



UNIVERSIDAD DE MURCIA
ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO
TESIS DOCTORAL

**Estudio de la calidad visual y de las curvas de desenfoque en pacientes
con lentes intraoculares refractivas**

D. Francisco José Pozo Lorenzo

2024



UNIVERSIDAD DE MURCIA
ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO

TESIS DOCTORAL

**Estudio de la calidad visual y de las curvas de desenfoque en pacientes
con lentes intraoculares refractivas**

Autor: D. Francisco José Pozo Lorenzo

Director/es: D. Ángel Ramón Gutiérrez Ortega y D.^a María Paz Villegas Pérez



**DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD
DE LA TESIS PRESENTADA PARA OBTENER EL TÍTULO DE DOCTOR**

Aprobado por la Comisión General de Doctorado el 19-10-2022

D./Dña. Francisco José Pozo Lorenzo

doctorando del Programa de Doctorado en

Programa de Doctorado en Ciencias de la Visión

de la Escuela Internacional de Doctorado de la Universidad Murcia, como autor/a de la tesis presentada para la obtención del título de Doctor y titulada:

Estudio de la calidad visual y de las curvas de desenfoque en pacientes con lentes intraoculares refractivas

y dirigida por,

D./Dña. Ángel Ramón Gutierrez Ortega

D./Dña. María Paz Villegas Pérez

D./Dña.

DECLARO QUE:

La tesis es una obra original que no infringe los derechos de propiedad intelectual ni los derechos de propiedad industrial u otros, de acuerdo con el ordenamiento jurídico vigente, en particular, la Ley de Propiedad Intelectual (R.D. legislativo 1/1996, de 12 de abril, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, modificado por la Ley 2/2019, de 1 de marzo, regularizando, aclarando y armonizando las disposiciones legales vigentes sobre la materia), en particular, las disposiciones referidas al derecho de cita, cuando se han utilizado sus resultados o publicaciones.

Si la tesis hubiera sido autorizada como tesis por compendio de publicaciones o incluyese 1 o 2 publicaciones (como prevé el artículo 29.8 del reglamento), declarar que cuenta con:

- La aceptación por escrito de los coautores de las publicaciones de que el doctorando las presente como parte de la tesis.*
- En su caso, la renuncia por escrito de los coautores no doctores de dichos trabajos a presentarlos como parte de otras tesis doctorales en la Universidad de Murcia o en cualquier otra universidad.*

Del mismo modo, asumo ante la Universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría o falta de originalidad del contenido de la tesis presentada, en caso de plagio, de conformidad con el ordenamiento jurídico vigente.

En Murcia, a 26 de Julio de 2024

Fdo.: Francisco José Pozo Lorenzo

Esta DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD debe ser insertada en la primera página de la tesis presentada para la obtención del título de Doctor.

Información básica sobre protección de sus datos personales aportados	
Responsable:	Universidad de Murcia. Avenida teniente Flomesta, 5. Edificio de la Convalecencia. 30003; Murcia. Delegado de Protección de Datos: dpd@um.es
Legitimación:	La Universidad de Murcia se encuentra legitimada para el tratamiento de sus datos por ser necesario para el cumplimiento de una obligación legal aplicable al responsable del tratamiento. art. 6.1.c) del Reglamento General de Protección de Datos
Finalidad:	Gestionar su declaración de autoría y originalidad
Destinatarios:	No se prevén comunicaciones de datos
Derechos:	Los interesados pueden ejercer sus derechos de acceso, rectificación, cancelación, oposición, limitación del tratamiento, olvido y portabilidad a través del procedimiento establecido a tal efecto en el Registro Electrónico o mediante la presentación de la correspondiente solicitud en las Oficinas de Asistencia en Materia de Registro de la Universidad de Murcia



UNIVERSIDAD DE
MURCIA

D. Ángel Ramón Gutiérrez Ortega, Catedrático de Universidad del Área de Oftalmología en el Departamento de Oftalmología, Optometría, Otorrinolaringología y Anatomía Patológica, AUTORIZA:

La presentación de la Tesis Doctoral titulada "Estudio de la calidad visual y de las curvas de desenfoque en pacientes con lentes intraoculares refractivas", realizada por D. Francisco José Pozo Lorenzo, bajo mi inmediata dirección y supervisión, y que presenta para la obtención del grado de Doctor por la Universidad de Murcia.

En Murcia, a 19 de Julio de 2024

GUTIERREZ ORTEGA
ANGEL RAMON -  Firmado digitalmente por
GUTIERREZ ORTEGA ANGEL
RAMON -
Fecha: 2024.08.08 12:10:19 +02'00'

Mod:T-20



UNIVERSIDAD DE
MURCIA

D^a. María Paz Villegas Pérez, Catedrática de Universidad del Área de Oftalmología en el Departamento de Oftalmología, Optometría, Otorrinolaringología y Anatomía Patológica, AUTORIZA:

La presentación de la Tesis Doctoral titulada "Estudio de la calidad visual y de las curvas de desenfoque en pacientes con lentes intraoculares refractivas", realizada por D. Francisco José Pozo Lorenzo, bajo mi inmediata dirección y supervisión, y que presenta para la obtención del grado de Doctor por la Universidad de Murcia.

En Murcia, a 19 de Julio de 2024

VILLEGAS
PEREZ MARIA
PAZ -

Firmado digitalmente
por VILLEGAS PEREZ
MARIA PAZ -

Fecha: 2024.07.24
22:48:18 +02'00'

Mod:T-20

Agradecimientos

A la profesora María Paz Villegas Pérez y al profesor Ángel Ramón Gutiérrez Ortega, por aceptar la dirección de esta Tesis Doctoral, por su esfuerzo, conocimiento y dedicación.

A Javier Valiente, por su gran ayuda e implicación en las diferentes etapas de este trabajo.

A los pacientes que han formado parte de este estudio de forma desinteresada, en tiempos de pandemia, dándole mayor mérito a su participación.

A todo el personal del servicio de Oftalmología del Hospital Universitario Reina Sofía de Murcia y de la Clínica Novovisión de Murcia, por ayudarme en todo lo posible y facilitarme los medios necesarios para la realización de este trabajo.

A los miembros del laboratorio, por todo lo aprendido y por vuestra ayuda. A Josema por ese podcast que siempre me aporta algo más que cualquier canción de Spotify y por seguir ahí a pesar de la distancia. A Caridad Galindo por sus consejos y por estar siempre que se le necesita.

A mis amigos y compañeros de residencia, por vuestras aportaciones, por todos los buenos momentos compartidos y por los que nos quedan.

A mis padres y a mi hermana por estar siempre presentes, por su motivación y esfuerzo para que pudiese llegar hasta donde he llegado y por enseñarme desde pequeño, valores tan importantes como humildad, sencillez, sacrificio y de paso, ser feliz

A ti Miriam, por tu ayuda, por tu apoyo incondicional, por tu cariño, por ser mi otra mitad y por darme algo tan maravilloso que estoy deseando conocer.

Tabla de contenido

RESUMEN	1
ABSTRACT	4
LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE TABLAS	10
1. INTRODUCCIÓN	16
1. EL CRISTALINO	17
1.1. Cápsula del cristalino	17
1.2. Células o fibras del cristalino	18
2. LA CATARATA	20
2.1. Tipos de catarata senil.....	20
2.2. Sistemas de clasificación de la catarata	21
2.3. Tratamiento de la catarata.....	23
3. ESTUDIO DE LA CANTIDAD DE VISIÓN EN PACIENTES INTERVENIDOS DE CATARATA	25
3.1. Agudeza visual.....	25
3.2. Curva de desenfoque	27
4. ESTUDIO DE LA CALIDAD DE VISIÓN EN PACIENTES INTERVENIDOS DE CATARATA	29
4.1. Sensibilidad al contraste	29
4.2. Estereopsis	30
4.3. Importancia de la exploración de la superficie ocular en cirugía de catarata	33
4.4. Disfotopsias y problemas de calidad de visión central	35
4.5. Aberraciones oculares.....	39
5. LA CALIDAD DE VIDA EN PACIENTES INTERVENIDOS DE CATARATA.....	43
6. LENTES INTRAOCULARES.....	46
2. JUSTIFICACIÓN	57
3. HIPÓTESIS	60
4. OBJETIVOS	63
5. MATERIAL Y MÉTODOS	66
5.1. DISEÑO DEL ESTUDIO	67
5.2. GRUPOS DE ESTUDIO.....	67
5.3. POBLACIÓN DE ESTUDIO	67
5.4. CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	68
5.5. CRITERIOS DE INCLUSIÓN	68
5.6. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	68
5.7. CRONOLOGÍA DE LAS EXPLORACIONES DE LOS GRUPOS DE ESTUDIO.....	69
5.7.1. Revisiones realizadas por su oftalmólogo.....	69
5.7.2. Revisión final realizada por el IP de este estudio	69
5.8. EXPLORACIONES.....	70
5.8.1. Exploración basal preoperatoria.....	70
5.8.2. Cálculo de la lente intraocular	70
5.8.3. Lentes intraoculares	71
5.8.4. Intervención de catarata	73
5.8.5. Exploración final	75
5.9. ANÁLISIS DE DATOS.....	83
5.10. RECOPIACIÓN BIBLIOGRÁFICA	84

6.RESULTADOS	86
6.1. VARIABLES DEMOGRÁFICAS	87
6.2. VARIABLES PREOPERATORIAS	87
6.2.1. Longitud axial y potencia de lente intraocular (LIO).....	87
6.3. VARIABLES POSTOPERATORIAS	88
6.3.1. Refracción postoperatoria	88
6.3.2. Agudeza visual lejana monocular con y sin corrección	91
6.3.3. Agudeza visual intermedia monocular con corrección	93
6.3.4. Agudeza visual cercana binocular con corrección	95
6.3.5. Curvas de desenfoque.....	96
6.3.6. Sensibilidad al contraste.....	100
6.3.7. Calidad visual.....	112
6.3.8. Calidad de vida relacionada con la función visual	124
6.3.9. Estereopsis	125
6.3.10. Test de Schirmer	126
6.3.11. Tiempo de ruptura de película lagrimal (BUT).....	127
6.3.12. Diámetro pupilar.....	128
6.3.13. Aberraciones oculares.....	129
7.DISCUSIÓN	136
7.1. VARIABLES DEMOGRÁFICAS	137
7.2. VARIABLES PREOPERATORIAS	137
7.2.1. Longitud axial	137
7.3. VARIABLES POSTOPERATORIAS	138
7.3.1. Refracción	138
7.3.2. Agudeza visual.....	140
7.3.3. Curvas de desenfoque.....	145
7.3.4. Sensibilidad al contraste.....	147
7.3.5. Calidad visual.....	149
7.3.6. Calidad de vida relacionada con la función visual	152
7.3.7. Estereopsis	153
7.3.8. Test de Schirmer	154
7.3.9. Tiempo de ruptura de película lagrimal (BUT).....	156
7.3.10. Diámetro pupilar.....	157
7.3.11. Aberraciones oculares.....	160
7.4. LIMITACIONES DEL ESTUDIO	164
8. CONCLUSIONES	166
9. BIBLIOGRAFÍA	170
10. ANEXOS	196

Resumen

Introducción

Las lentes intraoculares comenzaron a implantarse sistemáticamente en la cirugía de la catarata hace aproximadamente cuarenta años. Desde entonces se han desarrollado mejoras en el diseño de éstas, con el objetivo de optimizar la agudeza visual de los pacientes y proporcionarles una buena calidad de visión y de vida.

Durante años se utilizaron mayoritariamente las lentes intraoculares monofocales, que aportan al paciente una visión lejana óptima sin gafa, pero que precisan corrección óptica para la visión cercana e intermedia. En la última década se han introducido en el mercado las lentes monofocales plus que pueden proveer al paciente una visión lejana óptima y una aceptable visión intermedia.

Hace ya varias décadas que se comercializaron las lentes intraoculares multifocales, que pueden proporcionar una buena agudeza visual lejana, intermedia y cercana. Sin embargo, no se recomiendan en todos los pacientes puesto que pueden reducir la sensibilidad al contraste y dar lugar a un mayor número de fenómenos disfotópicos.

Objetivos

Evaluar la calidad de visión y la calidad de vida en pacientes intervenidos de catarata con tres tipos diferentes de lente intraocular: lente intraocular monofocal (Tecnis ZCB00), lente intraocular monofocal plus (Tecnis Eyhance ICB00) y lente intraocular multifocal refractiva (Mplus LS-313).

Material y Métodos

Se seleccionaron 150 ojos de 75 pacientes, que iban a ser intervenidos de catarata de ambos ojos. Se realizaron tres grupos que comprendían 25 pacientes con el mismo tipo de lente en los dos ojos: grupo 1 (lente Tecnis ZCB00), grupo 2 (lente Tecnis Eyhance ICB00) y grupo 3 (lente Mplus LS-313). Los pacientes de este último grupo portaban la lente Mplus LS-313 con adición +2.00D en el ojo dominante y la lente Mplus LS-313 con adición +3.00D en el ojo no dominante. Los criterios de inclusión eran: edad inferior a 80 años, longitud axial 22-25 mm, refracción preoperatoria entre -4 y +4 D, astigmatismo

corneal $<1,5$ D y ausencia de enfermedades oculares. Todos los grupos fueron sometidos a una exploración basal preoperatoria y a varias revisiones postoperatorias. Tres meses después de la cirugía del segundo ojo, se realizó una exploración en la que se evaluaron diferentes parámetros de calidad visual: agudeza visual lejana sin y con corrección, agudeza visual intermedia y cercana con corrección, curva de desenfoco, sensibilidad al contraste (test CSV-1000), estereopsis (test Random dot), aberraciones ópticas (OPD scan III), disfotopsias (test QoV) y calidad de vida en relación con la visión (cuestionario NEI VFQ-25).

Resultados

Los tres grupos de estudio obtuvieron una mejor agudeza visual corregida en visión cercana y lejana, similar. Sin embargo, la mejor agudeza visual intermedia corregida fue significativamente superior en los grupos 2 y 3.

Las curvas de desenfoco de los grupos 1 y 2 presentaron una morfología similar con buena agudeza visual lejana, aunque la agudeza visual intermedia fue superior en el grupo 2. En el grupo 3 la curva de desenfoco de los ojos que portaban la lente con adición +2.00D objetivó una mayor agudeza visual en visión intermedia y lejana, mientras que los ojos con la lente Mplus con adición +3.00 D obtuvieron una buena agudeza visual en visión cercana y lejana.

Los valores de sensibilidad al contraste en condiciones mesópicas y fotópicas, no mostraron diferencias significativas entre los grupos 1 y 2, pero fueron significativamente inferiores en el grupo 3. Los valores de estereopsis fueron también significativamente inferiores en el grupo 3, no observándose diferencias significativas entre los grupos 1 y 2.

La incidencia de disfotopsias (halos, deslumbramientos y brillos) fue similar entre los grupos 1 y 2, pero significativamente mayor en el grupo 3. La puntuación de las diferentes subescalas de la calidad de vida relacionada con la visión, fue similar entre los tres grupos excepto la subescala "visión general" que mostró valores significativamente superiores en los pacientes del grupo 3.

El test de Schirmer y el tiempo de ruptura de la película lagrimal fueron similares en los tres grupos de estudio. El diámetro pupilar fue también similar entre los tres grupos.

Las aberraciones corneales fueron similares en los tres grupos de estudio, exceptuando la aberración esférica que fue superior en ojos izquierdos del grupo 1. La aberración coma total fue superior en los ojos implantados con la lente Mplus LS-313 con adición +3.00 D.

Conclusiones

Las tres lentes utilizadas: Tecnis ZCB00, Tecnis Eyhance y Mplus LS-313 proporcionan una mejor agudeza visual lejana similar, con y sin corrección óptica y una mejor agudeza visual corregida cercana similar. La mejor agudeza visual corregida intermedia es superior con las lentes Tecnis Eyhance y Mplus LS-313. En los valores de desenfoque correspondientes a la visión lejana, las tres lentes alcanzan una agudeza visual similar. En los valores de desenfoque correspondientes a la visión intermedia y cercana, obtuvieron una agudeza visual superior las lentes Mplus LS-313 con adición +2.00 D y con adición +3.00 D, respectivamente.

Tanto la sensibilidad al contraste como los valores de estereopsis son superiores con las lentes Tecnis ZCB00 y Tecnis Eyhance que con la lente Mplus LS-313. Además los pacientes portadores de las lentes Tecnis ZCB00 y Tecnis Eyhance manifestaron menos disfotopsias que los implantados con la lente Mplus LS-313. Sin embargo, los pacientes portadores de la lente Mplus LS-313 tuvieron una puntuación superior en la subescala “visión general” del cuestionario NEI VFQ-25.

Por último, la aberración coma total es superior en los ojos implantados con la lente Mplus LS-313 con adición +3.00 D.

Abstract

Introduction

Intraocular lenses have been routinely implanted during cataract surgery forty years ago. Since then, improvements in lens design have been developed with the aim of optimising the visual acuity and quality of life of the patients.

For many years, the monofocal intraocular lenses were predominantly used. These lenses provide the patient with optimal distance vision without glasses, but require optical correction for near and intermediate vision. In the last decade the monofocal plus lenses have been introduced and can provide the patient with optimal distance vision and acceptable intermediate vision.

Multifocal intraocular lenses were introduced some decades ago and can, provide good distance, intermediate and near visual acuity. However, they are not recommended for all the patients as they may reduce contrast sensitivity and cause more dysphotopic phenomena.

Objectives

To evaluate quality of vision and quality of life in patients who underwent cataract surgery with three different types of intraocular lens: the monofocal intraocular lens (Tecnis ZCB00), the monofocal plus intraocular lens (Tecnis Eyhance ICB00) and the refractive multifocal intraocular lens (Mplus LS-313).

Material and Methods

We selected 150 eyes of 75 patients that were going to have cataract surgery in both eyes. There were three groups that comprised 25 patients each that had the same lens type implanted in both eyes: group 1 (Tecnis ZCB00 lens), group 2 (Tecnis Eyhance ICB00 lens) and group 3 (Mplus LS-313 lens). The patients group 3 wore the Mplus LS-313 lens with +2.00D addition in the dominant eye and the Mplus LS-313 lens with +3.00D addition in the non-dominant eye. Inclusion criteria were: age less than 80 years, axial length 22-25 mm, preoperative refraction between -4 and +4 D, corneal astigmatism <1.5 D and absence of ocular disease. All groups underwent a preoperative baseline examination and several postoperative examinations.

Three months after the operation of the second eye, an examination was performed to examine, different visual quality parameters: uncorrected and corrected distance visual acuity, corrected intermediate and near visual acuity, defocus curve, contrast sensitivity (CSV-1000 test), stereopsis (Random dot test), optical aberrations (OPD scan III), dysphotopsia (QoV test) and vision-related quality of life (NEI VFQ-25 questionnaire).

Results

All the three study groups had similar best corrected visual acuity for near and far vision. However, the best corrected intermediate visual acuity was significantly higher in groups 2 and 3.

The defocus curves of groups 1 and 2 showed a similar morphology with good far visual acuity, although the intermediate visual acuity was higher in group 2. In group 3 the defocus curve of the eyes with the +2.00D addition lens showed a higher visual acuity in intermediate and far vision, while the eyes with the +3.00D addition Mplus lens showed good visual acuity in near and far vision.

Contrast sensitivity values in mesopic and photopic conditions showed no significant differences between groups 1 and 2, but were significantly lower in group 3. Stereopsis values were also significantly lower in group 3, but they showed no significant differences between groups 1 and 2.

The incidence of dysphotopsias (halos and glare) was similar in groups 1 and 2 but significantly higher in group 3. The scores of the different subscales of vision-related quality of life were similar in the three groups except for the subscale "general vision" that had significantly higher values in group 3 patients.

The Schirmer's test and tear film break-up time were similar in the three groups. Pupillary diameter was also similar in the three groups.

Corneal aberrations were similar in the three groups, except for the spherical aberration which was higher in the left eyes of group 1. Total coma aberration was higher in the group 3 eyes implanted with the Mplus LS-313 lens with the +3.00 D addition.

Conclusions

The three lenses used: Tecnis ZCB00, Tecnis Eyhance and Mplus LS-313 provide similar best distance visual acuity with and without optical correction and similar best distance-corrected near visual acuity. The best distance-corrected intermediate visual acuity was higher with the Tecnis Eyhance and Mplus

LS-313 lenses. At the defocus values for distance vision, all three lenses provided a similar visual acuity. In the defocus values for intermediate and near vision, the Mplus LS-313 lenses with addition +2.00 D and the Mplus LS-313 lenses with addition +3.00 D, provided a higher visual acuity, respectively.

Both contrast sensitivity and stereopsis values were higher with the Tecnis ZCB00 and Tecnis Eyhance lenses than with the Mplus LS-313 lens. In addition, patients who received the Tecnis ZCB00 and Tecnis Eyhance lenses showed less dysphotopic phenomena than those implanted with the Mplus LS-313 lens. However, patients implanted with the Mplus LS-313 lens scored higher on the "general vision" subscale of the NEI VFQ-25 questionnaire.

Finally, total coma aberration was higher in eyes implanted with the Mplus LS-313 lens with +3.00 D addition.

Lista de figuras

Figura 1. Corte transversal que muestra la posición normal del cristalino dentro del ojo y su composición.

Figura 2. Tipos de catarata. A) Catarata nuclear B) Catarata cortical C) Catarata subcapsular posterior.

Figura 3. Sistema de clasificación LOCS III.

Figura 4. Sistema de clasificación de Barraquer

Figura 5. Escala de Snellen

Figura 6. Curva de desenfoque de una lente monofocal estándar (Tecnis ZCB00) y de una lente monofocal plus (Tecnis ICB00).

Figura 7. Test CSV-1000E

Figura 8. Área de Panum

Figura 9. Test de Random dot

Figura 10. Disfotopsia negativa

Figura 11. Representación tridimensional de los polinomios de Zernike

Figura 12. Lente original sin hápticos de Ridley en 1949

Figura 13. Representación de una lente esférica

Figura 14. Representación de una lente esférica

Figura 15. Curva de desenfoque de una lente monofocal estándar y una lente EDOF

Figura 16. Curva de desenfoque de una lente EDOF (Symfony) y una lente trifocal difractiva (PanOptix).

Figura 17. Lente multifocal refractiva Mplus LS-313

Figura 18. Curva de desenfoque de la lente bifocal refractiva Mplus con adición de +3.00D

Figura 19. Lente Tecnis ZCB00

Figura 20. Lente Tecnis Eyhance ICB00

Figura 21. Superficie anterior de lente Tecnis Eyhance ICB00 y Tecnis ZCB00.

Figura 22. Representación de lente Mplus LS-313.

Figura 23. Autorrefractómetro NIDEK ARK-710A

Figura 24. Imágenes del test de calidad visual: Quality of vision

Figura 25. OPD scan III de Nidek.

Figura 26. Valores de agudeza visual de ambos ojos según la potencia de la lente utilizada para el desenfoque (curvas de desenfoque) en los tres grupos de estudio

Figura 27. Valores de agudeza visual de los ojos derechos según la potencia de la lente utilizada para el desenfoque (curvas de desenfoque) en los tres grupos de estudio

Figura 28. Valores de agudeza visual de los ojos izquierdos según la potencia de la lente utilizada para el desenfoque (curvas de desenfoque) en los tres grupos de estudio

Figura 29. Gráfica que muestra los valores medios de sensibilidad al contraste binocular en condiciones mesópicas de los grupos 1 (Tecnis ZCB00), 2 (Tecnis Eyhance) y 3 (Mplus)

Figura 30. Gráfica que muestra los valores medios de sensibilidad al contraste en condiciones mesópicas, en ojos derechos de los grupos de estudio

Figura 31. Gráfica que muestra los valores medios de sensibilidad al contraste en condiciones mesópicas, en ojos izquierdos de los grupos de estudio

Figura 32. Gráfica que muestra los valores medios de sensibilidad al contraste binocular en condiciones fotópicas de los grupos 1 (Tecnis ZCB00), 2 (Tecnis Eyhance) y 3 (Mplus).

Figura 33. Gráfica que muestra los valores medios de sensibilidad al contraste en condiciones fotópicas, en ojos derechos de los grupos de estudio

Figura 34. Gráfica que muestra los valores medios de sensibilidad al contraste en condiciones fotópicas, en ojos izquierdos de los grupos de estudio

Figura 35. Frecuencia de “experiencia” de fenómenos visuales obtenidos con el test QoV

Figura 36. Frecuencia de “experiencia” de fenómenos visuales obtenidos con el test QoV

Figura 37. Frecuencia de “molestia” de fenómenos visuales obtenidos con el test QoV

Figura 38. Frecuencia de “molestia” de fenómenos visuales obtenidos con el test QoV

Figura 39. Frecuencia de “gravedad” de fenómenos visuales obtenidos con el test QoV

Figura 40. Frecuencia de “gravedad” de fenómenos visuales obtenidos con el test QoV

Figura 41. Gráfico comparativo de la puntuación de los diferentes grupos de estudio en las subescalas del cuestionario NEI VFQ-25

Lista de tablas

Tabla 1. Propiedades de la lente intraocular Tecnis ZCB00

Tabla 2. Propiedades de la lente intraocular Tecnis ICB00

Tabla 3. Propiedades de la lente intraocular Mplus LS-313

Tabla 4. Preguntas del test NEI VFQ-25 que valoran cada subescala

Tabla 5. Valores de edad expresados en años y relación hombre/mujer de la muestra de estudio

Tabla 6. Valores de longitud axial y potencia de lente intraocular implantada

Tabla 7. Valores de refracción postoperatoria objetiva

Tabla 8. Valores de significación estadística en la refracción postoperatoria objetiva tras comparar los valores medios de esfera, cilindro y eje.

Tabla 9. Valores de refracción postoperatoria subjetiva

Tabla 10. Valores de significación estadística en la refracción postoperatoria subjetiva tras comparar los valores medios de esfera, cilindro y eje.

Tabla 11. Valores de agudeza visual lejana sin y con corrección óptica, expresada en escala LogMAR

Tabla 12. Valores de agudeza visual lejana de ojos derechos sin y con corrección óptica, expresada en escala LogMAR

Tabla 13. Valores de agudeza visual lejana de ojos izquierdos sin y con corrección óptica, expresada en escala LogMAR

Tabla 14. Valores de significación estadística tras comparar las agudezas visuales sin y con corrección óptica de ojos derechos e izquierdos, en cada grupo de estudio

Tabla 15. Valores de agudeza visual intermedia, expresada en escala LogMAR, y valores de significación estadística al comparar grupos dos a dos

Tabla 16. Valores en ojos derechos e izquierdos de agudeza visual intermedia, expresada en escala LogMAR

Tabla 17. Valores de agudeza visual cercana binocular con corrección, expresada en escala LogMAR

Tabla 18. Valores de significación estadística al comparar los valores de agudeza visual en los principales valores de desenfoque entre los diferentes grupos de estudio

Tabla 19. Valores de sensibilidad al contraste en las diferentes frecuencias en los tres grupos, obtenidos con test CSV-1000 en condiciones de iluminación mesópica.

Tabla 20. Valores de significación estadística en el test CSV-1000 al comparar los valores de sensibilidad al contraste en condiciones de iluminación mesópica en ambos ojos.

Tabla 21. Valores de sensibilidad al contraste obtenidos en ojos derechos en los tres grupos, con test CSV-1000 en condiciones de iluminación mesópica.

Tabla 22. Valores de significación estadística en el test CSV-1000 al comparar los valores de sensibilidad al contraste en condiciones de iluminación mesópica en ojos derechos.

Tabla 23. Valores de sensibilidad al contraste obtenidos en ojos izquierdos en los tres grupos, con test CSV-1000 en condiciones de iluminación mesópica.

Tabla 24. Valores de significación estadística en el test CSV-1000 al comparar los valores de sensibilidad al contraste en condiciones de iluminación mesópica en ojos izquierdos.

Tabla 25. Valores de sensibilidad al contraste obtenidos en los tres grupos, con test CSV-1000 en condiciones de iluminación fotópica.

Tabla 26. Valores de significación estadística en el test CSV-1000 al comparar los valores de sensibilidad al contraste en condiciones de iluminación fotópica en ambos ojos.

Tabla 27. Valores de sensibilidad al contraste obtenidos en ojos derechos en los tres grupos, con test CSV-1000 en condiciones de iluminación fotópica.

Tabla 28. Valores de significación estadística en el test CSV-1000 al comparar los valores de sensibilidad al contraste en condiciones de iluminación fotópica en ojos derechos.

Tabla 29. Valores de sensibilidad al contraste obtenidos en ojos izquierdos en los tres grupos, con test CSV-1000 en condiciones de iluminación fotópica.

Tabla 30. Valores de significación estadística en el test CSV-1000 al comparar los valores de sensibilidad al contraste en condiciones de iluminación fotópica en ojos izquierdos.

Tabla 31. Número de pacientes en cada grupo, que presentaban o no fenómenos visuales incluidos en el cuestionario de calidad de visión y valores de significación estadística al comparar grupos dos a dos

Tabla 32. Número de pacientes con ausencia o presencia de deslumbramiento en cada grupo y valores de significación estadística al comparar grupos dos a dos

Tabla 33. Número de pacientes con ausencia o presencia de halos en cada grupo y valores de significación estadística al comparar grupos dos a dos

Tabla 34. Número de pacientes con ausencia o presencia de brillos en cada grupo y valores de significación estadística al comparar grupos dos a dos

Tabla 35. Número de pacientes con ausencia o presencia de visión nublada en cada grupo y valores de significación estadística al comparar grupos dos a dos

Tabla 36. Número de pacientes con ausencia o presencia de visión borrosa en cada grupo y valores de significación estadística al comparar grupos dos a dos

Tabla 37. Número de pacientes con ausencia o presencia de visión distorsionada en cada grupo y valores de significación estadística al comparar grupos dos a dos

Tabla 38. Número de pacientes con ausencia o presencia de visión doble en cada grupo y valores de significación estadística al comparar grupos dos a dos

Tabla 39. Puntuación de los diferentes grupos de estudio en las subescalas del cuestionario NEI VFQ-25 (media \pm desviación estándar)

Tabla 40. Valores de estereopsis expresados en segundos de arco y valores de significación estadística al comparar grupos dos a dos

Tabla 41. Test de Schirmer, valores expresados en milímetros

Tabla 42. Test de Schirmer, valores de ojos derechos e izquierdos expresados en milímetros

Tabla 43. Tiempo de ruptura de película lagrimal (BUT), valores expresados en segundos

Tabla 44. Tiempo de ruptura de película lagrimal (BUT), valores derechos e izquierdos expresados en segundos

Tabla 45. Valores de diámetro pupilar en condiciones mesópicas medidos con Nidek OPD scan. Resultados expresados en mm

Tabla 46. Valores de diámetro pupilar de ojos derechos e izquierdos en condiciones mesópicas medidos con Nidek OPD scan. Resultados expresados en mm

Tabla 47. Valores de aberraciones corneales en pupila de 6 mm medidas con Nidek OPD scan III (ojo derecho). Resultados expresados en μm

Tabla 48. Valores de aberraciones corneales en pupila de 6 mm medidas con Nidek OPD scan III (ojo izquierdo). Resultados expresados en μm

Tabla 49. Valores de aberraciones internas en pupila de 6 mm medidas con Nidek OPD scan III (ojo derecho). Resultados expresados en μm

Tabla 50. Valores de aberraciones internas en pupila de 6 mm medidas con Nidek OPD scan III (ojo izquierdo). Resultados expresados en μm

Tabla 51. Valores de aberraciones totales en pupila de 6 mm medidas con Nidek OPD scan III (ojo derecho). Resultados expresados en μm

Tabla 52. Valores de aberraciones totales en pupila de 6 mm medidas con Nidek OPD scan III (ojo izquierdo). Resultados expresados en μm

1. Introducción

1. El cristalino

El poder dióptrico del ojo es de aproximadamente 60 dioptrías, 40 son aportadas por la córnea y 20 por el cristalino. Hasta los 45 años, el poder dióptrico del cristalino puede variar para conseguir enfocar a cualquier distancia.

El cristalino está formado por:

1.1. Cápsula del cristalino

La capa más externa que recubre al cristalino es la cápsula del cristalino, una membrana transparente de carácter resistente y elástico, de mayor grosor en las zonas pre y post ecuatorial (*Barraquer y cols., 2006*). Dicha cápsula consta de una membrana basal y una capa epitelial. Esta membrana basal, rodea a la capa epitelial y está compuesta por colágeno tipo IV, glucosaminoglicanos, glucoproteínas como la laminina, fibronectina, ATP y enzimas glucolíticas (*Danysh y cols., 2009*).

El epitelio del cristalino está constituido por una capa única de células de morfología cúbica con núcleos redondeados en posición central, dispuestas sobre la membrana basal y unidas en su región lateral mediante uniones *occludens*. Estas células se encuentran en contacto directo con la membrana basal, a nivel del ecuador del cristalino y de su superficie anterior, no encontrándose en la superficie posterior; de ahí la diferencia entre cápsula anterior y posterior.

El epitelio del cristalino se compone de tres zonas bien diferenciadas en función del grado de mitosis de sus células:

- zona central: constituida por células sin capacidad de mitosis
- zona intermedia: formada por células pequeñas con alguna mitosis
- zona ecuatorial o germinativa: contiene células en mitosis que se dividen y elongan formando las fibras del cristalino (*Zampighi y cols., 2000*).

1.2. Células o fibras del cristalino

Las fibras del cristalino se originan a partir de las células de la región ecuatorial, para posteriormente comenzar un proceso de elongación. Al elongarse dichas fibras, se produce un incremento de ribosomas, microtúbulos y microfilamentos. Poco a poco se van degradando las organelas, llegando a la desaparición del núcleo y quedando las proteínas cristalinas llamadas cristalininas como el principal componente citoplasmático; hecho que contribuye a mejorar la transparencia del cristalino.

Las fibras del cristalino van a coincidir en sus extremos con otras fibras en unas zonas denominadas suturas, las cuales parten de los polos y se extienden radialmente por el cristalino. La disposición espacial de las fibras en el cristalino será importante para la transmisión de la luz y el mantenimiento de la transparencia de éste (*Wride y cols., 2011*).

El proceso a través del cual se origina la diferenciación de las células o fibras del cristalino es un proceso dinámico, en el cual éstas van desplazándose progresivamente desde el área ecuatorial hacia el interior del cristalino, diferenciándose dos zonas: corteza (capa externa de consistencia blanda, formada por células nucleadas recién divididas) y núcleo (capa interna de mayor firmeza formada por células anucleadas). A medida que las nuevas fibras se van formando y alargando, las fibras más antiguas se van depositando hacia la región central, perdiendo su núcleo. Las células más antiguas se originan durante la etapa embrionaria y se localizan en el centro del cristalino, formando parte de los núcleos embrionarios y fetal. Con la edad el núcleo del cristalino va aumentando de tamaño, hasta ocupar la mayor parte del cristalino en edades avanzadas, dando lugar a la catarata (*Kuszak JR y cols., 1994*).

El cristalino constituye una estructura avascular que recibe los nutrientes a partir del humor acuoso y elimina los productos de desecho a la cámara posterior (*Hejtmancik y cols., 2015*).

El cristalino es una lente biológica transparente y biconvexa cuyo diámetro varía desde los 6,5 mm en el recién nacido, hasta los 9 mm en la edad adulta (*Strenk y cols., 1999*). Su eje anteroposterior varía desde los 3,5 mm en el momento del nacimiento a 5 mm a la edad de 50 años. Su peso al nacer es de 65 mg llegando a un peso de aproximadamente 250 mg a la edad de 90 años. Por tanto, con la edad se produce un incremento en el diámetro, eje anteroposterior y peso del cristalino (*Hejtmancik y cols., 2015*).

El cristalino se localiza por detrás del iris y por delante del humor vítreo, quedando unido a los procesos ciliares mediante la zónula de Zinn (**Figura 1**).

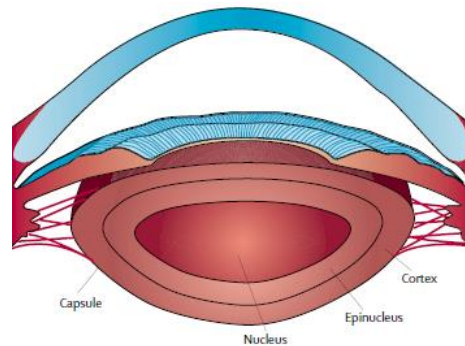


Figura 1. Corte transversal que muestra la posición normal del cristalino dentro del ojo y su composición. *Tomada de Asbell y cols., 2005.*

El 66% del peso del cristalino es agua, que disminuye con la edad. Las proteínas corresponden al 33%, siendo en su mayoría proteínas específicas del cristalino, denominadas cristalinas. El 1% restante se compone de lípidos, glucosa, ácido ascórbico, glutatión, iones y otros componentes minoritarios (*Ghosh y cols., 2019*).

Debido a la ausencia de material extracelular entre las células del cristalino y la ausencia de vasos, el cristalino se mantiene transparente en el feto y en el niño; a partir de los 30 años comienza a adquirir un aspecto amarillento desde el núcleo hacia la periferia, que se irá incrementando paulatinamente con la edad, debido probablemente a la producción de 3-hidroxicinurenina y otros metabolitos del triptófano que filtran la luz ultravioleta (*Hejtmancik y cols., 2015*).

Con la edad (especialmente a partir de los 60 años) y con el paso de la radiación ultravioleta a través del cristalino, se produce la acumulación de pigmentos urocromos en las proteínas del cristalino, que favorecen el cambio de coloración del mismo hacia un tono más amarillo, incluso anaranjado o marrón en fases avanzadas, con la consiguiente opacificación del mismo. Como consecuencia del depósito de estos pigmentos, el cristalino cada vez irá absorbiendo una mayor parte de la radiación UV y azul que pasa por él (*Atchison y cols., 2000*).

Además de filtrar la luz UV que penetra en el ojo, el cristalino también se encarga de mantener un medio con alto índice de refracción, conservar la transparencia a la luz visible e intervenir en el proceso de acomodación (*Beebe y cols., 2003*).

2. La catarata

La catarata es la opacificación parcial o total del cristalino, generalmente progresiva e irreversible, que conduce a la pérdida de agudeza visual con implicaciones médicas, sociales y económicas (*Mencucci y cols., 2023*).

Representa la causa más común de ceguera reversible en el mundo. Son más frecuentes según aumenta la edad, por lo que el envejecimiento de la población está generando un incremento en la prevalencia de cataratas. De hecho, se estima una prevalencia de catarata en el mundo de un 17,2% para todos los grupos de edad y del 54,38% en mayores de 60 años. Además, la prevalencia de catarata varía según la zona geográfica; siendo más frecuente en el Sudeste Asiático (36,55%), mientras que en Europa se estableció en 26,74% (*Hashemi H y cols., 2020*).

El síntoma principal ocasionado por la catarata es la visión borrosa. A medida que progresa, genera disminución indolora y progresiva de la agudeza visual. Otros síntomas que pueden manifestar los pacientes son: dispersión de luz, diplopía monocular y alteración en la percepción de colores.

Como consecuencia de la pérdida progresiva de agudeza visual, se ha descrito una relación directa entre la presencia de cataratas y un incremento del riesgo de desarrollar caídas, fracturas, depresión y deterioro cognitivo, reduciendo la capacidad del paciente para realizar sus actividades básicas de la vida diaria. En función del tipo de catarata, la disminución de agudeza visual tendrá una progresión variable (*Mencucci y cols., 2023*).

2.1. Tipos de catarata senil

En función de la localización de la opacidad, podemos distinguir (**Figura 2**):

1. Catarata nuclear: es la más frecuente en pacientes de raza blanca. Se caracteriza por un tono amarillento en la región central. Este tipo de catarata tiene una progresión lenta y suele inducir una miopización del ojo, que mejora la visión cercana en estos pacientes. Con el avance de estas cataratas, la agudeza visual se reduce y en consecuencia disminuye la sensibilidad al contraste en las frecuencias espaciales intermedias (*Chua y cols., 2004*).

2. Catarata cortical: presentan las típicas opacidades en radio o cuña, que suelen iniciarse en la región nasal inferior. Debido a su localización, inicialmente no afectan el eje visual, por lo que el paciente no

suele manifestar pérdida acusada de visión, aunque si deslumbramiento sobre todo con luces de intensidad media como las luces de los coches. Las cataratas corticales incipientes alteran la sensibilidad al contraste en las frecuencias espaciales intermedias y altas, mientras que en estadios avanzados hay una disminución de la sensibilidad al contraste en todas las frecuencias espaciales (Stifter y cols., 2004).

3. Catarata subcapsular: suele aparecer tras traumatismos, procesos inflamatorios, toma de corticoides, miopes magnos o degeneraciones retinianas, entre otras. La opacidad subcapsular anterior se localiza bajo la cápsula del cristalino, asociándose a la metaplasia fibrosa del epitelio cristalino. En cambio, la opacidad subcapsular posterior presenta un aspecto placoide y/o vacuolado, situada justo delante de la cápsula posterior. Estas vacuolas son células hinchadas que han migrado desde el epitelio cristalino. Debido a su localización central, los pacientes suelen manifestar disminución de la agudeza visual y deslumbramientos, empeorando los síntomas con la luz intensa. De hecho, se ha descrito que este tipo de catarata es la que ocasiona un mayor deslumbramiento y una mayor reducción de la sensibilidad al contraste, afectándose ésta última incluso en estadios iniciales (Stifter y cols., 2006).

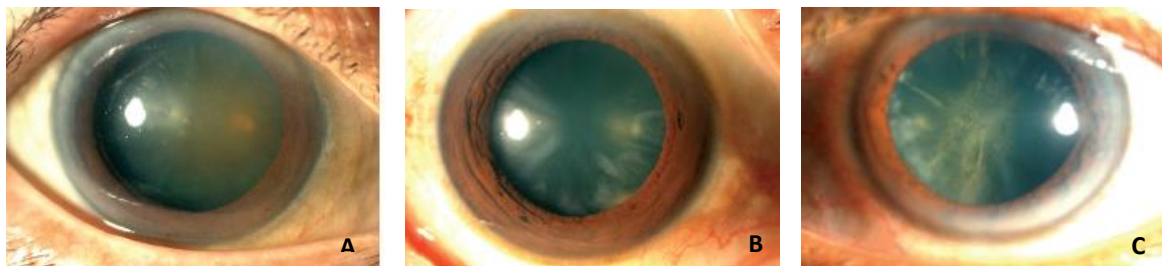


Figura 2. Tipos de catarata. A) Catarata nuclear B) Catarata cortical C) Catarata subcapsular

2.2. Sistemas de clasificación de la catarata

Para una planificación adecuada del tratamiento quirúrgico de la catarata, es importante conocer el tipo y dureza de la misma. Esto nos permite planificar la técnica quirúrgica y prever las posibles complicaciones que pueden surgir durante la cirugía. Para ello contamos con diferentes sistemas de clasificación, siendo los más usados actualmente el sistema Lens Opacities Classification System (LOCS) y la clasificación internacional de Barraquer.

El sistema LOCS que trata de clasificar las cataratas en función de la localización de la opacidad del cristalino, se basa en los datos obtenidos mediante la sección óptica y la retroiluminación del cristalino en lámpara de hendidura. La información obtenida en la sección óptica sobre el color (NC) y la opacidad

nuclear del cristalino (NO) se distingue en 6 grados (1 al 6) y la obtenida en la corteza (C) o en la capsula posterior (P) del cristalino mediante retroiluminación en 5 grados (1 al 5) (**Figura 3**).

Se ha modificado en diversas ocasiones desde que se publicó, la última corrección fue publicada en 1993 (*Chylack y cols., 1993*) y recibió el nombre de LOCS III.

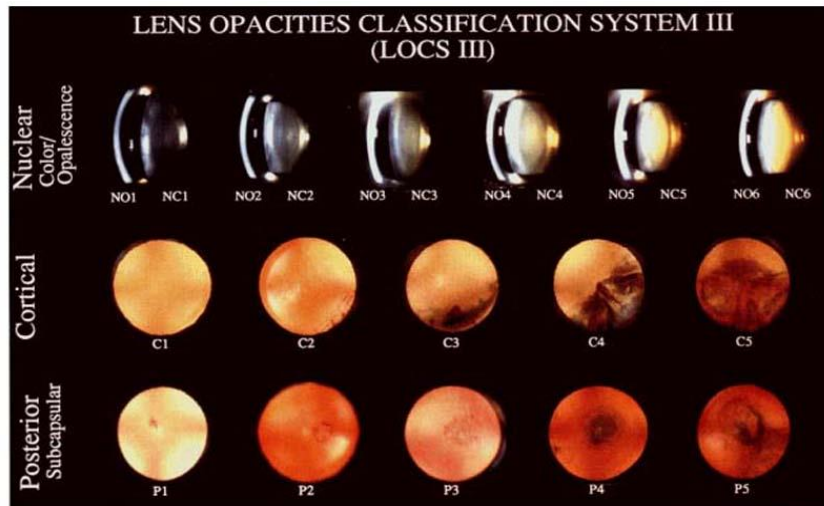


Figura 3. Sistema de clasificación LOCS III. Tomada de Chylack LT y cols., 1993

La clasificación internacional de Barraquer (*Barraquer R., 2007*) (**Figura 4**), clasifica las cataratas en función de su opacidad nuclear y cortical:

- De la opacidad nuclear (N) se distinguen 10 grados (1 a 10), siendo 0 un cristalino transparente.
- La opacidad cortical se clasifica de 0 a 3 cruces, siendo 0 ausencia de opacidad cortical, + si opacidad es inferior a un cuadrante del cristalino (leve), ++ si la opacidad es menor o igual a dos tercios del cristalino (moderada) y +++ si la opacidad es superior a dos tercios del cristalino (severa).
- La opacidad subcapsular posterior se clasifica de 0 a 3 cruces, siendo 0 ausencia de opacidad subcapsular, + si opacidad es inferior a un cuadrante del cristalino (leve), ++ si la opacidad es menor o igual a dos tercios del cristalino (moderada) y +++ si la opacidad es superior a dos tercios del cristalino (severa).

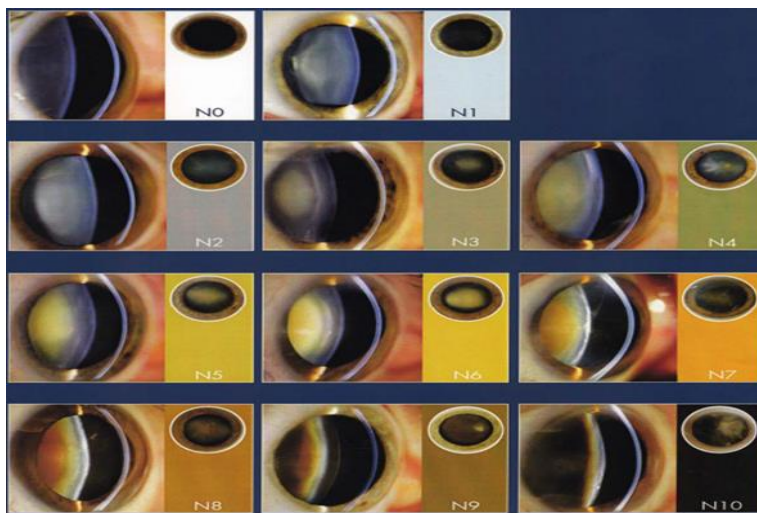


Figura 4. Sistema de clasificación de Barraquer. *Tomada de Barraquer R., 2007*

El principal inconveniente de estos sistemas de clasificación es que ninguno de ellos es objetivo, por lo que admiten cierta subjetividad a la hora de clasificar cada catarata. Conscientes de este problema, se están desarrollando sistemas más objetivos como, por ejemplo, el uso de cámara Scheimpflug para evaluar la opacidad (Pei X y cols., 2008).

2.3. Tratamiento de la catarata

Hasta la fecha el único tratamiento disponible es la cirugía de la catarata con implante de lente intraocular. Sin embargo, cuando debe ser indicada la cirugía sigue siendo un tema controvertido en la actualidad. Algunos autores y/o países utilizan criterios de agudeza visual de los pacientes, pero recientemente se ha hecho hincapié en que estos no son suficientes y que hay que valorar otros factores. Por ello, la Sociedad Española de Oftalmología y la Academia Americana de Oftalmología, recomiendan utilizar para la indicación quirúrgica, la mejor agudeza visual corregida junto a otros factores como: edad, síntomas visuales, profesión o calidad de vida.

Normalmente se suele indicar cuando el grado de opacidad del cristalino dificulta las actividades básicas diarias de la persona. También se contempla la cirugía en aquellos casos en los que la catarata puede precipitar complicaciones oculares, como ocurre por ejemplo en los glaucomas facomórficos o

facolíticos, o en aquellas personas que requieren un seguimiento continuo del fondo de ojo, pero la catarata dificulta su evaluación.

El implante de la lente intraocular tiene como objetivo conseguir la emetropía. El resultado refractivo tras la cirugía de la catarata probablemente sea el factor más influyente en la satisfacción final del paciente. Para alcanzar unos resultados refractivos óptimos, es esencial el cálculo de la lente intraocular a implantar, mediante el uso de fórmulas y datos de la biometría.

A. Biometría

Dentro de este apartado, los dos elementos de mayor relevancia para un cálculo correcto son la queratometría y la longitud axial.

Gracias a la queratometría podemos estudiar la curvatura de la superficie anterior de la córnea, expresados en milímetros de radio de curvatura o en dioptrías. Es fundamental una queratometría precisa, puesto que un error preoperatorio de 1 dioptría podría representar un defecto refractivo postoperatorio de 1 dioptría.

En el caso de la longitud axial, un error de 1 mm en la medida de ésta podría equivaler a un defecto refractivo postoperatorio de hasta 3 dioptrías (*Hoffer y cols., 1981*).

Tanto la queratometría como la longitud axial, pueden ser calculadas por aparatos diseñados específicamente para este fin y que se denominan biómetros. Existen biómetros ópticos y biómetros ultrasónicos. Se trata de un biómetro óptico que emplea la técnica de interferometría óptica, es decir, proyecta haces de luz infrarroja sobre el epitelio pigmentario de la retina y mide la reflexión de estos haces desde el epitelio corneal hasta el epitelio pigmentario de la retina; a diferencia de los biómetros ultrasónicos de contacto o inmersión que miden la longitud axial desde el epitelio corneal hasta la membrana limitante interna de la retina (*Sheng y cols., 2004*).

B. Fórmulas para calcular la potencia de la lente intraocular

Las fórmulas utilizadas para calcular la potencia de la lente intraocular tienen como objetivo determinar la potencia de la LIO para conseguir la refracción deseada. Para lograr esto, se debe conocer la potencia de la córnea, la longitud axial y la posición efectiva de la lente o distancia entre córnea y LIO. Para el cálculo de dicha posición, se realiza una estimación de la posición efectiva de la lente a través de los datos obtenidos previos a la cirugía.

En las fórmulas de primera generación (Fyodorov, Colenbrander, Thijssen), la posición efectiva de la lente tiene un valor constante para cada modelo de lente intraocular. Con las fórmulas de segunda

generación (Shammas, Hoffer) se empezó a usar la longitud axial para el cálculo de la posición efectiva de la lente. Las fórmulas de tercera generación (Holladay 1, SRK/T, Hoffer Q), emplean la longitud axial y la queratometría para calcular la posición efectiva de la lente (*Olsen y cols., 2007*).

Más adelante surgen las fórmulas de cuarta generación, que incorporan más variables oculares con el objetivo de mejorar la estimación de la posición de la lente. Estas fórmulas incluyen longitud axial, queratometría, profundidad de cámara anterior y grosor del cristalino. Además de los parámetros mencionados, cada fórmula puede incluir otros parámetros como en el caso de Barrett II (incluye la distancia blanco-blanco), Evo 2.0 (incluye grosor corneal central), Holladay II (incluye edad, distancia blanco-blanco y refracción preoperatoria), Kane (incluye edad y grosor corneal central) y Panacea (incluye la cara posterior de la córnea).

En los últimos años, la fórmula Barrett Universal II, ha demostrado mayor precisión que las fórmulas de tercera generación, obteniendo muy buenos resultados en todos los rangos de longitud axial sin necesidad de ajustes, siendo por ello la fórmula utilizada en nuestro trabajo (*Kane y cols., 2017; Hipolito y cols., 2020*). Incluso comparándola con otras fórmulas de nueva generación, la Barrett Universal II sigue estando entre las fórmulas con mejor rendimiento, especialmente en ojos con longitudes axiales normales y grandes, disminuyendo su rendimiento en ojos pequeños (*Connell y cols., 2019; Voytsekhivskyy y cols., 2021*).

3. Estudio de la cantidad de visión en pacientes intervenidos de catarata

3.1. Agudeza visual

La agudeza visual se utiliza como una medida cuantitativa de la visión y se define como la capacidad de percibir y diferenciar dos estímulos separados por un ángulo determinado (α). También se podría definir como la capacidad de resolución espacial del sistema visual. En la práctica clínica la agudeza visual considerada “normal” es de 1,0 en la escala de Snellen.

La agudeza visual se puede medir sin corrección, con corrección y con estenopeico. Habitualmente la agudeza visual se mide en visión lejana y en visión cercana.

3.1.1. Agudeza visual lejana

La agudeza visual lejana se puede medir desde los 6 hasta los 4 metros. Para medir la agudeza visual se utilizan figuras o símbolos diseñados por varios autores llamados optotipos. El optotipo Snellen que es el que hemos utilizado en esta Tesis, es el más empleado en nuestro medio.

Estos optotipos están diseñados para ser colocados a una distancia mayor a 5 metros, lo que permite reducir la influencia de factores como la acomodación o el tamaño relativo de la imagen (Kniestedt y cols., 2003).

El optotipo de Snellen consta de una serie de símbolos o letras negras de distintos tamaños sobre fondo blanco. La agudeza visual mínima (0,05) está representada por una sola letra de mayor tamaño. Conforme avanzamos en esta escala, va disminuyendo el tamaño de la letra y se va añadiendo una letra por línea hasta alcanzar 8 letras en la línea de agudeza visual de 1,0 (figura 5).

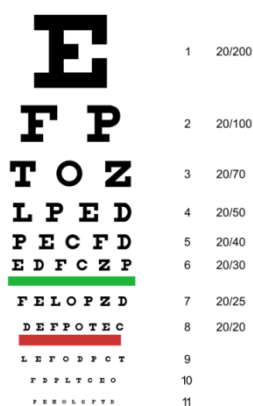


Figura 5. Escala de Snellen

3.1.2. Agudeza visual intermedia

A partir de la irrupción en el mercado de las lentes multifocales, ha adquirido una mayor importancia la evaluación de la visión intermedia.

Para su evaluación, se pueden usar optotipos impresos similares a los que se utilizan para explorar la visión de cerca a una distancia de 66 cm, como la escala de Snellen o Jaeger.

3.1.3. Agudeza visual cercana

La agudeza visual en visión cercana se debe medir a la distancia de lectura del paciente, considerada estándar una distancia de 33-40 cm. En este caso, los optotipos empleados suelen ser figuras, letras o más frecuentemente frases, como es el caso de la escala de Jaeger.

Para medir la agudeza visual de cerca se recomienda usar frases o palabras, ya que además de la fijación, requiere guiar los movimientos a lo largo de una línea, siendo una actividad de mayor exigencia que la lectura de letras sueltas.

De hecho, se ha observado que los pacientes con patología macular muestran peor agudeza visual para leer un texto que para leer una letra, debido al fenómeno de agrupamiento entre otros factores. Por ello se recomienda emplear un test u otro en función del tipo de paciente (*Bailey y cols., 1998; Kniestedt y cols., 2003*).

