Comparison of bifocal and trifocal diffractive and refractive intraocular lenses using an optical bench. *J Cataract Refract Surg* 2013; 39: 1093-1099.
13. Carson D, Hill WE, Hong X, Karakelle M. Optical bench performance of AcrySof IQ ReS-TOR, AT LISA tri, and FineVision intraocular lenses. *Clin Ophthalmol* 2014; 8: 2105-2113.
14. Kohnen T. First implantation of a diffractive quadrafocal (trifocal) intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2015; 41: 2330-2332.
15. Kohnen T, Herzog M, Hemkepler E *et al.* Visual performance of a quadrifocal (trifocal) intraocular lens following removal of the crystalline lens. *Am J Ophthalmol* 2017; 184: 52-62.
16. Hayashi K, Manabe SI, Yoshida M, Hayashi H. Effect of astigmatism on visual acuity in eyes with a diffractive multifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2010; 36: 1323-1329.
17. Feng K, Guo HK, Zhang YL, Wu Z. [Visual quality comparison after multifocal toric intraocular lens or monofocal toric intraocular lens implantation]. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi* 2017; 53: 274-280.
18. Sigireddi RR, Weikert MP. How much astigmatism to treat in cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol* 2020; 31: 10-14.
19. Lehmann RP, Houtman DM. Visual performance in cataract patients with low levels of postoperative astigmatism: full correction versus spherical equivalent correction. *Clin Ophthalmol* 2012; 6: 333-338.
20. Tan QQ, Liao X, Lan CJ, Lin J, Tian J. [Comparison of toric intraocular lenses and corneal incisional procedures for correction of low and moderate astigmatism during cataract surgery: a metaanalysis]. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi* 2019; 55: 522-530.
21. Mingo-Botín D, Muñoz-Negrete FJ, Kim HRW *et al.* Comparison of toric intraocular lenses and peripheral corneal relaxing incisions to treat astigmatism during cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2010; 36: 1700-1708.
22. Kohnen T, Klaproth OK. Chirurgische Astigmatismuskorrektur bei der Kataraktoperation [Correction of astigmatism during cataract surgery]. *Klin Monbl Augenheilkd* 2009; 226: 596-604.
23. Roberts TV, Sharwood P, Hodge C *et al.* Comparison of toric intraocular lenses and ar-

cuate corneal relaxing incisions to correct moderate to high astigmatism in cataract surgery. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)* 2014; 3: 9-16.

24. Ren Y, Fang X, Fang A *et al.* Phacoemulsification with 3.0 and 2.0 mm opposite clear corneal incisions for correction of corneal astigmatism. *Cornea* 2019; 38: 1105-1110.

25. Hiep NX, Khanh PTM, Quyet D *et al.* Correcting corneal astigmatism with corneal arcuate incisions during femtosecond laser assisted cataract surgery. *Maced J Med Sci* 2019; 7: 4260-4265.

26. Koshy JJ, Nishi Y, Hirschschall N *et al.* Rotational stability of a single-piece toric acrylic intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2010; 36: 1665-1670.

27. Lwowski C, Pawlowicz K, Petermann K *et al.* Visual and patient-reported factors leading to satisfaction after implantation of diffractive extended depth-of-focus and trifocal intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2022; 48: 421-428.

28. Ackerman M, Lawless M, Levitz L *et al.* Visual and refractive efficacy of Panoptix toric intraocular lens in a clinical setting. *Clin Ophthalmol* 2022; 16: 4227-4237.

Tecnis Synergy

Dr. Sebastián Onnis

Introducción

A pesar de las numerosas opciones de lentes intraoculares que existen hoy en día, los pacientes siguen teniendo dificultades para encontrar una lente que proporcione una visión de alta calidad en todas las distancias tanto de día como de noche.

En la actualidad existen diferentes alternativas de lentes intraoculares para satisfacer las necesidades de los pacientes que quieren corregir la presbicia. Esto permite realizar cirugías personalizadas eligiendo la lente que mejor se adapte a las necesidades del paciente. Debido a sus características y cualidades ópticas, Synergy es una lente que provee excelente visión cercana entre las numerosas opciones que existen en el mercado.

Características y diseño

La lente posee un diseño innovador que permite una visión continua de alto contraste de lejos y de cerca, incluso en condiciones de baja iluminación, combinando las tecnologías difractivas usadas en ambas plataformas de lentes intraoculares: la Tecnis

Multifocal (adición de +4D) y la Tecnis Symphony (EDOF). Combinan la difracción patentada, la corrección de la aberración cromática y la tecnología de filtrado de luz violeta para proporcionar un rango completo de visión de alto contraste de lejos y de cerca hasta -3,0 dioptrías de desenfoque¹.

Esto se consigue mediante la combinación de los elementos ópticos siguientes:

- **Tecnología multifocal:** proporciona unos resultados visuales excelentes de lejos y de cerca, y se basa en las LIO multifocales Tecnis.
- **Tecnología EDOF:** los diámetros de los anillos difractivos modificados y las alturas de escalón crean interferencias constructivas y destructivas para ampliar la profundidad de foco en todo el rango visual hasta -3,0 D de desenfoque (plano de las gafas)¹. Por lo tanto, al contrario que las LIO Tecnis Multifocal, la curva de desenfoque no es bimodal.
- **Corrección de la aberración cromática:** la tecnología Chromalign® conlleva una mejora en el contraste de la imagen al llevar las longitudes de onda cortas y largas hasta un punto de enfoque más cercano, lo que optimiza el contraste de la imagen en un rango de distancias amplio: de lejos, intermedia y de cerca.

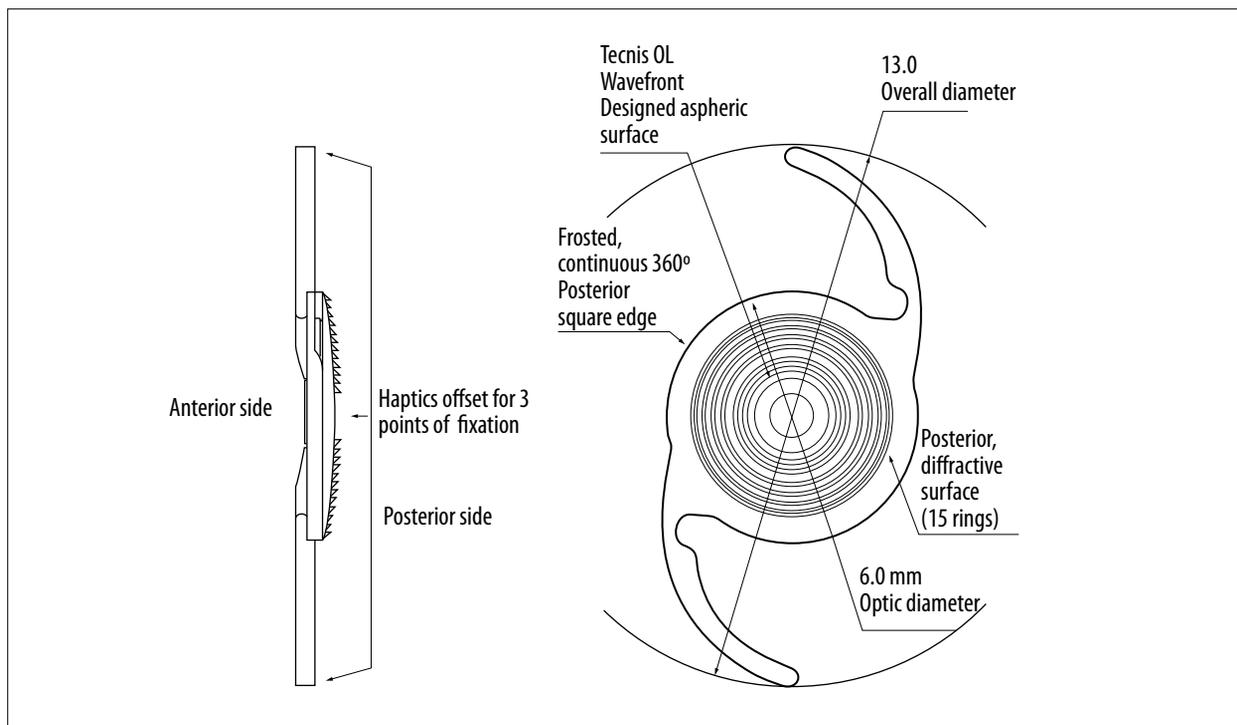


Figura 1. Quince anillos difractivos en la cara posterior de la lente con el borde cuadrado de la óptica para disminuir la OCP.

Esto conlleva un alto contraste continuo de la visión de lejos a cerca.

El anillo central de la lente es de aproximadamente 1,1 mm. Para tamaños de pupila muy pequeños, el impacto de cualquier diseño de LIO es mínimo y el resultado refractivo está ampliamente determinado por el “efecto estenopeico”. Está diseñada para mantener el rango de visión completo para tamaños de pupila relativamente pequeños.

Los resultados de los análisis y los datos muestran que es independiente de la pupila y que no hay pérdidas en la MTF cuando el tamaño de la pupila aumenta de 3 mm a 5 mm. Esta es una ventaja clara en comparación con otras PC-IOL de rango comparable, como la Zeiss AT Lisa, la Alcon PanOptix y la PhysiOL FineVision⁶, que muestran pérdidas significativas de la MTF y el contraste con los aumentos del tamaño de la pupila en condiciones de poca iluminación.

Para conseguir los mejores resultados posibles, los cirujanos deben personalizar su constante A según sus resultados refractivos empleando la técnica de refracción del máximo positivo. Los cirujanos deberán buscar la emetropía y se recomienda seleccionar la potencia de LIO que proporcione la refracción residual más cercana al plano. Cuando haya equidistancia al plano, se selecciona la lente para una ligera hipermetropía. Debido al rendimiento constante de cerca, este método no provocará un detrimento en la visión de cerca y conserva la visión de lejos. Si tiene una constante A personalizada para la Tecnis Monofocal (ZCB00) se usará para el cálculo de la potencia de la LIO Synergy. En ausencia de una constante A personalizada mencionada anteriormente para la lente monofocal (ZCB00), use la constante A etiquetada de lente Synergy (119,3 para la biometría óptica, 118,8 para ultrasonidos) (figs. 1 y 2)⁷.

Tecnis Synergy IOL Model ZFR00V		
DESCRIPTION		
OPTIC CHARACTERISTICS		
Powers:	+5.0 D to +34.0 D in 0.5 diopter increments	
Diameter:	6.0 mm	
Shape:	Biconvex, wavefront-designed anterior aspheric surface and ChromAlign™ technology to correct chromatic aberration for enhanced contrast sensitivity.	
Material	Soft, foldable hydrophobic acrylic with UV and violet light absorber	
Refractive Index:	1.47 at 35° C	
Edge Design:	PROTEC frosted, continuous 360° posterior square edge	
ChromAlign Technology	Proprietary technology for chromatic aberration correction	
BIOMETRY"	CONTACT ULTRASOUND	OPTICAL
A-Constant	118.8	119.3
AC Depth:	5.4 mm	5.7 mm
Surgeon Factor:	1.68 mm	1.96 mm
HAPTIC CHARACTERISTICS		
Overall Diameter	13.0 mm	
Style:	C	
Design:	TRI-FIX, Haptics offset from optics, 1-piece lens	
RECOMMENDED INSERTION INSTRUMENTS	MODEL	
The UNFOLDER Platinum 1 Series Screw-Style Inserter	DK7796	
The UNFOLDER Platinum 1 Senes Cartridge	1MTEC30	
Value theoretically derived for a typical 20.00 D lens. Johnson & Johnson Vision recommends that surgeons personalize their A-constant based on their surgical techniques and equipment, experience with the lens model and postoperative results		

Figura 2. Lente Synergy con sus constantes y las características de su óptica y sus hápticas.

- **Filtración de la luz violeta:** bloquea las longitudes de onda más cortas (violetas) que producen los niveles más altos de dispersión, al tiempo que transmiten las longitudes de onda más largas (azules).

El perfil (altura y espaciado) con 15 zonas/anillos difractivos conlleva una interferencia constructiva y destructiva de la luz redistribuida.

Esta modificación del perfil de rejilla de “echelette” y la curva base de la lente provoca zonas optimizadas para alterar las fases de la luz, lo que alarga el foco final y optimiza la visión a distancia sin potencia añadida distinta en el rango de distancias de cerca a intermedia. Al poseer esos 15 anillos, combina la tecnología multifocal difractiva con la tecnología EDOF difractiva⁶.

Conclusiones

A partir las características de la lente enunciadas anteriormente, se consiguen excelentes resultados visuales de cerca y de lejos. Además es importante remarcar que la lente Tecnis Synergy no permite errores refractivos postoperatorios como sí lo era la Tecnis Symphony (tanto en esféricas como en cilíndricas), por lo que para pacientes con cirugía refractiva previa o alguna otra irregularidad corneal se opta por lentes monofocales Plus o EDOF. El formato de lente precargada hace que la inserción sea más segura.

Actualmente se cuenta con diferentes alternativas que se adaptan a las necesidades de una gran cantidad de pacientes que quizás no eran candidatos a una lente multifocal y se logra un nivel elevado de conformidad en resultados visuales y calidad de vida.

Referencias

1. Tecnis Synergy IOL with Tecnis Simplicity® delivery system DFU, Z311421E.
2. Datos en el archivo de Johnson & Johnson Surgical Vision, Inc. DOF2020CT4014. Forte 1: A comparative clinical evaluation of a new Tecnis® presbyopia correcting intraocular lens against a PanOptix® intraocular lens: defocus curves and visual acuity results.
3. Archivo Johnson & Johnson Surgical Vision, Inc. DOF2019OTH4002. Weeber H. MTF of the Tecnis Synergy™ OptiBlue® IOL, and other lens models. 27 de marzo de 2019.
4. Tecnis® Multifocal 1-Piece IOL ZKB00 and ZLB00 DfU - US - Doc. #Z311328. Rev. A, 04/2018. REF2019CT4049.
5. Tecnis Symphony® extended range of vision IOL DfU - US - Doc. #z311215. Rev. 01, 12/2017 REF2020MLT4051.
6. Archivo Johnson & Johnson Surgical Vision, Inc. DOF2020CT4015- Forte 1: A Comparative Clinical Evaluation of a New TECNIS® presbyopia correcting intraocular lens against a PanOptix® intraocular lens: spectacle wear and satisfaction results.
7. Archivo Johnson & Johnson Surgical Vision, Inc. DOF2019CT4012 Laboratory images of halo illustration.
8. Archivo Johnson & Johnson Surgical Vision, Inc. DOF2020CT4011: DOF_effect of blocking violet light on light scatter in Tecnis Symphony® IOLs (v1.0), mitigates dysphotopsia (p.3) is designed to mitigate dysphotopsia which includes halo, glare and starburst.
9. ARVO 2020: effect of blocking violet light in extended depth of focus IOL: SC2019CT4056
10. Effect of blocking violet light in EDOF IOLs. JNJ Arvo Extracto mayo 2020/Optical and visual performance of violet blocking IOL SC2019CT4025
11. Archivo Johnson & Johnson Surgical Vision, Inc. DOF2015CT0023. Weeber H. Chromatic aberration of the Tecnis Symphony® IOL. 9 de julio de 2015.
12. Archivo Johnson & Johnson Surgical Vision, Inc. DOF2016CT0029. Weeber H. Chromatic aberration of the Tecnis Symphony® IOL. 5 de octubre de 2016.
13. Archivo Johnson & Johnson Surgical Vision, Inc. DOF2014CT0003. Weeber H. Chromatic aberration of the Tecnis Symphony® IOL. 11 de agosto de 2014
14. Mainster MA, Turner PL. Blue-blocking intraocular lenses: myth or reality? *Am J Ophthalmol* 2009; 147: 8-10.
15. Archivo Johnson & Johnson Surgical Vision, Inc. DOF2020OTH4005 comparison of dysphotopsia profiles between violet light-filtering and non-violet light filtering IOL models.
16. Mainster MA. Violet and blue-light blocking intraocular lenses: photoprotection versus photoreception. *Br J Ophthalmol* 2006; 90: 784-792.
17. Piers P, Manzanera S, Prieto P, Gorceix N, Artal P. Use of adaptive optics to determine the

- optimal ocular spherical aberration. *J Cataract Refract Surg* 2007; 33: 1721-1726.
18. Archivo, Johnson & Johnson Surgical Vision, Inc. 2018. DOF2018CT4007
19. Kahraman G *et al.* Intraindividual comparison of capsule behavior of 3 acrylic hydrophobic IOL during 5-year follow up. *J Cataract Refract Surg* 2017; 43: 228-233.
20. Archivo Johnson & Johnson Surgical Vision, Inc. 2013. REF2014OTH0002
21. Tecnis® Monofocal IOL with Tecnis Simplicity® delivery system DFU DCB00 (Z311063P) Rev D.
22. Archivo, Johnson & Johnson Surgical Vision, Inc. Delta IOL system validation report. JVC-DEL_S1. 12 de december de 2018.
23. Gabrić N, Gabrić I, Gabrić K *et al.* Clinical outcomes with a new continuous range of vision presbyopia: correcting intraocular lens. *J Refract Surg* 2021; 37: 256-263
24. Palomino-Bautista C, Sánchez-Jean R, Carmo-González D *et al.* Depth of field measures in pseudophakic eyes implanted with different type of presbyopia-correcting IOLS. *Sci Rep* 2021; 11: 12081.

Lente intraocular Intensity

Dr. Germán R. Bianchi

Introducción

La tecnología ha permitido mejorar el diseño y la producción de las lentes intraoculares de manera tal de ofrecer a los pacientes opciones que le permitan tener buena capacidad visual a diferentes distancias. Estas LIO se diferencian de las monofocales ya que principalmente —y de acuerdo con su diseño óptico y a la capacidad visual que priorizan— se las denomina bifocales (lentes diseñadas para proveer principalmente de buena visión cerca y lejos) o trifocales (lentes diseñadas para proveer buena visión también en distancias intermedias)¹. También, para proporcionar una visión funcional en un determinado rango de objetos continuos, se desarrollaron las lentes de profundidad de campo ampliada (lentes denominadas EDoF), que se caracterizan por ofrecer principalmente una visión intermedia más flexible, sin posibilitar en principio tan buena visión cercana en comparación con una bi o trifocal². Dentro de los nuevos diseños de LIO existe un desarrollo basado en cinco puntos intensificadores, motivo por el cual se han denominado “pentafocales”³. Otra forma de denominarlas es simplificando por lentes directamente monofocales y lentes multifocales (lentes diseña-

das con más de dos focos de intensidad óptica). Las características ópticas que facilitan esta multifocalidad en las lentes están mediadas por una superficie que podrá ser refractiva o difractiva⁴. También, independientemente de si es refractiva o difractiva, es relevante el diseño de la fase de la lente, es decir, su perfil⁵. Las LIO refractivas suelen utilizar zonas segmentadas con diferentes potencias o perfiles de superficie optimizados para tratar las aberraciones específicas, que suelen ser aberraciones esféricas de cuarto y sexto orden, para proporcionar finalmente una profundidad de enfoque multifocal o ampliada⁵. Por otro lado, en el diseño de las LIO difractivas se aplican técnicas de modelado del haz fase multifocal de zona múltiple⁶ y la máscara de fase binaria, que también demostraron las posibilidades en las aplicaciones oftálmicas. El diseño de un tipo específico de LIO suele requerir de un método de optimización específico⁵.

Ante estas nuevas tecnologías y considerando que el médico oftalmólogo debe tener un conocimiento básico de su desarrollo y funcionamiento para poder elegir de forma adecuada lo mejor para cada caso, se propone revisar conceptos y evidencias publicadas de lentes que se proponen por su funcionamiento como pentafocales.

Metodología

Se realizó una búsqueda bibliográfica en dos etapas. En la primera, la pesquisa se ejecutó en PubMed relacionando los siguientes términos: “pentafofocal AND IOL”, “pentafofocal AND intraocular lenses”, “pentafofocal AND cataracts”, pentafofocal AND Intensity”, “pentafofocal AND Hanita”, “pentafofocal AND eye”, “5 foci AND IOL”. Esta misma búsqueda se realizó también en Google Académico. En una segunda etapa, considerando que la lente que se ha postulado como pentafofocal por parte de su casa comercial (Hanita lenses, Israel) y se denomina Intensity, también se realizaron búsquedas en ambos sitios con los siguientes términos: “Intensity”, “Intensity AND Hanita”, “Intensity AND IOL” o “5 foci AND Hanita”. En cada procedimiento de búsqueda se evaluó el diseño de estudio y la cantidad de publicaciones encontradas.

También se revisó toda la información provista por la casa comercial de la lente Intensity. Se reportan los resultados en primer término de la búsqueda y posteriormente se describen los aspectos de diseño, tecnología y características.

Resultados

En PubMed no se obtuvieron publicaciones relacionando los términos que mencionan la palabra pentafofocal en relación con las LIO. En Google Académico se encontraron 4 trabajos de los cuales 2 no estaban relacionados en realidad con LIO. De los otros dos, el trabajo de Xing y colaboradores publicado en 2023 era un estudio general sobre diseños de lentes intraoculares⁵, pero que no ponía énfasis realmente en lentes pentafofocales y sólo mencionaba al comienzo de su discusión que el perfil sinusoidal ya se había utilizado para diseñar las LIO trifocales y pentafofocales, citando al trabajo publicado en el 2022 por Nov *et al.*³. El otro trabajo encontrado en

Google Académico es sólo un mención a una presentación a congreso que sí hace énfasis desde su título a la lente pentafofocal⁷.

Al realizar las búsquedas con el término Intensity, en PubMed se encontraron solamente 2 estudios extraídos con la expresión “Intensity AND Hanita”. Uno es el trabajo previamente mencionado de Nov *et al.*³ y el otro es un estudio realizado por el autor de este capítulo, ambos trabajos publicados en el 2022⁸.

Diseño y tecnología de lentes pentafofocales

La información relacionada con las especificaciones técnicas y de desarrollo son datos obtenidos de la casa comercial Hanita Lenses⁹. Estas LIO tienen un intervalo de potencia de 10,0 a 30,0 D (incremento de 0,5 D) y en la versión tórica también de 10 a 30 D (incremento de 0,5 D) Cyl: 1. Las potencias adicionales son de +1,5 +3. En relación con el diseño óptico, tienen una superficie posterior: esférico-difractiva y una superficie anterior: esférica/tórica. Además, tienen un sistema diseñado para optimizar la apertura de la pupila.

En relación con su material, hay un modelo fabricado en acrílico hidrófilo 3% agua y otra versión denominada Intensity HP hecha de material acrílico hidrófobo sin brillos. El índice de refracción es en Intensity de 1,46 (hydrated @ 35°C) y en Intensity HP de 1,48 (hydrated @ 35°C). La aberración esférica es de -0,13 μ . Contienen además un filtro de luz violeta amarillo natural.

En la plataforma denominada SeeLens, de Intensity, las hápticas tienen una angulación de 5° con un diámetro de la óptica de 6 mm y un diámetro total de 13 mm. Estas lentes se caracterizan por haber sido desarrolladas para generar una utilización dinámica de luz (DLU, por sus siglas en inglés) mediante un algoritmo iterativo patentado por Hanita que funciona como un concepto



Figura 1. Fotografía de la óptica de una lente Intensity tomada en lámpara de hendidura.

de bucles múltiples entre el plano de destino y el plano de origen para maximizar la utilización de la intensidad luminosa. Propone soluciones de fase en el plano de origen para obtener la intensidad y los resultados deseados.

El nombre “Intensity” de esta lente expresa que, como parte de su función, permite intensificar la visión de lejos, intermedia y de cerca sin comprometer ninguna distancia entre el infinito hasta los 40 cm. Su perfil se crea a base de formas suaves con un total de 12 pasos en diferentes alturas con un anillo central de un diámetro de 1 mm. La altura de los pasos varía a lo largo del radio de la lente con una altura de paso máxima de 3,6 micras.

El perfil de la lente también es muy eficaz desde el punto de vista de la energía, ya que pierde un 46% menos de energía en comparación con otras lentes, lo que puede disminuir la ocurrencia de disfotopsias.

Intensity tiene una distribución suave y simétrica que determina un rendimiento pentafoveal por tener 3 focos y dos intensificadores en torno del orden cero. Por lo tanto, ante pupilas de 3 mm se comporta como pentafoveal y con pupilas de 4,5 mm funciona como trifocal. La función de transferencia modulada (MTF, por su sigla en inglés) aumenta en la zona comprendida entre lejos-intermedio e intermedio-cerca, lo que permite que la curva de desenfoque sea continua (fig. 1).

Datos de eficacia de estudios publicados

El primer trabajo publicado con estas lentes fue en marzo del 2022³. Allí se evaluaron 40 ojos de 20 pacientes con un seguimiento a 3 meses en un estudio unicéntrico prospectivo abierto. En relación con la agudeza visual lejana, intermedia y cercana, promediaron $0,03 \pm 0,11$, $0,09 \pm 0,09$ y $-0,22 \pm 0,09$ logMAR, respectivamente. La agudeza visual monocular corregida para lejos, intermedia y cerca fue de $-0,07 \pm 0,06$, $0,03 \pm 0,09$ y $-0,25 \pm 0,07$ logMAR (20/17, 20/21,4 y 20/11,2), respectivamente. La agudeza visual corregida binocular para lejos, intermedia y cerca fue de $-0,1 \pm 0,06$, $-0,02 \pm 0,09$ y $-0,28 \pm 0,04$ logMAR, respectivamente. La sensibilidad al contraste fue similar a la de la población normal en condiciones fotópicas y mesópicas. Las curvas de desenfoque mostraron que esta LIO proporcionaba una agudeza visual de 20/28 o mejor entre un desenfoque de +1,00 y -3,50 dioptrías⁹. El cuestionario Visual Function Index-14 mostró que los pacientes estaban muy satisfechos: señalaron específicamente una buena calidad de visión de cerca y a distancias intermedias.

Con un diseño de estudio muy similar, pero con un seguimiento a 6 meses y un mayor número de casos, el segundo trabajo publicado fue en septiembre de 2022⁸. En este estudio se incluyeron 56 pacientes (112 ojos) de $65 \pm 6,12$ años de edad.

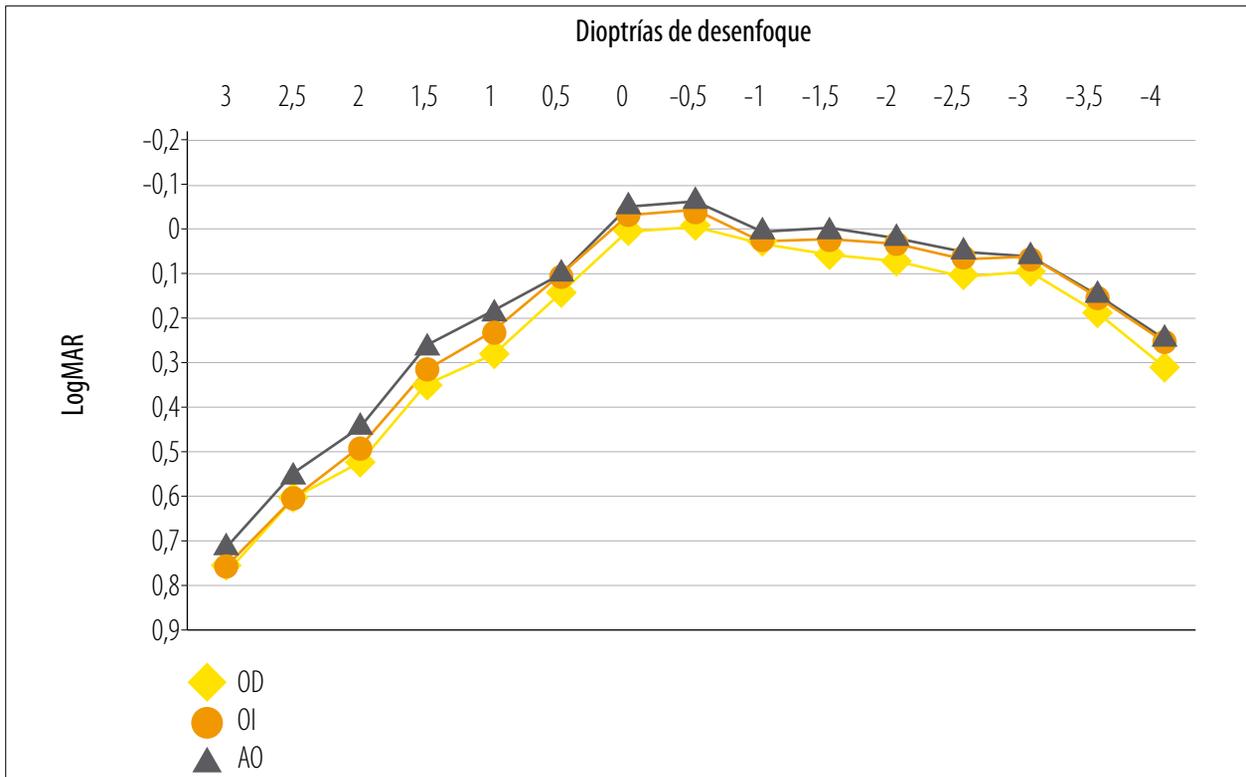


Figura 2. Curva de desenfoco de lente Intensity (OD: ojo derecho; OI: ojo izquierdo; AO: ambos ojos).

La media del SE preoperatorio fue de $1,85 \pm 2,24$ D (rango: -4,50 a 4,75), que había disminuido 6 meses después de la cirugía a $-0,08 \pm 0,32$ D (rango: -0,75 a 0,63). Ningún ojo experimentó una pérdida de líneas de visión y el 94% obtuvo valores de SE entre $\pm 0,50$ D. La curva de desenfoco para las diferentes adiciones fue de 0,03 LogMAR (logaritmo del ángulo mínimo de resolución) para -3,0 D, -0,005 LogMAR para -1,5 D y -0,07 LogMAR para 0 D. El ECD y el CCT permanecieron estables (P: 0,09 y 0,58, respectivamente) y todos los pacientes alcanzaron sus expectativas preoperatorias con un período de seguimiento de 6 meses (fig. 2).

Conclusiones

El diseño de este tipo de lentes parece prometededor ya que su diseño tiene características particulares que se conjugan para otorgar 5 puntos de intensificación en la visión, motivo por el cual se las

denomina pentafocales. En los estudios publicados se observa que esta lente otorga buena capacidad visual a diferentes distancias y los pacientes lograron independizarse del uso de anteojos. De todas maneras, se requerirán más estudios en diferentes poblaciones para poder confirmar los datos presentados en este capítulo.

Referencias

1. Cho JY, Won YK, Park J *et al.* Visual outcomes and optical quality of accommodative, multifocal, extended depth-of-focus, and monofocal intraocular lenses in presbyopia-correcting cataract surgery: a systematic review and Bayesian network meta-analysis. *JAMA Ophthalmol* 2022; 140: 1045-1053.
2. Rampat R, Gatinel D. Multifocal and extended depth-of-focus intraocular lenses in 2020. *Ophthalmology* 2021; 128: e164-e185.

3. Nov E, Rubowitz A, Dar N *et al.* Visual performance of a novel optical design of a new multifocal intraocular lens. *J Refract Surg* 2022; 38: 150-157.
4. Sachdev GS, Sachdev M. Optimizing outcomes with multifocal intraocular lenses. *Indian J Ophthalmol* 2017; 65: 1294-1300.
5. Xing Y, Liu Y, Li K *et al.* Approach to the design of different types of intraocular lenses based on an improved sinusoidal profile. *Biomed Opt Express* 2023; 14: 2821-2838.
6. de Gracia P, Dorronsoro C, Marcos S. Multiple zone multifocal phase designs. *Opt Lett* 2013; 38: 3526-3529.
7. Lapid-Gortzak R, Pandey K, Verstraaten JW *et al.* Outcomes with immediate sequential bilateral implantation of a novel pentafoveal IOL. *Acta Ophthalmol* 2023; 101: 8.
8. Bianchi GR. A prospective study of a new presbyopia pseudophakic intraocular lens: safety, efficacy and satisfaction. *Indian J Ophthalmol* 2022; 70: 3305-3310.
9. Hanita Lenses (Israel). *Intensity: vision re-defined* [en línea]. Disponible en: <https://www.hanitalenses.com/intraocular-implants/multifocal/intensity/>

Lente intraocular Zeiss AT LARA 829MP y AT LARA toric 929M/MP

Dr. Francisco Álvarez

Diseño óptico

Lente difractiva y difractivo-tórica (bitórica, cilindro en cara anterior y posterior), difractiva, con profundidad de foco extendido +0.95 D y +1.9 D en el plano de la lente intraocular. Asférica (aberración neutra). Material de acrílico hidrofílico (25%) con superficie hidrofóbica y hápticas en forma de plato, biconvexa. Diámetro óptico de 6 mm y una longitud de 11 mm. Angulación de 0°. Puede ser inyectada hasta por 1,8 mm. Constante A de 118,5 para ambas versiones: esférica y tórica.

- Versión esférica: de -10,00 a +32,00 D con intervalos de 0,5 D.
- Versión tórica: equivalente esférico (SE) de -4,0 a +32,0 D, intervalos 0,5 D y poder de cilindro de +1,0 D a +12,0 D con intervalos de 0,5 D.

Al suavizar los bordes de las zonas de transición entre los anillos disminuyen los efectos indeseados de deslumbramiento, mejora la sensibilidad del contraste y mejora la calidad de imagen.

La indicación para el implante de la versión tórica dependerá del astigmatismo corneal pre-

existente (potencia, eje y regularidad) y del SIA del cirujano.

Agudeza visual

La agudeza visual binocular es superior a 0 logMAR (20/20 resp. 1,0 decimal) de lejos y superior a 0,1 logMAR (20/25, resp. 0,8 decimal) a distancias intermedias de 90 cm, 80 cm y 60 cm.

Los resultados clínicos confirman una buena agudeza visual con un rango focal amplio (fig. 2).



Figura 1. Lente intraocular Zeiss AT LARA edof.