Existen múltiples sistemas para anotar la agudeza visual de un paciente, como la fracción de Snellen, escala LogMAR, valor de agudeza visual o sistema ETDRS. De todos ellos, el más usado en España es la escala decimal, que sintetiza la fracción de Snellen en un número decimal, es decir la máxima agudeza visual en Snellen sería 20/20 que equivale a 1,0 en la escala decimal.

3.1.4. Factores que influyen en la agudeza visual

La determinación de la agudeza visual puede verse afectada por numerosos factores como son:

- Iluminación de la sala
- Diámetro pupilar, refracción y aberraciones ópticas
- Iluminación y contraste de optotipos
- Distancia a optotipos
- Factores propios del paciente: edad, motilidad ocular, efecto de medicamentos, enfermedades oculares y sistémicas, densidad de fotorreceptores y funcionamiento de la vía visual.
- Otros: fatiga física o psíquica, motivación o aburrimiento sobre todo en niños.

3.2. Curva de desenfoque

Es una representación gráfica que nos permite evaluar el recorrido visual de una persona entre su punto remoto y su punto próximo. La realización de curvas de desenfoque son una herramienta útil que nos proporciona información sobre la visión cercana e intermedia del paciente. Conocer la curva de

desenfoque de cada lente, es útil para seleccionar la lente intraocular a implantar en un paciente, de forma que sea la que mejor se adapte a sus necesidades visuales (Plaza y cols., 2016).

Para la realización de esta curva, en primer lugar, debemos obtener la mejor agudeza visual corregida de lejos del paciente. Una vez alcanzada la emetropía, realizamos desenfoques añadiendo en la montura de prueba, lentes esféricas desde -5,00 hasta +3,00 dioptrías. Para ello, comenzaremos con una lente de -5,00 D e iremos descendiendo de media en media dioptría, anotando la agudeza visual del paciente en cada paso, hasta llegar a la lente de +3,00 D.

Se puede realizar monocular o binocularmente. La ventaja de realizarla de forma binocular es que favorece la colaboración del paciente. Otra manera de evitar el cansancio del paciente favoreciendo su colaboración, sería realizando la curva entre -4,00 D y +1,00 D; de esta forma mediremos 11 valores, en lugar de los 17 valores medidos entre -5,00 D y +3,00 D (Gupta y cols., 2008).

Para elaborar una curva de desenfoque, los valores de agudeza visual decimal o logMAR se representan en el eje de ordenadas y los valores de desenfoque en el eje de abscisas (figura 6).

En una curva de desenfoque, la visión cercana será evaluada entre los valores de desenfoque de -4 y -2 dioptrías (equivalen a una distancia de visión entre 25-50 cm), la visión intermedia entre -2 y -1 dioptrías (equivalen a una distancia de visión entre 50 cm y 1 m) y la visión lejana será evaluada en el valor de desenfoque de 0 dioptrías (Pieh y cols., 2002).

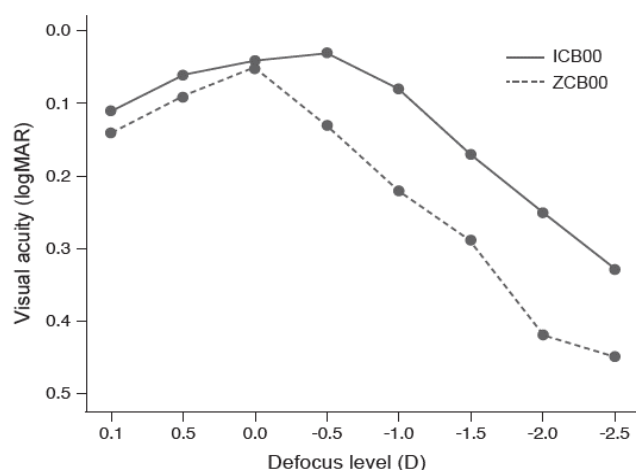


Figura 6. Curva de desenfoque de una lente monofocal estándar (Tecnis ZCB00) y de una lente monofocal plus (Tecnis ICB00). Se observa una buena agudeza visual lejana con ambas lentes y una menor caída de la agudeza visual en visión intermedia y cercana con la lente monofocal plus. Tomada de Kang K y cols., 2021.

4. Estudio de la calidad de visión en pacientes intervenidos de catarata

4.1. Sensibilidad al contraste

La sensibilidad al contraste se define como la capacidad del sistema visual para diferenciar un objeto respecto de su fondo. Para que un objeto sea visible no solo es importante el tamaño de este, que es lo que determina la agudeza visual, también es fundamental un contraste suficiente respecto al fondo; por ejemplo, sobre un fondo blanco se verá mejor una letra negra que una gris clara.

La medida de la sensibilidad al contraste es una buena forma de analizar la calidad de visión de un paciente a pesar de que en la práctica clínica su uso está poco extendido. Esta prueba estaría indicada en aquellos pacientes que teniendo una buena agudeza visual se quejan de mala calidad visual, refiriendo síntomas visuales en condiciones de baja luminosidad o contraste como al anochecer.

Tanto los órdenes altos de difracción como las aberraciones de las lentes, generan otros focos en la retina que reducen la sensibilidad al contraste, ya que estimulan conos y bastones alrededor del foco. Las lentes esféricas pueden inducir una aberración esférica neutra o negativa, con el objetivo de mejorar la sensibilidad al contraste y por tanto la calidad visual. Dentro de las lentes esféricas, las lentes monofocales serían las que aportarían al paciente una mayor sensibilidad al contraste, sobre todo si se utilizan lentes con aberración esférica negativa que compense la aberración esférica positiva de la córnea.

Al comparar lentes monofocales, lentes monofocales plus y lentes EDOF, no se han descrito diferencias significativas en la sensibilidad al contraste obtenida con estas lentes (*Pedrotti y cols., 2018; Steinmüller y cols., 2022; Choi y cols., 2023; Redruello y cols., 2023*). Sin embargo, en aquellas lentes con más de un foco, como las lentes multifocales, se ha descrito una reducción de la sensibilidad al contraste asociada a la multifocalidad (*Wang y cols., 2009; Pedrotti y cols., 2018; Xu y cols., 2018; Cao y cols., 2019; Schallhorn y cols., 2021*).

Existe una disminución de la sensibilidad al contraste con el envejecimiento, como consecuencia de los cambios ópticos y neuronales asociados al mismo, produciéndose una reducción mayor a 4 c/g en frecuencias espaciales medias y altas, a partir de los 60 años. También se ha descrito una sensibilidad al contraste reducida en las ametropías elevadas, esclerosis múltiple y en algunas neuritis ópticas (*Mutyala y cols., 2000; Baier y cols., 2005*).

Para explorar la sensibilidad al contraste se utiliza la mejor corrección del paciente y una iluminación ambiental uniforme evitando reflejos sobre el test empleado. Normalmente se determina la sensibilidad

al contraste monocular a la distancia especificada por el test, comenzando por el ojo que tiene peor agudeza visual, en el caso que los dos ojos no tengan la misma agudeza visual (*Pelli y cols., 2013*).

La medida de la función de la sensibilidad al contraste tiene como objetivo establecer el umbral de detección para diferentes frecuencias espaciales. En esta tesis, se ha empleado el test CSV-1000E (Vector Vision, Ohio, EEUU). Consta de cuatro filas, cada una de ellas contiene diferentes frecuencias espaciales de 3,6, 12 y 18 ciclos/grado. En cada fila se representan dos láminas circulares, una encima de otra. De esas dos láminas circulares, una contiene el patrón sinusoidal y otra el patrón gris uniforme. Cada frecuencia espacial incluye ocho niveles de contraste, en forma de columnas y en pasos de 0,14 unidades logarítmicas (**figura 7**). El paciente deberá identificar la lámina circular que contiene el patrón sinusoidal en cada nivel de contraste. Es uno de los test más usados y su principal ventaja radica en estar retroiluminado, reduciendo la influencia de la iluminación en el resultado de la prueba (*Kelly y cols., 2012*).

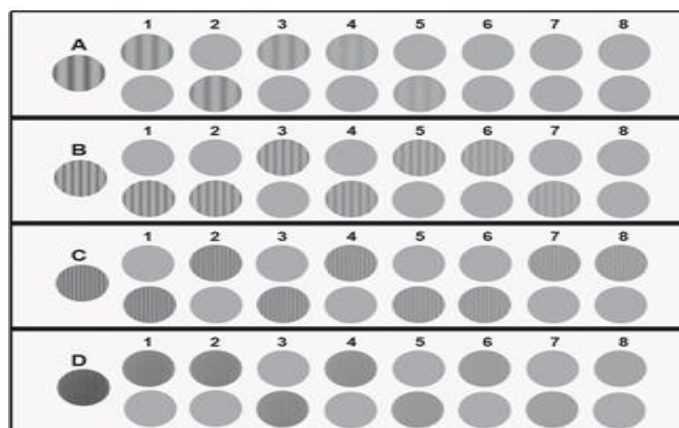


Figura 7. Test CSV-1000E

4.2. Estereopsis

El término de estereopsis describe la capacidad de percibir la distancia a la que se encuentran los objetos, así como la visión tridimensional de los mismos. Al hablar de estereopsis, se deben mencionar el horóptero y el área fusional de Panum.

El horóptero es un plano imaginario en el espacio externo en el que todos los puntos se ven como únicos en el mismo plano, es decir, es el plano en el que un objeto se proyecta en ambas fóveas.

El área de Panum es una zona por delante y detrás del horóptero en la que los objetos estimulan puntos retinianos de ambos ojos, generando disparidad retiniana.

En este caso, los objetos que queden en el interior del área de Panum se verán como únicos y la información de disparidad contribuye a generar una percepción de profundidad binocular o estereopsis. Sin embargo, los objetos que queden por delante o detrás del área de Panum se verán dobles (**figura 8**).

Por tanto, en el horóptero los objetos se verán únicos y en un solo plano, mientras que en el área de Panum se verán únicos y estereoscópicamente.

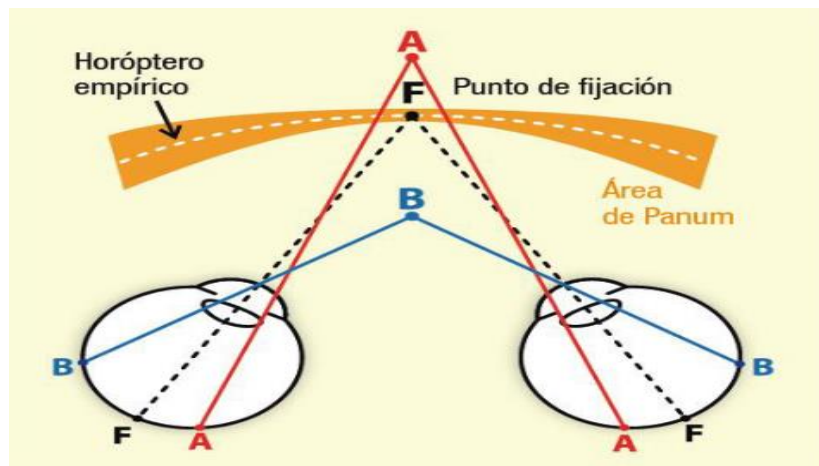


Figura 8. Área de Panum. Objetos en interior del área se fusionan en una imagen única binocular. Objetos por detrás (A) o por delante (B) del área de Panum generan diplopía fisiológica. Tomada de Martín R, 2018.

La visión binocular requiere un sistema visual sin opacidades ni defectos refractivos, con adecuada coordinación binocular, acomodación e integridad de la vía visual.

En función de las diferentes alteraciones oculares que puede haber sufrido el sujeto durante el periodo de desarrollo visual, podemos establecer cuatro niveles de binocularidad de mayor a menor:

- Estereopsis: percepción tridimensional
- Fusión plana: fusión de imágenes y campos sin estereopsis
- Visión simultánea: visión binocular sin fusión
- Supresión: fijación monocular

Al igual que comentábamos en el apartado de la sensibilidad al contraste, también existe cierta relación entre la estereopsis y la agudeza visual, ya que se ha establecido que una persona con una estereopsis de 60 segundos de arco, debe tener una agudeza visual al menos de 0,5 (*Schmidt y cols., 2003*).

En pacientes fáquicos, los factores que pueden afectar a la estereopsis son: errores refractivos no corregidos, disminución de la agudeza visual, problemas de fusión sensorial y/o motora y la edad.

En pacientes afáquicos y pseudofáquicos, la estereopsis se puede ver comprometida por la diferencia de agudeza visual, el equivalente esférico, el astigmatismo, la aniseiconia, el diámetro pupilar, el tipo de lente intraocular y el descentramiento o inclinación de la lente intraocular (*Bohac y cols., 2023*).

Los test de estereopsis estimulan puntos en la retina situados dentro del área de Panum, mediante la presentación de una imagen similar a cada ojo ligeramente desplazadas. La cantidad de separación horizontal entre las dos imágenes se medirá en segundos de arco. Cuanto más bajo sea el valor expresado en segundos de arco en el estereotest, mejor será la estereoagudeza. Valores entre 40-50 segundos de arco indican fijación bifoveal o central, mientras que valores entre 80 y 3000 segundos de arco indican fusión periférica o parafoveal (*Cumming y cols., 2001*).

Existen diferentes test de estereopsis, los cuales emplean diversas imágenes que van a estar constituidas por puntos aleatorios, filtros polarizados o filtros rojo-verde, para así separar la percepción de ambos ojos, de tal forma que cada ojo percibirá una imagen de distinto tamaño, originando disparidad entre las imágenes retinianas.

Entre las pruebas empleadas, hay test que emplean puntos aleatorios como el TNO o Random dot y test de contornos como Titmus. Los que usan puntos aleatorios son más fiables, puesto que los test de contornos emplean pistas monoculares, pudiendo ser superados así por sujetos con escasa estereopsis (*Read y cols., 2015*).

En esta tesis hemos empleado el test Random dot para examinar la estereopsis. Consta de una sección de estereogramas de puntos aleatorios con formas geométricas ocultas en su interior, otra de círculos y otra de figuras (**figura 9**). Se considera normal un valor de estereopsis a partir de 40 segundos de arco.

El sujeto mediante el uso de gafas polarizadas y a una distancia aproximadamente de 40 cm, tiene que observar los círculos y de cada grupo de tres círculos, debe decir cual visualiza en relieve. Es una prueba útil en niños ya que no presenta pistas monoculares (*Schmidt y cols., 2006; Antona y cols., 2015*).



Figura 9. Test de Random dot (tomada de mdsupplies.com)

4.3. Importancia de la exploración de la superficie ocular en cirugía de catarata

La prevalencia de ojo seco aumenta en la población a partir de los 50 años. La cirugía de cristalino puede desencadenar o empeorar el ojo seco, debutando tras la facoemulsificación entre el 10-30 % de los pacientes que no presentaban síndrome de ojo seco antes de la cirugía. De ahí la importancia de la exploración de la superficie ocular en los pacientes intervenidos de cirugía de catarata, con especial atención en el estudio cuantitativo y cualitativo de la película lagrimal (*Kasetsuwan y cols., 2013; Stapleton y cols., 2017*).

4.3.1. Película lagrimal

La importancia de la película lagrimal radica en ser la primera superficie sobre la que incide la luz, por lo que cualquier patología que afecte a su transparencia o estabilidad repercutirá de forma directa sobre la calidad visual (*Kasetsuwan y cols., 2013*).

La película lagrimal está constituida por una capa mucoacuosa, protegida por una capa lipídica, cuya función será estabilizar la lágrima e impedir su evaporación (*Muñoz y cols., 2016; Craig y cols., 2017*).

Las funciones de la lágrima son: lubricar la superficie ocular, favorecer el aporte de nutrientes y oxígeno a la córnea, medio defensivo frente a patógenos y contribuye a una visión óptima (*Willcox y cols., 2017*).

4.3.2. Ojo seco

El ojo seco se define en el Dry Eye Workshop (DEWS II) como una enfermedad multifactorial de la superficie ocular, que se caracteriza por una pérdida de la homeostasis de la película lagrimal, acompañándose de síntomas oculares, en la que la inestabilidad e hiperosmolaridad de la lágrima, la inflamación y daño de la superficie ocular, así como las anomalías neurosensoriales desempeñan un papel etiológico (*Bron y cols., 2017; Craig y cols., 2017*).

El DEWS clasificó en 2007, el ojo seco en hiposecretor y evaporativo. El ojo seco hiposecretor se debe a un déficit en la producción del componente acuoso de la lágrima, mientras que el ojo seco evaporativo está provocado por un déficit en la producción de la capa lipídica.

Es complicado marcar el límite entre ambos tipos, lo que dificulta los datos de prevalencia de ambas entidades. Hay estudios que han encontrado una mayor frecuencia de ojo seco evaporativo. Este mecanismo participa en hasta un 86 % de los casos (*Tong y cols., 2010*).

La película lagrimal tiene un papel relevante en la calidad visual, ya que se ha demostrado que las irregularidades de ésta ocasionan importantes cambios tanto en el poder refractivo como en las aberraciones, afectando así a la calidad visual (*Albarrán y cols., 1997*). Esto provoca que, en pacientes con síndrome de ojo seco la agudeza visual puede ser normal aunque en ocasiones refieren mala calidad de visión al trabajar con pantallas o conducir (*Montés y cols., 2010*).

Para iniciar la exploración del paciente con ojo seco, se debe interrogar al paciente sobre la presencia de síntomas oculares, duración de los síntomas, momento del día en el que aparecen y otros antecedentes médicos de interés (*Wolffsohn y cols., 2017*).

Para poder confirmar y cuantificar el diagnóstico de ojo seco, se utilizan una serie de pruebas complementarias, como son:

El **tiempo de ruptura de la película lagrimal o BUT**, se corresponde con el intervalo de tiempo que transcurre entre el último parpadeo y la presencia de puntos o líneas negras en la lágrima teñida con fluoresceína, que se corresponden con áreas de ruptura de la lágrima. El BUT normal es mayor a 10 segundos. Es el método más empleado para valorar la estabilidad de la película lagrimal (*Wolffsohn y cols., 2017*).

El **test de Schirmer** tiene como objetivo cuantificar el componente acuoso de la lágrima, mediante una tira de papel de filtro especial de 30 mm de largo y 5 mm de ancho. Se puede realizar con o sin anestesia tópica. Si se realiza con anestesia tópica podremos evaluar la secreción basal; mientras que si no aplicamos la anestesia tópica, podremos examinar la secreción lagrimal basal y refleja. Se ha descrito

que la prueba con anestesia genera mayor variabilidad en los resultados, que la prueba realizada sin anestesia (*Clinch y cols., 1983*).

4.4. Disfotopsias y problemas de calidad de visión central

Las disfotopsias constituyen un conjunto de fenómenos visuales que pueden interferir en la calidad visual. Su etiología sigue siendo desconocida y en su aparición intervienen numerosos factores.

Las disfotopsias se pueden clasificar en positivas (destellos, halos o flashes que suelen aparecer en el centro del campo visual o periferia media) y negativas (presencia de una sombra oscura en forma de semiluna en el campo visual temporal) (**figura 10**). Normalmente suelen aparecer de forma aislada aunque se ha descrito la presentación simultánea de estos fenómenos en algunos pacientes (*Davison JA., 2000*).

La incidencia de disfotopsias positivas puede llegar hasta el 49% en el postoperatorio inmediato para descender hasta el 0,2-2,2 % durante los meses siguientes a la cirugía, en función del tipo de lente y otros factores (*Bournas y cols., 2007*). En el caso de las disfotopsias negativas, su incidencia puede alcanzar el 15,2% en el postoperatorio inmediato y disminuir en los meses siguientes, pudiendo persistir hasta en una quinta parte de los pacientes (*Vámosi y cols., 2010*).

Los defectos refractivos postoperatorios y las irregularidades corneales se han asociado a disfotopsias positivas en pacientes con LIO multifocal (*Dick y cols., 1999*).



Figura 10. Obsérvese como es percibida la disfotopsia negativa por el paciente que puede presentarse como una sombra negra curvada (izquierda) o en semiluna (derecha). *Tomada de Henderson y cols., 2015.*

4.4.1. Clasificación de las disfotopsias

Entre los principales fenómenos fóticos que pueden referir los pacientes, encontramos:

a) Deslumbramiento o *glare*: hace referencia a la disminución subjetiva de la visión como consecuencia de una fuente de deslumbramiento. El paciente suele referir esta situación sobre todo de noche, manifestando incomodidad ante una fuente de luz mientras conducen. El deterioro visual que ocasiona el deslumbramiento es variable y abarca desde leve (el paciente refiere molestia sin que interfiera en su desempeño visual) a incapacitante (genera una importante disminución de la función visual).

b) Dispersión o *scatter*: consiste en la dispersión que presenta el haz lumínico al atravesar los medios oculares, deteriorando la calidad de imagen. Las estructuras oculares que contribuyen en mayor medida a este fenómeno son la córnea y el cristalino, aunque el síndrome de ojo seco, alteraciones del iris o un vítreo con condensaciones, también puede influir en la aparición de *scatter*. Afecta a la calidad visual, reduciendo el contraste de los objetos (*Fan y cols., 2002*).

c) Halo: se define como una forma circular borrosa que rodea a una fuente de luz. Su etiología es multifactorial y suelen aparecer más frecuentemente con estímulos luminosos en condiciones de baja luminosidad, donde aumenta el diámetro pupilar y por tanto la percepción de halos. La causa de halo en pacientes intervenidos de cirugía refractiva corneal es debida al aumento de aberraciones de alto orden como aberración esférica, coma o astigmatismo secundario (*Villa y cols., 2007*). En pacientes portadores de lentes intraoculares multifocales, el halo es consecuencia de la superposición de una imagen enfocada sobre otra desenfocada; en este caso el diámetro del halo dependerá de la potencia y adición de la lente, así como del diámetro pupilar que contribuye al foco no enfocado (*Alba y cols., 2014*).

d) Destellos o *starburst*: es una distorsión luminosa con forma de estrella, considerándose la alteración menos grave en la visión de noche y suelen ser bien tolerados por el paciente.

4.4.2. Factores que intervienen en la aparición de disfotopsias

Existen varios factores que pueden influir en la aparición de disfotopsias como:

a) Cirugía de cataratas y tipo de lente intraocular: aunque pueden aparecer en pacientes fáquicos, la presencia de disfotopsias es más frecuente tras la cirugía de cataratas, sobre todo tras el implante de lente multifocal.

En ocasiones suelen mejorar e incluso desaparecer con el paso del tiempo, aunque en algunos casos su persistencia puede requerir una nueva intervención quirúrgica (*Shambhu y cols., 2005*).

b) Cirugía refractiva corneal: el aumento de las aberraciones de alto orden tras la cirugía refractiva corneal puede dar lugar a la aparición de halos.

c) material de la lente intraocular: la aparición de disfotopsias en pacientes pseudofáquicos, se ha relacionado con el material acrílico de la lente. La mayor incidencia podría deberse a un índice de refracción más elevado en estas lentes, en comparación con las lentes de silicona y PMMA; a mayor índice de refracción de una lente, mayor será la cantidad de luz reflejada desde su superficie anterior (*Erie y cols., 2003*).

d) diseño de la lente intraocular: las modificaciones en el diseño de los bordes de las lentes intraoculares han contribuido a reducir la incidencia de disfotopsias positivas (*Erie y cols., 2001*). Se ha demostrado mediante técnicas de trazado de rayos, que las lentes intraoculares de bordes redondeados generan una menor dispersión de la luz hacia la retina, en comparación con las lentes de bordes cuadrados (*Holladay y cols., 1999*).

e) otros factores que parecen influir en la aparición de disfotopsias son la relación entre la lente intraocular y la capsulorrexia, la distancia entre la lente y el iris, la capacidad de neuroadaptación del paciente o el tamaño de la pupila (*Henderson y cols., 2015*). En el caso de las disfotopsias negativas, parecen guardar una mayor relación con la anatomía ocular del paciente que con las características de la lente. También influye la percepción y tolerancia de los síntomas por parte del paciente (*Erie y cols., 2001; Schwiegerling y cols., 2006*). Además, se ha descrito una mayor incidencia de éstas en aquellos pacientes a los cuales se les preguntaba expresamente si presentaban dichas alteraciones durante el postoperatorio (*Osher y cols., 2008*).

4.4.3. Influencia del diámetro y posición de la pupila en la aparición de disfotopsias

El examen de la pupila adquiere gran relevancia en la implantación de lentes multifocales, especialmente en lentes pupilo dependientes como es el caso de las lentes multifocales refractivas. Se

recomiendan diámetros pupilares mayores a 3 mm en condiciones fotópicas, en pacientes que demanden este tipo de lentes.

En condiciones fotópicas con pupila pequeña, la lente multifocal refractiva proporciona buena visión lejana e intermedia, disminuyendo la visión cercana.

Esta reducción de la función visual en visión cercana en pacientes con pupilas pequeñas que portan lentes multifocales pupilo dependientes es debido a que, con la disminución del diámetro pupilar en condiciones fotópicas, los usuarios de estas lentes obtendrían un menor aprovechamiento del foco de visión cercana (*Linke y cols., 2012*).

Sin embargo, en el caso de las lentes multifocales difractivas, su independencia del diámetro pupilar proporciona una buena visión cercana en pacientes con pupila pequeña en condiciones fotópicas.

Pupilas pequeñas en condiciones fotópicas se han relacionado con la aparición de disfotopsias negativas. Sin embargo, los pacientes con pupilas grandes (> 5mm) además del incremento en las aberraciones ópticas, suelen tener un riesgo más alto de experimentar halos y deslumbramientos.

En condiciones mesópicas, el aumento del diámetro pupilar puede ocasionar un desenfoque adicional en las áreas fuera de foco de una lente multifocal, justificando una reducción de la sensibilidad al contraste en pacientes portadores de lentes multifocales (*Ferrer y cols., 2013*).

Además, el incremento del tamaño pupilar se ha relacionado con una disminución de la agudeza visual intermedia y cercana en pacientes implantados con lentes intraoculares multifocales difractivas (*Alfonso y cols., 2007; De Vries y cols., 2011*).

La presentación de disfotopsias tras la implantación de lentes multifocales también puede verse influenciada por la posición de la pupila. Tomando como referencia el vértice corneal, el centro de la pupila suele tener una localización temporal, aunque en ocasiones el centro pupilar puede experimentar un desplazamiento a partir de modificaciones en el tamaño de la pupila inducidos por el uso de midriáticos o variaciones en las condiciones de luminosidad. El desplazamiento medio del centro de la pupila es de 0,1 a 0,2 mm pudiendo alcanzar hasta 1,0 mm (*Yang y cols., 2002; Mabed y cols., 2014; Mathur y cols., 2014*).

4.4.4. Evaluación de la calidad de visión

Las disfotopsias son un problema conocido en usuarios de lentes multifocales. Estos fenómenos visuales son más frecuentes y problemáticos en pacientes portadores de lentes multifocales que en los que

llevan lentes monofocales. Aunque las disfotopsias en pacientes pseudofáquicos se consideran una molestia con escasa relevancia funcional, se han identificado como un factor con gran repercusión en la satisfacción del paciente tras la cirugía de cataratas (*de Silva y cols., 2016*).

La percepción de las disfotopsias, como fenómeno subjetivo, es difícil de medir y los cuestionarios más antiguos no han abordado estos síntomas. Existen diferentes cuestionarios que permiten evaluar los tipos de disfotopsias aunque presentan como inconveniente la subjetividad del paciente.

El test Quality of vision (QoV), empleado en esta tesis, describe diferentes síntomas visuales que pueden experimentar los pacientes tras la cirugía de catarata. Consta de 30 preguntas que permiten valorar los 10 síntomas más comunes que pueden alterar la imagen. En cada ítem se califica la frecuencia, gravedad y molestia de sus síntomas. Para ilustrar cada síntoma se emplean fotografías estándar, las cuales permiten diferenciar mejor los distintos ítems así como una mayor comprensión de cada síntoma visual entre los encuestados (*Maurino y cols., 2015*).

Es un cuestionario adecuado para todos los pacientes, proporcionando una medida estandarizada de la percepción de la calidad visual del paciente antes y después de cualquier tratamiento médico o quirúrgico. Puede utilizarse antes de la cirugía para decidir el mejor procedimiento de cirugía refractiva; después de la cirugía puede ser usado para evaluar la eficacia del procedimiento y para monitorizar los cambios en dicho test.

Existe una alta correlación entre los resultados obtenidos en este test con los valores de agudeza visual y sensibilidad al contraste (*McAlinden y cols., 2010*).

4.5. Aberraciones oculares

4.5.1. Factores ópticos que influyen en la calidad de imagen

En el proceso de formación de la imagen en el ojo humano, intervienen principalmente tres factores ópticos que pueden causar degradación de la imagen como son:

1. Aberraciones ópticas: representan la fuente más importante de alteración de la calidad del sistema óptico. En un sistema óptico perfecto, todos los rayos de luz procedentes de un objeto convergen en un sólo punto focal generando una imagen nítida. Sin embargo, en el ojo humano existen diferentes imperfecciones ópticas que provocan que los rayos de luz converjan en diferentes puntos de la retina,

degradando la calidad de la imagen. Estas imperfecciones reciben el nombre de aberraciones (Westheimer y cols., 1995; Lombardo y cols., 2010).

2. Difracción: es la desviación que sufren los rayos de luz al atravesar un orificio pequeño. Cuando se trata de un sistema óptico perfecto sin difracción, la imagen de una fuente infinitamente pequeña sería un punto, mientras que, en un sistema con difracción sería una mancha. En el ojo humano la difracción tiene su origen en la pupila; una pupila pequeña genera una difracción grande y una pupila grande genera una difracción pequeña.

3. Esparcimiento o *scatter*: fenómeno por el que la luz se desvía de su trayectoria rectilínea debido a la presencia de partículas o agregados en los medios refractivos. Aunque todos los medios ópticos oculares originan *scatter* en mayor o menor medida, la principal fuente de *scatter* la representa el cristalino (Westheimer y cols., 1995).

4.5.2. Polinomios de Zernike

Los polinomios de Zernike constituyen una representación en forma de pirámide de las diferentes aberraciones (figura 11) e informa acerca de la proporción en la que cada aberración contribuye a la aberración total del ojo.

Para su notación se utiliza doble índice (Z_n^m o C_n^m), en donde el subíndice n se corresponde con el orden o componente axial de mayor potencia, mientras el superíndice m se refiere a la frecuencia meridional o azimutal del componente sinusoidal.

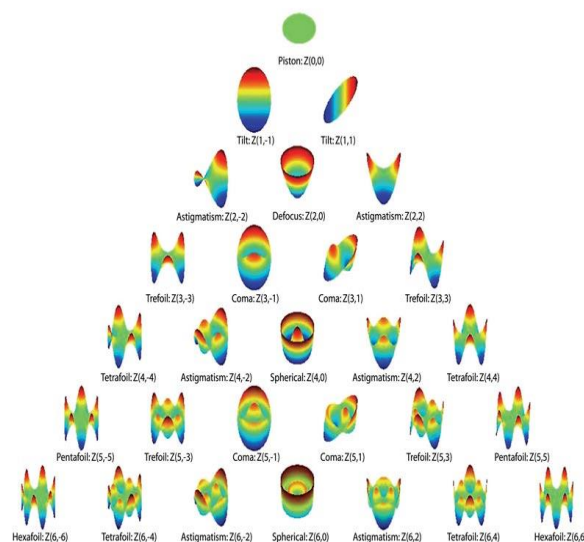


Figura 11. Representación tridimensional de los polinomios de Zernike. Tomada de Lakshminarayanan V y cols., 2011

4.5.3. Aberraciones de bajo orden

Dentro de este grupo se engloban aquellas aberraciones que van desde el orden 0 al 2.

El orden 0 incluye el error de longitud de camino óptico absoluto o pistón (Z_0^0).

El orden 1 o primer orden incluye la inclinación o tilt que puede ser horizontal (Z_1^1) o vertical (Z_1^{-1}) y se puede corregir con prismas. Los órdenes cero y uno no afectan a la calidad óptica y por tanto no se suelen tener en consideración.

El orden 2 o segundo orden incluye el desenfoque representado con forma de taza (miopía o hipermetropía, Z_2^0) y el astigmatismo primario (cartesiano Z_2^2 y oblicuo Z_2^{-2}) representado con forma de silla de montar. Se pueden corregir a través del uso de lentes esferocilíndricas o cirugía refractiva (*Vidal R, 2011*).

4.5.4. Aberraciones de alto orden

Las aberraciones de alto orden son aquellas comprendidas desde el orden 3 en adelante y representan el 10-20% de las aberraciones de un ojo normal.

El orden 3 o tercer orden incluye el trefoil, coma vertical y coma horizontal. El coma se origina al pasar por una lente, el haz luminoso de una determinada fuente localizada fuera del eje de la lente, dando lugar a una imagen con forma de cometa, como consecuencia del descentramiento de los diferentes componentes de un sistema óptico.

Se encuentra con frecuencia en pacientes con ectasias corneales como queratocono o con lentes descentradas o inclinadas (*Miháltz y cols., 2010*). El paciente suele referir visión borrosa, halos y en algunos casos, diplopía monocular (*Wang y cols., 2003*).

El orden 4 o cuarto orden incluye el quadrafoil, astigmatismo secundario y aberración esférica. Ésta última aparece por la falta de coincidencia del foco de los rayos centrales y periféricos tras reflejarse en una superficie esférica. La aberración esférica aumenta en condiciones de visión escotópica debido al incremento del diámetro pupilar.

Los pacientes con aberración esférica refieren visión de halos sobre todo en condiciones de baja luminosidad y ligera borrosidad de la imagen (*Wang y cols., 2003*).

A partir del quinto orden en adelante, las aberraciones tienen influencia en la periferia por lo que la repercusión sobre la visión es mucho menor especialmente en ojos con pupilas pequeñas, pudiendo deteriorar la calidad de la imagen cuando aumenta el diámetro pupilar.

4.5.5. Aberraciones en el ojo normal

La superficie anterior de la córnea representa la principal fuente de aberraciones en el ojo normal, siendo más notable su papel en córneas irregulares, seguida del cristalino. Las aberraciones corneales en un ojo sano constituyen más del 90 % de las aberraciones ópticas (*Ruiz y cols., 2015*).

En ojos normales, las posibles fuentes de aberraciones se engloban en alguna de las siguientes categorías:

- en el índice refractivo de los medios oculares (película lagrimal, córnea, humor acuoso, cristalino, humor vítreo)
- anomalías en la curvatura y espesor
- cualquier inclinación o descentramiento de los elementos refractivos como córnea y cristalino

Se han descrito combinaciones de aberración esférica y desenfoque, incluso de astigmatismo y astigmatismo secundario, que incrementan el rendimiento visual. De hecho, determinadas combinaciones de astigmatismo y coma mejoran el rendimiento visual, en comparación a la presencia única de astigmatismo (*Fernández y cols., 2006; Vinas y cols., 2013*).

Con el envejecimiento se generan una serie de cambios en el cristalino que ocasionan un aumento de las aberraciones ópticas, sobre todo aberración esférica, y una mayor dispersión de la luz.

En gente joven la aberración esférica del cristalino es negativa ($-0,20 \mu\text{m}$) y la aberración esférica de la córnea es positiva ($+0,28 \mu\text{m}$), obteniendo una aberración esférica total ligeramente positiva de $+0,10$. Sin embargo, con el paso de la edad, la aberración esférica del cristalino se va haciendo menos negativa, siendo neutra a los 40 años y positiva ($+0,13 \mu\text{m}$) a partir de los 60 años (*Amano y cols., 2004*).

Por ello, un aumento de las aberraciones ópticas en ojos con una córnea normal podría sugerir modificaciones refractivas del cristalino en relación con una opacidad de éste.

4.5.6. Medición de las aberraciones

La medida de las aberraciones se lleva a cabo mediante un aparato conocido como aberrómetro o analizador de frente de ondas. En un sistema óptico perfecto libre de aberraciones, el frente de onda que alcanza la córnea tendría una forma esférica. En cambio, la presencia de aberraciones induce desviaciones en la forma esférica ideal del frente de onda.

Para medir las aberraciones y analizar el sistema óptico del paciente, contamos con tres métodos:

- Medición del frente de onda saliente: incluye sensores de Hartmann-Shack, de Talbot-muaré y por difracción de Fresnel.
- Medición del frente de onda entrante: incluye el trazado secuencial de rayos, la retícula de Tscherning, o el refractómetro resuelto espacialmente.
- Métodos de doble paso: esquiascopia dinámica.

La esquiascopia dinámica emplea la emisión de luz y su reflexión en la retina para analizar el frente de onda, produciéndose un doble paso a través de los medios oculares. El dispositivo OPD Scan® (Nidek Co., Aichi, Japón) utilizado en esta tesis, usa técnicas de esquiascopia dinámica y consta de dos sistemas ópticos: uno que emite hendiduras de luz sobre la retina y otro que detecta la luz reflejada por ésta mediante fotorreceptores. La diferencia en el tiempo que transcurre desde que se emite la luz hasta que es detectada por los fotorreceptores, se convierte en datos de potencia refractiva y éstos a su vez se convierten en datos de aberraciones (*Gualdi y cols., 2009*).

5. La calidad de vida en pacientes intervenidos de catarata

5.1. Calidad de vida

El aumento de la esperanza de vida en los países industrializados está ocasionando un gran envejecimiento poblacional y un incremento de las enfermedades crónicas incapacitantes, como cataratas o degeneración macular asociada a la edad. Además, los objetivos asistenciales van cambiando, centrándose en la calidad de vida del paciente sobre la duración.

La OMS define la calidad de vida relacionada con la salud como la “percepción del individuo de su posición en la vida en el contexto de la cultura y sistema de valores en los que vive y en relación con sus objetivos, expectativas, valores y preocupaciones” (Grossman y cols., 2003).

5.1.1. Evaluación de la calidad de vida en Oftalmología

Puesto que la visión es una función esencial para el conocimiento de la realidad, las mejoras en los diferentes procedimientos e intervenciones oftalmológicas que se han llevado a cabo en los últimos años, han mejorado la calidad de vida de los pacientes en relación con su visión.

La calidad de vida y su percepción, al estar condicionadas por factores personales, sociales, económicos y culturales, necesita de métodos validados para su medición. A través de éstos, podremos conocer la valoración del paciente acerca del impacto ocasionado por una actuación terapéutica en su vida, tanto en la calidad de vida relacionada con la salud como en la relacionada con la visión.

Estas diferencias en la calidad de vida y su percepción en los pacientes de Oftalmología, nos lleva a encontrarnos con pacientes que presentan agudezas visuales similares y sin embargo, manifiestan diferentes grados de satisfacción. Esto último se ve influido no solo por la agudeza visual, sino también por la sensibilidad al contraste, visión de los colores, campo visual o fenómenos disfotópsicos, entre otros, raramente valorados en la práctica habitual. Por ello, para proporcionar una asistencia de calidad, es esencial contar con instrumentos de medición estandarizados y fiables que permitan comparar distintos aspectos de la calidad de vida relacionada con la visión, desde la perspectiva del paciente (Brémond y cols., 2002).

5.1.2. Medida de la calidad de vida

Se han desarrollado numerosas herramientas de medida, en forma de cuestionarios estandarizados, que permiten el estudio la calidad de vida del paciente, a partir de las respuestas de los individuos.

Cada cuestionario abarca diferentes dimensiones mediante preguntas o ítems, con niveles de respuestas categorizados en escalas.

5.1.2.1. Calidad de vida relacionada con la salud

Los instrumentos usados para valorar la calidad de vida relacionada con la salud son agrupados en dos grandes grupos por la mayoría de autores: instrumentos genéricos e instrumentos específicos.

Los instrumentos genéricos tratan de dar una aproximación general del estado de salud. Se usan en la población general, independientemente del problema de salud. Dentro de este grupo, se engloban los perfiles de salud como el SF-36 o el OARS (cuestionarios que miden distintas dimensiones de la calidad de vida relacionada con la salud, como el estado físico, mental o social).

Los instrumentos específicos están dirigidos a una enfermedad, por lo que no son independientes del problema de salud, como los anteriores. Evalúan la repercusión en la calidad de vida de un síntoma, así como el impacto de las intervenciones sanitarias dirigidas a paliar o subsanar un problema de salud. Su ventaja principal sobre los genéricos, es su mayor sensibilidad para evaluar intervenciones específicas sobre una enfermedad. Un ejemplo de instrumento específico a nivel ocular, es el cuestionario Ocular Surface Disease Index (OSDI) (*Badia y cols., 2002*).

5.1.2.2. Calidad de vida relacionada con la visión

El objetivo de los cuestionarios que miden la calidad de vida relacionada con la visión es determinar cómo afectan las alteraciones de la visión a diferentes ámbitos de la vida de un individuo.

Para evaluar la calidad de vida relacionada con la visión, disponemos de distintos instrumentos de medición, como son:

National Eye Institute Visual Functional Questionnaire (NEI-VFQ): este test permite evaluar la función visual y la repercusión de los problemas visuales sobre la calidad de vida, independientemente de la patología de visión. Está basado en 51 preguntas que se agrupan en 13 dominios: salud general, visión general, de lejos, de cerca, vida social, salud física, cambios visuales esperados, actividad física, limitaciones de la actividad y dependencia, visión periférica, conducción, visión de los colores y dolor ocular. Se ha utilizado para valorar la función visual en pacientes con catarata, retinopatía diabética, degeneración macular y glaucoma. En nuestro estudio, hemos empleado la versión reducida de este test, con 25 preguntas (NEI VFQ-25) en lugar de 51.

El test NEI VFQ-25 consta de 25 preguntas distribuidas en tres bloques temáticos. Cada pregunta tiene 5 o 6 opciones de respuesta cerrada utilizando una escala tipo Likert, con puntuaciones definidas previamente (de 0 a 100). Las subescalas evaluadas en este test son: salud general, visión general, dolor

ocular, visión para actividades de cerca, visión lejana, funcionamiento social, salud mental, limitación de roles, dependencia, conducción, visión del color y visión periférica.

Índice de función visual (VF-14): dirigido principalmente a alteraciones visuales como cataratas. Este índice evalúa cinco dimensiones (visión de lejos, de cerca, precisión y claridad visual, conducción diurna y conducción nocturna) a través de 14 actividades visuales. Este test fue elaborado para medir la repercusión funcional de la catarata y evaluar la eficacia de la cirugía.

Activity of Daily Vision Scale (ADVS): destinado a evaluar la función visual en los pacientes con catarata.

Visual Activity Questionnaire (VAQ): dirigido a evaluar los problemas de función visual en la vida cotidiana.

Visual Symptoms and Quality of Life Questionnaire (VSQ): valora los síntomas visuales del paciente y la calidad de vida relacionada con la visión.

6. Lentes intraoculares

La cirugía de la catarata implica la colocación de una lente para corregir un defecto refractivo de aproximadamente 12 dioptrías.

Las primeras lentes intraoculares fueron diseñadas e implantadas por Sir Harold Ridley en 1949 (*Apple y cols., 1996*), hecho que supuso un importante progreso en la técnica quirúrgica de la catarata. Este primer implante se realizó en dos tiempos; en primer lugar se realizó la cirugía extracapsular el 29 de noviembre de 1949 y en un segundo tiempo se implantó la lente intraocular el 8 de febrero de 1950. La lente utilizada era un disco biconvexo de polimetilmetracrilato (**Figura 12**) que se implantaba en cámara posterior (*Auffarth y cols., 2001*).



Figura 12. Lente original sin hápticos de Ridley en 1949. *Tomada de Auffarth y cols., 2001*

Desde entonces se han realizado numerosos avances en el diseño de las lentes intraoculares hasta nuestros días. Actualmente las lentes más utilizadas son lentes flexibles que constan de una óptica central, y unas asas en forma de C llamados hápticos, cuya función es estabilizar y centrar la óptica. La localización ideal para implantar las lentes intraoculares sigue siendo el saco capsular, aunque hay ocasiones en las que esto no es posible y se debe posicionar en otra ubicación.

El material acrílico es el más empleado en la actualidad en la mayoría de las lentes intraoculares, pudiendo ser hidrofóbicas o hidrofílicas. Las lentes acrílicas hidrofóbicas son de menor espesor y tienen menor incidencia de opacificación de cápsula posterior en comparación a las lentes acrílicas hidrofílicas. El principal inconveniente de las lentes hidrofóbicas es el riesgo de vacuolización de la lente o *glistening* (Christiansen y cols., 2001).

Todas las lentes intraoculares utilizadas en esta tesis son lentes plegables; las dos lentes monofocales empleadas son acrílicas hidrofóbicas, mientras que la lente multifocal empleada es acrílica y se compone de material hidrófilo con superficie hidrófoba.

6.1. Clasificación de las lentes intraoculares

Las lentes intraoculares (LIOs) se pueden clasificar en:

1. Esférica o asférica:

Las **lentes esféricas** se caracterizan porque una o dos caras de su óptica presentan una superficie esférica con un radio de curvatura constante.

Estas lentes inducen una aberración esférica positiva que deteriora la calidad visual del paciente, ya que los rayos incidentes en las regiones periféricas de la lente se van a enfocar en un punto más cercano a la lente, que los que inciden en el centro de la lente (**Figura 13**). Este tipo de lentes suelen indicarse principalmente en pacientes con cirugía hipermetrópica previa, para compensar la aberración esférica corneal negativa de estos pacientes (Ohtani y cols., 2009).

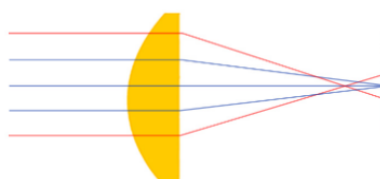


Figura 13. Representación de una lente esférica

Las **lentes ásféricas** se caracterizan por una superficie prolata con un radio de curvatura variable, que va aumentando a medida que nos vamos alejando del centro (**Figura 14**). Dentro de este grupo por un lado existen lentes de asfericidad neutra, es decir no añaden aberración esférica a la de la córnea, mientras que por otro lado hay lentes de asfericidad negativa, es decir generan una aberración esférica negativa que contrarresta la aberración esférica positiva de la córnea (aproximadamente de +0.28mm).

En la aberración esférica negativa, los rayos incidentes en las áreas periféricas se enfocan más lejos de la lente que aquellos que inciden en el centro de la lente. Por lo tanto, las lentes asféricas negativas pueden neutralizar o reducir la aberración positiva de la córnea, consiguiendo mayor sensibilidad al contraste y mejor calidad de imagen, en detrimento de una menor profundidad de campo; definiendo la profundidad de campo como la distancia a lo largo de la cual podemos mover un objeto sin que éste pierda nitidez.

La aberración esférica aumenta con el diámetro pupilar, generando un leve incremento miópico de aproximadamente 0,5-1 D. Por ello, con las lentes asféricas negativas al reducir la aberración esférica no solo incrementan la sensibilidad al contraste, sino que también disminuye el cambio o *shift* miópico cuando aumenta el tamaño de la pupila; en cambio con las lentes esféricas al aumentar el tamaño de la pupila si se ha descrito un cambio miópico de aproximadamente -0,5 D (*Schuster y cols., 2013*).

Sin embargo, las lentes asféricas negativas no reducen la aberración esférica ocular con pupilas menores de 3 mm, mientras que con un diámetro pupilar superior a 3 mm, el impacto de la lente en la aberración esférica aumentará, de ahí la importancia del tamaño pupilar para la selección de una lente intraocular (*Yamaguchi y cols., 2009*).

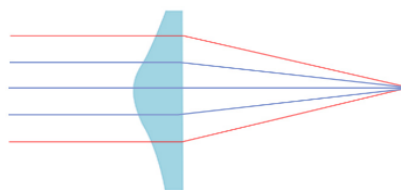


Figura 14. Representación de una lente asférica

En esta tesis, las dos lentes monofocales utilizadas son de asfericidad negativa, mientras que la lente multifocal empleada es de asfericidad neutra.

2. Monofocales o multifocales:

Las **lentes monofocales** tienen el mismo poder refractivo en toda su superficie y concentra toda la luz en un solo foco. En consecuencia, fuera de ese foco, el paciente necesitará gafas para una visión nítida.

Dentro de las lentes monofocales, encontramos Tecnis ZCB00, siendo ésta última la lente monofocal empleada en nuestro estudio.

La lente Tecnis ZCB00 es una lente monobloque acrílica hidrofóbica biconvexa con una óptica de 6 mm de diámetro y una longitud total de 13 mm. Posee una superficie esférica anterior y una aberración esférica negativa de $-0,27 \mu\text{m}$, que permite compensar la aberración esférica positiva de la córnea (Pedrotti y cols., 2018).

En los últimos años se han incorporado al mercado, las conocidas como lentes monofocales plus o mejoradas y las lentes de foco extendido o EDOF (*Extended Depth of Focus*), que además de aportar una visión nítida en visión lejana, permiten una aceptable visión intermedia, extendiendo el foco único de visión lejana a intermedia (**Figura 15**), a diferencia de las lentes monofocales estándar.

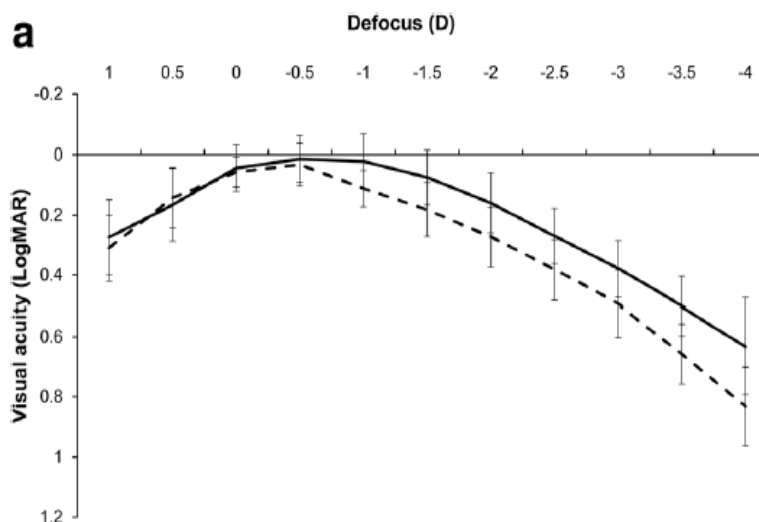


Figura 15. Curva de desenfoque de una lente monofocal estándar (línea discontinua) y una lente EDOF (línea continua). Se puede apreciar como la lente EDOF alcanza valores de AV en visión intermedia y cercana, superiores a los de la lente monofocal (tomada de Son y cols., 2019).

Estas lentes han sido diseñadas con el objetivo de reducir las disforopsias que normalmente se asocian a las LIO multifocales, manteniendo la calidad de visión y aumentando el rango funcional de visión sin corrección (Alvarez y cols., 2023). El inconveniente de los pacientes portadores de estas lentes es que

suelen requerir el uso de gafas para realizar tareas en visión cercana en mayor proporción que los pacientes portadores de lentes multifocales.

Las **lentes monofocales plus o mejoradas** son lentes esféricas con un diseño similar al de las lentes monofocales estándar y que además aportan una mayor profundidad de foco, sin cumplir los criterios para ser clasificadas como lentes EDOF. Dentro de las lentes monofocales plus, encontramos la lente Tecnis Eyhance con una superficie esférica modificada (*Auffarth y cols., 2021*).

La lente Tecnis Eyhance, empleada en nuestro estudio, es una lente monofocal refractiva basada en el diseño de la lente monofocal Tecnis ZCB00. Presenta una superficie anterior esférica modificada con valores de aberración esférica más negativos en la parte central, especialmente en pupilas menores de 3,5 mm, y un aumento progresivo del poder dióptrico desde la periferia hacia el centro de la lente, con una potencia adicional de +0,50 D en la zona central de 2 mm. Este diseño permite que los rayos centrales se enfoquen antes que los rayos periféricos, aumentando así la profundidad de foco (*Vega y cols., 2020*).

Para que una lente pueda ser catalogada como **lente EDOF**, la Academia Americana de Oftalmología (AAO) estableció los criterios que deben cumplir estas lentes (*MacRae y cols., 2017*) y son:

1. La lente EDOF debe demostrar una mejor agudeza visual corregida en visión lejana comparable a las lentes monofocales.
2. La curva de desenfoque de las lentes EDOF debe tener, al menos 0,5 dioptrías más en cuanto a profundidad de foco que el grupo con lente monofocal para una AV logMAR de 0,2 (20/32).
3. La AV en visión intermedia debe ser evaluada, de manera monocular, en condiciones fotópicas a 66 cm a los 6 meses y debe demostrarse una significancia estadística sobre el grupo con lente monofocal.
4. La lente EDOF debe mostrar que al menos el 50% de los ojos alcancen una AV monocular intermedia con la mejor corrección para visión lejana, mayor o igual de 0,2 LogMAR (20/32) a 66 cm, utilizando optotipos en pasos de 0,1 log.

Las lentes EDOF han mostrado resultados visuales en visión lejana similares a los obtenidos con lentes monofocales, consiguiendo mejores resultados en visión intermedia y cercana que las lentes monofocales (*Hogarty y cols., 2018*). En comparación con las lentes difractivas trifocales, las lentes EDOF proporcionan resultados similares en visión intermedia, con peores resultados visuales en visión cercana (*Sudhir y cols., 2019*).

Las lentes EDOF obtienen un mayor rango de profundidad de foco en comparación a la lente Tecnis Eyhance (Corbelli y cols.,2022; Lee y cols., 2022; Sabur y cols., 2023). Además, las lentes EDOF aportan buena calidad visual con menor incidencia de disforias respecto a las lentes multifocales (Pedrotti y cols., 2018; Poyales y cols., 2018).

Teniendo en cuenta que las lentes EDOF se asocian con menos fenómenos fóticos y una menor reducción de la sensibilidad al contraste, estas lentes podrían ser una opción adecuada en aquellos casos en los que no se recomiendan las lentes multifocales debido al alto riesgo de molestias visuales postoperatorias (Arrigo y cols.,2021). De hecho, se ha demostrado que las lentes EDOF inducen un rango de enfoque continuo, con áreas de mínima borrosidad entre los focos lejanos, intermedios y cercanos y, en consecuencia, una mayor tolerancia a los errores de refracción residuales (Akella y cols., 2018).

Para conseguir una extensión del foco con las lentes EDOF, que permita una buena visión lejana e intermedia, se han empleado estrategias ópticas mediante la aberración esférica, tecnología basada en frente de ondas, difracción o mediante un sistema estenopeico.

Dentro de las lentes intraoculares EDOF con mecanismo difractivo, se encuentra las lentes Tecnis Symphony, AT Lara o Finevision Triumf, que mediante la difracción de la luz consiguen alargar el foco en el ojo, obteniendo así un rango de visión más amplio.

Las **lentes multifocales** proporcionan una buena visión en las diferentes distancias focales, a través del uso de múltiples focos en la superficie de la lente. Por ello cuando la luz atraviesa los diferentes focos, los rayos son desviados hacia distintos puntos focales, generando varias imágenes en la retina correspondientes a cada foco, con lo cual el cerebro recibe simultáneamente diferentes imágenes que tienen que ser procesadas y utilizadas para enfocar objetos a diferentes distancias.

Este tipo de lente cambia la forma de percepción visual y requiere un proceso de adaptación, denominado neuroadaptación, que puede tardar unos meses. Existen personas que no alcanzan una buena neuroadaptación, percibiendo las imágenes del resto de focos de forma simultánea, obligando a extraer la lente intraocular por el deterioro de la calidad de visión. En estos casos, el paciente puede referir la percepción de deslumbramiento, confusión, distorsión y sensación de visión borrosa. El proceso de neuroadaptación tras la implantación de una lente multifocal implica un mínimo de aproximadamente tres meses para que los fenómenos disforicos disminuyan significativamente, alcanzando este proceso su máxima mejoría un año después de la cirugía.

Se ha descrito que los resultados visuales obtenidos con las lentes multifocales dependen de factores que afectan a la capacidad de neuroadaptación del paciente, tales como la edad, personalidad o la presencia de condiciones oftalmológicas adicionales.

En concreto, el proceso de neuroadaptación será más fácil en pacientes jóvenes y sin patologías oculares (Alió y cols.,2017; Yeu y cols.,2021).

En función del fenómeno óptico por el que se obtiene la multifocalidad, las lentes multifocales se pueden clasificar en lentes difractivas y refractivas.

A. Lentes difractivas

Las lentes difractivas poseen una serie de anillos concéntricos, separados por escalones cuya altura va a difractar o desviar el haz de luz en mayor o menor medida, generando una serie de ondas que al coincidir proporcionan un punto focal.

La altura de los escalones va a condicionar la distribución de la luz en los distintos focos, de tal manera que cuanto más alto sea el escalón mayor cantidad de luz llegará al foco de cerca. Por otra parte, la anchura del anillo va a determinar la adición de la lente, de tal manera que cuanto menor sea el ancho de cada anillo, mayor adición en visión cercana se va a conseguir.

Gracias a su diseño, las lentes difractivas permiten la difracción de la luz en el centro de la lente pudiendo generar la multifocalidad, independientemente del diámetro pupilar. En cambio, las lentes refractivas dependen del tamaño pupilar para la multifocalidad, puesto que la parte central de estas lentes solo tiene un poder dióptrico determinado, de tal manera que, si el diámetro pupilar es igual o menor al diámetro de la óptica central de la lente, los rayos de luz se van a enfocar en un punto único, perdiéndose la multifocalidad (Artigas y cols., 2007).

Las lentes difractivas engloban las difractivas puras y las que presentan un diseño mixto con una óptica central difractiva y una periferia refractiva, éstas últimas también conocidas como lentes difractivas apodizadas. En este caso, el foco de lejos viene establecido por la superficie refractiva y el foco de cerca viene determinado por los escalones difractivos de la parte central, aprovechando así la dinámica pupilar fisiológica y optimizando la distribución de la luz (Álvarez y cols., 2015).

En la **figura 16** se puede observar la curva de desenfoque de una lente multifocal difractiva (PanOptix) y una lente EDOF (Symfony). En ella, se refleja un comportamiento similar de ambas lentes en los valores

de desenfoque correspondientes a la visión lejana e intermedia, con diferencias significativas en los valores de visión cercana, a favor de la lente PanOptix.

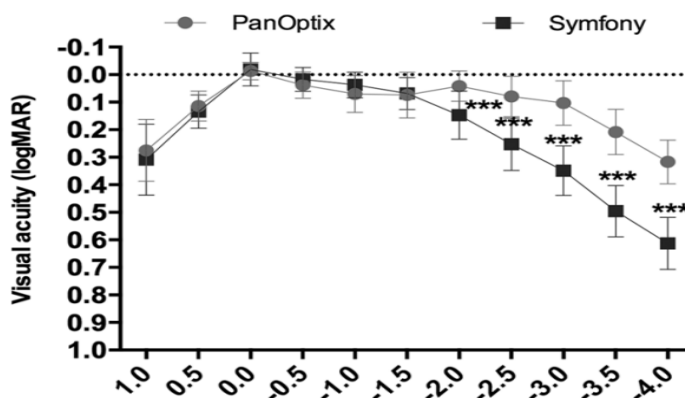


Figura 16. Curva de desenfoque de una lente EDOF (Symfony) y una lente trifocal difractiva (PanOptix). La curva de la lente trifocal presenta un pequeño valle sin diferencias significativas entre la visión intermedia y la visión cercana. La curva de la lente EDOF, tiene una caída de la agudeza visual más acentuada en visión cercana, en comparación a la lente trifocal (tomada de Ruiz y cols., 2018).

B. Lentes refractivas

Las lentes refractivas fueron las primeras lentes multifocales comercializadas. Éstas se basan en el fenómeno de refracción que consiste en la modificación tanto de la velocidad como de la dirección, que experimenta un haz de luz al pasar de un medio a otro con distinto índice refractivo. Las lentes multifocales refractivas constan de una óptica central rodeada de anillos concéntricos con diferentes poderes dióptricos, que permiten enfocar los rayos de luz en diferentes planos (Claoué y cols., 2002).

El diseño de las lentes multifocales refractivas puede ser:

1. Concéntrico: la lente se compone de anillos concéntricos con distinta potencia que permiten el enfoque de la luz en varios puntos focales. Con este diseño, en condiciones fotópicas se reduce el diámetro pupilar, favoreciendo los anillos para visión lejana, mientras que, en condiciones escotópicas al aumentar el diámetro pupilar favorece los anillos para visión cercana; de ahí la importancia de conocer el diámetro pupilar del paciente en las diferentes condiciones de iluminación, antes de implantar este tipo de lente (Artigas y cols., 2007; Venter y cols., 2013).
2. Segmentado: la potencia de la lente varía en el eje vertical, quedando un segmento de la lente para la visión cercana (habitualmente en la parte inferior de la lente) y otro segmento en el resto de la lente

para la visión lejana. Entre ambos segmentos, queda una zona de transición esférica que proporciona visión intermedia. Dentro de este grupo, se encuentra la lente Mplus LS-313 (**Figura 17**) empleada en nuestro trabajo. Se trata de una lente bifocal refractiva con diseño asimétrico o segmentado. La óptica de esta lente está compuesta por una combinación de dos superficies esféricas con diferente radio de curvatura y diferente potencia refractiva.



Figura 17. Lente multifocal refractiva Mplus LS-313

El diseño de esta lente permite visión lejana, intermedia y cercana, como se puede ver en su curva de desenfoque (**Figura 18**), reduciendo la necesidad de gafas en los pacientes portadores de este tipo de lentes. Además, la ausencia de anillos concéntricos en su diseño se asocia a una menor tasa de halos en comparación con las lentes multifocales refractivas concéntricas. El inconveniente de este diseño es la mayor presencia de aberraciones asociadas a la lente, que podrían afectar a la calidad visual (*Xu y cols., 2018*).

Se recomiendan diámetros pupilares de 3 a 5 mm para el implante de lentes multifocales refractivas, debido a la pupilodependencia de este tipo de lentes. En cambio, el diseño óptico de la lente Mplus con su sector inferior para la visión cercana hace que no sea tan dependiente del diámetro pupilar.

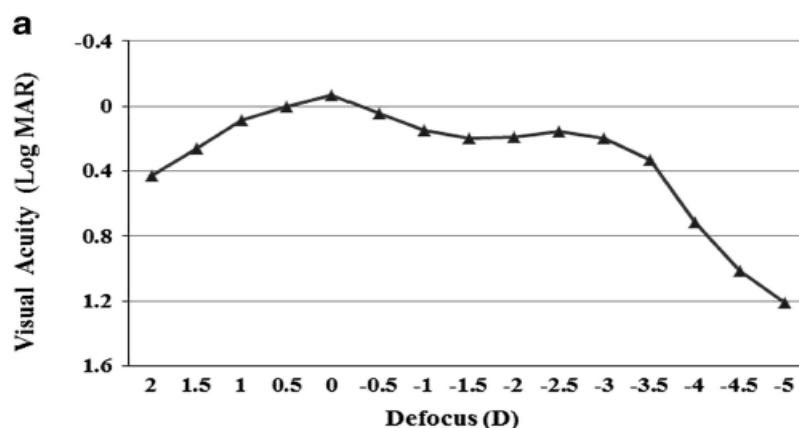


Figura 18. Curva de desenfoque de la lente bifocal refractiva Mplus con adición de +3.00D (tomada de Ouchi y cols., 2015). Se puede observar la imagen de “doble joroba” característica de las lentes bifocales, evidenciándose un pico de agudeza visual en visión lejana y otro pico de agudeza visual en visión cercana.

En general, las lentes multifocales refractivas presentan menor dispersión de la luz que las lentes difractivas, gracias a su diseño. Sin embargo, las lentes multifocales refractivas toleran peor el descentramiento que las difractivas, son pupilodependientes y pueden ocasionar fenómenos disfotópicos derivadas del coma, principalmente dispersión de luz, sobre todo en pupilas mayores de 5 mm (de Vries y cols., 2013; Alió y cols., 2017). Aun así, los diseños difractivos parecen inducir más disfotopsias que los diseños refractivos (Grzybowski y cols., 2019).

Por tanto, las lentes multifocales aportan una mejora de la visión en las diferentes distancias y una mayor independencia de las gafas para realizar las actividades de la vida diaria. De hecho, se ha reportado que el 80% o más de los pacientes implantados con lentes multifocales, no precisaban del uso de gafas en su vida diaria (Alió y cols., 2017).

C. Lentes tóricas

Muchas de las lentes intraoculares monofocales y multifocales, disponen de una versión tórica con diferentes potencias de cilindro, para la corrección del astigmatismo corneal.

La corrección del astigmatismo a través de las lentes tóricas ha demostrado ser el procedimiento más predecible y efectivo, por encima de otras técnicas como el uso de incisiones corneales relajantes, limbares u opuestas (Kessel y cols., 2016).

El principal inconveniente que plantean estas lentes es su posible rotación durante el postoperatorio, siendo más frecuente en los primeros días tras la cirugía (Jin y cols., 2010).

2. Justificación

En los últimos años ha habido continuos avances de las técnicas de la cirugía de la catarata y mejoras en la calidad de las lentes intraoculares, cuyo objetivo no solo es optimizar la agudeza visual de los pacientes sino también proporcionarles una buena calidad de visión y de vida.

Durante muchos años se ha realizado la implantación de lentes intraoculares monofocales estándar, en la cirugía de catarata. Estas lentes suelen implantarse teniendo como objetivo una máxima agudeza visual lejana sin corrección, pero requieren corrección óptica para visión cercana e intermedia.

Posteriormente se han introducido las lentes intraoculares multifocales que están diseñadas para proporcionar una buena agudeza visual lejana, intermedia y cercana, aumentando así la independencia del paciente respecto a la gafa en todo tipo de distancias. Sin embargo, estas lentes no están indicadas en todos los pacientes puesto que pueden reducir la sensibilidad al contraste, y debido al diseño de la óptica de estas lentes, pueden dar lugar a un mayor número de fenómenos disfotópicos, por lo que requieren una valoración oftalmológica exhaustiva del paciente para personalizar su indicación.

Más recientemente, se han presentado en el mercado las lentes monofocales con asfericidad modificada, con el objetivo de proporcionar al paciente una visión lejana óptima y una aceptable visión intermedia. Se ha postulado, además, que estas últimas lentes reducen los fenómenos disfotópicos asociados a las lentes multifocales y ofrecen mayor independencia de las gafas en visión intermedia cuando se comparan con las lentes monofocales tradicionales.

Esta tesis doctoral pretende comparar la calidad de la visión y de vida de los pacientes intervenidos de cataratas utilizando tres tipos de lentes intraoculares: lente monofocal esférica estándar (Tecnis ZCB00), lente monofocal con asfericidad modificada (Tecnis Eyhance ICB00) y lente multifocal refractiva (Mplus LS-313).

3. Hipótesis

La calidad de la visión y de vida de los pacientes intervenidos de catarata con los nuevos diseños de lente monofocal, con asfericidad central modificada (Tecnis Eyhance) difiere, de la que tienen los intervenidos con lentes intraoculares monofocales esféricas estándar o con las lentes intraoculares multifocales refractivas.

4. *Objetivos*

El **objetivo general** de esta Tesis Doctoral es evaluar la calidad de visión y su influencia en la calidad de vida de pacientes intervenidos de catarata con el nuevo diseño de lente intraocular Tecnis Eyhance ICB00.

Tratamos de alcanzarlo comparando los resultados obtenidos con la nueva lente (Tecnis Eyhance) y los resultados ya conocidos, de otros 2 modelos de lentes intraoculares: lente intraocular monofocal (Tecnis ZCB00) y con la lente intraocular multifocal (Mplus LS-313).

Para lograrlo establecemos como **objetivos específicos** comparar los datos obtenidos con los 3 tipos de lentes en los siguientes parámetros:

- refracción
- agudeza visual lejana, intermedia y cercana
- curva de desenfoque
- sensibilidad al contraste
- fenómenos disfotópsicos
- calidad de vida relacionada con la función visual
- estereopsis
- alteraciones de la película lagrimal
- diámetro pupilar
- aberraciones oculares

5. Material y Métodos

5.1. Diseño del estudio

Se seleccionaron pacientes que iban a ser intervenidos de catarata de ambos ojos con tres tipos de LIO diferentes, pero con el mismo tipo de LIO en los dos ojos. Se realizaron tres grupos dependiendo de la LIO implantada. En ellos, se ha realizado un estudio prospectivo.

5.2. Grupos de estudio

Se establecen 3 grupos dependiendo del tipo de lente intraocular implantada durante la cirugía de catarata:

- Los pacientes del grupo 1 fueron implantados con una lente monofocal esférica (Tecnis ZCB00).
- Los pacientes del grupo 2 fueron implantados con una lente monofocal esférica modificada (Tecnis Eyhance ICB00)
- Los pacientes del grupo 3 fueron implantados con una lente multifocal refractiva (Mplus LS-313 con adición de +2.00 D en el ojo dominante y de +3.00 D en el ojo no dominante).

5.3. Población de estudio

Los pacientes de los dos grupos con lentes monofocales (grupos 1 y 2) fueron seleccionados del Hospital Reina Sofía de Murcia (área VII de Salud de la Región de Murcia), mientras que los pacientes incluidos en el grupo de lente multifocal (grupo 3) se seleccionaron de la clínica Novovisión de Murcia.

Para los grupos 1 y 2, se seleccionaron cincuenta pacientes de la lista de espera quirúrgica de cirugía de cataratas que cumplieran los criterios de inclusión y exclusión. De los 50 pacientes, 25 fueron asignados de forma aleatoria a cada uno de los dos grupos de lente monofocal. Estos pacientes fueron intervenidos de catarata entre los meses de junio de 2019 y junio de 2021.

Para el grupo 3, se seleccionaron 25 pacientes de la base de datos de la clínica Novovisión de Murcia, que iban a recibir un implante de lente intraocular multifocal durante la cirugía de catarata y cumplieran los criterios de inclusión y exclusión del estudio. Estos pacientes habían sido intervenidos de catarata entre los meses de junio de 2019 y junio de 2021.

5.4. Consideraciones éticas

El estudio realizado a los pacientes de los grupos 1 y 2 fue aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Universitario Reina Sofía de Murcia (**Anexo I**) y fue llevado a cabo siguiendo las normas éticas descritas en la Declaración de Helsinki.

Todo el estudio ha sido realizado de conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales.

Todos los participantes en el estudio fueron informados por el investigador principal asegurándose que hubieran comprendido la información correctamente sobre los objetivos del estudio, las lentes intraoculares que se iban a emplear y las exploraciones que se les iban a realizar, tras lo cual firmaron un consentimiento informado (**Anexo II**) que incluía la posibilidad de abandonar el estudio en cualquier momento, sin ningún tipo de consecuencia.

5.5. Criterios de inclusión

Los criterios de inclusión de los pacientes fueron comunes para los tres grupos:

- Edad menor de 80 años
- Longitud axial entre 22 y 25 mm
- Astigmatismo corneal menor de 1,5 dioptrías
- Refracción preoperatoria entre +4 y -4 dioptrías
- Ausencia de enfermedades oculares que permitan alcanzar una buena agudeza visual

5.6. Criterios de exclusión

Los criterios de exclusión de los pacientes fueron comunes para los tres grupos:

- Patología ocular (Glaucoma, Degeneración macular asociada a la edad, retinopatía diabética, desprendimiento de retina, uveítis, ambliopía, etc.)
- Cirugía refractiva corneal previa
- Complicaciones durante o posterior a la cirugía de catarata
- Enfermedades sistémicas no controladas (Diabetes mellitus, Hipertensión arterial, Dislipemia)

5.7. Cronología de las exploraciones de los grupos de estudio

Todos los grupos fueron sometidos a una exploración basal preoperatoria y a varias revisiones postoperatorias realizadas por su cirujano. Tres meses después de la cirugía del segundo ojo, se les realizó una exploración final por el investigador principal (IP) de esta Tesis. Por tanto, la cronología de las exploraciones en los grupos de estudio fue la siguiente:

5.7.1. Revisiones realizadas por su oftalmólogo

- Exploración basal preoperatoria: anamnesis, refracción (autorrefractómetro NIDEK ARK-710A (grupo 1 y 2) y NIDEK-OPD SCAN (grupo 3), NIDEK CO., LTD, Tokio, Japón), presión intraocular medida con neumotonometría (NIDEK NT-2000 (grupo 1 y 2) y NIDEK NT-510 (grupo 3), agudeza visual sin y con corrección, examen del polo anterior y fondo de ojo, queratometría y biometría (biómetro IOL Master 500 Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Alemania).
- Revisión día 1 tras cirugía: presión intraocular y examen de polo anterior.
- Revisión día 7 tras cirugía: refracción, presión intraocular, agudeza visual, examen de polo anterior.
- Revisión día 30 tras cirugía: refracción, presión intraocular, agudeza visual, examen de polo anterior y fondo de ojo.

5.7.2. Revisión final realizada por el IP de este estudio

- Revisión 3 meses tras cirugía del segundo ojo: refracción, presión intraocular, agudeza visual sin y con corrección, curva de desenfoco, sensibilidad al contraste (test de sensibilidad al contraste CSV-1000), estereopsis (test random dot), aberraciones ópticas usando Nidek OPD Scan III (NIDEK CO., LTD, Tokio, Japón), diámetro pupilar (Nidek OPD Scan III. NIDEK CO., LTD, Tokio, Japón), test de difotopsias (test QoV), calidad de vida en relación con la visión (cuestionario NEI-VFQ 25), examen de polo anterior incluyendo test de Schirmer y tiempo de ruptura de película lagrimal.

5.8. Exploraciones

Describimos las exploraciones realizadas a los pacientes.

5.8.1. Exploración basal preoperatoria

Todos los pacientes recibieron una exploración basal preoperatoria realizada por el oftalmólogo que indicó la cirugía y en la cual firmaron el consentimiento informado de la cirugía de catarata. Esta exploración se realizó entre 30 y 120 días antes de la cirugía.

Ésta incluía las siguientes exploraciones:

- Anamnesis general: incluyendo presencia de enfermedades sistémicas, tratamientos crónicos y antecedentes personales y/o familiares oftalmológicos.
- Exploración oftalmológica completa en consulta incluyendo: refracción automática (autorrefractómetro NIDEK ARK-710A (grupo 1 y 2) y NIDEK-OPD SCAN (grupo 3), NIDEK CO., LTD, Tokio, Japón), agudeza visual sin y con corrección, presión intraocular medida con neumotonometría (NIDEK NT-2000 (grupo 1 y 2) y NIDEK NT-510 (grupo 3) NIDEK CO., LTD, Tokio, Japón), examen del polo anterior y fondo de ojo en lámpara de hendidura y/o con oftalmoscopio indirecto, queratometría y biometría (biómetro IOL Master 500 Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Alemania).

5.8.2. Cálculo de la lente intraocular

En los pacientes de los tres grupos, se calculó la potencia de la lente intraocular utilizando los parámetros obtenidos en el IOL Master 500 mediante la fórmula Barrett II (https://calc.apacrs.org/barrett_universal2105), seleccionando la más cercana a las 0,00 dioptrías de defecto residual.

5.8.3. Lentes intraoculares

Las lentes intraoculares empleadas en este estudio han sido:

5.8.3.1. Lente Tecnis ZCB00 (Abbott Medical Optics, Santa Ana, CA, EEUU): lente monofocal refractiva esférica acrílica hidrofóbica (**figura 19**).



Figura 19. Lente Tecnis ZCB00

Una de sus características distintivas es su aberración esférica negativa (-0.27mm), para compensar la aberración esférica positiva de la córnea y mejorar la calidad visual (**tabla 1**).

Lente Tecnis ZCB00	
Diámetro de la óptica	6 mm
Diseño de la óptica	Biconvexa, superficie anterior esférica
Potencia	+5,0 a +34,0 D con incrementos de +0,50 D
Constante A	118.8(ultrasonidos), 119.3 (óptica)
Material	Acrílico hidrofóbico, filtro UV
Configuración de los hápticos	C-loop modificado
Diseño de la lente	Monobloque
Diámetro total	13 mm
Índice de refracción	1.47

Tabla 1. Propiedades de la lente intraocular Tecnis ZCB00.

5.8.3.2. Lente Tecnis Eyhance ICB00 (Abbott Medical Optics, Santa Ana, CA, EEUU): lente monofocal refractiva esférica acrílica hidrofóbica (**tabla 2**), aunque su diseño es similar al de la lente Tecnis ZCB00 (**figura 20**), a diferencia de ésta, presenta una superficie óptica refractiva continua que mediante una modificación de la asfericidad de la zona central de la lente, se va a generar un incremento progresivo de la potencia desde la periferia hacia el centro de la lente (**figura 21**) para ampliar la profundidad de foco, mejorando así la visión intermedia (*Mencucci R y cols., 2020*).



Figura 20. Lente Tecnis Eyhance ICB00

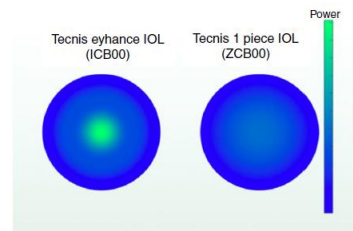


Figura 21. Superficie anterior de lente Tecnis Eyhance ICB00 y Tecnis ZCB00. Tomada de de Luis y cols., 2020

Lente Tecnis Eyhance ICB00	
Diámetro de la óptica	6 mm
Diseño de la óptica	Biconvexa, superficie anterior esférica
Potencia	+5,0 a +34,0 D con incrementos de +0,50 D
Constante A	118.8(ultrasonidos), 119.3 (óptica)
Material	Acrílico hidrofóbico, filtro UV
Configuración de los hápticos	C-loop modificado
Diseño de la lente	Monobloque
Diámetro total	13 mm
Índice de refracción	1.47

Tabla 2. Propiedades de la lente intraocular Tecnis ICB00

5.8.3.3. Lente Mplus LS-313 (Oculentis GmbH, Berlin, Alemania): lente acrílica refractiva rotacionalmente asimétrica de material hidrofílico con superficie hidrofóbica. Presenta una óptica biconvexa cuya superficie posterior es esférica, con el foco de visión lejana en la parte superior y la adición para visión cercana en la parte inferior de la lente (**tabla 3**).

Se trata de una lente multifocal ya que presenta una zona para visión lejana y otra para visión cercana (**figura 22**). Además en la práctica, proporciona visión intermedia, gracias a la zona de transición que hay entre el foco de visión lejana y el de visión cercana, con una asfericidad paraxial añadida.

Presenta una menor incidencia de disfotopsias respecto a otras lentes multifocales y menor dependencia pupilar, gracias a la optimización del diseño de su superficie (Alió y cols., 2011).

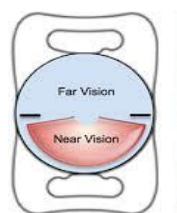


Figura 22. Representación de lente Mplus LS-313. Tomada de Venter y cols., 2013.

Lente Mplus LS-313	
Diámetro de la óptica	6 mm
Diseño de la óptica	Biconvexa, segmento para visión de cerca con forma de sector – anterior: +3.0D Superficie esférica – posterior
Potencia	+0,0 a +36,0 D con incrementos de +0,50 D
Constante A	118.0
Material	compuesto de acrilatos hidrófilos con superficie hidrófoba, filtro UV
Configuración de los hápticos	Plato
Diseño de la lente	Monobloque con bordes cuadrados
Diámetro total	11 mm
Índice de refracción	1.46

Tabla 3. Propiedades de la lente intraocular Mplus LS-313

5.8.4. Intervención de catarata

Los pacientes de los grupos con lente monofocal (grupos 1 y 2) fueron intervenidos de catarata por cuatro cirujanos del Hospital Universitario Reina Sofía de Murcia. Tres de ellos, realizaron las cirugías de los pacientes del grupo con lente multifocal (grupo 3) en la clínica Novovisión de Murcia.

5.8.4.1. Técnica quirúrgica

La técnica quirúrgica empleada fue la facoemulsificación con anestesia tópica o peribulbar que se realizó de forma similar en los tres grupos y constaba de los siguientes pasos.

- **Dilatación pupilar preoperatoria y limpieza de la zona ocular:**

Previamente a la entrada del paciente a quirófano, se instilaron tres gotas de los siguientes colirios: tropicamida al 1% (Alcon Laboratories Inc., Fort Worth, TX, EEUU), fenilefrina hidrocloreuro al 10% y ciclopentolato hidrocloreuro al 1% (Alcon Laboratories Inc., Fort Worth, TX, EEUU).

En aquellos casos en los que intraoperatoriamente el cirujano juzgó que la midriasis no era suficiente, se inyectó al comienzo de la intervención hidrocloreuro de fenilefrina al 1,5% intracamerar (Farmacia Luis Corbi, Valencia, España).

Antes de iniciar la cirugía, se procedió a la desinfección del área periocular con povidona yodada al 10% y de los fondos de saco conjuntivales con povidona yodada al 5%.

- **Anestesia:**

Para la anestesia tópica, antes de entrar a quirófano, se empleó tres gotas de colirio anestésico doble (1 mg/ml hidrocloreuro de tetracaína + 4 mg/ml hidrocloreuro de oxibuprocaína; Alcon Laboratories Inc., Fort Worth, TX, EEUU) sobre la superficie ocular asociado a lidocaína al 2% intracamerular (Braun, Melsungen, Alemania) al inicio de la cirugía.

Para la anestesia peribulbar, se utilizó una mezcla a partes iguales de lidocaína al 2% (Braun, Melsungen, Alemania) y bupivacaína al 0,5% (Braun, Melsungen, Alemania), inyectándose con una jeringa de 10 ml y una aguja de grosor 25G, en el cuadrante temporal inferior y nasal superior con la colocación posterior del balón de Honan durante 10 minutos.

- **Cirugía de la catarata:**

Se realizaron dos incisiones corneales, una incisión principal de 2,75 mm de ancho y una incisión accesoria o paracentesis de 1 mm de ancho. Posteriormente se inyectó viscoelástico cohesivo Healon® 10mg/ml (Abbott Medical Optics, Santa Ana, CA, EEUU) y se llevó a cabo una capsulorrexis continua circular de forma manual con cistitomo y/o pinzas de capsulorrexis. Se procedió entonces a la hidrodisección de la catarata.

A continuación, se inyectó viscoelástico dispersivo Viscoat® 30mg/ml (Alcon Laboratories Inc., TX, EEUU) para la protección del endotelio corneal y se realizó la facoemulsificación de la catarata mediante ultrasonidos, usando en los pacientes de los grupos 1 y 2, el facoemulsificador Signature® (Abbott Medical Optics, Santa Ana, CA, EEUU) y en los pacientes del grupo 3, el facoemulsificador Infiniti® (Alcon Laboratories Inc., Fort Worth, TX, EEUU). Finalmente se realizó aspiración de restos corticales y se inyectó viscoelástico cohesivo Healon® 10 mg/ml (Abbott Medical Optics, Santa Ana, CA, EEUU) en saco capsular para proceder al implante de la lente intraocular en el saco capsular.

Al ser plegables los tres tipos de lentes intraoculares implantadas, requieren de la utilización de un inyector para introducir las en el saco capsular. En concreto, para la lente intraocular Tecnis ZCB00 se empleó un inyector no desechable, mientras que para la lente Tecnis Eyhance y Mplus LS-313, se usó el inyector desechable que acompañaba a la lente.

Para finalizar la cirugía, se inyectó cefuroxima intracamerar (1mg/0.1 ml) y se procedió a la hidratación de las incisiones corneales mediante suero fisiológico.

5.8.4.2. Tratamiento médico postquirúrgico:

Los pacientes de los grupos de estudio recibieron tratamiento postoperatorio con colirio Tobradex® (Alcon Laboratories Inc., Fort Worth, TX, EEUU) con una pauta de 1 gota 6 veces al día durante 7 días, 1 gota 4 veces al día durante 7 días, 1 gota 3 veces al día durante 7 días, 1 gota 2 veces al día durante 7 días, junto a pomada de prednisona-neomicina o dexametasona-cloranfenicol (Alcon Laboratories Inc., Fort Worth, TX, EEUU) por la noche durante 2 semanas.

5.8.4.3. Revisiones postquirúrgicas

Los pacientes fueron revisados por sus cirujanos al día siguiente, a la semana y al mes de la cirugía. En todas estas revisiones, se realizó determinación de presión intraocular y examen de polo anterior en lámpara de hendidura; en algunas se exploró agudeza visual sin y con corrección, fondo de ojo y si se requería, examen con SD-OCT. Además de las revisiones mencionadas, todos los pacientes fueron explorados a los 3 meses de la cirugía del segundo ojo por el investigador principal (**5.7. Cronología de las exploraciones de los grupos de estudio**).

5.8.5. Exploración final

Dicha exploración se realizó a los tres meses de la cirugía del segundo ojo y constaba de las siguientes exploraciones oftalmológicas:

- refracción mediante el autorrefractómetro NIDEK ARK-710A en el grupo 1 y 2 y NIDEK-OPD SCAN en el grupo 3 (NIDEK CO., LTD, Tokio, Japón)
- refracción subjetiva
- agudeza visual monocular con y sin corrección óptica para visión lejana (6 m)
- agudeza visual monocular con corrección óptica para visión intermedia (66 cm)
- agudeza visual binocular con corrección óptica para visión cercana (33cm)
- curva de desenfoco monocular y binocular con su mejor corrección óptica

- sensibilidad al contraste monocular y binocular mediante test de sensibilidad al contraste CSV-1000 con su mejor corrección óptica, en condiciones de iluminación fotópica y mesópica
- diámetro pupilar en condiciones mesópicas medido con OPD scan III (NIDEK CO,. LTD, Tokio, Japón)
- estereopsis mediante test random dot (Vision Assessment Corporation, Illinois, EEUU)
- exploración de la película lagrimal y del estado de la superficie ocular (test de Schirmer y tiempo de ruptura de película lagrimal o BUT)
- medida de aberraciones ópticas mediante Nidek OPD Scan III (NIDEK CO,. LTD, Tokio, Japón)

Además, en esta visita, los pacientes rellenaron los siguientes cuestionarios:

- calidad de vida (cuestionario NEI VFQ-25, en su versión de 25 ítems, validada y adaptada culturalmente al castellano en 2018 por el grupo de Álvarez-Peregrina para su uso en España (**anexo V**))
- calidad visual (Quality of Vision questionnaire, tomado de McAlinden y cols.,2010)(**anexo IV**)

5.8.5.1. Refracción ocular

El defecto refractivo fue medido mediante el autorrefractómetro NIDEK ARK-710A (**figura 23**) en los pacientes de los grupos 1 y 2 y con NIDEK-OPD SCAN III (**figura 25**) (NIDEK CO,. LTD, Tokio, Japón) en los pacientes del grupo 3.



Figura 23. Autorrefractómetro NIDEK ARK-710A (tomada de enhanced medical services)

5.8.5.2. Medida de la agudeza visual

Se procedió a medir la agudeza visual en visión cercana, intermedia y lejana, primero en visión monocular y posteriormente en visión binocular, primero sin corrección óptica y posteriormente con su mejor corrección óptica, mediante gafa de prueba y lentes.

Para la agudeza visual corregida en visión lejana e intermedia se empleó la corrección óptica de lejos y para visión cercana se utilizó además la adición de cerca.

La agudeza visual lejana se exploró con un proyector con optotipos de Snellen (CP-40 chart projector, Takagi Ophthalmic Instruments Europe), situados a 6 metros del paciente.

La agudeza visual intermedia se exploró mediante cartas con optotipos de Snellen, situándolas a 66 cm del paciente. Puesto que estas cartas están diseñadas para medir la agudeza visual de cerca (33cm), para determinar la agudeza visual intermedia, se realizó un ajuste de la medida para adaptarla a la distancia intermedia (66 cm).

Para valorar la agudeza visual cercana, se utilizaron las cartas de Jaeger (desde J1 a J11) situándolas a una distancia de 33 cm del paciente.

En todos los pacientes, la agudeza visual fue anotada en la escala decimal y convertida posteriormente a escala LogMAR.

5.8.5.3. Curvas de desenfoque

Después de tomar la medida de la agudeza visual en las diferentes distancias, se procedió a medir la curva de desenfoque en monocular y posteriormente en binocular. Para ello, una vez obtenida la mejor agudeza visual corregida del paciente en la gafa de prueba, procedimos a realizar un desenfoque añadiendo a su corrección, lentes esféricas desde -5,00 hasta +3,00 dioptrías, en intervalos de 0,50 dioptrías.

Iniciamos la exploración con una lente de -5,00 D y fuimos descendiendo de media en media dioptría, anotando la agudeza visual del paciente en cada paso, hasta llegar a la lente de +3,00 D. Los valores de agudeza visual fueron convertidos a escala LogMAR, representándose en el eje de ordenadas y los valores de desenfoque en el eje de abscisas.

En estas curvas, se considera que el desenfoque de -3 D se corresponde con la visión cercana, el de -1,5 D se corresponde con la visión intermedia y el de 0 D se corresponde con la visión lejana.

5.8.5.4. Test de sensibilidad al contraste: CSV-1000E

Se determinó la sensibilidad al contraste en visión monocular y binocular, a una distancia de 3 metros con su mejor corrección óptica para visión lejana, primero en condiciones de iluminación fotópicas (85 cd/m²) y posteriormente en condiciones de iluminación mesópicas (5 cd/m²). Una vez realizado el test en visión fotópica, se apagaban las luces de la consulta, dejando transcurrir un periodo de cinco minutos para facilitar la adaptación del paciente a la reducción de las condiciones de iluminación. Para la medida de la iluminación de la sala, se empleó una aplicación para móviles android llamada Lux light meter (Doogo apps).

Las diferentes frecuencias de este test, se representan con las letras A, B, C y D. El grupo A representa una frecuencia de 3 ciclos/grado (baja frecuencia), el grupo B representa una frecuencia de 6 ciclos/grado, el grupo C representa una frecuencia de 12 ciclos/grado y finalmente el grupo D representa una frecuencia espacial de 18 ciclos/grado (alta frecuencia).

En este test, el paciente deberá identificar la lámina circular que contiene el patrón sinusoidal en cada nivel de contraste. Para ello, el valor de sensibilidad al contraste que se registró como válido fue aquel correspondiente a la última figura con patrón sinusoidal identificada por el paciente.

5.8.5.5. Test de calidad visual: Quality of Vision (QoV) Questionnaire

Para valorar la calidad de visión de los pacientes y la presencia de disforopsias tales como halos, visión borrosa, diplopia o deslumbramientos en los pacientes tras la cirugía de la catarata, se utilizó el test QoV (McAlinden y cols., 2010).

Para su realización, se le entregó a cada paciente el cuestionario y se le proporcionó las instrucciones necesarias para su cumplimentación. Algunos pacientes precisaron ayuda del IP para realizar el cuestionario.

El test se compone de 30 preguntas y valora los 10 síntomas más comunes que pueden empeorar la calidad de visión del paciente. Los 10 síntomas evaluados en este cuestionario son: deslumbramiento,

halo, brillo, visión nublada, visión borrosa (lejos), visión borrosa (cerca), visión distorsionada, visión doble, dificultad para enfocar y dificultad para calcular distancias. Cada una de las preguntas posee cuatro opciones de respuesta relacionadas con la experiencia, molestia y gravedad de la alteración visual.

En la categoría “experiencia” las cuatro opciones de respuesta son: nunca, ocasional, bastante a menudo y muy a menudo; en las categorías “molestia” y “gravedad” las cuatro opciones de respuesta son: nada, leve, moderado y severo. Los distintos fenómenos visuales que se pretenden evaluar están representados en una imagen que se les facilita adjunta al cuestionario (**figura 24**).



Figura 24. Imágenes del test de calidad visual: Quality of vision

5.8.5.6. Test de calidad de vida: NEI VFQ-25 (National Eye Institute Visual Function Questionnaire)

Fue diseñado para evaluar el impacto que tienen las alteraciones de la función visual sobre la calidad de vida del paciente.

El test VFQ-25 consta de 25 preguntas (1 a 25) distribuidas en tres bloques temáticos y 12 preguntas opcionales que pertenecen a las diferentes subescalas (A1 a A12). Cada pregunta tiene 5 o 6 opciones de respuesta cerrada utilizando una escala tipo Likert, con puntuaciones definidas previamente (de 0 a 100); las preguntas están agrupadas en tres bloques temático: bloque I (4 preguntas) sobre salud general

y visión, bloque II (12 preguntas) sobre dificultad en la realización de actividades y bloque III (9 preguntas) sobre respuestas a los problemas visuales.

Estos bloques incluyen diferentes subescalas: salud general, visión general, dolor ocular, visión para actividades de cerca, visión lejana, funcionamiento social, salud mental, limitación de roles, dependencia, conducción, visión del color y visión periférica. En la **tabla 4** podemos observar las diferentes subescalas y las preguntas que valoran cada una de estas subescalas.

Subescalas	Preguntas
Salud general	1, A1
Visión general	2, A2
Dolor ocular	4, 19
Visión cercana	5, 6, 7, A3, A4, A5
Visión lejana	8, 9, 14, A6, A7, A8
Desempeño social	11, 13, A9
Salud mental	3, 21, 22, 25, A12
Limitación de roles	17, 18, A11a, A11b
Dependencia	20, 23, 24, A13
Conducción	15c, 16, 16a
Visión de color	12
Visión periférica	10

Tabla 4. Preguntas del test NEI VFQ-25 que valoran cada subescala

Para calcular el resultado del test, se sumó la puntuación de las respuestas de cada subescala (que puntúan cada una de ellas de 0 a 100) y se obtuvo la media aritmética para cada subescala. Para valorar la subescala de conducción, en aquellos pacientes que nunca han conducido o dejaron de conducir debido a causas no visuales, las preguntas de esta subescala se calificaron como valor nulo (Alvarez-Peregrina C y cols., 2018).

Posteriormente, se realizó la media aritmética de todas las subescalas para obtener una puntuación global del test en cada paciente, que variará de 0 a 100 puntos. Cuanto mayor sea la puntuación total, mejor será la calidad de vida del paciente en relación con su función visual (*Mangione C y cols., 2001*).

5.8.5.7. Test de estereopsis: Random dot

El test Random dot (Vision Assessment Corporation, Illinois, EEUU) consta de una sección de estereogramas de puntos aleatorios con formas geométricas ocultas en su interior, otra de círculos y otra de figuras (**figura 9**). En nuestro estudio hemos empleado exclusivamente el bloque integrado por círculos, compuesto por diez grupos de círculos, cuya disparidad se va reduciendo desde 400 a 20 segundos de arco.

Para su realización, se colocan unas gafas polarizadas sobre la mejor corrección óptica del paciente y se determina la visión en relieve en visión binocular, colocando el test a una distancia de lectura (aproximadamente 33 cm). El paciente debe decirnos en cada grupo de círculos cual es el que visualiza en relieve. Es importante realizar este test, con una iluminación apropiada evitando reflejos que puedan entorpecer su realización.

5.8.5.8. Examen oftalmológico de la superficie ocular

Para valorar la homogeneidad de los grupos de estudio, se evaluó el estado de la película lagrimal y de la superficie ocular en lámpara de hendidura, determinando las siguientes variables:

- Test de Schirmer (Dina Hitex, Bučovice, República Checa). En nuestro estudio, realizamos la prueba sin usar anestesia tópica para medir tanto el componente basal como reflejo de la lágrima. Para ello colocamos una tira delgada de papel de filtro (30 mm de largo y 5 mm de ancho) en la unión de los tercios medio y externo del párpado inferior, quedando los 5 primeros mm de longitud de la tira doblados dentro del fondo de saco inferior, mientras que los 25 mm restantes quedarán expuestos sobre el párpado inferior. A continuación, le pedimos al paciente que mantenga los ojos cerrados durante 5 minutos, retiramos el papel de filtro y se mide la longitud humedecida desde el pliegue. En ausencia de anestesia tópica, se establece como normal un valor igual o superior a 10 mm; un valor inferior a 10 mm sería indicativo de ojo seco acuodeficiente (*Khanal y cols., 2008; Morales y cols., 2010*).

- Tiempo de ruptura de película lagrimal (BUT): instilamos una gota de fluoresceína al 2% en el fondo de saco inferior, pedimos al paciente que parpadee varias veces y evaluamos la estabilidad de la lágrima mediante un haz amplio de luz azul cobalto en la lámpara de hendidura. Para ello, medimos el intervalo de tiempo que transcurre entre el último parpadeo y la aparición del primer punto de ruptura de la lágrima. Los tiempos de ruptura inferiores a 10 segundos, se consideran anormales (*Wolffsohn y cols., 2017*).

5.8.5.9. Diámetro pupilar

En los tres grupos de estudio, la determinación postoperatoria del diámetro pupilar se realizó mediante el pupilómetro del OPD scan III en condiciones de baja iluminación.

5.8.5.10. Estudio de las aberraciones ópticas

El aparato que hemos utilizado en los tres grupos para estudiar las aberraciones ópticas, ha sido OPD scan III (NIDEK CO., LTD, Tokio, Japón). Se realizó la medición de aberraciones corneales, internas y totales. El estudio de las aberraciones corneales se realizó para valorar si los grupos de estudio eran homogéneos. Previamente a la medición de éstas, se solicitó a los pacientes que realizaran un movimiento de parpadeo en el ojo de estudio justo antes de realizar la medida, para obtener una imagen de la superficie ocular, con la mayor nitidez posible.

Mediante OPD scan III, examinamos las siguientes aberraciones: aberración esférica, coma, trefoil y aberraciones de alto orden (HOA).

El estudio de dichas aberraciones se realizó para una zona óptica de 6 mm.

El equipo OPD scan III (**figura 25**) tiene varias funciones: aberrómetro, topógrafo, pupilómetro-pupilógrafo, autorefractómetro y autoqueratómetro. La aberrometría de frente de onda de 9,5 mm de diámetro, permite cubrir completamente casi cualquier pupila.

Dicho aparato proyecta 1440 rayos de luz a través de la pupila hacia la retina calculando el tiempo necesario para que los haces de luz lleguen a los sensores del equipo después de ser reflejados en la

retina. El sistema receptor de dicho aparato, consta de una lente que une una matriz de fotodetectores con el plano corneal.

Además realiza una refracción objetiva automatizada (esquiascopia dinámica) con un rango de potencia esférica desde -20,00 a +22,00D y cilíndrica desde 0 a $\pm 12,00$ D con rango de eje de 0 a 180°.

Como aberrómetro permite obtener diversos tipos de mapas: OPD, frente de onda, gráfico de Zernike, PSF y gráfico MTF. Por otra parte como topógrafo permite elaborar mapas: axiales, elevación, “refractivo”, frente de onda, gráfico de Zernike, PSF y gráfico MTF.

El autorrefractómetro tiene un rango de medición de -20,00 a + 22,00 D (esfera), $0 \pm 12,00$ D con rango de eje de 0 a 180° (cilindro).

El autoqueratómetro presenta un rango de medición de 5,00-10,00 mm (radio de curvatura), 33,75 a 67,50 D (poder refractivo), $0 \pm 12,00$ D con rango de eje de 0 a 180° (cilindro). El pupilómetro permite medir diámetros pupilares desde 1 a 10 mm en condiciones fotópicas y mesópicas.

En nuestro caso, dicho aparato lo hemos usado como autorrefractómetro, pupilómetro y aberrómetro.



Figura 25. OPD scan III de Nidek.

5.9. Análisis de datos

Los datos fueron recogidos en una hoja de cálculo (Microsoft® Office Excel 2010, Microsoft Corporation, Redmond, WA), para proceder al análisis estadístico. A cada uno de los pacientes se le asignó un código de identificación numérico sin emplear datos personales, con el objetivo de garantizar el anonimato de los participantes.

Los datos cuantitativos se expresaron en medias y desviaciones estándar; mientras que los datos cualitativos se expresaron en porcentajes sobre el total de la muestra.

El análisis comparativo de los datos cuantitativos obtenidos de los diferentes participantes en este estudio, se realizó mediante el programa SPSS versión 25 (SPSS Inc., Chicago, IL. EEUU). El nivel de significación estadística se estableció en $p \leq 0,05$ para todos los análisis estadísticos. Los test estadísticos empleados en esta tesis para comparar variables cuantitativas ha sido ANOVA, mientras que para comparar variables cualitativas se utilizó Chi-cuadrado.

5.10. Recopilación bibliográfica

Toda la bibliografía revisada en esta Tesis Doctoral se ha obtenido utilizando las diferentes herramientas de búsqueda en la base de datos Pubmed (www.ncbi.nlm.nih.gov), sin límites de fecha o idioma.

6.Resultados

Se incluyeron 25 pacientes en el grupo 1, 25 pacientes en el grupo 2 y 25 pacientes en el grupo 3. Por lo tanto, se incluyeron 150 ojos en el estudio, 50 en el grupo 1 (Tecnis ZCB00) 50 en el grupo 2 (Tecnis Eyhance) y 50 en el grupo 3 (Mplus LS-313).

6.1. Variables demográficas

De los 75 pacientes incluidos en el estudio (150 ojos), 36 eran hombres y 39 mujeres. La relación hombre/mujer en el grupo 1 fue 13/12, en el grupo 2 fue 11/14 y en el grupo 3 fue 12/13, sin observarse diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (Chi-cuadrado, $p > 0,05$).

El rango de edad de los participantes estuvo comprendido entre los 45 años y los 79 años, siendo la edad media de todos los participantes de todos los grupos de $67,9 \pm 7,6$ años. La edad media fue de $68,2 \pm 8,8$ en el grupo 1, $69,8 \pm 6,8$ en el grupo 2 y $65,8 \pm 6,7$ años en el grupo 3 (**tabla 5**), sin objetivarse diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (ANOVA, $p > 0,05$).

	Edad (media +/- desviación estándar)	Relación hombre/mujer
Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	$68,2 \pm 8,8$	13/12
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	$69,8 \pm 6,8$	11/14
Grupo 3 (Mplus LS-313) n=25	$65,8 \pm 6,7$	12/13
Comparación entre grupos (ANOVA)	$p > 0,05$	$p > 0,05$

Tabla 5. Valores de edad expresados en años y relación hombre/mujer de la muestra de estudio

6.2. Variables preoperatorias

6.2.1. Longitud axial y potencia de lente intraocular (LIO)

La longitud axial media en el grupo 1 fue $23,68 \pm 1,11$, en el grupo 2 fue $23,33 \pm 0,83$ y en el grupo 3 fue $23,21 \pm 0,91$ (**tabla 6**).

No se observaron desviaciones medias amplias en ninguno de los grupos, pero recordemos que uno de los criterios de inclusión era una longitud axial comprendida entre 22 y 25 mm. Cuando se comparó la longitud axial entre los grupos no se observaron diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, $p > 0,05$).

La potencia media de la LIO implantada en el grupo 1 fue $22,61 \pm 2,84$, en el grupo 2 fue $22,28 \pm 1,96$ y en el grupo 3 fue $22,13 \pm 1,77$ (**tabla 6**). Cuando se comparó la potencia media de la LIO entre los grupos no se observaron diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, $p > 0,05$).

	Longitud axial (mm)	Potencia LIO (D)
Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	$23,68 \pm 1,11$	$22,61 \pm 2,84$
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	$23,33 \pm 0,83$	$22,28 \pm 1,96$
Grupo 3 (Mplus LS-313) n=25	$23,21 \pm 0,91$	$22,13 \pm 1,77$
Comparación entre grupos (ANOVA)	$p > 0,05$	$p > 0,05$

Tabla 6. Valores (media \pm desviación estándar) de longitud axial y potencia de lente intraocular implantada, expresados en milímetros (mm) y dioptrías (D) respectivamente

6.3. Variables postoperatorias

6.3.1. Refracción postoperatoria

6.3.1.1. Refracción postoperatoria objetiva

En la refracción postoperatoria objetiva, los valores medios de esfera variaron entre $+0,08$ en el grupo 1 y $-1,26$ en el grupo 3. Los valores medios de cilindro variaron entre $-0,84$ en el grupo 3 y $-0,90$ en el grupo 1. Los valores medios del eje variaron entre $99,38$ en el grupo 2 y $108,01$ en el grupo 3. Los valores

medios de equivalente esférico variaron entre $-0,37 \pm 0,52$ en el grupo 1 y $-1,68 \pm 0,57$ en el grupo 3 (**tabla 7**).

Se hallaron diferencias significativas en los valores de esfera (ANOVA, $p < 0,0001$) entre los grupos de estudio. Cuando comparamos los grupos dos a dos, se observaron diferencias significativas entre el grupo 1 (Tecnis ZCB00) y 3 (Mplus), con un valor medio de esfera más positivo en el grupo 1 (ANOVA, $p < 0,0001$), así como entre el grupo 2 (Tecnis Eyhance) y 3 (Mplus), con un valor medio de esfera más positivo en el grupo 2 (ANOVA, $p < 0,0001$); en cambio, no se evidenciaron diferencias entre el grupo 1 (Tecnis ZCB00) y 2 (Tecnis Eyhance). Tampoco se observaron diferencias significativas (ANOVA, $p > 0,05$) en los valores medios del cilindro y eje entre los grupos de estudio. En los valores de equivalente esférico se observaron diferencias significativas entre el grupo 1 y 3, así como entre el grupo 2 y 3, siendo el valor medio de equivalente esférico más negativo en el grupo 3 (ANOVA, $p < 0,01$; **tabla 8**).

	Esfera (D)	Cilindro (D)	Eje (°)	Equivalente esférico
Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	$+0,08 \pm 0,61$	$-0,90 \pm 0,55$	$104,34 \pm 41,78$	$-0,37 \pm 0,52$
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	$-0,02 \pm 0,58$	$-0,87 \pm 0,46$	$99,38 \pm 42,19$	$-0,45 \pm 0,44$
Grupo 3 (Mplus LS-313) n=25	$-1,26 \pm 0,73$	$-0,84 \pm 0,48$	$108,01 \pm 36,04$	$-1,68 \pm 0,57$
Comparación entre grupos (ANOVA)	<0,0001	$>0,05$	$>0,05$	<0,01

Tabla 7. Valores (media \pm desviación estándar) de refracción postoperatoria objetiva, expresada en dioptrías (D) y grados (°)

	Esfera	Cilindro	Eje	Equivalente esférico
Tecnis - Eyhance	0,374	0,96	0,839	0,78
Tecnis - Mplus	<0,0001	0,909	0,980	<0,01
Eyhance - Mplus	<0,0001	0,989	0,737	<0,01

Tabla 8. Valores de significación estadística (ANOVA) en la refracción postoperatoria objetiva tras comparar los valores medios de esfera, cilindro, eje y equivalente esférico. Valores estadísticamente significativos en negrita

6.3.1.2. Refracción postoperatoria subjetiva

En la refracción postoperatoria subjetiva, los valores medios de esfera variaron entre +0,31 en el grupo 1 y -0,10 en el grupo 3. Los valores medios de cilindro variaron entre -0,68 en el grupo 3 y -0,74 en el grupo 1. Los valores medios del eje variaron entre 89,63 en el grupo 3 y 94,56 en el grupo 1. Los valores medios de equivalente esférico variaron entre $-0,06 \pm 0,51$ en el grupo 1 y $-0,44 \pm 0,48$ en el grupo 3 (**tabla 9**).

Se objetivaron diferencias significativas en los valores de esfera (ANOVA, $p < 0,05$) entre los grupos de estudio. Cuando comparamos los grupos dos a dos, se observaron diferencias significativas entre el grupo 1 (Tecnis ZCB00) y 3 (Mplus), con un valor medio de esfera más positivo en el grupo 1 (ANOVA, $p = 0,005$); no se evidenciaron diferencias entre el grupo 1 (Tecnis ZCB00) y 2 (Tecnis Eyhance), ni entre el grupo 2 (Tecnis Eyhance) y 3 (Mplus). Tampoco se observaron diferencias significativas (ANOVA, $p > 0,05$) en los valores medios del cilindro y eje entre los grupos de estudio. En los valores de equivalente esférico se observaron diferencias significativas entre el grupo 1 y 3, siendo el valor medio de equivalente esférico más negativo en el grupo 3 (ANOVA, $p < 0,05$; **tabla 10**).

Como se puede observar no se detectaron defectos refractivos elevados ni de la esfera ni del cilindro, aunque uno de los criterios de inclusión del estudio era una refracción preoperatoria entre +4 y -4 dioptrías, así como un astigmatismo corneal $< 1,5$ dioptrías.

	Esfera (D)	Cilindro (D)	Eje (°)	Equivalente esférico
Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	+0,31 ± 0,53 D	-0,74 ± 0,55 D	94,56 ± 49,53	-0,06 ± 0,51
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	+0,14 ± 0,56 D	-0,71 ± 0,50 D	92,26 ± 48,94	-0,21 ± 0,53
Grupo 3 (Mplus LS-313) n=25	-0,10 ± 0,71 D	-0,68 ± 0,46 D	89,63 ± 47,38	-0,44 ± 0,48
Comparación entre grupos (ANOVA)	<0,05	>0,05	>0,05	<0,05

Tabla 9. Valores (media ± desviación estándar) de refracción postoperatoria subjetiva, expresada en dioptrías (D) y grados (°)

	Esfera	Cilindro	Eje	Equivalente esférico
Tecnis - Eyhance	0,371	0,999	0,989	0,67
Tecnis - Mplus	0,005	0,929	0,873	<0,05
Eyhance - Mplus	0,182	0,935	0,932	0,07

Tabla 10. Valores de significación estadística (ANOVA) en la refracción postoperatoria subjetiva tras comparar los valores medios de esfera, cilindro, eje y equivalente esférico. Valores estadísticamente significativos en negrita

6.3.2. Agudeza visual lejana monocular con y sin corrección

La agudeza visual lejana sin corrección óptica fue de $0,02 \pm 0,09$ en el grupo 1, $0,01 \pm 0,08$ en el grupo 2 y $0,01 \pm 0,06$ en el grupo 3 (**tabla 11**). No se encontraron diferencias significativas en la agudeza visual lejana sin corrección óptica entre los tres grupos (ANOVA, $p > 0,05$).

La mejor agudeza visual corregida en visión lejana fue $-0,05 \pm 0,03$ en el grupo 1, $-0,05 \pm 0,03$ en el grupo 2 y $-0,04 \pm 0,04$ en el grupo 3 (**tabla 11**). No se encontraron diferencias significativas en la agudeza visual lejana con corrección óptica entre los tres grupos (ANOVA, $p > 0,05$). Cuando se compararon los valores de agudeza visual con y sin corrección óptica, se observó una mejoría significativa de la agudeza visual lejana con el uso de corrección óptica en todos los grupos de estudio (ANOVA, $p < 0,05$).