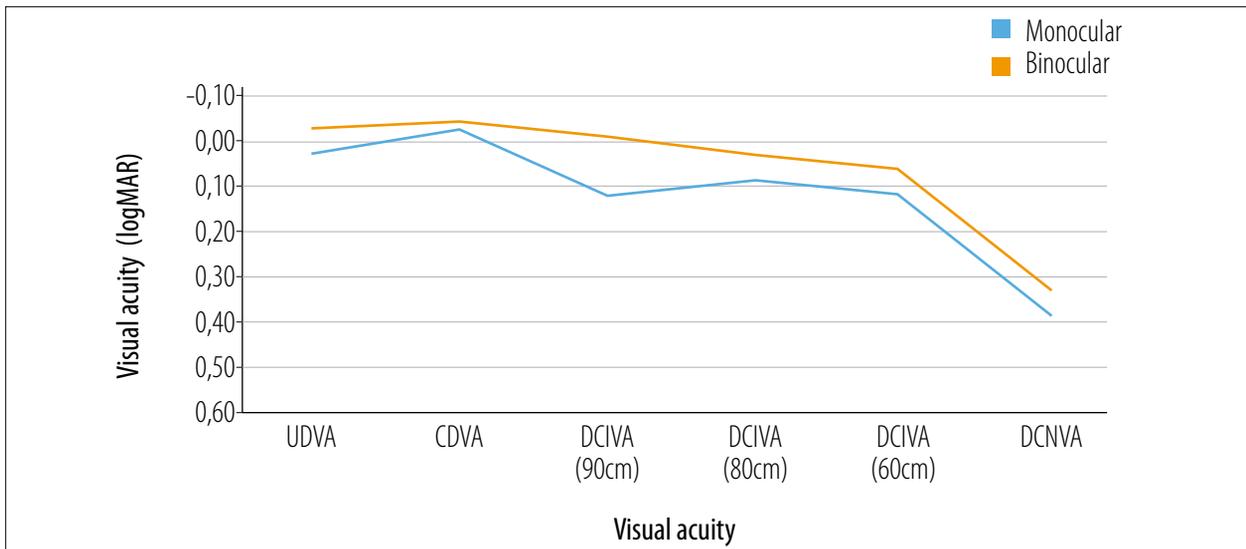


Figura 2. Agudeza visual monocular y binocular para distancia lejana, intermedia y cercana.

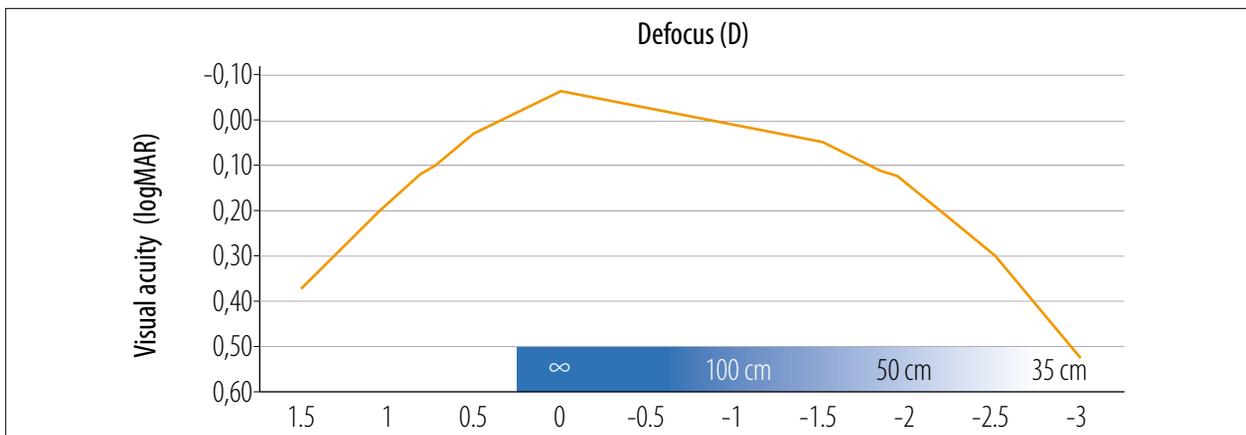


Figura 3. Curva de desenfoque.

Curva de desenfoque

La curva de desenfoque muestra un rango focal continuo desde distancias lejanas a intermedias cercanas: la agudeza visual es superior a 0,1 logMAR (20/25 resp. 0,8 decimal) hasta aproximadamente 55 cm y superior a 0,2 logMAR (20/32 resp. 0,63 decimal) hasta aproximadamente 45 cm¹.

Esto permite a los pacientes realizar muchas de sus actividades diarias sin gafas, incluyendo socializar, hacer las compras o practicar deporte (fig. 3).

Satisfacción de los pacientes e independencia de las gafas

El diseño óptico de Zeiss AT LARA y la tecnología patentada Smooth Microphase (SMP) minimizan la dispersión de la luz y, por tanto, los posibles efectos visuales indeseados para mayor comodidad visual, especialmente de noche. Más del 90% de los pacientes está satisfecho o muy satisfecho.

Las lentes Zeiss AT LARA son una elección ideal para los pacientes activos que quieren rea-

lizar la mayoría de actividades diarias, como conducir, hacer compras, practicar deporte, etc. sin gafas y que son sensibles a fenómenos fóticos como halos y deslumbramientos.

Casi el 80% de los pacientes no experimenta efectos indeseados o, si lo hacen, son pocos en realidad, al conducir un vehículo de noche.

enhanced depth of focus intraocular lens. *EC Ophthalmology* 2018; 29: 192-202. 2.

2. Schallhorn SC, Teenan D, Venter JA *et al.* Initial clinical outcomes of a new extended depth of focus intraocular lens. *J Refract Surg* 2019; 35: 426-433.

Referencias

1. Tarib I, Kasier I, Herbers C *et al.* Postoperative results in patients implanted with a novel

Comfort Lentis LS-313 MF15

Dr. Tomás Jaeschke

La Comfort LENTIS LS-313 MF15 es una lente EDOF con tecnología refractiva segmentada. Fue una de las primeras lentes en ser calificada como EDOF. Logra el foco extendido mediante su diseño refractivo rotacional asimétrico.

En la zona de adición cercana posee +1,5 D. El tamaño de la óptica es de 6 mm, el largo es de 11 mm.

El fabricante provee estas lentillas desde graduaciones de -10,0 D hasta -1,0 (incrementos de 1D) y 0,0 a +36,0 D (incrementos de 0,5D). La

versión Tórica LENTIS Comfort Toric LS-313 MF15 T0-T6 ofrece corrección de cilindro de hasta +5,25 D.

Los trabajos publicados en el transcurso de los últimos 12 años muestran esta lente como una opción válida para pacientes que desean lograr independencia de los anteojos en la mayoría de las actividades cotidianas. Estas lentes no sacrifican visión lejana. El nivel de disfotopsias (glare y halos) que presentan es mínimo, comparable con el de las lentes monofocales, debido a que casi no presentan zonas de transición (fig. 1).

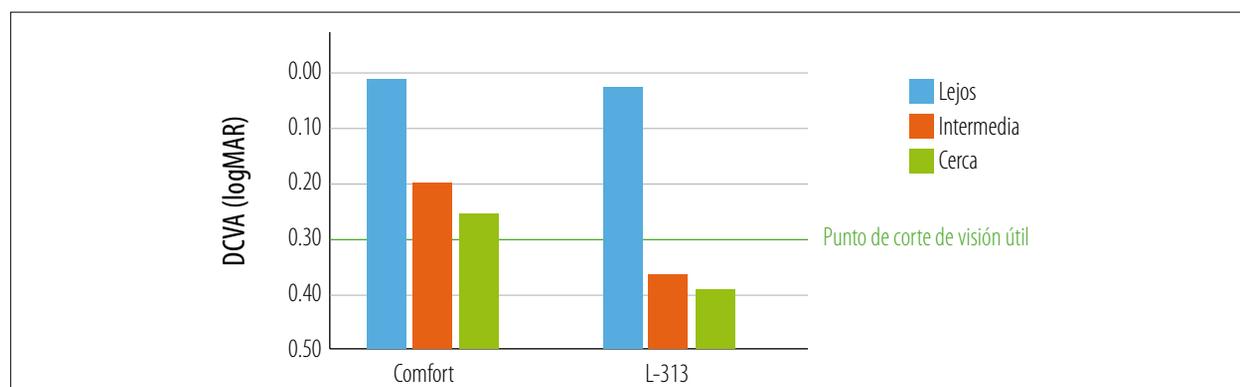


Figura 1. 3 meses postoperatorio. Comfort vs. L-313 (binocular).

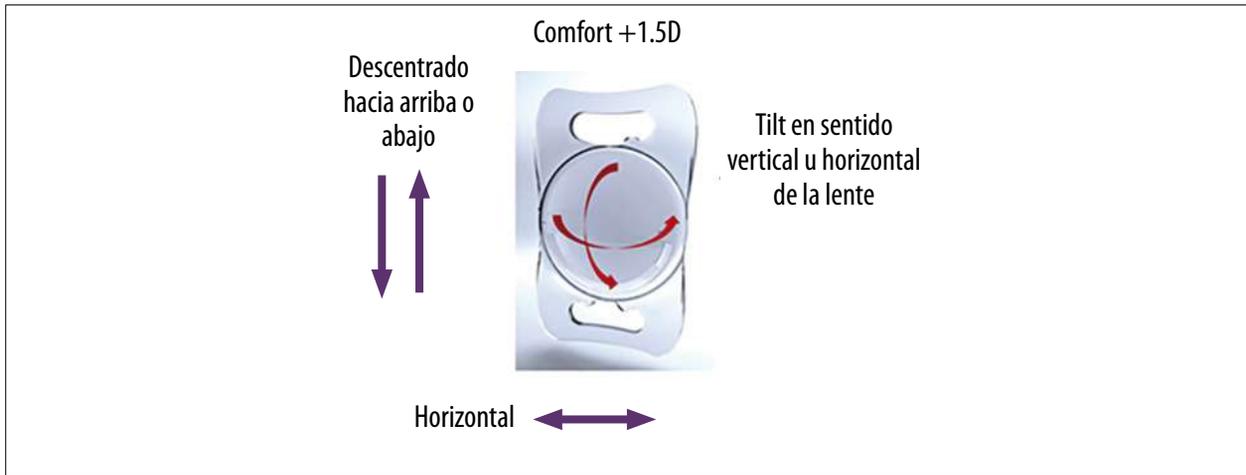


Figura 2. Posibilidades de desplazamiento.

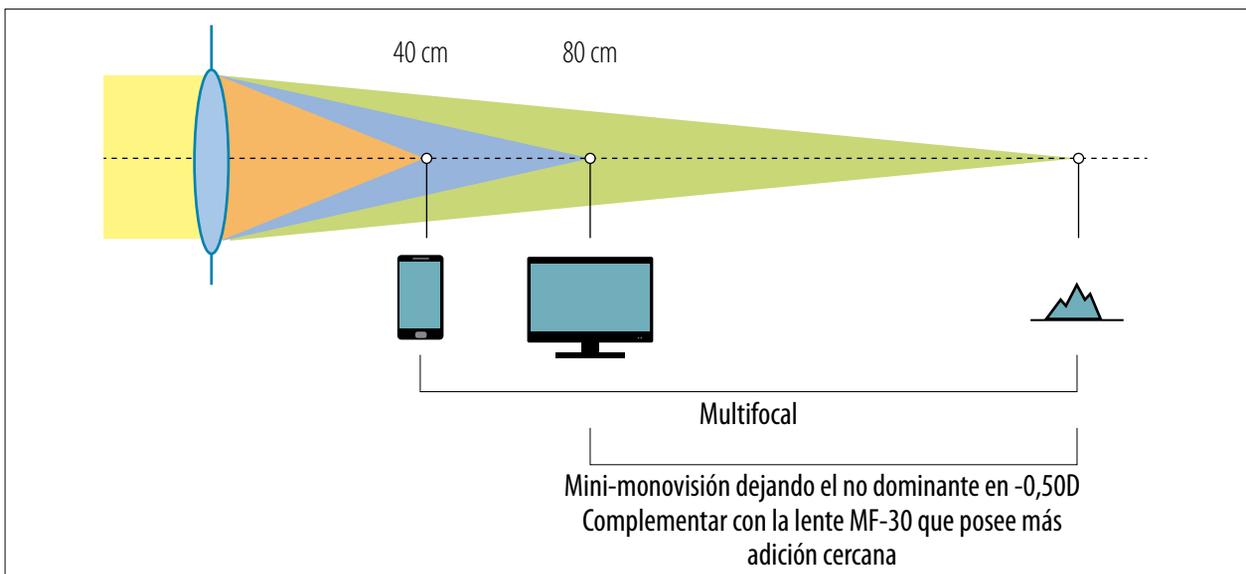


Figura 3. Mecanismos para lograr performances similares a las lentes multifocales.

También se ha utilizado esta lente en el formato de mix-match, combinándola con la LENTIS LS-313 MF30, lente que tiene el mismo diseño pero su adición cercana es de +3,0 D. Este mecanismo lograría una independencia mayor sobre todo en la visión cercana.

La aberración de la óptica es neutra, es una lente esférica y no tiene prácticamente disminución de la sensibilidad de contraste.

La pupila condiciona la entrada de luz en estas lentes y la zona expuesta lo que puede condicio-

nar su desempeño sobre todo en la visión cercana-intermedia. En casos de pupilas demasiado pequeñas (menores a 1,5 mm) que no lleguen a exponer el sector de adición, la lente se comportaría como una monofocal.

Su estabilidad rotacional es muy buena. En los casos en los que se detectan movimientos de la lente tanto hacia arriba, hacia abajo o a los lados se ha observado que la performance se mantiene inalterada y son altamente infrecuentes los casos que necesitan reacomodarse. Este bajo porcentaje

de casos se da cuando el eje visual quede en una zona de la óptica incorrecta (fig. 2).

Una de las ventajas del diseño rotacional asimétrico frente a las lentes multifocales con ópticas simétricas es que en casos donde el paciente tiene el eje visual muy desfasado del centro, la lente puede posicionarse teniendo esto en consideración y garantizar que dicho eje quede en el sector de visión lejana.

Estas lentes tienen su punto fuerte en los 60 cm y más allá también. Si se quiere aumentar la independencia de los anteojos existe la opción de mover el target del ojo no dominante a -0,50 realizando una especie de micro-monovisión (fig. 3).

Bibliografía

- Data sheet LENTIS Comfort LS-313 MF15 (2019).
- Kim KH, Kim WS. Visual outcome and patient satisfaction of low-power added multifocal intraocular lens. *Eye Contact Lens* 2018; 44: 60-67.
- Kretz FTA, Khoramnia R, Attia MS *et al.* Clinical evaluation of functional vision of +1.5 diopters near addition, aspheric, rotational asymmetric multifocal intraocular lens. *Korean J Ophthalmol* 2016; 30: 382-389.
- Oshika T, Arai H, Fujita Y *et al.* One-year clinical evaluation of rotationally asymmetric multifocal intraocular lens with +1.5 diopters near addition. *Sci Rep* 2019; 9: 13117.
- Pedrotti E, Mastropasqua R, Bonetto J *et al.* Quality of vision, patient satisfaction and long-term visual function after bilateral implantation of a low addition multifocal intraocular lens. *Int Ophthalmol* 2018; 38: 1709-1716.
- Vounotrypidis E, Diener R, Wertheimer C *et al.* Bifocal nondiffractive intraocular lens for enhanced depth of focus in correcting presbyopia: clinical evaluation. *J Cataract Refract Surg* 2017; 43: 627-632.
- Yoo A, Kwag JY, Song IS *et al.* Comparison of visual function after implantation of inferior sector-shaped intraocular lenses: low-add +1.5 D vs +3.0 D. *Eur J Ophthalmol* 2016; 26: 607-611.

AcrySoft IQ Vivity

Dr. Santiago Onnis

Introducción

La profundidad de enfoque es la cantidad de desplazamiento de imagen detrás de una lente que no degrada la calidad de imagen percibida o la tolerancia del ojo al desenfoque retinal; una gran profundidad de enfoque permite imágenes nítidas de objetos cercanos¹. Las lentes intraoculares (LIO) ofrecen diferentes profundidades de enfoque según su diseño óptico¹. Las LIO monofocales enfocan la luz en un solo punto focal proporcionando una buena visión a distancia; sin embargo, la calidad de la visión a otras distancias a menudo es insuficiente para realizar actividades de la vida diaria sin el uso de gafas². Las LIO multifocales enfocan o dividen la luz en diferentes focos utilizando una óptica refractiva o difractiva; las bifocales tienen 2 puntos focales principales: a distancia e intermedia o cercana, y las trifocales ofrecen 3 puntos focales: distancia, intermedia y cercana³⁻⁵. Sin embargo, las LIO multifocales están asociadas con un aumento de fenómenos fóticos (como deslumbramiento y halos) y una reducción de la sensibilidad al contraste en comparación con las LIO monofocales². Existía una necesidad no satisfecha de contar con una LIO para corregir la presbicia que sea fácil de usar y

tenga un perfil de disturbios visuales comparable con una LIO monofocal.

El Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI) publicó recientemente criterios clínicos para definir las LIO de profundidad de enfoque extendida (EDoF). Según estos criterios monoculares, una LIO EDoF debe tener lo siguiente: una profundidad de enfoque $\geq 0,5$ dioptrías (D) mayor que la de una LIO monofocal de control a 0,2 logMAR; agudeza visual intermedia corregida (DCIVA) superior a la de una LIO monofocal; DCIVA mediana de 0,2 logMAR o mejor; y agudeza visual a distancia corregida (CDVA) no inferior a la de una LIO monofocal⁶.

Se pueden aplicar varios principios ópticos para extender el rango de visión de un paciente⁷. El enfoque más común es mediante el uso de una óptica difractiva que utiliza un diseño de estructura escalonada destinado a dividir la luz en múltiples puntos focales para ofrecer visión a distancia e intermedia y/o cercana, pero los pacientes pueden experimentar una reducción de la sensibilidad al contraste o un aumento de los fenómenos fóticos en condiciones de baja iluminación⁸⁻⁹. Otros enfoques pueden ser no difractivos. Por ejemplo, un diseño de apertura central bloquea los rayos de luz periféricos desenfocados mien-

tras permite el paso de los rayos de luz centrales y paracentrales a través de una apertura central para extender la profundidad de enfoque⁹. El diseño de pequeña apertura ha demostrado una reducción de la sensibilidad al contraste en comparación con una LIO monofocal¹⁰. Además, los pacientes con un tamaño de pupila naturalmente grande pueden experimentar un aumento de las alteraciones visuales en condiciones mesópicas o un rango de desenfoque reducido debido al pequeño diámetro de la óptica⁹. Algunas LIO no difractivas pueden usar aberración esférica o un diseño refractivo segmentado para aumentar la profundidad de enfoque. Desde un punto de vista óptico, se espera que las tecnologías no difractivas, que no dividen la luz, sean las más capaces de proporcionar calidad visual a distancia y un perfil de alteración visual similar al de una LIO monofocal esférica y un rango de visión extendido⁸.

Según la información proporcionada por el fabricante, la lente DFT015 (AcrySof IQ Vivity Extended Vision IOL) es la primera y única de visión extendida con la tecnología X-WAVE® no difractiva¹¹. El perfil superficial de DFT015 es relativamente plano y liso y a simple vista se asemeja al de la lente SN60WF (AcrySof IQ monofocal IOL). La DFT015 utiliza una tecnología innovadora de modelado de frente de onda (X-WAVE) que consta de 2 elementos de transición de superficie suave que estiran y desplazan la luz. El elemento de transición de superficie 1 es una meseta suavemente elevada (~1 µm) que retrasa una porción de la onda mientras pasa a través de la lente, en relación con la onda más avanzada que pasa a través de la LIO fuera de los elementos de transición de superficie central. Como resultado, la onda se estira a medida que colapsa en la retina, con la onda retrasada formando la imagen hacia el extremo cercano de la extensión y la onda avanzada viajando más lejos para formar la imagen en el extremo lejano de la extensión. El elemento de transición de

superficie 2 es un pequeño cambio en la curvatura que desplaza la onda hacia el lado anterior de la retina para utilizar toda la luz disponible. Las acciones simultáneas de los 2 elementos de transición de superficie entregan un rango focal extendido naturalmente ocurrido. El diseño de la LIO DFT015 está destinado a proporcionar un rango de visión extendido continuo, una visión intermedia y cercana superior y una visión a distancia comparable con una LIO monofocal, buena sensibilidad al contraste mesópico y un perfil de disturbios visuales similar al de una lente monofocal SN60WF¹¹.

Diseño de la óptica

La lente intraocular DFT015 (AcrySof IQ Vivity Extended Vision IOL) está formada de acrílico hidrofóbico de una pieza esférica con filtro de 'luz' azul. La óptica es esférica en su cara posterior y posee un diámetro total de 13 mm y un diámetro óptico de 6 mm. Su espesor central es de 0,6 mm para una lente de 20 D.

La tecnología *wavefront-shaping* estira y traslada el frente de onda. No se curva como en la refracción ni se divide como en la difracción (figs. 1-3).

Su diseño óptico cuenta con suaves elementos de transición de superficie que estiran y trasladan el frente de onda simultáneamente sin dividirlo (X-WAVE®) (fig. 4-6).

Performance de la lente

El target refractivo debe ser la emetropía en ambos ojos.

- Visión a distancia de calidad monofocal: agudeza visual a distancia media no corregida binocular 20/20.
- Excelente visión intermedia: agudeza visual intermedia binocular media sin corregir (26 pulgadas) >20/25.



Figura 1. Visualización de la tecnología X-Wave.

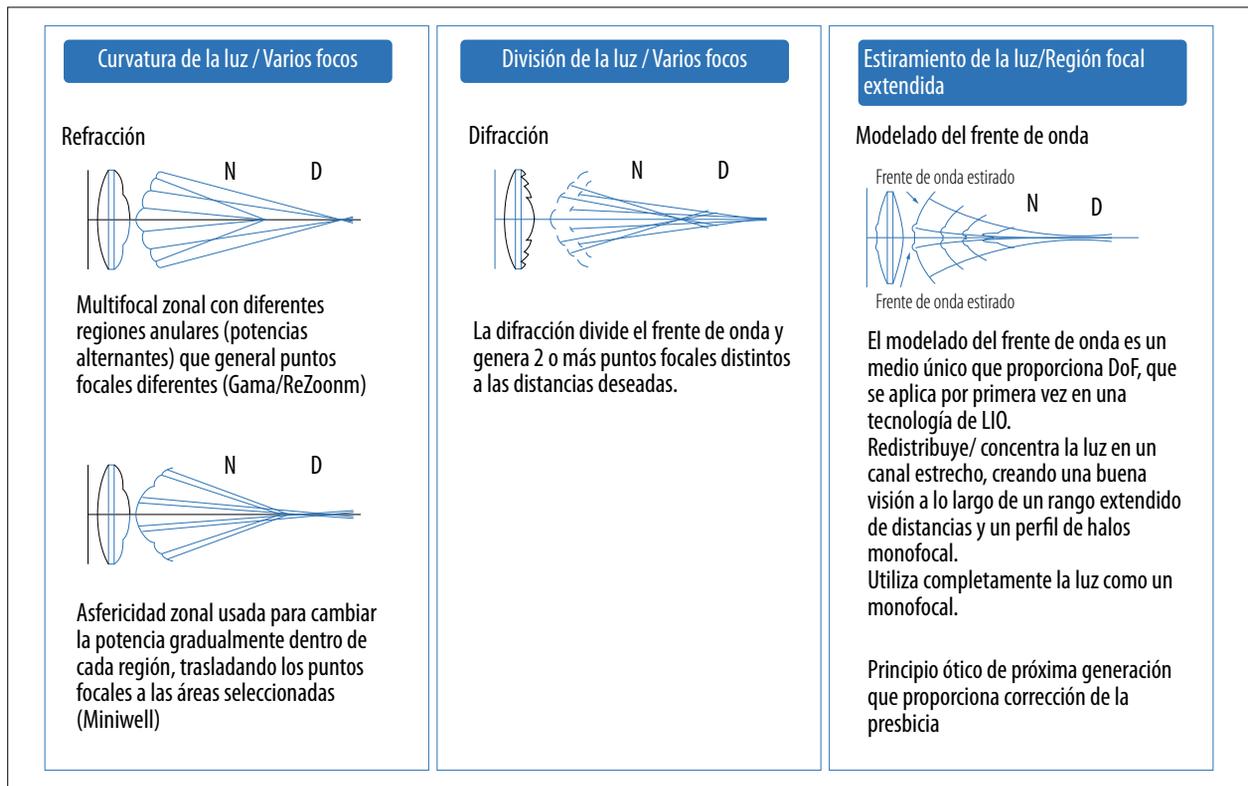


Figura 2. Modelado del frente de onda: un principio de próxima generación que “manipula” la luz en las lentes intraoculares.

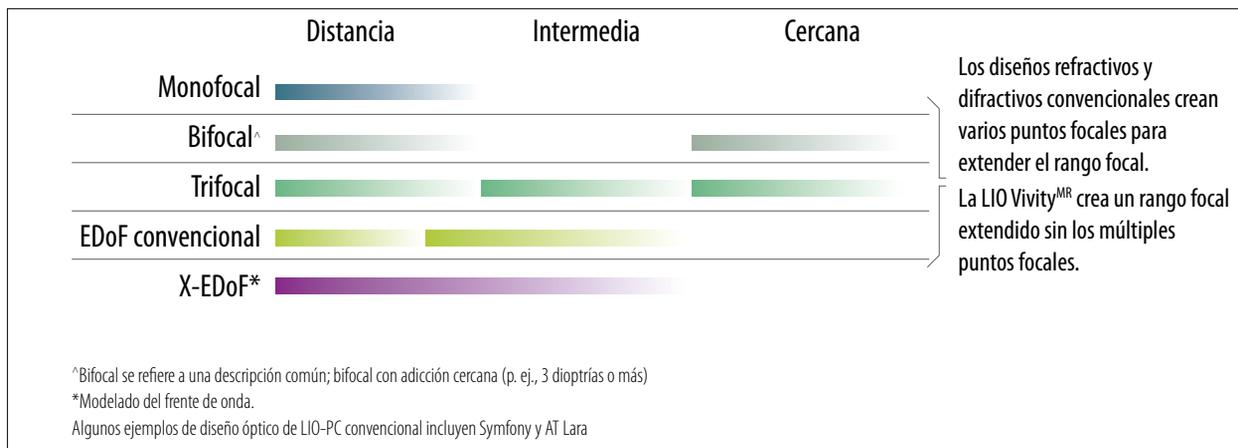


Figura 3. Distribución de la intensidad de la luz (solo para fines ilustrativos).

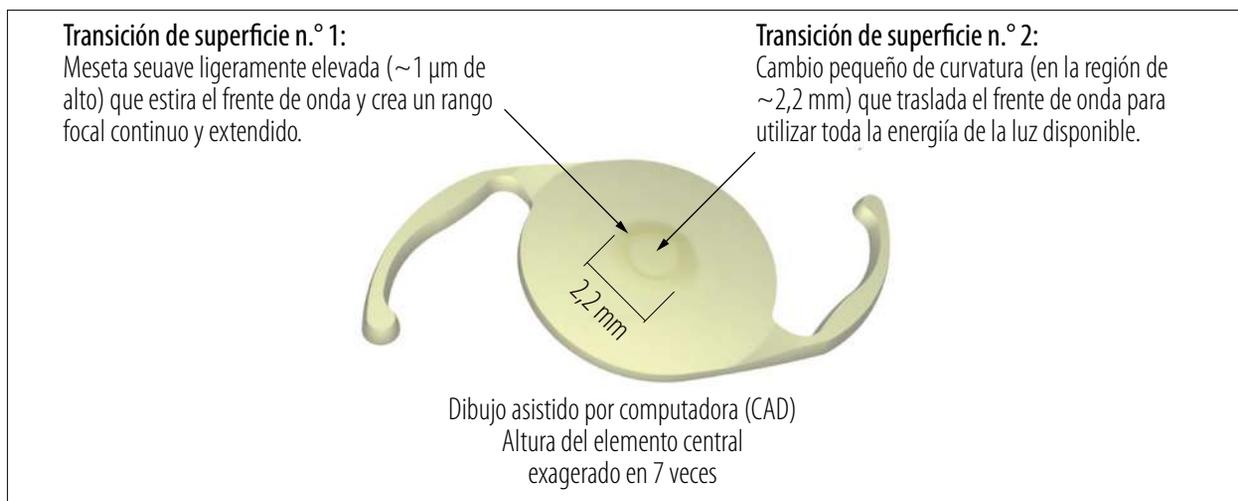


Figura 4. Descripción de los elementos de transición de la superficie.

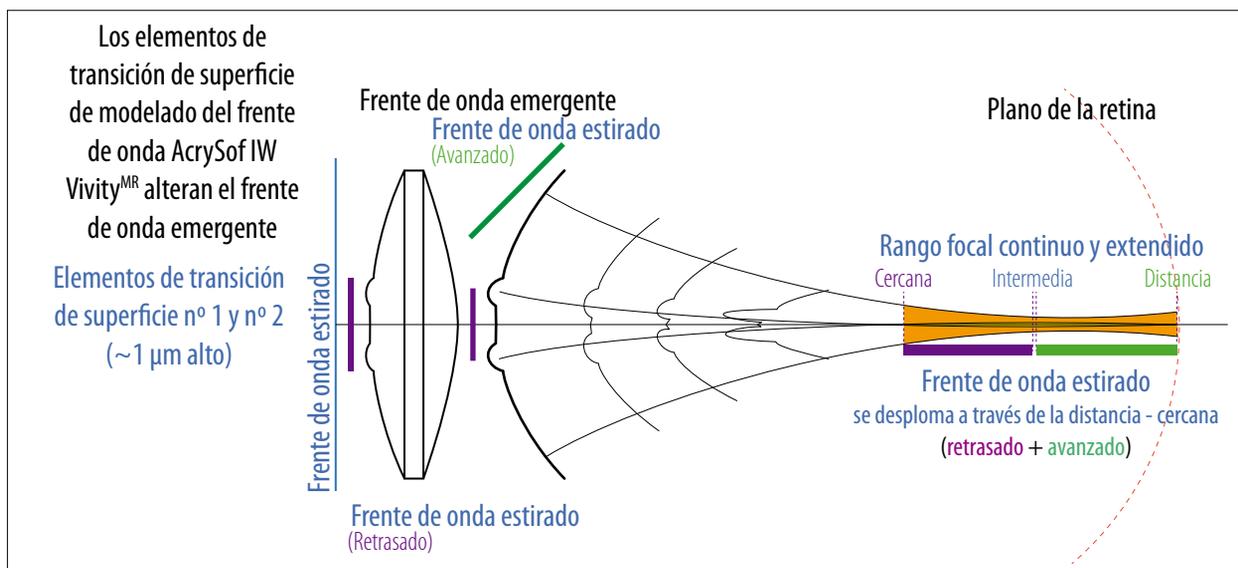


Figura 5. Mecanismo de acción ilustrado del frente de onda.

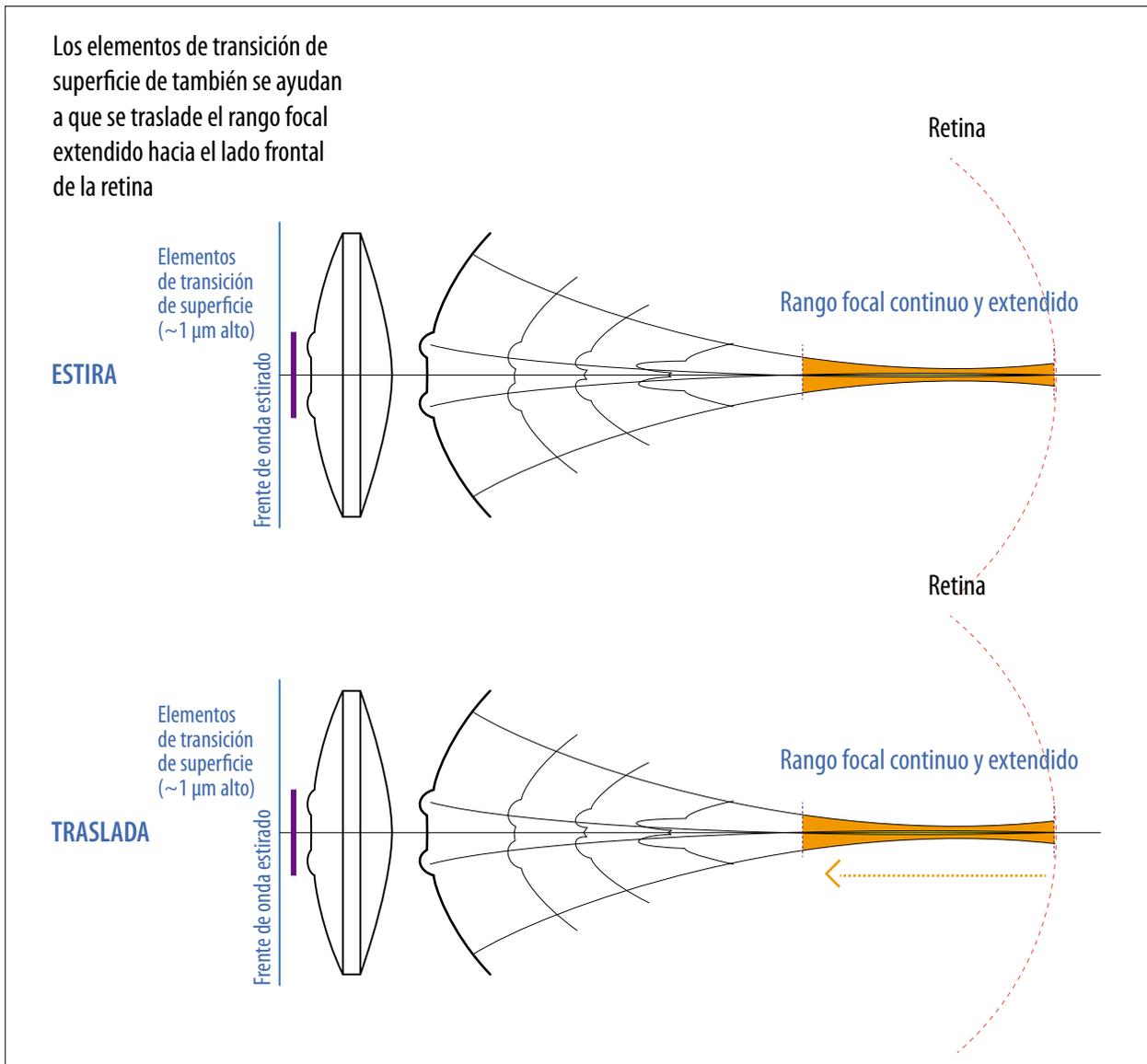


Figura 6. Descripción del estiramiento y traslado del frente de onda.