Total	Sin corrección óptica	Con corrección óptica	Comparación con y sin corrección (ANOVA)
Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	$0,02 \pm 0,09$	$-0,05 \pm 0,03$	$p < 0,05$
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	$0,01 \pm 0,08$	$-0,05 \pm 0,03$	$p < 0,05$
Grupo 3 (Mplus LS-313) n=25	$0,01 \pm 0,06$	$-0,04 \pm 0,04$	$p < 0,05$
Comparación entre grupos (ANOVA)	$p > 0,05$	$p > 0,05$	

Tabla 11. Valores (media \pm desviación estándar) de agudeza visual lejana sin y con corrección óptica, expresada en escala LogMAR

En ojos derechos, los valores de agudeza visual lejana sin corrección óptica en el grupo 1 fue $0,02 \pm 0,09$, en el grupo 2 fue $0,01 \pm 0,09$ y en el grupo 3 fue $0,01 \pm 0,06$ (**tabla 12**). No se encontraron diferencias significativas entre los tres grupos (ANOVA, $p > 0,05$).

En ojos derechos, los valores de mejor agudeza visual corregida en visión lejana fueron $-0,05 \pm 0,03$ en el grupo 1, $-0,05 \pm 0,03$ en el grupo 2 y $-0,03 \pm 0,04$ en el grupo 3 (**tabla 12**). No se encontraron diferencias significativas entre los tres grupos (ANOVA, $p > 0,05$). Cuando se compararon los valores de agudeza visual con y sin corrección óptica, se observó una mejoría significativa de la agudeza visual lejana con el uso de corrección óptica, en todos los grupos de estudio (ANOVA, $p < 0,05$).

Ojo Derecho	Sin corrección óptica	Con corrección óptica	Comparación con y sin corrección (ANOVA)
Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	$0,02 \pm 0,09$	$-0,05 \pm 0,03$	$p < 0,05$
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	$0,01 \pm 0,09$	$-0,05 \pm 0,03$	$p < 0,05$
Grupo 3 (Mplus LS-313) n=25	$0,01 \pm 0,06$	$-0,03 \pm 0,04$	$p < 0,05$
Comparación entre grupos (ANOVA)	$p > 0,05$	$p > 0,05$	

Tabla 12. Valores (media \pm desviación estándar) de agudeza visual lejana de ojos derechos sin y con corrección óptica, expresada en escala LogMAR

En ojos izquierdos, los valores de agudeza visual lejana sin corrección óptica en el grupo 1 fue $0,02 \pm 0,09$, en el grupo 2 fue $0,01 \pm 0,08$ y en el grupo 3 fue $0,01 \pm 0,07$ (**tabla 13**). No se encontraron diferencias significativas entre los tres grupos (ANOVA, $p > 0,05$).

En ojos izquierdos, los valores de mejor agudeza visual corregida en visión lejana fueron $-0,05 \pm 0,04$ en el grupo 1, $-0,04 \pm 0,03$ en el grupo 2 y $-0,04 \pm 0,04$ en el grupo 3. No se encontraron diferencias significativas entre los tres grupos (ANOVA, $p > 0,05$). Cuando se compararon los valores de agudeza visual con y sin corrección óptica, se observó una mejoría significativa de la agudeza visual lejana con el uso de corrección óptica, en todos los grupos de estudio (ANOVA, $p < 0,05$) (**tabla 13**).

Ojo Izquierdo	Sin corrección óptica	Con corrección óptica	Comparación con y sin corrección (ANOVA)
Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	0,02 ± 0,09	-0,05 ± 0,04	p<0,05
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	0,01 ± 0,08	-0,04 ± 0,03	p<0,05
Grupo 3 (Mplus LS-313) n=25	0,01 ± 0,07	-0,04 ± 0,04	p<0,05
Comparación entre grupos (ANOVA)	p > 0,05	p > 0,05	

Tabla 13. Valores (media ± desviación estándar) de agudeza visual lejana de ojos izquierdos sin y con corrección óptica, expresada en escala LogMAR

dentro del mismo grupo, no se observaron diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, $p > 0,05$). Tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas al comparar la agudeza visual lejana monocular con corrección óptica en ojos derechos e izquierdos, en cada grupo de estudio (ANOVA, $p > 0,05$; **tabla 14**).

	Sin corrección óptica	Con corrección óptica
Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	0,921	0,561
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	0,855	0,468
Grupo 3 (Mplus LS-313) n=25	0,803	0,837

Tabla 14. Valores de significación estadística tras comparar las agudezas visuales sin y con corrección óptica de ojos derechos e izquierdos, en cada grupo de estudio

6.3.3. Agudeza visual intermedia monocular con corrección

Los valores medios de mejor agudeza visual corregida en visión intermedia variaron entre 0,63 en el grupo 1 y 0,43 en el grupo 3 (**tabla 15**).

Cuando se compararon los valores de agudeza visual intermedia monocular con corrección óptica entre los diferentes grupos de estudio, se encontraron diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, $p < 0,0001$). Cuando comparamos los grupos de dos en dos, se observaron diferencias significativas entre los grupos 1 (Tecnis ZCB00) y 2 (Tecnis Eyhance), siendo superior la agudeza visual intermedia corregida en el grupo 2 (ANOVA, $p < 0,0001$); cuando se comparaban los grupos 1 (Tecnis ZCB00) y 3 (Mplus), la agudeza visual intermedia corregida era superior en el grupo 3 (ANOVA, $p < 0,0001$) y cuando se comparaban los grupos 2 (Tecnis Eyhance) y 3 (Mplus) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, $p > 0,05$; **tabla 15**).

Total	Con corrección óptica		<i>p</i> (ANOVA)
Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	0,63 ± 0,11	Tecnis - Eyhance	<0,0001
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	0,46 ± 0,08	Tecnis - Mplus	<0,0001
Grupo 3 (Mplus LS-313) n=25	0,43 ± 0,06	Eyhance - Mplus	>0,05
Comparación entre grupos (ANOVA)	$p < 0,0001$		

Tabla 15. Valores (media ± desviación estándar) de agudeza visual intermedia, expresada en escala LogMAR, y valores de significación estadística al comparar grupos dos a dos

A continuación, desglosaremos los valores de agudeza visual intermedia con corrección óptica en ojos derechos e izquierdos.

En los grupos 1 y 2 desglosaremos los valores de agudeza visual intermedia con corrección óptica en ojos derechos e izquierdos. En el grupo 3, diferenciaremos entre ojos implantados con la lente Mplus LS-313 con adición +2.00 D y con adición +3.00 D.

Cuando comparamos los valores de agudeza visual intermedia entre ojos derechos e izquierdos del mismo grupo, no se observaron diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, $p > 0,05$).

Sin embargo, se encontraron diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, $p < 0,0001$) al comparar los valores de agudeza visual intermedia en ojos derechos e izquierdos, entre los diferentes grupos de estudio (**tabla 16**).

	Ojo derecho	Ojo izquierdo	Comparación entre ojos derechos e izquierdos (ANOVA)
Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	0,64 ± 0,11	0,62 ± 0,12	p>0,05
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	0,47 ± 0,08	0,46 ± 0,08	p>0,05
	Ad. +2.00	Ad. +3.00	
Grupo 3 (Mplus LS-313) n=25	0,41 ± 0,05	0,46 ± 0,06	p>0,05
Comparación entre grupos (ANOVA)	p<0,0001	p<0,0001	

Tabla 16. Valores en ojos derechos e izquierdos (media ± desviación estándar) de agudeza visual intermedia, expresada en escala LogMAR

Tras comparar los grupos dos a dos, observamos diferencias estadísticamente significativas entre los grupos 1 (Tecnis ZCB00) y 2 (Tecnis Eyhance), siendo superior la agudeza visual intermedia corregida en el grupo 2 (ANOVA, $p<0,0001$); cuando se comparaban los grupos 1 (Tecnis ZCB00) y 3 (Mplus +2.00D y Mplus +3.00D), la agudeza visual intermedia corregida era superior en el grupo 3 (ANOVA, $p<0,0001$) y cuando se comparaban los grupos 2 (Tecnis Eyhance) y 3 (Mplus +2.00D y Mplus +3.00D) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, $p>0,05$).

6.3.4. Agudeza visual cercana binocular con corrección

Los valores medios de mejor agudeza visual corregida en visión cercana binocular fueron similares en todos los grupos y no se observaron diferencias estadísticamente significativas (ANOVA; $p>0,05$) entre los grupos de estudio (**tabla 17**).

Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	0,009 ± 0,02
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	0,006 ± 0,02
Grupo 3 (Mplus LS-313) n=25	0,002 ± 0,01
Comparación entre grupos (ANOVA)	p>0,05

Tabla 17. Valores (media ± desviación estándar) de agudeza visual cercana binocular con corrección, expresada en escala LogMAR

6.3.5. Curvas de desenfoco

Exponemos los hallazgos obtenidos en estas curvas en los tres grupos; en primer lugar la curva de desenfoco obtenida en binocular (**figura 26**) y en segundo lugar, las curvas de desenfoco obtenidas en ojos derechos y ojos izquierdos (**figuras 27 y 28**).

Las curvas de desenfoco fueron similares en los grupos 1 (Tecnis ZCB00) y 2 (Tecnis Eyhance) al tratarse de lentes monofocales, siendo la morfología de la curva diferente en el grupo 3 (Mplus) al ser una lente multifocal.

Los valores de los grupos 1 y 2 se aproximaron a una agudeza visual LogMAR de 0 en el valor de desenfoco 0 D; en el resto de valores de desenfoco el comportamiento fue similar aunque ligeramente superior en el grupo 2.

Los valores del grupo 3 se aproximaron a una agudeza visual LogMAR de 0 en el valor de desenfoco 0 D, alcanzando valores superiores de agudeza visual entre los valores de desenfoco -5,0 D y -1,5 D, respecto a los grupos 1 y 2.

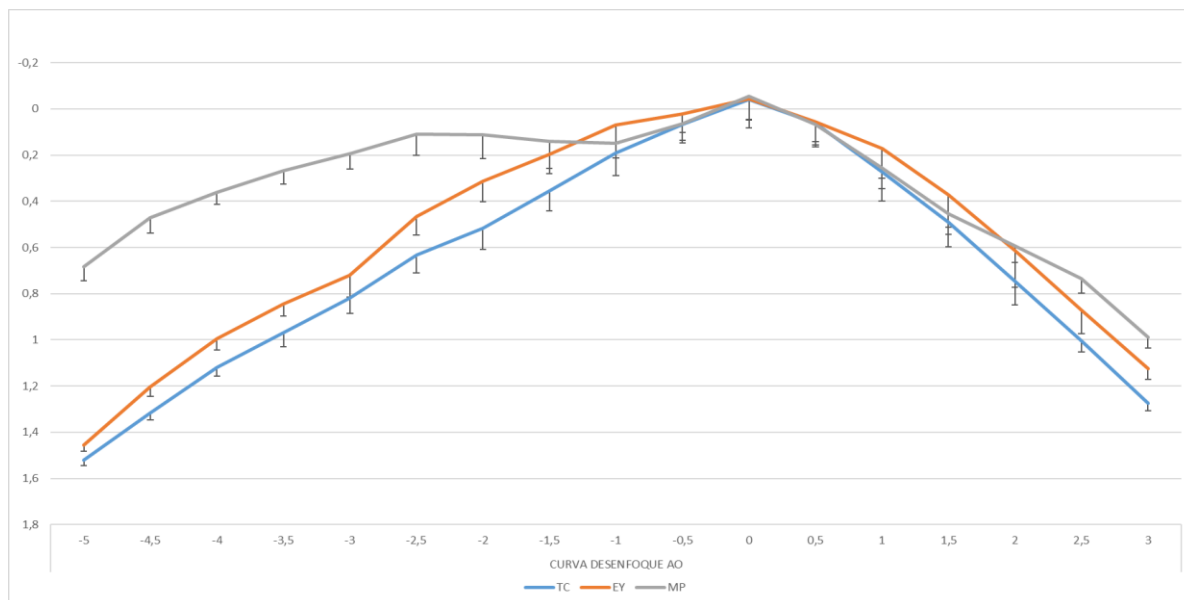


Figura 26. Gráfica que muestra los valores (media \pm desviación estándar) de agudeza visual de ambos ojos (AOs) según la potencia de la lente utilizada para el desenfoco (curvas de desenfoco) en los tres grupos de estudio. En el eje de ordenadas se representa la agudeza visual en escala LogMAR y en el eje de abscisas se representa la potencia de la lente utilizada para el desenfoco en dioptrías. Grupo 1 (n=25), Grupo 2 (n=25), Grupo 3 (n=25).

En el grupo 1 (Tecnis ZCB00) los ojos derechos e izquierdos de los pacientes, obtuvieron una buena agudeza visual de lejos. Como se puede ver en las curvas de desenfoque, en este grupo a partir de -5D de desenfoque los valores de agudeza visual se fueron incrementando, alcanzando el valor más alto de agudeza visual en el valor 0 D de desenfoque y disminuyendo progresivamente con valores positivos de desenfoque. No se observaron diferencias significativas entre ojo derecho e izquierdo (ANOVA, $p > 0,05$).

En el grupo 2 (Tecnis Eyhance) los ojos derechos e izquierdos de los pacientes, obtuvieron una buena agudeza visual de lejos y una aceptable visión intermedia. Como se puede ver en las curvas de desenfoque, a partir de -5D de desenfoque los valores de agudeza visual se fueron incrementando de forma similar al grupo 1, alcanzando el valor más alto de agudeza visual en el valor 0 D de desenfoque, disminuyendo progresivamente con valores positivos de desenfoque. No se observaron diferencias significativas entre ojo derecho e izquierdo (ANOVA, $p > 0,05$).

En el grupo 3 (Mplus LS-313) los ojos con la lente Mplus con adición +2.00 D, consiguieron una buena agudeza visual en visión intermedia y lejana, mientras que los ojos con la lente Mplus con adición +3.00 D obtuvieron una buena agudeza visual en visión cercana y lejana. Como se puede ver en las curvas de desenfoque, en los ojos con la lente Mplus +2.00D, a partir de -5D de desenfoque los valores de agudeza visual se fueron incrementando, alcanzando un primer pico de agudeza visual en el valor de -1,50D y un segundo pico en el valor 0 D de desenfoque, disminuyendo progresivamente con valores positivos de desenfoque.

En los ojos con la lente Mplus +3.00D, el primer pico de agudeza visual se alcanzó en el valor de -2,50D y el segundo pico en el valor 0 D de desenfoque.

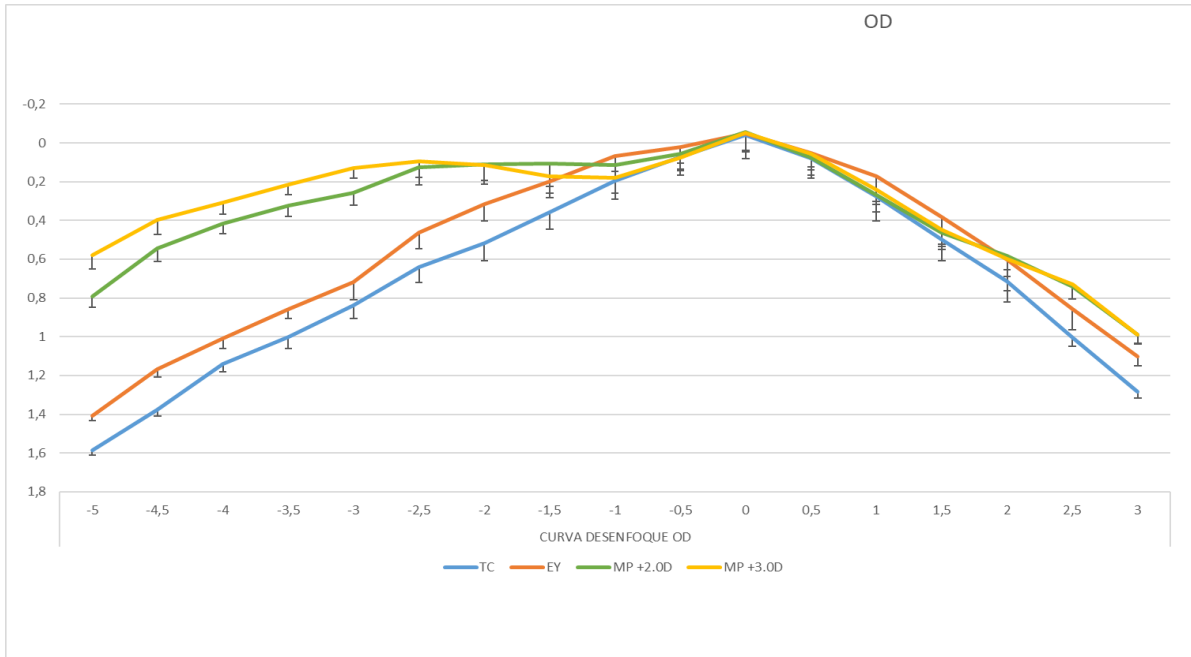


Figura 27. Gráfica que muestra los valores (media \pm desviación estándar) de agudeza visual de los ojos derechos según la potencia de la lente utilizada para el desenfoco (curvas de desenfoco) en los grupos 1 y 2. En el grupo 3, se ha diferenciado por la adición de la lente Mplus. En el eje de ordenadas se representa la agudeza visual en escala LogMAR y en el eje de abscisas se representa la potencia de la lente utilizada para el desenfoco en dioptrías. Grupo 1 (n=25), Grupo 2 (n=25), Grupo 3 (n=25).

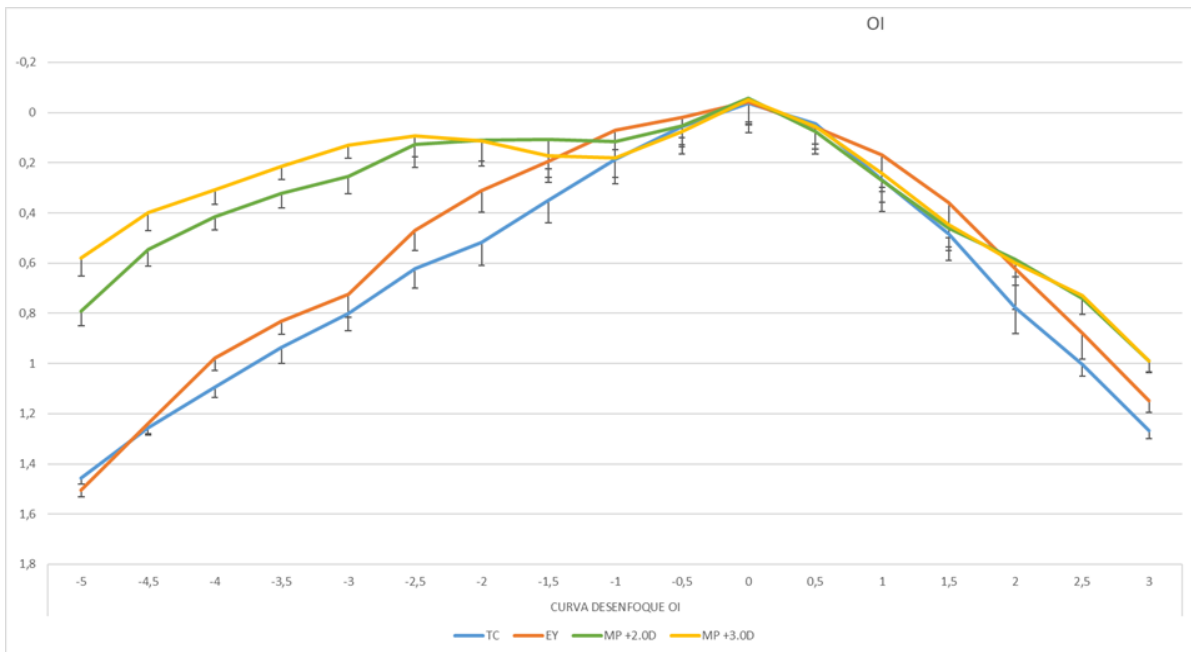


Figura 28. Gráfica que muestra los valores (media \pm desviación estándar) de agudeza visual de los ojos izquierdos según la potencia de la lente utilizada para el desenfoco (curvas de desenfoco) en los grupos 1 y 2. En el grupo 3, se ha diferenciado por la adición de la lente Mplus. En el eje de ordenadas se representa la agudeza visual en escala LogMAR y en el eje de abscisas se representa la potencia de la lente utilizada para el desenfoco en dioptrías. Grupo 1 (n=25), Grupo 2 (n=25), Grupo 3 (n=25).

Como se puede ver en las gráficas, la mejor agudeza visual con las tres lentes se obtuvo en el valor 0, correspondiente a una graduación neutra, alcanzando una buena agudeza visual de lejos sin necesidad de corrección.

Al comparar los valores obtenidos en las curvas de desenfoco entre los grupos de estudio, se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos en el punto de visión cercana (-3 D) y visión intermedia (-1,5 D) (ANOVA, $p < 0,0001$), por ello, posteriormente se compararon dos a dos.

En el valor de desenfoco correspondiente a la visión cercana (-3D), se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, $p < 0,0001$) entre los grupos 1 (Tecnis ZCB00) y 3 (Mplus +2.00D y Mplus +3.00D), así como entre los grupos 2 (Tecnis Eyhance) y 3 (Mplus +2.00D y Mplus +3.00D); alcanzando valores superiores de agudeza visual los pacientes del grupo 3 (Mplus +2.00D y +3.00D) en ambos casos. No se observaron diferencias significativas entre los grupos 1 y 2 (ANOVA, $p > 0,05$).

Al comparar los valores de agudeza visual correspondientes al valor de desenfoco -3D entre ojos portadores de la lente Mplus +2.00D y ojos portadores de la lente Mplus +3.00D, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambas lentes, alcanzando valores superiores de agudeza visual los ojos con la lente Mplus +3.00D (ANOVA, $p < 0,0001$).

En el valor de desenfoco correspondiente a la visión intermedia (-1,5D) se observaron diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, $p < 0,0001$) entre los grupos 1 (Tecnis ZCB00) y 3 (Mplus +2.00D y +3.00D) y entre los grupos 2 (Tecnis Eyhance) y 3 (Mplus +2.00D) obteniendo mejores resultados de agudeza visual los pacientes del grupo 3 (Mplus +2.00D); sin embargo no se encontraron diferencias significativas entre los grupos 2 (Tecnis Eyhance) y 3 (Mplus +3.00D). También se objetivaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos 1 (Tecnis ZCB00) y 2 (Tecnis Eyhance), objetivándose una agudeza visual superior en los pacientes del grupo 2 (Tecnis Eyhance). Finalmente, se encontraron diferencias significativas entre los ojos portadores de la lente Mplus +2.00D y Mplus +3.00D, con valores superiores de agudeza visual en los ojos portadores de la lente Mplus +2.00D (ANOVA, $p < 0,01$).

Finalmente, en visión lejana (0 D) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, $p > 0,05$) entre los tres grupos (**tabla 18**).

	-3 D	-1.5 D	0 D
Tecnis - Eyhance	>0,05	<0,0001	>0,05
Tecnis - Mplus +2.00 D	<0,0001	<0,0001	>0,05
Tecnis - Mplus +3.00 D	<0,0001	<0,0001	>0,05
Eyhance - Mplus +2.00D	<0,0001	<0,0001	>0,05
Eyhance - Mplus +3.00D	<0,0001	>0,05	>0,05
Mplus +2.00D - Mplus +3.00D	<0,0001	0,0003	>0,05

Tabla 18. Valores de significación estadística (ANOVA) al comparar los valores de agudeza visual en los principales valores de desenfoque entre los diferentes grupos de estudio. Valores estadísticamente significativos en negrita.

6.3.6. Sensibilidad al contraste

6.3.6.1. En condiciones de iluminación mesópica

Los valores medios de sensibilidad al contraste binocular en condiciones de iluminación mesópica para la frecuencia 3c/g variaron entre 1,60 en el grupo 3 y 1,73 en el grupo 1; para la frecuencia 6/g entre 1,81 en el grupo 3 y 1,92 en los grupos 1 y 2; para la frecuencia 12 c/g entre 1,40 c/g en el grupo 3 y 1,60 c/g en el grupo 2; y para la frecuencia 18 c/g entre 0,95 en el grupo 3 y 1,17 en el grupo 2. Cuando se compararon los valores de sensibilidad al contraste en las diferentes frecuencias entre grupos, observamos diferencias significativas entre los grupos de estudio en todas las frecuencias (**tabla 19 y figura 29**).

Tras comparar los grupos dos a dos, observamos diferencias estadísticamente significativas en todas las frecuencias entre el grupo 1 (Tecnis ZCB00) y 3 (Mplus), siendo superiores los valores de sensibilidad al contraste en el grupo 1 (ANOVA, $p < 0,05$). No se observaron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las frecuencias estudiadas entre los grupos 1 (Tecnis ZCB00) y 2 (Tecnis Eyhance). Al comparar el grupo 2 (Tecnis Eyhance) y 3 (Mplus), se hallaron diferencias estadísticamente significativas en las frecuencias de 3 c/g ($p < 0,05$), 12 c/g ($p < 0,05$) y 18 c/g ($p < 0,05$; ANOVA), alcanzando valores superiores de sensibilidad al contraste los pacientes del grupo 2 (**tabla 20**).

ILUMINACIÓN MESÓPICA				
	3 c/g	6 c/g	12 c/g	18 c/g
Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	1,73 ± 0,18	1,92 ± 0,20	1,53 ± 0,24	1,09 ± 0,23
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	1,71 ± 0,17	1,92 ± 0,19	1,60 ± 0,18	1,17 ± 0,17
Grupo 3 (Mplus LS-313) n=25	1,60 ± 0,15	1,81 ± 0,15	1,40 ± 0,22	0,95 ± 0,21
Comparación entre grupos (ANOVA)	p<0,05	p<0,05	p<0,05	p<0,05

Tabla 19. Valores de sensibilidad al contraste binocular en las diferentes frecuencias en los tres grupos, obtenidos con test CSV-1000 en condiciones de iluminación mesópica. Los valores están expresados en unidades logarítmicas (media ± desviación estándar).

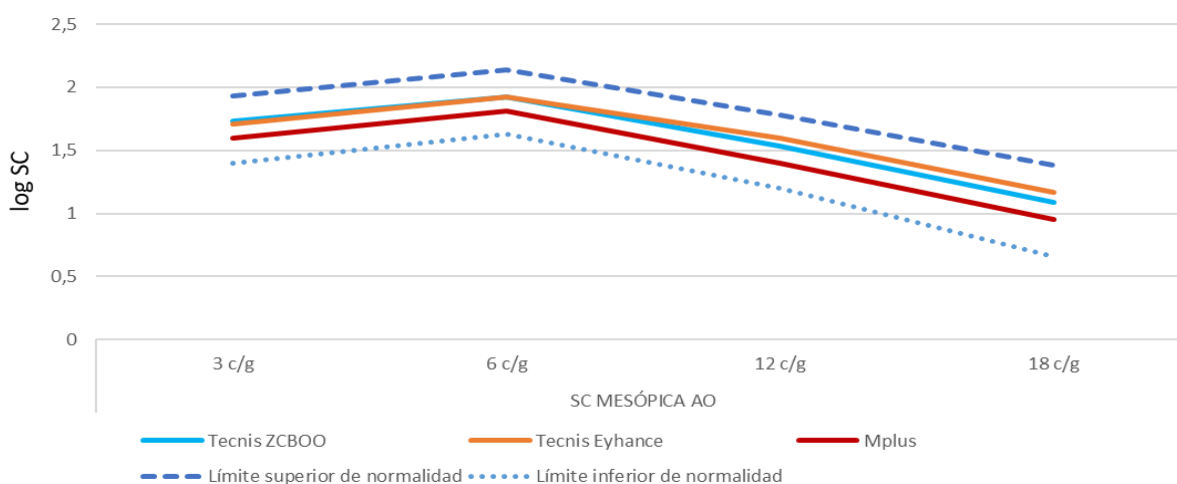


Figura 29. Gráfica que muestra los valores medios de sensibilidad al contraste binocular en condiciones mesópicas de los grupos 1 (Tecnis ZCB00), 2 (Tecnis Eyhance) y 3 (Mplus). En el eje de ordenadas se representan los valores logarítmicos de sensibilidad al contraste y en el eje de abscisas se representan los valores de frecuencia en ciclos/grado. Grupo 1 (n=25), Grupo 2 (n=25), Grupo 3 (n=25).

ILUMINACIÓN MESÓPICA				
	3 c/g	6 c/g	12 c/g	18 c/g
Tecnis - Eyhance	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
Tecnis - Mplus	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Eyhance - Mplus	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Tabla 20. Valores de significación estadística (ANOVA) en el test CSV-1000 al comparar los valores de sensibilidad al contraste en condiciones de iluminación mesópica en ambos ojos. Valores estadísticamente significativos en negrita.

En los grupos 1 y 2 separamos los valores de sensibilidad al contraste mesópica entre ojos derechos e izquierdos. En el grupo 3, desglosaremos los valores de sensibilidad al contraste mesópica entre ojos implantados con la lente Mplus LS-313 con adición +2.00 D y con adición +3.00 D.

Los valores medios de sensibilidad al contraste en condiciones de iluminación mesópica en ojos derechos, para la frecuencia 3c/g variaron entre 1,58 en el grupo 3 y 1,73 en los grupos 1 y 2; para la frecuencia 6/g entre 1,78 en el grupo 3 y 1,95 en el grupo 2; para la frecuencia 12 c/g entre 1,36 c/g en el grupo 3 y 1,59 c/g en el grupo 2; para la frecuencia 18 c/g entre 0,93 en el grupo 3 y 1,19 en el grupo 2. Cuando se compararon los valores de sensibilidad al contraste en ojos derechos en las diferentes frecuencias entre grupos, observamos diferencias significativas entre los grupos de estudio en todas las frecuencias (**tabla 21 y figura 30**).

ILUMINACIÓN MESÓPICA OD				
	3 c/g	6 c/g	12 c/g	18 c/g
Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	1,73 ± 0,18	1,92 ± 0,19	1,53 ± 0,24	1,08 ± 0,25
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	1,73 ± 0,19	1,95 ± 0,21	1,59 ± 0,19	1,19 ± 0,19
Grupo 3 (Mplus LS-313 Ad +2.00D) n=25	1,63 ± 0,13	1,85 ± 0,15	1,44 ± 0,21	0,99 ± 0,20
Grupo 3 (Mplus LS-313 Ad +3.00D) n=25	1,58 ± 0,17	1,78 ± 0,14	1,36 ± 0,22	0,93 ± 0,23
Comparación entre grupos (ANOVA)	p<0,05	p<0,05	p<0,05	p<0,05

Tabla 21. Valores de sensibilidad al contraste obtenidos en ojos derechos en los tres grupos, con test CSV-1000 en condiciones de iluminación mesópica. Resultados expresados en unidades logarítmicas (media ± desviación estándar).

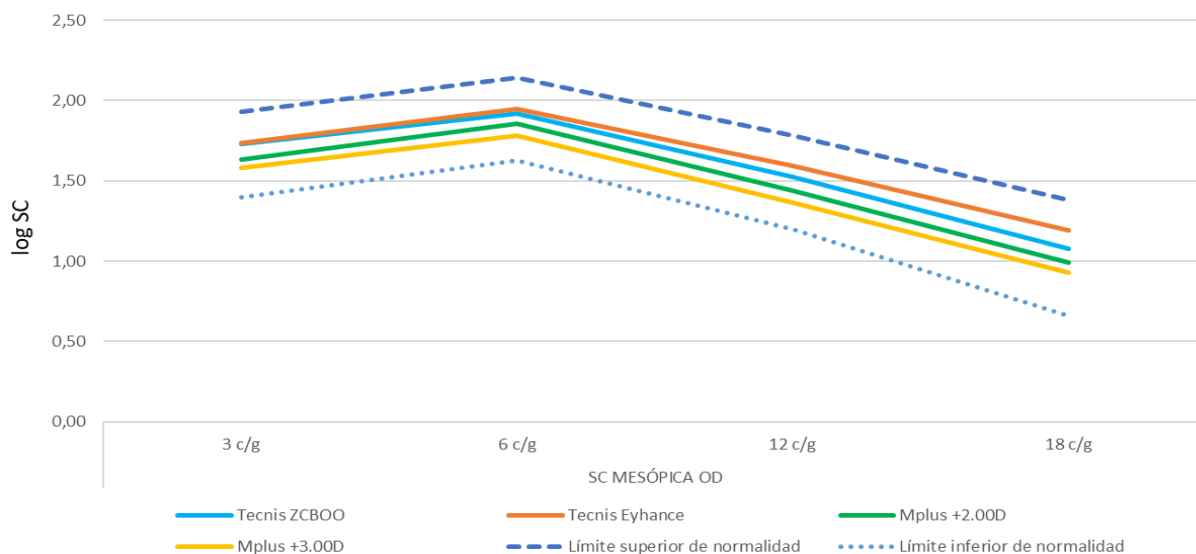


Figura 30. Gráfica que muestra los valores medios de sensibilidad al contraste en condiciones mesópicas, en ojos derechos de los grupos 1 (Tecnis ZCBOO) y 2 (Tecnis Eyhance). En el grupo 3 (Mplus), se ha diferenciado por la adición de la lente Mplus. En el eje de ordenadas se representan los valores logarítmicos de sensibilidad al contraste y en el eje de abscisas se representan los valores de frecuencia en ciclos/grado. Grupo 1 (n=25), Grupo 2 (n=25), Grupo 3 (n=25).

	ILUMINACIÓN MESÓPICA OD			
	3 c/g	6 c/g	12 c/g	18 c/g
Tecnis - Eyhance	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
Tecnis - Mplus +2.00 D	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
Tecnis - Mplus +3.00 D	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Eyhance - Mplus +2.00D	>0,05	>0,05	<0,05	<0,05
Eyhance - Mplus +3.00D	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Mplus +2.00D - Mplus +3.00D	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05

Tabla 22. Valores de significación estadística (ANOVA) en el test CSV-1000 al comparar los valores de sensibilidad al contraste en condiciones de iluminación mesópica en ojos derechos. Valores estadísticamente significativos en negrita.

Tras comparar los grupos dos a dos, observamos diferencias estadísticamente significativas en todas las frecuencias entre el grupo 1 (Tecnis ZCB00) y 3 (Mplus +3.00D), siendo superiores los valores de sensibilidad al contraste en el grupo 1 (ANOVA, $p < 0,05$). No se observaron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las frecuencias estudiadas entre los grupos 1 (Tecnis ZCB00) y 2 (Tecnis Eyhance), ni entre los grupos 1 (Tecnis ZCB00) y 3 (Mplus +2.00D).

Al comparar el grupo 2 (Tecnis Eyhance) y 3 (Mplus +2.00D), se encontraron diferencias significativas en la frecuencia de 12 y 18 c/g ($p < 0,05$); además al comparar el grupo 2 (Tecnis Eyhance) y 3 (Mplus +3.00D), se hallaron diferencias estadísticamente significativas en todas las frecuencias ($p < 0,05$; ANOVA), alcanzando valores superiores de sensibilidad al contraste los pacientes del grupo 2 en ambos casos. No se encontraron diferencias significativas entre los ojos con la lente Mplus +2.00D y Mplus +3.00D (**tabla 22**).

Los valores medios de sensibilidad al contraste en condiciones de iluminación mesópica en ojos izquierdos, para la frecuencia 3c/g variaron entre 1,58 en el grupo 3 y 1,74 en el grupo 1; para la frecuencia 6/g entre 1,78 en el grupo 3 y 1,94 en el grupo 1; para la frecuencia 12 c/g entre 1,36 c/g en el grupo 3 y 1,62 c/g en el grupo 2; para la frecuencia 18 c/g entre 0,93 en el grupo 3 y 1,16 en el grupo 2. Cuando se compararon los valores de sensibilidad al contraste en ojos izquierdos en las diferentes frecuencias entre grupos, observamos diferencias significativas entre los grupos de estudio en todas las frecuencias (**tabla 23 y figura 31**).

Tras comparar los grupos dos a dos, observamos diferencias estadísticamente significativas en todas las frecuencias entre el grupo 1 (Tecnis ZCB00) y 3 (Mplus +3.00D), siendo superiores los valores de sensibilidad al contraste en el grupo 1 (ANOVA, $p < 0,05$). No se observaron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las frecuencias estudiadas entre los grupos 1 (Tecnis ZCB00) y 2 (Tecnis Eyhance), ni entre los grupos 1 (Tecnis ZCB00) y 3 (Mplus +2.00D).

Al comparar el grupo 2 (Tecnis Eyhance) y 3 (Mplus +2.00D), se encontraron diferencias significativas en la frecuencia de 12 y 18 c/g ($p < 0,05$); además al comparar el grupo 2 (Tecnis Eyhance) y 3 (Mplus +3.00D), se hallaron diferencias estadísticamente significativas en todas las frecuencias, alcanzando valores superiores de sensibilidad al contraste los pacientes del grupo 2 en ambos casos. No se observaron diferencias significativas en ninguna de las frecuencias estudiadas entre los ojos con la lente Mplus +2.00D y la lente Mplus +3.00D (**tabla 24**).

ILUMINACIÓN MESÓPICA OI				
	3 c/g	6 c/g	12 c/g	18 c/g
Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	1,74 ± 0,19	1,94 ± 0,22	1,54 ± 0,25	1,11 ± 0,22
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	1,70 ± 0,17	1,89 ± 0,19	1,62 ± 0,18	1,16 ± 0,16
Grupo 3 (Mplus LS-313 Ad +2.00D) n=25	1,63 ± 0,13	1,85 ± 0,15	1,44 ± 0,21	0,99 ± 0,20
Grupo 3 (Mplus LS-313 Ad +3.00D) n=25	1,58 ± 0,17	1,78 ± 0,14	1,36 ± 0,22	0,93 ± 0,23
Comparación entre grupos (ANOVA)	p<0,05	p<0,05	p<0,05	p<0,05

Tabla 23. Valores de sensibilidad al contraste obtenidos en ojos izquierdos en los tres grupos, con test CSV-1000 en condiciones de iluminación mesópica. Resultados expresados en unidades logarítmicas (media ± desviación estándar).

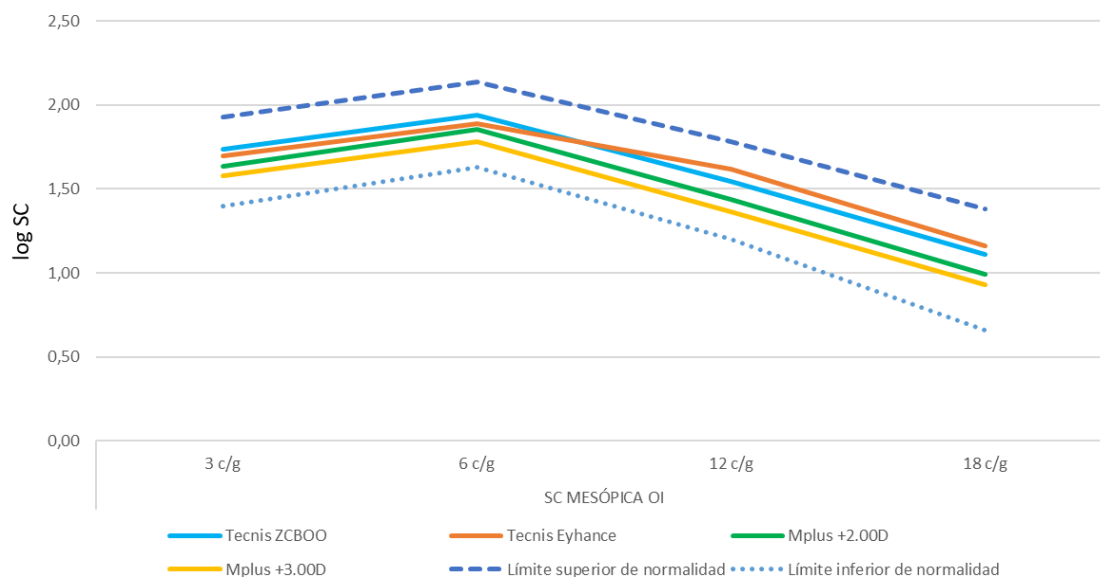


Figura 31. Gráfica que muestra los valores medios de sensibilidad al contraste en condiciones mesópicas, en ojos izquierdos de los grupos 1 (Tecnis ZCB00) y 2 (Tecnis Eyhance). En el grupo 3 (Mplus), se ha diferenciado por la adición de la lente Mplus. En el eje de ordenadas se representan los valores logarítmicos de sensibilidad al contraste y en el eje de abscisas se representan los valores de frecuencia en ciclos/grado. Grupo 1 (n=25), Grupo 2 (n=25), Grupo 3 (n=25).

	ILUMINACIÓN MESÓPICA OI			
	3 c/g	6 c/g	12 c/g	18 c/g
Tecnis - Eyhance	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
Tecnis - Mplus +2.00 D	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
Tecnis - Mplus +3.00 D	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Eyhance - Mplus +2.00D	>0,05	>0,05	<0,05	<0,05
Eyhance - Mplus +3.00D	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Mplus +2.00D - Mplus +3.00D	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05

Tabla 24. Valores de significación estadística (ANOVA) en el test CSV-1000 al comparar los valores de sensibilidad al contraste en condiciones de iluminación mesópica en ojos izquierdos. Valores estadísticamente significativos en negrita.

6.3.6.2. En condiciones de iluminación fotópica

Los valores medios de sensibilidad al contraste binocular en condiciones de iluminación fotópica para la frecuencia 3c/g variaron entre 1,71 en el grupo 3 y 1,88 en el grupo 1 y 2; para la frecuencia 6/g entre 1,94 en el grupo 3 y 2,08 en el grupo 2; para la frecuencia 12 c/g entre 1,50 c/g en el grupo 3 y 1,72 c/g en el grupo 2; para la frecuencia 18 c/g entre 1,07 en el grupo 3 y 1,31 en el grupo 2 (**tabla 25 y figura 32**). Cuando se compararon los valores de sensibilidad al contraste en las diferentes frecuencias entre grupos, observamos diferencias significativas entre los grupos de estudio en todas las frecuencias. Como era esperable, en condiciones de iluminación fotópica, los valores medios de sensibilidad al contraste en todas las frecuencias fueron superiores a los obtenidos en condiciones de iluminación mesópica.

Tras comparar los grupos dos a dos, observamos diferencias estadísticamente significativas en todas las frecuencias entre el grupo 1 (Tecnis ZCB00) y 3 (Mplus), siendo superiores los valores de sensibilidad al contraste en el grupo 1 (ANOVA, $p < 0,05$). No se observaron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las frecuencias estudiadas entre los grupos 1 (Tecnis ZCB00) y 2 (Tecnis Eyhance).

Al comparar el grupo 2 (Tecnis Eyhance) y 3 (Mplus), se hallaron diferencias estadísticamente significativas en todas las frecuencias ($p < 0,01$; ANOVA), alcanzando valores superiores de sensibilidad al contraste los pacientes del grupo 2 (**tabla 26**).

ILUMINACIÓN FOTÓPICA				
	3 c/g	6 c/g	12 c/g	18 c/g
Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	1,88 ± 0,16	2,05 ± 0,17	1,67 ± 0,20	1,21 ± 0,21
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	1,88 ± 0,15	2,08 ± 0,17	1,72 ± 0,18	1,31 ± 0,18
Grupo 3 (Mplus LS-313) n=25	1,71 ± 0,14	1,94 ± 0,12	1,50 ± 0,19	1,07 ± 0,21
Comparación entre grupos (ANOVA)	p<0,05	p<0,05	p<0,05	p<0,05

Tabla 25. Valores de sensibilidad al contraste binocular obtenidos en los tres grupos, con test CSV-1000 en condiciones de iluminación fotópica. Resultados expresados en unidades logarítmicas (media ± desviación estándar).

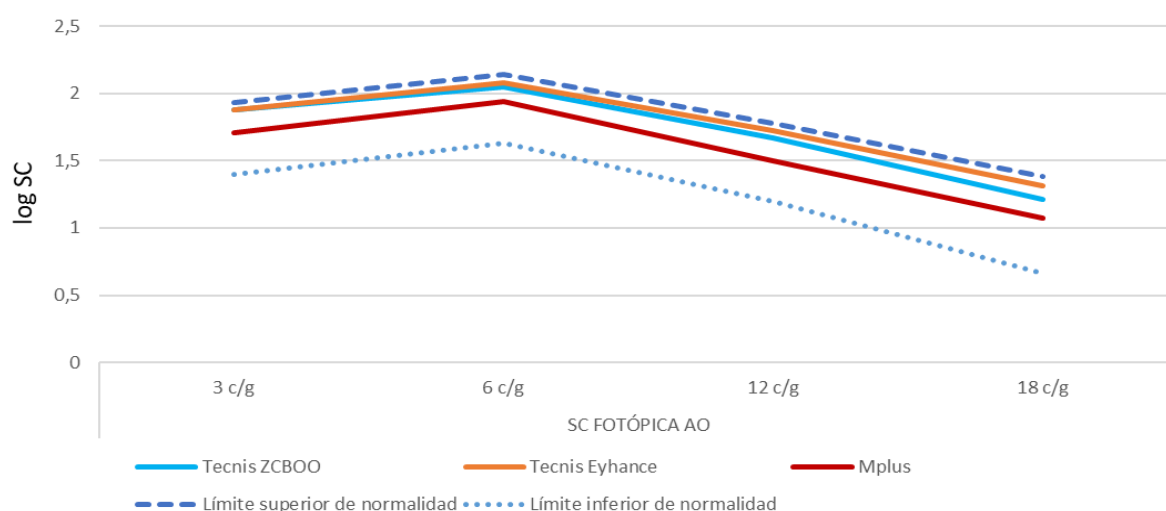


Figura 32. Gráfica que muestra los valores medios de sensibilidad al contraste binocular en condiciones fotópicas de los grupos 1 (Tecnis ZCB00), 2 (Tecnis Eyhance) y 3 (Mplus). En el eje de ordenadas se representan los valores logarítmicos de sensibilidad al contraste y en el eje de abscisas se representan los valores de frecuencia en ciclos/grado. Grupo 1 (n=25), Grupo 2 (n=25), Grupo 3 (n=25).

	ILUMINACIÓN FOTÓPICA			
	3 c/g	6 c/g	12 c/g	18 c/g
Tecnis - Eyhance	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
Tecnis - MPlus	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Eyhance - MPlus	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Tabla 26. Valores de significación estadística (ANOVA) en el test CSV-1000 al comparar los valores de sensibilidad al contraste en condiciones de iluminación fotópica en ambos ojos. Valores estadísticamente significativos en negra.

En los grupos 1 y 2 separamos los valores de sensibilidad al contraste fotópica entre ojos derechos e izquierdos. En el grupo 3, desglosaremos los valores de sensibilidad al contraste fotópica entre ojos implantados con la lente Mplus LS-313 con adición +2.00 D y con adición +3.00 D.

Los valores medios de sensibilidad al contraste en condiciones de iluminación fotópica en ojos derechos, para la frecuencia 3c/g variaron entre 1,67 en el grupo 3 y 1,92 en el grupo 2; para la frecuencia 6/g entre 1,90 en el grupo 3 y 2,10 en el grupo 2; para la frecuencia 12 c/g entre 1,47 c/g en el grupo 3 y 1,73 c/g en el grupo 2; para la frecuencia 18 c/g entre 1,03 en el grupo 3 y 1,33 en el grupo 2. Cuando se compararon los valores de sensibilidad al contraste en ojos derechos en las diferentes frecuencias entre grupos, observamos diferencias significativas entre los grupos de estudio en todas las frecuencias (**tabla 27 y figura 33**).

Tras comparar los grupos dos a dos, observamos diferencias estadísticamente significativas entre los grupos 1 (Tecnis ZCB00) y 3 (Mplus +2.00D) en la frecuencia de 3 c/g, así como en todas las frecuencias de estudio entre el grupo 1 (Tecnis ZCB00) y 3 (Mplus +3.00D), siendo superiores los valores de sensibilidad al contraste en el grupo 1 (ANOVA, $p < 0,05$) en ambos casos. No se observaron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las frecuencias estudiadas entre los grupos 1 (Tecnis ZCB00) y 2 (Tecnis Eyhance).

Al comparar el grupo 2 (Tecnis Eyhance) y 3 (Mplus +2.00D), se encontraron diferencias significativas en la frecuencia de 12 y 18 c/g ($p < 0,05$); además al comparar el grupo 2 (Tecnis Eyhance) y 3 (Mplus +3.00D), se hallaron diferencias estadísticamente significativas en todas las frecuencias estudiadas ($p < 0,05$; ANOVA), alcanzando valores superiores de sensibilidad al contraste los pacientes del grupo 2 en ambos casos. No se observaron diferencias significativas en ninguna de las frecuencias estudiadas entre los ojos con la lente Mplus +2.00D y la lente Mplus +3.00D (**tabla 28**).

	ILUMINACIÓN FOTÓPICA OD			
	3 c/g	6 c/g	12 c/g	18 c/g
Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	1,90 ± 0,17	2,05 ± 0,16	1,66 ± 0,20	1,22 ± 0,22
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	1,92 ± 0,15	2,10 ± 0,17	1,73 ± 0,19	1,33 ± 0,17
Grupo 3 (Mplus LS-313 Ad +2.00D) n=25	1,75 ± 0,15	1,98 ± 0,11	1,54 ± 0,18	1,12 ± 0,20
Grupo 3 (Mplus LS-313 Ad +3.00D) n=25	1,67 ± 0,13	1,90 ± 0,12	1,47 ± 0,17	1,03 ± 0,22
Comparación entre grupos (ANOVA)	p<0,05	p<0,05	p<0,05	p<0,05

Tabla 27. Valores de sensibilidad al contraste obtenidos en ojos derechos en los tres grupos, con test CSV-1000 en condiciones de iluminación fotópica. Resultados expresados en unidades logarítmicas (media ± desviación estándar)

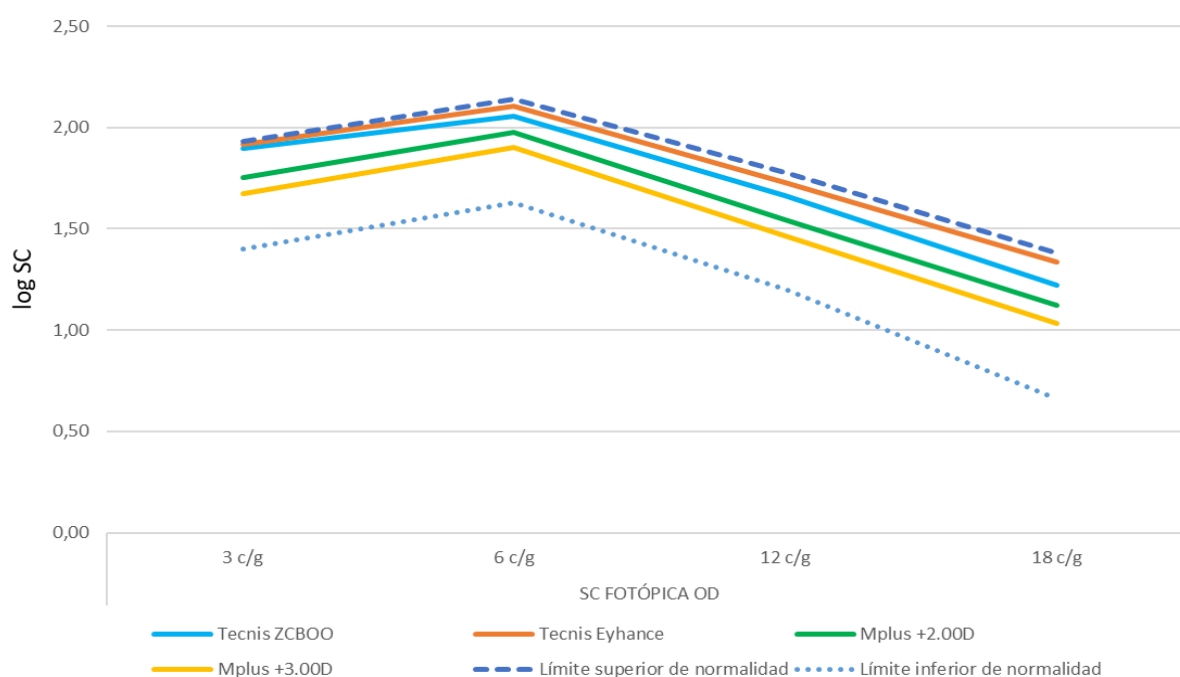


Figura 33. Gráfica que muestra los valores medios de sensibilidad al contraste en condiciones fotópicas, en ojos derechos de los grupos 1 (Tecnis ZCB00) y 2 (Tecnis Eyhance). En el grupo 3 (Mplus), se ha diferenciado por la adición de la lente Mplus. En el eje de ordenadas se representan los valores logarítmicos de sensibilidad al contraste y en el eje de abscisas se representan los valores de frecuencia en ciclos/grado. Grupo 1 (n=25), Grupo 2 (n=25), Grupo 3 (n=25).

	ILUMINACIÓN FOTÓPICA OD			
	3 c/g	6 c/g	12 c/g	18 c/g
Tecnis - Eyhance	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
Tecnis - Mplus +2.00 D	<0,05	>0,05	>0,05	>0,05
Tecnis - Mplus +3.00 D	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Eyhance - Mplus +2.00D	>0,05	>0,05	<0,05	<0,05
Eyhance - Mplus +3.00D	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Mplus +2.00D - Mplus +3.00D	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05

Tabla 28. Valores de significación estadística (ANOVA) en el test CSV-1000 al comparar los valores de sensibilidad al contraste en condiciones de iluminación fotópica en ojos derechos. Valores estadísticamente significativos en negrita.

Los valores medios de sensibilidad al contraste en condiciones de iluminación fotópica en ojos izquierdos, para la frecuencia 3c/g variaron entre 1,67 en el grupo 3 y 1,88 en el grupo 1; para la frecuencia 6/g entre 1,90 en el grupo 3 y 2,07 en el grupo 1; para la frecuencia 12 c/g entre 1,47 c/g en el grupo 3 y 1,73 c/g en el grupo 2; para la frecuencia 18 c/g entre 1,03 en el grupo 3 y 1,29 en el grupo 2. Cuando se compararon los valores de sensibilidad al contraste en ojos izquierdos en las diferentes frecuencias entre grupos, observamos diferencias significativas entre los grupos de estudio en todas las frecuencias (**tabla 29 y figura 34**).

Tras comparar los grupos dos a dos, observamos diferencias estadísticamente significativas entre los grupos 1 (Tecnis ZCB00) y 3 (Mplus +2.00D) en la frecuencia de 3 c/g, así como en todas las frecuencias de estudio entre el grupo 1 (Tecnis ZCB00) y 3 (Mplus +3.00D), siendo superiores los valores de sensibilidad al contraste en el grupo 1 (ANOVA, $p < 0,05$) en ambos casos. No se observaron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las frecuencias estudiadas entre los grupos 1 (Tecnis ZCB00) y 2 (Tecnis Eyhance).

Al comparar el grupo 2 (Tecnis Eyhance) y 3 (Mplus +2.00D), se encontraron diferencias significativas en las frecuencias de 12 y 18 c/g ($p < 0,05$); además al comparar el grupo 2 (Tecnis Eyhance) y 3 (Mplus +3.00D), se hallaron diferencias estadísticamente significativas en todas las frecuencias estudiadas ($p < 0,05$; ANOVA), alcanzando valores superiores de sensibilidad al contraste los pacientes del grupo 2 en ambos casos. No se observaron diferencias significativas en ninguna de las frecuencias estudiadas entre los ojos con la lente Mplus +2.00D y la lente Mplus +3.00D (**tabla 30**).

ILUMINACIÓN FOTÓPICA OI				
	3 c/g	6 c/g	12 c/g	18 c/g
Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	1,88 ± 0,16	2,07 ± 0,19	1,69 ± 0,22	1,21 ± 0,21
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	1,85 ± 0,16	2,06 ± 0,17	1,73 ± 0,19	1,29 ± 0,19
Grupo 3 (Mplus LS-313 Ad +2.00D) n=25	1,75 ± 0,15	1,98 ± 0,11	1,54 ± 0,18	1,12 ± 0,20
Grupo 3 (Mplus LS-313 Ad +3.00D) n=25	1,67 ± 0,13	1,90 ± 0,12	1,47 ± 0,17	1,03 ± 0,22
Comparación entre grupos (ANOVA)	p<0,05	p<0,05	p<0,05	p<0,05

Tabla 29. Valores de sensibilidad al contraste obtenidos en ojos izquierdos en los tres grupos, con test CSV-1000 en condiciones de iluminación fotópica. Resultados expresados en unidades logarítmicas (media ± desviación estándar)

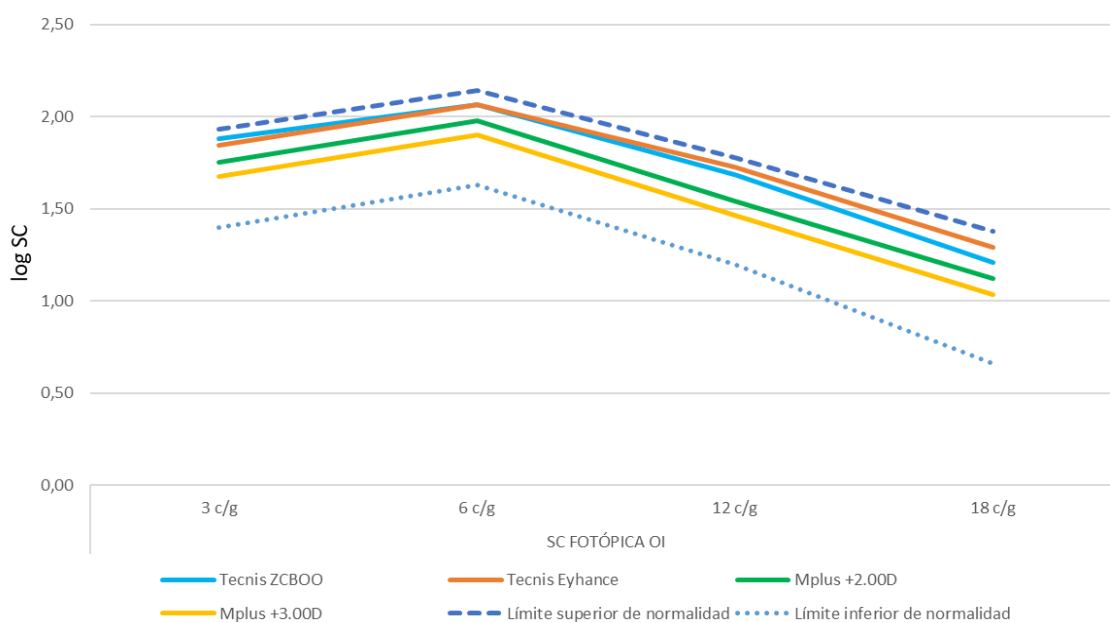


Figura 34. Gráfica que muestra los valores medios de sensibilidad al contraste en condiciones fotópicas, en ojos izquierdos de los grupos 1 (Tecnis ZCB00) y 2 (Tecnis Eyhance). En el grupo 3 (Mplus), se ha diferenciado por la adición de la lente Mplus. En el eje de ordenadas se representan los valores logarítmicos de sensibilidad al contraste y en el eje de abscisas se representan los valores de frecuencia en ciclos/grado. Grupo 1 (n=25), Grupo 2 (n=25), Grupo 3 (n=25).

	ILUMINACIÓN FOTÓPICA OI			
	3 c/g	6 c/g	12 c/g	18 c/g
Tecnis - Eyhance	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
Tecnis - Mplus +2.00 D	<0,05	>0,05	>0,05	>0,05
Tecnis - Mplus +3.00 D	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Eyhance - Mplus +2.00D	>0,05	>0,05	<0,05	<0,05
Eyhance - Mplus +3.00D	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Mplus +2.00D - Mplus +3.00D	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05

Tabla 30. Valores de significación estadística (ANOVA) en el test CSV-1000 al comparar los valores de sensibilidad al contraste en condiciones de iluminación fotópica en ojos izquierdos. Valores estadísticamente significativos en negrita.

6.3.7. Calidad visual

El test de calidad visual QoV nos informa acerca de la experiencia de disfotopias o fenómenos visuales en los pacientes, así como de la molestia y gravedad de las mismas. A continuación, describimos la presencia de fenómenos visuales en cada grupo.

Experiencia

Dentro del grupo 1 (Tecnis ZCB00; n=25), 1 paciente (4%) refirió halos de forma ocasional y 2 pacientes (8%) manifestaron brillos ocasionales.

En el grupo 2 (Tecnis Eyhance; n=25), 3 paciente (12%) refirieron halos de forma ocasional, 1 paciente (4%) manifestó deslumbramiento muy a menudo y 1 paciente (4%) refirió brillos ocasionales.

En el grupo 3 (Mplus LS 313; n=25), 12 pacientes (48%) refirieron halos de forma ocasional, 6 pacientes (24%) manifestaron deslumbramientos ocasionales y 7 pacientes (28%) experimentaron brillos de manera ocasional (**figura 35**).

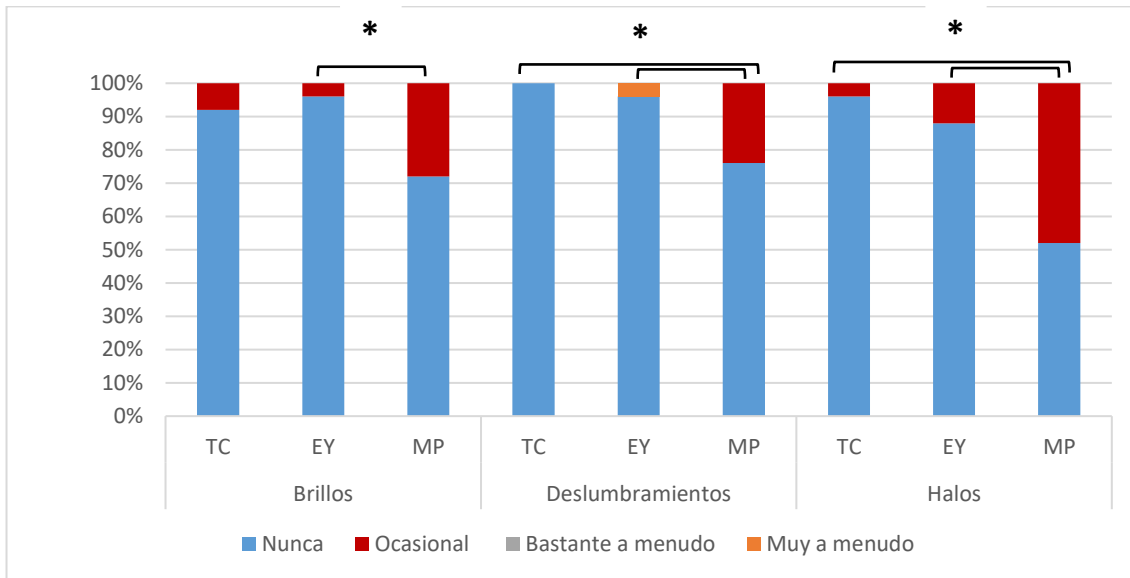


Figura 35. Frecuencia de “experiencia” de fenómenos visuales obtenidos con el test QoV. * diferencias estadísticamente significativas entre grupos.

Dentro del grupo 1 (Tecnis ZCB00; n=25), 1 paciente (4%) manifestó visión doble ocasional, 1 paciente (4%) refirió visión nublada ocasional, 2 pacientes (8%) manifestaron visión borrosa lejana ocasional. Ninguno de los pacientes de este grupo, refirió visión distorsionada, visión borrosa de cerca, dificultad para enfocar, calcular distancias o deslumbramiento.

En el grupo 2 (Tecnis Eyhance; n=25), 1 paciente (4%) refirió visión nublada ocasional, 1 paciente (4%) manifestó visión borrosa lejana ocasional. Ninguno de los pacientes de este grupo, refirió visión doble, visión distorsionada, visión borrosa de cerca, dificultad para enfocar o calcular distancias.

En el grupo 3 (Mplus LS 313; n=25), ninguno de los pacientes de este grupo, refirió visión doble, visión distorsionada, visión nublada, visión borrosa de cerca y lejos, dificultad para enfocar y calcular distancias (**figura 36**).

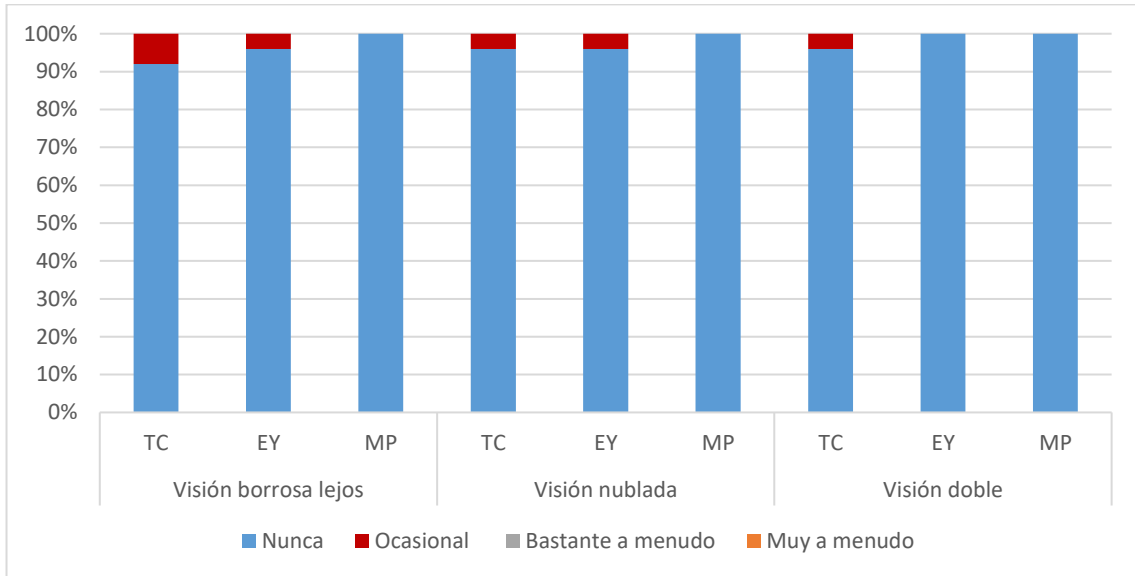


Figura 36. Frecuencia de “experiencia” de fenómenos visuales obtenidos con el test QoV.

Molestia

Con respecto a la “molestia” ocasionada por los fenómenos visuales en los pacientes del grupo 1 (Tecnis ZCB00; n= 25), 1 paciente (4%) refirió halos leves y 2 pacientes (8%) describieron las molestias producidas por los brillos como leve.

En el grupo 2 (Tecnis Eyhance; n=25), se observó que 1 paciente (4%) refirió halos leves, 1 paciente (4%) manifestó deslumbramiento moderado y 1 paciente (4%) describió la molestia ocasionada por los brillos como leve.

En el grupo 3 (Mplus; n=25), se observó que 8 pacientes (32%) catalogaron la molestia producida por los halos como leve, 4 pacientes (16%) manifestaron deslumbramientos leves y 3 pacientes (12%) describieron las molestias ocasionadas por los brillos como leves (**figura 37**).

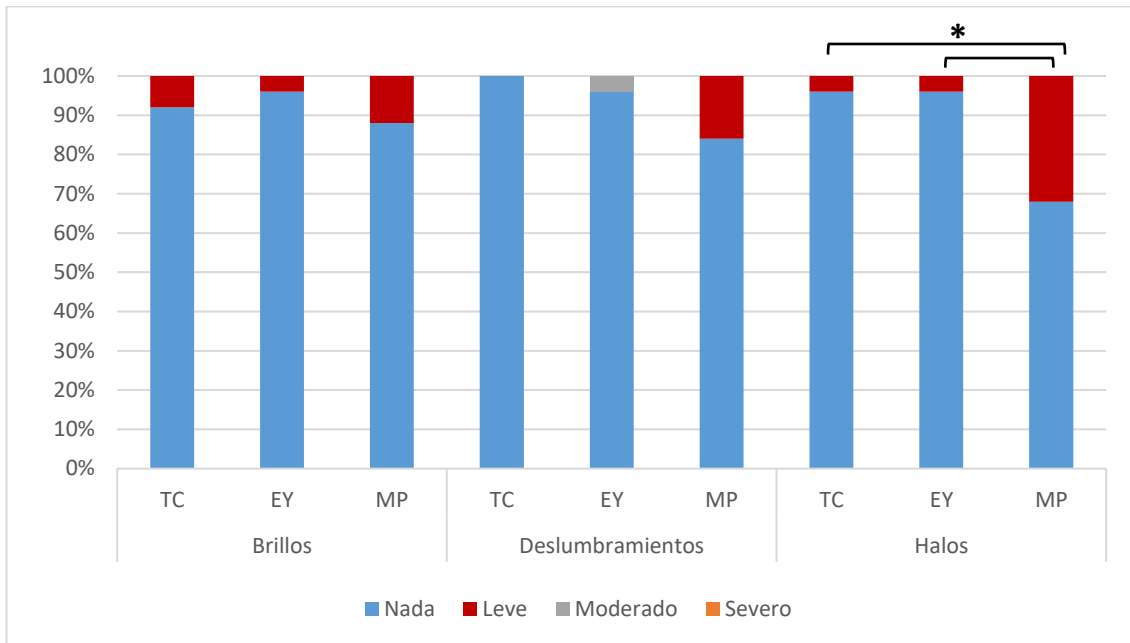


Figura 37. Frecuencia de “molestia” de fenómenos visuales obtenidos con el test QoV. * diferencias estadísticamente significativas entre grupos.

Con respecto a la “molestia” ocasionada por los fenómenos visuales en los pacientes del grupo 1 (Tecnis ZCB00; n= 25 pacientes) 1 paciente (4%) manifestó visión doble leve, 1 paciente (4%) refirió visión nublada leve, 2 pacientes (8%) manifestaron visión borrosa lejana leve.

En el grupo 2 (Tecnis Eyhance; n=25), se observó que 1 paciente (4%) refirió visión nublada leve, 1 paciente (4%) manifestó visión borrosa lejana leve.

En el grupo 3 (Mplus; n=25), ninguno de los pacientes de este grupo, refirió visión doble, visión distorsionada, visión nublada, visión borrosa de cerca y lejos, dificultad para enfocar y calcular distancias (**figura 38**).

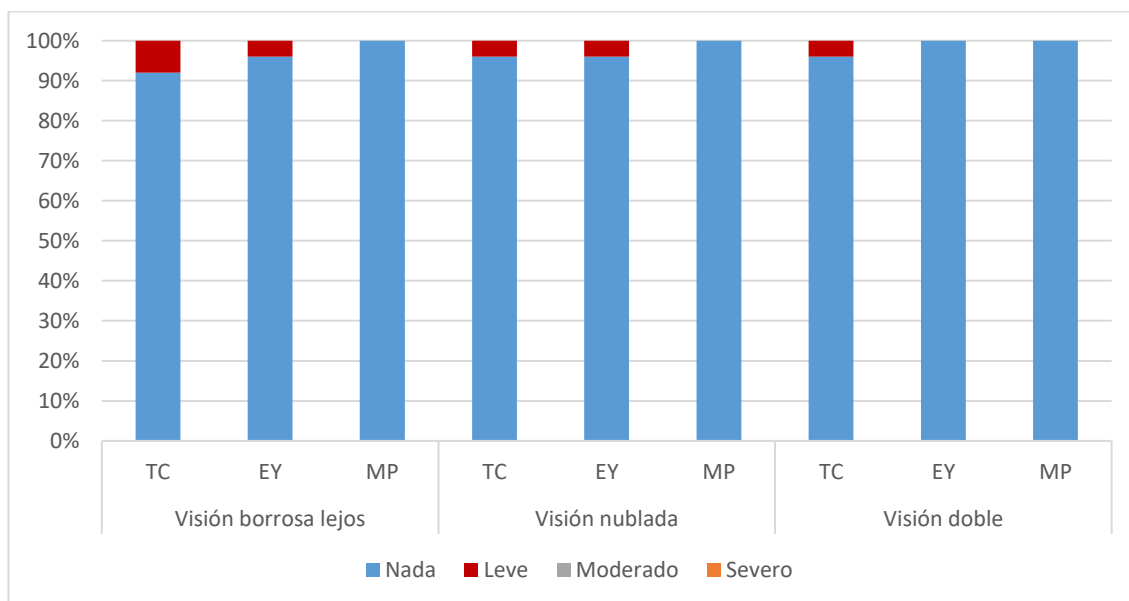


Figura 38. Frecuencia de “molestia” de fenómenos visuales obtenidos con el test QoV.

Gravedad

Al analizar los resultados correspondientes a la “gravedad” de los fenómenos visuales en los pacientes del grupo 1 (Tecnis ZCB00; n=25), se observó que 1 paciente (4%) refirió halos de gravedad leve y 2 pacientes (8%) manifestaron brillos de gravedad leve.

En el grupo 2 (Tecnis Eyhance; n=25), se observó que 1 paciente (4%) manifestó deslumbramiento de gravedad leve y 1 paciente (4%) experimentó brillos de gravedad leve.

En el grupo 3 (Mplus; n=25), se observó que 3 pacientes (12%) manifestaron halos de gravedad leve, 3 pacientes (12%) refirieron deslumbramientos de gravedad leve y 2 pacientes (8%) experimentaron brillos de gravedad leve (**figura 39**).

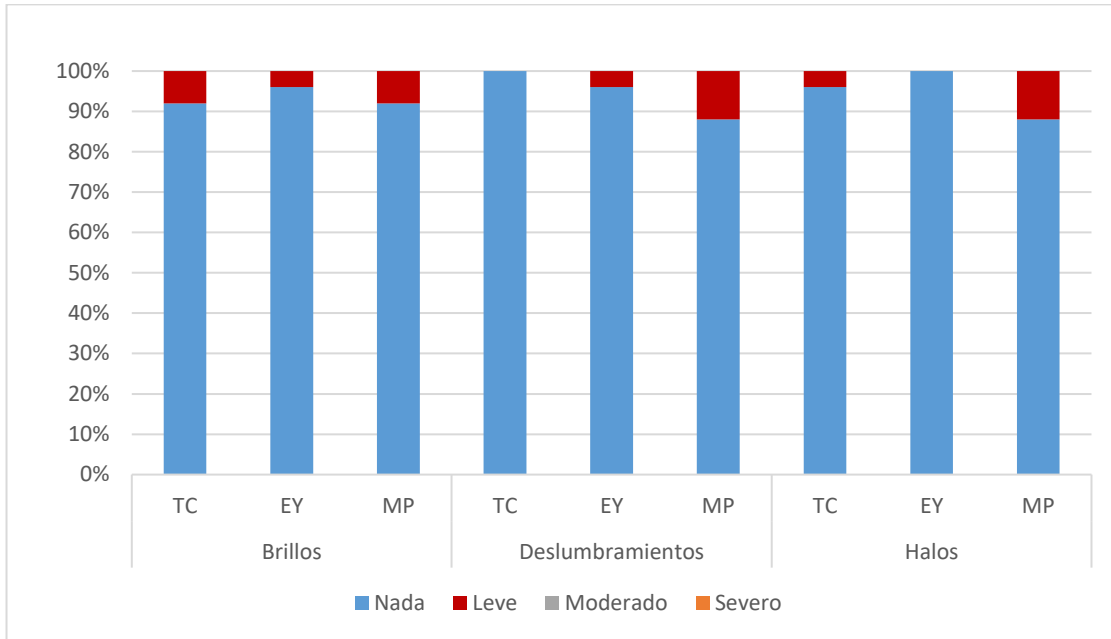


Figura 39. Frecuencia de "gravedad" de fenómenos visuales obtenidos con el test QoV.

Los pacientes de los tres grupos no calificaron de gravedad los síntomas visuales como visión borrosa de lejos, visión nublada y visión doble (**figura 40**).

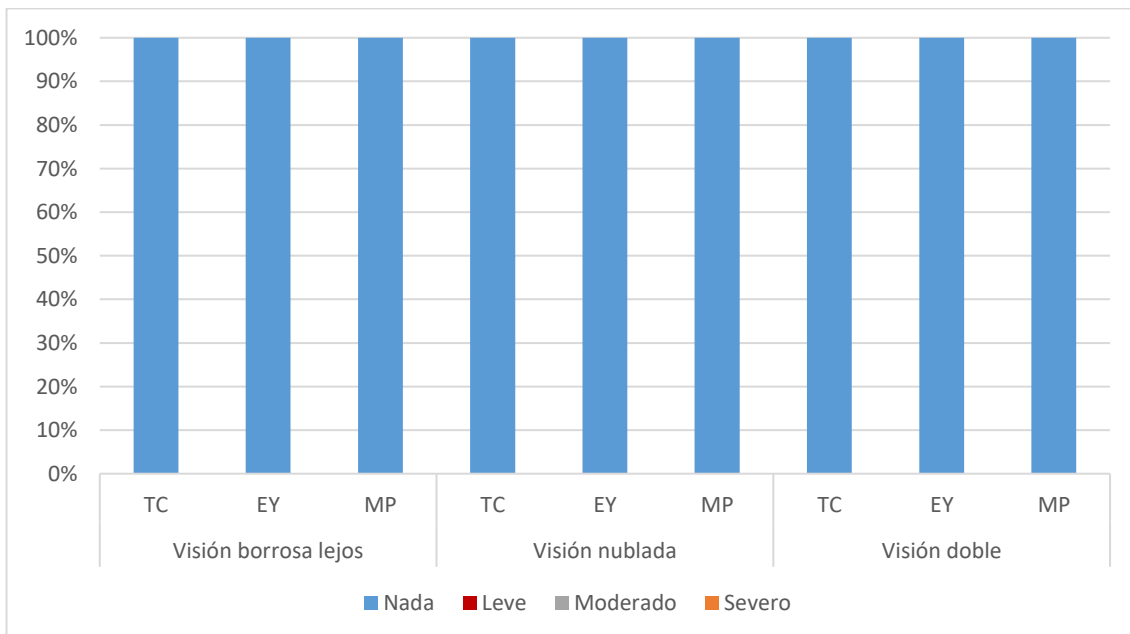


Figura 40. Frecuencia de "gravedad" de fenómenos visuales obtenidos con el test QoV.

En resumen, en el grupo 1 (Tecnis ZCB00), los dos fenómenos visuales más frecuentes fueron la visión borrosa de lejos y los brillos, siendo referidos por el 8% de los pacientes de este grupo. Otros fenómenos referidos fueron visión doble, visión nublada y halos, manifestados por el 4% de los pacientes. Dichos fenómenos fueron descritos por los pacientes, como ocasionales y de intensidad leve.

En el grupo 2 (Tecnis Eyhance), los halos fueron el fenómeno visual más frecuente, referido por el 12% de los pacientes de este grupo. Otros fenómenos fueron visión borrosa de lejos, visión nublada, brillos y deslumbramiento, manifestados por el 4% de los pacientes. Dichos fenómenos fueron descritos como ocasionales y de intensidad leve. Sin embargo, el deslumbramiento fue descrito por el 4% de los pacientes como muy frecuente, moderadamente molesto y gravedad leve.

En el grupo 3 (Mplus LS-313), los halos fueron el fenómeno visual más frecuente en este grupo de pacientes, siendo referido por el 48 % de los pacientes. Otros fenómenos fueron los brillos y los deslumbramientos, descritos por el 28 y 24% de los pacientes, respectivamente. Todos ellos fueron definidos como ocasionales y ligeramente molestos.

Al comparar los resultados en los tres grupos de estudio mediante el test Chi-cuadrado, se observaron diferencias estadísticamente significativas en las categorías: deslumbramiento, halos, brillos y ausencia de disfotopsias, que detallaremos más adelante.

6.3.7.1. Presentación o no de fenómenos visuales

De los pacientes incluidos en el grupo 1, 7 presentaron fenómenos visuales incluidos en el test de calidad de visión y 18 no presentaron fenómenos visuales. En el grupo 2, 7 pacientes presentaron fenómenos visuales incluidos en el test de calidad de visión y 18 pacientes no presentaron fenómenos visuales. En el grupo 3, 22 pacientes presentaron fenómenos visuales incluidos en el test de calidad de visión y 3 pacientes no presentaron fenómenos visuales.

Se observaron diferencias estadísticamente significativas en los tres grupos de estudio (Chi-cuadrado, $p < 0,001$). Al comparar los grupos dos a dos, se encontraron diferencias significativas entre los grupos 1 y 3 (Chi-cuadrado, $p < 0,001$), así como entre los grupos 2 y 3 (Chi-cuadrado, $p < 0,001$), siendo mayor la ausencia de fenómenos visuales en los grupos 1 y 2. No se hallaron diferencias significativas (Chi-cuadrado, $p > 0,999$) entre los grupos 1 y 2 (**tabla 31**).

	Presencia	Ausencia		<i>p</i>
Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	7	18	Tecnis - Eyhance	>0,999
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	7	18	Tecnis - Mplus	<0,001
Grupo 3 (Mplus LS-313) n=25	22	3	Eyhance - Mplus	<0,001
Comparación entre grupos (Chi-cuadrado)	p <0,001			

Tabla 31. Número de pacientes en cada grupo, que presentaban o no fenómenos visuales incluidos en el cuestionario de calidad de visión y valores de significación estadística al comparar grupos dos a dos

6.3.7.2. Deslumbramiento

De los pacientes incluidos en el grupo 1, ninguno de ellos refirió deslumbramientos tras la cirugía. En el grupo 2, 1 paciente refirió deslumbramiento. En el grupo 3, 6 pacientes manifestaron deslumbramientos tras la cirugía.

Se observaron diferencias estadísticamente significativas en los tres grupos de estudio (Chi-cuadrado, $p < 0,001$). Al comparar los grupos dos a dos, se encontraron diferencias significativas entre los grupos 1 y 3 (Chi-cuadrado, $p < 0,001$), así como entre los grupos 2 y 3 (Chi-cuadrado, $p = 0,004$), siendo superior la incidencia de deslumbramiento en el grupo 3, en ambos casos. No se hallaron diferencias significativas (Chi-cuadrado, $p = 0,883$) entre los grupos 1 y 2 (**tabla 32**).

	No	Si		<i>p</i>
Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	25	0	Tecnis - Eyhance	0,883
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	24	1	Tecnis - Mplus	<0,001
Grupo 3 (Mplus LS-313) n=25	19	6	Eyhance - Mplus	0,004
Comparación entre grupos (Chi-cuadrado)	p <0,001			

Tabla 32. Número de pacientes con ausencia o presencia de deslumbramiento en cada grupo y valores de significación estadística al comparar grupos dos a dos

6.3.7.3. Halos

De los pacientes incluidos en el grupo 1, 1 paciente presentó halos. En el grupo 2, los halos fueron manifestados por 3 pacientes y en el grupo 3, hasta 12 pacientes referían halos.

Se observaron diferencias estadísticamente significativas en los tres grupos de estudio (Chi-cuadrado, $p < 0,001$). Al comparar los grupos dos a dos, se encontraron diferencias significativas entre los grupos 1 y 3 (Chi-cuadrado, $p < 0,001$), así como entre los grupos 2 y 3 (Chi-cuadrado, $p = 0,002$), siendo mayor la incidencia de halos en el grupo 3, en ambos casos. No se hallaron diferencias significativas (Chi-cuadrado, $p = 0,725$) entre los grupos 1 y 2 (**tabla 33**).

	No	Si		<i>p</i>
Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	24	1	Tecnis - Eyhance	0,725
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	22	3	Tecnis - Mplus	<0,001
Grupo 3 (Mplus LS-313) n=25	13	12	Eyhance - Mplus	0,002
Comparación entre grupos (Chi-cuadrado)	p < 0,001			

Tabla 33. Número de pacientes con ausencia o presencia de halos en cada grupo y valores de significación estadística al comparar grupos dos a dos

6.3.7.4. Brillos

De los pacientes incluidos en el grupo 1, los brillos fueron referidos por 2 pacientes. En el grupo 2, 1 paciente experimentó brillos. En el grupo 3, 7 pacientes manifestaron brillos tras la cirugía.

Se observaron diferencias estadísticamente significativas en los tres grupos de estudio (Chi-cuadrado, $p = 0,028$). Al comparar los grupos dos a dos, se encontraron diferencias significativas entre los grupos 2 y 3 (Chi-cuadrado, $p = 0,032$) con mayor incidencia de brillos en el grupo 3. No se hallaron diferencias significativas entre los grupos 1 y 2 (Chi-cuadrado, $p = 0,903$), ni tampoco entre los grupos 1 y 3 (Chi-cuadrado, $p = 0,088$; **tabla 34**).

	No	Si		<i>p</i>
Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	23	2	Tecnis - Eyhance	0,903
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	24	1	Tecnis - Mplus	0,088
Grupo 3 (Mplus LS-313) n=25	18	7	Eyhance - Mplus	0,032
Comparación entre grupos (Chi-cuadrado)	p=0,028			

Tabla 34. Número de pacientes con ausencia o presencia de brillos en cada grupo y valores de significación estadística al comparar grupos dos a dos

6.3.7.5. Visión nublada

De los pacientes incluidos en el grupo 1, la visión nublada fue referida por 1 paciente. En el grupo 2, 1 paciente experimentó visión nublada. En el grupo 3, ningún paciente manifestó visión nublada.

Al comparar los resultados en los tres grupos de estudio, no se observaron diferencias estadísticamente significativas (Chi-cuadrado, $p=0,062$; **tabla 35**)

	No	Si		<i>p</i>
Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	24	1	Tecnis - Eyhance	0,200
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	24	1	Tecnis - Mplus	0,060
Grupo 3 (Mplus LS-313) n=25	25	0	Eyhance - Mplus	0,832
Comparación entre grupos (Chi-cuadrado)	p=0,062			

Tabla 35. Número de pacientes con ausencia o presencia de visión nublada en cada grupo y valores de significación estadística al comparar grupos dos a dos

6.3.7.6. Visión borrosa

De los pacientes incluidos en el grupo 1, 2 pacientes manifestaron visión borrosa. En el grupo 2, 1 paciente refirió visión borrosa. En el grupo 3, ningún paciente experimentó visión borrosa.

Al comparar los resultados en los tres grupos de estudio, no se observaron diferencias estadísticamente significativas (Chi-cuadrado, $p=0,372$; **tabla 36**).

	No	Si		<i>p</i>
Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	23	2	Tecnis - Eyhance	0,442
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	24	1	Tecnis - Mplus	>0,999
Grupo 3 (Mplus LS-313) n=25	25	0	Eyhance - Mplus	0,442
Comparación entre grupos (Chi-cuadrado)	$p=0,372$			

Tabla 36. Número de pacientes con ausencia o presencia de visión borrosa en cada grupo y valores de significación estadística al comparar grupos dos a dos

6.3.7.7. Visión distorsionada

La visión distorsionada no fue referida por ninguno de los pacientes de los tres grupos de estudio. Al comparar los resultados en los tres grupos de estudio, no se observaron diferencias estadísticamente significativas (Chi-cuadrado, $p>0,05$; **tabla 37**).

	No	Si		<i>p</i>
Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	25	0	Tecnis - Eyhance	>0,05
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	25	0	Tecnis - Mplus	>0,05
Grupo 3 (Mplus LS-313) n=25	25	0	Eyhance - Mplus	>0,05
Comparación entre grupos (Chi-cuadrado)	p>0,05			

Tabla 37. Número de pacientes con ausencia o presencia de visión distorsionada en cada grupo y valores de significación estadística al comparar grupos dos a dos

6.3.7.8. Visión doble

De los pacientes incluidos en el grupo 1, 1 paciente manifestó visión doble. En el grupo 2 y 3, ningún paciente refirió visión doble.

Al comparar los resultados en los tres grupos de estudio, no se observaron diferencias estadísticamente significativas (Chi-cuadrado, $p>0,05$; **tabla 38**).

	No	Si		<i>p</i>
Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	24	1	Tecnis - Eyhance	>0,05
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	25	0	Tecnis - Mplus	>0,05
Grupo 3 (Mplus LS-313) n=25	25	0	Eyhance - Mplus	>0,05
Comparación entre grupos (Chi-cuadrado)	p>0,05			

Tabla 38. Número de pacientes con ausencia o presencia de visión doble en cada grupo y valores de significación estadística al comparar grupos dos a dos

6.3.8. Calidad de vida relacionada con la función visual

Las puntuaciones obtenidas por los pacientes del grupo 1 en el cuestionario NEI VFQ-25, variaron entre 64,44 puntos en la subescala “salud general” y 99,25 puntos en la subescala “dependencia”. En el grupo 2, las puntuaciones obtenidas variaron entre 64,70 en la subescala “salud general” y 100 puntos en la subescala “visión color”. En el grupo 3, las puntuaciones obtenidas variaron entre 64,50 puntos en la subescala “salud general” y 100 puntos tanto en la subescala “dependencia” como “visión color”.

Al comparar los valores de puntuación obtenidos en la puntuación total y en las puntuaciones parciales en las diferentes subescalas del test NEI VFQ-25 entre los tres grupos de estudio, solo se observaron diferencias estadísticamente significativas en la subescala visión general ($p=0,034$). Cuando comparamos los valores de esta subescala entre los grupos de dos en dos, únicamente obtuvimos diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, $p=0,028$) entre los grupos 1 (Tecnis ZCB00) y 3 (Mplus), alcanzando una puntuación superior en esta subescala, los pacientes del grupo 3 (Mplus) (**tabla 39; figura 41**).

	Grupo 1 Tecnis ZCB00 n=25	Grupo 2 Tecnis Eyhance n=25	Grupo 3 Mplus LS-313 n=25	Comparación entre grupos (ANOVA)
Salud general	64,4 ± 20,37	64,7 ± 19,80	64,5 ± 20,60	$p=0,998$
Visión general	75,2 ± 13,26	78,4 ± 11,96	83,8 ± 9,16	$p=0,034$ *
Dolor ocular	87,5 ± 11,96	84,5 ± 17,03	89,5 ± 10,63	$p=0,423$
Visión cercana	84,99 ± 14,63	83,99 ± 13,15	90,33 ± 8,56	$p=0,158$
Visión lejana	93,33 ± 9,31	92,66 ± 9,42	96,99 ± 4,74	$p=0,134$
Desempeño social	96,33 ± 6,83	96,66 ± 4,81	98,66 ± 3,12	$p=0,230$
Salud mental	97,75 ± 5,06	98,5 ± 3,26	99,16 ± 2,94	$p=0,437$
Limitación de roles	97,25 ± 5,12	98,25 ± 2,86	99,5 ± 1,73	$p=0,085$
Dependencia	99,25 ± 2,07	99,5 ± 1,73	100 ± 0,00	$p=0,217$
Conducción	85,41 ± 11,74	87,11 ± 10,19	87,29 ± 9,72	$p=0,820$
Visión de color	98 ± 6,92	100 ± 0,00	100 ± 0,00	$p=0,126$
Visión periférica	97 ± 10,99	98 ± 10	98 ± 10	$p=0,925$
Puntuación total	89,70 ± 10,82	90,19 ± 10,85	92,31 ± 10,42	$p=0,818$

Tabla 39. Puntuación de los diferentes grupos de estudio en las subescalas del cuestionario NEI VFQ-25 (media ± desviación estándar)

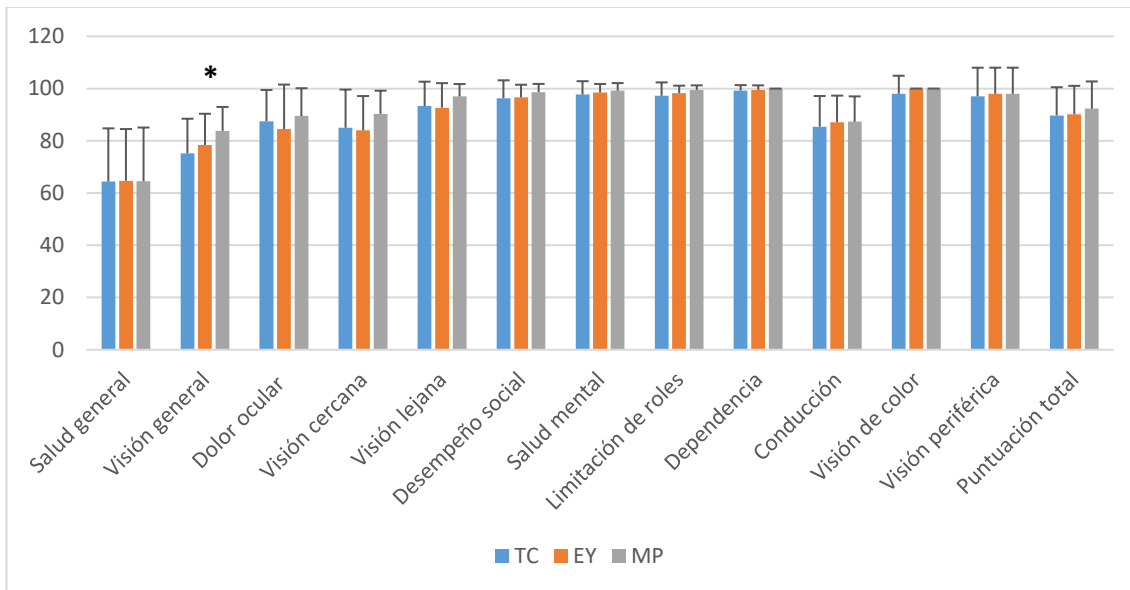


Figura 41. Gráfico comparativo de la puntuación de los diferentes grupos de estudio en las subescalas del cuestionario NEI VFQ-25 (media \pm desviación estándar). * diferencias estadísticamente significativas entre grupos.

6.3.9. Estereopsis

El valor medio de estereopsis en el grupo 1 (Tecnis ZCB00) fue de $26,40 \pm 13,09$ segundos de arco; en el grupo 2 (Tecnis Eyhance) fue de $25,30 \pm 9,93$ segundos de arco y en el grupo 3 (Mplus) fue de $38,24 \pm 23,54$ segundos de arco.

Se objetivaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de estudio (ANOVA, $p=0,011$). Cuando se compararon los grupos dos a dos, observamos diferencias entre el grupo 1 y el grupo 3 (ANOVA, $p=0,033$), alcanzando valores superiores de estereopsis los pacientes del grupo 1. También se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos 2 y 3 (ANOVA, $p=0,019$), obteniendo valores superiores de estereopsis los pacientes del grupo 2. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos 1 y 2 (ANOVA, $p=0,969$) (**tabla 40**).

Estereopsis		p (ANOVA)	
Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	26,40 ± 13,09	Tecnis - Eyhance	0,969
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	25,30 ± 9,93	Tecnis - Mplus	0,033
Grupo 3 (Mplus LS-313) n=25	38,24 ± 23,54	Eyhance - Mplus	0,019
Comparación entre grupos (ANOVA)	p=0,011		

Tabla 40. Valores de estereopsis expresados en segundos de arco (media ± desviación estándar) y valores de significación estadística al comparar grupos dos a dos

6.3.10. Test de Schirmer

Los valores medios que se obtuvieron en el test de Schirmer en el grupo 1 (Tecnis ZCB00) fue 10,80 ± 4,05 mm; en el grupo 2 (Tecnis Eyhance) fue 11,90 ± 3,02 mm; en el grupo 3 (Mplus) fue 11,06 ± 2,67 mm, sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (ANOVA, $p > 0,05$; **tabla 41**).

Posteriormente se compararon los valores obtenidos en ojos derechos e izquierdos de cada grupo, no hallándose diferencias estadísticamente significativas entre ojos derechos e izquierdos del mismo grupo, así como tampoco se encontraron diferencias significativas entre los tres grupos de estudio (ANOVA, $p > 0,05$; **tabla 42**).

Test de Schirmer	
Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	10,83 ± 4,11
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	11,90 ± 3,02
Grupo 3 (Mplus LS-313) n=25	11,06 ± 2,67
Comparación entre grupos (ANOVA)	$p > 0,05$

Tabla 41. Test de Schirmer, valores expresados en milímetros (media ± desviación estándar)

	Schirmer OD	Schirmer OI	Comparación entre ojos derechos e izquierdos dentro de los grupos (ANOVA)
Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	10,76 ± 4,31	10,84 ± 3,85	p=0,371
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	12,04 ± 3,03	11,76 ± 3,07	p=0,747
Grupo 3 (Mplus LS-313) n=25	11,08 ± 2,92	11,04 ± 2,47	p=0,791
Comparación entre grupos (ANOVA)	p=0,593	p=0,371	

Tabla 42. Test de Schirmer, valores de ojos derechos e izquierdos expresados en milímetros (media ± desviación estándar)

6.3.11. Tiempo de ruptura de película lagrimal (BUT)

Los valores medios que se obtuvieron en el tiempo de ruptura de la película lagrimal en el grupo 1 (Tecnis ZCB00) fue $6,02 \pm 4,23$ segundos; en el grupo 2 (Tecnis Eyhance) fue $5,82 \pm 4,11$; en el grupo 3 (Mplus) fue $6,38 \pm 4,01$ segundos, sin objetivarse diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (ANOVA, $p > 0,05$; **tabla 43**).

	BUT
Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	6,02 ± 4,23
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	5,82 ± 4,11
Grupo 3 (Mplus LS-313) n=25	6,38 ± 4,01
Comparación entre grupos (ANOVA)	p>0,05

Tabla 43. Tiempo de ruptura de película lagrimal (BUT), valores expresados en segundos (media ± desviación estándar)

Se compararon los valores obtenidos en ojos derechos e izquierdos de cada grupo, sin evidenciarse diferencias estadísticamente significativas entre ojos derechos e izquierdos del mismo grupo, así como tampoco entre los tres grupos de estudio (ANOVA, $p > 0,05$; **tabla 44**).

	BUT OD	BUT OI	Comparación entre ojos derechos e izquierdos dentro de los grupos (ANOVA)
Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	6,19 ± 4,37	5,84 ± 4,23	p=0,773
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	5,60 ± 4,03	6,04 ± 4,27	p=0,709
Grupo 3 (Mplus LS-313) n=25	6,40 ± 3,91	6,36 ± 4,19	p=0,972
Comparación entre grupos (ANOVA)	p=0,775	p=0,909	

Tabla 44. Tiempo de ruptura de película lagrimal (BUT), valores derechos e izquierdos expresados en segundos (media ± desviación estándar)

6.3.12. Diámetro pupilar

Los valores medios de diámetro pupilar en condiciones mesópicas, variaron entre 4,87 ± 0,63 mm en el grupo 2 y 5,06 ± 0,48 mm en el grupo 1 (**tabla 45**). Tras comparar los valores de diámetro pupilar entre los grupos de estudio, no se observaron diferencias significativas (ANOVA, $p > 0,05$).

	Diámetro pupilar
Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	5,06 ± 0,48
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	4,87 ± 0,63
Grupo 3 (Mplus LS-313) n=25	4,92 ± 0,86
Comparación entre grupos (ANOVA)	p>0,05

Tabla 45. Valores de diámetro pupilar en condiciones mesópicas medidos con Nidek OPD scan. Resultados expresados en mm (media ± desviación estándar)

Se describen los valores medios de diámetro pupilar en ojos derechos e izquierdos de cada grupo. En el grupo 1 (Tecnis ZCB00), los valores de diámetro pupilar fueron $5,07 \pm 0,48$ mm en el ojo derecho y $5,05 \pm 0,48$ mm en el ojo izquierdo. En el grupo 2 (Tecnis Eyhance) fueron $4,92 \pm 0,61$ mm en el ojo derecho y $4,81 \pm 0,65$ mm en el ojo izquierdo. En el grupo 3 (Mplus) fueron $4,91 \pm 0,93$ mm en el ojo derecho y $4,86 \pm 0,85$ mm en el ojo izquierdo (**tabla 46**).

Cuando se compararon los valores de diámetro pupilar entre los ojos derechos e izquierdos del mismo grupo no se observaron diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los tres grupos de estudio. Tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, $p > 0,05$), al comparar los valores de diámetro pupilar en ojos derechos e izquierdos entre los diferentes grupos de estudio (**tabla 46**).

	Ojo derecho	Ojo izquierdo	Comparación entre ojos derechos e izquierdos dentro de los grupos (ANOVA)
Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	$5,07 \pm 0,48$	$5,05 \pm 0,48$	p=0,851
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	$4,92 \pm 0,61$	$4,81 \pm 0,65$	p=0,532
Grupo 3 (Mplus LS-313) n=25	$4,91 \pm 0,93$	$4,86 \pm 0,85$	p=0,943
Comparación entre grupos (ANOVA)	p=0,656	p=0,447	

Tabla 46. Valores de diámetro pupilar de ojos derechos e izquierdos en condiciones mesópicas medidos con Nidek OPD scan. Resultados expresados en mm (media \pm desviación estándar)

6.3.13. Aberraciones oculares

A. Aberraciones corneales

Los valores medios de aberración esférica evaluados en ojos derechos mediante OPD scan III, variaron entre $0,24 \pm 0,10$ en el grupo 2 y $0,29 \pm 0,07$ en el grupo 1. En la aberración coma, los valores medios variaron entre $0,25 \pm 0,11$ en el grupo 3 y $0,30 \pm 0,14$ en el grupo 1. En la aberración trefoil, los valores

medios variaron entre $0,31 \pm 0,16$ en el grupo 1 y $0,38 \pm 0,16$ en el grupo 3. En las aberraciones de alto orden (HOA), los valores medios variaron entre $0,57 \pm 0,15$ en el grupo 3 y $0,65 \pm 0,28$ en el grupo 2.

Al comparar los valores de las aberraciones corneales en ojos derechos entre los grupos de estudio, no se observaron diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, $p > 0,05$; **tabla 47**).

OD	Esférica	Coma	Trefoil	HOA
Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	$0,29 \pm 0,07$	$0,30 \pm 0,14$	$0,31 \pm 0,16$	$0,62 \pm 0,25$
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	$0,24 \pm 0,10$	$0,26 \pm 0,09$	$0,35 \pm 0,21$	$0,65 \pm 0,28$
Grupo 3 (Mplus LS-313) n=25	$0,25 \pm 0,07$	$0,25 \pm 0,11$	$0,38 \pm 0,16$	$0,57 \pm 0,15$
Comparación entre grupos (ANOVA)	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$

Tabla 47. Valores de aberraciones corneales en pupila de 6 mm medidas con Nidek OPD scan III (ojo derecho). Resultados expresados en μm (media \pm desviación estándar)

Los valores medios de aberración esférica evaluados en ojos izquierdos mediante OPD scan III, variaron entre $0,24 \pm 0,08$ en el grupo 3 y $0,30 \pm 0,08$ en el grupo 1. En la aberración coma, los valores medios variaron entre $0,25 \pm 0,11$ en el grupo 1 y $0,30 \pm 0,17$ en el grupo 3. En la aberración trefoil, los valores medios variaron entre $0,33 \pm 0,17$ en el grupo 1 y $0,39 \pm 0,21$ en el grupo 2. En las aberraciones de alto orden (HOA), los valores medios variaron entre $0,56 \pm 0,19$ en el grupo 3 y $0,68 \pm 0,20$ en el grupo 2.

Al comparar los valores de aberración esférica en ojos izquierdos, se observaron diferencias estadísticamente significativas. Tras comparar los grupos dos a dos, solo se hallaron diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, $p = 0,048$), entre los grupos 1 (Tecnis ZCB00) y 3 (Mplus), presentando valores de aberración esférica superiores los pacientes del grupo 1.

No se encontraron diferencias significativas tras comparar el resto de aberraciones corneales entre los grupos de estudio (ANOVA, $p > 0,05$; **tabla 48**).

OI	Esférica	Coma	Trefoil	HOA
Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	0,30 ± 0,08	0,25 ± 0,11	0,33 ± 0,17	0,64 ± 0,23
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	0,28 ± 0,09	0,27 ± 0,13	0,39 ± 0,21	0,68 ± 0,20
Grupo 3 (Mplus LS-313) n=25	0,24 ± 0,08	0,30 ± 0,17	0,36 ± 0,21	0,56 ± 0,19
Comparación entre grupos (ANOVA)	p<0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05

Tabla 48. Valores de aberraciones corneales en pupila de 6 mm medidas con Nidek OPD scan III (ojo izquierdo). Resultados expresados en μm (media \pm desviación estándar)

Posteriormente se compararon los valores de aberración esférica, coma, trefoil y aberraciones de alto orden (HOA) entre ojos derechos e izquierdos del mismo grupo, no observándose diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, $p>0,05$).

B. Aberraciones internas

Los valores medios de aberración esférica evaluados en ojos derechos mediante OPD scan III, variaron entre $0,17 \pm 0,10$ en el grupo 3 y $0,22 \pm 0,12$ en el grupo 2. En la aberración coma, los valores medios variaron entre $0,31 \pm 0,18$ en los grupos 1 y 2 y $0,47 \pm 0,20$ en el grupo 3. En la aberración trefoil, los valores medios variaron entre $0,32 \pm 0,16$ en el grupo 1 y $0,41 \pm 0,27$ en el grupo 3. En las aberraciones de alto orden (HOA), los valores medios variaron entre $0,60 \pm 0,27$ en el grupo 1 y $0,80 \pm 0,29$ en el grupo 3. Al comparar las aberraciones internas entre los grupos de estudio, no se objetivaron diferencias significativas (ANOVA, $p>0,05$) (**tabla 49**).

OD	Esférica	Coma	Trefoil	HOA
Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	0,18 ± 0,09	0,31 ± 0,18	0,32 ± 0,16	0,60 ± 0,27
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	0,22 ± 0,12	0,34 ± 0,18	0,36 ± 0,19	0,66 ± 0,24
Grupo 3 (Mplus LS-313 Ad +2.00D) n=25	0,17 ± 0,10	0,39 ± 0,22	0,38 ± 0,29	0,74 ± 0,35
Grupo 3 (Mplus LS-313 Ad +3.00D) n=25	0,19 ± 0,12	0,47 ± 0,20	0,41 ± 0,27	0,80 ± 0,29
Comparación entre grupos (ANOVA)	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05

Tabla 49. Valores de aberraciones internas en pupila de 6 mm medidas con Nidek OPD scan III (ojo derecho). Resultados expresados en μm (media \pm desviación estándar).

Los valores medios de aberración esférica evaluados en ojos izquierdos mediante OPD scan III, variaron entre $0,16 \pm 0,08$ en el grupo 1 y $0,23 \pm 0,11$ en el grupo 2. En la aberración coma, los valores medios variaron entre $0,31 \pm 0,18$ en el grupo 2 y $0,47 \pm 0,20$ en el grupo 3. En la aberración trefoil, los valores medios variaron entre $0,31 \pm 0,17$ en el grupo 1 y $0,41 \pm 0,27$ en el grupo 3. En las aberraciones de alto orden (HOA), los valores medios variaron entre $0,61 \pm 0,26$ en el grupo 1 y $0,80 \pm 0,29$ en el grupo 3. Al comparar las aberraciones internas entre los grupos de estudio, no se objetivaron diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, $p>0,05$) (**tabla 50**).

OI	Esférica	Coma	Trefoil	HOA
Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	0,16 ± 0,08	0,33 ± 0,23	0,31 ± 0,17	0,61 ± 0,26
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	0,23 ± 0,11	0,31 ± 0,18	0,38 ± 0,17	0,65 ± 0,25
Grupo 3 (Mplus LS-313 Ad +2.00D) n=25	0,17 ± 0,10	0,39 ± 0,22	0,38 ± 0,29	0,74 ± 0,35
Grupo 3 (Mplus LS-313 Ad +3.00D) n=25	0,19 ± 0,12	0,47 ± 0,20	0,41 ± 0,27	0,80 ± 0,29
Comparación entre grupos (ANOVA)	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05

Tabla 50. Valores de aberraciones internas en pupila de 6 mm medidas con Nidek OPD scan III (ojo izquierdo). Resultados expresados en μm (media \pm desviación estándar).

Posteriormente se compararon los valores de aberración esférica, coma, trefoil y aberraciones de alto orden (HOA) entre ojos derechos e izquierdos del mismo grupo, no observándose diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, $p>0,05$).

C. Aberraciones totales

Los valores medios de aberración esférica evaluados en ojos derechos mediante OPD scan III, variaron entre $0,16 \pm 0,12$ en el grupo 1 y $0,20 \pm 0,14$ en el grupo 2. En la aberración coma, los valores medios variaron entre $0,33 \pm 0,20$ en el grupo 2 y $0,49 \pm 0,20$ en el grupo 3. En la aberración trefoil, los valores medios variaron entre $0,35 \pm 0,13$ en el grupo 1 y $0,44 \pm 0,31$ en el grupo 3. En las aberraciones de alto orden (HOA), los valores medios variaron entre $0,64 \pm 0,27$ en el grupo 1 y $0,81 \pm 0,36$ en el grupo 3.

Al comparar las aberraciones totales entre los grupos de estudio, se objetivaron diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, $p<0,05$) en la aberración coma entre el grupo 1 (Tecnis ZCB00) y grupo 3 (Mplus +3.00D), así como entre el grupo 2 (Tecnis Eyhance) y grupo 3 (Mplus +3.00D), siendo superiores los valores de coma obtenidos en el grupo 3 (Mplus +3.00D) en ambos casos (**tabla 51**).

OD	Esférica	Coma	Trefoil	HOA
Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	$0,16 \pm 0,12$	$0,34 \pm 0,25$	$0,35 \pm 0,13$	$0,64 \pm 0,27$
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	$0,20 \pm 0,14$	$0,33 \pm 0,20$	$0,37 \pm 0,20$	$0,69 \pm 0,22$
Grupo 3 (Mplus LS-313 Ad +2.00D) n=25	$0,18 \pm 0,14$	$0,40 \pm 0,18$	$0,42 \pm 0,30$	$0,76 \pm 0,35$
Grupo 3 (Mplus LS-313 Ad +3.00D) n=25	$0,19 \pm 0,15$	$0,49 \pm 0,20$	$0,44 \pm 0,31$	$0,81 \pm 0,36$
Comparación entre grupos (ANOVA)	$p>0,05$	$p<0,05$	$p>0,05$	$p>0,05$

Tabla 51. Valores de aberraciones totales en pupila de 6 mm medidas con Nidek OPD scan III (ojo derecho). Resultados expresados en μm (media \pm desviación estándar).

Los valores medios de aberración esférica evaluados en ojos izquierdos mediante OPD scan III, variaron entre $0,15 \pm 0,10$ en el grupo 1 y $0,22 \pm 0,10$ en el grupo 2. En la aberración coma, los valores medios variaron entre $0,32 \pm 0,16$ en el grupo 2 y $0,49 \pm 0,20$ en el grupo 3. En la aberración trefoil, los valores medios variaron entre $0,34 \pm 0,19$ en el grupo 1 y $0,44 \pm 0,31$ en el grupo 3. En las aberraciones de alto orden (HOA), los valores medios variaron entre $0,66 \pm 0,31$ en el grupo 1 y $0,81 \pm 0,36$ en el grupo 3.

Al comparar las aberraciones totales entre los grupos de estudio, se objetivaron diferencias significativas (ANOVA, $p < 0,05$) en la aberración coma entre el grupo 1 (Tecnis ZCB00) y grupo 3 (Mplus +3.00D), así como entre el grupo 2 (Tecnis Eyhance) y grupo 3 (Mplus +3.00D), siendo superiores los valores de coma obtenidos en el grupo 3 (Mplus +3.00D) en ambos casos (**tabla 52**).