- Visión cercana funcional: agudeza visual cercana media sin corrección binocular (16 pulgadas) 20/32.

Resultados de un ensayo multicéntrico, doble ciego, de grupos paralelos, aleatorizado, prospectivo de 107 sujetos con implante bilateral de la lente de visión extendida AcrySofMR IQ VivifyMR y 113 con LIO AcrySofMR IQ con seguimiento de 6 meses (fig. 7).

Conclusión

En la actualidad no se cuenta con una lente intraocular que proporcione una solución definitiva para todos los pacientes que requieren de corrección de presbicia ya sea mediante una cirugía de cataratas o una facorretractiva.

Debido a que no produce disturbios nocturnos considerables (disturbios nocturnos semejantes

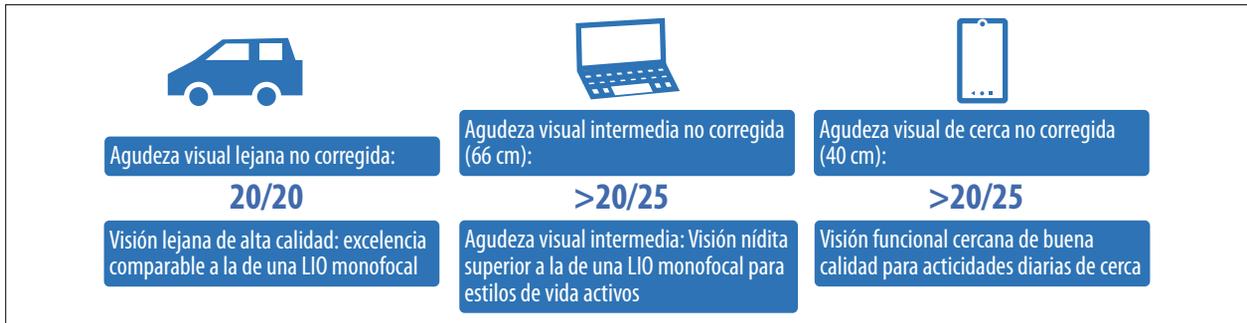


Figura 7. Agudeza visual obtenida en distintas distancias focales.



Figura 8. Perfil de disturbios visuales comparable con los de una lente monofocal asférica: halos mínimos en condiciones mesópicas.

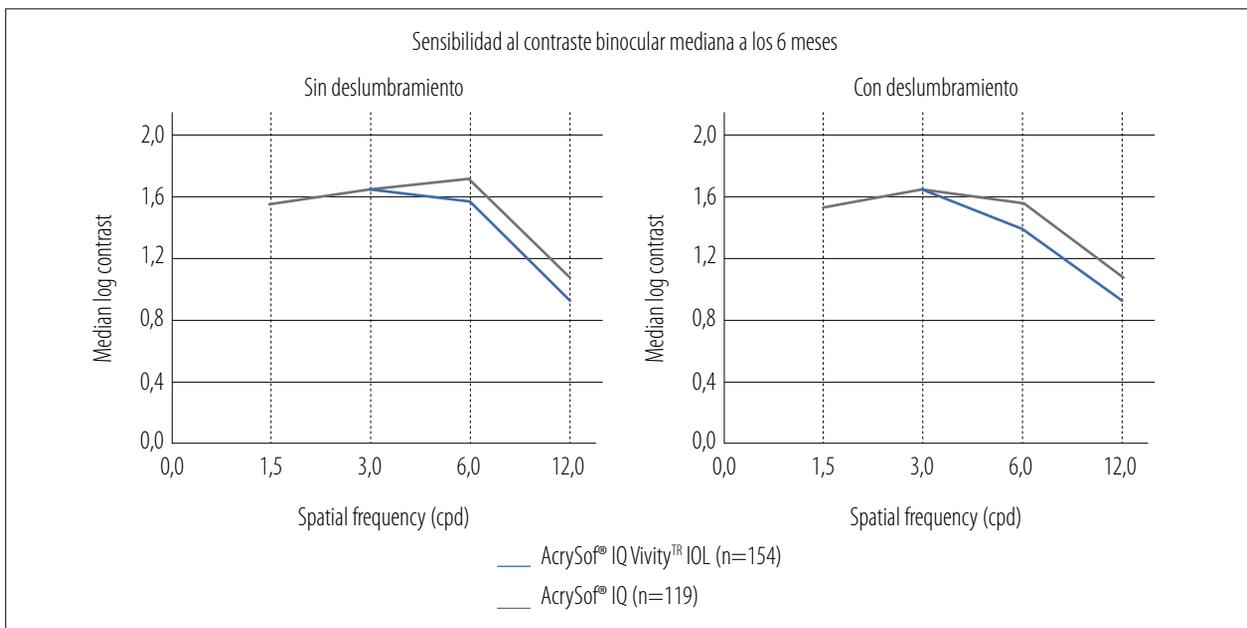


Figura 9. Sensibilidad al contraste binocular en condiciones mesópicas. La lente AcrySoft IQ Vivivity demostró que no hay diferencias clínicamente significativas comparado con la lente AcrySoft IQ.

a la LIO AcrySoft IQ)] ni una disminución a la sensibilidad de contraste (similar a la mencionada anteriormente), la LIO AcrySoft IQ Vivity es una herramienta más que interesante para completar el portfolio de lentes para el tratamiento de la presbicia, sobre todo en conductores nocturnos, pacientes con cirugía refractiva previa (LASIK, QR solo con cuatro cortes), ectasias corneales leves, hasta incluso alguna patología retinal (MER leve).

Con la llegada de la lente AcrySoft IQ Vivity se tiene la posibilidad de darle una vida más independiente de lentes aéreas a una mayor cantidad de personas, ya que como se mencionó antes son más permisivas para ciertas patologías previas (figs. 8 y 9).

Referencias

1. Wang B, Ciuffreda KJ. Depth-of-focus of the human eye: theory and clinical implications. *Surv Ophthalmol* 2006; 51: 75-85.
2. de Silva SR, Evans JR, Kirthi V *et al.* Multifocal versus monofocal intraocular lenses after cataract extraction. *Cochrane Database Syst Rev* 2016; 12: CD003169.
3. Cochener B, Boutillier G, Lamard M, Auberger-Zagnoli C. A comparative evaluation of a new generation of diffractive trifocal and extended depth of focus intraocular lenses. *J Refract Surg* 2018; 34: 507-514.
4. Liu X, Xie L, Huang Y. Comparison of the visual performance after implantation of bifocal and trifocal intraocular lenses having an identical platform. *J Refract Surg* 2018; 34: 273-280.
5. Kondylis G, Klavdianou O, Palioura S. Multifocal and extended depth of focus intraocular lenses. *Ann Eye Sci* 2019; 4: 5.
6. American National Standard Institute. *ANSI Z80.35-2018: Ophthalmics-extended depth of focus intraocular lenses*. Washington D.C.: ANSI, 2019. Disponible en: [https://webstore.ansi.org/standards/vc%20\(asc%20z80\)/ansiz80352018](https://webstore.ansi.org/standards/vc%20(asc%20z80)/ansiz80352018).
7. Arrigo A, Gambaro G, Fasce F *et al.* Extended depth-of-focus (EDOF) AcrySof® IQ Vivity® intraocular lens implant: a real-life experience. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2021; 259: 2717-2722.
8. Kohnen T, Böhm M, Hemkepler E *et al.* Visual performance of an extended depth of focus intraocular lens for treatment selection. *Eye (Lond)* 2019; 33: 1556-1563.
9. Kohnen T, Suryakumar R. Extended depth-of-focus technology in intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2020; 46: 298-304.
10. Dick HB, Piovella M, Vukich J *et al.* Prospective multicenter trial of a small-aperture intraocular lens in cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2017; 43: 956-968.
11. Alcon Vision LLC. *AcrySof IQ Vivity Extended Vision IOL Product Information*. Fort Worth: Alcon, 2019.

Eyhance

Dres. Gerardo Valvecchia, Tomás Castro y Lucas Aguirre

Generalidades sobre lentes intraoculares y visión a diferentes distancias

La cirugía de catarata con implante de lentes intraoculares monofocales ha sido una de las más empleadas a lo largo de los años. Al día de hoy es la solución más sencilla que existe para la eliminación de las cataratas. La corrección de la visión con las lentes monofocales es la larga distancia. Una vez implantadas, el enfoque será perfecto en la visión de lejos con la necesidad de usar anteojos para cerca y media distancia. Las LIO monofocales pueden proporcionar un rango de visión completo mediante monovisión; sin embargo, puede haber cierta pérdida de percepción de profundidad y estas LIO no proporcionan una agudeza visual óptima en distancias intermedias¹. Es por eso que se han desarrollado otras variedades de lentes que permiten independizarse parcialmente o por completo de los anteojos; ellas tienen ciertas fortalezas pero también algunas debilidades. Entre ellas están las lentes de rango extendido/monofocal plus y las lentes trifocales. Las lentes trifocales fueron creadas con el propósito de corregir la presbicia.

Las lentes multifocales tienen propiedades difractivas o tecnología refractiva que permite a

los pacientes centrarse en imágenes en múltiples planos focales logrando una visión más completa y así un alcance y mayor independencia de los anteojos que las LIO monofocales¹. Sin embargo, estas pueden afectar la sensibilidad del contraste y aumentar la probabilidad de alteraciones visuales como son los deslumbramientos o halos que aparecen cuando se observan objetos luminosos sobre un fondo relativamente oscuro². Esto puede generar una disconformidad en el paciente y muchas veces se requiere un período de neuroadaptación hasta que realmente el paciente se siente cómodo, sobre todo para el manejo nocturno. Por eso es fundamental evaluar si este tipo de lente es adecuada para el paciente: no solo hay que enfocarse en ojos sanos sino en la profesión y personalidad de la persona, ya que estos pueden influir en su confort.

Por otro lado, la lente intraocular de profundidad de foco extendida (EDOF) es una tecnología emergente diseñada para mejorar el rango de visión, especialmente en distancias intermedias.

Las lentes EDOF o monofocal plus carecen de halos ya que no presentan anillos difractivos en su diseño, lo que resulta ser una excelente opción para aquellos pacientes no candidatos a multifocales por problemas oculares como por ejemplo



Figura 1. Imagen ilustrativa de lentes Eyhance.



Figura 2. Inyector descartable precargado de Eyhance, sistema denominado Tecnis Simplicity Delivered System.

cirugía refractiva previa o si trabajan como choferes de larga distancia que conducen de noche.

La tecnología de LIO EDOF podría cerrar la brecha entre las lentes monofocales y multifocales al proporcionar una mejor agudeza visual a nivel intermedio y mejor sensibilidad al contraste. Las LIO EDOF comparten cualidades tales como agudeza visual de buena a excelente a distancia, mejoría en la agudeza visual intermedia y a veces incluso una agudeza visual funcional de cerca conservando una buena sensibilidad de contraste y sin halos.

Desarrollo de la lente intraocular Tecnis Eyhance modelo ICB00

La tecnis eyhance ICB00 es una lente de acrílico hidrofóbico de cámara posterior de una pieza que bloquea rayos UV. Tiene un diámetro óptico de 6,0 mm con un diámetro total de 13 mm. Presenta una superficie anterior biconvexa continua y esférica de orden superior y un borde cuadrado posterior esmerilado continuo en 360° esférico. Las dioptrías oscilan entre el +5.00 D

a +34,0 D en incrementos de 0,5 dioptrías. La constante A es de 119,3. Existen dos formas: no precargada y precargada, también conocida como *simplicity* (figs. 1-3)^{2,4}.

Esta lente fue diseñada para generar una buena visión de lejos e intermedia sin corrección, para poder facilitar las tareas habituales realizadas en el día a día (como el uso del celular, tableta, computadora) y poder así mejorar la calidad de vida del paciente satisfaciendo sus necesidades, sin disminución de la sensibilidad de contraste ni halos nocturnos. La lente se distingue por su diseño, en el que hay un cambio continuo de la potencia desde la periferia hacia el centro de la lente, creando una superficie anterior única que mejora la visión intermedia, manteniendo una calidad de imagen a distancia comparable con lentes monofocales esféricas.

Existe un cambio continuo de la potencia desde la periferia hacia el centro de la lente, creando una superficie anterior única que mejora la visión intermedia en el Tecnis Eyhance (fig. 4).

El rendimiento de cualquier LIO depende de muchos factores: astigmatismo corneal, bio-

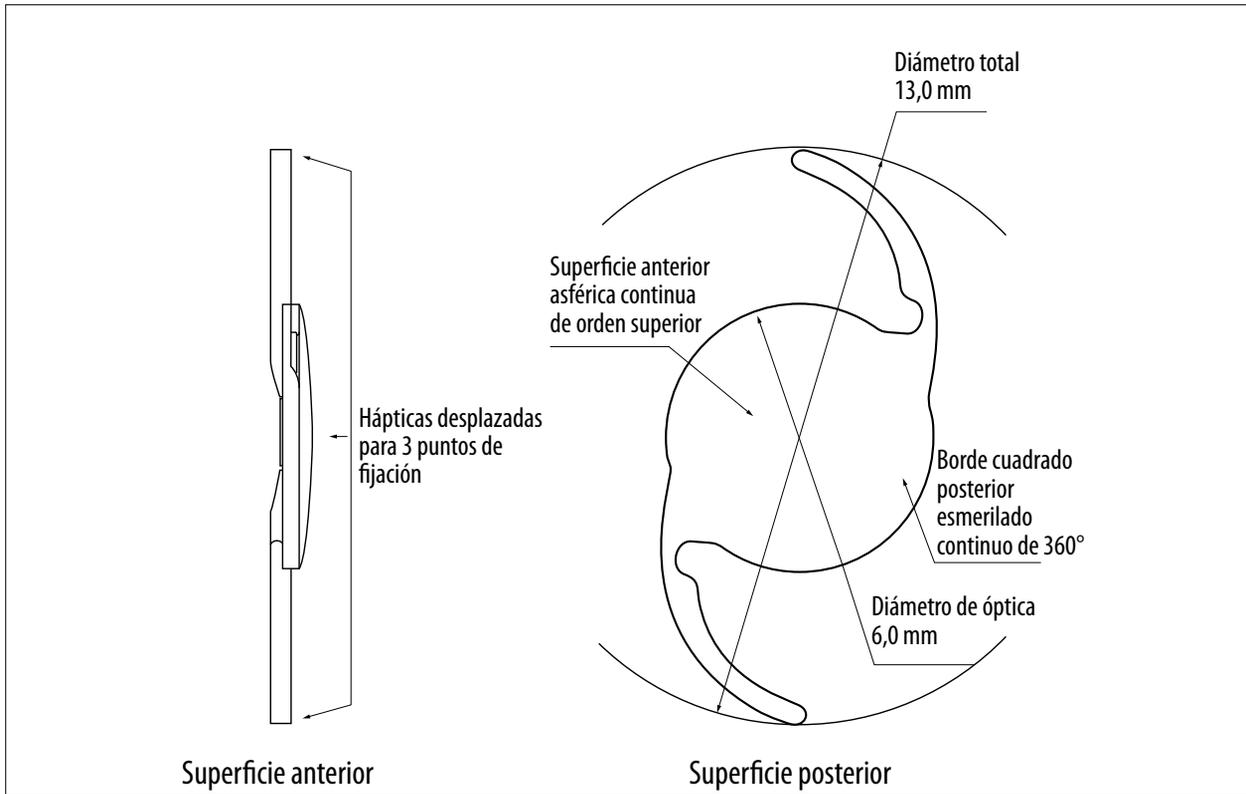


Figura 3. Gráfico de LIO Tecnis Eyhance 1 pieza modelo ICB00.

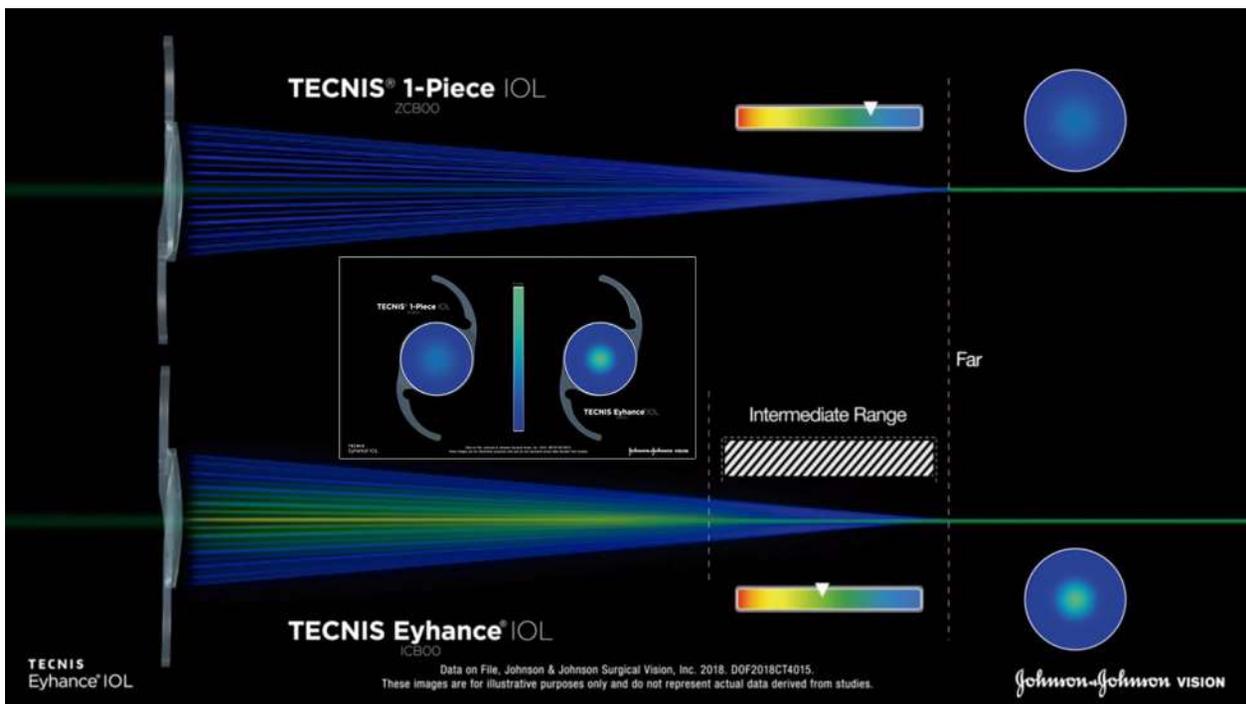


Figura 4. Comparación entre Tecnis 1 pieza IOL ZCB00 versus Tecnis Eyhance ICB00. Se observa un cambio continuo de la potencia desde la periferia hacia el centro de la lente, creando una superficie anterior única que mejora la visión intermedia en el Tecnis Eyhance.

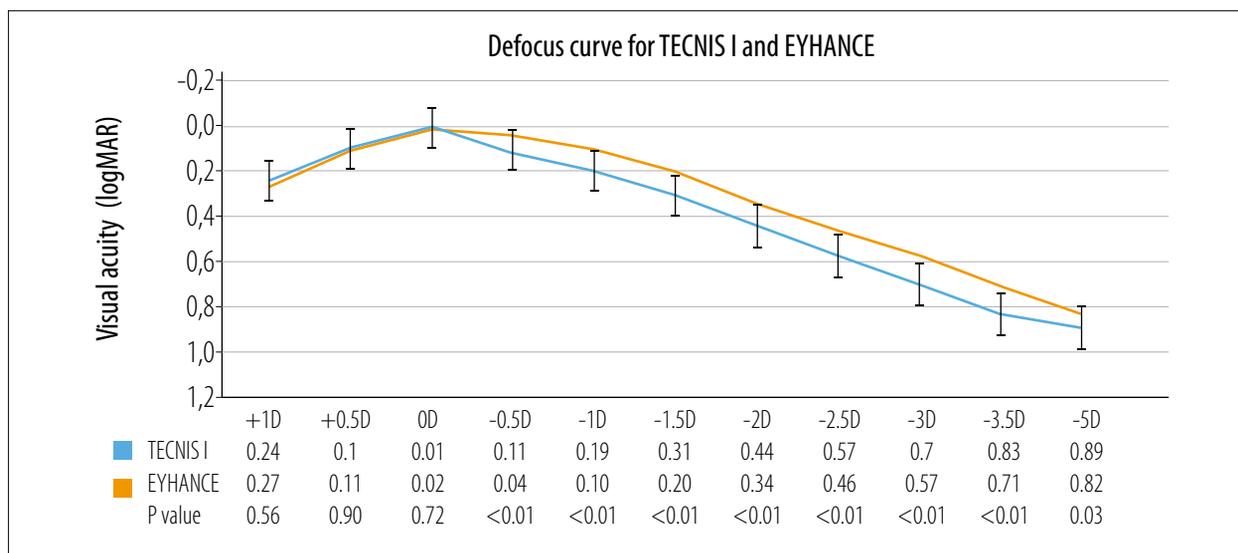


Figura 5. Comparación de la curva de desenfoque entre Tecnis 1 versus Eyhance.

metría, posición efectiva de la lente, diámetro pupilar.

La curva de desenfoque es una fuerte medida clínica objetiva de la eficacia de una LIO para corregir presbicia y se utiliza ampliamente para medir objetivamente un rendimiento de lentes a distintas distancias⁴.

En la figura 5 se muestra un trabajo donde se compara la curva de desenfoque entre la lente Tecnis 1 pieza versus la Eyhance⁴. La curva de desenfoque media en ambos grupos fue similar en OD que corresponde a la visión de lejos ($p = 0,72$). La agudeza visual fue de 0 logMAR con 0 desenfoque. El grupo Eyhance tiene una agudeza visual significativamente mejor en niveles de desenfoque desde -0,50 a -4,00 D ($p < 0,01$). El desenfoque a -1,50 D corresponde a visión intermedia y el desenfoque a -2,50 D corresponde a visión de cerca. Por lo tanto, Eyhance obtuvo mejores resultados en el nivel intermedio, lejos y cerca

(Mann-Whitney; $P < 0,01$). El medio de la agudeza visual fue de 0,2 logMAR con un desenfoque de -1,5D mientras que en el grupo Tecnis de una sola pieza fue de 0,3 logMAR.

La figura 6 es un diagrama de dispersión de agudeza visual lejana deseada y agudeza visual adquirida en ambos grupos. La agudeza visual deseada fue 0 D o emetropía en ambos grupos.

Mientras que la figura 7 muestra el cuadro comparativo de ambas lentes dos semanas después de la cirugía y a varias distancias (cerca, intermedia y lejos). Eyhance y Tecnis 1 pieza tuvieron una agudeza visual similar a distancia. La agudeza visual intermedia y cerca fueron significativamente mejores en el grupo Eyhance en comparación con Tecnis ($p < 0,01$). 73,2% (52 ojos) en el grupo Eyhance obtuvo una agudeza visual a distancia sin ayuda mejor que 0,1 logMAR mientras que 57,7% (26 ojos) en el grupo Tecnis 1 tuvo mejor que 0,1 logMAR a las dos semanas de seguimiento⁴.

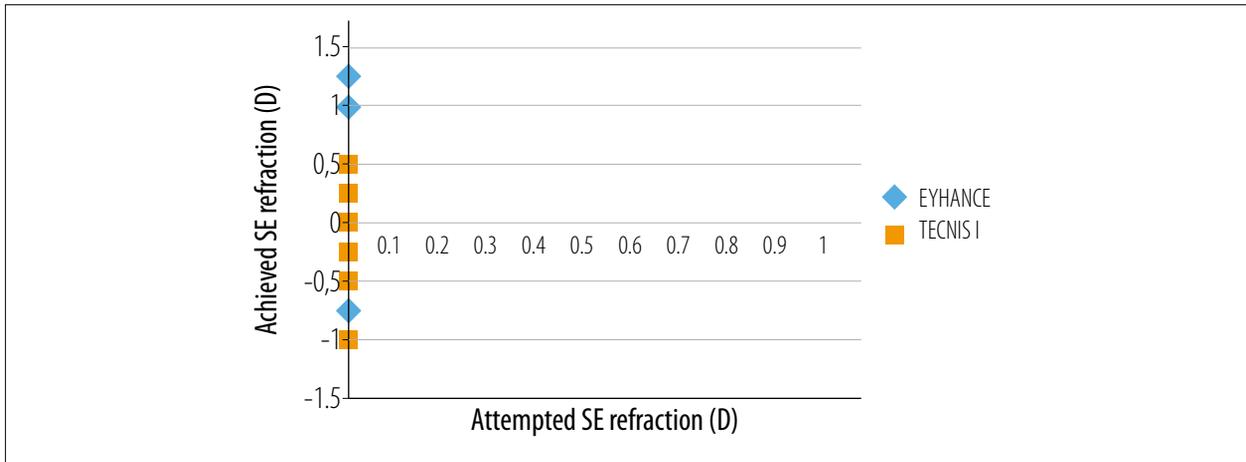


Figura 6. Diagrama de dispersión de agudeza visual lejana deseada y agudeza visual adquirida.

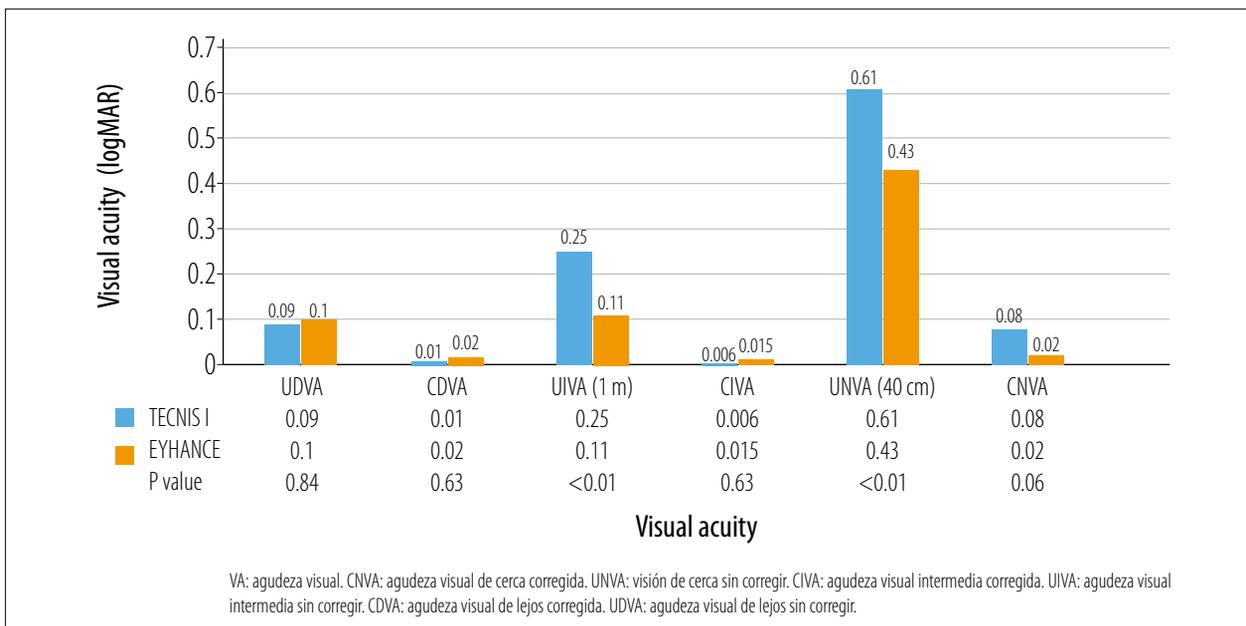


Figura 7. Gráfico comparativo que muestra la visión postoperatoria. Agudeza visual a varias distancias en ambos grupos.

Referencias

1. Petermeier K, Frank C, Gekeler F *et al.* Influence of the pupil size on visual quality and spherical aberration after implantation of the Tecnis 1-piece intraocular lens. *Br J Ophthalmol* 2011; 95: 42-45.
2. Johnson & Johnson Surgical Vision, Inc. *Data on file*, 2018. DOF2018OTH4004.
3. Lundström M, Dickman M, Henry Y *et al.* Risk factors for refractive error after cataract surgery:

analysis of 282.811 cataract extractions reported to the European Registry of Quality Outcomes for cataract and refractive surgery. *J Cataract Refract Surg* 2018; 44: 447-452.

4. Yangzes S, Kamble N, Grewal S, Grewal SPS. Comparison of an aspheric monofocal intraocular lens with the new generation monofocal lens using defocus curve. *Indian J Ophthalmol* 2020; 68: 3025-3039.

Parte VIII

ELECCIÓN PERSONALIZADA DE LA
LENTE INTRAOCULAR MULTIFOCAL

Elección personalizada de la lente intraocular multifocal

Dres. Roberto Zaldivar y Pablo Adamek

Introducción

Desde la implantación de la primera lente intraocular por Sir Harold Ridley en 1949, la cirugía de catarata evolucionó constantemente hacia mejores resultados posquirúrgicos. El desarrollo de la facoemulsificación junto con la aparición de nuevas lentes intraoculares plegables, mejores aparatos de medición (biometría óptica) y fórmulas cada vez más precisas, contribuyeron a mejorar los resultados refractivos con el consiguiente avance hacia la independencia de las gafas. Este último aspecto se vio expandido por la aparición de las primeras lentes multifocales para la corrección de la presbicia que proveen visión lejana (6 m), intermedia (60-80 cm aproximadamente) y cercana (40 cm aproximadamente) variando las distancias entre los diferentes tipos de lentes intraoculares multifocales¹⁻⁴. Más allá de las ventajas obvias en la visión de cerca observadas en las multifocales comparado con las monofocales —que solo proveen visión lejana⁵— mostraron algunas desventajas relacionadas con efectos adversos⁵⁻⁷. Dada la intolerancia de muchos pacientes hacia las multifocales y la creciente demanda de alcanzar una visión intermedia y cercana motivada por las deman-

das del mundo contemporáneo, marcado por el constante uso de dispositivos electrónicos como teléfonos inteligentes, computadoras portátiles, ordenadores de escritorio y tabletas, surgió hace algunos años una alternativa conocida como lentes intraoculares de rango extendido (EDOF, por sus siglas en inglés)⁸⁻⁹. En los últimos años la variedad de EDOF creció de manera importante y se establecieron como opción intermedia entre las tradicionales monofocales y las multifocales debido a que son más permisivas y dan visión lejana e intermedia (aunque menor visión cercana) sin afectar demasiado la sensibilidad al contraste, la calidad de visión, y generan menos fenómenos fóticos en comparación con las multifocales¹⁰⁻¹³. Por lo tanto, podemos decir que en la actualidad disponemos de dos opciones de lentes pseudofáquicas para tratamiento de la presbicia: las lentes EDOF y las multifocales¹⁴. No obstante, estas últimas son menos permisivas, generan más efectos adversos, pero a su vez son más generosas en independencia de gafas con los pacientes en los que la indicación es adecuada. Por lo tanto, en este apartado abordaremos la identificación del perfil del paciente óptimo para la implantación de lentes intraoculares multifocales. Además, estableceremos criterios para determinar cuándo es

apropiado recomendar el implante de una lente multifocal y cuándo considerar su remoción en pacientes que ya las tienen.

Consideraciones para el implante de lentes intraoculares multifocales

La posibilidad de que los pacientes experimenten cierto grado de incomodidad con las lentes intraoculares multifocales nos conduce a la necesidad de considerar una serie de requisitos fundamentales para garantizar el éxito del tratamiento. Estos requisitos se abordarán a la luz de la evidencia científica, conscientes de que la medicina no es una ciencia exacta y de que, en última instancia, podemos reducir las posibilidades de error pero no eliminarlas por completo.

En primer lugar, es esencial ajustar las expectativas del paciente a la realidad del procedimiento, aspecto que se abordará con mayor detalle más adelante. Además, es crucial explicarle de manera exhaustiva a los posibles efectos adversos, como halos, deslumbramientos y reducción del contraste, así como las complicaciones que pueden surgir en relación con el proceso de facoemulsificación. Por lo tanto, un paciente interesado en someterse a un implante de lentes multifocales o que pueda ser considerado candidato para tal procedimiento requiere una consulta lo suficientemente extensa para proporcionar una explicación completa y comprensible. Esto no solo minimiza las sorpresas para el paciente sino que también brinda al oftalmólogo la oportunidad de conocer su personalidad y sus expectativas, lo que facilita la elección de la lente intraocular adecuada o incluso, si fuese necesario, la contraindicación temporal del procedimiento.

Por otro lado, es importante destacar que un oftalmólogo que desee llevar a cabo la implantación de una lente multifocal debe contar con acceso a varias tecnologías para el análisis preoperatorio y herramientas quirúrgicas de alta calidad

para garantizar la excelencia de la intervención. Además, es fundamental que disponga de opciones adecuadas para el manejo de posibles complicaciones postoperatorias, un aspecto que se abordará con mayor profundidad en apartados posteriores.

Este enfoque integral en la preparación, la ejecución y el seguimiento del implante de multifocales contribuirá significativamente a maximizar la satisfacción del paciente y la eficacia de la cirugía. Recientemente se ha publicado un consenso que destaca 69 aspectos en los que expertos han alcanzado un acuerdo con respecto de la indicación y manejo de las lentes intraoculares multifocales¹⁵. En este capítulo nos centraremos en el análisis de los puntos que, en base a nuestra experiencia, consideramos de mayor relevancia. Con el objetivo de abordar de manera sistemática la complejidad de los factores a tener en cuenta en la indicación y el seguimiento de pacientes candidatos a lentes multifocales, hemos optado por dividir estos elementos en cuatro categorías fundamentales: consideraciones preoperatorias, intraoperatorias, selección de la lente y cuestiones postoperatorias. Esta estructura, con un enfoque pedagógico, nos permitirá una exposición clara y organizada de los múltiples aspectos involucrados en el proceso.