OI	Esférica	Coma	Trefoil	HOA
Grupo 1 (Tecnis ZCB00) n=25	0,15 ± 0,10	0,32 ± 0,19	0,34 ± 0,19	0,66 ± 0,31
Grupo 2 (Tecnis Eyhance) n=25	0,22 ± 0,10	0,32 ± 0,16	0,38 ± 0,17	0,67 ± 0,23
Grupo 3 (Mplus LS-313 Ad +2.00D) n=25	0,18 ± 0,14	0,40 ± 0,18	0,42 ± 0,30	0,76 ± 0,35
Grupo 3 (Mplus LS-313 Ad +3.00D) n=25	0,19 ± 0,15	0,49 ± 0,20	0,44 ± 0,31	0,81 ± 0,36
Comparación entre grupos (ANOVA)	$p > 0,05$	$p < 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$

Tabla 52. Valores de aberraciones totales en pupila de 6 mm medidas con Nidek OPD scan III (ojo izquierdo). Resultados expresados en μm (media \pm desviación estándar).

Posteriormente se compararon los valores de aberración esférica, coma, trefoil y aberraciones de alto orden (HOA) entre ojos derechos e izquierdos del mismo grupo, no observándose diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, $p > 0,05$).

7. Discusión

En este apartado procederemos a la discusión de los resultados, siguiendo el mismo orden en el que han sido expuestos.

7.1. Variables demográficas

La edad media de los pacientes incluidos en el estudio fue 67,93 +/- 7,2 años, con un rango de edad de 45 a 79 años. No se observaron diferencias significativas en cuanto a la edad de los pacientes entre los tres grupos de estudio. Es posible que esta homogeneidad de la edad entre los grupos sea debido en parte a que uno de los criterios de inclusión de este estudio fue una edad inferior a 80 años.

En trabajos anteriores que han analizado la agudeza visual lejana, intermedia y cercana, así como otros parámetros relacionados con la calidad visual tras la cirugía de cataratas, se han reportado edades medias entre 69 años (*Ye y cols., 2021; Auffarth y cols., 2021*) y 73 años (*de Luis y cols., 2020; Nanavaty y cols., 2022*). La edad media de nuestro estudio es por lo tanto similar a la de los primeros estudios mencionados.

De los 75 pacientes incluidos en el estudio, 36 son hombres y 39 son mujeres y no se observaron diferencias estadísticas de género entre los diferentes grupos de estudio (Chi-cuadrado, $p > 0,05$).

En la literatura se pueden encontrar estudios que analizan calidad visual tras cirugía de cataratas, que han incluido la misma proporción de hombres y mujeres (*Yangzes y cols., 2020; Jeon y cols., 2021*) y otros, en los que la distribución de ambos sexos es diferente (*de Luis y cols., 2020; Auffarth y cols., 2021*).

7.2. Variables preoperatorias

7.2.1. Longitud axial

Los valores de longitud axial media en los diferentes grupos de este estudio fueron de 23,68 ± 1,11 mm en el grupo Tecnis ZCB00, 23,33 ± 0,83 mm en el grupo Tecnis Eyhance y 23,21 ± 0,91 mm en el grupo Mplus, y no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de estudio. Es posible que esta homogeneidad de la longitud axial entre los grupos se deba en parte a que uno de los criterios de inclusión de nuestro trabajo era la longitud axial, que debía estar comprendida entre 22 y 25 mm.

En otros trabajos que han analizado la visión lejana, intermedia o cercana tras la cirugía de cataratas y que han empleado entre otras, las lentes intraoculares Tecnis ZCB00, Tecnis Eyhance o Mplus, se han reportado longitudes axiales de $23,22 \pm 1,30$ mm (Cinar y cols., 2021), $23,25 \pm 0,88$ (Alió y cols., 2011), $23,79 \pm 1,36$ mm (Yangzes y cols., 2020) y $24,07 \pm 1,56$ mm (Nanavaty y cols., 2022). La longitud axial media de los estudios anteriormente citados estuvo comprendida entre los 23-25 mm, y fue similar a la obtenida en nuestro trabajo.

La longitud axial podría influir en la agudeza visual tras la cirugía de catarata ya que los ojos hipermétropes o miopes pueden tener agudezas visuales inferiores. Un trabajo que analizó la influencia de la longitud axial y la edad en la agudeza visual tras la cirugía de cataratas (De Juan y cols., 2010) concluyó que los ojos con longitud axial menor de 22 mm conseguían peores resultados de agudeza visual tras la cirugía, mientras que los ojos con longitud axial entre 22 y 25 mm obtenían los mejores resultados de agudeza visual tras la cirugía. Debido a los criterios de inclusión de nuestro estudio, todos los pacientes presentaban una longitud axial comprendida entre 22 y 25 mm, minimizando el posible impacto que podría tener una longitud axial extrema sobre los resultados visuales de los pacientes, con independencia del tipo de lente intraocular implantada.

7.3. Variables postoperatorias

7.3.1. Refracción

Existen numerosos estudios que han analizado el defecto refractivo postoperatorio tras la cirugía de catarata utilizando diferentes tipos de lentes intraoculares, pero a continuación discutiremos solamente los estudios que han usado las mismas lentes intraoculares utilizadas en nuestro trabajo.

En concreto, existen varios trabajos (Mencucci y cols., 2020; Yangzes y cols., 2020; Unsal y cols., 2021; Auffarth y cols., 2021) que han comparado la refracción postcirugía de catarata entre dos tipos de lentes utilizadas en este estudio, como son las lentes Tecnis ZCB00 y Eyhance. En el trabajo de Mencucci se incluyeron 40 ojos en el grupo Tecnis ZCB00 y 40 ojos en el grupo Tecnis Eyhance. El único criterio de inclusión a nivel refractivo era un astigmatismo de hasta 0,75 D. En el grupo Tecnis ZCB00, el equivalente esférico medio fue de $-0,31 \pm 0,18$ y en el grupo Tecnis Eyhance fue de $-0,33 \pm 0,49$, y no se encontraron diferencias significativas entre los dos grupos. En nuestro estudio, el equivalente esférico obtenido también fue más negativo en el grupo con LIO Tecnis Eyhance ($-0,21 \pm 0,53$) que en el grupo con LIO Tecnis ZCB00 ($-0,06 \pm 0,51$).

En el estudio mencionado previamente (*Mencucci y cols., 2020*) se concluyó también que los valores del equivalente esférico obtenidos en el grupo con LIO Tecnis Eyhance presentaron mayor variabilidad que en el grupo con LIO Tecnis ZCB00, y se postuló que se debe a la asfericidad modificada de la superficie anterior de la lente Tecnis Eyhance. Similares resultados fueron obtenidos también en otro estudio que comparó la refracción postoperatoria en 32 pacientes con estos dos tipos de LIO (*Unsal y cols., 2021*), evidenciando mayor variabilidad en los valores de equivalente esférico del grupo Tecnis Eyhance en comparación con Tecnis ZCB00 así como un valor más negativo, por tanto más miópico, de equivalente esférico objetivo en el grupo Tecnis Eyhance ($-0,36 \pm 0,52$) en comparación al grupo Tecnis ZCB00 ($-0,29 \pm 0,23$), coincidiendo con los resultados de nuestro trabajo.

Otro trabajo posterior (*Yangzes y cols., 2020*) ha analizado también la refracción postquirúrgica en pacientes implantados con estos dos tipos de LIOs. En este estudio se analizaron a las dos semanas de la cirugía los resultados visuales obtenidos en dos grupos de pacientes, a 45 ojos se les implantó la lente Tecnis ZCB00 consiguiendo un equivalente esférico medio tras la cirugía de $-0,09 \pm 0,34$; a 71 ojos se les implantó la lente Tecnis Eyhance obteniendo un equivalente esférico medio de $-0,05 \pm 0,61$. En este estudio, los valores medios de los equivalentes esféricos fueron menos negativos que los conseguidos en nuestro trabajo y en los otros trabajos mencionados.

Como se ha descrito en algunos de los trabajos anteriormente citados y en nuestro trabajo, el hecho de encontrar valores medios de equivalentes esféricos más negativos en pacientes con la lente Tecnis Eyhance en comparación a la lente Tecnis ZCB00, podría estar justificado por el diseño de la lente Tecnis Eyhance. Debido al diseño de la misma, la refracción mediante autorrefractómetro en pacientes implantados con lente Tecnis Eyhance podría ser menos precisa que la llevada a cabo en pacientes con lentes monofocales estándar, ya que este aparato utiliza la parte central de la pupila para estimar la refracción, pudiendo ser incapaz de captar la progresión continua en la potencia de dicha lente (*Auffarth y cols., 2021*).

Por otra parte, existen diversos trabajos (*Venter y cols., 2013; Shodai y cols., 2017; Calvo y cols., 2020; Vargas y cols., 2020; Kim y cols., 2020*) que han analizado la refracción postcirugía de catarata en pacientes implantados con la lente Mplus LS-313. Uno de los estudios anteriores (*Venter y cols., 2013*) examinó la refracción postoperatoria en 9366 ojos con un astigmatismo corneal de hasta 1,50D en los que se implantó la lente Mplus LS-313 MF30. El equivalente esférico postoperatorio fue de $-0,02 \pm 0,60$.

En otro estudio (*Shodai y cols., 2017*) se incluyeron a 108 ojos implantados con la lente Mplus LS-313 MF30 con un equivalente esférico postoperatorio de $+ 0,26 \pm 0,42$. Los criterios de inclusión y exclusión, no hacían referencia a criterios refractivos.

Posteriormente, otro trabajo (*Calvo y cols., 2020*) analizó los resultados visuales en 10 ojos implantados con la lente Mplus LS-313 MF20 (adición de +2.00 dioptrías) y 10 ojos implantados con la lente Mplus LS-313 MF30 (adición de +3.00 dioptrías) en pacientes con astigmatismo corneal de hasta 1 D, independientemente del valor de esfera. En el grupo con la adición de +2.00 D, el valor medio del equivalente esférico fue de $+0,12 \pm 0,10$ y en el grupo con la adición de +3.00 D la media del equivalente esférico fue de $+0,10 \pm 0,07$.

En nuestro estudio, empleamos las lentes Mplus LS-313 MF20 y MF30, obteniendo un equivalente esférico más negativo ($-0,44 \pm 0,48$) que en los trabajos anteriores (*Venter y cols., 2013; Shodai y cols., 2017; Calvo y cols., 2020*). Esto podría estar justificado en primer lugar, por el uso de fórmulas para el cálculo de la lente intraocular diferentes a la empleada en nuestro estudio y en segundo lugar, por la inclusión de pacientes sin límite de longitud axial ni esfera.

Sin embargo, otros trabajos que emplearon la lente Mplus LS-313 (*Kim y cols., 2020; Shen y cols., 2022*) reportaron un equivalente esférico tras la cirugía de $-0,27 \pm 0,31$ y $-0,52 \pm 0,48$ D respectivamente, similar al obtenido en nuestro estudio.

7.3.2. Agudeza visual

7.3.2.1. Agudeza visual lejana monocular

En nuestro estudio, los valores de mejor agudeza visual lejana corregida en escala LogMAR en el grupo Tecnis ZCB00 fueron $-0,05 \pm 0,03$, en el grupo Tecnis Eyhance fueron $-0,05 \pm 0,03$ y en el grupo Mplus fueron $-0,04 \pm 0,04$, no hallándose diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de estudio.

Existen numerosos trabajos que han comparado la agudeza visual lejana corregida tras la cirugía de cataratas utilizando diferentes tipos de LIOs pero solo discutiremos aquellos que utilizan las lentes empleadas en este trabajo.

En algunos trabajos que han analizado la agudeza visual lejana corregida monocular (escala LogMAR) tras la cirugía de cataratas en pacientes portadores de la lente Tecnis ZCB00 se han documentado agudezas visuales en visión lejana de $-0,06 \pm 0,01$ (*Auffarth y cols., 2021*), $-0,02 \pm 0,06$ (*Altemir y cols., 2020*) y $0,00 \pm 0,08$ (*de Luis y cols., 2020*); mientras que en pacientes portadores de Tecnis Eyhance se han descrito agudezas visuales en visión lejana de $-0,02 \pm 0,01$ (*Auffarth y cols., 2021*) y $0,02 \pm 0,07$ (*de Luis y cols., 2020*). En dos de los estudios anteriores (*de Luis y cols., 2020; Auffarth y cols., 2021*) no se

observaron diferencias estadísticamente significativas en la agudeza visual lejana entre las lentes Tecnis ZCB00 y Eyhance.

En el estudio de Auffarth, los valores descritos en el grupo Tecnis ZCB00 fueron similares a los de nuestro trabajo, mientras que el grupo Tecnis Eyhance alcanzó valores ligeramente inferiores de agudeza visual lejana a los obtenidos en nuestro estudio.

En uno de los trabajos anteriormente citados (*De Luis y cols., 2020*) que comparaba los resultados visuales en dos grupos de pacientes con la lente Tecnis ZCB00 (n=15) y Tecnis Eyhance (n=15) se documentaron valores superiores de agudeza visual lejana en visión binocular ($-0,06 \pm 0,07$ y $-0,05 \pm 0,07$, respectivamente) en comparación a la visión monocular ($0,00 \pm 0,08$ y $0,02 \pm 0,07$, respectivamente) en los dos grupos de pacientes.

En nuestro estudio, la mejor agudeza visual corregida monocular lejana tanto en el grupo Tecnis ZCB00 ($-0,05 \pm 0,03$) como Tecnis Eyhance ($-0,05 \pm 0,03$), fue superior a los valores monoculares del trabajo de De Luis y similar a los valores binoculares del mismo. Creemos que esto podría ser debido a que en el estudio de De Luis, la agudeza visual se examinó al mes de la cirugía y la edad media de los pacientes era de 73 años, siendo más elevada que en nuestro estudio.

Otro trabajo (*Son y cols., 2019*) reportó en pacientes portadores de la lente Mplus LS-313, una mejor agudeza visual corregida (escala LogMAR) en visión lejana de $-0,04 \pm 0,10$; resultado similar al obtenido por el grupo Mplus de nuestro estudio ($-0,04 \pm 0,04$).

Existen estudios que han descrito valores de agudeza visual lejana corregida en pacientes implantados con la lente Mplus LS-313 MF30 de $0,09 \pm 0,09$ (*Shen y cols., 2022*), $0,05 \pm 0,27$ (*Shodai y cols., 2017*), y $0,01 \pm 0,03$ (*Song y cols., 2016; Linz y cols., 2016*). En estos casos, las diferencias respecto a los valores evidenciados en nuestro estudio podrían estar justificadas por el uso de diferentes métodos de medición de la agudeza visual lejana (*Shodai y cols., 2017*) o la inclusión de pacientes con miopía magna (*Shen y cols., 2022*), entre otros.

7.3.2.2. Agudeza visual intermedia monocular

En nuestro estudio, los valores de mejor agudeza visual corregida intermedia monocular en escala LogMAR fueron en el grupo Tecnis ZCB00 $0,63 \pm 0,11$, en el grupo Tecnis Eyhance $0,46 \pm 0,08$, en el grupo Mplus con adición +2.00D $0,41 \pm 0,05$ y en el grupo Mplus con adición +3.00D $0,45 \pm 0,06$, encontrándose

diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de estudio, siendo superior la agudeza visual intermedia corregida en el grupo Mplus.

Existen muchos trabajos que han estudiado la agudeza visual intermedia corregida tras la cirugía de cataratas utilizando diferentes tipos de LIOs pero solo discutiremos aquellos que utilizan las lentes empleadas en este trabajo.

En algunos trabajos que han analizado la agudeza visual intermedia corregida monocular (escala LogMAR) tras la cirugía de cataratas en pacientes portadores de la lente Tecnis ZCB00 se han reportado agudezas visuales en visión intermedia de $0,31 \pm 0,02$ (Auffarth y cols., 2021), $0,4$ (Gigon y cols., 2023) y $0,43 \pm 0,46$ (Unsal y cols., 2021); mientras que en pacientes portadores de Tecnis Eyhance se han descrito agudezas visuales en visión intermedia de $0,19 \pm 0,02$ (Auffarth y cols., 2021), $0,28 \pm 0,12$ (Cinar y cols., 2021), $0,28 \pm 0,31$ (Unsal y cols., 2021) y $0,3$ (Gigon y cols., 2023). En todos los estudios anteriores, se observaron diferencias estadísticamente significativas al comparar la agudeza visual intermedia entre ambas lentes, concluyendo que la lente Tecnis Eyhance aporta mejor agudeza visual intermedia que la lente Tecnis ZCB00.

Uno de los trabajos mencionados anteriormente (Unsal y cols., 2021) analizó la mejor agudeza visual intermedia corregida y no corregida (escala LogMAR) en paciente portadores de la lente Tecnis ZCB00 y de la lente Tecnis Eyhance. Tanto en el grupo Tecnis ZCB00 como Tecnis Eyhance los valores de agudeza visual intermedia no corregida ($0,39 \pm 0,24$ y $0,24 \pm 0,16$, respectivamente) son superiores a los de agudeza visual corregida ($0,43 \pm 0,46$ y $0,28 \pm 0,31$, respectivamente). Creemos que dicho resultado podría estar influido por un equivalente esférico miópico en ambos grupos (Tecnis ZCB00 $-0,29 \pm 0,23$ y Tecnis Eyhance $-0,36 \pm 0,52$).

Posteriormente, otro trabajo estudió la agudeza visual intermedia corregida en 72 pacientes implantados con la lente Tecnis ZCB00 y 67 pacientes implantados con la lente Tecnis Eyhance, observándose diferencias significativas entre ambos grupos (Auffarth y cols., 2021). Los dos grupos de pacientes alcanzaron valores de mejor agudeza visual corregida intermedia superiores a los obtenidos en nuestro estudio.

Aun así, en nuestro trabajo la visión intermedia en los pacientes del grupo Tecnis Eyhance fue superior a la descrita en el grupo Tecnis ZCB00, coincidiendo con los resultados del estudio de Auffarth.

A diferencia de los resultados descritos en los trabajos anteriores, en otro estudio publicado (Yangzes y cols., 2020) no se hallaron diferencias estadísticamente significativas en la visión intermedia corregida (escala LogMAR) entre la lente Tecnis ZCB00 (0,006) y Tecnis Eyhance (0,015). En dicho estudio, la agudeza visual intermedia no corregida era superior en el grupo Tecnis Eyhance ($p < 0,01$); sin embargo,

la agudeza visual intermedia corregida era similar en el grupo Tecnis ZCB00 en comparación al grupo Tecnis Eyhance ($p=0,631$). A pesar de que el resultado no era estadísticamente significativo, destaca que con corrección los pacientes con lente Tecnis ZCB00 alcanzaron valores de agudeza visual intermedia similares a los obtenidos por los pacientes con lente Tecnis Eyhance, resultado que difiere de lo publicado en otros estudios, incluido el nuestro. Aun así, los autores concluyeron que la lente Tecnis Eyhance proporciona una mejor visión intermedia en comparación con la lente Tecnis ZCB00.

Respecto a los resultados de agudeza visual intermedia corregida publicados por otros autores en pacientes intervenidos de cirugía de cataratas con la lente Mplus LS-313, se han descrito agudezas visuales de $0,13 \pm 0,15$ en pacientes implantados con la lente Mplus LS-313 con adición de +2.00D (Son y cols., 2019), $0,22 \pm 0,09$ (Ye y cols., 2021) y $0,34 \pm 0,15$ (Song y cols., 2016) en pacientes implantados con la lente Mplus LS-313 con adición de +3.00D. Los resultados reportados en los dos trabajos anteriores muestran valores de agudeza visual intermedia corregida superiores a los obtenidos por los pacientes del grupo Mplus LS-313 de nuestro estudio.

Creemos que estas diferencias podrían ser debidas a que tanto en el trabajo de Son como en el de Ye, la visión intermedia fue explorada a 80 cm, mientras que en nuestro trabajo fue explorada a 66 cm, distancia esta última ampliamente usada por otros autores (Unsal y cols., 2020; Auffarth y cols., 2021; Cinar y cols., 2021; Nanavaty y cols., 2021).

Otros autores (Vargas y cols., 2020), han reportado agudezas visuales en visión intermedia de $0,44 \pm 0,20$ en pacientes portadores de la lente Mplus LS-313 con adición de +1,50 D, mientras que en pacientes portadores de la misma lente con adición de +3,00 D se describió una agudeza visual intermedia de $0,47 \pm 0,16$, coincidiendo con los valores descritos en nuestro trabajo.

7.3.2.3. Agudeza visual cercana en visión binocular

En nuestro estudio, la mejor agudeza visual corregida en visión binocular (escala LogMAR) fue en el grupo Tecnis ZCB00 de $0,009 \pm 0,02$; en el grupo Tecnis Eyhance de $0,006 \pm 0,02$; en el grupo Mplus de $0,002 \pm 0,01$, no hallándose diferencias estadísticamente significativas de esta variable entre los grupos de estudio.

Existen numerosos trabajos que han estudiado la agudeza visual cercana corregida tras la cirugía de cataratas utilizando diferentes tipos de LIOs pero solo discutiremos aquellos que utilizan las lentes empleadas en este trabajo.

Algunos trabajos publicados que han analizado la agudeza visual cercana corregida binocular (escala LogMAR) tras la cirugía de cataratas en pacientes portadores de la lente Tecnis ZCB00, han reportado agudezas visuales en visión cercana de $0,15 \pm 0,17$ (Bartol y cols., 2017), $0,43$ (Chang y cols., 2022), $-0,01 \pm 0,03$ (Pedrotti y cols., 2018), $0,55 \pm 0,45$ (Unsal y cols., 2021) y $0,03 \pm 0,05$ (Mencucci y cols., 2020). Así pues, varios de estos trabajos (Bartol y cols., 2017; Unsal y cols., 2021; Chang y cols., 2022) objetivan valores de agudeza visual cercana en pacientes portadores de la lente Tecnis ZCB00, inferiores a los valores alcanzados por los pacientes de nuestro estudio. Creemos que estas diferencias podrían verse influidas por diferencias metodológicas entre los estudios.

Otros trabajos han estudiado la agudeza visual cercana corregida en pacientes intervenidos de cataratas con la lente Tecnis Eyhance y han documentado valores de agudeza visual cercana de $0,03 \pm 0,05$ (Mencucci y cols., 2020), $0,12 \pm 0,20$ (Alió y cols., 2021) y $0,75 \pm 0,80$ (Unsal y cols., 2021). El resultado obtenido en los dos primeros estudios fue similar al de nuestro trabajo. Sin embargo, la agudeza visual cercana descrita en los pacientes del grupo Tecnis Eyhance del estudio de Unsal fue inferior a la obtenida por los pacientes del grupo Tecnis Eyhance de nuestro estudio. Creemos que esto podría deberse a diferencias metodológicas y en concreto a que las agudezas visuales del estudio de Unsal fueron evaluadas en monocular mientras que las de nuestro estudio fueron evaluadas en binocular.

En los estudios mencionados anteriormente (Mencucci y cols., 2020; Yangzes y cols., 2020; Unsal y cols., 2021) no se hallaron diferencias estadísticamente significativas al comparar la agudeza visual cercana corregida entre los grupos Tecnis ZCB00 y Tecnis Eyhance. Sin embargo, recientemente se ha publicado un trabajo que reporta una agudeza visual cercana sin y con corrección óptica superior, en pacientes portadores de la lente Tecnis Eyhance en comparación con aquellos pacientes que portan la lente Tecnis ZCB00 (Gigon y cols., 2023). Estas diferencias según los autores del estudio podrían deberse a un equivalente esférico postoperatorio comprendido entre 0 y $-0,5$ D en el grupo Tecnis Eyhance.

Respecto a los resultados publicados por otros autores acerca de la agudeza visual cercana corregida en pacientes intervenidos de cirugía de cataratas con la lente Mplus LS-313, se han descrito agudezas visuales de $0,11 \pm 0,19$ (Alió y cols., 2021), $0,04 \pm 0,10$ (Shodai y cols., 2016) y $-0,01 \pm 0,12$ (Ouchi y cols., 2015).

En el primer trabajo (Alió y cols., 2021) se comparó la agudeza visual cercana corregida en pacientes implantados con la lente Mplus LS-313 adición $+3.00$ D ($0,11 \pm 0,19$) con la de los pacientes implantados con la lente Tecnis Eyhance ($0,12 \pm 0,20$), sin encontrarse diferencias significativas entre ambos grupos, coincidiendo con los resultados de nuestro estudio.

La agudeza visual cercana corregida en el segundo trabajo (*Shodai y cols., 2016*), es similar a la reportada en nuestro estudio. En cambio, la agudeza visual cercana corregida descrita en el tercer trabajo (*Ouchi y cols., 2015*) fue superior a la objetivada en los pacientes de nuestro estudio. En este último caso, destaca que siendo un estudio llevado a cabo en pacientes con patologías oculares tales como miopía magna, fundus albipunctatus, oclusión de rama venosa o glaucoma y con una longitud axial media de $26,5 \pm 2,55$ mm, los resultados de mejor agudeza visual cercana hayan sido mejores que los descritos en nuestro trabajo, si bien es cierto que el tamaño muestral del estudio de Ouchi es solamente de 15 pacientes. Otro factor que pudo tener influencia en los resultados de Ouchi, fue que la agudeza visual se examinó usando un optotipo multidistancia (TMI-V5; Precision Vision, La Salle, IL, USA) diferente al usado en nuestro estudio.

7.3.3. Curvas de desenfoque

Según algunos autores (*MacRae y cols., 2017*) una agudeza visual igual o superior a 0,2 LogMAR, se considera una visión funcional. En base a este criterio, en las curvas de desenfoque de nuestro estudio se objetivó una agudeza visual lejana funcional con los tres tipos de LIOs, una agudeza visual intermedia funcional en los grupos 2 (Tecnis Eyhance) y 3 (Mplus LS-313), y una agudeza visual cercana funcional solo en el grupo 3 (Mplus LS-313 con adición +3.00D).

En nuestro trabajo, no se objetivaron diferencias significativas en los valores de desenfoque correspondientes a visión lejana entre los grupos de estudio.

En cambio, en los valores de desenfoque correspondientes a la agudeza visual intermedia se observaron resultados significativamente superiores en los pacientes portadores de la lente Mplus +2.00D. En los valores de desenfoque correspondientes a visión cercana también se observaron diferencias significativas entre los grupos de estudio, siendo el grupo Mplus +3.00D el que obtuvo resultados superiores.

Varios trabajos previos han comparado las curvas de desenfoque de las LIO utilizadas en nuestro trabajo. Uno de ellos, comparó las curvas de desenfoque monoculares de las lentes Tecnis ZCB00 y Tecnis Eyhance (*Kang y cols., 2021*) documentando que en el desenfoque 0 D el comportamiento de las dos lentes era similar, mientras que en los desenfoques de -1,5 D y de -2,5 D el grupo Tecnis ZCB00 obtuvo una visión inferior al grupo Tecnis Eyhance. El estudio concluyó que la lente Tecnis Eyhance obtenía una visión intermedia y cercana superior a la conseguida con la lente Tecnis ZCB00. En dicho estudio, se

objetivó una agudeza visual cercana superior en el grupo Tecnis Eyhance frente al grupo Tecnis ZCB00. Esto podría ser debido a que la población de estudio del trabajo de Kang y cols. se compone de personas asiáticas, en las cuales la prevalencia de miopía es mayor que en personas occidentales, siendo la amplitud de acomodación en miopes superior a la de emétopes y hipermétropes (*McBrien y cols., 1986*).

Otro estudio previo comparó las curvas de desenfoque monoculares de las lentes monofocales RayOne y Tecnis Eyhance (*Nanavaty y cols., 2021*). El valor máximo de agudeza visual se alcanzó entre el desenfoque de -0,50 y +0,50 D en las dos lentes. En los valores de desenfoque de -1,5 y -2,5 D, el grupo RayOne obtuvo una agudeza visual inferior al grupo Tecnis Eyhance, concluyendo que la lente Tecnis Eyhance aporta una visión intermedia superior a la lente RayOne.

A partir de los valores objetivados en la curva de desenfoque de nuestro estudio, se observa una agudeza visual intermedia superior en el grupo Tecnis Eyhance (0,19 LogMAR) en comparación al grupo Tecnis ZCB00 (0,35 LogMAR), coincidiendo con otros autores (*Unsal y cols., 2021; Kang y cols., 2021; Nanavaty y cols., 2022*).

Diversos estudios han reportado diferencias estadísticamente significativas en visión próxima entre la lente Tecnis Eyhance y las lentes EDOF, obteniendo éstas últimas, un mayor rango de profundidad de foco. A pesar de estos hallazgos, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la agudeza visual intermedia entre las lentes EDOF y la lente Tecnis Eyhance (*Corbelli y cols., 2022; Lee y cols., 2022; Sabur y cols., 2023*).

En un estudio reciente, entre el 50-60 % de los pacientes portadores de lentes EDOF referían estar satisfechos o muy satisfechos con respecto al desempeño sin gafas en tareas de visión intermedia y cercana, siendo mayor el rendimiento visual sin gafas en las tareas de visión intermedia; sin diferencias significativas entre el modelo de lente EDOF implantado y el grado de satisfacción referido por el paciente (*Alvarez y cols., 2023*).

Respecto a las curvas de desenfoque de las lentes Mplus LS-313, existen varios trabajos que han estudiado el comportamiento de estas lentes en las diferentes distancias. Así, un estudio (*Calvo y cols., 2020*) comparó las curvas de desenfoque monocular de las lentes Mplus LS-313 MF20 (adición de +2.00 D) y Mplus LS-313 MF30 (adición de +3.00 D). En el trabajo citado los autores documentaron que el comportamiento óptico de la lente difería según su adición y que la lente con adición de +2.00 D presentaba una curva con buenos resultados de agudeza visual lejana e intermedia, mientras que la lente con adición de +3.00 D conseguía mejores resultados de agudeza visual lejana y cercana; resultados que coinciden con las curvas de desenfoque del grupo Mplus de nuestro trabajo.

Otros autores describieron la curva de desenfoque monocular de la lente Mplus LS-313 con adición +2.00 D (*Kim y cols., 2020*), reportando valores de 0,35 LogMAR en el desenfoque de -3,00 D, 0,15 LogMAR en el desenfoque de -1,50 D y de 0,02 LogMAR en el desenfoque de 0 D, obteniendo una curva de desenfoque similar a la de los pacientes del grupo Mplus +2.00D de nuestro trabajo.

En otro estudio se analizaron las curvas de desenfoque monocular de las lentes Mplus LS-313 con adición +3.00 D (*Ouchi y cols., 2015*) y se documentó que la curva de desenfoque de la lente Mplus LS-313 presentaba un primer pico en visión cercana (0,15 LogMAR en el desenfoque de -3,00 D) con un leve descenso de la agudeza visual en visión intermedia (0,20 LogMAR en el desenfoque de -1,50 D) y un segundo pico en visión lejana (-0,07 LogMAR en el desenfoque de 0 D) coincidiendo con la curva de desenfoque obtenida en los pacientes del grupo Mplus +3.00D de nuestro estudio.

7.3.4. Sensibilidad al contraste

Los valores de sensibilidad al contraste en condiciones mesópicas y fotópicas objetivados en nuestro estudio, fueron significativamente superiores en los grupos Tecnis ZCB00 y Tecnis Eyhance en comparación con el grupo Mplus; sin encontrarse diferencias significativas de los valores entre los grupos Tecnis ZCB00 y Tecnis Eyhance.

Existen diversos trabajos que han analizado la sensibilidad al contraste en pacientes portadores de LIO tras la cirugía de cataratas pero solo discutiremos aquellos que utilizan las lentes empleadas en este trabajo.

Trabajos previos han comparado la sensibilidad al contraste monocular entre pacientes implantados con la lente Tecnis ZCB00 y pacientes implantados con la lente Tecnis Eyhance (*Mencucci y cols., 2020; Auffarth y cols., 2021; Unsal y cols., 2021; Steinmüller y cols., 2022; Choi y cols., 2023*). Dichos trabajos concluyeron que no existían diferencias estadísticamente significativas entre ambas lentes, coincidiendo con los resultados de nuestro estudio.

Otro trabajo (*Ouchi y cols., 2015*) analizó los valores de sensibilidad al contraste en condiciones mesópicas en 15 pacientes implantados con la lente Mplus LS-313, objetivándose resultados similares a los de nuestro estudio en las tres primeras frecuencias; en la frecuencia de 18 c/g el valor de sensibilidad al contraste en nuestro estudio fue más elevado. Creemos que esta diferencia puede ser debida a que

los pacientes incluidos en el estudio de Ouchi presentaban patologías oculares que podían repercutir sobre la sensibilidad al contraste.

Hay autores (*Alió y cols., 2011; Muñoz y cols., 2011*) que han reportado valores más elevados de sensibilidad al contraste en frecuencias espaciales elevadas en condiciones de iluminación mesópica, en pacientes implantados con lentes monofocales que en pacientes implantados con la lente Mplus, coincidiendo con los resultados de nuestro trabajo.

En condiciones fotópicas, se han reportado en pacientes con LIO Mplus, valores de sensibilidad al contraste más bajos en frecuencias espaciales intermedias y altas (*Rosa y cols., 2013*). Según estos autores, esto podría ser debido a que el diseño asimétrico de esta lente induce mayores aberraciones intraoculares que alterarían la sensibilidad al contraste. En nuestro trabajo, los valores más bajos de sensibilidad al contraste en condiciones fotópicas en las frecuencias intermedias y altas, fueron los del grupo Mplus +3.00D, coincidiendo con lo expuesto por los autores anteriores. Este hecho podría ser debido a las aberraciones generadas por el diseño de la lente así como por la mayor adición de la lente.

Otros trabajos (*Alió y cols., 2011; Vargas y cols., 2020*), compararon la sensibilidad al contraste entre pacientes portadores de la lente Mplus LS-313 con adición +1.50D y pacientes portadores de la lente Mplus LS-313 con adición +3.00D, no observándose diferencias estadísticamente significativas entre ambas lentes. En nuestro estudio, tampoco se hallaron diferencias estadísticamente significativas al comparar los valores de sensibilidad al contraste obtenidos con la lente Mplus +2.00D y la lente Mplus +3.00D.

La disminución de la sensibilidad al contraste es una de las principales razones de insatisfacción en pacientes intervenidos de cataratas. Suele ser más frecuente en pacientes portadores de lentes multifocales, debido a la distribución de energía en dos o más focos en función del diseño de la lente (*de Vries y cols., 2013; Labuz y cols., 2016; Gil y cols., 2022*). Las lentes multifocales con diseño asimétrico, como la lente Mplus LS-313 usada en nuestro estudio, tienen como objetivo minimizar la reducción de la sensibilidad al contraste mediante la reducción de las zonas de transición de la lente, disminuyendo así la dispersión de la luz y mejorando la sensibilidad al contraste (*Venter y cols., 2015*).

Sin embargo, en un metaanálisis posterior que comparó la sensibilidad al contraste en pacientes portadores de lentes monofocales y lentes multifocales (*Xu y cols., 2018*) se objetivaron resultados inferiores de sensibilidad al contraste en lentes multifocales con diseño asimétrico, respecto a las lentes monofocales. En dicho metaanálisis, se plantea la posibilidad de que la reducción de la sensibilidad al contraste en lentes de diseño asimétrico como Mplus, pueda ser atribuido parcialmente a un incremento de las aberraciones de alto orden. Estos resultados coinciden con las diferencias descritas

en nuestro trabajo, en los valores de sensibilidad al contraste entre los pacientes con lentes monofocales y multifocales. Otros estudios también describen una reducción de la sensibilidad al contraste con las lentes multifocales refractivas, aunque de escasa relevancia, en comparación con las lentes monofocales (*Bellucci y cols., 2005; Bala y cols., 2014*).

En cambio, existen estudios en los que no se observan diferencias significativas en los valores de sensibilidad al contraste entre lentes monofocales y multifocales (*Moore y cols., 2017; Altemir y cols., 2020*). En el estudio de Altemir, los valores de sensibilidad al contraste fueron ligeramente más altos en el grupo monofocal, aunque no alcanzaron la significación estadística salvo en la frecuencia 3 c/g.

7.3.5. Calidad visual

Se ha descrito una alta correlación entre el resultado obtenido en el test QoV y los valores de agudeza visual, sensibilidad al contraste y aberraciones totales en pacientes sin corrección y con corrección refractiva en forma de gafas, lentes de contacto, cirugía refractiva con láser o lente intraocular (*McAlinden y cols., 2010*).

Un estudio posterior planteó una ausencia de correlación entre las aberraciones de alto orden y las puntuaciones en el test QoV (*Rosa y cols., 2017*). En cambio, otros autores reportaron mediante el test QoV, una mayor incidencia de disfotopsias en los pacientes con lente multifocal respecto a los pacientes con lente monofocal (*Monaco y cols., 2017*).

Los fenómenos visuales descritos con mayor frecuencia en nuestro estudio usando el test Quality of vision (QoV), fueron los halos, deslumbramientos y brillos, referidos como ocasionales y de intensidad leve en la mayoría de los casos.

En la mayoría de los pacientes de nuestro trabajo, la experiencia de alteraciones visuales fue catalogada como “nunca” u “ocasional”. Tanto la molestia como la gravedad de los fenómenos visuales descritos fueron catalogados como “nada” o “leve”. Además en los tres grupos de estudio, la mayoría de los fenómenos visuales fueron experimentados durante las primeras semanas tras la cirugía, remitiendo con el paso del tiempo, según referían los pacientes. Se ha descrito que la percepción de halos y deslumbramientos disminuye con el paso del tiempo, reportándose una disminución de halos del 80% durante el primer mes, al 40% a los 6 meses tras implantar el mismo tipo de lente intraocular (*Law y cols., 2014*). Diversos autores han reportado una mayor incidencia de fenómenos fóticos en pacientes

implantados con diseños multifocales, en comparación con lentes monofocales (*Maurino y cols., 2015; Monaco y cols., 2017*).

Debido a la naturaleza subjetiva de la percepción de la disfotopsia, no siempre es posible predecir la intensidad y la molestia que van a ocasionar en cada paciente (*Breyer y cols., 2017*).

A pesar de que el diseño asimétrico de la lente Mplus LS-313 disminuye la dispersión de la luz contribuyendo a reducir los fenómenos visuales, en nuestro estudio dichos fenómenos fueron manifestados con mayor frecuencia por los pacientes del grupo Mplus, como era esperable en pacientes con lente multifocal (*Leyland y cols., 2006; Alió JL y cols., 2013; Bala C y cols., 2014*).

En relación a este hallazgo en pacientes implantados con la lente Mplus LS-313, existen autores que afirman que un ángulo kappa grande y una modificación importante del centro pupilar entre condiciones mesópicas y fotópicas, aumentan el riesgo de disfotopsias en pacientes implantados con este modelo de lente (*Tchah y cols., 2017*).

En un estudio previo (*Mendicute y cols., 2016*) se evaluó la calidad visual en pacientes implantados con la lente trifocal difractiva AT LISA tri 839MP, usando el test QoV. Las alteraciones visuales referidas con mayor frecuencia por los pacientes de este estudio, fueron los halos (80%) y los deslumbramientos (45%), descritos como “ocasionales” o “bastante a menudo”. Al tratarse de una lente trifocal, los pacientes manifestaron con mayor frecuencia alteraciones visuales en comparación a nuestro estudio; dichas diferencias pueden ser debidas al diseño de las lentes empleadas en un estudio y otro. A pesar de este resultado, los pacientes portadores de la lente trifocal AT LISA tri 839MP, referían gran satisfacción con dicha lente.

En otros estudios, se han reportado la presencia de halos y deslumbramientos de intensidad leve y ocasional en pacientes portadores de la lente Mplus con adición +3.00D, sin afectar a su satisfacción visual (*Muñoz y cols., 2011; Nuzzi y cols., 2022*). Además, estos últimos autores, describieron una incidencia elevada (cerca al 60%) de disfotopsias en pacientes con Mplus; la hipótesis que plantean para explicar esta alta incidencia, es que los pacientes del estudio hayan interpretado mal el significado o la descripción de los fenómenos visuales, pudiendo generar una sobreestimación de la incidencia de estos síntomas. En nuestro estudio, los pacientes del grupo Mplus también manifestaron halos y deslumbramientos de intensidad leve y ocasionales, aunque en menor proporción que en el trabajo anterior (*Nuzzi y cols., 2022*) sin que eso afectase a su satisfacción con la lente. Otros estudios han descrito buenos resultados visuales y una alta satisfacción de los pacientes con la LIO multifocal refractiva Mplus MF30 (*Venter y cols., 2013; Buckhurst y cols., 2017*). A pesar de ello, se han reportado

halos y deslumbramientos con esta lente que afectan a la calidad de vida del paciente (*Naujokaitis y cols., 2022*).

Otro trabajo (*Auffarth y cols., 2021*) examinó la calidad visual en pacientes implantados con las lentes Tecnis ZCB00 y Tecnis Eyhance, mediante un cuestionario de síntomas visuales. Más del 80% de los pacientes de ambos grupos no experimentaron fenómenos visuales tras la cirugía, sin observarse diferencias significativas entre los grupos de estudio. Los fenómenos visuales referidos con mayor frecuencia por los pacientes de ambos grupos fueron los halos y deslumbramientos, siendo descritos de carácter leve y ocasional, coincidiendo con los resultados de otros autores (*Monaco G., 2017; Corbelli y cols., 2022; Choi y cols., 2023*) y de nuestro estudio.

En otro estudio (*Ye y cols., 2021*) se evaluó la calidad de visión mediante el cuestionario de función visual (VF) en pacientes portadores de las lentes multifocales, Mplus LS-313 MF30 y Tecnis ZMB00. El 28% de los pacientes portadores de Mplus LS-313 y el 23% de los pacientes portadores de Tecnis ZMB00, manifestaron halos y deslumbramientos tras la cirugía, sin diferencias significativas entre ambos grupos. En nuestro estudio, el porcentaje de pacientes del grupo Mplus LS-313 que referían deslumbramientos fue similar, mientras que el porcentaje de pacientes que manifestaron halos tras la cirugía fue superior al del estudio de Ye, siendo descritos de carácter leve y ocasional.

Otros autores (*Pazo y cols., 2017; McNeely y cols., 2017*) han descrito la presencia de deslumbramientos de carácter leve y ocasional en el test QoV en pacientes implantados con la lente multifocal SBL-3 (Lenstec, Inc), de diseño asimétrico, coincidiendo con los resultados de nuestro estudio. Se objetivó además que un diámetro pupilar inferior a 3 mm en condiciones fotópicas, podría aumentar los fenómenos visuales tras la cirugía en pacientes portadores de lentes con diseño asimétrico (*Pazo y cols., 2017*). Por otra parte, se observó una mejoría de los resultados en el test QoV a los 12 meses de la cirugía, hecho que pudiera estar relacionado con el proceso de neuroadaptación (*McNeely y cols., 2017*).

Los halos y deslumbramientos también han sido manifestados con frecuencia por pacientes implantados con lentes de rango extendido como Tecnis Symphony (*Kohnen y cols., 2019*) y con lentes bifocales difractivas como AT LISA 809M y ReSTOR SN6AD1 (*Maurino y cols., 2015*). En ambos casos, la mayoría de los pacientes referían que estos fenómenos visuales no interferían en su vida diaria, al igual que los pacientes de nuestro estudio.

A pesar de los síntomas visuales experimentados, todos los pacientes volverían a seleccionar de nuevo la misma lente intraocular (*Kohnen y cols., 2019*), lo cual nos podría dar una aproximación sobre la repercusión real de estos síntomas en la vida del paciente.

En un estudio posterior se plantea que podría existir un componente cultural en las respuestas al cuestionario QoV, por lo que las comparaciones entre estudios de diferentes países podrían no ser apropiadas (*Tran y cols., 2021*).

7.3.6. Calidad de vida relacionada con la función visual

Dos de los cuestionarios más utilizados para evaluar la calidad de vida relacionada con la función visual, son los test VF-14 y NEI VFQ-25. En nuestro estudio, para evaluar el impacto que tenían las alteraciones de la función visual sobre la calidad de vida de los pacientes, se utilizó el test NEI VFQ-25.

Los grupos de estudio obtuvieron las puntuaciones más altas en las subescalas: “desempeño social”, “salud mental”, “limitación de roles”, “dependencia” y “visión de color”. En cambio, las puntuaciones más bajas se obtuvieron en las subescalas: “salud general”, “visión general”, “dolor ocular” y “visión cercana”.

Otros autores (*Yamauchi y cols., 2013; Martínez de Carneros y cols., 2019; Choi y cols., 2023*) han reportado resultados similares en el test NEI VFQ-25, a los descritos en nuestro trabajo.

Las subescalas con puntuaciones más bajas, creemos que podrían estar justificadas por la presencia de patologías asociadas a la edad, que podrían reducir la autopercepción de salud general y por la presencia de aberraciones o defectos refractivos residuales tras la cirugía que podrían limitar la visión general de los pacientes. Además, la extracción del cristalino con posterior implante de lente intraocular sin una corrección óptima en visión cercana especialmente en portadores de lentes monofocales, podría reducir la visión cercana, así como la propia cirugía podría inducir molestias de tipo ojo seco o agravar un ojo seco previo a la cirugía, aumentando la percepción de dolor ocular.

Al comparar los valores de las diferentes subescalas del test NEI VFQ-25 entre los tres grupos de estudio, solo se observaron diferencias estadísticamente significativas en la subescala visión general, obteniendo una puntuación superior en esta subescala, los pacientes del grupo Mplus.

A pesar de que en el apartado de calidad visual, los pacientes del grupo Mplus manifestaron fenómenos disfotópicos con mayor frecuencia que el resto de grupos, el carácter leve y ocasional de los mismos

no parece repercutir en la calidad de vida de dichos pacientes, puesto que el grupo Mplus obtuvo la puntuación total más alta de los tres grupos en el test NEI VFQ-25, aunque sin diferencias significativas.

En general, debido a los buenos resultados actuales obtenidos en la cirugía de la catarata y al alto nivel de satisfacción de los pacientes intervenidos, mediante el uso del test NEI VFQ-25 puede ser difícil la detección de diferencias significativas entre las diferentes subescalas, pudiendo representar una limitación de dicho test (*Yamauchi y cols., 2013*).

Otros autores también han afirmado que tanto el test NEI VFQ-25 como el test VF-14, son instrumentos con escasa capacidad para detectar diferencias entre los pacientes con niveles más altos de función visual y por lo tanto, no son instrumentos óptimos para evaluar la calidad de vida relacionada con la función visual en pacientes tras la cirugía de catarata (*Wan y cols., 2020*).

7.3.7. Estereopsis

El examen de la estereopsis, permite valorar el estado de la visión binocular de una persona. En pacientes intervenidos de catarata, pueden alterarse los valores fisiológicos de estereopsis ya sea por errores refractivos no compensados, disminución de la sensibilidad al contraste, edad o anisometropías (*Hayashi y cols., 2004; Garnham y cols., 2006*). En nuestro caso, la edad media de los grupos de estudio fue similar y los defectos refractivos residuales fueron corregidos para realizar el test.

Para evaluar la estereopsis en los grupos de estudio, empleamos el test Random dot. El valor medio de estereopsis en el grupo 1 (Tecnis ZCB00) era de $26,40 \pm 13,09$ segundos de arco; en el grupo 2 (Tecnis Eyhance) era de $25,30 \pm 9,93$ segundos de arco y en el grupo 3 (Mplus) era de $38,24 \pm 23,54$ segundos de arco. Se objetivaron valores más elevados de estereopsis en los pacientes portadores de lentes monofocales Tecnis ZCB00 y Tecnis Eyhance, mientras que los pacientes portadores de Mplus obtuvieron valores inferiores de estereopsis. Dichos resultados eran esperables, puesto que se han reportado peores valores de estereopsis en pacientes portadores de lentes multifocales en comparación a los que portan lentes monofocales.

Esto parece ser debido a la borrosidad retiniana que generan los diferentes focos de las lentes multifocales, deteriorando la estereopsis del paciente (*Montes y cols., 2003; Garnham y cols., 2006; Varón y cols., 2014; Liang y cols., 2016*). Sin embargo, otros autores concluyeron que la borrosidad de la imagen retiniana asociada a la multifocalidad, no empeoraba la estereopsis en pacientes portadores de lentes multifocales (*Ferrer y cols., 2011; Bohac y cols., 2023*).

Existen estudios previos que han comparado la estereopsis en pacientes implantados con lentes intraoculares utilizando diversos test. Uno de ellos (*Ferrer y cols., 2011*) evaluó la estereopsis en un grupo de pacientes con la lente bifocal AcrySof ReSTOR usando el test Random dot empleado en nuestro trabajo. El valor de estereopsis obtenido en este grupo fue 41,25 segundos de arco, resultado similar al obtenido en el grupo Mplus de nuestro estudio (38,24), debido al diseño bifocal de ambas lentes.

Estos autores concluyeron que la borrosidad de la imagen retiniana asociada a la multifocalidad, no empeoraba la estereopsis en pacientes portadores de lentes multifocales.

Otros trabajos que comparan los valores de estereopsis en pacientes portadores de lentes monofocales y multifocales, no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambas (*Souza y cols., 2006; Cioni y cols., 2009*). En estos dos estudios, el test empleado para evaluar la estereopsis fue el test de Titmus, que debido a la presencia de pistas monoculares, puede sobrestimar el nivel de estereopsis (*Schweers y cols., 1992*), a diferencia del test Random dot usado en nuestro estudio.

En cambio, otro estudio (*Varón y cols., 2014*) objetivó que los valores de estereopsis en pacientes implantados con lentes multifocales eran inferiores a los de pacientes implantados con lentes monofocales, excepto el grupo implantado con la lente multifocal AcrySof ReSTOR SN60D3, en el cual no se observaron diferencias significativas en el test de Titmus respecto a los pacientes implantados con lentes monofocales, coincidiendo con lo descrito por otros autores (*Souza y cols., 2006; Cioni y cols., 2009*).

Además, se observó que usando el test de Titmus los pacientes portadores de lentes multifocales obtenían mejores puntuaciones de estereopsis que en el test TNO. Según estos autores, estas diferencias de resultados entre el test de Titmus y TNO, podría ser debido a que la potencia y eficiencia de la difracción en el foco de cerca de las lentes multifocales difractivas, va a depender de la longitud de onda, debiendo tenerse en cuenta a la hora de utilizar un test de base cromática como el TNO; en dicho test el paciente con lente multifocal difractiva usando el foco de cerca verá una imagen de alto contraste con un ojo (filtro verde) y una imagen de menor contraste con el otro ojo (filtro rojo), generando dificultades para fusionar las dos imágenes, lo que explicaría el peor resultado de los pacientes portadores de estas lentes en este test (*Varón y cols., 2014*).

7.3.8. Test de Schirmer

El ojo seco es una de las principales causas de insatisfacción postquirúrgica en pacientes intervenidos de cataratas, ocasionando molestias oculares y disminución de la calidad visual (*Woodward y cols.,*

2009). El 60-80% de los pacientes que se van a someter a cirugía de catarata, presentan clínica de ojo seco, siendo asintomáticos (Gupta y cols., 2018).

Además, entre un 10 y 34 % de los pacientes que se someten a una cirugía de catarata, manifiestan dolor y síntomas de sequedad persistentes tras el tratamiento postoperatorio y lubricantes durante un mes (Sajnani y cols., 2018). El objetivo de evaluar la superficie ocular en nuestro trabajo, fue además valorar la homogeneidad de los grupos de estudio.

Existen varios factores en la cirugía de la catarata, que pueden alterar la estabilidad de la superficie ocular, como el uso de colirios con conservantes, uso de anestésico tópico, la exposición a la luz del microscopio o las incisiones corneales que pueden alterar la inervación corneal, favoreciendo la liberación de mediadores inflamatorios. Estos cambios en la inervación corneal durante la cirugía de la catarata, pueden provocar una disminución de la sensibilidad corneal, alterar la estabilidad de la película lagrimal y reducir la frecuencia de parpadeo (Cho y cols., 2009; Kasetsuwan y cols., 2013).

Otros factores de riesgo para la enfermedad de ojo seco tras la cirugía de catarata son: edad, medicamentos, alergia, enfermedades autoinmunes, cambios hormonales y la disfunción de glándulas de meibomio. Para cuantificar la película lagrimal de los pacientes tras la cirugía, se empleó el test de Schirmer sin anestesia.

En nuestro trabajo los valores medios que se obtuvieron en el test de Schirmer sin anestesia en el grupo 1 (Tecnis ZCB00) fue $10,80 \pm 4,05$ mm, en el grupo 2 (Tecnis Eyhance) fue $11,90 \pm 3,02$ mm y en el grupo 3 (Mplus) fue $11,06 \pm 2,67$ mm, sin diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos de estudio. Un valor en el test de Schirmer sin anestesia, superior a 10 mm es considerado normal, por lo que los valores obtenidos en los grupos de nuestro estudio se encuentran dentro de la normalidad.

Se ha descrito un incremento de los valores del test de Schirmer sin anestesia, en pacientes intervenidos de catarata. Este estudio concluyó que los síntomas de ojo seco pueden desarrollarse inmediatamente tras la facoemulsificación, alcanzando mayor severidad a los 7 días de la cirugía con posterior mejoría de los signos y síntomas de ojo seco; y que la facoemulsificación tiene mayor repercusión sobre la estabilidad de la película lagrimal que sobre la secreción lagrimal. Los valores descritos en dicho estudio a los 90 días de la cirugía (Kasetsuwan y cols., 2013), son similares a los obtenidos en nuestro estudio, también evaluados a los 90 días de la cirugía.

En otro trabajo posterior (Zamora y cols., 2020) tras comparar los valores del test de Schirmer sin anestesia en un grupo de pacientes antes y después de la cirugía de catarata, se observó un empeoramiento del test de Schirmer al mes de la cirugía ($8,32 \pm 3,58$ mm) en comparación al test de Schirmer preoperatorio ($9,05 \pm 3,63$ mm), con diferencias estadísticamente significativas. Dicho estudio

concluye que la facoemulsificación induce un deterioro de la superficie ocular a corto plazo. Este hecho también se ha objetivado en otros trabajos anteriores (*Li y cols., 2007; Kasetsuwan y cols., 2013; Ju y cols., 2019*).

En nuestro estudio, no contamos con los valores preoperatorios del test de Schirmer ni con los valores a los 7 y 30 días tras la facoemulsificación, por lo que no podemos evaluar la evolución a corto plazo de la superficie ocular tras la cirugía.

7.3.9. Tiempo de ruptura de película lagrimal (BUT)

En nuestro estudio, los valores medios que se obtuvieron en el tiempo de ruptura de la película lagrimal en el grupo 1 (Tecnis ZCB00) fue $6,02 \pm 4,23$ segundos, en el grupo 2 (Tecnis Eyhance) fue $5,82 \pm 4,11$ y en el grupo 3 (Mplus) fue $6,38 \pm 4,01$ segundos, sin evidenciarse diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de estudio.

En un trabajo previo (*Li y cols., 2007*) se describió un valor medio del BUT a los 3 meses de la facoemulsificación de $6,87 \pm 3,91$ segundos, resultado similar a los obtenidos en los tres grupos de nuestro estudio. Además se objetivó una reducción del BUT postoperatorio respecto al BUT preoperatorio ($9,87 \pm 4,29$), concluyendo que el ojo seco podía desarrollarse o deteriorarse tras la cirugía de catarata.