1. Consideraciones preoperatorias

Personalidad y actividades del paciente

La selección cuidadosa del tipo de paciente es una etapa fundamental en el proceso de consideración de los implantes. Dedicar tiempo durante la consulta resulta crucial ya que nos permitirá obtener una comprensión más profunda de la persona y sus características individuales tales como sus hábitos visuales, necesidades de visión a diferentes distancias, actividades deportivas, ocupación y otros factores relevantes. Con base en el perfil del paciente se puede evaluar si procede

continuar con el análisis del implante o si, por el contrario, se debe contraindicar la cirugía¹⁶. Es importante destacar que los pacientes que no manifiestan un interés significativo en someterse a la cirugía —aquellos que mantienen una visión 20/20 a distancia con o sin el uso de gafas o quienes buscan exclusivamente mejorar su visión cercana— pueden no ser candidatos ideales para las lentes multifocales. Esto se fundamenta en el conocimiento de la menor sensibilidad al contraste que suelen experimentar los pacientes con lentes multifocales y la posible aparición de efectos fóticos adversos¹⁷⁻¹⁹. Individuos con personalidades tipo A, que presentan una gran obsesión por alcanzar una visión “perfecta” también pueden no ser los candidatos más apropiados para este procedimiento. En tales casos, la no realización de la cirugía puede prevenir potenciales inconvenientes tanto para el paciente como para el médico. No obstante, es importante mencionar que pueden existir excepciones a estas pautas, aunque es crucial informar al paciente de manera completa y honesta sobre las posibles desventajas asociadas con las lentes.

Paciente según su ametropía

Se puede identificar al paciente ideal para la consideración del implante en términos de ametropía. Este perfil se corresponde con el paciente presbita mayor de 50 años que presenta hipermetropía y experimenta dificultades en la visión lejana²⁰⁻²¹. Para estos pacientes, la lente multifocal se posiciona como una opción viable para abordar sus necesidades visuales.

Por otro lado, en el caso de personas con miopía que disfrutan de una visión nítida de cerca sin necesidad de lentes correctivos, es importante que comprendan que es probable que su capacidad para ver de cerca no sea igual de efectiva después de someterse a la cirugía²². Esto resalta la necesidad de una comunicación clara y detallada

con el paciente, donde se establezcan expectativas realistas sobre los resultados de la lente multifocal. Con respecto del astigmatismo lo veremos desarrollado en la sección de topografía.

Topografía corneal, astigmatismo, aberraciones, cirugía corneal previa

La realización de una topografía —e incluso de una tomografía corneal— es esencial para evaluar el estado de la córnea del paciente²³. Es ampliamente reconocido el impacto negativo del astigmatismo residual después de una cirugía de cataratas en la calidad visual. Un astigmatismo residual de más de 0,50 a 0,75 dioptrías afecta significativamente la calidad visual, especialmente en el caso de lentes intraoculares multifocales en todas las distancias²⁴⁻²⁶. En casos de astigmatismo preoperatorio regular se puede corregir con lentes tóricas, que son especialmente diligentes en astigmatismos en contra de la regla ya que se debe tener en cuenta el astigmatismo de la cara posterior de la córnea²⁷⁻³⁰.

Las lentes tóricas han demostrado excelentes resultados³¹⁻³³, incluso en pacientes con cirugía refractiva corneal láser previa³⁴⁻³⁶, aunque en estos casos deben seleccionarse cuidadosamente. Se requiere de una ablación previa centrada, astigmatismo regular y bajos niveles de aberraciones de alto grado¹⁶. La evaluación de las aberraciones corneales es muy útil; se necesita un valor de RMS < 0,5 μm (idealmente < 0,4 μm), aberración esférica (AE) < 0,4 μm , coma < 0,4 μm y trefoil < 0,3 μm para considerar la indicación de multifocal, independientemente de si hay historial de cirugía refractiva corneal¹⁵. Por otro lado, los cambios de la relación de la cara anterior y posterior de la córnea en pacientes con LASIK o PRK previo hacen que las fórmulas de tercera y cuarta generación sean imprecisas en el cálculo de lente intraocular, algo especialmente importante en lentes multifocales³⁷. Las fórmulas incluidas

en el calculador del ASCRS (entre otras, Barrett True K) son de mucha utilidad para disminuir los errores refractivos postoperatorios en estos pacientes^{34, 38-39}.

En el caso de pacientes con queratotomía radial previa, por lo general presentan un alto grado de irregularidad corneal, por lo que no se recomienda el uso de multifocales en estos casos, a pesar de la escasa literatura publicada^{15, 40}. Con precaución se podría considerar el uso de EDOF; sin embargo, se necesita un análisis cuidadoso de cada caso en particular y más estudios que lo avalen⁴¹. Las lentes intraoculares de apertura pequeña (como el IC-8 o el Xtra focus como *piggy back*) son una excelente opción en estos casos, sobretodo en el ojo no dominante⁴².

Finalmente, al realizar la topografía podremos ver reflejados problemas de superficie ocular que confirmaremos con el examen oftalmológico.

Ojo seco y otros problemas de superficie

Según investigaciones recientes, aproximadamente el 80% de los pacientes sometidos a cirugía de cataratas podría experimentar algún grado de síndrome de ojo seco, incluso cuando la mayoría de ellos no haya sido diagnosticado previamente⁴³. Además, estudios actuales indican que aproximadamente el 95% de los pacientes que se someten a cirugía de cataratas en los Estados Unidos presenta algún nivel de atrofia de las glándulas de Meibomio, según la meibografía, aunque muchos de ellos no hayan sido previamente diagnosticados y aún no manifiesten síntomas de ojo seco⁴⁴. Es importante destacar que la disfunción de las glándulas de Meibomio es la causa principal del síndrome de ojo seco evaporativo, origen primario del síndrome de ojo seco⁴⁵.

Resulta relevante señalar que las afecciones de ojo seco pueden empeorar tras la cirugía de cataratas y persistir durante varios meses después del procedimiento⁴⁶. Más allá de los sínto-

mas comúnmente asociados con el ojo seco y el consiguiente malestar visual, se ha observado que estas afecciones también pueden afectar las mediciones biométricas necesarias para el cálculo de la lente intraocular, como la queratometría⁴⁷⁻⁴⁸. Este aspecto cobra especial importancia en el caso de las multifocales, dado que las ametropías son una de las principales fuentes de insatisfacción por parte de los pacientes en el postoperatorio⁴⁹.

Por lo tanto, resulta crucial la detección temprana del síndrome de ojo seco y la disfunción de las glándulas de Meibomio en el período preoperatorio, mediante diversos métodos que incluyen la tinción con fluoresceína, el tiempo de ruptura de la lágrima (BUT), el test de Schirmer, la medición de la osmolaridad de la lágrima, la medición objetiva del film lagrimal (*HD analyzer*), cuestionarios, examen de las glándulas de Meibomio, meibografía, entre otros⁴³. Un diagnóstico temprano permite la implementación de tratamientos apropiados que pueden incluir el uso de lágrimas artificiales, antiinflamatorios esteroides de baja potencia, ciclosporina al 0,05%, entre otros (las opciones terapéuticas exceden el alcance de este capítulo), antes de llevar a cabo cualquier cirugía de cataratas⁵⁰⁻⁵¹.

En caso de que el paciente continúe experimentando síntomas de ojo seco, o si la mejoría es parcial, se desaconseja la indicación de lentes intraoculares multifocales y se debe evaluar la posibilidad de optar por lentes de visión extendida (EDOF) o lentes monofocales, debido al mayor impacto de los efectos adversos asociados a las multifocales que el ojo seco genera (halos, deslumbramientos, disminución de la sensibilidad al contraste, entre otros)^{49, 52}.

Patologías oculares asociadas y sistémicas

Para los pacientes que presenten patologías corneales asociadas que afecten la integridad y la transparencia de la córnea, como distrofias,

degeneraciones o queratocono, la cirugía con lentes multifocales está contraindicada^{15-16, 53}. Los antecedentes de cirugía corneal previa y las alteraciones en la superficie corneal fueron abordados previamente.

Por otro lado, el glaucoma constituye una contraindicación relativa en casos de enfermedad leve. No obstante, la imprevisibilidad de la progresión y evolución de esta enfermedad, sumada al síndrome de ojo seco que puede derivar del uso de gotas para el glaucoma, justifica la elección de lentes EDOF o incluso monofocales en casos más avanzados de la enfermedad¹⁵⁻¹⁶. Es importante mencionar que la presencia de signos de pseudoexfoliación en algunos pacientes con glaucoma constituye una contraindicación absoluta para la opción de lentes multifocales. En estos casos se debe considerar con extremo cuidado incluso la elección de EDOF, ya que estos pacientes suelen presentar mayor debilidad zonular, una menor dilatación pupilar y en consecuencia, un mayor riesgo de complicaciones intraquirúrgicas y descentramientos postoperatorios. Las lentes monofocales son la opción más segura en pacientes con pseudoexfoliación⁵⁴.

En lo que respecta a las enfermedades retinales, como la membrana epirretinal estable o la retinopatía diabética leve, se considera una contraindicación relativa para multifocales. Sin embargo, tal como se mencionó en el caso del glaucoma, la imprevisibilidad de la progresión sugiere considerar otras opciones menos exigentes, como las EDOF o monofocales⁵⁵. En cambio, el resto de las enfermedades retinales asociadas se consideran contraindicaciones absolutas para lentes multifocales^{15-16, 56}. Por esta razón es imperativo realizar una tomografía de coherencia óptica (OCT) macular, además de un examen de fondo de ojo dilatado en los pacientes candidatos a multifocales con el fin de evitar inconvenientes postoperatorios⁵⁷.

En cuanto a los antecedentes familiares cercanos de glaucoma o degeneración macular asociada a la edad (DMAE), se debe considerar la opción de EDOF no difractivas o monofocales¹⁵.

Cualquier patología sistémica que presente o pueda presentar afectaciones oculares actuales o futuras, como el síndrome de ojo seco, inestabilidad del soporte capsular o afectaciones visuales debido a alteraciones corneales, retinales o del nervio óptico, debe tenerse en cuenta para contraindicar la multifocal y considerar otras alternativas¹⁵.

Biometría óptica y cálculo de la lente

La elección de la metodología para medir el ojo a someter a cirugía cobra una relevancia fundamental con el propósito de obtener mediciones precisas y por consiguiente, efectuar un cálculo preciso de la lente intraocular. En el contexto de las multifocales es recomendable recurrir a la biometría óptica, ya que se ha demostrado su superioridad con respecto de la ecografía⁵⁸. En general, pacientes con medidas extremas no se consideran buenos candidatos para multifocales debido a la falta de precisión de calculadores y la ausencia de disponibilidad de estas lentes en dioptrías extremas (queratometrías por fuera del rango de 40-45 dioptrías, poder superior a 27 dioptrías y menor a 10)¹⁵.

Con la incorporación de las fórmulas de última generación que se encuentran disponibles en el calculador del European Society of Cataract and Refractive Surgeons (ESCRS) —como la Kane, Barrett II, Hoffer QST, Hill-RBF, EVO, entre otras— se pueden obtener resultados excelentes, reduciendo al mínimo posible el error refractivo⁵⁹.

En cuanto a las consideraciones relacionadas con el cálculo en pacientes con cirugía refractiva corneal previa, estas han sido abordadas previamente en el texto.

Pupila, centrado de lente, ángulo kappa-alpha, disfotopsias positivas

A pesar de que la industria impulsa las lentes multifocales como pupilo-independientes, para evitar disfotopsias positivas es preciso indicarlo en pacientes con pupilas escotópicas menores de 6 mm y fotópicas mayores de 2,8 mm¹⁵.

Es ampliamente reconocido que, a diferencia de las EDOF y las monofocales, las lentes multifocales son más sensibles al descentrado afectando la calidad visual⁶⁰. Esto se aplica especialmente a las lentes tóricas, en donde puede incidir aún más negativamente en la calidad visual⁶¹. En consecuencia, cualquier condición de debilidad zonular que amenaza el centrado futuro de la lente monocular debe considerarse cuidadosamente, lo mismo que en pacientes con pupilas atróficas (debido a enfermedades oculares previas o cirugías oculares previas), discóricas, atónicas o corectópicas.

En pacientes con pupilas de aspecto normal en el examen se debe analizar el ángulo kappa, que representa la distancia entre el eje visual del paciente y el centro pupilar, y el ángulo alpha, que indica la distancia entre el eje visual y el eje óptico (algunos dispositivos, como el i-Trace, calculan este valor en el centro de ambos limbus). De acuerdo con estudios previos, el ángulo kappa influye más en la calidad visual objetiva que el ángulo alpha. Para evitar una mayor incidencia de fenómenos fóticos y garantizar una buena calidad visual en lentes multifocales y EDOF, se recomienda que el ángulo kappa sea menor de 0,5 mm y 0,7 mm, respectivamente. A pesar de su menor influencia en la calidad visual, el ángulo alpha no debe superar los 0,5 mm para considerar la indicación de lente multifocal⁶²⁻⁶³.

Sobre la presencia de fenómenos fóticos como halos, glare (deslumbramiento) y *starbursts* (luces en estrella), debemos informar al paciente sobre ellos mismos ya que son inherentes a los multifocales⁶⁴. Es importante destacar que existe un

proceso real de neuroadaptación que se ha comprobado mediante imágenes de resonancia magnética cerebral que en promedio toma alrededor de 6 meses, aunque puede variar entre pacientes. En la práctica vemos casos aislados de no adaptación a esos fenómenos y son una de las principales causas de explantación⁶⁵, por lo que se debe informar al paciente de todas las posibilidades⁶⁶⁻⁶⁷. Como hemos visto, no hay que olvidar que algunos factores anatómicos y condiciones preexistentes nos hacen contraindicar lentes multifocales por la mayor probabilidad de exceso de estos fenómenos fóticos como el ángulo kappa > 0,5 mm, pupila escotópica > 6 mm y problemas de superficie como el síndrome de ojo seco.

2. Consideraciones intraoperatorias

Después de un riguroso proceso de selección del paciente, en el que se han descartado posibles conflictos futuros mediante un examen oftalmológico exhaustivo y la realización de los estudios complementarios previamente mencionados, y tras haber informado al paciente acerca de los beneficios y posibles efectos adversos, es necesario abordar las consideraciones para la cirugía.

Planificar la cirugía

En la planificación de la cirugía es imperativo reducir al mínimo los errores refractivos. Para ello es esencial emplear fórmulas de cálculo de lentes intraoculares de última generación⁵⁹. También es fundamental considerar la gestión del astigmatismo y contar con lentes monofocales de tres piezas de reserva para hacer frente a posibles complicaciones inesperadas.

Cirugía

La cirugía de lentes multifocales debe ser una cirugía “perfecta”. Lograr una capsulorrexis de

alta calidad, con un tamaño adecuado y centrada de manera precisa es un requisito fundamental para prevenir descentramientos de la multifocal y por consiguiente, evitar complicaciones visuales como se ha discutido anteriormente.

El uso de aberrometría intraoperatoria es una herramienta que puede ayudarnos a mejorar los resultados especialmente en ojos con largos axiales extremos, cirugía refractiva previa, lentes tóricas o si tenemos dudas del cálculo previo. Sin embargo, se ha demostrado que no supera a las fórmulas de cálculo de última generación en ojos con características normales. En consecuencia, aunque no es una herramienta imprescindible, puede ser de utilidad en casos específicos, aunque es importante señalar que su uso puede prolongar el tiempo quirúrgico del cirujano⁶⁸⁻⁶⁹.

En situaciones en las que surjan complicaciones que requieran de una solución se puede considerar la inserción de una lente de tres piezas para evitar los descentramientos de multifocal monopieza. Esto debe discutirse previamente con el paciente y se le debe explicar que, si bien esta acción puede garantizar un buen resultado visual a distancia, implica la pérdida de la multifocalidad planeada originalmente.

Es fundamental evitar la colocación de suturas corneales que tengan un impacto negativo en el astigmatismo corneal. Para centrar la lente multifocal se puede emplear el reflejo de Purkinje que corresponde al eje visual. En concordancia con lo discutido previamente, al garantizar un ángulo kappa de menos de 0,5 mm, se minimizan las posibilidades de problemas en el centrado.

3. Selección de la lente intraocular

En términos generales, no existe un consenso universal en la elección de una lente multifocal debido a los excelentes resultados ofrecidos por las diversas plataformas disponibles de las diferentes compañías⁷⁰⁻⁷¹. Sin embargo, en lo que res-

pecta al material de las difractivas, se ha llegado a un acuerdo general para que sean hidrofóbicas o hidrofílicas con una cubierta hidrofóbica^{15, 72}.

4. Consideraciones postoperatorias

El cumplimiento de las consideraciones preoperatorias es esencial para reducir la insatisfacción del paciente después de la cirugía. Debe advertírseles sobre la posibilidad de requerir una capsulotomía posterior con láser YAG (Nd:YAG) y ajustes de ametropías con láser excímer. A pesar de estos esfuerzos, es posible que haya pacientes insatisfechos o con una calidad visual deficiente en el período postoperatorio. Las principales causas de insatisfacción incluyen ojo seco después de la cirugía, ametropías residuales, opacidad de la cápsula posterior y fenómenos fóticos, como halos y deslumbramientos^{49, 73-74}. Es importante destacar que ante un paciente insatisfecho se debe realizar tomografía de coherencia óptica (OCT) macular en el postoperatorio para descartar edema macular postquirúrgico (Irvine-Gass), una complicación que puede ocurrir después de la cirugía de cataratas con cualquier tipo de lente, especialmente después de complicaciones intraoperatorias⁷⁵.

Los problemas de superficie ocular, como el síndrome de ojo seco, deben tratarse con lubricantes oculares, corticoides de baja potencia, ciclosporina, entre otros. El seguimiento de estos tratamientos, que pueden durar meses, puede resultar desafiante para el paciente⁷⁶. Si la superficie ocular mejora, pero el paciente aún no está satisfecho con su visión, se deben investigar otras posibles causas.

Es sabido de la mayor sensibilidad de las lentes multifocales a la opacidad de la cápsula posterior comparado con las lentes monofocales⁷⁷. Antes de llevar a cabo una capsulotomía posterior con láser YAG en un paciente insatisfecho, es esencial confirmar su presencia y estar seguro de que el

intercambio de la lente no será una opción futura, ya que la capsulotomía posterior puede complicar la cirugía con la posibilidad de pérdida de vítreo en la cámara anterior^{73, 78}. Ante la presencia de opacidad capsular posterior y ametropías residuales siempre es conveniente realizar primero la capsulotomía posterior con láser YAG y luego de 1 mes, la corrección con excímer de ser necesario. Si no se encuentra opacidad, la capsulotomía con láser YAG no mejorará los resultados del láser excímer y, por lo tanto, no está indicada⁷⁹.

En cuanto a las ametropías residuales, el astigmatismo es la más frecuente. Podemos tratarla satisfactoriamente con cirugía refractiva corneal láser, por lo que todo cirujano que opere multifocales debe tener la posibilidad de realizarlo en el postoperatorio a su paciente en caso de requerirlo^{74, 79}. Es fundamental descartar el síndrome de ojo seco y la opacidad capsular posterior como posibles causas de mala visión, ya que deben abordarse previamente y pueden mejorar la visión solo con su manejo. Si la ametropía es evidente en el postoperatorio inmediato (1 semana postoperatorio) y se mantiene constante en las revisiones posteriores (1-3 meses postoperatorio) generando insatisfacción en el paciente, esto puede indicar la necesidad de corrección con cirugía láser excímer solamente. Las correcciones de baja magnitud no suelen generar aberraciones corneales significativas, lo que resulta en resultados satisfactorios⁷⁴.

Explante de lentes intraoculares multifocales

En casos en los que las medidas de mejora en el postoperatorio no han tenido éxito, la explantación de la lente multifocal y su reemplazo por una monofocal ha demostrado ser una opción efectiva^{78, 80}. Las principales razones para el explante incluyen una baja sensibilidad al contraste, mala calidad visual, visión borrosa de lejos y/o cerca,

altas expectativas no satisfechas y la falta de adaptación a fenómenos fóticos⁷⁸. Otras razones menos comunes pueden incluir la luxación de la lente, un error significativo en el cálculo de multifocales o su opacificación⁷³.

Es esencial informar al paciente sobre las posibles complicaciones asociadas con el intercambio de lente, como la pérdida de vítreo (si se ha realizado una capsulotomía posterior), el riesgo de desprendimiento de retina, diálisis zonular y la posibilidad de requerir una lente fijada a la esclera u otras soluciones para la afaquia⁷³.

En el caso de la luxación de la multifocal, se han reportado excelentes resultados con técnicas de fijación escleral sin que la lente pierda sus propiedades⁸¹⁻⁸². Sin embargo, es importante considerar que estas técnicas pueden aumentar la probabilidad de descentramiento y tilt de la lente, lo que puede afectar la calidad visual. Además, muchos de los pacientes que requieren esta intervención pueden presentar comorbilidades como el glaucoma, cuyo tratamiento tópico ha demostrado impactar negativamente en la superficie corneal y, en última instancia, en la calidad visual. Por lo tanto, la decisión de realizar la fijación a la esclera de una lente multifocal debe ser evaluada cuidadosamente en cada caso particular teniendo en cuenta, además de la lente, las comorbilidades asociadas.

Conclusión

Desde su introducción hasta la fecha, las lentes intraoculares multifocales han desempeñado un papel fundamental en el tratamiento de la catarata y la presbicia. A lo largo de estos años, su uso y su estudio continuo han contribuido significativamente a nuestra comprensión y refinamiento de las indicaciones para nuestros pacientes. La disponibilidad de una amplia variedad de lentes intraoculares en la actualidad, que incluye a las multifocales y a las de enfoque extendido, de

apertura pequeña y monofocales, junto con la evidencia científica actual, nos permite minimizar los errores en la selección de lentes y ofrecer una gama más amplia de opciones. Esto, a su vez, nos permite lograr un mayor grado de satisfacción en nuestros pacientes con los resultados obtenidos.

Referencias

1. Olsen T, Corydon L. Contrast sensitivity in patients with a new type of multifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 1990; 16: 42-46.
2. Vanderschueren I, Zeyen T, D'heer B. Multifocal IOL implantation: 16 cases. *Br J Ophthalmol* 1991; 75: 88-91.
3. Hansen TE, Corydon L, Krag S, Thim K. New multifocal intraocular lens design. *J Cataract Refract Surg* 1990; 16: 38-41.
4. Rossetti L, Carraro F, Rovati M, Orzalesi N. Performance of diffractive multifocal intraocular lenses in extracapsular cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 1994; 20: 124-128.
5. Leyland M, Zinicola E. Multifocal versus monofocal intraocular lenses in cataract surgery: a systematic review. *Ophthalmology* 2003; 110: 1789-1798.
6. Poirier L, Williamson W, Coulon P *et al.* Implant multifocal et monofocal. Résultats fonctionnels comparés (sensibilité au contraste et acuité visuelle dynamique). *J Fr Ophthalmol* 1992; 15: 478-482.
7. Akutsu H, Legge GE, Luebker A *et al.* Multifocal intraocular lenses and glare. *Optom Vis Sci* 1993; 70: 487-495.
8. Attia MSA, Auffarth GU, Kretz FTA *et al.* Clinical evaluation of an extended depth of focus intraocular lens with the salzburg reading desk. *J Refract Surg* 2017; 33: 664-669.
9. Vargas V, Radner W. Near vision and accommodation committee of the American-European Congress of Ophthalmology (AECOS) *et al.* Methods for the study of near, intermediate vision, and accommodation: an overview of subjective and objective approaches. *Surv Ophthalmol* 2019; 64: 90-100.
10. Megiddo-Barnir E, Alió JL. Latest development in extended depth-of-focus intraocular lenses: an update. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)* 2023; 12: 58-79.
11. Asena L, Kirci Dogan I, Oto S, Dursun Altinors D. Comparison of visual performance and quality of life with a new nondiffractive EDOF intraocular lens and a trifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2023; 49: 504-511.
12. Bellucci C, Mora P, Tedesco SA *et al.* Automated and subjective refraction with monofocal, multifocal, and EDOF intraocular lenses: review. *J Cataract Refract Surg* 2023; 49: 642-648.
13. Pershin KB, Pashinova NF, Tsygankov AY *et al.* [Outcomes of bilateral implantation of trifocal and extended depth of focus IOLs]. *Vestn Oftalmol* 2022; 138: 30-38.
14. Rampat R, Gatinel D. Multifocal and extended depth-of-focus intraocular lenses in 2020. *Ophthalmology* 2021; 128: e164-e185.
15. Romano V, Madrid-Costa D, Alfonso JF *et al.* Recommendation for presbyopia-correcting intraocular lenses: a Delphi consensus statement by the ESASO Study Group. *Am J Ophthalmol* 2023; 253: 169-180.
16. Yeu E, Cuozzo S. Matching the patient to the intraocular lens: preoperative considerations to optimize surgical outcomes. *Ophthalmology* 2021; 128: e132-e141.
17. Monaco G, Gari M, Di Censo F *et al.* Visual performance after bilateral implantation of 2 new presbyopia-correcting intraocular lenses: trifocal versus extended range of vision. *J Cataract Refract Surg* 2017; 43: 737-747.
18. Rodov L, Reitblat O, Levy A *et al.* Visual outcomes and patient satisfaction for trifocal, extended depth of focus and monofocal intraocular lenses. *J Refract Surg* 2019; 35: 434-440.

19. Giglio R, De Giacinto C, Inferrera L *et al.* Bilateral implantation of multifocal intraocular lenses: 10-year follow-up. *Klin Monbl Augenheilkd* 2023; 240: 426-434.
20. Frederick GA, Bonilla-Escobar FJ, Acosta A *et al.* Associated factors with pseudophakic retinal detachment: long-term follow-up in a Colombian population. *Arch Soc Esp Ophthalmol (Engl Ed)* 2022; 97: 663-669.
21. Rosen E, Alió JL, Dick HB *et al.* Efficacy and safety of multifocal intraocular lenses following cataract and refractive lens exchange: meta-analysis of peer-reviewed publications. *J Cataract Refract Surg* 2016; 42: 310-328.
22. Chang JSM, Chan VKC, Ng JCM, Law AKP. Visual performance after bilateral implantation of a four-haptic diffractive toric multifocal intraocular lens in high myopes. *J Ophthalmol* 2016; 2016: 5320105.
23. Goto S, Maeda N. Corneal topography for intraocular lens selection in refractive cataract surgery. *Ophthalmology* 2021; 128: e142-e152.
24. Schallhorn SC, Hettinger KA, Pelouskova M *et al.* Effect of residual astigmatism on uncorrected visual acuity and patient satisfaction in pseudophakic patients. *J Cataract Refract Surg* 2021; 47: 991-998.
25. Hayashi K, Yoshida M, Igarashi C, Hirata A. Effect of refractive astigmatism on all-distance visual acuity in eyes with a trifocal intraocular lens. *Am J Ophthalmol* 2021; 221: 279-286.
26. Berdahl JP, Hardten DR, Kramer BA, Potvin R. Effect of astigmatism on visual acuity after multifocal versus monofocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2018; 44: 1192-1197.
27. Fernández J, Rodríguez-Vallejo M, Martínez J *et al.* Patient selection to optimize near vision performance with a low-addition trifocal lens. *J Optom* 2020; 13: 50-58.
28. Toda I, Yamamoto T, Ito M *et al.* Topography-guided ablation for treatment of patients with irregular astigmatism. *J Refract Surg* 2007; 23: 118-1125.
29. Koch DD, Ali SF, Weikert MP *et al.* Contribution of posterior corneal astigmatism to total corneal astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 2012; 38: 2080-2087.
30. Bu S, Jiang Y, Gao Y *et al.* The impact of posterior corneal astigmatism on the surgical planning of toric multifocal intraocular lens implantation. *Adv Ophthalmol Pract Res* 2023; 3: 39-46.
31. Kohnen T, Lwowski C, Hinzelmann L *et al.* Presbyopia correction in astigmatic eyes using a toric trifocal intraocular lens with quadrifocal technology. *J Refract Surg* 2020; 36: 638-644.
32. Blehm C, Potvin R. Evaluating refractive and visual outcomes after bilateral implantation of an apodized diffractive multifocal toric intraocular lens with a moderate add in the dominant eye and a higher add in the fellow eye. *Clin Ophthalmol* 2020; 14: 1035-1041.
33. Yoo YS, Paik DW, Lim DH, Chung TY. One-year long-term clinical outcomes following diffractive trifocal toric intraocular lens implantation: retrospective observational case series study. *Ann Transl Med* 2022; 10: 1159.
34. Wang L, Koch DD. Intraocular lens power calculations in eyes with previous corneal refractive surgery: review and expert opinion. *Ophthalmology* 2021; 128: e121-e131.
35. Li QM, Wang F, Wu ZM *et al.* Trifocal diffractive intraocular lens implantation in patients after previous corneal refractive laser surgery for myopia. *BMC Ophthalmol* 2020; 20: 293.
36. Vrijman V, van der Linden JW, van der Meulen IJE *et al.* Multifocal intraocular lens implantation after previous hyperopic corneal refractive laser surgery. *J Cataract Refract Surg* 2018; 44: 466-470.
37. Masket S, Masket SE. Simple regression formula for intraocular lens power adjustment in eyes requiring cataract surgery after excimer la-

- ser photoablation. *J Cataract Refract Surg* 2006; 32: 430-434.
38. Brenner LF, Gjerdrum B, Aakre BM *et al.* Presbyopic refractive lens exchange with trifocal intraocular lens implantation after corneal laser vision correction: refractive results and biometry analysis. *J Cataract Refract Surg* 2019; 45:1404-1415.
39. Ferguson TJ, Downes RA, Randleman JB. IOL power calculations after LASIK or PRK: Barrett True-K biometer-only calculation strategy yields equivalent outcomes as a multiple formula approach. *J Cataract Refract Surg* 2022; 48: 784-789.
40. Martín-Escuer B, Alfonso JF, Fernández-Vega-Cueto L *et al.* Refractive correction with multifocal intraocular lenses after radial keratotomy. *Eye (Lond)* 2019; 33: 1000-1007.
41. Baartman BJ, Karpuk K, Eichhorn B *et al.* Extended depth of focus lens implantation after radial keratotomy. *Clin Ophthalmol* 2019; 13: 1401-1408.
42. Barnett V, Barsam A, Than J, Srinivasan S. Small-aperture intraocular lens combined with secondary piggyback intraocular lens during cataract surgery after previous radial keratotomy. *J Cataract Refract Surg* 2018; 44: 1042-1045.
43. Gupta PK, Drinkwater OJ, VanDusen KW *et al.* Prevalence of ocular surface dysfunction in patients presenting for cataract surgery evaluation. *J Cataract Refract Surg* 2018; 44: 1090-1096.
44. Yeu E, Koetting C, Calvelli H. Prevalence of Meibomian gland atrophy in patients undergoing cataract surgery. *Cornea* 2023; 42: 1355-1359.
45. Yoo YS, Park SK, Hwang HS *et al.* Association of serum lipid level with meibum biosynthesis and Meibomian gland dysfunction: a review. *J Clin Med* 2022; 11: 4010.
46. Sutu C, Fukuoka H, Afshari NA. Mechanisms and management of dry eye in cataract surgery patients. *Curr Opin Ophthalmol* 2016; 27: 24-30.
47. Rochet E, Levron A, Agard E *et al.* Should artificial tears be used during the preoperative assessment of toric iols before age-related cataract surgery? The TORIDE Study. *J Refract Surg* 2021; 37: 759-766.
48. Kim J, Kim MK, Ha Y *et al.* Improved accuracy of intraocular lens power calculation by preoperative management of dry eye disease. *BMC Ophthalmol* 2021; 21: 364.
49. Woodward MA, Randleman JB, Stulting RD. Dissatisfaction after multifocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2009; 35: 992-997.
50. Kato K, Miyake K, Hirano K, Kondo M. Management of postoperative inflammation and dry eye after cataract surgery. *Cornea* 2019; 38 Suppl 1: S25-S33.
51. Song P, Sun Z, Ren S *et al.* Preoperative management of MGD alleviates the aggravation of MGD and dry eye induced by cataract surgery: a prospective, randomized clinical trial. *Biomed Res Int* 2019; 2019: 2737968.
52. Gibbons A, Ali TK, Waren DP, Donaldson KE. Causes and correction of dissatisfaction after implantation of presbyopia-correcting intraocular lenses. *Clin Ophthalmol* 2016; 10: 1965-1970.
53. Blau-Most M, Reitblat O, Levy A *et al.* Clinical outcomes of presbyopia-correcting intraocular lenses in patients with Fuchs endothelial corneal dystrophy. *Sci Rep* 2023; 13: 786.
54. Shingleton BJ, Heltzer J, O'Donoghue MW. Outcomes of phacoemulsification in patients with and without pseudoexfoliation syndrome. *J Cataract Refract Surg* 2003; 29: 1080-1086.
55. Lee JY, Joo K, Park SJ *et al.* Epiretinal membrane surgery in patients with multifocal versus monofocal intraocular lenses. *Retina* 2021; 41: 2491-1498.
56. Lee JH, Kong M, Sohn JH *et al.* Analysis of Korean retinal specialists' opinions on implanting diffractive multifocal intraocular lenses in

- eyes with underlying retinal diseases. *J Clin Med* 2022; 11: 1836.
57. Leung EH, Gibbons A, Koch DD. Cost-effectiveness of preoperative OCT in cataract evaluation for multifocal intraocular lens. *Ophthalmology* 2020; 127: 859-865.
58. Eleftheriadis H. IOLMaster biometry: refractive results of 100 consecutive cases. *Br J Ophthalmol* 2003; 87: 960-963.
59. Lwowski C, Kohnen T. Prospective evaluation of the ESCRS online calculator for calculation of a multifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2023; 49: 1209-1215.
60. Xu J, Zheng T, Lu Y. Effect of decentration on the optical quality of monofocal, extended depth of focus, and bifocal intraocular lenses. *J Refract Surg* 2019; 35: 484-492.
61. Diao C, Lan Q, Liao J *et al.* Influence of decentration of plate-haptic toric intraocular lens on postoperative visual quality. *BMC Ophthalmol* 2023; 23: 332.
62. Fu Y, Kou J, Chen D *et al.* Influence of angle kappa and angle alpha on visual quality after implantation of multifocal intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2019; 45: 1258-1264.
63. Kim JW, Eom Y, Chung HW *et al.* Factors for good near and distance visual outcomes of multifocal intraocular lens with inferior segmental near add. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2020; 258: 1735-1743.
64. Häring G, Dick HB, Krummenauer F *et al.* Subjective photic phenomena with refractive multifocal and monofocal intraocular lenses: results of a multicenter questionnaire. *J Cataract Refract Surg* 2001; 27: 245-249.
65. Kim EJ, Sajjad A, Montes de Oca I *et al.* Refractive outcomes after multifocal intraocular lens exchange. *J Cataract Refract Surg* 2017; 43: 761-766.
66. Rosa AM, Miranda AC, Patricio M *et al.* Functional magnetic resonance imaging to assess the neurobehavioral impact of dysphotopsia with multifocal intraocular lenses. *Ophthalmology* 2017; 124: 1280-1289.
67. Rosa AM, Miranda AC, Patricio MM *et al.* Functional magnetic resonance imaging to assess neuroadaptation to multifocal intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2017; 43: 1287-1296.
68. Raufi N, James C, Kuo A, Vann R. Intraoperative aberrometry vs modern preoperative formulas in predicting intraocular lens power. *J Cataract Refract Surg* 2020; 46: 857-861.
69. Christopher KL, Patnaik JL, Ifantides C *et al.* Time utilization and refractive prediction enhancement associated with intraoperative aberrometry use during cataract surgery. *Clin Ophthalmol* 2021; 15: 531-539.
70. Castillo-Gómez A, Carmona-González D, Martínez-de-la-Casa JM *et al.* Evaluation of image quality after implantation of 2 diffractive multifocal intraocular lens models. *J Cataract Refract Surg* 2009; 35: 1244-1250.
71. Chaves MAPD, Hida WT, Tzeliks PF *et al.* Comparative study on optical performance and visual outcomes between two diffractive multifocal lenses: AMO Tecnis ZMBoo and AcrySof IQ ReSTOR Multifocal IOL SN6AD1. *Arq Bras Oftalmol* 2016; 79: 171-176.
72. Garzón N, Poyales F, García-Montero M *et al.* Impact of lens material on objective refraction in eyes with trifocal diffractive intraocular lenses. *Curr Eye Res* 2022; 47: 51-61.
73. Phylactou M, Din N, Matarazzo F, Maurino V. Multifocal IOL explantation in patients with opaque lentis after refractive lens exchange. *Int Ophthalmol* 2022; 42: 913-919.
74. Seiler TG, Wegner A, Senfft T, Seiler T. Dissatisfaction after trifocal IOL implantation and its improvement by selective wavefront-guided LASIK. *J Refract Surg* 2019; 35: 346-352.
75. Iftikhar M, Dun C, Schein OD *et al.* Cystoid macular edema after cataract surgery in the united states: IRIS registry (intelligent research in sight) analysis. *Ophthalmology* 2023; 130: 1005-1014.