Otro estudio posterior (*Kasetsuwan y cols., 2013*) analizó los valores del BUT en un grupo de pacientes previos a la facoemulsificación, a los 7 días, a los 30 días y a los 90 días de la misma. El valor previo a la cirugía fue 12,15 segundos, a los 7 días fue 4,59 segundos, a los 30 días fue 5,11 segundos y a los 90 días fue 5,21 segundos; concluyendo que se produce un deterioro del BUT tras la cirugía de catarata recuperándose con el paso del tiempo. En este caso, los valores del BUT a los 90 días también indicarían una inestabilidad de la película lagrimal, coincidiendo con los resultados de nuestro estudio.

A pesar de que los valores del test de Schirmer en los pacientes de nuestro trabajo se engloban dentro de la normalidad, los valores del BUT objetivados en nuestro estudio revelan una alteración en la estabilidad de la película lagrimal. Este hecho también se corrobora en otros estudios previos (*Liu y cols., 2002; Oh y cols., 2012; Kasetsuwan y cols., 2013; Zamora y cols., 2020*) y podría ser debido a que mientras el test de Schirmer detecta una disminución cuantitativa de la película lagrimal, el BUT puede poner de manifiesto una alteración de la estabilidad de la película lagrimal, siendo precisamente la inestabilidad de la película lagrimal y la inflamación de la superficie ocular, los principales fenómenos

que acontecen en la superficie ocular tras la facoemulsificación (*Cho y cols., 2009; Kasetuwan y cols., 2013*).

Además, la fluoresceína sódica empleada para evaluar el BUT podría reducir la estabilidad de la película lagrimal, pudiendo alterar los valores de dicho parámetro (*Wolffsohn y cols., 2017*).

Sin embargo, otro trabajo anterior (*Ram y cols., 2002*) comparó los resultados del test de Schirmer con anestesia y el BUT en 23 pacientes, antes y después de la cirugía de catarata. Los autores concluyeron que no había diferencias significativas en ambos parámetros antes y después de dicha cirugía. Creemos que el tamaño muestral pequeño podría justificar esta discrepancia con el resto de autores.

7.3.10. Diámetro pupilar

En la regulación del tamaño pupilar, es esencial el sistema nervioso y endocrino. Se han documentado cambios en el diámetro pupilar en relación con diversos factores como la edad, iluminación o estado de alerta, entre otros. En función del nivel de iluminación, el diámetro pupilar puede variar desde 2-3 mm en condiciones fotópicas, hasta alrededor de 8 mm en condiciones escotópicas. En condiciones de luz los diámetros más habituales son 4,8 mm a los 10 años, 4,0 mm a los 45 años, y 3,4 mm a los 80 años. En condiciones de oscuridad total, los diámetros más frecuentes son 7,6 mm a los 10 años, 6,2 mm a los 45, y 5,2 mm a los 80 años (*Puell MC., 2006*).

El estudio del tamaño de la pupila tiene especial interés en aquellos pacientes en los que se lleve a cabo el implante de lentes intraoculares, sobre todo multifocales.

En el caso de las lentes multifocales, el tamaño de la pupila adquiere especial relevancia para conseguir una calidad visual óptima. De hecho, los diámetros pupilares extremos limitan el funcionamiento de las lentes multifocales. Un tamaño pupilar mayor a 5 mm predispone a una mayor probabilidad de experimentar halos o deslumbramientos (*de Vries y cols., 2011*). En cambio, un tamaño pupilar menor a 3 mm en condiciones fotópicas puede causar disfotopsias negativas (*Holladay y cols., 2012*). En el caso de la lente Mplus, se requiere una pupila mayor a 2 mm para que se formen los dos focos. Además del diámetro pupilar, se ha reportado una mayor frecuencia de fenómenos disfotópicos en aquellos pacientes portadores de Mplus que presentaban variaciones en la posición del centro pupilar (*Tchah y cols., 2017*).

Por otro lado, en relación con el tamaño de la pupila y la visión intermedia con las denominadas lentes monofocales plus como la lente Tecnis Eyhance utilizada en este estudio, se ha postulado que la edad y

el tamaño pupilar no guardan correlación con una mejor agudeza visual intermedia, concluyendo que la lente Tecnis Eyhance es independiente del tamaño pupilar (*de Luis y cols., 2020; Auffarth y cols., 2020*).

Sin embargo, otros autores evidenciaron una mayor profundidad de foco y por tanto mejor agudeza visual intermedia en aquellos pacientes portadores de la lente Tecnis Eyhance, al disminuir el diámetro pupilar, proporcionando una profundidad de foco de hasta -1,50 D para un tamaño de pupila de 2 mm (*Fernández-Vega y cols., 2022*).

La reducción del diámetro pupilar contribuye a disminuir la cantidad de luz que entra en el ojo generando más difracción. Esta reducción del tamaño pupilar también contribuye a aumentar la profundidad de foco, proyectándose una imagen retiniana más nítida. Durante la acomodación se produce una contracción pupilar, que contribuye a compensar la disminución de la profundidad de foco, ya que la profundidad de foco es menor cuanto más cercano se encuentre el objeto (*Puell MC., 2006; Eto y cols., 2021*). Otros factores que pueden incrementar la profundidad de foco son la miopía o las aberraciones de alto orden (*Song y cols., 2014*).

Se ha descrito una reducción del tamaño de la pupila tras la cirugía de catarata, que se ha atribuido a diversos factores como la liberación de neuropéptidos mióticos, el implante de una lente intraocular que debido a su menor grosor respecto al cristalino con catarata, permite mayor libertad de movimiento al músculo esfínter de la pupila adquiriendo una función más efectiva o por una mayor estimulación de las células ganglionares de la retina (*Kamiya K., 2014; Kanellopoulos y cols., 2015; Ordiñaga y cols., 2022*). Esta variación del diámetro pupilar tras la cirugía de la catarata podría tener repercusión sobre la calidad de visión del paciente y por lo tanto, sobre su calidad de vida.

Para el estudio del diámetro pupilar, se pueden emplear tarjetas con semicírculos (tarjeta de Rosenbaum), topógrafos, aberrómetros o el pupilómetro de Colvard. La medida del diámetro pupilar en nuestro estudio se llevó a cabo en condiciones mesópicas, usando el dispositivo OPD scan III. Los valores medios de diámetro pupilar en condiciones mesópicas fueron $5,06 \pm 0,48$ mm en el grupo 1, $4,87 \pm 0,63$ mm en el grupo 2 y $4,92 \pm 0,86$ mm en el grupo 3. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de estudio. La edad media de los pacientes de nuestro estudio fue $67,9 \pm 7,6$ años.

En un estudio realizado en pacientes con una edad media de $63,6 \pm 9,1$ años, intervenidos de catarata con implante de lente Mplus, se reportó un diámetro pupilar medio en condiciones mesópicas de $5,3 \pm 0,7$ mm (*Muñoz y cols., 2011*), siendo superior al objetivado en nuestro trabajo.

En pacientes implantados con la lente bifocal SBL-3, se ha descrito un diámetro pupilar medio en condiciones mesópicas, de $4,90 \pm 1,20$, con una edad media de $60,23 \pm 7,81$ años (*Pazo y cols., 2017*). El

diámetro pupilar de este estudio fue similar al descrito en el grupo de lente multifocal de nuestro estudio, aunque en nuestro caso la edad media de dicho grupo era más elevada. En otro grupo de pacientes intervenidos de catarata e implantados con la lente multifocal Tecnis ZMB00, se objetivó un diámetro pupilar medio en condiciones mesópicas de $5,20 \pm 1,20$ mm con una edad media de $68,5 \pm 10,5$ años (*Schmickler y cols., 2013*). A pesar de una edad media similar al grupo de lente multifocal de nuestro estudio, el valor medio del diámetro pupilar en este último estudio fue más elevado que en nuestro trabajo.

Un estudio posterior (*García y cols. 2018*) analizó el diámetro pupilar en condiciones mesópicas en 25 pacientes intervenidos de catarata con una edad media de $66,3 \pm 7,7$ años, empleando el analizador de frente de onda KR-1W. El valor medio del diámetro pupilar de los pacientes del estudio fue de $4,58 \pm 0,73$ mm, siendo inferior al valor medio obtenido en los pacientes de nuestro estudio.

Otro estudio reportó un diámetro pupilar en condiciones mesópicas de $4,31 \pm 0,51$ en pacientes portadores de la lente Tecnis Eyhance con una edad media de $72,79 \pm 8,04$, utilizando el aberrómetro iTrace. El valor medio del diámetro pupilar fue inferior al obtenido en nuestro estudio. Esto podría deberse según los autores, a que en aquellos ojos en los que el eje visual no coincidía con el centro de la pupila, el tamaño de escaneado se determinó a la distancia más cercana al borde de la pupila y por tanto, en algunos casos el tamaño de exploración fue incluso menor que el tamaño de la pupila (*Nanavaty y cols., 2021*).

Más adelante, otro trabajo (*Ordiñaga y cols., 2022*) evaluó los cambios en el diámetro pupilar en 38 hombres y 71 mujeres tras la cirugía de catarata y su relación con la edad. La medición del diámetro pupilar se llevó a cabo tres meses después de la cirugía, mediante el topógrafo Topolyzer Vario. En condiciones mesópicas, el diámetro pupilar medio en el grupo de hombre fue $3,94 \pm 0,73$ mm y en el grupo de mujeres fue $4,24 \pm 0,82$ mm, sin diferencias significativas. La edad media en el grupo de hombre fue $65,63 \pm 7,81$ años y en el grupo de mujeres fue $63,96 \pm 7,30$ años, sin diferencias significativas. Los autores concluyeron que tras la cirugía de catarata, se producía una reducción del diámetro pupilar en ambos grupos, con diferencias significativas y con una correlación débil entre los cambios en el diámetro pupilar antes y después de la cirugía y la edad de los pacientes.

En los pacientes de nuestro trabajo, tras la cirugía de la catarata se objetivó un diámetro pupilar medio mayor a los descritos en los dos trabajos anteriores (*García y cols., 2018; Ordiñaga y cols., 2022*), a pesar de nuestros pacientes tener una edad media superior en comparación a los dos trabajos citados previamente. Estas diferencias podrían estar justificadas por los diferentes métodos empleados para la medición del diámetro pupilar entre unos trabajos y otros.

7.3.11. Aberraciones oculares

La córnea representa la principal fuente de aberraciones ópticas en un ojo sano. El objetivo de evaluar las aberraciones corneales en nuestro trabajo fue valorar la homogeneidad de los grupos de estudio. En ojos pseudofáquicos, la función visual está determinada principalmente por la combinación de aberraciones corneales e internas, influenciadas por las lentes intraoculares implantadas y por otros factores relacionados con la cirugía, como el tamaño de las incisiones corneales. Con las incisiones pequeñas realizadas antes de la cirugía microincisional en la cirugía de catarata, se observó un aumento de las aberraciones de alto orden y astigmatismo tras la cirugía; sin embargo con la cirugía de catarata microincisional se mantienen las propiedades ópticas de la córnea sin modificar las aberraciones corneales (Yao y cols., 2006; Elkady y cols., 2008).

En un trabajo previo (Wang y cols., 2003) se estudiaron las aberraciones corneales en 228 ojos de 134 pacientes normales con edades entre 20-79 años, mediante el topógrafo Carl Zeiss Humphrey Atlas, en pupilas de 6 mm. El valor medio de aberración esférica era $0,28 \pm 0,08 \mu\text{m}$, el valor medio de coma era $0,24 \pm 0,13 \mu\text{m}$ y el valor medio de aberraciones de alto orden era $0,47 \pm 0,12 \mu\text{m}$, siendo valores similares a los obtenidos en nuestro estudio. Concluyeron que las aberraciones corneales tenían alta variabilidad entre sujetos, incrementándose ligeramente con la edad. Las aberraciones corneales que aumentaron con la edad, fueron las aberraciones de alto orden y el coma, no así la aberración esférica (Oshika y cols., 1999; Guirao y cols., 2000; Wang y cols., 2003). Se ha descrito una alta correlación de las aberraciones corneales entre ojos derechos e izquierdos de un mismo individuo (Porter y cols. 2001).

Diversos trabajos han evaluado las aberraciones ópticas tras la cirugía de catarata con lentes monofocales y multifocales, similares a las utilizadas en nuestro estudio. Así, un estudio (Petermeier y cols., 2011) ha descrito las aberraciones corneales en un grupo de pacientes implantados con la lente Tecnis ZCB00, cuya edad media era de $71,06 \pm 8,1$ años, usando el aberrómetro Ocular Wavefront Analyzer. Para una pupila de 6 mm, la aberración esférica fue $0,27 \pm 0,22 \mu\text{m}$, concluyendo que la lente Tecnis ZCB00 puede compensar la aberración esférica en pupilas de hasta 6 mm. En nuestro caso, el valor medio de aberración esférica obtenido en el grupo Tecnis ZCB00 mediante OPD scan fue ligeramente superior ($0,30 \pm 0,07 \mu\text{m}$).

Otro estudio previo (Yamauchi y cols., 2013) comparó las aberraciones corneales obtenidas en 85 pacientes implantados con las lentes monofocales Tecnis ZCB00 y Tecnis ZA9003 y en 46 pacientes implantados con las lentes multifocales Tecnis ZMA00 y Tecnis ZMB00. El estudio de las aberraciones corneales se realizó a las 14 semanas mediante el analizador de frente de onda KR-1W. La edad media

de los pacientes era $67,46 \pm 7,56$ años en el grupo multifocal y $67,84 \pm 5,89$ años en el grupo monofocal. Al comparar la edad y las aberraciones corneales de ambos grupos en pupilas de 6 mm, no se hallaron diferencias estadísticamente significativas, en contraste con nuestro estudio, en el cual se encontraron diferencias significativas en los valores de aberración esférica.

Posteriormente otro trabajo (*Pilger y cols., 2018*) estudió las aberraciones corneales en pacientes portadores de la lente monofocal Tecnis ZCB00 y de la lente de rango extendido Tecnis Symfony. La medida de las aberraciones corneales se llevó a cabo mediante el aberrómetro iTrace en pupilas de 5 mm y se valoraron la aberración esférica, coma y totales. Al comparar los valores de aberraciones corneales entre ambos grupos, no se hallaron diferencias significativas. En nuestro trabajo, los pacientes del grupo Tecnis ZCB00 alcanzaron valores superiores en las aberraciones anteriores en comparación con los del estudio de Pilger, diferencias que podrían estar justificadas por el uso de aberrómetros que emplean diferentes métodos para medir las aberraciones, así como por el uso de pupilas de 5 mm en el trabajo de Pilger, mientras que en nuestro caso las mediciones de las aberraciones se llevaron a cabo en pupilas de 6 mm.

Más adelante, otro trabajo (*de Luis y cols., 2020*) estudió la aberración esférica y aberraciones de alto orden (HOA) a nivel corneal, en pacientes portadores de la lente monofocal Tecnis ZCB00 y de la lente monofocal plus Tecnis Eyhance, al mes de la cirugía del segundo ojo, en pupilas de 6 mm utilizando Pentacam. Al comparar dichas aberraciones corneales, se observaron diferencias significativas en la aberración esférica de los grupos de estudio, siendo mayor en el grupo Tecnis ZCB00. En nuestro estudio, también se evidenció una mayor aberración esférica a nivel corneal en el grupo Tecnis ZCB00.

Posteriormente otro estudio (*Nanavaty y cols., 2022*) comparó las aberraciones corneales, internas y totales en 25 pacientes con la lente monofocal plus Tecnis Eyhance y 25 pacientes con lente monofocal RayOne. A los 3 meses de la cirugía, se determinaron los valores de aberración esférica y coma en pupilas de 4 mm, mediante el aberrómetro iTrace. No se observaron diferencias significativas en los valores de las aberraciones anteriores entre los grupos de estudio, coincidiendo con los resultados de nuestro estudio; aunque en nuestro trabajo, los valores de las aberraciones objetivadas mediante OPD scan fueron superiores a los descritos en los estudios anteriores (*Pilger y cols., 2018; Nanavaty y cols., 2022*). Esto podría ser debido, a que en nuestro trabajo empleamos una pupila de 6 mm, mientras que en el trabajo de Pilger emplearon una pupila de 5 mm y en el de Nanavaty utilizaron una pupila de 4 mm, así como por los diferentes aberrómetros empleados.

Otro trabajo (*Bartol y cols., 2022*) comparó las aberraciones corneales en 118 pacientes implantados con las lentes monofocal Tecnis ZCB00, multifocal Tecnis ZMB00 y de rango extendido Tecnis Symfony. El estudio de las aberraciones corneales se realizó 2 meses después de la cirugía en pupilas de 6 mm,

mediante el analizador de frente de onda KR-1W. Este trabajo estudió los valores de aberración esférica, coma y total, sin objetivarse diferencias estadísticamente significativas al comparar las aberraciones corneales anteriores entre los grupos de estudio.

En nuestro estudio, la edad media de los pacientes del grupo Tecnis ZCB00 fue superior, con un valor medio de aberración esférica y coma inferior y un valor medio de aberraciones totales superior a los obtenidos en el grupo Tecnis ZCB00 del trabajo de Bartol.

Los valores intermedios de aberración esférica y de aberraciones de alto orden (HOA), podrían contribuir a mejorar la visión intermedia en pacientes con la lente monofocal plus Tecnis Eyhance, por lo que la aberración corneal debería ser un criterio de selección de la lente Tecnis Eyhance en la cirugía de cataratas, con el objetivo de mejorar los resultados visuales. Sin embargo, se necesitan estudios con mayor tamaño muestral para establecer los valores de los parámetros aberrométricos que garanticen los mejores resultados en términos de visión (*de Luis y cols., 2020*). El papel de las aberraciones corneales adquiere tal importancia en la calidad visual, que hay autores que defienden la selección de la lente intraocular en función de las aberraciones corneales (principalmente aberración esférica, coma y trefoil) de cada paciente (*Du y cols., 2018*).

Otros autores compararon las aberraciones corneales, internas y totales en pacientes portadores de la lente Tecnis ZCB00 y la lente Tecnis Eyhance, en pupilas de 5 mm mediante el sistema iTrace (*Steinmüller y cols., 2022*). Estos autores no encontraron diferencias estadísticamente significativas en las aberraciones corneales entre ambos grupos, aunque si reportaron una aberración esférica interna y total mayor en el grupo Tecnis Eyhance. Otros autores reportaron en pacientes portadores de Tecnis Eyhance una mayor aberración esférica para diámetros pupilares inferiores a 3,5 mm y una aberración esférica similar para diámetros de pupila mayores de 3,5mm en comparación con Tecnis ZCB00 (*Vega y cols., 2020*). En nuestro estudio, no se encontraron diferencias significativas en los valores de aberración esférica interna entre los diferentes grupos.

Por otra parte, en los pacientes implantados con lente Mplus se han descrito valores superiores de aberraciones intraoculares como coma y HOA, en comparación a pacientes con lente monofocal (*Alió y cols., 2011; Camps y cols., 2017; Xu y cols., 2018; Alió y cols., 2021*). En nuestro trabajo, también se evidenciaron diferencias significativas en los valores de aberraciones totales como coma, siendo superiores en el grupo Mplus +3.00D, así como valores más elevados de aberraciones internas como coma y HOA en el grupo Mplus +3.00D, aunque en este último caso sin alcanzar la significación estadística.

Posteriormente en otro trabajo (*Shen y cols., 2022*) se compararon las aberraciones internas y oculares (esférica, coma, trefoil y aberraciones de alto orden) en pacientes con miopía elevada, implantados con la lente Mplus LS-313 con adición +3.00D y la lente AT LISA tri 839MP mediante el sistema iTrace, en pupilas de 3mm. Se observaron diferencias significativas entre ambos grupos de estudio, concluyendo que los valores de las aberraciones estudiadas en los pacientes portadores de la lente Mplus, eran significativamente mayores. Los pacientes del grupo Mplus +3.00D de nuestro estudio presentaron valores más elevados de las aberraciones mencionadas anteriormente, pudiendo ser debido a las diferencias en el área pupilar de estudio (3 mm en el trabajo de Shen y 6 mm en nuestro trabajo) así como a los diferentes instrumentos de medición empleados.

Hay autores que atribuyen la presencia de aberraciones de alto orden como trefoil y coma en pacientes portadores de la lente Mplus, al diseño de la misma (*Akondi y cols., 2017*) y a la presencia de inclinación de la lente dentro del saco capsular (*Alió y cols., 2011*). La presencia de aberraciones de alto orden residuales en este tipo de lentes, podría reducir la sensibilidad al contraste en relación a otros diseños de lentes intraoculares (*Xu y cols., 2018*); en cambio, el coma inducido por la lente Mplus aumenta significativamente la profundidad de foco (*Camps y cols., 2017*). En concreto, se ha reportado que el coma generado por la lente Mplus LS-313 con adición +3.00D, se asocia a mayor profundidad de foco y por tanto a una mejor visión cercana (*Alió y cols., 2021*). Sin embargo, estos mismos autores encontraron valores más elevados de aberraciones oculares en pacientes implantados con la lente Mplus LS-313 con adición +3.00D frente a los implantados con la lente Mplus LS-313 con adición +1.50D; sugiriendo que el uso de una adición mayor en la lente Mplus podría limitar la calidad óptica. En nuestro estudio, también se evidenciaron valores más elevados de aberraciones internas en los pacientes con Mplus +3.00 D en comparación con Mplus +2.00 D, aunque no alcanzaron la significación estadística.

A pesar de que el coma primario puede tener un efecto positivo en la profundidad de foco, grandes cantidades de esta aberración conducen a una degradación significativa de la imagen retiniana (*Ramón y cols., 2012*). La aberración en coma generada por la distribución de las superficies refractivas de dicha lente, se ha relacionado con la aparición de fenómenos disfotópicos (*Venter y cols., 2015*).

Además del coma, otras aberraciones de alto orden como la aberración esférica, se han relacionado con una mayor profundidad de foco y menor sensibilidad al contraste (*Taketani y cols., 2005; Rocha y cols., 2009*). Sin embargo, otros autores no encontraron diferencias significativas al comparar la profundidad de foco en pacientes portadores de lentes intraoculares esféricas con aberración esférica negativa, lentes esféricas sin aberración esférica y lentes esféricas (*Santhiago y cols., 2010*).

7.4. Limitaciones del estudio

- Diseño del estudio: se ha realizado un estudio observacional prospectivo en los grupos de estudio sin aleatorización de la muestra.
- Ausencia de doble ciego: el investigador principal al realizar las exploraciones conoce el tipo de lente que lleva cada paciente.
- Tamaño muestral: en nuestro estudio incluimos un total de 75 pacientes y 150 ojos. Con un tamaño muestral mayor, posiblemente hubiéramos encontrado más diferencias en la visión intermedia entre los grupos de estudio.
- Las cirugías fueron realizadas en dos centros diferentes por más de un cirujano.
- Como fortaleza de este trabajo, hay que destacar el estudio de la película lagrimal y de las aberraciones corneales para valorar la homogeneidad de los grupos de estudio.

8. Conclusiones

En base a los resultados obtenidos en esta Tesis Doctoral, concluimos que:

1. El equivalente esférico es más negativo en los pacientes portadores de la lente Mplus LS-313.
2. Las tres lentes intraoculares Tecnis ZCB00, Tecnis Eyhance y Mplus LS-313 proporcionan una agudeza visual lejana similar, con y sin corrección óptica.
3. La agudeza visual intermedia con corrección óptica es superior con las lentes Tecnis Eyhance y Mplus.
4. La agudeza visual cercana con corrección óptica, es similar con las tres lentes.
5. En los valores de desenfoque correspondientes a la visión lejana, las tres lentes alcanzan una agudeza visual similar. En los valores de desenfoque correspondientes a la visión intermedia y cercana, obtienen una agudeza visual superior las lentes Mplus LS-313 con adición +2.00 D y con adición +3.00 D, respectivamente.
6. La sensibilidad al contraste en condiciones mesópicas y fotópicas es superior con las lentes Tecnis ZCB00 y Tecnis Eyhance.
7. Los pacientes portadores de las lentes Tecnis ZCB00 y Tecnis Eyhance presentan menor incidencia de fenómenos visuales en el test QoV.
8. En el test NEI VFQ-25, la única subescala en la que se objetivan diferencias entre los grupos de estudio, es “visión general”, alcanzando una puntuación superior los pacientes portadores de la lente Mplus LS-313.

9. La estereopsis obtenida con la lente Mplus LS-313 es inferior a la alcanzada con las lentes Tecnis ZCB00 y Tecnis Eyhance.

10. Los valores del test de Schirmer y del tiempo de ruptura de la película lagrimal son similares entre los tres grupos de estudio.

11. El diámetro pupilar en condiciones mesópicas tras la cirugía, es similar en los tres grupos de estudio.

12. La aberración coma es superior en los ojos implantados con la lente Mplus LS-313 con adición +3.00 D.

9. Bibliografía

Akella S. S., Juthani V. V. Extended depth of focus intraocular lenses for presbyopia. *Current Opinion in Ophthalmology* . 2018;29(4):318–322.

Akondi V, Pérez-Merino P, Martínez-Enriquez E, Dorronsoro C, Alejandro N, Jiménez-Alfaro I, Marcos S. Evaluation of the True Wavefront Aberrations in Eyes Implanted With a Rotationally Asymmetric Multifocal Intraocular Lens. *J Refract Surg*. 2017 Apr 1;33(4):257-265.

Alba-Bueno F, Vega F, Millan MS. Halos y lentes intraoculares multifocales: origen e interpretación. *Arch Soc Esp Oftalmol*. 2014; 89: 397-404.

Albarrán C, Muñoz G. Refracción en pacientes con lentes bifocales Lentis Mplus. *Oculentis (Topcon)*.

Albarrán C, Pons AM, Lorente A, Montés-Micó R, Artigas JM. Influence of the tear film on optical quality of the eye. *Contact lens and anterior eye*. 1997;20:129-35.

Albarrán C, Munoz G, Rohrweck S, Garcia-Lazaro S, Albero JR. Validity of automated refraction after segmented refractive multifocal intraocular lens implantation. *Int J Ophthalmol*. 2017; 10: 1728-1733

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

Alió JL, D'Oria F, Toto F, Balgos J, Palazon A, Versaci F, Alio Del Barrio JL. Retinal image quality with multifocal, EDoF, and accommodative intraocular lenses as studied by pyramidal aberrometry. *Eye Vis (Lond)*. 2021 Oct 6;8(1):37.

Alió JL, Piñero DP, Plaza-Puche AB, Chan MJ. Visual outcomes and optical performance of a monofocal intraocular lens and a new-generation multifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2011; 37: 241-250.

Alió JL, Plaza-Puche AB, Piñero DP, Javaloy J, Ayala MJ. Comparative analysis of the clinical outcomes with 2 multifocal intraocular lens models with rotational asymmetry. *J Cataract Refract Surg*. 2011;37(9):1605-1614.

Alió JL, Plaza-Puche AB, Javaloy J, Ayala MJ, Vega-Estrada A. Clinical and optical intraocular performance of rotationally asymmetric multifocal plate-haptic design versus C-loop haptic design. *J Refract Surg*. 2013; 29:252-9.

Alió JL, Plaza-Puche AB, Fernández-Buenaga R, Pikkell J, Maldonado M. Multifocal intraocular lenses: an overview. *Survey of Ophthalmology* . 2017;62(5):611–634.

Alió JL, Plaza-Puche AB, Javaloy J, Ayala MJ. Comparison of the visual and intraocular optical performance of a refractive multifocal IOL with rotational asymmetry and an apodized diffractive multifocal IOL. *J Refract Surg*. 2012 Feb;28(2):100-5.

Alió JL, Plaza-Puche AB, Piñero DP, Amparo F, Rodríguez-Prats JL, Ayala MJ. Quality of life evaluation after implantation of 2 multifocal intraocular lens models and a monofocal model. *J Cataract Refract Surg*. 2011. 37(4):638–648

Altemir-Gomez I, Millan MS, Vega F, Bartol-Puyal F, Gimenez-Calvo G, Larrosa JM, Polo V, Pablo LE, Garcia-Martin E. Comparison of visual and optical quality of monofocal versus multifocal intraocular lenses. *Eur J Ophthalmol*. 2020 Mar;30(2):299-306.

Álvarez-García MT, Fuente-García C, Muñoz-Puyol C, Piñero DP. Clinical Outcomes with Extended Depth of Focus Intraocular Lenses in Cases in Which Multifocal Lenses Are Not Primarily Recommended. *J Ophthalmol*. 2023 Jun 16;2023:8814627.

Alvarez-Peregrina C, Sanchez-Tena M, Caballé-Fontanet D, Thuissard-Vasallo I, Gacimartín-García M, Orduna-Magán C. Adaptación cultural y validación al castellano del cuestionario National Eye Institute Visual Function Questionnaire 25. *Arch Soc Esp Oftalmol*. 2018;93(12):586–91.

Alvarez-Rementería Fernández L, Alvarez-Rementería Capelo L, Contreras I. Bases ópticas de las lentes difractivas/refractivas. En: Ruiz-Mesa R, Tañá Rivero P. *Óptica para el cirujano faco-refractivo*. Monografía SECOIR 2015. Barcelona: Elsevier; 2015; cap. 16, p. 235-239.

Amano S, Amano Y, Yamagami S. Age-related changes in corneal and ocular higher-order wavefront aberrations. *Am J Ophthalmol* 2004; 137: 988-992.

Antona B, Barrio A, Sanchez I, Gonzalez E, Gonzalez G. Intraexaminer repeatability and agreement in stereoacuity measurements made in young adults. *Int J Ophthalmol*. 2015;8(2):374-381.

Apple DJ, Sims J. Harold Ridley and the invention of the intraocular lens. *Surv Ophthalmol*. 1996 Jan-Feb;40(4):279-92.

Applegate R. The ideal optical correction. *Eye-World (magazine of the Am Soc of Cataract and Refractive Surgery* 2002; 10: 3-6.

Applegate RA, Donnelly WJ 3rd, Marsack JD, Koenig DE, Pesudovs K. Three-dimensional relationship between high-order root-mean-square wavefront error, pupil diameter, and aging. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis.* 2007; 24:578-87.

Arines J, Pailos E, Prado P. The contribution of the fixational eye movements to the variability of the measured ocular aberration. *Ophthalmic. Physiol. Opt.* 2009; 29 (3), 281-287.

Arrigo A., Gambaro G., Fasce F., Aragona E., Figini I., Bandello F. Extended depth-of-focus (EDOF) AcrySof IQ Vivify intraocular lens implant: a real-life experience. *Graefes Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology* . 2021;259(9):2717–2722.

Artal P, Benito A, Pérez GM, Alcón E. An objective scatter index based on double-pass retinal images of a point source to classify cataracts. *PLoS.* 2011;6:e16823.

Artigas JM, Menezo JL, Peris C, Felipe A, Díaz-Llopis M. 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 Dec;33(12):2111–7.

Asbell PA, Dualan I, Mindel J, Brocks D, Ahmad M, Epstein S. Age-related cataract. *Lancet.* 2005 Feb 12-18;365(9459):599-609.

Atchison DA, Smith G. Passage of light into the eye. *Optics of the human eye.* Somerset: Butterworth-Heinemann; 2000; Ch 12: 105-116.

Auffarth GU, Gerl M, Tsai L, Janakiraman DP, Jackson B, Alarcon A, Dick HB; Quantum Study Group. Clinical evaluation of a new monofocal IOL with enhanced intermediate function in patients with cataract. *J Cataract Refract Surg.* 2021 Feb 1;47(2):184-191.

Auffarth GU, Schmidbauer J, Apple DJ. The life work of Sir Nicholas Harold Lloyd Ridley *Ophthalmology* 2001 Nov; 98(11):1012-6.

Badia X, Salamero M, Alonso J. *La medida de la salud: guía de escalas de medición en español (3.ª ed.).* Barcelona: Edimac; 2002.

Baier ML, Cutter GR, Rudick RA, Miller D, Cohen JA, et al. Low-contrast letter acuity testing captures visual dysfunction in patients with multiple sclerosis. *Neurology.* 2005; 64: 992-995

Bailey IL. Visual acuity. En Benjamín WJ, ed *Borish's Clinical Refraction.* Philadelphia: W. A. Saunders Co; 1998: 179-202.)

Bala C, Meades KJ. Improvement in vision with inverted placement of an asymmetric refractive multifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg.* 2014 May;40(5):833-5.

Barraquer RI, Michael R, Abreu R, Lamarca J, Tresserra F. Human lens capsule thickness as a function of age and location along the sagittal lens perimeter, *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2006; 47: 2053-2060

Barraquer R, Tsiplakos F, Alvarez M. Clasificación de las cataratas. La hidrofacoemulsificación mediante el sistema Aqualase: una nueva alternativa en cirugía del cristalino. *Anales del Instituto Barraquer* 2007; 36: 13-38

Bartol-Puyal FA, Talavero P, Giménez G, Altemir I, Larrosa JM, Polo V, Pablo LE. Reading and quality of life differences between Tecnis ZCB00 monofocal and Tecnis ZMB00 multifocal intraocular lenses. *Eur J Ophthalmol.* 2017 Jun 26;27(4):443-453.

Bartol-Puyal FD, Giménez G, Altemir I, Larrosa JM, Polo V, Pablo L. Optical aberrations in three different intraocular lens designs of a same platform. *Saudi J Ophthalmol.* 2022 Feb 18;35(2):126-130.

Beebe DC. The lens. In: Kaufman PL, Alm A. *Adler's Physiology of the Eye. Clinical Application.* 10th edition. St Louis: Mosby; 2003; Ch 5: 117-158.

Bellucci R. Multifocal intraocular lenses. *Curr Opin Ophthalmol* 2005; 16: 33-37.

Bernardes TF, Bonfioli AA. Blepharitis. *Semin Ophthalmol.* 2010 May;25(3):79-83.

Birch E, Williams C, Hunter J, Lapa MC. Random dot stereoacuity of preschool children. ALSPAC "Children in Focus" Study Team. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus.* 1997 Jul-Aug;34(4):217-22

Bohac M, Jagic M, Biscevic A, Lukacevic S, Mravicic I, Suic SP, Dekaris I. Stereoacuity and Multifocal Intraocular Lenses - a Systematic Review. *Acta Inform Med.* 2023 Mar;31(1):62-67.

Bournas P, Drazinos S, Kanellas D. Dysphotopsia after Cataract Surgery: Comparison of Four Different Intraocular Lenses. *Ophthalmologica* 2007;221:378–383.

Brémond-Gignac D, Tixier J, Missotten T, Laroche L, Beresniak A. Évaluation de la qualité de vie en ophtalmologie. *Presse Med* 2002; 31: 1607-1612

Breyer D.R.H., Kaymak H., Ax T., et al. Multifocal intraocular lenses and extended depth of focus intraocular lenses. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila).* 2017 Jul-Aug;6(4):339–349.

Buckhurst PJ, Wolffsohn JS, Naroo SA, Davies LN, Bhogal GK, Kipioti A, et al. Multifocal intraocular lens differentiation using defocus curves. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2012;53: 3920-6.

Buckhurst P.J., Naroo S.A., Davies L.N., et al. Assessment of dysphotopsia in pseudophakic subjects with multifocal intraocular lenses. *BMJ Open Ophthalmol.* 2017 Jun 19;1(1)

Bullinger M. Quality of life-definition, conceptualization and implications: a methodologists view. *Theor Surg* 1991; 6: 143-148.

Cao K, Friedman DS, Jin S, Yusufu M, Zhang J, Wang J, Hou S, Zhu G, Wang B, Xiong Y, Li J, Li X, He H, Chai L, Wan XH. Multifocal versus monofocal intraocular lenses for age-related cataract patients: a system review and meta-analysis based on randomized controlled trials. *Surv Ophthalmol.* 2019 Sep-Oct;64(5):647-658.

Cadarso L. Nomograma para la implantación de Intacs en la ectasia corneal. En: Cezón J, editor. *Técnicas de modelado corneal desde la Ortoqueratología hasta el Cross-linking.* Madrid: SECOIR; 2009; p. 332-4.

Cade F, Cruzat A, Paschalis EI, Espírito Santo L, Pineda R. Analysis of four aberrometers for evaluating lower and higher order aberrations. *PLoS One.* 2013;8:e54990.

Calvo-Sanz JA, Sánchez-Tena MA. Characterization of optical performance with defocusing curve: Analysis of two refractive intraocular lens models with high and medium addition. *J Optom.* 2020 Jan-Mar;13(1):35-40.

Camps VJ, Tolosa A, Piñero DP, de Fez D, Caballero MT, Miret JJ. In Vitro Aberrometric Assessment of a Multifocal Intraocular Lens and Two Extended Depth of Focus IOLs. *J Ophthalmol.* 2017;2017:7095734.

Carkeet A, Velaedan S, Tan YK, Lee DY, Tan DT. Higher order ocular aberrations after cycloplegic and non-cycloplegic pupil dilation. *J Refract Surg.* 2003;19:316-22.

Chang DH, Janakiraman DP, Smith PJ, Buteyn A, Domingo J, Jones JJ, Christie WC. Visual outcomes and safety of an extended depth-of-focus intraocular lens: results of a pivotal clinical trial. *J Cataract Refract Surg.* 2022 Mar 1;48(3):288-297.

Choi WK, Han HJ, Son HS, Khoramnia R, Auffarth GU, Choi CY. Clinical outcomes of bilateral implantation of new generation monofocal IOL enhanced for intermediate distance and conventional monofocal IOL in a Korean population. *BMC Ophthalmol.* 2023 Apr 17;23(1):157.

Cinar E, Bolu H, Erbakan G, Yuce B, Aslan F, Fece M, Emre S. Vision outcomes with a new monofocal IOL. *Int Ophthalmol.* 2021 Feb;41(2):491-498.

Cionni RJ, Chang DF, Donnenfeld ED, Lane SS, McCulley JP, Solomon KD. Clinical outcomes and functional visual performance: comparison of the ReSTOR apodised diffractive intraocular lens to a monofocal control. *Br J Ophthalmol*. 2009; 93:1215-1219.

Claoué C, Parmar D. Multifocal intraocular lenses. *Dev Ophthalmol* 2002; 34: 217-237.

Clinch TE, Benedetto DA, Felberg NT, Laibson PR. Schirmer's test. A closer look. *Arch Ophthalmol*. 1983 Sep;101(9):1383-6.

Corbelli E, Iuliano L, Bandello F, Fasce F. Comparative analysis of visual outcome with 3 intraocular lenses: monofocal, enhanced monofocal, and extended depth of focus. *J Cataract Refract Surg*. 2022;48(1):67-74.

Craig JP, Nelson JD, Azar DT. TFOS DEWS II Report Executive Summary. *Ocul Surf*. 2017;15(4):802-812

Craig JP, Nichols KK, Akpek EK, Caffery B, Dua HS, Joo CK, Liu Z, Nelson JD, Nichols JJ, Tsubota K, Stapleton F. TFOS DEWS II Definition and Classification Report. *Ocul Surf*. 2017 Jul;15(3):276-283.

Cumming BG, DeAngelis GC. The physiology of stereopsis. *Annu Rev Neurosci*. 2001;24:203-38.

Chandrakumar M, Colpa L, Reginald YA, Goltz HC, Wong AM. Measuring Contrast Sensitivity Using the M&S Smart System II versus the Pelli-Robson Chart. *Ophthalmology*. 2013;120(10):2160-1.

Chang DH, Janakiraman DP, Smith PJ, Buteyn A, Domingo J, Jones JJ, Christie WC. Visual outcomes and safety of an extended depth-of-focus intraocular lens: results of a pivotal clinical trial. *J Cataract Refract Surg*. 2022 Mar 1;48(3):288-297.

Chen J, Cranton W, Fihn M. *Handbook of visual display technology*. 2015

Cheng X, Thibos LN, Bradley A. Estimating visual quality from wavefront aberration measurements. *J Refract Surg*. 2003 Sep-Oct;19(5):S579-84.

Cho YK, Kim MS. Dry Eye After Cataract Surgery and Associated Intraoperative Risk Factors. *Korean Journal of Ophthalmology: KJO*. 2009;23(2):65-73.

Christiansen G, Durcan FJ, Olson RJ, et al. Glistenings in the Acrysof intraocular lens: pilot study. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:728-733.

Chua BE, Mitchell P, Cumming RG. Effects of cataract type and location on visual function: the Blue Mountains Eye Study. *Eye* 2004; 18: 765-772.

Chylack LT Jr, Wolfe JK, Singer DM, Leske MC, Bullimore MA, Bailey IL, Friend J, McCarthy D, Wu SY. The Lens Opacities Classification System III. The Longitudinal Study of Cataract Study Group. Arch Ophthalmol. 1993 Jun;111(6):831-6.

Cochener B, Cassan A, Omiel L. Prevalence of meibomian gland dysfunction at the time of cataract surgery. J Cataract Refract Surg. 2018; 44: 144-8.

Connell BJ, Kane JX. Comparison of the Kane formula with existing formulas for intraocular lens power selection. BMJ Open Ophthalmol. 2019 Apr 1;4(1)

Danysh BP and Duncan MK. The lens capsule. Exp Eye Res. 2009; 88: 151-164.

Davison JA. Positive and negative dysphotopsia in patients with acrylic intraocular lenses. J Cataract Refract Surg. 2000 Sep;26(9):1346-55.

de Juan V, Martín R, Pérez I, Herreras JM. Influencia de la longitud axial en el resultado refractivo tras cirugía de catarata [Influence of axial length in refractive outcome after cataract surgery]. Arch Soc Esp Oftalmol. 2010 Apr;85(4):144-8

de Luis Eguileor B, Martínez-Indart L, Martínez Alday N, Sacristán Egúen C, Cuadros Sánchez C. Differences in intermediate vision: monofocal intraocular lenses vs. monofocal extended depth of focus intraocular lenses. Arch Soc Esp Oftalmol. 2020 Nov;95(11):523-527.

de Silva SR, Evans JR, Kirthi V, Ziaei M, Leyland M. Multifocal versus monofocal intraocular lenses after cataract extraction. Cochrane Database Syst Rev. 2016

de Vries N, Webers C, Touwslager W. Dissatisfaction after implantation of multifocal intraocular lenses. J Cataract Refract Surg. 2011; 37: 859-865.

de Vries NE, Nuijts RM. Multifocal intraocular lenses in cataract surgery: literature review of benefits and side effects. J Cataract Refract Surg. 2013 Feb;39(2):268-78.

Dick H.B., Krummenauer F., Schwenn O., et al. Objective and subjective evaluation of photic phenomena after monofocal and multifocal intraocular lens implantation. Ophthalmology. 1999 Oct;106(10):1878-1886.

Du W, Lou W, Wu Q. Personalized aspheric intraocular lens implantation based on corneal spherical aberration: a review. Int J Ophthalmol. 2019 Nov 18;12(11):1788-1792.

Elkady B, Alio JL, Ortiz D, Montalban R. Corneal aberrations after microincision cataract surgery. J Cataract Refract Surg 2008; 34:40-45

Erie J, Banhauer M. Analysis of postoperative glare and intraocular lens design. *J Cataract Refract Surg* 2001; 27: 614–621.

Erie J, Banhauer M. Intraocular lens surfaces and their relationship to post operative glare. *J Cataract Refract Surg* 2003; 29: 336–341.

Eto T, Ohashi M, Nagata K, et al. Crystalline lens transmittance spectra and pupil sizes as factors affecting light-induced melatonin suppression in children and adults. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2021;41:900–910.

Fan-Paul NI, Li J, Sullivan J, Floriakis GJ. Night vision disturbances after corneal refractive surgery. *Surv Ophthalmol.* 2002;47:533-46.

Fernández EJ, Unterhuber A, Povazay B, Hermann B, Artal P, Drexler W. Chromatic aberration correction of the human eye for retinal imaging in the near infrared. *Opt Express.* 2006 Jun 26;14(13):6213-25.

Fernández-Vega-Cueto L, Vega F, Guerra-Velasco R, Millán MS, Madrid-Costa D, Alfonso JF. Optical and Clinical Outcomes of an Enhanced Monofocal Intraocular Lens for High Hyperopia. *J Refract Surg.* 2022 Sep;38(9):572-579.

Ferrer-Blasco T, Madrid-Costa D, García-Lázaro S, Cerviño A, Montés-Micó R. Stereopsis in bilaterally multifocal pseudophakic patients. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology.* 2011; 249: 245-251.

Ferrer-Blasco T, García-Lázaro S, Albarrán-Diego C, Pérez-Vives C, Montés-Micó R. Contrast sensitivity after refractive lens exchange with a multifocal diffractive aspheric intraocular lens. *Arq Bras Oftalmol.* 2013; 76: 63-68

García-Bella J, Ventura-Abreu N, Morales-Fernández L, Talavero-González P, Carballo-Álvarez J, Sanz-Fernández JC, Vázquez-Moliní JM, Martínez-de-la-Casa JM. Visual outcomes after progressive apodized diffractive intraocular lens implantation. *Eur J Ophthalmol.* 2018 May;28(3):282-286.

Garnham L, Sloper JJ. Effect of age on adult stereoacuity as measured by different types of stereotest. *Br J Ophthalmol.* 2006; 90:91-95.

Ghosh KS, Chauhan P. Crystallins and Their Complexes *Subcell Biochem.* 2019; 93: 439-460.

Gigon E, Bouthour W, Panos GD, Pajic B, Massa H. Real world outcomes of the new Tecnis Eyhance IOL. *Eur J Ophthalmol.* 2023 May;33(3):1390-1397.

Gil MÁ, Varón C, Cardona G, Buil JA. Far and Near Contrast Sensitivity and Quality of Vision with Six Presbyopia Correcting Intraocular Lenses. *J Clin Med.* 2022 Jul 17;11(14):4150

Glasser A, Campbell. Biometric, optical and physical changes in the isolated human crystalline lens with age in relation to presbyopia. *Vis Res* 1999; 39: 1991-2015.

Gothwal VK, Reddy SP, Sumalini R, Bharani S, Bagga DK. National Eye Institute Visual Function Questionnaire or Indian Vision Function Questionnaire for visually impaired: a conundrum. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2012;53(8):4730–4738.

Goto E, Yagi Y, Matsumoto Y, Tsubota K. Impaired functional visual acuity of dry eye patients. *Am J Ophthalmol*. 2002;133: 181-6.

Grossman HA, Sullivan P, Wu A. Quality of life and HIV: Current assessment tools and future directions for clinical practice. *AIDS Read* 2003; 13: 583-597.

Grzybowski A, Kanclerz P, Muzyka-Woźniak M. Methods for evaluating quality of life and vision in patients undergoing lens refractive surgery. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2019 Jun;257(6):1091-1099.

Gualdi L, Cappello V, Giordano C. The use of NIDEK OPD Scan II wavefront aberrometry in toric intraocular lens implantation. *J Refract Surg*. 2009 Jan;25(1 Suppl):S110-5.

Guirao A, Redondo M, Artal P. Optical aberrations of the human cornea as a function of age. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis* 2000; 17:1697–1702

Guirao A, Tejedor J, Artal P. Corneal aberrations before and after small-incision cataract surgery. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2004; 45:4312–4319.

Gupta N, Wolffsohn JS, Naroo SA. Optimizing measurement of subjective amplitude of accommodation with defocus curves. *J Cataract Refract Surg*. 2008;34:1329-38

Gupta PK, Drinkwater OJ, VanDusen KW, Brissette AR, Starr CE. Prevalence of ocular surface dysfunction in patients presenting for cataract surgery evaluation. *J Cataract Refract Surg*. 2018 Sep;44(9):1090-1096.

Han KE, Yoon SC, Ahn JM, Nam SM, Stulting RD, Kim EK, Seo KY. Evaluation of dry eye and meibomian gland dysfunction after cataract surgery. *Am J Ophthalmol*. 2014 Jun;157(6):1144-1150.

Hashemi H, Pakzad R, Yekta A. Global and regional prevalence of age-related cataract: a comprehensive systematic review and meta-analysis. *Eye (Lond)* 2020

Hayashi K, Hayashi H. Stereopsis in bilateral pseudophakic patients. *J Cataract Refract Surg*. 2004; 30: 1466-1470.

He W, Qiu X, Zhang S, Du Y, Zhang Y, Lu Y, Zhu X. Comparison of long-term decentration and tilt in two types of multifocal intraocular lenses with OPD-Scan III aberrometer. *Eye (Lond)*. 2018 Jul;32(7):1237-1243.

Heergaard S, Loumann Knudsen L, van Setten G. Nordic Guidelines 2016 for Dry Eye Disease; 2016. <http://www.youblisher.com/p/1517244-Dry-Eye-Disease-Nordic-Guidelines-2016>. Accessed October 20, 2017.

Henderson BA, Geneva II. Negative dysphotopsia: A perfect storm. *J Cataract Refract Surg*. 2015 Oct;41(10):2291-312.

Hejtmancik JF, Shiels A. Overview of the Lens. *Prog Mol Biol Transl Sci*. 2015;134:119-27.

Hipolito-Fernandes D, Elisa Luis M, Gil P, Maduro V, Feijao J, Yeo TK, Voytsekhivskyy O, Alves N. VRF-G, a New Intraocular Lens Power Calculation Formula: A 13-Formulas Comparison Study. *Clin Ophthalmol*. 2020; 14: 4395-402.

Hoffer K. Accuracy of intraocular ultrasound lens calculation. *Arch Ophthalmol* 1981; 99: 1819-1823

Hogarty D. T., Russell D. J., Ward B. M., Dewhurst N., Burt P. Comparing visual acuity, range of vision and spectacle independence in the extended range of vision and monofocal intraocular lens. *Clinical and Experimental Ophthalmology* . 2018;46(8):854–860.

Holladay JT, Lang A, Portney V. Analysis of edge glare phenomena in intraocular lens designs. *J Cataract Refract Surg* 1999; 25: 748–752.

Holladay JT, Zhao H, Reisin CR. Negative dysphotopsia: the enigmatic penumbra. *J Cataract Refract Surg*. 2012; 38: 1251–1265.

Ishida R, Kojima T, Dogru M, Kaido M, Matsumoto Y, Tanaka M, et al. The application of a new continuous functional visual acuity measurement system in dry eye syndromes. *Am J Ophthalmol*. 2005;139:253-8

Jeon YJ, Yoon Y, Kim TI, Koh K. Comparison Between an Intraocular Lens With Extended Depth of Focus (Tecnis Symphony ZXR00) and a New Monofocal Intraocular Lens With Enhanced Intermediate Vision (Tecnis Eyhance ICB00). *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*. 2021 Oct 1;10(6):542-547.

Jie Y, Xu L, Wu YY, Jonas JB. Prevalence of dry eye among adult Chinese in the Beijing Eye Study. *Eye (Lond)*. 2009; 23: 688-93.

Jin H, Limberger IJ, Ehmer A, Guo H, Auffarth GU. Impact of axis misalignment of toric intraocular lenses on refractive outcomes after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2010; 36: 2061-2072.

Jones L, Downie LE, Korb D. TFOS DEWS II Management and Therapy Report. *Ocul Surf.* 2017;15(3):575-628.

Ju RH, Chen Y, Chen HS, Zhou WJ, Yang W, Lin ZD, Wu ZM. Changes in ocular surface status and dry eye symptoms following femtosecond laser-assisted cataract surgery. *Int J Ophthalmol.* 2019 Jul 18;12(7):1122-1126.

Kamiya, K. (2014). Pupil Size and Postoperative Visual Function. In: Bissen-Miyajima, H., Koch, D., Weikert, M. (eds) *Cataract Surgery: Maximizing Outcomes Through Research.* Springer, Tokyo.

Kane JX, Van Heerden A, Atik A, Petsoglou C. Intraocular lens power formula accuracy: comparison of 7 formulas. *J Cataract Refract Surg* 2016; 42(10): 1490-500

Kanellopoulos AJ, Asimellis G, Georgiadou S. Digital pupillometry and centroid shift cross mark changes after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2015;41:408-414

Kang KH, Song MY, Kim KY, Hwang KY, Kwon YA, Koh K. Visual Performance and Optical Quality after Implantation of a New Generation Monofocal Intraocular Lens. *Korean J Ophthalmol.* 2021 Apr;35(2):112-119.

Kasetsuwan N, Satitpitakul V, Changul T, Jariyakosol S. Incidence and pattern of dry eye after cataract surgery. *PLoS One.* 2013; 8: e78657.

Kelly SA, Pang Y, Klemencic S. Reliability of the CSV-1000 in adults and children. *Optom Vis Sci.* 2012; 89: 1172-1181.

Kessel L, Andresen J, Tendal B, Erngaard D, Flesner P, Hjortdal J. Toric intraocular lenses in the correction of astigmatism during cataract surgery: A systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology.* 2016; 123: 275-286

Khanal S, Tomlinson A, McFadyen A, Diaper C, Ramaesh K. Dry eye diagnosis. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2008; 49:1407-1414.

Kim JW, Eom Y, Chung HW, Song JS, Jeong JW, Park SK, Kim HM. Factors for good near and distance visual outcomes of multifocal intraocular lens with inferior segmental near add. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2020 Aug;258(8):1735-1743.

Kniestedt C, Stamper RL. Visual acuity and its measurement. *Ophthalmol Clin N Am.* 2003;16:155-70

Koch DD, Samuelson SW, Villarreal R, Haft EA, Kohnen T. Changes in pupil size induced by phacoemulsification and posterior chamber lens implantation: consequences for multifocal lenses. *J Cataract Refract Surg.* 1996 Jun;22(5):579-84.

Kohnen T, Böhm M, Hemkepler E, Schönbrunn S, DeLorenzo N, Petermann K, Herzog M. Visual performance of an extended depth of focus intraocular lens for treatment selection. *Eye (Lond).* 2019 Oct;33(10):1556-1563.

Kovac B, Vukosavljevic M, Djokic Kovac J, et al. Validation and cross-cultural adaptation of the National Eye Institute Visual Function Questionnaire (NEI VFQ-25) in Serbian patients. *Health Qual Life Outcomes.* 2015;13(1):142.

Kuszk JR, Brown HG. Embriology and Anatomy of the Lens. In: Albert DM, Jakobiec FA *Principles and Practice of Ophthalmology.* Philadelphia: WB Saunders Co; 1994: Ch 5: 82-96.

Labuz G, Reus NJ, van den Berg TJ. Comparison of ocular straylight after implantation of multifocal intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2016 Apr;42(4):618-25.

Lakshminarayanan V, Fleck A. Zernike polynomials: a guide, *Journal of Modern Optics*, 2011, vol. 58, p. 545.

Lane SS, Morris M, Nordan L, Packer M, Tarantino N, Wallace RB. Multifocal intraocular lenses. *Ophthalmol Clin North Am.* 2006 Mar;19(1):89–105.

Law EM, Aggarwal RK, Kasaby H. Clinical outcomes with a new trifocal intraocular lens. *Eur J Ophthalmol.* 2014;24:501-8.

Lee JH, Moon SY, Chung HS, Park SY, Lee H, Kim JY, et al. Clinical outcomes of a monofocal intraocular lens with enhanced intermediate function compared with an extended depth-of-focus intraocular lens. *J Cataract Refract Surg.* 2022;48:61–66.

Leyland M, Pringle E. Multifocal versus monofocal intraocular lenses after cataract extraction. *Cochrane Database Syst Rev* 2006;(4):CD003169.

Li XM, Hu L, Hu J, Wang W (2007) Investigation of dry eye disease and análisis of the pathologic factors in patients after cataract surgery. *Cornea* 26(9 suppl 1): S16–20.