76. Teshigawara T, Meguro A, Mizuki N. Impact of perioperative dry eye treatment with rebamipide versus artificial tears on visual outcomes after cataract surgery in Japanese population. *Ophthalmol Ther* 2022; 11: 1479-1491.
77. Shah VC, Russo C, Cannon R *et al.* Incidence of Nd:YAG capsulotomy after implantation of AcrySof multifocal and monofocal intraocular lenses: a case controlled study. *J Refract Surg* 2010; 26: 565-568.
78. Alsetri H, Pham D, Masket S *et al.* Diffractive optic intraocular lens exchange: indications and outcomes. *J Cataract Refract Surg* 2022; 48: 673-678.
79. Muftuoglu O, Prasher P, Chu C *et al.* Laser in situ keratomileusis for residual refractive errors after apodized diffractive multifocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2009; 35: 1063-1071.
80. Kamiya K, Hayashi K, Survey Working Group of the Japanese Society of Cataract and Refractive Surgery *et al.* Multifocal intraocular lens explantation: a case series of 50 eyes. *Am J Ophthalmol* 2014; 158: 215-220.e1.
81. Eom Y, Koh E, Yang SK *et al.* Four-flanged polypropylene optic piercing technique for scleral fixation of multifocal intraocular lens. *BMC Ophthalmol* 2023; 23: 392.
82. Whang WJ, Kwon H, Jeon S. Application of a four-flanged intrascleral fixation technique for toric and multifocal intraocular lenses. *Am J Ophthalmol Case Rep* 2020; 20: 100933.

Parte IX

TÉCNICAS QUIRÚRGICAS
EN LA CIRUGÍA DEL CRISTALINO
Y LA PRESBICIA

Cirugía del cristalino e implante de lentes intraoculares

Dra. Bruna V. Ventura

En relación con los resultados de la cirugía del cristalino en la corrección de la presbicia, hay un consenso entre expertos sobre la importancia de una correcta arquitectura de la incisión y del uso adecuado de viscoelástico¹. La técnica de *soft shell* de Arshinoff se basa en usar conjuntamente un viscoelástico dispersivo y un cohesivo sacando las ventajas de cada uno². De esta forma se protegen los tejidos al mismo tiempo que se mantienen siempre bien formados los espacios. Un metaanálisis que comparaba la composición de distintos viscoelásticos encontró que los compuestos de una combinación de sulfato de condroitina y ácido hialurónico (como por ejemplo el Viscoat, DuoVisc o DisCoVisc) protegen más al endotelio que los que están conformados por otras composiciones³.

No hay un consenso sobre cuál de todas las técnicas de fractura es la mejor¹, pero se coincide en que el cirujano debe emplear la técnica con la que esté familiarizado y que optimice el uso del ultrasonido: cuanto menos ultrasonido, menos efectos quirúrgicos en la córnea.

La causa más frecuente de insatisfacción con lentes intraoculares para corrección de la presbicia es la ametropía residual⁴. El astigmatismo residual baja la agudeza visual de manera clínica-

mente significativa⁵. Aproximadamente un 94% de los pacientes operados de catarata tiene astigmatismos corneales más grandes de 0,50 dioptrías (D), y al ser el 36% que tiene más que 1,00 D⁶, la mayoría de los pacientes operados con lentes para presbicia tendrá la versión tórica de la LIO.

La estabilidad de esas lentes con una rotación mínima es importante para que se obtenga su efecto refractivo máximo. Un factor que aumenta el riesgo de rotación de estas lentes es un diámetro anteroposterior largo del ojo; un factor que disminuye el riesgo es un grado avanzado de opacificación de la cápsula anterior⁷. Es por eso que se sugiere no hacer el pulimiento intraoperatorio de la cápsula anterior.

Una capsulorrexis anterior circular y continua es un factor primordial para la estabilidad de la lente. Además, el *overlap* en 360° del borde de la LIO por la capsulorrexis disminuye la incidencia de opacificación de la cápsula posterior, que baja la visión más precozmente con lentes para presbicia que con lentes monofocales⁸.

El centrado y el tilt mínimo de las LIO son muy importantes para sus efectos refractivos⁹. Una lente descentrada o con tilt resulta en más coma interno, lo que es potencializado con el aumento del diámetro pupilar¹⁰.

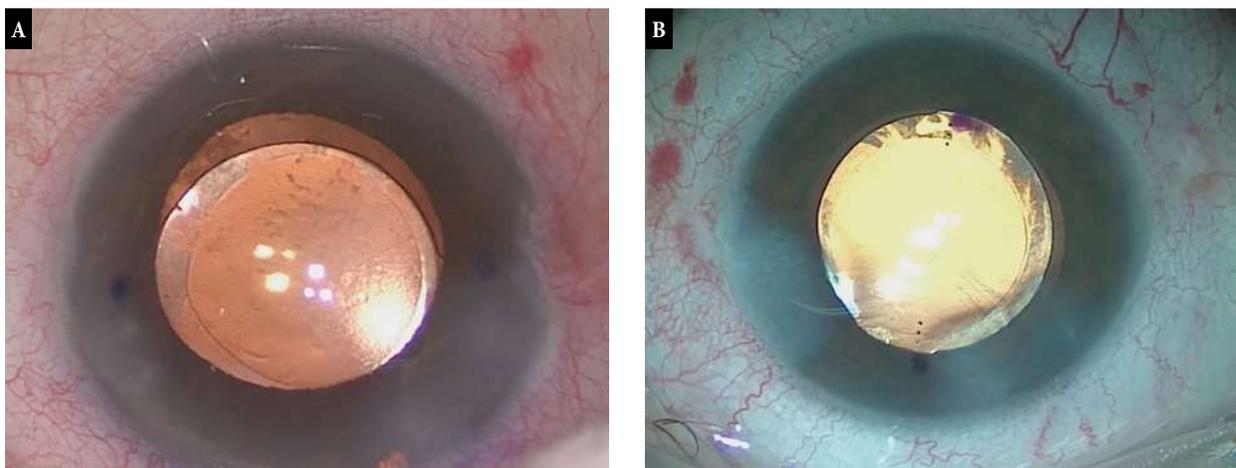


Figura 1. Superposición en 360 grados del borde de la LIO por la capsulorrexis, tanto en un ojo operado sin láser de femtosegundo (A) como con láser de femtosegundo (B).

Por muchos años se creía que el tamaño, el centrado y el *overlap* en 360° del borde de la lente era importante para su estabilidad por la capsulorrexis. En este sentido, Rossi *et al.* demostraron en un estudio de laboratorio que irregularidades o descentraciones de la capsulorrexis anterior aumenta numéricamente el tilt, la descentración y la rotación de la lente a pesar de la relevancia clínica en sus resultados de haber sido pequeña. Eso está de acuerdo con el trabajo clínico de Findl *et al.*¹² quienes encontraron que el tamaño y el centrado de la capsulorrexis no aumenta el tilt de la lente en los 3 primeros meses después de la cirugía¹¹. A pesar de que estadísticamente hubo menos descentración en los ojos con capsulorrexis menor de 4,5 mm, la descentración en los otros grupos fue clínicamente irrelevante.

No obstante, Rossi *et al.* resaltaron que con la cicatrización ocular hay una remodelación del complejo zónula-saco capsular-LIO y es posible una exacerbación a largo plazo de la fibrosis asimétrica del saco capsular con la consecuente modificación en el formato del saco impactando en la posición efectiva de la lente¹¹.

Ya fue reportado que el tamaño de la capsulorrexis influye en la profundidad de cámara anterior (ACD) postoperatoria¹³ y que la ACD posquirúrgica está relacionada con el resultado refractivo de la cirugía¹⁴. De ese modo, la búsqueda por una capsulorrexis de tamaño y centrado adecuado se justifica objetivando estabilidad del lente, aumento de la previsibilidad del resultado refractivo y la disminución de la opacidad de cápsula posterior. Eso puede obtenerse con el láser de femtosegundo o de manera manual con aparatos como el anillo flexible demarcador de Morcher GmbH¹⁵.

Referencias

1. Romano V, Madrid-Costa D, Alfonso JF *et al.* Recommendation for presbyopia-correcting intraocular lenses: a Delphi consensus statement by the ESASO Study Group. *Am J Ophthalmol* 2023; 253: 169-180.
2. Arshinoff SA. Dispersive-cohesive viscoelastic soft shell technique. *J Cataract Refract Surg* 1999; 25: 167-173.

3. Hsiao CW, Cheng H, Ghafouri R *et al.* Corneal outcomes following cataract surgery using ophthalmic viscosurgical devices composed of chondroitin sulfate-hyaluronic acid: a systematic review and meta-analysis. *Clin Ophthalmol* 2023; 17: 2083-2096.
4. Woodward MA, Randleman JB, Stulting RD. Dissatisfaction after multifocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2009; 35: 992-997.
5. Zhang L, Shen W, Shen J *et al.* Effect of postoperative residual astigmatism on visual outcomes after trifocal intraocular lens implantation. *Front Med (Lausanne)* 2023; 10: 1202793.
6. Hoffmann PC, Hütz WW. Analysis of biometry and prevalence data for corneal astigmatism in 23,239 eyes. *J Cataract Refract Surg* 2010; 36: 1479-1485.
7. Zhu X, He W, Zhang K, Lu Y. Factors influencing 1-year rotational stability of AcrySof Toric intraocular lenses. *Br J Ophthalmol* 2016; 100: 263-268.
8. Apple DJ, Peng Q, Visessook N *et al.* Eradication of posterior capsule opacification: documentation of a marked decrease in Nd:YAG laser posterior capsulotomy rates noted in an analysis of 5416 pseudophakic human eyes obtained postmortem. *Ophthalmology* 2001; 108: 505-518.
9. Wang L, Koch DD. Effect of decentration of wavefront-corrected intraocular lenses on the higher-order aberrations of the eye. *Arch Ophthalmol* 2005; 123: 1226-1230.
10. Ashena Z, Maqsood S, Ahmed SN, Nana-vaty MA. Effect of intraocular lens tilt and decentration on visual acuity, dysphotopsia and wavefront aberrations. *Vision (Basel)* 2020; 4: 41.
11. Rossi T, Ceccacci A, Testa G *et al.* Influence of anterior capsulorhexis shape, centration, size, and location on intraocular lens position: finite element model. *J Cataract Refract Surg* 2022; 48: 222-229.
12. Findl O, Hirnschall N, Draschl P, Wiesinger J. Effect of manual capsulorhexis size and position on intraocular lens tilt, centration, and axial position. *J Cataract Refract Surg* 2017; 43: 902-908.
13. Cekiç O, Batman C. The relationship between capsulorhexis size and anterior chamber depth relation. *Ophthalmic Surg Lasers* 1999; 30: 185-190. Erratum en: *Ophthalmic Surg Lasers* 1999; 30: 714.
14. Ning X, Yang Y, Yan H, Zhang J. Anterior chamber depth: a predictor of refractive outcomes after age-related cataract surgery. *BMC Ophthalmol* 2019; 19: 134.
15. Tassignon MJ, Rozema JJ, Gobin L. Ring-shaped caliper for better anterior capsulorhexis sizing and centration. *J Cataract Refract Surg* 2006; 32: 1253-1255.

Parte X

TECNOLOGÍA AVANZADA
EN LA CIRUGÍA DEL CRISTALINO
Y LA PRESBICIA

Cirugía de catarata con presiones intraoculares cercanas a las fisiológicas

Dres. Hugo Scarfone y José Jerónimo Riera

La extracción de cataratas es el procedimiento quirúrgico más frecuentemente realizado en el mundo con un estimado de 20 millones de casos por año, y la facoemulsificación es el método quirúrgico de elección¹⁻². Este número aumentará en los próximos años principalmente por dos motivos: el aumento de la esperanza de vida de la población mundial y la creciente tendencia a realizar la facoemulsificación en personas cada vez más jóvenes.

Desde el desarrollo revolucionario de la facoemulsificación por parte de Charles Kelman en 1967 se realizaron muchos avances para mejorar el resultado quirúrgico, la eficacia y el perfil de seguridad. En años recientes, la fluídica ha sido objeto de numerosos estudios para mejorar la eficacia y aumentar la seguridad del procedimiento³⁻⁴.

El impacto de la facoemulsificación en el bienestar psicosocial y la calidad de vida es cada vez más relevante y por ello es crítica la importancia de realizar una cirugía mínimamente invasiva que no cause ningún daño a los tejidos oculares ni modifique su historia natural o incluso aumente

el riesgo de sufrir alguna alteración funcional y/o estructural causada por esa intervención.

La presión intraocular (PIO) es el resultado de un equilibrio entre la producción y el drenaje del humor acuoso. Cualquier cambio de presión en el ojo puede causar problemas². Un aumento repentino de la PIO ejerce una tensión mecánica sobre la capa de fibras nerviosas de la retina, lo que puede provocar efectos isquémicos⁴. Durante la cirugía de cataratas es necesario equilibrar la entrada y la salida de líquido. Sin un buen equilibrio, la PIO aumentará o disminuirá, lo que podría causar problemas en el ojo.

La presión fisiológica de infusión segura y efectiva es un prerrequisito para una facoemulsificación exitosa. Los sistemas de fluídica actualmente utilizados en la práctica clínica incluyen sistemas pasivos o de gravedad y sistemas de fluídica activa. Para una cirugía segura y confortable es necesario tener una cámara anterior estable posibilitando un correcto espacio para la cirugía. Por el contrario, una cámara anterior estrecha o fluctuante puede dificultar el procedimiento y torna más vulnerables los tejidos

oculares como la córnea, el iris y la cápsula del cristalino⁹.

Los clásicos sistemas pasivos o de gravedad determinan la presión de infusión por la diferencia entre la altura de la botella y la altura del ojo del paciente. A mayor altura de la botella, mayor presión de infusión y mayores valores de PIO durante la cirugía.

Los sistemas de fluídica activa (Centurion Vision System, Alcon Laboratories, Estados Unidos)⁵ han sido actualizados recientemente con sensores de presión integrados a la pieza de mano (Active Sentry) que monitorean los cambios de PIO en tiempo real.

Cada vez que se activa el *active sentry*, se previene o mitiga un evento de *surge*⁶, permitiendo así una cirugía más segura y confortable. En estos sistemas la PIO es independiente de los cambios en la tasa de flujo y el vacío, posibilitando una cirugía con una PIO cercana a la fisiológica, incluso con configuraciones de flujo y vacío más altas. Existe evidencia que se puede realizar una cirugía a valores fisiológicos sin relegar eficiencia⁷.

En los sistemas de fluídica activan cuando la PIO baja de los valores seteados con el equipo, automáticamente dos plaquetas de metal comprimen la bolsa de BSS incrementando la presión de infusión y el *flow rate*^{2, 8}, lo que compensa así rápidamente el líquido intraocular y el volumen de la cámara anterior. Por el contrario, si la PIO es superior a los valores seteados por el equipo, las plaquetas descomprimen la bolsa de BSS permitiendo así una regulación de la PIO con el proceso inverso. Esta flexibilidad del sistema es lo que posibilita una fluídica constante y estable durante la cirugía a pesar de tener diferentes parámetros seteados.

Nicoli y colaboradores monitorizaron la PIO en una cámara de prueba cerrada de acrílico utilizando diferentes condiciones de flujo con un sistema de fluídica activa. Este estudio demostró

que la PIO fue mantenida estable consistentemente muy cercana a la PIO seteada cuando la tasa de aspiración variaba entre 15-60 cc/min⁹.

Existe evidencia científica que altos valores de PIO durante el procedimiento de facoemulsificación y las fluctuaciones que existen en ella potencialmente producen daño a varias estructuras oculares¹⁰, ya sea el endotelio corneal¹¹, la interfase vitreolenticular, y el flujo sanguíneo retinal, coroideo y del nervio óptico¹²⁻¹⁴.

En estudios recientes, Kawasaki y colaboradores demostraron que la cápsula posterior y la membrana hialoidea anterior (AHM) funcionan juntas como una unidad, cuya integridad puede verse dañada por la excesiva presión de infusión o fluctuaciones de presión en la cámara anterior¹⁵⁻¹⁶.

La presión de infusión puede alterar la indemnidad de la interfase vitreolenticular causando desprendimiento de la hialodes anterior (AHD). Scarfone y colaboradores demostraron que presiones de infusión altas generan mayor desprendimiento de la hialoides anterior (espacio de Berger positivo) incluso en sistemas de fluídica activa con minimización o eliminación de fluctuaciones intraquirúrgicas¹⁷. El AHD se asocia con una mayor inestabilidad de la cápsula posterior del cristalino (debido a la pérdida del ligamento de Wieger) y es un riesgo latente y un factor de rotura de la cápsula posterior. Vasavada y colaboradores demostraron que altos parámetros de fluídica podría producir daño zonular y causar AHD¹⁸.

El AHD también puede contribuir parcialmente a la patogénesis de un síndrome de misdirección (*accute fluid misdirection syndrome*) aunque otras condiciones son necesarias que se presenten también.

Operar con presiones de infusión altas puede causar molestias como distensión y dolor ocular, aumentando incluso la ansiedad del paciente y empeoramiento de los resultados quirúrgicos. Utilizar presiones más cercanas a la fisiológica

durante la cirugía de catarata permite mayor confort para el paciente¹⁷, las molestias se reducen considerablemente y permiten realizar una cirugía de forma más segura.

Es esperanzador que esta evidencia permita ayudar a proporcionar información sobre cómo cambiar la facoemulsificación actual configuración de presión de infusión alta a una más moderada y menos invasiva. Además, es importante entender que para lograrlo es necesario incorporar las nuevas tecnologías disponibles en la actualidad y hacer un cambio crítico de mentalidad.

Referencias

1. Lundström M, Barry P, Henry Y *et al.* Evidence-based guidelines for cataract surgery: guidelines based on data in the European Registry of Quality Outcomes for Cataract and Refractive Surgery database. *J Cataract Refract Surg* 2012; 38: 1086-1093.
2. Solomon KD, Lorente R, Fanney D, Cionni RJ. Clinical study using a new phacoemulsification system with surgical intraocular pressure control. *J Cataract Refract Surg* 2016; 42: 542-549.
3. Devgan U. Phaco fluidics and phaco ultrasound power modulations. *Ophthalmol Clin North Am* 2006; 19: 457-468.
4. Benjamin L. Fluidics and rheology in phaco surgery: what matters and what is the hype? *Eye (Lond)* 2018; 32: 204-209.
5. Solomon KD, Lorente R, Fanney D, Cionni RJ. Clinical study using a new phacoemulsification system with surgical intraocular pressure control. *J Cataract Refract Surg* 2016; 42: 542-549.
6. Miller KM, Lubeck D, Woodard L *et al.* Key insights: centurion with active sentry handpiece and INTREPID hybrid tip. Supplement to *CRST (Contact and Refractive Surgery Today)*, Sep/Oct 2019.
7. Luo Y, Xu G, Li H *et al.* Application of the active-fluidics system in phacoemulsification: a review. *J Clin Med* 2023; 12: 611.
8. Chang JSM, Ng JCM, Chan VKC, Law AKP. Cataract surgery with a new fluidics control phacoemulsification system in nanophthalmic eyes. *Case Rep Ophthalmol* 2016, 7: 218-226.
9. Nicoli CM, Dimalanta R, Miller KM. Experimental anterior chamber maintenance in active versus passive phacoemulsification fluidics systems. *J Cataract Refract Surg* 2016, 42: 157-162.
10. Ting DSJ, Rees J, Ng JY *et al.* Effect of high-vacuum setting on phacoemulsification efficiency. *J Cataract Refract Surg* 2017; 43: 1135-1139.
11. Vasavada AR, Praveen MR, Vasavada VA *et al.* Impact of high and low aspiration parameters on postoperative outcomes of phacoemulsification: randomized clinical trial. *J Cataract Refract Surg* 2010; 36: 588-593.
12. Liu J, Liu Q, Yu H *et al.* Microvascular changes in macular area after phacoemulsification and its influencing factors assessed by optical coherence tomography angiography. *Ther Clin Risk Manag* 2021; 17: 405-414.
13. Liu X, Fang Y, Zhou Y *et al.* Dynamic changes in retinal vessel density observed by optical coherence tomography angiography after phacoemulsification: active vs gravity fluidics system. *Arq Bras Oftalmol* 2022; 85: 205-207.
14. Zhou Y, Zhou M, Wang Y *et al.* Short-term changes in retinal vasculature and layer thickness after phacoemulsification surgery. *Curr Eye Res* 2020; 45: 31-37.
15. Kawasaki S, Suzuki T, Yamaguchi M *et al.* Disruption of the posterior chamber-anterior hyaloid membrane barrier during phacoemulsification and aspiration as revealed by contrast-enhanced magnetic resonance imaging. *Arch Ophthalmol* 2009; 127: 465-470.

16. Kawasaki S, Tasaka Y, Suzuki T *et al.* Influence of elevated intraocular pressure on the posterior chamber-anterior hyaloid membrane barrier during cataract operations. *Arch Ophthalmol* 2011; 129: 751-757.
17. Scarfone HA, Rodriguez EC, Rufiner MG *et al.* Vitreous-lens interface changes after cataract surgery using active fluidics and active sentry with high and low infusion pressure settings. *J Cataract Refract Surg* 2024; 50: 333-338.
18. Vasavada V, Srivastava S, Vasavada V *et al.* Impact of fluidic parameters during phacemulsification on the anterior vitreous face behavior: experimental study. *Indian J Ophthalmol* 2019; 67: 1634-1637.

Compact Intuitiv y Veritas Vision System

Dres. José Arrieta y Amparo A. Foguelman

El facoemulsificador Veritas® combina la tecnología fluidica peristáltica y Venturi en un avanzado sistema microquirúrgico modular que permite personalizar el sistema para un mayor control intraoperatorio. La tecnología de fluidica híbrida, a través de su Sistema Advanced Tubing (ATS) y su sistema de Bomba Dual, minimiza el *surge post occlusion*, estabilizando la cámara anterior y protegiendo las estructuras intraoculares.

Rendimiento clínico

Este sistema de visión fue objeto de investigación en un estudio clínico prospectivo y abierto realizado en dos sitios (El Salvador y Bakersfield, California, Estados Unidos). Mediante cirugías de cataratas por facoemulsificación con incisión pequeña utilizando el sistema Veritas se realizó un completo cuestionario sobre el desempeño clínico y su satisfacción con este sistema (fig. 1).

	Description
Study design	Prospective, open-label clinical study
Locations	El Salvador and Bakersfield, California, USA
Study period	September 29, 2020 April 30, 2021
Sample size	115 eyes (79 patients) a treated by 6 surgeons
Primary endpoints	<p>Overall clinical performance was evaluated based on surgeon's ratings for the following items:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rating of anterior chamber stability • Rating of followability • Rating of holdability • Rating of phaco (cutting) efficiency • Satisfaction with usability of VERITAS™ Vision System • Overall satisfaction with VERITAS™ Vision System

* Mean age 65.9 years (range: 45-87 years); 72.2% female; 45.6% Caucasian, 51.9% Central and South American, 2.5% Asian; 64.6% Hispanic/Latino. Abbreviations: USA = United States of America. Source: Johnson & Johnson Vision (2021b).

Figura 1. Estudio clínico de Veritas Vision System.

Questionnaire Item ^a	Cataract Status		Total % of eyes with rating of 4/5 (n/N)	95% CI
	Trace/Mild % (n/N)	Moderate/Severe % (n/N)		
Rating of overall satisfaction with anterior chamber stability				
Score of 3	1.6% (1/63)	0% (0/52)	-	-
Score of 4/5	98.4% (62/63)	100.0% (52/52)	99.1% (114/115)	0.95, 1.00
Rating of followability				
Score of 3	1.6% (1/63)	0% (0/52)	-	-
Score of 4/5	98.4% (62/63)	100.0% (52/52)	99.1% (114/115)	0.95, 1.00
Rating of holdability				
Score of 3	1.6% (1/63)	0% (0/52)	-	-
Score of 4/5	98.4% (62/63)	100.0% (52/52)	99.1% (114/115)	0.95, 1.00
Rating of phaco (cutting) efficiency				
Score of 4/5	100.0% (63/63)	100.0% (52/52)	100.0% (115/115)	0.97, 1.00
Satisfaction with usability of VERITAS T™ Vision System				
Score of 4/5	100.0% (63/63)	100.0% (52/52)	100.0% (115/115)	0.97, 1.00
Overall satisfaction with VERITAS T™ Vision System^b				
Score of 3	1.6% (1/63)	0% (0/51)	-	-
Score of 4/5	98.4% (62/63)	100.0% (51/51)	99.1% (113/114)	0.95, 1.00

^a Surgeon rating based on a scale from 1 to 5, defined as: 1 - unsatisfied, 2 - somewhat unsatisfied, 3 - neither satisfied nor unsatisfied, 4 - satisfied, and 5 - very satisfied. Clinical performance to be considered favorable for rating scores of "4-satisfied" and "5-very satisfied". No ratings of 1 or 2 were recorded.

^bOne surgeon rating was disqualified (invalid rating). Source: Johnson & Johnson Vision (2021b).

Figura 2. Resultados de los criterios de valoración primarios.

Adicionalmente se recopilaron datos suplementarios referentes a los resultados clínicos que incluían la claridad corneal, los eventos adversos y las posibles complicaciones. Estos datos fueron recolectados en distintos momentos: antes de la operación, el día de la cirugía y durante la visita postoperatoria al primer día.

Los resultados obtenidos de los criterios principales revelaron que los cirujanos evaluaron positivamente el sistema de visión Veritas, expresaron una alta satisfacción general con el sistema, clasificándolo como “satisfecho” o “muy satisfecho” en el 99,1% de los casos (113 de 114 casos; con una puntuación media de 4,9 sobre 5).

Con respecto del uso, los cirujanos informaron estar satisfechos o muy satisfechos en el 100% de los ojos operados (115 de 115 casos; con una puntuación media de 4,9 sobre 5). Estos resultados reflejan una percepción altamente positiva y consistente por parte de los profesionales de la salud en cuanto a la eficacia y la facilidad de uso del sistema Veritas (fig. 2).

Datos comparativos sobre el surge post oclusión (POS)

El *surge post-occlusion* tiene lugar cuando una partícula cristaliniiana que ocluye la punta de la pieza de mano es aspirada rápidamente gene-



Figura 3. Pieza de mano giratoria Veritas.

rando una caída drástica de la presión intraocular. La punta del tip ocluida puede provocar que se acumule vacío en el tubo de aspiración, lo que colapsa y almacena energía. Cuando la oclusión se rompe, la liberación de energía almacenada en el tubo extrae líquido muy rápidamente de la cámara anterior, lo que resulta en una rápida disminución de la presión intraocular.

La variación de la PIO del valor estático ocluido al valor mínimo después de la ruptura de la oclusión del tip es clave para medir el desempeño en el rendimiento del POS, donde un cambio menor indica un mejor rendimiento de POS y mayor estabilidad de la cámara. En un estudio in vitro utilizando un simulador de cámara anterior, el sistema Veritas mostró un 18,5% menos de cambio en la PIO que el sistema Centurion®, de Alcon, lo que indica un rendimiento de POS significativamente mejor.

La pieza de mano giratoria Veritas combina el rendimiento establecido de la pieza de mano ELLIPS FX con un diseño ergonómico y liviano que permite una rotación de hasta 220° del

extremo distal mientras que el extremo proximal con el tubo permanece estacionario. La pieza de mano está acoplada (mediante una tecnología segura de bloqueo Luer que evita desconexión) al sistema de tubos avanzado, suave, flexible y liviano, que permite una mayor facilidad de maniobra y garantiza la comodidad del cirujano. Además, la pieza de mano se inclina ligeramente en el extremo proximal para que el tubo y el cable de alimentación cuelguen y cubra la mano del cirujano para facilitar el movimiento de la mano y la comodidad en general (fig. 3).

El pedal Veritas está diseñado ergonómicamente para control y comodidad, con interruptores laterales y superiores intuitivos y una respuesta acústica y táctil mejorada.

Su ángulo inicial de 12° proporciona un rango de movimiento óptimo durante la cirugía para reducir la fatiga. Los cirujanos también expresaron satisfacción o gran satisfacción con respecto de este pedal otorgándole una puntuación media de 4,9 sobre 5. Asimismo, la pieza de mano giratoria recibió una valoración positiva con una

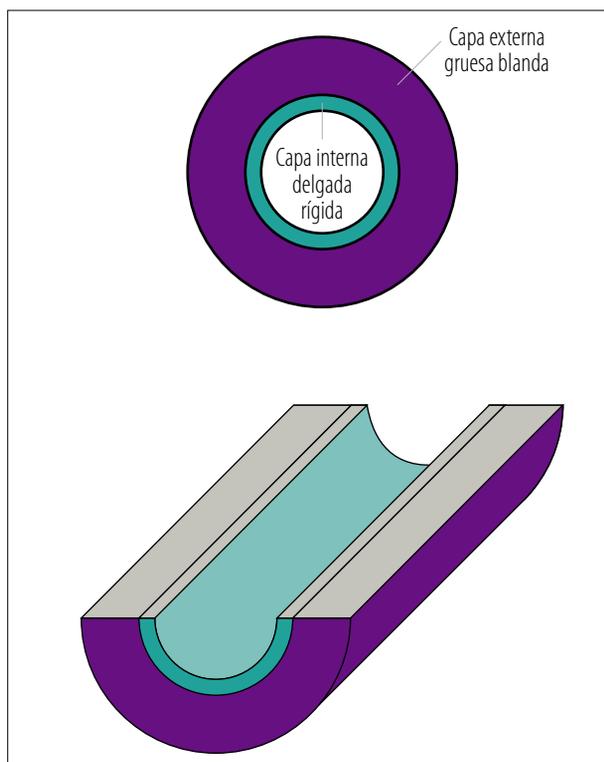


Figura 4. Sistema Advance Tubing (ATS).

puntuación media de 4,8 sobre 5, en el 100% de los casos para el pedal y en el 97,2% para la pieza de mano giratoria. En términos específicos, los profesionales manifestaron su satisfacción o gran satisfacción con la ergonomía mejorada del pedal en la totalidad de los casos y, en relación con la pieza de mano giratoria, manifestaron su aprobación en cuanto al peso, tamaño y control en el 97,2% de los casos.

El sistema de tuberías avanzado (ATS) con la capa interna de la tubuladura de aspiración rígida mantiene el diámetro a presiones de vacío más altas, minimizando la variabilidad del volumen del fluido, mientras que su diámetro interno menor reduce el flujo del canal de aspiración (fig. 4).

Por otro lado, la flexibilidad de la capa externa optimiza el manejo y la comodidad del cirujano.

La reducción del diámetro interno de las tubuladuras de aspiración Veritas fue objeto de inves-

tigación en un estudio de laboratorio llevado a cabo por Johnson & Johnson Vision en 2021. Específicamente se empleó un facoemulsificador Veritas con modo Venturi en el estudio, donde se comparó el rendimiento del flujo de aspiración entre Veritas y OPO73 en una amplia variedad de configuraciones de vacío. Los resultados revelaron que los caudales de aspiración observados con las tubuladuras Veritas eran significativamente más bajos en comparación con los observados con las de OPO73. Por ejemplo, al utilizar una punta de calibre 20, el flujo de aspiración para Veritas fue un 20% menor que el de OPO73 con las mismas configuraciones de vacío. Estos hallazgos sugieren que el flujo de aspiración de Veritas podría potencialmente mitigar la variación de la presión intraocular durante la cirugía en modo Venturi, mejorando así la estabilidad de la cámara.

Además, durante la investigación se demostró que el flujo de aspiración con Veritas puede operar con una configuración de vacío más elevada que los sistemas OPO73 para lograr un flujo de aspiración de 60 cc/min, lo que indica una mejor capacidad de retención de partículas cristalinas.

Bibliografía

- Chang A, Fridberg A, Kugelberg M. Comparison of phacoemulsification cataract surgery with low versus standard fluidic settings and the impact on postoperative parameters. *Eur J Ophthalmol* 2017; 27: 39-44.
- Chang D, Davis EA, Kim T. Improving surgical safety with modern phaco technology. *Cataract & Refract Surg Today* 2008; Nov. Disponible en: https://crstoday.com/articles/2008-nov/crst1108_04-php
- Charles S, Honavar SG, Hyer J, Marx JL, Olitsky S *et al.* Ophthalmologists raise awareness of workstyle-related ergonomic problems. *Ocular Surg News* 2019, May 6. Disponible en:

<https://www.healio.com/news/ophthalmology/20190502/ophthalmologists-raise-awareness-of-workstylerelated-ergonomic-problems>

Dhimitri KC, McGwin G Jr., McNeal SF *et al.* Symptoms of musculoskeletal disorders in ophthalmologists. *Am J Ophthalmol* 2005; 139: 179-181.

Hyer JN, Lee RM, Chowdhury HR *et al.* National survey of back & neck pain amongst consultant ophthalmologists in the United Kingdom. *Int Ophthalmol* 2015; 35: 769-775.

Johnson & Johnson Vision (Santa Ana, Calif.). Clinical investigation of the next generation phaco system (VERITAS Vision System). Study: ALPI-101-SUST. DOF2021CT4016. Disponible en: https://classic.clinicaltrials.gov/ProvidedDocs/40/NCT04332640/SAP_001.pdf

Kabbara S, Heczko JB, Bernhisel AA *et al.* Effect of high vacuum and aspiration on phacoemulsification efficiency and chatter using a transversal ultrasound machine. *J Cataract Refract Surg* 2018; 44: 1378-1383.

Cirugía del cristalino con láser de femtosegundo

Dr. Carlos Ferroni

En la corrección de la presbicia, la mejor manera de tratarla en forma definitiva y bilateral es con la cirugía refractiva del cristalino o cirugía de catarata en caso de que esta anomalía esté presente.

El concepto de cristalino cataratoso es variable: se utiliza lámpara de hendidura y se descarta que haya una catarata subcapsular posterior o anterior, una cortical o nuclear y se busca el centro del cristalino, puntualmente en su núcleo. Si al observar esta zona el cristalino aún permanece con una sombra negra, ese cristalino no tiene catarata; si por el contrario se encuentra que esa área es blanquecina o gris, se considera que ya presenta el grado suficiente de catarata como para intervenir quirúrgicamente a ese cristalino cataratoso.

Para realizar la cirugía refractiva del cristalino se cuenta con una herramienta fundamental: el láser de femtosegundo.

En el año 2010 este láser fue el primero aprobado por la FDA para realizar la capsulotomía y la fragmentación del cristalino en la cirugía de catarata.

El láser femtosegundo LenSx produce un fenómeno conocido como fotodisrupción que

emite un haz de pulsos de láser de muy corta duración, genera plasma tras los impactos confluyentes, ese plasma se expande a elevada velocidad, desplaza al tejido existente en su alrededor y el plasma expandido se distribuye a través del tejido como un frente de onda. Cuando el frente de onda pierde energía y velocidad, las ondas acústicas desaparecen y el plasma se enfría formando una burbuja de gas. En este proceso se libera una pequeña cantidad de tejido —menor de una micra— y la burbuja que queda posee principalmente dos gases: uno es dióxido de carbono y el otro, vapor de agua. Ese es el mecanismo básicamente la manera por la cual actúa el láser de femtosegundo.

A partir de su aprobación, el láser fue sufriendo permanentes modificaciones en su evolución que lo hicieron cada vez más práctico brindando más seguridad, confianza y reproducibilidad.

Entre las modificaciones importantes se encuentra la interfase SoftFit™, con la cual no se producen pliegues corneales como ocurría anteriormente cuando la interfase era más rígida, y también la presión intraocular aumentaba solo 16 mmHg sobre la presión intraocular base.

Otro de los progresos fundamentales fue la incorporación del centrado automático de la capsulotomía, ya que en las primeras generaciones del LenSx se realizaba manualmente. A partir de ese entonces, el láser lo hace automáticamente con una alta precisión con solo oprimir un botón. Ambas simplificaron y acortaron enormemente el procedimiento y le otorgaron mayor grado de seguridad.

El Femtosegundo cuenta también con un OCT de elevada definición y un escaneo de 360 grados del segmento anterior del ojo, lo que es sumamente útil para controlar la evolución del procedimiento durante la técnica y todo en tiempo real.

El paso trascendental de la cirugía es el *docking*, es decir, el acoplamiento; se realiza con una interfase descartable que comunica y pone en contacto el equipo, el láser con el ojo del paciente. Este paso puede presentar algunos inconvenientes, por ejemplo en paciente no colaboradores, en hendiduras palpebrales muy pequeñas o en pacientes con conjuntivas muy laxas, es muy importante adquirir el entrenamiento para realizar este paso del procedimiento, que es lo que facilita el resto de las medidas a tomar.

Independientemente de que este procedimiento es delicado y hay que realizarlo con adiestramiento, más del 98%-99% de los casos son exitosos.

Por lo tanto, los pasos que efectúa el LenSx son: el *docking* mencionado recientemente, continúa la capsulotomía anterior, luego el tratamiento del núcleo y, por último, las incisiones corneales, tanto la accesoria como la incisión principal.

En lo que respecta a las capsulotomías, son eficaces, centradas y queda la cápsula libre en más del 99% de los procedimientos. Hay trabajos que demuestran que el 100% de estas capsulotomías están más menos 0,25 micras de acuerdo con lo que se había planificado, en tanto que con las técnicas manuales solo el 10% de ellas queda como se tal lo planteado anteriormente.

La fragmentación del núcleo es el paso en el cual se ahorra más cantidad de energía. Existen estudios que demuestran que la disminución es del 43% del poder utilizando el faco y del 51% del tiempo de faco utilizando LenSx. Si se lo compara con técnicas manuales, esto redundaría en córneas paquimétricamente más delgadas al día siguiente de la cirugía. Por lo tanto, para los casos complejos como córneas guttatas o endotelios débiles por otro motivo es sumamente valioso utilizar este tipo de tecnología.

El láser femtosegundo realiza las incisiones de la forma y dimensiones deseadas, pudiendo obtener incisiones en tres planos. Esto garantiza que al finalizar la cirugía el ojo permanezca herméticamente sellado sin necesidad de edematizar los bordes quirúrgicos.

La femtofaco lógicamente también tiene sus inconvenientes y contraindicaciones; una de ellas es la falta de conocimiento y entrenamiento necesario, por lo que se necesita una curva de aprendizaje para su correcto manejo.

Otro concepto importante es el siguiente: lo que el láser no ve no puede hacer, es decir, en córneas opacas, córneas con cicatrices importantes que no permiten que el láser penetre, el láser será totalmente ineficiente en esos casos. En pupilas muy pequeñas está contraindicado realizar el procedimiento ya que el láser no verá a través del iris; lo mismo ocurre cuando los pacientes mueven mucho la cabeza o bien sus ojos, pacientes poco colaboradores, demasiado ansiosos o que no tengan la fijación suficiente.

También se pueden presentar inconvenientes durante el *docking*, por ejemplo, en conjuntivas extremadamente laxas que se interpongan entre la interfase y el SoftFitTM pudiendo no hacer la presión suficiente.

Las complicaciones que se pueden llegar a presentar son realmente escasas, las más frecuentes son las hemorragias subconjuntivales; también cuando las capsulorrexis no sean totalmente com-

pletas, esto pasa en menos del 1% de los casos. Además podrían presentarse problemas para reutilizar la succión, aunque esto es muy infrecuente.

Durante la hidrodisección existe la posibilidad de un bloqueo pupilar que dependerá básicamente de la delicadeza al momento de realizarla.

Se utiliza una determinada energía y ciertos parámetros. En lo que respecta a energía se detalla en la introducción su importancia dentro del ojo. Actualmente el LenSx libera energía dentro de los siguientes parámetros: capsulotomías de 6mJ, para tratamiento del cristalino 9mJ, para las incisiones principal y secundaria 5mJ y para arcuatas de 3mJ. Esto representa un 66% menos de energía con la interfase SoftFit™ que con la interfase rígida anterior.

En conclusión, es estéril discutir la diferencia entre la técnica de femtofacó y la técnica convencional manual, ya que el femtofacó combina técnicas superadoras para los pacientes. El más preciso de los cirujanos con los instrumentos habituales no es capaz de centrar y realizar una capsulorrexis perfecta en arquitectura y diámetro, lo mismo respecto de la arquitectura de las incisiones, mucho menos tener reproductividad de cada paso; nadie puede realizarlo cien veces de la misma manera y el femtofacó sí es capaz de hacerlo.

Sin embargo, durante el consenso se presentaron estudios reportados en la literatura que no encontraron diferencias clínicamente y estadísticamente significativas en los resultados postoperatorios visuales comparando la técnica quirúrgica manual versus la técnica con femtosegundo láser en la cirugía del cristalino.

El procedimiento facorretractivo puede llegar a eliminar la necesidad de utilizar ultrasonido recurriendo únicamente a irrigación y aspiración de las masas, esto se logra con láser femtosegundo.

Muchos ya han trabajado en este sentido para aumentar los niveles de seguridad del procedimiento y de los tejidos circundantes, especial-

mente del endotelio. Con respecto de las incisiones, el femtosegundo puede mostrar menor daño con cicatrización más rápida, esto podría atribuirse a las propiedades de la herida propiamente dicha y a la menor tensión mecánica durante la cirugía. Otro dato importante es que con una capsulotomía perfecta, circular, continua y centrada se tiene mayor control de la posición efectiva de la lente, siendo esto en definitiva lo que brindará la solución refractiva deseada.

Bibliografía

- Ahn H, Jun I, Seo KY *et al.* Femtosecond laser-assisted cataract surgery after corneal refractive surgery. *Sci Rep* 2022; 12: 4263.
- Alió JL, Abdelghany AA, Abdou AA, Maldonado MJ. Cataract surgery on the previous corneal refractive surgery patient. *Surv Ophthalmol* 2016; 61: 769-777.
- Alió JL, Abdou AA, Puente AA *et al.* Femtosecond laser cataract surgery: updates on technologies and outcomes. *J Refract Surg* 2014; 30: 420-427.
- Asena BS, Kaskaloglu M. Comparison of hybrid and cross fragmentation patterns in terms of phaco time and corneal effects. *Lasers Surg Med* 2018; 50: 319-323.
- Asena BS, Kaskaloglu M. Laser-assisted cataract surgery: soft lens assisted interface (SoftFit) versus direct contact interface. *Eur J Ophthalmol* 2016; 26: 242-247.
- Assaf AH, Aly MG, Zaki RG *et al.* Femtosecond laser-assisted cataract surgery in soft and hard nuclear cataracts: a comparison of effective phacoemulsification time. *Clin Ophthalmol* 2021; 15: 1095-1100.
- Bali SJ, Hodge C, Lawless M *et al.* Early experience with the femtosecond laser for cataract surgery. *Ophthalmology* 2012; 119: 891-899.
- Bhagat N, Nissirios N, Potdevin L *et al.* Complications in resident-performed phaco-

- multisification cataract surgery at New Jersey Medical School. *Br J Ophthalmol* 2007; 91: 1315-1317.
- Calladine D, Ward M, Packard R. Adherent ocular bandage for clear corneal incisions used in cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2010; 36: 1839-1848.
- Chang JS, Chen IN, Chan WM *et al.* Initial evaluation of a femtosecond laser system in cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2014; 40: 29-36.
- Conrad-Hengerer I, Hengerer FH, Joachim SC *et al.* Femtosecond laser-assisted cataract surgery in intumescent white cataracts. *J Cataract Refract Surg* 2014; 40: 44-50.
- Conrad-Hengerer I, Hengerer FH, Schultz T, Dick HB. Effect of femtosecond laser fragmentation of the nucleus with different softening grid sizes on effective phaco time in cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2012; 38: 1888-1894.
- Conrad-Hengerer I, Hengerer FH, Schultz T, Dick HB. Femtosecond laser-assisted cataract surgery in eyes with a small pupil. *J Cataract Refract Surg* 2013; 39: 1314-1320.
- Donmez O, Asena BS, Aydin Akova Y. Subjective and objective clinical outcomes of a new trifocal toric intraocular lens and effect of femtosecond laser cataract surgery. *Eur J Ophthalmol* 2022; 32: 2225-2233.
- Dooley IJ, O'Brien PD. Subjective difficulty of each stage of phacoemulsification cataract surgery performed by basic surgical trainees. *J Cataract Refract Surg* 2006; 32: 604-608.
- Friedman NJ, Palanker DV, Schuele G *et al.* Femtosecond laser capsulotomy. *J Cataract Refract Surg* 2011; 37: 1189-1198.
- Grewal DS, Dalal RR, Jun S *et al.* Impact of the learning curve on intraoperative surgical time in femtosecond laser-assisted cataract surgery. *J Refract Surg* 2016; 32: 311-317.
- Kim DH, Wee WR, Lee JH, Kim MK. The comparison between torsional and conventional mode phacoemulsification in moderate and hard cataracts. *Korean J Ophthalmol* 2010; 24: 336-340.
- Kránitz K, Miháltz K, Sándor GL *et al.* Intraocular lens tilt and decentration measured by Scheimpflug camera following manual or femtosecond laser-created continuous circular capsulotomy. *J Refract Surg* 2012; 28: 259-263.
- Kránitz K, Takacs A, Miháltz K *et al.* Femtosecond laser capsulotomy and manual continuous curvilinear capsulorrhexis parameters and their effects on intraocular lens centration. *J Refract Surg* 2011; 27: 558-563.
- Krarup T, Ejstrup R, Mortensen A *et al.* Comparison of refractive predictability and endothelial cell loss in femtosecond laser-assisted cataract surgery and conventional phaco surgery: prospective randomised trial with 6 months of follow-up. *BMJ Open Ophthalmol* 2019; 4: e000233.
- Lyu D, Shen Z, Zhang L *et al.* Comparison of perioperative parameters in femtosecond laser-assisted cataract surgery using 3 nuclear fragmentation patterns. *Am J Ophthalmol* 2020; 213: 283-292.
- Ma J, Sun X, Liu Y, Liu Y. Observation of visual quality after femtosecond laser-assisted cataract surgery combined with trifocal intraocular lens implantation. *Comput Math Methods Med* 2022; 2022: 1519416.
- Mastropasqua L, Toto L, Mattei PA *et al.* Optical coherence tomography and 3-dimensional confocal structured imaging system-guided femtosecond laser capsulotomy versus manual continuous curvilinear capsulorrhexis. *J Cataract Refract Surg* 2014; 40: 2035-2043.
- Nagy ZZ, Kránitz K, Takacs AI *et al.* Comparison of intraocular lens decentration parameters after femtosecond and manual capsulotomies. *J Refract Surg* 2011; 27: 564-569.

- Nagy ZZ, Kránitz K, Takacs A *et al.* Intraocular femtosecond laser use in traumatic cataracts following penetrating and blunt trauma. *J Refract Surg* 2012; 28: 151-153.
- Nagy ZZ, Mastropasqua L, Knorz MC. The use of femtosecond lasers in cataract surgery: review of the published results with the LenSx system. *J Refract Surg* 2014; 30: 730-740.
- Narayan A, Evans JR, O'Brart D *et al.* Laser-assisted cataract surgery versus standard ultrasound phacoemulsification cataract surgery. *Cochrane Database Syst Rev* 2023; 6: CD010735.
- Popovic M, Campos-Möller X, Schlenker MB, Ahmed II. Efficacy and safety of femtosecond laser-assisted cataract surgery compared with manual cataract surgery: a meta-analysis of 14567 eyes. *Ophthalmology* 2016; 123: 2113-2126.
- Sahin V, Unal M, Ayaz Y. Outcomes after bilateral implantation of AcrySof IQ PanOptix trifocal intraocular lens: a prospective interventional study. *Med Hypothesis Discov Innov Ophthalmol* 2023; 12: 36-45.
- Shajari M, Khalil S, Mayer WJ *et al.* Comparison of 2 laser fragmentation patterns used in femtosecond laser-assisted cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2017; 43: 1571-1574.
- Sharma B, Abell RG, Arora T *et al.* Techniques of anterior capsulotomy in cataract surgery. *Indian J Ophthalmol* 2019; 67: 450-460.
- Takács AI, Kovács I, Miháلتz K *et al.* Central corneal volume and endothelial cell count following femtosecond laser-assisted refractive cataract surgery compared to conventional phacoemulsification. *J Refract Surg* 2012; 28: 387-391.
- Walkow T, Anders N, Klebe S. Endothelial cell loss after phacoemulsification: relation to preoperative and intraoperative parameters. *J Cataract Refract Surg* 2000; 26: 727-732.
- Zetterström C, Laurell CG. Comparison of endothelial cell loss and phacoemulsification energy during endocapsular phacoemulsification surgery. *J Cataract Refract Surg* 1995; 21: 55-58.

Cirugía tridimensional

Dr. Nicolás Emiliozzi

Los sistemas de visualización tridimensional (3D), conocidos como *heads-up surgery* (HUS) han sido ampliamente aceptados en los últimos años desde su aparición en 2010, especialmente para procedimientos vitreoretinales¹⁻².

La principal diferencia con el microscopio convencional es que están compuestos por una cámara digital de alto rango dinámico que permite capturar imágenes en tiempo real y poder manipularlas digitalmente sobre una pantalla de alta resolución de acuerdo con las necesidades de cada cirujano³.

Bajo estas condiciones es posible trabajar con menor intensidad de luz, obtener una profundidad de foco extendida aun en alta magnificación, observar los parámetros y otros datos en forma simultánea, inclusive estudios complementarios como la tomografía de coherencia óptica (OCT)⁴.

Otra ventaja del procesamiento de las imágenes es que se puede maximizar cada uno de sus aspectos como los colores, el contraste, el brillo y la saturación, realzando las diferencias entre estructuras y comportándose como verdaderos filtros digitales⁵. Al permitir prescindir de la necesidad de subir la intensidad de iluminación es posible disminuir el riesgo de fototoxicidad⁶.

En comparación con los microscopios convencionales no se han observado diferencias significativas en cuanto a la duración, la tasa de complicaciones y los resultados visuales postoperatorios con los sistemas de visualización 3D, por lo que ofrecen la misma seguridad y eficacia⁷⁻⁹.

El potencial beneficio de los sistemas 3D es la integración de nuevas tecnologías de imágenes y procesamiento de datos e información en tiempo real, que eventualmente sea de mayor utilidad para guiar decisiones o cambiar conductas intraoperatorias. Sin embargo, aún se necesitan trabajos con mayor nivel de evidencia para determinar la mejoría significativa por sobre el microscopio analógico.

La principal desventaja es su alto costo, la necesidad de acoplarse al microscopio convencional, el espacio que demanda dentro del quirófano y la curva de aprendizaje del cirujano y su equipo de trabajo.

Referencias

1. Riemann CD. Machine vision and vitrectomy: three dimensional high definition (3dhd) video for surgical visualization in the retina.



Figura 1. Disposición de quirófano para cirugía 3D.

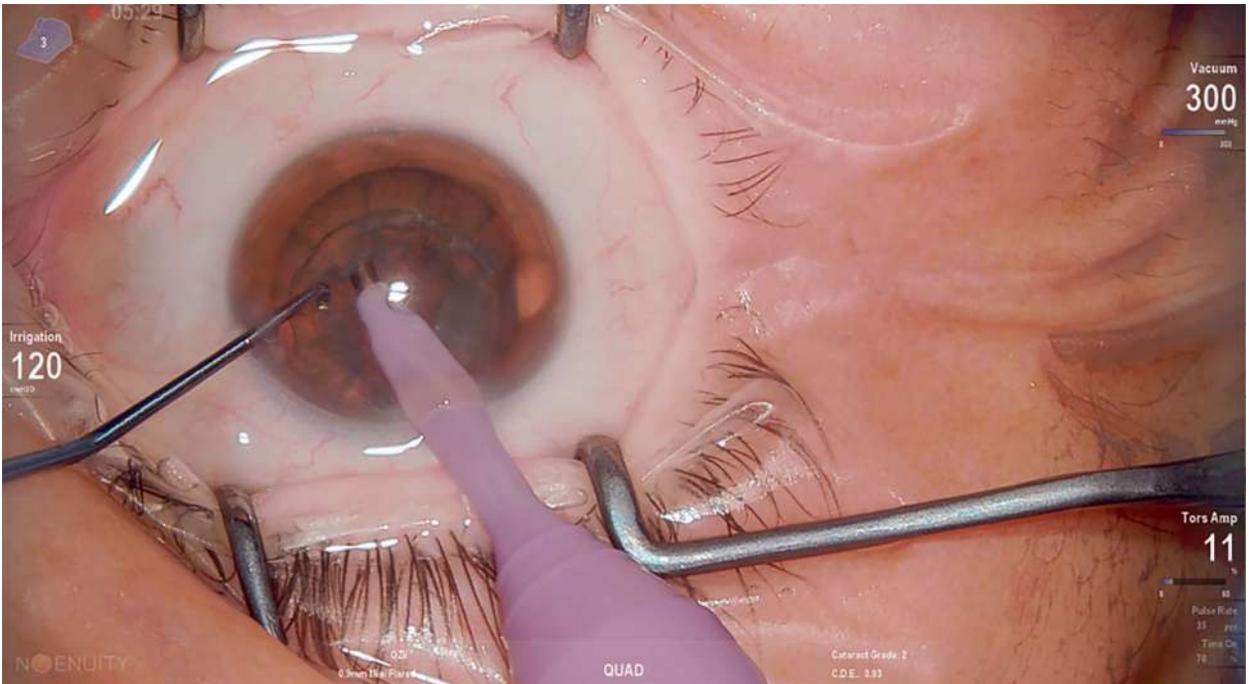


Figura 2. Control de parámetros en tiempo real.

Poster presentation at the American Academy of Ophthalmology meeting in Chicago, October, 2010.

2. Eckardt C, Paulo EB. Heads-up surgery for vitreoretinal procedures: an experimental and clinical study. *Retina* 2016; 36: 137-147.

3. Zhang T, Tang W, Gezhi X. Comparative analysis of three-dimensional heads-up vitrectomy and traditional microscopic vitrectomy for vitreoretinal diseases. *Curr Eye Res* 2019; 44: 1080-1086.

4. Freeman WR, Chen KC, Ho J *et al.* Resolution, depth of field, and physician satisfaction during digitally assisted vitreoretinal surgery. *Retina* 2019; 39: 1768-1771.

5. Akiyama K, Watanabe K, Fukui M *et al.* Quantitative evaluation of digital-image enhancement during heads-up surgery. *Sci Rep* 2019; 9: 15931.

6. Matsumoto CS, Shibuya M, Makita J *et al.* Heads-up 3D surgery under low light intensity conditions: new high-sensitivity HD camera for ophthalmology microscopes. *J Ophthalmol* 2019; 2019: 5013463.

7. Webers VSC, Bauer NJC, Visser N *et al.* Image-guided system versus manual marking for toric intraocular lens alignment in cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2017; 43: 781-788.

8. Weinstock RJ, Diakonis VF, Schwartz AJ, Weinstock AJ. Heads-up cataract surgery: complication rates, surgical duration, and comparison with traditional microscopes. *J Refract Surg* 2019; 35: 318-322.

9. Kelkar A, Kelkar J, Chougule Y *et al.* Cognitive workload, complications and visual outcomes of phacoemulsification cataract surgery: three-dimensional versus conventional microscope. *Eur J Ophthalmol* 2022; 32: 2935-2941.

ZEISS FORUM™: transformación digital y optimización del flujo de trabajo

Ing. Ricardo Benito

El manejo del astigmatismo con precisión durante la cirugía de catarata requiere de una aguda marcación e identificación de las referencias¹. Los desafíos son, en primer lugar, reducir el error a menos de 5 grados en la alineación del eje y segundo lugar, lograr una correcta marcación del eje horizontal supuesto teniendo en cuenta que las marcas de tinta con el paciente parado o sentado pueden experimentar una variación de grados por el efecto de la ciclorsión.

La tecnología de imagen guiada ofrece una solución a estos desafíos en la cirugía de catarata, ya que reduce los potenciales errores en los pasos pre e intraoperatorios².

La identificación del paciente, la revisión de la biometría óptica, el análisis de selección de lente intraocular, la guía de marcación de lente tórica, sumados a otros estudios como OCT, lágrima, topografía, etc. en formato papel o digitalizados independientemente en un sistema informático de la clínica, forman un sinfín de potenciales errores debido a diferencias en transcripciones, fallas en la comunicación, falta de trabajo en

equipo, errores humanos involuntarios, subjetividades, etc.

Si además de lo antedicho sumamos la exigencia de precisión que hoy en día demandan las nuevas lentes trifocales de rango extendido y tóricas para obtener resultados extraordinarios, se hace evidente la necesidad de unificar y centralizar la información en un solo flujo de información que se coordine perfecta y armoniosamente con la dinámica de trabajo en quirófano y la circulación de pacientes desde la primera consulta hasta la visita posquirúrgica.

A través de su plataforma digital FORUM™ y la herramienta EQ Workplace, ZEISS ofrece una solución práctica que reduce significativamente los potenciales problemas que puedan surgir en la planificación de una cirugía de catarata: desde el manejo de información del paciente y sus estudios pre y posquirúrgicos, como la optimización de los cálculos de lentes y el soporte intraoperatorio para la implantación de lentes tóricas (fig. 1).

FORUM™ es una plataforma digital que centraliza toda la información clínica de los pacien-

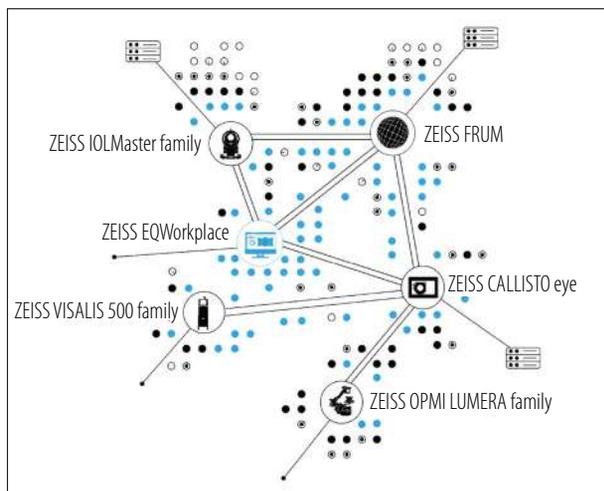


Figura 1. FORUM™ Cataract Workflow.

tes y permite gestionar, visualizar los informes y reportes generados por todos los dispositivos de la clínica* organizados temporalmente a través de uno o más dispositivos: PC, celular y/o tablet. Además, FORUM™ es la base sobre la cual se pueden instalar todas las soluciones de especialidad de ZEISS: Retina Workplace, Glaucoma Workplace, Refractive Workplace y —en particular para el interés del oftalmólogo— el EQ Workplace (cataract management). Todas estas herramientas de acceso remoto e independiente permiten una interacción con los estudios y análisis de progresión de patologías en el tiempo, que superan en posibilidades y comparativas a las propias de cada dispositivo y permiten entregar informes a pacientes y especialistas más completos y personalizados (fig. 2).

Cataract Workflow

Dado el gran volumen de información que se genera y maneja en la práctica diaria, la eficiencia del manejo de información es indispen-

sable para optimizar los tiempos, precisando un acceso rápido y permitiendo tomar las mejores decisiones para los pacientes.

La solución *ZEISS Cataract Workflow* —interconectada a través de FORUM™— se compone de las siguientes soluciones tecnológicas:

ZEISS IOLMaster 700

Es un biómetro óptico que adquiere las mediciones y parámetros anatómicos del ojo, calcula lentes y administra la información de las lentes intraoculares. Anticipa sorpresas refractivas gracias al OCT *swept source* integrado, además de contar con una tecnología que permite penetrar las cataratas más duras. Mide la queratometría total real y además cuenta con la opción de topografía central.

ZEISS EQ Workplace

Toma la información del IOLMaster 700 y permite calcular y elegir la lente intraocular, planificar la cirugía y recolectar la data postoperatoria para personalizar las constantes de las lentes intraoculares para futuros cálculos. Además, facilita el envío sistematizado de solicitud de lentes al proveedor seleccionado y se conecta con Callisto eye a través de FORUM™ para brindar la información y planificación de la cirugía dentro del quirófano³.

La empresa ZEISS, desarrolladora de la primera lente trifocal del mercado, continúa expandiendo su portfolio al ofrecer una solución a medida de cada paciente... y de cada cirujano (fig. 3).

ZEISS Callisto eye

Es un sistema de cirugía asistida por ordenador. Las funciones de asistencia se visuali-

* Con protocolo de comunicación DICOM



Figura 2. Display de la Plataforma digital FORUM™.



Figura 3. Primera lente trifocal.

zan directamente en el ocular del microscopio quirúrgico brindando el seguimiento ocular automático, la marcación de la incisión/LRI, un asistente en rexis, la alineación de lentes tóricas Z-Align y K-Track, además de asistir la referencia para garantizar la correcta ubicación de la lente intraocular (fig. 4).

ZEISS Quatera 700

Este equipo revoluciona la facoemulsificación con un sistema moderno y único. La patentada QUATTRO Pump® permite un intercambio de fluidos sincronizado que mide y controla simultáneamente los volúmenes de infusión y aspiración en tiempo real compensando activamente los volúmenes de fuga por incisión. Ofrece al cirujano una estabilidad de cámara sin precedentes, independiente de la PIO y del flujo. *Power on Demand* durante la extracción de la catarata, convierte toda cirugía en un procedimiento eficiente y seguro (fig. 5).

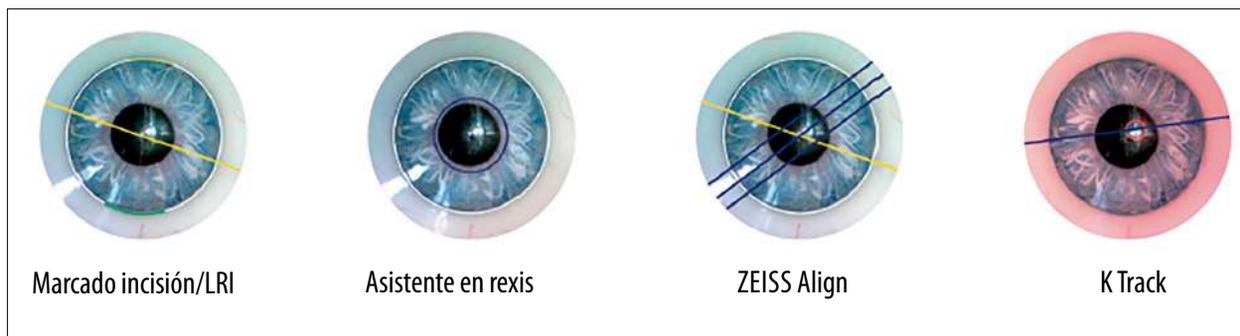


Figura 4. ZEISS Callisto eye.



Figura 5. ZEISS Quatera 700.



Figura 6. ZEISS OPMI Lumera.

ZEISS OPMI Lumera

La visualización única que ofrecen los microscopios de la familia ZEISS OPMI Lumera se integra al *Cataract Workflow* a través de Callisto eye, siendo un aliado indispensable para el trabajo cotidiano del cirujano (fig. 6).

Las mejores soluciones individuales, integradas a través de FORUM™, conforman el ZEISS *Cataract Workflow* y son el futuro de los procedimientos quirúrgicos.

Un tema a considerar —y que se está instalando en toda Latinoamérica— es el de la Ley de Seguridad y Datos Informáticos Personales, que exige que la confidencialidad, la integridad y la disponibilidad de datos personales deberán ser protegidas mediante salvaguardas de seguridad técnica incluyendo su acceso, pérdida, destrucción, daño o divulgación. Instalada esta ley en nuestro país, la solución digital FORUM™ permitirá su cumplimiento sin precisar nuevas inversiones⁴.

Referencias

1. Titiyal JS, Lin BHY. Image guide technologies. *Cake Magazine* 2020; Jan. 15. Disponible en: <https://cakemagazine.org/image-guided-technologies/>
2. Russell M. Eliminating inefficiencies and never-events in cataract surgery. *Insight* 2021. Disponible en: https://www.zeiss.com/content/dam/z/med/reference-master/product-portfolio/data-management-software/eq-workplace/downloads/eq_workplace_article_eliminating_inefficiencies_russel_en-int_32_021_0056i.pdf
3. Barraquer RI, Ganesh S, Fabian E *et al.* Laying the Foundation for Success in cataract surgery with State-of-the-Art Technology. *Ophthalmol Times Europe* 2023; March 17. Véase la parte 4: Kretz FTA. The advantages of a digital workflow in modern cataract surgery. Disponible en: <https://europe.opthalmologytimes.com/view/the-advantages-of-a-digital-workflow-in-modern-cataract-surgery>
4. Organización de los Estados Americanos (OEA). Secretaría de Asuntos Jurídicos. Departamento de Derecho Internacional. *Principios actualizados sobre la privacidad y protección de datos personales*. Washington, D.C.: OEA, 2022. Disponible en: https://www.oas.org/es/sla/cji/docs/Publicacion_Proteccion_Datos_Personales_Principios_Actualizados_2021.pdf

Parte XI

MANEJO QUIRÚRGICO
DEL ASTIGMATISMO EN LA CIRUGÍA
DE PRESBICIA

Marcado de lentes intraoculares tóricas

Dr. Luciano Perrone

Cuando se implanta una lente intraocular tórica ésta debe alinearse en el eje correspondiente para que la corrección del astigmatismo sea óptima. El marcado de ese eje puede realizarse de múltiples formas que se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Métodos de marcado manual.
- Métodos de marcado manual con asistencia digital.
- Marcado digital.

Métodos de marcado manual

Toda marcación manual debe realizarse con el paciente sentado o parado dado que al acostarse el ojo puede sufrir un proceso de ciclorsión¹. Hay dos métodos de marcado manual: con uso de instrumental de marcado (fig. 1) o uso de lámpara de hendidura².

Para usar lámpara se necesita que esa hendidura sea de 12 mm a fin de que se pueda observar el ojo de limbo a limbo. Se utiliza la luz en una hendidura fina y con el paciente sentado se marcan dos puntos de referencia correspondientes a 0 y 180 o bien directamente el eje de implante de la lente.

En caso de usar instrumental especial existen varios tipos distintos (fig. 2). Los hay de 3 o 2

puntos de apoyo, con pesas e incluso con niveladores incorporados. Se debe intentar marcar el 0 y 180 procurando que los puntos de apoyo contacten todos al mismo tiempo sobre el ojo.

La desventaja de las técnicas de marcado manual es que no se puede saber con certeza absoluta si las marcas efectivamente se realizaron en el eje deseado. Especialmente cuando se realizan a mano alzada.

Métodos de marcado manual con asistencia digital

Existen distintos tipos de aplicaciones vinculadas con celulares que, aprovechando su giroscopio y su buena calidad de fotos, pueden complementar y ayudar las técnicas de marcado manual³.

Algunos ejemplos populares son la Toric Cam⁴ y la Goniotrans⁵.

La Barrett Tori Cam aprovecha el giroscopio del celular y su cámara para verificar la ubicación y ángulo real de las marcas previamente realizadas de forma manual.

Goniotrans requiere que primero se tome una foto con la cámara del celular. Luego esa foto puede importarse en la aplicación para verificar la posición de las marcas realizadas manualmente.

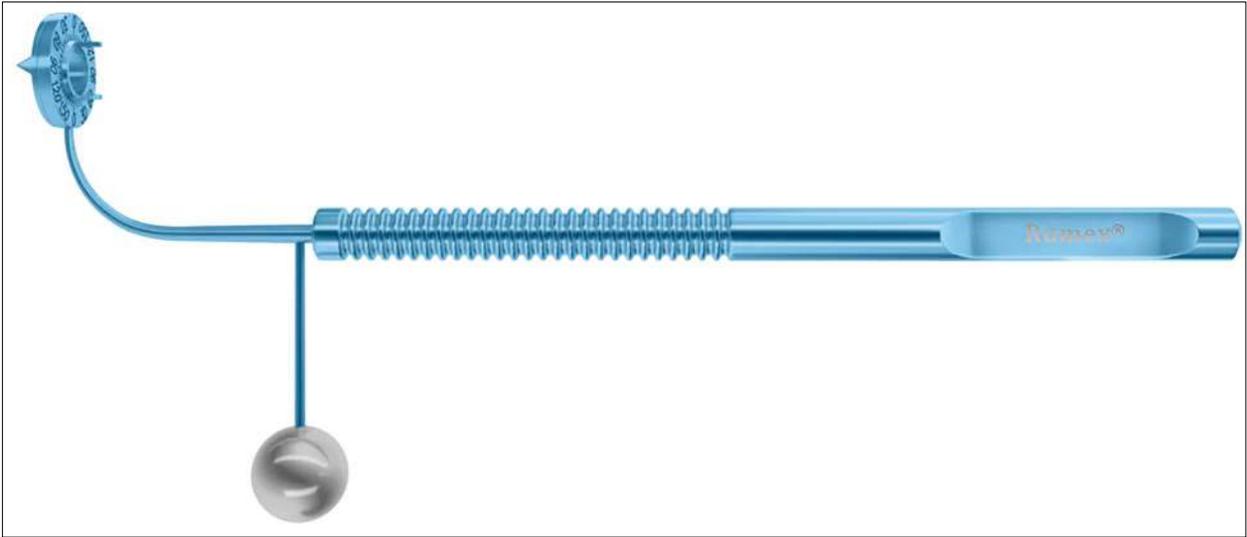


Figura 1. Ejemplo de instrumental de marcado para lentes tóricas. En este caso es el Rumex Combo torio Marker de Rumex.

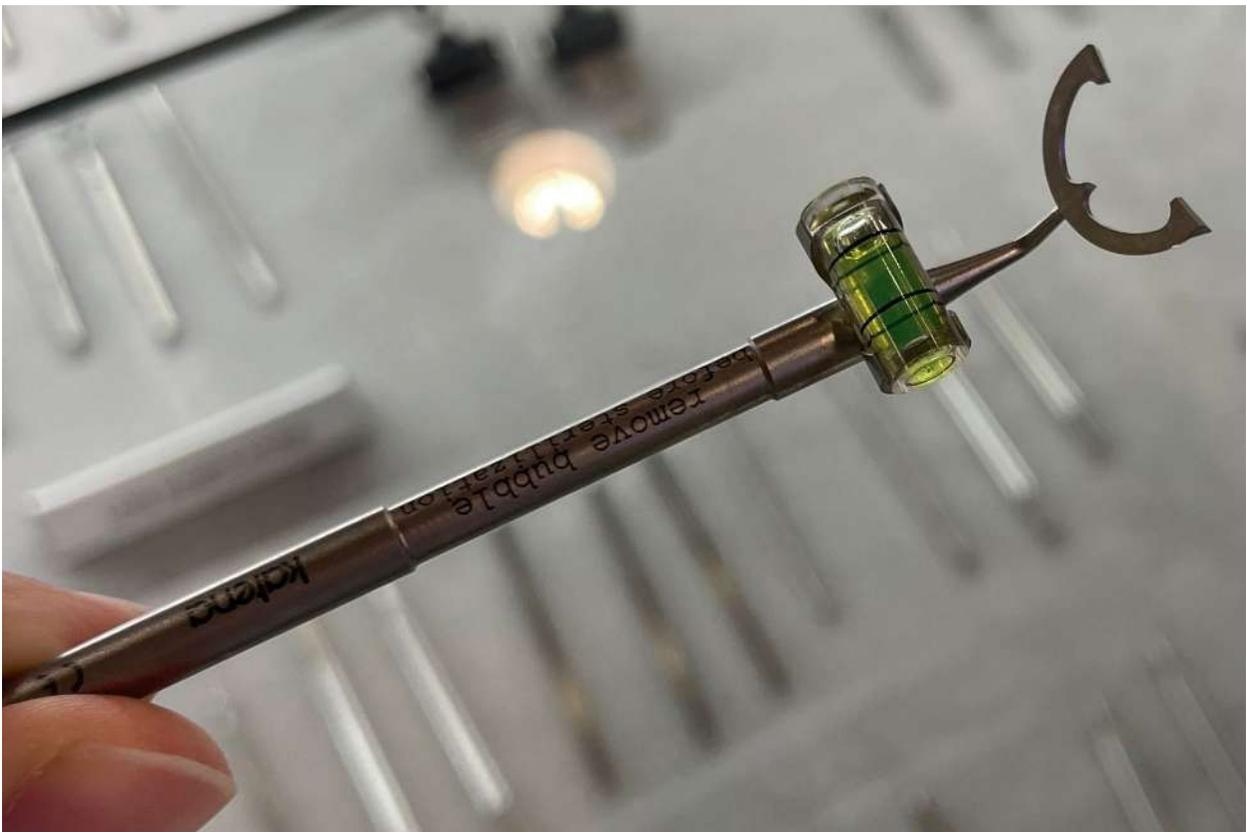


Figura 2. Ejemplo de instrumental para marcado manual.



Figura 3. Marcado manual.

Métodos de marcado digital

Existe una variedad de equipos que pueden registrar imágenes digitales que luego se pasan en el microscopio o sistema de visualización 3D para proyectar, entre otras cosas, el eje de implante de una lente tórica. Algunos de estos sistemas son: Callisto eye (Carl Zeiss Meditech), Verion image guided system (Alcon), Truevision 3D Surgical system. Estos equipos requieren de la toma previa de una imagen preoperatoria donde se registran guías anatómicas que luego se proyectan al microscopio para identificar correctamente el eje de implantación. Por otro lado, existen también equipos de aberrometría intraoperatoria tales como el ORA (*optiwave refractive analysis*) system (Alcon). Dicho equipo no requiere de ninguna toma de imagen previa. Se basa en aberro-



Figura 4. Problemas de marcado manual: marcas difusas.

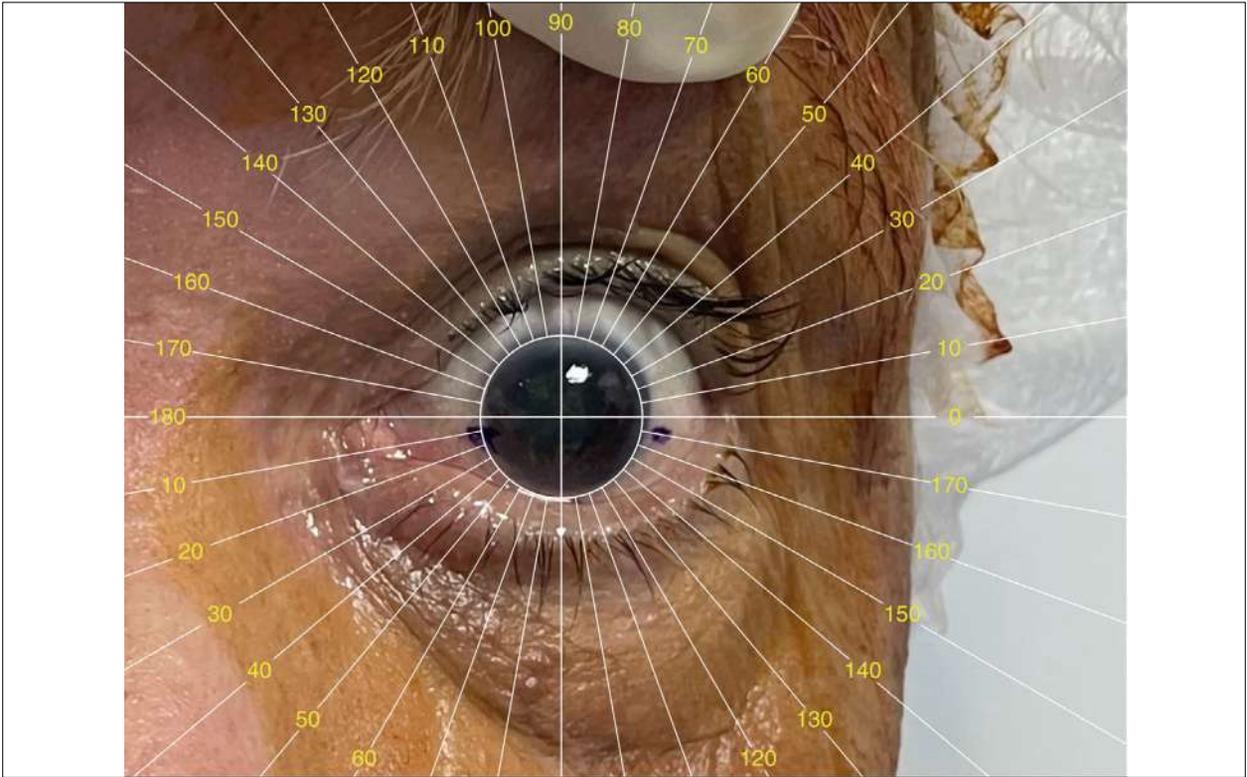


Figura 5. Ejemplo de aplicación de goniotrans para localizar las marcas.

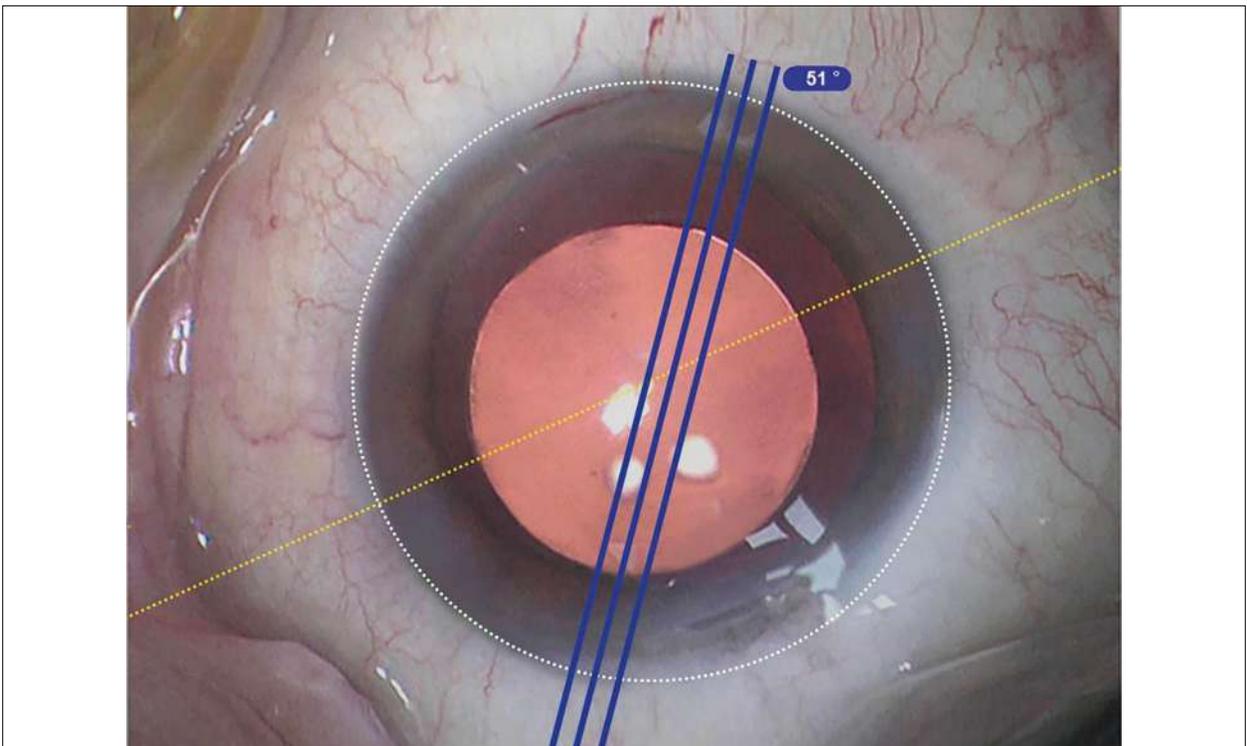


Figura 6. Marcado digital: Zeiss Callisto

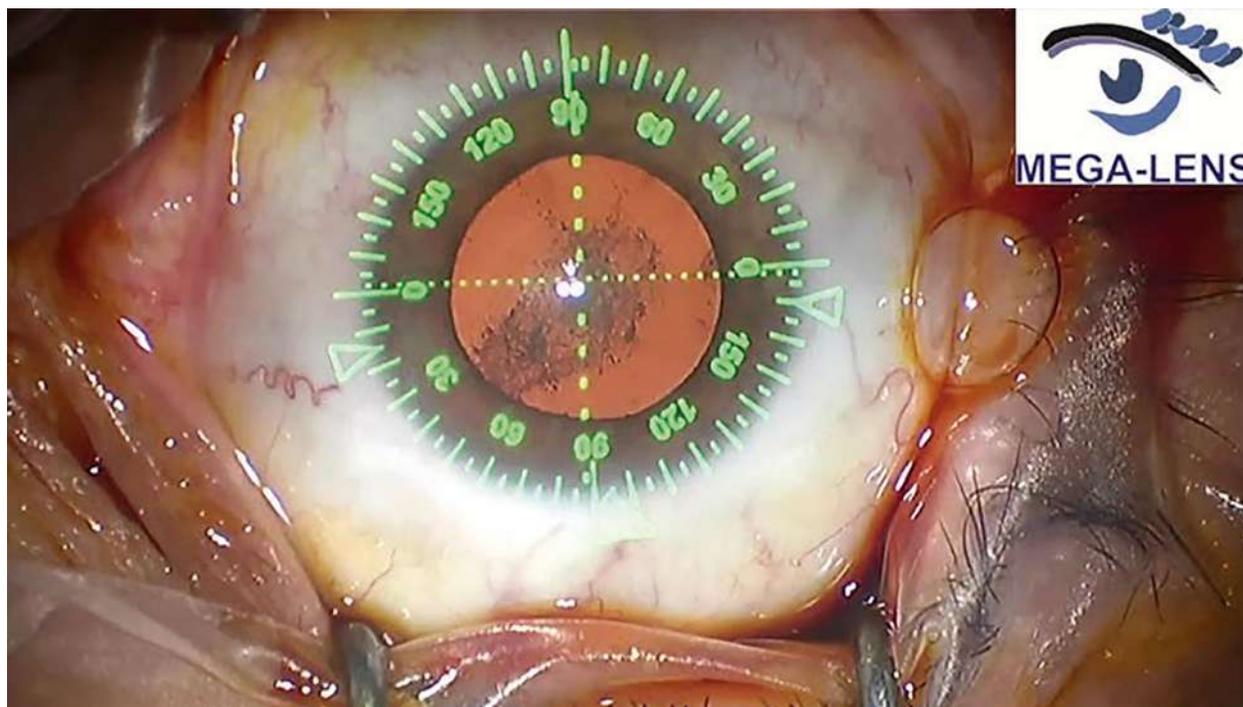


Figura 7. Marcado digital: Alcon Verion.

metría intraoperatoria para determinar la posición óptima de la lente tórica.

El marcado digital evitaría el uso de marcas manuales pero puede no funcionar en todos los pacientes. Además, la adquisición de los distintos equipos necesarios para realizar esas marcas puede no ser costo-efectivo⁶⁻⁷. La ventaja radica en sus resultados ya que mejorará la alineación de la lente tórica en el eje deseado aunque esto no necesariamente se traduzca luego en una mejor agudeza visual o astigmatismo postoperatorio⁶⁻⁷.

Conclusión

El marcado digital ofrece ventajas sobre el manual. Sin embargo, dado que no hay evidencia clara de que al usar estos sistemas se consigan mejores resultados de astigmatismo residual, todos los tipos de marcación deben aceptarse como válidos.

En caso de realizar marcado manual se aconseja complementarlo con algún sistema de validación digital con aplicaciones de celular.

Referencias

1. Ma JJK, Tseng SS. Simple method for accurate alignment in toric phakic and aphakic intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2008; 34: 1631-1636.
2. Ding N, Wang X, Song X. Digital versus slit-beam marking for toric intraocular lenses in cataract surgery. *BMC Ophthalmol* 2022; 22: 323.
3. Scantling-Birch Y, Naveed H, Mukhija R, Nanavaty MA. A review of smartphone apps used for toric intraocular lens calculation and alignment. *Vision (Basel)* 2022; 6: 13.
4. Pallas A, Yeo TK, Trevenen M, Barrett G. Evaluation of the accuracy of two marking methods and the novel toriCAM application for

toric intraocular lens alignment. *J Refract Surg* 2018; 34: 150-155.

5. FacoElche (Elche, España, 2010). Goniotrans: una herramienta simple para referenciar ángulos. Disponible en: <https://www.facoelche.com/noticias/goniotrans-una-herramienta-simple-para-referenciar-angulos/>

6. Webers VSC, Bauer NJC, Visser N *et al.* Image-guided system versus manual marking

for toric intraocular lens alignment in cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2017; 43: 781-788.

7. Elhofi AH, Helaly HA. Comparison between digital and manual marking for toric intraocular lenses: a randomized trial. *Medicine (Baltimore)* 2015; 94: e1618.

Parte XII

MANEJO DEL PACIENTE INSATISFECHO
CON LOS RESULTADOS VISUALES
POSTOPERATORIOS

Disfotopsias y disturbios visuales (halos, glare y/o starburst)

Dr. Arnaldo Espaillat Matos

Las disfotopsias positivas (DP) hacen referencia a percepciones visuales no deseadas experimentadas por algunos pacientes tras la implantación de lentes intraoculares (LIO), especialmente de tipos multifocales y trifocales, que incluyen deslumbramiento, destellos y halos alrededor de las luces. La prevalencia de estos fenómenos suele ser mayor en pacientes con lentes multifocales en comparación con las monofocales¹⁻².

El ángulo alpha es el que se forma entre el eje visual y el eje óptico del ojo. La magnitud del ángulo alpha es la distancia en línea recta entre el centro del eje visual y el centro del limbo corneal, medido blanco a blanco en el plano horizontal. Se usa para determinar la colocación adecuada de la LIO con el objetivo de minimizar efectos adversos visuales como las disfotopsias¹⁻².

El 95% de los pacientes de cirugía de cataratas tienen un ángulo alpha orientado temporalmente con una descentración media de 0,44 mm desde el eje visual. Un límite de corte de ángulo alpha de 0,5 mm podría excluir potencialmente el 32% de los ojos. Los cirujanos deben considerar no implantar LIO multifocales en pacientes con valores críticos de ángulo alpha superiores a 0,5-0,6 mm¹⁻², pero la evidencia todavía es limitada y no

concluyente, por lo que convendría esperar más investigaciones en este sentido.

El ángulo kappa es el formado entre el eje visual y el eje pupilar. A pesar de discusiones previas sobre su papel en el implante de LIO multifocal y en la percepción de fenómenos visuales, la literatura muestra resultados contradictorios por lo que su impacto e influencia aún no están claramente establecidos y pueden no ser tan determinantes como se pensaba en resultados postoperatorios y en la satisfacción del paciente^{1, 3-5}.

Influencia de parámetros oculares adicionales

Un artículo determinó que los pacientes que tienen buena agudeza visual corregida con gafas antes de ser implantados con una lente trifocal, pueden notar halos al mes, además de deslumbramiento y halos a los 6 meses después de haber sido operados³. Esto último y el diámetro pupilar son factores que pueden incidir en la aparición de disfotopsias positivas y merecen explorarse en más investigaciones futuras⁶⁻⁸.

La disfotopsia positiva ocurre en hasta el 67% de los pacientes inmediatamente después de la cirugía de cataratas con lentes multifocales, pero

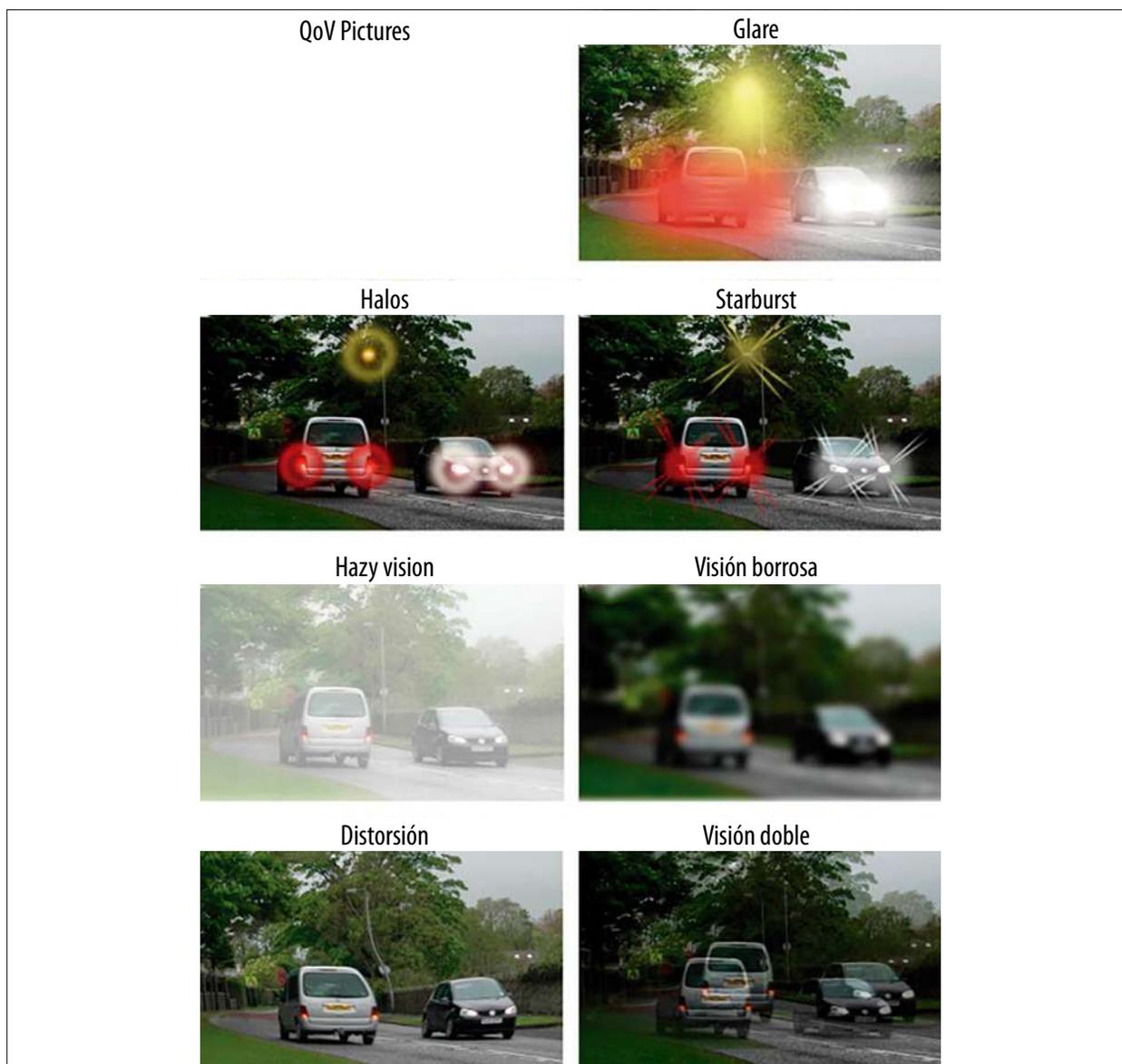


Figura 1. Calidad de las imágenes utilizadas en los primeros siete ítems de síntomas visuales.

solo el 2,2% de los casos tiene síntomas persistentes hasta un año después de la cirugía. La intervención quirúrgica puede estar indicada en el 0,07% de los casos (fig. 1)⁶.

La forma de la LIO puede contribuir al desarrollo de disfotopsias positivas. Específicamente se ha reconocido que un diseño de borde cuadrado de la óptica de la lente es un factor que contribuye a la generación de la disfotopsia.

Mediante análisis de trazado de rayos se ha determinado que un diseño de LIO de borde cuadrado aumenta la probabilidad de que se proyecte una imagen delgada en forma de anillo en la retina periférica media. El mismo estudio mostró una probabilidad reducida de disfotopsias positivas al dispersar los rayos reflejados con un diseño de lente de borde redondeado. Sin embargo, las LIO con bordes cuadrados toda-

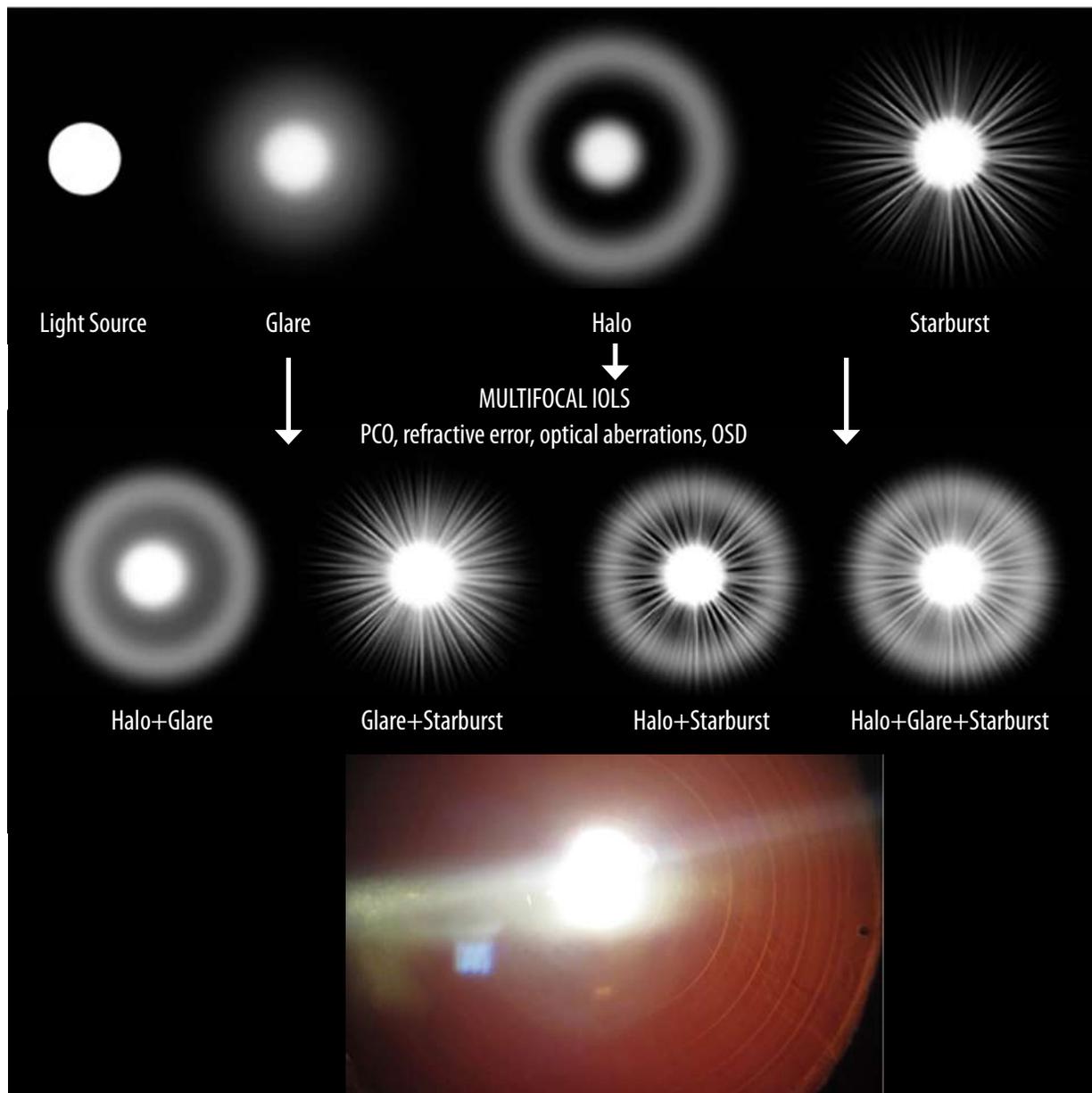


Figura 2. Tipos de disfotopsias positivas y lente intraocular multifocal.

vía se utilizan con frecuencia, ya que retardan la opacificación de la cápsula posterior. Otros factores que también influyen son que la lente tenga un alto índice de refracción y una superficie de alta reflectividad⁹⁻¹⁰.

Se cree que los síntomas de disfotopsia positiva con lentes multifocales difractivas son causados por los anillos difractivos en la superficie

de la lente. Estos anillos dividen la luz entrante en múltiples focos, creando un patrón de imágenes brillantes o halos alrededor de las luces (fig. 2). El tamaño, el espaciado y la cantidad de anillos en la superficie de la LIO pueden afectar la gravedad y la frecuencia de las disfotopsias. Sin embargo, es importante señalar que no todos los pacientes con lentes multifocales difractivas

experimentan disfotopsias y la mayoría de ellos se adaptan a estos fenómenos visuales con el tiempo^{6,10}.

La disfotopsia positiva se ha asociado con lentes multifocales como las LIO bifocales, también en LIO trifocales y en las de profundidad de enfoque extendido (EDOF, por sus siglas en inglés). En la actualidad existe una nueva lente EDOF acrílica hidrófoba (Vivity), basada en una tecnología llamada X-wave que reforma el frente de onda para lograr un foco extendido que se asocia a una producción de DP similares a los de una lente monofocal¹¹⁻¹³.

Existen muchos estudios que confirman que la mayoría de los pacientes que padecen disfotopsias positivas luego del implante de lentes intraoculares notarán una gran mejoría en el tiempo debido a un proceso de neuroadaptación, lo que incluso ha sido confirmado por estudios de resonancia magnética cerebral funcional^{6,10,14-15}.

Los oftalmólogos pueden controlar y prevenir mejor la disfotopsia positiva en sus pacientes seleccionando cuidadosamente la lente adecuada para cada uno de ellos en función de sus necesidades y preferencias visuales. También deben informarles sobre los riesgos y beneficios potenciales de las diferentes LIO, incluido el riesgo de disfotopsia positiva. Además, los oftalmólogos pueden mejorar sus técnicas quirúrgicas para minimizar el riesgo de descentramiento o inclinación de la lente, lo que puede contribuir al desarrollo de la DP^{7,14}.

Las opciones actuales de tratamiento incluyen estrategias conservadoras que corrigen factores asociados a la inducción de disfotopsias positivas como son la corrección de errores refractivos residuales posquirúrgicos, la atención a posibles afecciones en la superficie ocular como es la resequeidad del ojo, el tratamiento láser de la opacificación de la cápsula posterior y la inducción de miosis mediante fármacos. El manejo

quirúrgico abarca el intercambio de la LIO o, en caso de descentramiento, su reposicionamiento⁷⁻⁸. El intercambio de LIO es el tratamiento más eficaz para la disfotopsia positiva que no mejora con el tiempo, pero también es el más invasivo y conlleva un mayor riesgo de complicaciones⁸⁻¹⁶. Un estudio reporta un 85% de éxito al intercambiar la lente multifocal por una de menor índice de refracción y bordes redondos¹⁷.

Referencias

1. Montrimas A, Žemaitienė R, Yao K, Grzybowski A. Chord mu and chord alpha as postoperative predictors in multifocal intraocular lens implantation. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2023; 262: 367-380.
2. Mahr MA, Simpson MJ, Erie JC. Angle alpha orientation and magnitude distribution in a cataract surgery population. *J Cataract Refract Surg* 2020; 46: 372-377.
3. Espaillet A, Coelho C, Batista MJM, Perez O. Predictors of photic phenomena with a trifocal IOL. *Clin Ophthalmol* 2021; 15: 495-503.
4. Fu Y, Kou J, Chen D *et al.* Influence of angle kappa and angle alpha on visual quality after implantation of multifocal intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2019; 45: 1258-1264.
5. Sandoval HP, Potvin R, Solomon KD. The effects of angle kappa on clinical results and patient-reported outcomes after implantation of a trifocal intraocular lens. *Clin Ophthalmol* 2022; 16: 1321-1329.
6. de Vries NE, Webers CAB, Touwslager WRH *et al.* Dissatisfaction after implantation of multifocal intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2011; 37: 859-865.
7. Braga-Mele R, Chang D, Dewey S; ASCRS Cataract Clinical Committee. Multifocal intraocular lenses: relative indications and contraindications for implantation. *J Cataract Refract Surg* 2014; 40: 313-322.

8. Pusnik A, Petrovski G, Lumi X. Dysphotopias or unwanted visual phenomena after cataract surgery. *Life (Basel)* 2022; 13: 53.
9. Holladay JT, Lang A, Portney V. Analysis of edge glare phenomena in intraocular lens edge designs. *J Cataract Refract Surg* 1999; 25: 748-752.
10. Masket S, Fram NR. Pseudophakic dysphotopsia: review of incidence, cause, and treatment of positive and negative dysphotopsia. *Ophthalmology* 2021; 128: e195-e205.
11. Guarro M, Sararols L, Londoño GJ *et al.* Visual disturbances produced after the implantation of 3 EDOF intraocular lenses vs 1 monofocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2022; 48: 1354-1359.
12. Schallhorn JM. Multifocal and extended depth of focus intraocular lenses: a comparison of data from the United States Food and Drug Administration Premarket Approval Trials. *J Refract Surg* 2021; 37: 98-104.
13. Hovanesian JA, Jones M, Allen Q. The Vivity extended range of vision iol vs the PanOptix trifocal, ReStor 2.5 Active Focus and ReStor 3.0 multifocal lenses: a comparison of patient satisfaction, visual disturbances, and spectacle independence. *Clin Ophthalmol* 2022; 16: 145-152.
14. Fernández J, RodríguezVallejo M, Martínez J *et al.* What we have learnt from 30 years living with positive dysphotopsia after intraocular lens implantation?: a review. *Expert Rev Ophthalmol* 2021; 16: 195-204.
15. Rosa AM, Miranda AC, Patrício MM *et al.* Functional magnetic resonance imaging to assess neuroadaptation to multifocal intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2017; 43: 1287-1296.
16. Woodward MA, Randleman JB, Stulting RD. Dissatisfaction after multifocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2009; 35: 992-997.
17. Masket S, Rupnick Z, Fram NR *et al.* Surgical management of positive dysphotopsia: U.S. perspective. *J Cataract Refractive Surg* 2020; 46: 1474-1479.

Sorpresa refractiva postoperatoria

Dr. César Thompson

A pesar de los nuevos avances en la cirugía de catarata, ocasionalmente se producen resultados visuales insatisfactorios como consecuencia de un error refractivo residual. Un informe reciente que analizó datos refractivos después de la cirugía de cataratas en más de 17.000 ojos mostró que la emetropía solo se alcanzó en el 55% de los ojos planificados para este objetivo¹.

Los errores refractivos postoperatorios se pueden deber a diferentes causas, como las imprecisiones en el análisis biométrico²⁻⁴, la selección inadecuada de la potencia de la lente intraocular (LIO), las limitaciones de las fórmulas de cálculo (especialmente en la ametropía extrema), o los errores de posición de la lente. Estudios anteriores han demostrado buena eficacia, predictibilidad y seguridad para la queratomileusis *in situ* con láser (LASIK) y la queratectomía fotorrefractiva (PRK) para corregir miopía e hipermetropía luego de la cirugía de cataratas⁵⁻¹⁰.

Las expectativas de los pacientes después de la cirugía de cataratas han impuesto una carga cada vez mayor a los cirujanos para lograr resultados refractivos superiores. Mejoras en la tecnología biométrica, avances en las fórmulas de cálculo de LIO, técnica quirúrgica y la tecnología intraoperatoria ha logrado considerablemente buenos resultados refractivos en la cirugía de cataratas. Sin

embargo, a pesar de nuestros mejores esfuerzos, a menudo nos enfrentamos al desafío de cómo abordar el error refractivo residual en el paciente postoperatorio. Esto juega un papel importante en la aceptación por parte de la persona del éxito de la cirugía de cataratas, y la ametropía puede ser causa de estrés psicológico para los pacientes o incluso preocupaciones médico-legales. Como tal, la necesidad de controlar estos errores refractivos se vuelve primordial para brindar satisfacción al paciente en el resultado quirúrgico.

La prevención es fundamental para evitar la necesidad de procedimientos adicionales para mejorar los resultados refractivos. Los datos muestran que la optimización de la superficie ocular, el uso de fórmulas de LIO de última generación y la biometría óptica pueden ayudar a minimizarlos.

Hay escasez de literatura que compare los resultados del tratamiento entre los diversos procedimientos queratorrefractivos como incisiones relajantes limbares (en inglés: LRI), LASIK, PRK y aquellos que implican mejoras intraoculares como LIO *piggyback*, rotación de lentes tóricas o el intercambio de LIO. En los casos que implican un error refractivo astigmático puramente residual después de una lente monofocal o multifocal se debe evaluar a los pacientes para detectar astigmatismo inducido quirúrgicamente y se

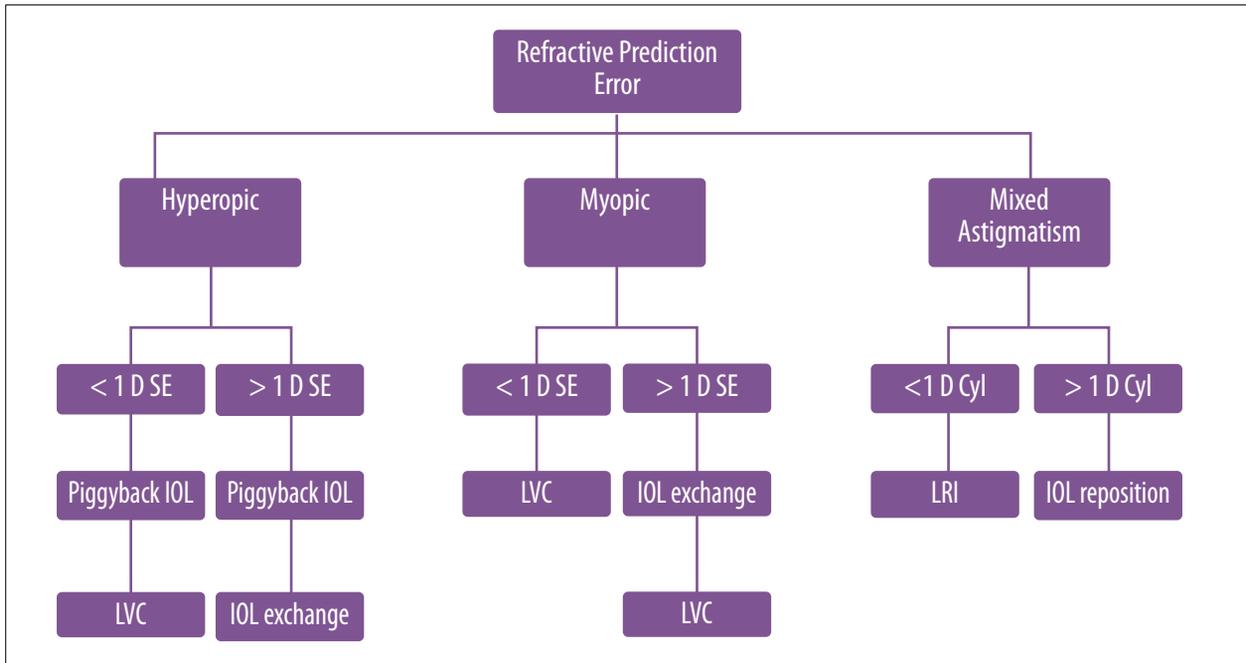


Figura 1. Algoritmo de las distintas modalidades de tratamiento para corrección del error refractivo en base al tipo y magnitud luego de la cirugía de catarata.

puede tratar con una RLI si es inferior a 1 dioptría (D). En los casos que involucren más de 1D, se debe considerar la corrección visual con láser excímer (en inglés: LVC) ya sea LASIK/PRK o el cambio de la lente por una tórica, dependiendo de la tolerancia del paciente y la experiencia del cirujano. Si hay un error esféricilíndrico con una LIO tórica, se aconseja LVC si el error es pequeño (<1 D) y hay un equivalente esférico miope. En grados mayores de equivalente esférico miope o hipermetrope, el intercambio de LIO y la rotación hacia el eje ideal de un método confiable. Los casos que involucran principalmente errores esféricos pequeños por sí solos se pueden manejar más efectivamente con láser¹¹⁻¹². Sin embargo, con errores esféricos mayores, lentes *piggyback* parece ser más efectiva que el intercambio de LIO como método más aceptable de corrección¹²⁻¹³. En la figura 1 se observa un algoritmo de las distintas modalidades de tratamiento para corrección del

error refractivo en base al tipo y magnitud luego de la cirugía de catarata.

El enfoque para mejorar a los pacientes después de la cirugía de cataratas es verdaderamente único para cada caso individual en función del equivalente esférico del error refractivo astigmático. También, los factores propios del paciente como su personalidad, sus expectativas, la tolerancia al error refractivo y la aceptación de procedimientos quirúrgicos adicionales dictan el momento y la modalidad de tratamiento más apropiados.

El futuro parece prometedor con tecnología que permitirá medios mínimamente invasivos de mejoras refractivas a través de modulaciones basadas en la LIO que pueden ser repetibles de ser necesario. Hasta que tal tecnología esté disponible, los métodos actuales como LRI, LASIK, PRK, LIO *piggyback*, rotación de LIO tóricas e intercambio de LIO, proporcionan numerosas opciones que no solo mejoran el error refrac-

tivo sino que —lo que más importante— pueden mejorar la satisfacción del paciente y del cirujano luego de la cirugía de catarata.

Referencias

1. Behndig A, Montan P, Stenevi U *et al.* Aiming for emmetropia after cataract surgery: Swedish National Cataract Register study. *J Cataract Refract Surg* 2012; 38: 1181-1186.
2. Pierro L, Modorati G, Brancato R. Clinical variability in keratometry, ultrasound biometry measurements, and emmetropic intraocular lens power calculation. *J Cataract Refract Surg* 1991; 17: 91-94.
3. Raman S, Redmond R. Reasons for secondary surgical intervention after phacoemulsification with posterior chamber lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2003; 29: 513-517.
4. Snead MP, Rubinstein MP, Lea SH, Haworth SM. Calculated versus A-scan result for axial length using different types of ultrasound probe tip. *Eye (Lond)* 1990; 4: 718-722.
5. Alfonso JF, Fernández-Vega L, Blázquez JI, Montés-Micó R. Visual function comparison of 2 aspheric multifocal intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2012; 38: 242-248.
6. Ayala MJ, Perez-Santonja JJ, Artola A *et al.* Laser in situ keratomileusis to correct residual myopia after cataract surgery. *J Refract Surg* 2001; 17: 12-16.
7. Muftuoglu O, Prasher P, Chu C *et al.* Laser in situ keratomileusis for residual refractive errors after apodized diffractive multifocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2009; 35: 1063-1071.
8. Norouzi H, Rahmati-Kamel M. Laser in situ keratomileusis for correction of induced astigmatism from cataract surgery. *J Refract Surg* 2003; 19: 416-424.
9. Pinero DR, Ayala Espinosa MJ, Alió JL. LASIK outcomes following multifocal and monofocal intraocular lens implantation. *J Refract Surg* 2010; 26: 569-577.
10. Rabin J. Luminance effects on visual acuity and small letter contrast sensitivity. *Optom Vis Sci* 1994; 71: 685-688.
11. Jin GJ, Merkle KH, Crandall AS, Jones YJ. Laser in situ keratomileusis versus lens-based surgery for correcting residual refractive error after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2008; 34: 562-569.
12. Fernández-Buenaga R, Alió JL, Perez Ardoy AL *et al.* Resolving refractive error after cataract surgery: IOL exchange, piggyback lens, or LASIK. *J Refract Surg* 2013; 29: 676-683.
13. El Awady HE, Ghanem AA. Secondary piggyback implantation versus IOL exchange for symptomatic pseudophakic residual ametropia. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2013; 251: 1861-1866.

Manejo de la ametropía postoperatoria con excímer láser

Dr. Roberto Mansur

La corrección de ametropías con excímer láser sobre la córnea se utiliza desde finales del siglo pasado. La primera cirugía en un ojo humano fue realizada por Marguerite Mac Donald para corregir la miopía por primera vez en 1988 en la Universidad de Luisiana. Con el tiempo la eficacia del procedimiento fue mejorando cada vez más debido a varios factores.

Cuando Pallikaris (en el lecho) y Buratto (en el flap) asociaron la creación de una lamela con la ablación del excímer láser, la mayoría de los procedimientos pasaron a realizarse desde la superficie corneal (PRK) al estroma mediante un flap (LASIK). Se utilizó el microquerátomo ideado por Barraquer y mecanizado por Ruiz.

Este microquerátomo y sus distintos modelos y evoluciones fueron reemplazándose por cortes hechos con láseres de femtosegundo, lo que aumentó aún más la precisión del método.

La mejoría de los láseres fue pasando de los primeros modelos de *full ablation* (un haz ancho con máscaras) hasta llegar a los últimos equipos con *flying spot* y un seguimiento del ojo mediante evolucionados sistemas de *tracking*.

La utilización de mitomicina C y la mejora en los perfiles y velocidades de ablación de los equipos utilizados contribuyó también a una reduc-

ción de la reacción cicatricial subepitelial (haze) que se puede producir luego de realizada la cirugía en superficie (PRK)¹⁻⁶.

Mencionada ya la eficacia en general del láser excímer para corregir ametropías, pasemos a considerar el tema específico de su uso para la corrección de defectos refractivos residuales a la colocación de lentes intraoculares.

Lo primero que debemos mencionar es que con este método lo que se hace es un “ajuste fino”, es decir que se corrigen ametropías bajas. Los estudios preoperatorios son los mismos que se hacen a pacientes a los que se les realizará una cirugía refractiva primaria.

Fundamentalmente, se debe contar con un espesor corneal suficiente y una topografía regular. Ante la menor sospecha de cualquier posibilidad de debilidad corneal se deberá hacer un tratamiento en superficie (PRK). No se debe realizar cirugía lamelar en casos dudosos por mayor afectación de la resistencia biomecánica de la córnea que produce el hecho de cortar un flap.

Si el paciente tiene una cirugía de LASIK o femtoLASIK previa a su cirugía de cristalino, lo más conveniente es realizar una intervención en superficie o si el flap se visualiza bien y lo consideramos adecuado, un *circle* con femtosegundo y

buscar la misma entrecara, para así tratarlo como si fuera una cirugía primaria.

Esto se debe a que si bien casi el 100% de los flaps realizados adecuadamente se pueden levantar, a medida que el procedimiento es más antiguo aumenta el riesgo de crecimiento epitelial en la entrecara, complicación que si se da a veces es difícil de tratar y que, dependiendo de los trabajos, puede tener una incidencia del 5% al 30% de los retratamientos levantando lamelas de la cirugía primaria.

Como último recurso recortar un nuevo flap sobre una cirugía lamelar antigua, pues existe el riesgo de mezclar entrecaras, lo que puede dar lugar a un astigmatismo irregular de mayor o menor gravedad y de difícil solución⁷⁻¹⁶.

En los pacientes pseudofáquicos con ametropía residual que queremos corregir con excímer láser debemos tener en cuenta además algunas características puntuales:

- La edad, en general mayor a la edad promedio de los pacientes tratados con excímer. Debemos prestar especial atención a la superficie ocular, y descartar la cirugía lamelar en presencia de sequedad ocular que no contraindique la realización e inclinarnos por una cirugía en superficie.
- La ametropía a corregir es seguramente baja, como ya mencionamos, y la mayoría quizás con componente astigmático, lo que hace ideal su tratamiento con láser.
- Por lo dicho anteriormente, las aberraciones corneales producidas por la ablación del láser puede considerarse que no influirán en la calidad visual del paciente.

Tomada la decisión de efectuar un ajuste con láser debemos haber refraccionado cuidadosamente y repetitivamente al paciente (estabilidad de ametropía residual). Para realizar cirugía lamelar (con microquerátomo mecánico o láser de femtosegundo) conviene aguardar 3 meses por riesgo potencial de dehiscencia de la incisión realizada para la cirugía de cataratas. Para realizar cirugía

en superficie basta con esperar refracción estable. En general se aconseja aguardar un mes mínimo desde la cirugía primaria.

Hacemos especial énfasis en la refracción del paciente, ya que las personas con lentes de más de un foco no son sencillas de examinar.

Además queremos remarcar algo muy conocido pero muy importante: lo que la corrección aérea no mejora el láser tampoco va a mejorar. La corrección con excímer solo puede “copiar” nuestra refracción aérea.

No realizamos ablaciones personalizadas ni guiadas por topografía en estos pacientes.

La cirugía y los protocolos pre y postoperatorio son los mismos que utilizamos en pacientes no pseudofáquicos, con especial énfasis en cuidar la superficie ocular en el postoperatorio¹⁷⁻¹⁸.

Una última consideración es que el tratamiento de ametropía residual realizado con excímer láser es fácil de “ajustar” si el cirujano o el paciente no estuviera del todo conforme con el resultado obtenido.

El tratamiento de vicios refractivos residuales en pacientes pseudofáquicos con excímer laser es una técnica segura y eficaz, y es la de elección en nuestro caso para tratar ametropías bajas en pacientes con cirugía de cristalino previa.

Referencias

1. Reinstein DZ, Archer TJ, Gobbe M. The history of LASIK. *J Refract Surg* 2012; 28: 291-298.
2. Delbarre M, Le HM, Boucenna W, Frousart-Maille F. Hypermétropie et chirurgie réfractive. *J Fr Ophtalmol* 2021; 44: 723-729.
3. Zhang H, Li M, Cen Z. Excimer laser corneal refractive surgery in the clinic: a systematic review and meta-analysis. *Comput Math Methods Med* 2022; 2022: 7130422.
4. Kremer FB, Dufek M. Excimer laser in situ keratomileusis. *J Refract Surg* 1995; 11 (3 Suppl): S244-247.

5. Khoramnia R, Salgado JP, Wuellner C *et al.* Safety, efficacy, predictability and stability of laser in situ keratomileusis (LASIK) with a 1000-Hz scanning spot excimer laser. *Acta Ophthalmol* 2012; 90: 508-513.
6. Wen D, McAlinden C, Flitcroft I *et al.* Postoperative efficacy, predictability, safety, and visual quality of laser corneal refractive surgery: a network meta-analysis. *Am J Ophthalmol* 2017; 178: 65-78.
7. Ang M, Gatinel D, Reinstein DZ *et al.* Refractive surgery beyond 2020. *Eye (Lond)* 2021; 35: 362-382.
8. Ting DSJ, Srinivasan S, Danjoux JP. Epithelial ingrowth following laser in situ keratomileusis (LASIK): prevalence, risk factors, management and visual outcomes. *BMJ Open Ophthalmol* 2018; 29: 3: 000133.
9. Caster Aj. Flap-lift LASIK 10 or more years after primary LASIK. *J Refract Surg* 2018; 34: 604-609.
10. Ortega-Usobiaga J, Llovet-Osuna F, Katz T *et al.* Comparison of 5468 retreatments after laser in situ keratomileusis by lifting the flap or performing photorefractive keratectomy on the flap. *Arch Soc Esp Oftalmol (Engl Ed)* 2018; 93: 60-68.
11. Vaddavalli PK, Yoo SH, Diakonis *et al.* Femtosecond laser-assisted retreatment for residual refractive errors after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2013; 39: 1241-1247.
12. Moshirfar M, Basharat NE, Kelkar N *et al.* Visual outcomes of photorefractive keratectomy enhancement after primary LASIK. *J Refract Surg* 2022; 38: 733-740.
13. Chan C, Lawless M, Sutton G, Hodge C. Re-treatment in LASIK: to flap lift or perform surface ablation. *J Refract Surg* 2020; 36: 6-11.
14. Ortega-Usobiaga J, Baviera-Sabater J, Llovet-Osuna F *et al.* Outcomes of flap lift laser in situ keratomileusis enhancements in a large patient population: does application of a bandage contact lens affect incidence of epithelial ingrowth? *Cornea* 2019; 38: 1531-1535.
15. Ortega-Usobiaga J, Baviera-Sabater J, Llovet-Osuna F *et al.* *Cornea* 2019; 38: 1531-1535.
16. Hecht I, Mimouni M, Rabina G, Kaiserman I. Re-treatment by flap relift versus surface ablation after myopic laser in situ keratomileusis. *Cornea* 2020; 39: 443-450.
17. von Beckerath AK, Katz T, Harfst A *et al.* Diffractive trifocal lens implantation with or without excimer laser enhancement: is a touch-up procedure a negative predictor for refractive and subjective outcome? *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2020; 258: 1115-1121.
18. Santhiago MR, Ventura BV, Ghanem RC *et al.* Predictability and vector analysis of laser in situ keratomileusis for residual errors in eyes implanted with different multifocal intraocular lenses. *Cornea* 2016; 35: 1404-1409.

Satisfacción de los pacientes con implante de lente multifocal

Dra. Cristina Madoz

Realicé una revisión de los trabajos publicados y además algunas tesis doctorales que hablan sobre la satisfacción de los pacientes con la colocación de lente intraocular multifocal.

Por un lado, la mayoría de los trabajos mide la satisfacción en base a la agudeza visual posquirúrgica con y sin corrección, el grado de astigmatismo, halos y/o glare, fenómenos fóticos, independencia de anteojos. Pocos trabajos hablan de la importancia del ojo seco. Gibbons refiere que luego del tratamiento de esta patología mejoraron en cuanto a visión borrosa.

Shen *et al* observaron que la insatisfacción estaba relacionada con el tipo de catarata. Se refería a que los pacientes que tenían catarata subcapsular estaban más insatisfechos en la visión de cerca obtenida y más fenómenos fóticos.

Otros autores compararon diferentes tipos de lentes multifocales donde observaron que alguno de ellos como el Synfony y Restor +2.50 tienen mejor visión de intermedia que Restor +3.00.

Wang y colaboradores comparan resultados de satisfacción del paciente entre lentes multifocales, acomodativas y monovisión. Observó que la tasa más alta de independencia de anteojos

se presenta con las lentes multifocales así como también mayores disfotopsias, peor sensibilidad de contraste principalmente con poca luz y deslumbramiento. Las lentes acomodativas, menor dependencia de anteojos sin disfotopsias, sin alteración de contraste.

La monovisión no llegó a la independencia de anteojos.

Albayrak nos presenta estudios con la colocación de lente multifocal en pacientes pseudofáquicos donde los pacientes pudieron lograr buena visión cercana, independencia de anteojos y mejora en su desempeño social.

Un cuestionario que se utiliza para evaluar la satisfacción del paciente es el VFQ-25 (*Visual functioning questionnaire 25*) que evalúa con una puntuación de 1 a 5:

1. Ninguna dificultad
2. Poca dificultad
3. Dificultad moderada
4. Dificultad extrema
5. Ha dejado de realizar actividad debido a la visión

Las preguntas son:

- ¿Cuánta dificultad tiene para leer el periódico?
- ¿Cuánta dificultad tiene para encontrar algo en un estante lleno de cosas?

- ¿Cuánta dificultad tiene para ver una obra de teatro o ver una película en el cine o un evento deportivo?
- ¿Qué dificultad tiene para conducir durante el día en lugares conocidos?
- ¿Cuánta dificultad tiene para conducir de noche?
- ¿Cuánta dificultad tiene para conducir en condiciones difíciles como en mal tiempo, durante la hora pico, en la autopista o en el tráfico de la ciudad?
- ¿Cuánta dificultad tiene para leer impresiones chicas como una guía de teléfono, un prospecto, etc?
- ¿Cuánta dificultad tiene para calcular, determinar si las facturas que recibe son precisas?
- ¿Cuánta dificultad presenta para afeitarse, maquillarse?
- ¿Cuánta dificultad encuentra para realizar actividades al aire libre, practicar un deporte, caminar, etc?
- ¿Cuánta dificultad tiene para ver y disfrutar de programas de televisión?
- ¿Cuánta dificultad tiene para trabajar con la computadora?
- Son variadas las estadísticas que presentan los diferentes autores en cuanto a la satisfacción.

Con los años ha ido mejorando el porcentaje de pacientes satisfechos y disminuyendo el porcentaje de pacientes que deciden cambio de la lente intraocular.

Los trabajos más recientes encuentran que a pesar de que algunos pacientes refieren halos o glare, alrededor el 6% prefiere los beneficios de independizarse de los anteojos y adaptarse a los halos y glare.

La mayoría de los autores que he leído presentan estadísticas semejantes en cuanto a satisfacción.

Aproximadamente:

- 79% refieren poder realizar sus tareas habituales sin dificultad
- 93% refieren independencia de anteojos
- 6% glare y/o halos

Aconsejable es esperar un período de 6 meses para la mejor neuroadaptación.

Otro punto interesante para destacar y que ha sido estudiado, aunque menos, es conocer cuánto influye la personalidad en la satisfacción del paciente luego del implante de lente intraocular multifocal. No hay muchos trabajos relacionados con este tema.

Mester en 2014 presentó este estudio donde evaluó a las personas antes, a los 3 y a los 6 meses luego de la cirugía. Se basó en un cuestionario *NEO personality investory test* y en el *compulsiveness inventory test*.

Hay diferentes tipos de test NEO: algunos son más extensos en cuanto a la cantidad de preguntas y al tiempo que lleva contestarlo.

El NEO FFI uno de los más utilizados. Consta de 60 preguntas y se tarda 10 a 15 minutos en responder. Cubre 5 grandes factores de personalidad, donde en cada grupo hay 12 preguntas.

Los factores que trata son: neurotismo, extroversión, abierto a experiencias, escrupulosidad y amabilidad. Cada ítem se califica del 1 al 5.

En el trabajo de Ulrich la satisfacción general se relacionó con el astigmatismo residual, la agudeza visual final, la baja dependencia de anteojos y la menor percepción de halos y deslumbramiento.

A los 3 meses el 87% refirió que optaría nuevamente por los lentes multifocales, el 3,7% no lo haría y el 14,1% no está seguro de volver a elegir lentes multifocales.

Las características de la personalidad que presentaron alta intolerancia a los halos y deslumbramiento principalmente fue la compulsiva, rasgo competitivo, sentido del deber e impulsividad al orden.

Bibliografía

- Alfonso JF, Fernández-Vega L, Blázquez JI, Montés-Micó R. Visual function comparison of 2 aspheric multifocal intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2012; 38: 242-248.

- Alió JL, Plaza-Puche AB, Javaloy J *et al.* Comparison of a new refractive multifocal intraocular lens with an inferior segmental near add and a diffractive multifocal intraocular lens. *Ophthalmology* 2012; 119: 555-563.
- Bentley S, Findley A, Chiva-Razavi S *et al.* Evaluation of the content validity of patient-reported outcome (PRO) instruments developed for use with individuals with phakic presbyopia, including the Near Activity Visual Questionnaire-presbyopia (NAVQ-P) and the near vision correction independence (NVCI) instrument. *J Patient Rep Outcomes* 2021; 5: 109.
- Bianchi GR. A prospective study of a new presbyopia pseudophakic intraocular lens: safety, efficacy and satisfaction. *Indian J Ophthalmol* 2022; 70: 3305-3310.
- Blehm C, Potvin R. Reported patient satisfaction and spectacle independence following bilateral implantation of the PanOptix® trifocal intraocular lens. *Clin Ophthalmol* 2021; 15: 2907-2912.
- Can I, Bostancı Ceran B, Soyugelen G, Takmaz T. Comparison of clinical outcomes with 2 small-incision diffractive multifocal intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2012; 38: 60-67.
- Chang JSM, Ng JCM, Lau SYF. Visual outcomes and patient satisfaction after presbyopic lens exchange with a diffractive multifocal intraocular lens. *J Refract Surg* 2012; 28: 468-474.
- Fernández J, Alfonso Sánchez JF, Nieradzic M *et al.* Visual performance, safety and patient satisfaction after bilateral implantation of a trifocal intraocular lens in presbyopic patients without cataract. *BMC Ophthalmol* 2022; 22: 341.
- Gayton JL, Mackool RJ, Ernest PH *et al.* Implantation of multifocal intraocular lenses using a magnification strategy in cataractous eyes with age-related macular degeneration. *J Cataract Refract Surg* 2012; 38: 415-418.
- Hunkeler JD, Coffman TM, Paugh J *et al.* Characterization of visual phenomena with the Array multifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2002; 28: 1195-1204.
- Javitt JC, Steinert RF. Cataract extraction with multifocal intraocular lens implantation: a multifocal clinical trial evaluating clinical, functional, and quality-of-life outcomes. *Ophthalmology* 2000; 107: 2040-2048.
- Ji J, Huang X, Fan X, Luo M. Visual performance of Acrysof ReSTOR compared with a monofocal intraocular lens following implantation in cataract surgery. *Exp Ther Med* 2013; 5: 277-281.
- Kretz FTA, Choi CY, Müller M *et al.* Visual outcomes, patient satisfaction and spectacle independence with a trifocal diffractive intraocular lens. *Korean J Ophthalmol* 2016; 30: 180-191.
- Lin HT, Chen WR, Ding ZF *et al.* Clinical evaluation of two multifocal intraocular lens implantation patterns. *Int J Ophthalmol* 2012; 5: 76-83.
- Lubiński W, Podboraczyńska-Jodko K, Gronkowska-Serafin J, Karczewicz D. Visual outcomes three and six months after implantation of diffractive and refractive multifocal IOL combinations. *Klin Oczna* 2011; 113: 209-215.
- Mojzis P, Piñero DP, Ctvrtceckova V, Rydlova I. Analysis of internal astigmatism and higher order aberrations in eyes implanted with a new diffractive multifocal toric intraocular lens. *Clin Exp Ophthalmol* 2013; 251: 341-348.
- Ribeiro FJ, Ferreira TB, Silva D *et al.* Visual outcomes and patient satisfaction after implantation of a presbyopia-correcting intraocular lens that combines extended depth-of-focus and multifocal profiles. *J Cataract Refract Surg* 2021; 47: 1448-1453.

- Sasaki A. Initial experience with a refractive multifocal intraocular lens in Japanese population. *J Cataract Refract Surg* 2000; 26: 1001-1007.
- Soda M, Yaguchi S. Effect of decentration on the optical performance in multifocal intraocular lenses. *Ophthalmologica* 2012; 227: 197-204.
- Steinert RF, Aker BL, Trentacost DJ *et al.* A prospective comparative study of the AMO ARRAY zonal-progressive multifocal silicone intraocular lens and a monofocal intraocular lens. *Ophthalmology* 1999; 106: 1243-1255.
- Venter JA, Pelouskova M, Bull CE *et al.* Visual outcomes and patient satisfaction with a rotational asymmetric refractive intraocular lens for emmetropic presbyopia. *J Cataract Refract Surg* 2015; 41: 585-593.
- Winther-Nielsen A, Gyldenkerne G, Corydon L. Contrast sensitivity, glare, and visual function: diffractive multifocal versus bilateral monofocal intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 1995; 21: 202-207.

Parte XIII

ASPECTOS MÉDICO-LEGALES

Recomendaciones médico-legales

Dr. Ramón Galmarini

La incidencia de reclamos médico legales por cirugía del cristalino dentro de la oftalmología es superior al 30%, correspondiendo un porcentaje importante a complicaciones quirúrgicas o posquirúrgicas y en menor medida a la insatisfacción posterior a la colocación de lentes multifocales.

Las principales causas de demandas legales en pacientes con lentes multifocales son por pérdida de la agudeza visual después de endoftalmitis y desprendimientos de retina, siendo menos frecuentes el edema macular, la descompensación corneal y el error refractivo, entre otros.

Las demandas a médicos son hoy una realidad a la que estamos expuestos todos. Son “*la peor complicación*” que podemos sufrir y sin duda es en la que peor preparados estamos para resolver.

Como prevención del riesgo médico legal debemos esmerarnos en realizar la mejor medicina que esté a nuestro alcance, manteniendo una buena relación médico paciente, dedicándole el tiempo necesario a cada uno y siendo tolerantes en caso de que el paciente haya sufrido alguna complicación.

La historia clínica debe contener la agudeza visual sin y con corrección antes y después de la cirugía. Debe quedar documentado en ella la biomicroscopía, la tonometría y la oftalmoscopia. También deben quedar archivados los

estudios —o si no transcritos— los resultados del IolMaster y/o ecometría, OCT macular, test de Lotmar y en caso de ser necesario, recuento endotelial, ecografía, Pentacam, etc. También debemos hacer constar los fundamentos de la indicación quirúrgica, la explicación de la técnica, de los lentes intraoculares y de las complicaciones; tal como figura en el consentimiento informado que el paciente debe firmar, en la historia clínica debe constatar el lente intraocular a colocar, la medicación prequirúrgica y la posquirúrgica, así como la fecha de todos los controles realizados.

El consentimiento informado y el protocolo quirúrgico deben quedar a resguardo, documentando en la historia clínica que se archivan en un anexo si ésta es computarizada o si se archivan en un lugar distinto.

Es importante que el protocolo quirúrgico sea real, es decir, si existió una complicación, ésta debe quedar registrada en él.

El consentimiento informado debe ser completo y ajustarse a la Ley 26.529, por lo que debe figurar el estado de salud (patología), procedimiento propuesto, beneficios esperados, riesgos y complicaciones más frecuentes y más graves, procedimientos alternativos y consecuencias previsibles por la no realización del tratamiento propuesto. Es indispensable que esté firmado

por el paciente. En el caso de que el paciente no llegue a leer el consentimiento impreso por falta de visión, analfabetismo o no leer el castellano por ser extranjero, debe firmarlo también un testigo —mejor si éste es un familiar—, acompañante o traductor, constando nombre completo, DNI y teléfono personal de esa persona. Lo mismo en el caso que el paciente sea sordo.

En el consentimiento informado para presbicia y lentes multifocales debe constar la posibilidad de padecer disfotopsias, halos y glare. También debe mencionarse lo importante de la neuroadaptación y la posibilidad de necesitar un retoque por una sorpresa refractiva. También que conste que existe una mayor dificultad en la medición de la lente intraocular para el caso de cirugías refractivas previas.

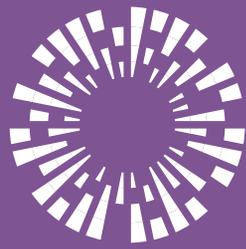
El consentimiento informado debe ser completado en todos los espacios para llenar y firmado por el médico responsable y por el propio paciente. Es necesario para disminuir el riesgo médico legal; es obligatorio por ley y muy útil para mejorar la relación médico paciente. Se debe realizar SIEMPRE, ya que se trata de un

acto médico que no puede ser efectuado por administrativos, enfermeras o instrumentadoras.

Otra importante medida de prevención es adoptar la lista de chequeo quirúrgico (*check list*) que disminuye la posibilidad de error de paciente, patología, lente, etc.

Por último, debemos tener en cuenta que la colocación de lentes multifocales en cristalinios claros y buena agudeza visual aumenta el riesgo médico legal porque en el caso de disminuir la agudeza visual por una complicación, se puede considerar tal disminución como un “daño”. Por tal motivo, siempre es aconsejable que quede documentado en la historia clínica la existencia de presbicia y/o catarata o esclerosis de cristalino, donde la disfunción acomodativa del cristalino será intervenida quirúrgicamente con una cirugía facorrefractiva para su mejoría.

El consentimiento informado para lentes multifocales que cuenta con el respaldo de la Sociedad Argentina de Oftalmología (SAO) y la Sociedad Argentina de Médicos Oftalmólogos Legistas (SAMOL) puede descargarse del sitio web la Sociedad Argentina de Oftalmología: <https://sao.org.ar/consentimientos>.



Sociedad
Argentina *de*
Oftalmología

ISBN 978-631-90543-0-9