Liang JL, Tian F, Zhang H, Teng H. Combination of Toric and multifocal intraocular lens implantation in bilateral cataract patients with unilateral astigmatism. *Int J Ophthalmol.* 2016 Dec 18;9(12):1766-1771.

Linke S, Baviera J, Munzer G. Mesopic pupil size in a refractive surgery population (13,959 eyes). *Optom Vis Sci.* 2012; 89: 1156-1164.

Linz K, Attia MS, Khoramnia R, Tandogan T, Kretz FT, Auffarth GU. Clinical Evaluation of Reading Performance Using the Salzburg Reading Desk With a Refractive Rotational Asymmetric Multifocal Intraocular Lens. *J Refract Surg.* 2016 Aug 1;32(8):526-32.

Liu YC, Wilkins M, Kim T, Malyugin B, Mehta JS. Cataracts. *Lancet.* 2017 Aug 5;390(10094):600-612.

Liu Z, Luo L, Zhang Z, Cheng B, Zheng D, Chen W, Lin Z, Yang W, Liu Y, Zhang M, Xiao Q, Chen J. [Tear film changes after phacoemulsification]. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi.* 2002 May;38(5):274-7.

Lombardo M, Lombardo G. Wave aberration of human eyes and new descriptors of image Optical Quality and visual performance. *J Cataract Refract Surg.* 2010;36:313-31.

Mabed IS, Saad A, Guilbert E, Gatinel D. Measurement of pupil center shift in refractive surgery candidates with caucasian eyes using infrared pupillometry. *J Refract Surg.* 2014; 30: 694-700.

MacRae S, Holladay JT, Glasser A, Calogero D, Hilmantel G, Masket S, Stark W, Tarver ME, Nguyen T, Eydelman M. Special Report: American Academy of Ophthalmology Task Force Consensus Statement for Extended Depth of Focus Intraocular Lenses. *Ophthalmology.* 2017 Jan;124(1):139-141.

Maeda N. Evaluación de la calidad óptica corneal para los LIOs Premium con el Pentacam HR en tomografía corneal basada en la elevación. Londres: Jaypee-Highlights Medical Publishers. 2012; p. 197-203.

Mangione CM, Lee PP, Gutierrez PR, Spritzer K, Berry S, Hays RD. National Eye Institute Visual Function Questionnaire Field Test Investigators. Development of the 25-item National Eye Institute Visual Function Questionnaire. *Arch Ophthalmol.* 2001 Jul;119(7):1050-8.

Martin R, Vecilla G. Manual de optometría. Madrid: Ed.Panamericana. 2018.

Martínez de Carneros-Llorente A, Martínez de Carneros A, Martínez de Carneros-Llorente P, Jiménez-Alfaro I. Comparison of visual quality and subjective outcomes among 3 trifocal intraocular lenses and 1 bifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg.* 2019 May;45(5):587-594.

Mathur A, Gehrmann J, Atchison DA. Influences of luminance and accommodation stimuli on pupil size and pupil center location. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2014; 55: 2166-2172.

Maurino V, Allan BD, Rubin GS, Bunce C, Xing W, Findl O; Moorfields IOL Study Group. Quality of vision after bilateral multifocal intraocular lens implantation: a randomized trial--AT LISA 809M versus AcrySof ReSTOR SN6AD1. *Ophthalmology*. 2015 Apr;122(4):700-10.

McAlinden C, Pesudovs K, Moore JE. The development of an instrument to measure quality of vision: the Quality of Vision (QoV) questionnaire. *Investigative ophthalmology & visual science*. 2010;51(11):5537-45.

McBrien NA, Millodot M. Amplitude of accommodation and refractive error. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1986; 27: 1187- 90.

McNeely RN, Pazo E, Spence A, Richo O, Nesbit MA, Moore TCB, Moore JE. Visual outcomes and patient satisfaction 3 and 12 months after implantation of a refractive rotationally asymmetric multifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg*. 2017 May;43(5):633-638.

Mencucci R, Cennamo M, Venturi D, et al. Visual outcome, optical quality, and patient satisfaction with a new monofocal IOL, enhanced for intermediate vision: Preliminary results. *J Cataract Refract Surg* 2020;46:3:378-387.

Mencucci R, Stefanini S, Favuzza E, Cennamo M, De Vitto C, Mossello E. Beyond vision:Cataract and health status in old age, a narrative review. *Front Med (Lausanne)*. 2023 Mar 16;10:1110383.

Mendicute J, Kapp A, Lévy P, Krommes G, Arias-Puente A, Tomalla M, Barraquer E, Rozot P, Bouchut P. Evaluation of visual outcomes and patient satisfaction after implantation of a diffractive trifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg*. 2016 Feb;42(2):203-10.

Merayo J, Benítez JM, Montero J, Galarreta D, Alejandre N. Guías españolas para el tratamiento de la enfermedad de ojo seco. SESOC. 2018.

Miháltz K, Kránitz K, Kovács I. Shifting of the line of sight in keratoconus measured by a hartmann-shack sensor. *Ophthalmology*. 2010; 117 (1), 41-48.

Monaco G, Gari M, Di Censo F, Poscia A, Ruggi G, Scialdone A. Visual performance after bilateral implantation of 2 new presbyopia-correcting intraocular lenses: Trifocal versus extended range of vision. *J Cataract Refract Surg*. 2017 Jun;43(6):737-747.

Montés-Micó R, Alió JL, Muñoz G, Charman WN. Temporal changes in optical quality of air-tear film interface at anterior cornea after blink. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci*. 2004; 45: 1752-1757.

Montes-Micó R, Alió JL, Muñoz G, Pérez-Santonja JJ, Charman WN. Postblink changes in total and corneal aberrations. *Ophthalmology*. 2004; 111:758-67.

Montés-Micó R, Alió JL. Distance and near contrast sensitivity function after multifocal intraocular lens implantation. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2003; 29: 703-711.

Montés-Micó R, Cerviño A, Ferrer-Blasco T, García-Lázaro S, Madrid-Costa D. The tear film and the optical quality of the eye. *Ocul Surf*. 2010 Oct;8(4):185-92.

Moore JE, McNeely RN, Pazo EE, Moore TC. Rotationally asymmetric multifocal intraocular lenses: preoperative considerations and postoperative outcomes. *Curr Opin Ophthalmol*. 2017 Jan;28(1):9-15.

Morales-Fernández L, Perez-Álvarez J, García-Catalán R, Benítez del Castillo JM, García- Sánchez J. Correlación clínico-histológica en los pacientes con ojo seco. *Arch Soc Esp Oftalmol*. 2010;85(7): 239-245.

Mrochen M, Kaemmerer M, Mierdel P, et al. Principles of Tscherning aberrometry. *J Refract Surg* 2000; 16: S570-1.

Muñoz G, Albarrán-Diego C, Ferrer-Blasco T, Sakla HF, García-Lázaro S. Visual function after bilateral implantation of a new zonal refractive aspheric multifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg*. 2011 Nov;37(11):2043-52.

Muñoz-Hernández AM, Galbis-Estrada C, Santos-Bueso E, et al. Metabólica de la lágrima. *Arch Soc Esp Oftalmol*. 2016;91(4):157-159.

Murali A, Krishnaswamy M. Study of meibomian gland dysfunction in patients undergoing cataract surgery from rural ophthalmology camps. *Delhi J Ophthalmol* 2017; 27:227–229

Mutyala S. Contrast Sensitivity Evaluation after LASIK. *Ophthalmology* 2000; 107: 1864-7.

Nanavaty MA, Ashena Z, Gallagher S, Borkum S, Frattaroli P, Barbon E. Visual Acuity, Wavefront Aberrations, and Defocus Curves With an Enhanced Monofocal and a Monofocal Intraocular Lens: A Prospective, Randomized Study. *J Refract Surg*. 2022 Jan;38(1):10-20.

Naujokaitis T, Zhao L, Scharf D, Khoramnia R, Auffarth GU. Monofocal intraocular lens with enhanced intermediate function as substitute for multifocal intraocular lens in positive dysphotopsia. *Am J Ophthalmol Case Rep*. 2022 Apr 10;26:101511.

Nishi T, Taketani F, Ueda T, Ogata N. Comparisons of amplitude of pseudoaccommodation with aspheric yellow, spherical yellow, and spherical clear monofocal intraocular lenses. *Clin. Ophthalmol.* 2013; 7: 2159-2164.

Nuzzi R, Tripoli F, Ghilardi A. Evaluation of the Effects of Multifocal Intraocular Lens Oculentis LENTIS Mplus LS-313 MF30 on Visual Performance in Patients Affected by Bilateral Cataract and Treated with Phacoemulsification. *J Ophthalmol.* 2022 Aug 30;2022:1315480.

Oh T, Jung Y, Chang D, Kim J, Kim H. Changes in the tear film and ocular surface after cataract surgery. *Jpn J Ophthalmol.* 2012 Mar;56(2):113-8.

Ohtani S, Miyata K, Samejima T, Honbou M, Oshika T. Intraindividual comparison of aspherical and spherical intraocular lenses of same material and platform. *Journal of Ophthalmology.* 2009; 116: 896-901.

Olsen T. Calculation of intraocular lens power: a review. *Acta Ophthalmol Scand* 2007; 85(5): 472-85

Ordiñaga-Monreal E, Castanera-Gratacós D, Castanera F, Fambuena-Muedra I, Vega F, Millán MS. Pupil size differences between female and male patients after cataract surgery. *J Optom.* 2022 Apr-Jun;15(2):179-185.

Osher RH. Negative dysphotopsia: long-term study and possible explanation for transient symptoms. *J Cataract Refract Surg.* 2008 Oct;34(10):1699-707.

Oshika T, Klyce SD, Applegate RA, Howland HC. Changes in corneal wavefront aberrations with aging. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1999; 40:1351–1355

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 (Lond).* 2015 May;29(5):649-55.

Packer M, Fine I, Hoffman R, Coffman P, Brown L. Immersion A-scan compared with partial coherence interferometry: outcomes analysis. *J Cataract Refract Surg* 2002; 28:239-242.

Pazo EE, McNeely RN, Richoz O, Nesbit MA, Moore TCB, Moore JE. Pupil influence on the quality of vision in rotationally asymmetric multifocal IOLs with surface-embedded near segment. *J Cataract Refract Surg.* 2017 Nov;43(11):1420-9.

Pedrotti E, Carones F, Aiello F, Mastropasqua R, Bruni E, Bonacci E, Talli P, Nucci C, Mariotti C, Marchini G. Comparative analysis of visual outcomes with 4 intraocular lenses: Monofocal, multifocal, and extended range of vision. *J Cataract Refract Surg.* 2018 Feb;44(2):156-167.

Pei X, Bao Y, Chen Y, Li X. Correlation of lens density measured using Pentacam Scheimpflug system with LOCS III grading score and visual acuity in age-related nuclear cataract. *Br J Ophthalmol* 2008 Jun 27

Pelli DG, Bex P. Measuring contrast sensitivity. *Vision Res.* 2013;90:10-14.

Peng C, Zhao J, Ma L, Qu B, Sun Q, Zhang J. Optical performance after bilateral implantation of apodized aspheric diffractive multifocal intraocular lenses with +3.00-D addition power. *Acta Ophthalmol.* 2012 Dec;90(8):e586-93.

Petermeier K, Frank C, Gekeler F, Spitzer MS, Messias A, Szurman P. Influence of the pupil size on visual quality and spherical aberration after implantation of the Tecnis 1-piece intraocular lens. *Br J Ophthalmol.* 2011 Jan;95(1):42-5.

Pieh S, Kellner C, Hanselmayer G, Lackner B, Schmidinger G, Walkow T, et al. Comparison of visual acuities at different distances and defocus curves. *J Cataract Refract Surg.* 2002;28: 1964-7.

Pilger D, Homburg D, Brockmann T, Torun N, Bertelmann E, von Sonnleithner C. Clinical outcome and higher order aberrations after bilateral implantation of an extended depth of focus intraocular lens. *Eur J Ophthalmol.* 2018 Jul;28(4):425-432.

Plaza-Puche AB, Alio JL. Analysis of defocus curves of different modern multifocal intraocular lenses. *Eur J Ophthalmol.* 2016; 26: 412-7.

Porter J, Guirao A, Cox IG, Williams DR. Monochromatic aberrations of the human eye in a large population. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis* 2001; 18: 1793–1803.

Poyales F, Garzón N, Poyales C, Poyales B. Clinical Outcomes with a New Model of Extended Depth of Focus Intraocular Lens. *Open Journal of Ophthalmology.* 2018; 18: 161-170.

Puell MC, Benítez-del-Castillo JM, Martínez-de-la-Casa J, Sánchez-Ramos C, Vico E, Pérez-Carrasco MJ, et al. Contrast sensitivity and disability glare in patients with dry eye. *Acta Ophthalmol Scand.* 2006;84:527-31.

Rabensteiner DF, Aminfar H, Boldin I, Schwantzer G, Horwath-Winter J. The prevalence of meibomian gland dysfunction, tear film and ocular surface parameters in an Austrian dry eye clinic population. *Acta Ophthalmol.* 2018 Sep;96(6):e707-e711.

Ram J, Gupta A, Brar GS, Kaushik S, Gupta A (2002) Outcomes of phacoemulsification in patients with dry eye. *J Cataract Refract Surg* 28: 1386–9.

Ramón ML, Piñero DP, Pérez-Cambrodí RJ. Correlation of visual performance with quality of life and intraocular aberrometric profile in patients implanted with rotationally asymmetric multifocal IOLs. *J Refract Surg*. 2012 Feb;28(2):93-9.

Read JC. Stereo vision and strabismus. *Eye (Lond)*. 2015;29(2):214-224.

Redruello-Guerrero P, Rivera-Izquierdo M, Jiménez-Gutiérrez C, Láinez-Ramos-Bossini AJ, Yela R, López-Marín I. Improvement of intermediate vision with new monofocal intraocular lenses: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Ophthalmol*. 2023 May;33(3):1308-1319.

Rocha KM, Vabre L, Chateau N, Krueger RR. Expanding Depth of focus by modifying higher-order aberrations induced by an adaptive optics visual simulator. *J Cataract Refract Surg*. 2009;35(11):1885-1892.

Rosa AM, Loureiro Silva MF, Lobo C, Mira JB, Farinha CL, Póvoa JA, Castelo-Branco M, Murta JN. Comparison of visual function after bilateral implantation of inferior sector-shaped near-addition and diffractive-refractive multifocal IOLs. *J Cataract Refract Surg*. 2013 Nov;39(11):1653-9

Rosa AM, Miranda ÂC, Patrício M, McAlinden C, Silva FL, Murta JN, Castelo-Branco M. Functional magnetic resonance imaging to assess the neurobehavioral impact of dysphotopsia with multifocal intraocular lenses. *Ophthalmology*. 2017; 124:1280–1289

Rozema JJ, Van Dyck DE, Tassignon MJ. Clinical comparison of 6 aberrometers. Part 1: Technical specifications. *J Cataract Refract Surg* 2005; 31: 1114-27.

Ruiz Mesa R, Tañá Rivero P. Óptica para el cirujano refractivo. *Monografías Secoir*. 2015.

Ruiz-Mesa R, Abengózar-Vela A, Ruiz-Santos M. A comparative study of the visual outcomes between a new trifocal and an extended depth of focus intraocular lens. *Eur J Ophthalmol*. 2018 Mar;28(2):182-187.

Sabur H, Unsal U. Visual outcomes of non-diffractive extended-depth-of-focus and enhanced monofocal intraocular lenses: a case-control study. *Eur J Ophthalmol*. 2023;33(1):262–268.

Sajjani R, Raia S, Gibbons A, Chang V, Karp CL, Sarantopoulos CD, Levitt RC, Galor A. Epidemiology of Persistent Postsurgical Pain Manifesting as Dry Eye-Like Symptoms After Cataract Surgery. *Cornea*. 2018 Dec;37(12):1535-1541.

Santhiago MR, Netto MV, Barreto J Jr, et al. Wavefront analysis, contrast sensitivity, and depth of focus after cataract surgery with aspherical intraocular lens implantation. *Am J Ophthalmol*. 2010;149(3):383-9.e1-2.

Savini G, Schiano-Lomoriello D, Balducci N, Barboni P. Visual Performance of a New Extended Depth-of-Focus Intraocular Lens Compared to a Distance-Dominant Diffractive Multifocal Intraocular Lens. *J Refract Surg*. 2018 Apr 1;34(4):228-235.

Schallhorn S, Brown M, Venter J, Teenan D. Early clinical outcomes of wavefront-guided myopic LASIK treatments using a new-generation hartmann-shack aberrometer. *J. Refract. Surg*. 2014; 30 (1), 14-21.

Schallhorn JM, Pantanelli SM, Lin CC, Al-Mohtaseb ZN, Steigleman WA 3rd, Santhiago MR, Olsen TW, Kim SJ, Waite AM, Rose-Nussbaumer JR. Multifocal and Accommodating Intraocular Lenses for the Treatment of Presbyopia: A Report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology*. 2021 Oct;128(10):1469-1482.

Schaumberg DA, Nichols JJ, Papas EB, Tong L, Uchino M, Nichols KK. The international workshop on meibomian gland dysfunction: report of the subcommittee on the epidemiology of, and associated risk factors for, MGD. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2011 Mar 30;52(4):1994-2005.

Schmickler S, Bautista CP, Goes F, Shah S, Wolffsohn JS. Clinical evaluation of a multifocal aspheric diffractive intraocular lens. *Br J Ophthalmol*. 2013 Dec;97(12):1560-4.

Schmidt P, Maguire M, Moore B, Cyert L; Vision in Preschoolers Study Group. Testability of preschoolers on stereotests used to screen vision disorders. *Optom Vis Sci*. 2003 Nov;80(11):753-7.

Schuster AK, Tesarz J, Vossmerbaeumer U. The impact on vision of aspheric to spherical monofocal intraocular lenses in cataract surgery: a systematic review with meta-analysis. *Ophthalmology*. 2013 Nov;120(11):2166-75

Schweers MA, Baker JD. Comparison of Titmus and two Randot tests in monofixation. *Am Orthopt J* 1992; 42:135.

Schwiegerling J. Recent developments in pseudophakic dysphotopsia. *Curr Opin Ophthalmol*. 2006 Feb;17(1):27-30.

Shambhu S, Shanmuganathan VA, Charles SJ. The effect of lens design on dysphotopsia in different acrylic IOLs. *Eye (Lond)*. 2005 May;19(5):567-70.

Shen J, Zhang L, Ni S, Cai L, Guo H, Yang J. Comparison of Visual Outcomes and Quality of Life in Patients with High Myopic Cataract after Implantation of AT LISA Tri 839MP and LS-313 MF30 Intraocular Lenses. *J Ophthalmol.* 2022 Feb 28;2022:5645752.

Sheng H, Bottjer CA, Bullimore MA. Ocular component measurement using the Zeiss IOLMaster. *Optom Vis Sci* 2004; 81: 27-34.

Shodai R, Negishi K, Arai H, Toda I, Torii H, Tsubota K. Comparative analysis of the visual and refractive outcomes of a refractive segmented multifocal intraocular lens with and without toricity: 1-year results. *Jpn J Ophthalmol.* 2017 Mar;61(2):142-149.

Siak JJ, Tong L, Wong WL, Cajucom-Uy H, Rosman M, Saw SM, Wong TY. Prevalence and risk factors of meibomian gland dysfunction: the Singapore Malay eye study. *Cornea.* 2012 Nov;31(11):1223-8.

Sieburth R, Chen M. Intraocular lens correction of presbyopia. *Taiwan J Ophthalmol* 2019; 9: 4-17

Son HS, Khoramnia R, Yildirim TM, Baur I, Labuz G, Auffarth GU. Functional Outcomes and Reading Performance After Combined Implantation of a Small-Aperture Lens and a Segmental Refractive Bifocal Lens. *J Refract Surg.* 2019 Sep 1;35(9):551-558

Song IS, Kim MJ, Yoon SY, Kim JY, Tchah H. Higher-order aberrations associated with better near visual acuity in eyes with aspheric monofocal IOLs. *J Refract Surg.* 2014 Jul;30(7):442-6.

Souza C, Muccioli C, Soriano E, Chalita M, Oliveira F, Freitas L, Meire L, Tamaki C, Belfort R. Visual Performance of AcrySof ReSTOR Apodized Diffractive IOL: A Prospective Comparative Trial. *Am J Ophthalmol* 2006; 141:827-832.

Stapleton F, Alves M, Bunya VY, Jalbert I, Lekhanont K, Malet F. TFOS DEWS II Epidemiology report. *Ocul Surf.* 2017; 15: 334-65

Steinmüller LN, Greve D, Rua Amaro D, Bertelmann E, von Sonnleithner C. Analysis of higher-order aberrations in relation to the clinical outcome of an enhanced monofocal IOL. *Eur J Ophthalmol.* 2022 Oct 22:11206721221134171.

Stifter E, Sacu S, Thaler A, Weghaut S. Contrast acuity in cataracts of different morphology and association to self-reported visual function. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006; 47: 5412-5422).

Stifter E, Sacu S, Weghaupt H. Functional vision with cataracts of different morphologies: comparative study. *J Cataract Refract Surg* 2004; 30: 1883-1891).

Strenk SA, Semmlow JL, Strenk LM, Muñoz P, Gronlund-Jacob J, De-Marco JK. Age-related changes in human ciliary muscle and lens: a magnetic resonance imaging study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1999; 40: 1162-1169.

Sudhir R., Dey A., Bhattacharya S., Bahulayan A. AcrySof IQ PanOptix intraocular lens versus extended depth of focus intraocular lens and trifocal intraocular lens: a clinical overview. *Asia-Pacific Journal of Ophthalmology* . 2019;8(4):335–349.

Taketani F, Yukawa E, Yoshii T, Sugie Y, Hara Influence of intraocular lens optical design on high-order aberrations. *J Cataract Refract Surg*. 2005; 31:969–972.

Tchah H, Nam K, Yoo A. Predictive factors for photic phenomena after refractive, rotationally asymmetric, multifocal intraocular lens implantation. *Int J Ophthalmol*. 2017; 10: 241-245.

Tong L, Waduthantri S, Wong TY, Saw SM, Wang JJ, Rosman M, Lamoureux E. Impact of symptomatic dry eye on vision-related daily activities: the Singapore Malay Eye Study. *Eye (Lond)*. 2010 Sep;24(9):1486-91.

Tong N, He JC, Lu F, Wang Q, Qu J, Zhao Y- E. Changes in corneal wavefront aberrations in microincision and small-incision cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2008; 34:2085–2090.

Tran DB, Owyang A, Hwang J, Potvin R. Visual Acuity, Quality of Vision, and Patient-Reported Outcomes After Bilateral Implantation with a Trifocal or Extended Depth of Focus Intraocular Lens. *Clin Ophthalmol*. 2021 Feb 3;15:403-412.

Unsal U, Sabur H. Comparison of new monofocal innovative and standard monofocal intraocular lens after phacoemulsification. *Int Ophthalmol*. 2021 Jan;41(1):273-282.

Vámosi P, Csákány B, Németh J. Intraocular lens exchange in patients with negative dysphotopsia symptoms. *J Cataract Refract Surg*. 2010 Mar;36(3):418-24.

Van der Berg TJ, Franssen L, Coppens JE. Ocular media clarity and straylight. En: Dart AD, Bershare JC, Dana R, editors. *Encyclopedia of the eye*. Oxford: Academic Press; 2010; vol. 3; p.173-83.

Vargas V, Ferreira R, Alió Del Barrio JL, Alió JL. Visual Outcomes, Patient Satisfaction, and Light Distortion Analysis After Blended Implantation of Rotationally Asymmetric Multifocal Intraocular Lenses. *J Refract Surg*. 2020 Dec 1;36(12):796-803.

Varón C, Gil MA, Alba-Bueno F, Cardona G, Vega F, Millán MS, Buil JA. Stereo-acuity in patients implanted with multifocal intraocular lenses: is the choice of stereotest relevant? *Curr Eye Res.* 2014 Jul;39(7):711-9.

Vega F, Millán MS, Gil MA, Garzón N. Optical Performance of a Monofocal Intraocular Lens Designed to Extend Depth of Focus. *J Refract Surg.* 2020 Sep 1;36(9):625-632.

Venter J.A., Pelouskova M., Collins B.M., et al. Visual outcomes and patient satisfaction in 9366 eyes using a refractive segmented multifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg.* 2013 Oct;39(10):1477–1484

Venter JA, Barclay D, Pelouskova M, Bull CE. Initial experience with a new refractive rotationally asymmetric multifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2014; 30:770–776

Venter JA, Pelouskova M, Bull CE, Schallhorn SC, Hannan SJ. Visual outcomes and patient satisfaction with a rotational asymmetric refractive intraocular lens for emmetropic presbyopia. *J Cataract Refract Surg.* 2015 Mar;41(3):585-93.

Venter JA, Pelouskova M, Collins BM, Schallhorn SC, Hannan SJ. Visual outcomes and patient satisfaction in 9366 eyes using a refractive segmented multifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg.* 2013 Oct;39(10):1477-84.

Vidal R. Understanding and Interpreting optical aberrations. *Cien. Tecnol. Salud. Vis. Ocul.* 2011; 9 (2), 105-122.

Villa C, Gutiérrez R, Jiménez JR, González-Meijome JM. Night vision disturbances after successful LASIK surgery. *Br J Ophthalmol.* 2007;91:1031-7.

Vinas M, de Gracia P, Dorransoro C, Sawides L, Marin G, Hernández M, Marcos S. Astigmatism impact on visual performance: meridional and adaptational effects. *Optom Vis Sci.* 2013 Dec;90(12):1430-42.

Vision in Preschoolers Study Group, Schmidt P, Maguire M, Kulp M, Dobson V, Quinn G. Random Dot E stereotest: testability and reliability in 3- to 5-year-old children. *J AAPOS.* 2006;10(6):507-514.

Viso E, Rodríguez-Ares MT, Abelenda D, Oubiña B, Gude F. Prevalence of asymptomatic and symptomatic meibomian gland dysfunction in the general population of Spain. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2012 May 4; 53 (6): 2601-6.

Voytsekhivskyy OV, Hoffer KJ, Savini G, Tutchenko LP, Hipólito-Fernandes D. Clinical Accuracy of 18 IOL Power Formulas in 241 Short Eyes. *Curr Eye Res.* 2021 Dec;46(12):1832-1843.

Wan KH, Liao XL, Yu M, Tsui RWY, Chow VWS, Chong KKL, Chan TCY. Wavefront aberrometry repeatability and agreement-A comparison between Pentacam AXL Wave, iTrace and OPD-Scan III. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2022 Sep 14.

Wan Y, Zhao L, Huang C, et al. Validation and comparison of the National Eye Institute Visual Functioning Questionnaire-25 (NEI VFQ-25) and the Visual Function Index-14 (VF-14) in patients with cataracts: a multicentre study [published online ahead of print, 2020 Sep 17]. *Acta Ophthalmol.* 2020;99(4):e480–e488.

Wang IJ, Hu FR. The new generation of diffractive multifocal intraocular lenses. *J Formos Med Assoc.* 2009; 108(2): 83-6.

Wang L, Dai E, Koch DD, Nathoo A. Optical aberrations of the human anterior cornea. *J Cataract Refract Surg.* 2003 Aug;29(8):1514-21.

Weeber HA, Meijer ST, Piers PA. Extending the range of vision using diffractive intraocular lens technology. *J Cataract Refract Surg.* 2015; 41: 2746-2754

Werner L. Intraocular Lenses: Overview of Designs, Materials, and Pathophysiologic Features. *Ophthalmology.* 2021 Nov;128(11):e74-e93.

Westheimer G, Liang J. Influence of ocular scatter on the eye's optical performance. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis.* 1995; 12:1417-24.

Willcox MDP, Argüeso P, Georgiev GA, et al. TFOS DEWS II Tear Film Report. *Ocul Surf.* 2017;15(3):366-403.

Wolffsohn JS, Arita R, Chalmers R, et al. TFOS DEWS II Diagnostic Methodology report. *Ocul Surf.* 2017;15(3):539-574.

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

Wride M.A. Lens fibre cell differentiation and organelle loss: Many paths lead to clarity. *Phil Trans of the R Soc B: Biol Sci.* 2011; 366: 1219-1233.

Xu Z, Li W, Wu L, Xue S, Chen X, Wu Q. Comparison of the Clinical Performance of Refractive Rotationally Asymmetric Multifocal IOLs with Other Types of IOLs: A Meta-Analysis. *J Ophthalmol.* 2018 Sep 27

Yamaguchi T, Negishi K, Ono T, et al. Feasibility of spherical aberration correction with aspheric intraocular lenses in cataract surgery based on individual pupil diameter. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:1725–33.

Yamauchi T, Tabuchi H, Takase K, Ohsugi H, Ohara Z, Kiuchi Y. Comparison of visual performance of multifocal intraocular lenses with same material monofocal intraocular lenses. *PLoS One*. 2013 Jun;8(6).

Yang Y, Thompson K, Burns SA. Pupil location under mesopic, photopic, and pharmacologically dilated conditions. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2002; 43: 2508-2512.

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 Dec;68(12):3025-3029.

Yao K, Tang X, Ye P. Corneal astigmatism, high order aberrations, and optical quality after cataract surgery: microincision versus small incision. *J Refract Surg* 2006; 22:S1079–S1082.

Yazdani M, Elgstøen KBP, Rootwelt H, Shahdadfar A, Utheim ØA, Utheim TP. Tear Metabolomics in Dry Eye Disease: A Review. *Int J Mol Sci*. 2019;20(15):3755.

Ye L, Chen T, Hu Z, Yang Q, Su Q, Li J. Comparison of the visual performance between Oculentis MF30 and Tecnis ZMB00 multifocal intraocular lenses. *Ann Transl Med*. 2021 Jan;9(2):144.

Yeu E., Cuozzo S. Matching the patient to the intraocular lens: preoperative considerations to optimize surgical outcomes. *Ophthalmology* . 2021;128(11):e132–e141.

Zamora MG, Caballero EF, Maldonado MJ. Short-term changes in ocular surface signs and symptoms after phacoemulsification. *Eur J Ophthalmol*. 2020 Nov;30(6):1301-1307.

Zampighi GA, Eskandari S, Kreman M. Epithelial organization of the mammalian lens. *Exp Eye Res*. 2000; 71: 415-435

Zhu M, Fan W, Zhang G. Stereopsis and visual acuity: Bilateral trifocal versus blended extended depth of focus and diffractive bifocal intraocular lenses. *Front Med (Lausanne)*. 2022 Oct 19;9:1042101.

10. Anexos

ANEXO I. Dictamen del comité de ética del HGURS



DICTAMEN DEL COMITÉ DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN DEL HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO REINA SOFÍA ÁREA DE SALUD VII DE MURCIA

D^a Inmaculada Sellés Navarro, presidenta del Comité de Ética de la Investigación del Hospital General Universitario Reina Sofía, Área de Salud VII, Murcia Este, le notifica que en la sesión celebrada el 29/09/2020, se examinó la propuesta para que se lleve a cabo en este ámbito el proyecto: **“Estudio de la calidad visual y de las curvas de desenfoque en pacientes con lentes intraoculares refractivas”**, que realizará como investigador principal D. Francisco José Pozo Lorenzo.

Que en esta reunión los miembros del CEI presentes que figuran en el Anexo I y se cumplieron los requisitos establecidos en la legislación vigente R.D. 1090/2015, y que el CEI, tanto en su composición como en sus procedimientos, cumple con las normas BCP (CPMP/ICH/135/95), que regulan su funcionamiento.

Se considera que:

- El estudio cumple con los principios y garantías de la Ley de Investigación Biomédica 14/2007, de 3 de julio, y su realización es pertinente.
- El seguro o la garantía financiera previstos son adecuados.
- Se cumplen los requisitos de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto, teniendo en cuenta los beneficios esperados.
- El procedimiento para obtener el consentimiento informado de los pacientes es adecuado, incluyendo el modelo empleado para dicho documento y para la hoja de información a los mismos.
- El plan de reclutamiento de sujetos previsto es adecuado, así como las compensaciones previstas para los sujetos por daños que pudieran derivarse de su participación en el estudio.
- La capacidad del investigador, las instalaciones y medios disponibles son apropiados para llevar a cabo el estudio.
- El alcance de las compensaciones económicas previstas no interfiere con el respeto a los postulados éticos.

Por lo que este Comité emite Dictamen Favorable. Para la realización de dicho estudio es indispensable obtener la aprobación de la Dirección Médica de este Hospital.

Murcia, a 29 de septiembre de 2020

La Presidenta del CEI


HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO
REINA SOFÍA - MURCIA
COMITE ETICO DE
INVESTIGACION CLINICA
Inmaculada Sellés Navarro

ANEXO I

Miembros del CEI presentes en la reunión:

- D^a Inmaculada Sellés Navarro, Presidenta
- D. Rafael de Paz Sánchez, Vicepresidente
- D. Miguel González Valverde
- D^a María García Coronel
- D. Alfredo Cano Reyes
- D. Domingo Delgado Peralta
- D. Ignacio Salar Valverde
- D^a Ana Belén Sánchez García

ANEXO II. Consentimiento informado

HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE Y CONSENTIMIENTO INFORMADO

Nombre del Investigador Principal: Datos de contacto:	Centro: <input type="checkbox"/> Hospital General Universitario Reina Sofía de Murcia. <input type="checkbox"/> Clínica Novovisión (Murcia). <i>(señalar el indicado en cada caso)</i>
Título del proyecto: ESTUDIO DE LA CALIDAD VISUAL Y DE LAS CURVAS DE DESENFQUE EN PACIENTES CON LENTES INTRAOCULARES REFRACTIVAS	

INTRODUCCIÓN:

La catarata es la pérdida de transparencia del cristalino que se va opacificando debido a diversas causas: edad, traumatismos, enfermedades congénitas, enfermedades generales, etc., lo que provoca la disminución progresiva de la visión en el paciente.

La operación de la catarata consiste en la extracción del cristalino opacificado, bien por ultrasonidos o mediante la técnica que se estime conveniente, de acuerdo con las características de la catarata y la patología asociada (glaucoma, uveítis, etc.) y la sustitución por un cristalino artificial o lente intraocular.

El objetivo de esta cirugía es restaurar la visión del paciente. Sin embargo, la visión puede no recuperarse aunque la operación de catarata sea satisfactoria si existen lesiones en otras partes del globo ocular: alteraciones en la retina, patología del nervio óptico, glaucoma, retinopatía diabética, ojo vago, etc.

Le informamos con el presente documento que estamos realizando una investigación clínica a la que nos gustaría incorporar datos vinculados con la calidad óptica de su lente intraocular. Los datos serán utilizados en la elaboración de una Tesis Doctoral titulada "ESTUDIO DE LA CALIDAD VISUAL Y DE LAS CURVAS DE DESENFQUE EN PACIENTES CON LENTES INTRAOCULARES REFRACTIVAS"

Nuestra intención es tan sólo que usted reciba la información correcta y suficiente para que pueda evaluar y juzgar si quiere o no participar en este proyecto de investigación. Para ello lea esta hoja informativa con atención y nosotros le aclararemos las dudas que le puedan surgir

después de la explicación. Además, puede consultar con las personas que considere oportuno.

PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA:

Debe saber que su participación en este proyecto es voluntaria y que puede decidir no participar y retirar el consentimiento en cualquier momento, sin que por ello se altere la relación con su médico ni se produzca perjuicio alguno en su tratamiento.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO:

El presente estudio tiene como objetivo evaluar la calidad visual obtenida con los diferentes tipos de lentes intraoculares implantadas tras la cirugía de catarata. Para alcanzar el objetivo, es preciso recoger datos básicos de la exploración oftalmológica como refracción tras cirugía, curvas de desenfoque, test de sensibilidad al contraste o biomicroscopía. Para ello el paciente será evaluado, durante 45 minutos aproximadamente, en una consulta de oftalmología del hospital Reina Sofía de Murcia y/o de la clínica Novovisión, por un oftalmólogo y un optometrista, a los dos meses tras la cirugía de cristalino.

En caso de no poder completar la exploración ese mismo día, de forma excepcional, se citaría en el plazo máximo de una semana para una segunda cita, y así completar la exploración previa.

Finalidad del proyecto: Evaluar la calidad visual de los diferentes tipos de lentes intraoculares.

El proyecto cuenta con el informe favorable de la Comisión de Ética de Investigación del Hospital General Universitario Reina Sofía de Murcia.

Centros involucrados en la realización de este proyecto:

- Hospital General Universitario Reina Sofía (Murcia).
- Clínica Novovisión (Murcia).

Lugar donde se procesará la muestra o toma de datos: Clínica Novovisión (Murcia) y Hospital General Universitario Reina Sofía (Murcia).

BENEFICIOS Y RIESGOS DERIVADOS DE SU PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO:

Beneficios generales de la investigación. Conocer en profundidad las propiedades ópticas de las lentes intraoculares, así como la calidad visual que aportan, para poder recomendar su uso en función de las demandas visuales de cada paciente.

Riesgos e Inconvenientes para el participante. Las pruebas que se le van a realizar no entrañan ningún riesgo para el paciente.

DUDAS SOBRE EL PROYECTO:

En caso de que desee formular preguntas acerca del estudio o daños relacionados con el mismo, contactar con el investigador principal del estudio,, en el siguiente correo electrónico.....

CONFIDENCIALIDAD:

El tratamiento, la comunicación y la cesión de los datos de carácter personal de todos los sujetos participantes, se ajustará a lo dispuesto en la Ley Orgánica 3/2018, del 5 de diciembre de Protección de datos personales y garantía de derechos digitales. De acuerdo a lo que establece la legislación mencionada, usted puede ejercer los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación de datos, para lo cual deberá dirigirse a su médico del estudio. Los datos recogidos para el estudio estarán identificados mediante un código y sólo su médico del estudio o colaboradores podrán relacionar dichos datos con usted y con su historia clínica. Por lo tanto, su identidad no será revelada a persona alguna salvo excepciones, en caso de

urgencia médica o requerimiento legal.

Sólo se tramitarán a terceros y a otros países los datos recogidos para el estudio, que en ningún caso contendrán información que le pueda identificar directamente, como nombre y apellidos, iniciales, dirección, número de la seguridad social, etc. En el caso de que se produzca esta cesión, será para los mismos fines del estudio descrito y garantizando la confidencialidad como mínimo con el nivel de protección de la legislación vigente en nuestro país.

El acceso a su información personal quedará restringido al médico del estudio, colaboradores, autoridades sanitarias (Agencia Española del Medicamento y Productos Sanitarios), al Comité Ético de Investigación Clínica y personal autorizado por el promotor, cuando lo precisen para comprobar los datos y procedimientos del estudio, pero siempre manteniendo la confidencialidad de los mismos de acuerdo a la legislación vigente. El acceso a su historia clínica ha de ser sólo en lo relativo al estudio

DERECHOS DE LOS PARTICIPANTES:

Derecho a la revocación del consentimiento y sus efectos. Se debe especificar el modo en que el participante puede ejercer el derecho de retracto y a quién debe dirigirse para ejercerlo.

Posibilidad de contactar con los investigadores en cualquier momento y, especialmente, en caso de aparición de efecto adverso imprevisto.

Derecho a revocar el consentimiento en cualquier momento, sin que eso afecte de ningún modo a su tratamiento médico.

Derecho a que se vuelva a pedir su consentimiento si se desea ser nuevamente reevaluado.

Garantía de confidencialidad de la información obtenida, indicando la existencia del fichero, la finalidad de la recogida de los datos y destinatarios de la información, del carácter obligatorio o facultativo de las respuestas, de la posibilidad y lugar donde ejercer los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición, de la identidad y dirección del responsable del fichero.

Al firmar la hoja de consentimiento adjunta, se compromete a cumplir con los procedimientos del estudio que se le han expuesto.

POLÍTICA DE PUBLICACIÓN:

En nombre del investigador principal del proyecto se garantiza la publicación, en el caso de que se efectúe, de los resultados del estudio independientemente del carácter positivo o negativo de los mismos, desvinculándose así de cualquier acuerdo de intereses, así como la mantención de la confidencialidad de datos de los participantes. Compromiso de publicación en estudios clínicos sanitarios preferente antes de en cualquier otro sector no sanitario.

Le solicitamos que firme y entregue la hoja de consentimiento informado que se adjunta.

Firmado: El equipo responsable del proyecto

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título del proyecto:

Yo, _____ (*nombre y apellidos*).

He sido informado por: _____ (*nombre del Investigador*)

Y he tenido tiempo suficiente para considerar de manera adecuada mi participación en el estudio.

Estoy satisfecho con la información recibida, la cual he comprendido adecuadamente, he formulado todas las preguntas que he creído conveniente, y me han aclarado todas las dudas planteadas, y en consecuencia,

DOY MI CONSENTIMIENTO para participar en el estudio.

También comprendo que, en cualquier momento y sin necesidad de dar ninguna explicación, puedo revocar el consentimiento que ahora presto, con sólo comunicarlo al equipo investigador.

Se me ha entregado una copia de este documento de consentimiento informado.

Presto libremente mi conformidad para participar en el estudio.

Firma del investigador que
informa

Firma del paciente
D./D^a:

Firma del representante (si
precede)
D./D^a:

Fecha:

Revocación del consentimiento

D./D^a:, con DNI:
.....

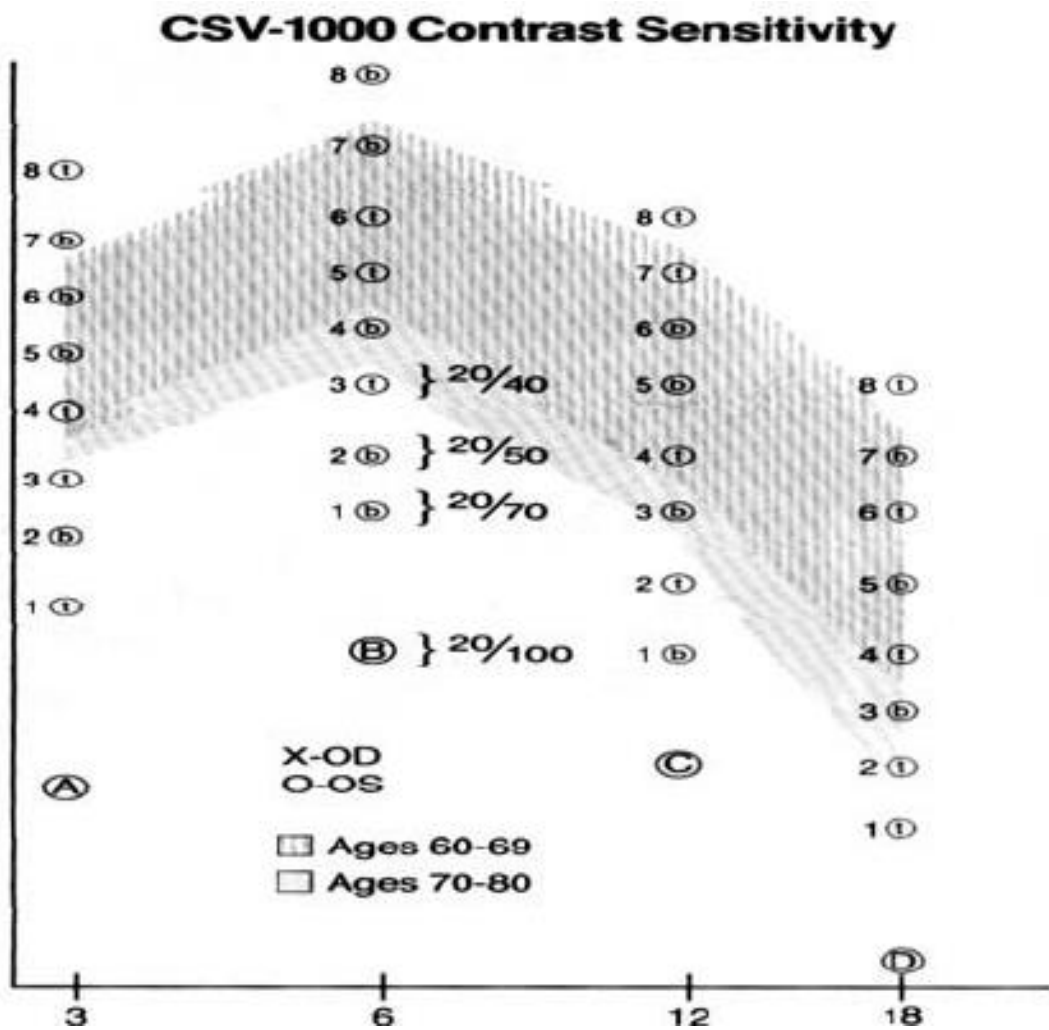
REVOCO el consentimiento anteriormente dado para participar en dicho estudio por voluntad propia

En Murcia, a de de

Firma del paciente
(procede)

Firma del representante (si

ANEXO III. Hoja de recogida de datos del test de sensibilidad al contraste CSV-1000



Spatial Frequency—(Cycles Per Degree)

Patient Name _____ Age _____ Date _____

Functional Acuity OD _____ OS _____

Standard Acuity OD _____ OS _____

Comments _____

ANEXO IV. Test Quality of Vision (QoV)

FOTOGRAFIAS

QoV

DESLUMBRAMIENTO



HALOS



BRILLOS



NUBLADO



BORROSO



DISTORSION



DOBLE



¿Con qué frecuencia experimenta los fenómenos visuales de la tabla inferior?

	Nada	Leve	Moderado	Severo
Deslumbramiento				
Halos				
Brillos				
Visión nublada				
Visión borrosa (lejos)				
Visión borrosa (cerca)				
Visión distorsionada				
Visión doble				
Dificultad para enfocar				
Dificultad para calcular distancias				

¿Qué grado de molestia le ocasionan los fenómenos visuales de la tabla inferior?

	Nunca	Ocasional	Bastante a menudo	Muy a menudo
Deslumbramiento				
Halos				
Brillos				
Visión nublada				
Visión borrosa (lejos)				
Visión borrosa (cerca)				
Visión distorsionada				
Visión doble				

Dificultad para enfocar				
Dificultad para calcular distancias				

¿Cómo de grave le resultan los fenómenos visuales de la tabla inferior?

	Nada	Leve	Moderado	Severo
Deslumbramiento				
Halos				
Brillos				
Visión nublada				
Visión borrosa (lejos)				
Visión borrosa (cerca)				
Visión distorsionada				
Visión doble				
Dificultad para enfocar				
Dificultad para calcular distancias				

ANEXO V. Cuestionario sobre la función visual (NEI-VFQ 25)

PARTE 1 - ESTADO DE SALUD GENERAL Y VISIÓN

1. En general, diría que su salud general es:

(Rodee una de las respuestas)

- Excelente 1
- Muy buena..... 2
- Buena 3
- Normal..... 4
- Mala 5

2. En la actualidad, ¿diría que su visión con ambos ojos (con gafas o lentillas, si las utiliza) es excelente, buena, normal, mala o muy mala o está usted totalmente ciego/a?

(Rodee una de las respuestas)

- Excelente 1
- Buena 2
- Normal..... 3
- Mala 4
- Muy mala..... 5
- Ceguera
total.....6

3. ¿Qué parte de su tiempo se preocupa por sus problemas de visión?

(Rodee una de las respuestas)

- Nunca 1
- Poco tiempo..... 2
- Parte del tiempo 3
- Casi siempre..... 4
- Siempre 5

4.¿Qué grado de dolor o molestias ha tenido en los ojos y alrededor (por ejemplo, quemazón, picor o dolorimiento)? Diría que:

(Rodee una de las respuestas)

- Nulo 1
- Leve 2
- Moderado 3
- Intenso o 4
- Muy intenso 5

PARTE 2 - DIFICULTAD PARA REALIZAR ACTIVIDADES

A continuación le haremos preguntas sobre el grado de dificultad tiene para realizar determinadas actividades llevando puestas las gafas o lentillas (en caso de que las utilice para esa actividad).

5.¿Qué grado de dificultad tiene para leer textos en letra de tamaño normal en el periódico? Diría que:

(Rodee una de las respuestas)

- Ninguna dificultad 1
- Ligera dificultad..... 2
- Dificultad moderada..... 3
- Dificultad extrema..... 4
- Dejé de hacerlo por mis problemas de visión 5
- Dejé de hacerlo por otros motivos o no tengo interés en hacerlo 6

6.¿Qué grado de dificultad tiene para trabajar o practicar aficiones para las que necesite ver bien de cerca, como cocinar, coser, hacer arreglos en casa o utilizar herramientas manuales? Diría que:

(Rodee una de las respuestas)

- Ninguna dificultad 1
- Ligera dificultad..... 2
- Dificultad moderada..... 3
- Dificultad extrema..... 4
- Dejé de hacerlo por mis problemas de visión 5
- Dejé de hacerlo por otros motivos o no tengo interés en hacerlo 6

7. Debido a sus problemas de visión, ¿tiene dificultades para encontrar lo que busca en una estantería llena?

(Rodee una de las respuestas)

- Ninguna dificultad 1
- Ligera dificultad..... 2
- Dificultad moderada..... 3
- Dificultad extrema..... 4
- Dejé de hacerlo por mis problemas de visión 5
- Dejé de hacerlo por otros motivos o no tengo interés en hacerlo 6

8. ¿Tiene dificultades para leer los letreros y señales de la calle o los nombres de las tiendas?

(Rodee una de las respuestas)

- Ninguna dificultad 1
- Ligera dificultad..... 2
- Dificultad moderada..... 3
- Dificultad extrema..... 4
- Dejé de hacerlo por mis problemas de visión 5
- Dejé de hacerlo por otros motivos o no tengo interés en hacerlo 6

9. Debido a sus problemas de visión, ¿qué grado de dificultad tiene para bajar escalones, escaleras o bordillos con poca luz o de noche?

(Rodee una de las respuestas)

- Ninguna dificultad 1
- Ligera dificultad..... 2
- Dificultad moderada..... 3
- Dificultad extrema..... 4
- Dejé de hacerlo por mis problemas de visión 5
- Dejé de hacerlo por otros motivos o no tengo interés en hacerlo 6

10. Debido a sus problemas de visión, ¿qué grado de dificultad tiene para percibir los objetos situados a los lados cuando camina?

(Rodee una de las respuestas)

- Ninguna dificultad 1
- Ligera dificultad..... 2
- Dificultad moderada..... 3
- Dificultad extrema..... 4
- Dejé de hacerlo por mis problemas de visión 5
- Dejé de hacerlo por otros motivos o no tengo interés en hacerlo 6

11. Debido a sus problemas de visión, ¿qué grado de dificultad tiene para ver cómo reacciona la gente ante las cosas que dice usted?

(Rodee una de las respuestas)

- Ninguna dificultad 1
- Ligera dificultad..... 2
- Dificultad moderada..... 3
- Dificultad extrema..... 4
- Dejé de hacerlo por mis problemas de visión 5
- Dejé de hacerlo por otros motivos o no tengo interés en hacerlo 6

12. Debido a sus problemas de visión, ¿qué grado de dificultad tiene para elegir y combinar su ropa?

(Rodee una de las respuestas)

- Ninguna dificultad 1
- Ligera dificultad..... 2
- Dificultad moderada..... 3
- Dificultad extrema..... 4
- Dejé de hacerlo por mis problemas de visión 5
- Dejé de hacerlo por otros motivos o no tengo interés en hacerlo 6

13. Debido a sus problemas de visión, ¿qué grado de dificultad tiene cuando va de visita a casa de otras personas, a fiestas o a restaurantes?

(Rodee una de las respuestas)

- Ninguna dificultad 1
- Ligera dificultad..... 2
- Dificultad moderada..... 3
- Dificultad extrema..... 4
- Dejé de hacerlo por mis problemas de visión 5
- Dejé de hacerlo por otros motivos o no tengo interés en hacerlo 6

14. Debido a sus problemas de visión, ¿qué grado de dificultad tiene para ir al cine, al teatro o a eventos deportivos?

(Rodee una de las respuestas)

- Ninguna dificultad 1
- Ligera dificultad..... 2
- Dificultad moderada..... 3
- Dificultad extrema..... 4
- Dejé de hacerlo por mis problemas de visión 5
- Dejé de hacerlo por otros motivos o no tengo interés en hacerlo 6

15. ¿Conduce actualmente, aunque sea de vez en cuando?

(Rodee una de las respuestas)

- Sí 1 *Pase a la P 15c*
- No 2

15a. EN CASO NEGATIVO: ¿No ha conducido nunca o ha dejado de conducir?

(Rodee una de las respuestas)

Nunca he conducido . 1 *Pase a la parte 3, P 17*

He dejado de hacerlo . 2

15b. SI HA DEJADO DE CONDUCIR: ¿Dejó de conducir principalmente por sus problemas de visión, principalmente por otros motivos o tanto por sus problemas de visión como por otros motivos?

Principalmente por mis problemas de visión.. 1 *Pase a la parte 3, P 17*

Principalmente por otros motivos 2 *Pase a la parte 3, P 17*

Tanto por mis problemas de visión como por otros motivos 3 *Pase a la parte 3, P 17*

15c. SI CONDUCE ACTUALMENTE: ¿Qué grado de dificultad tiene para conducir durante el día en lugares que conoce? Diría que:

(Rodee una de las respuestas)

Ninguna dificultad..... 1
Ligera dificultad 2
Dificultad moderada 3
Dificultad extrema 4

16.¿Qué grado de dificultad tiene para conducir de noche? Diría que:

(Rodee una de las respuestas)

- Ninguna dificultad 1
- Ligera dificultad..... 2
- Dificultad moderada..... 3
- Dificultad extrema..... 4
- Dejé de hacerlo por mis problemas de visión 5
- Dejé de hacerlo por otros motivos o no tengo interés en hacerlo 6

16A. ¿Qué grado de dificultad tiene para conducir en condiciones adversas, por ejemplo, con mal tiempo, en hora punta, por la autopista o con tráfico en la ciudad?

Diría que:

(Rodee una de las respuestas)

- Ninguna dificultad 1
- Ligera dificultad..... 2
- Dificultad moderada..... 3
- Dificultad extrema..... 4
- Dejé de hacerlo por mis problemas de visión 5
- Dejé de hacerlo por otros motivos o no tengo interés en hacerlo 6

PARTE 3: RESPUESTAS A LOS PROBLEMAS DE VISIÓN

A continuación le haremos preguntas sobre cómo afectan sus problemas de visión a sus actividades. En cada una, rodee un número con un círculo para indicar si en su caso la afirmación se cumple siempre, casi siempre, parte del tiempo, poco tiempo o nunca.

LEA LAS CATEGORÍAS:	Siempre	Casi siempre	Parte del tiempo	Poco tiempo	Nunca
17. ¿ <u>Hace menos cosas</u> de las que le gustaría por sus problemas de visión?	1	2	3	4	5
18. ¿ <u>Ve limitado</u> el tiempo que puede dedicar al trabajo o a otras actividades por sus problemas de visión?	1	2	3	4	5
19. ¿Hasta qué punto le impiden el dolor o las molestias <u>en los ojos o alrededor</u> (por ejemplo, quemazón, picor o dolorimiento) hacer lo que le gustaría? Diría que:	1	2	3	4	5

A continuación le presentamos una serie de afirmaciones. Rodee el número correspondientes para indicar si en su caso la afirmación es totalmente cierta, esencialmente cierta, esencialmente falsa o totalmente falsa o si no está seguro/a.

(Rodee una puntuación en cada fila)

	Totalmente cierto	Esencial mente cierto	No estoyse- guro/a	Esencial mente falso	Totalmente falso
20. Paso en casa la mayor parte del tiempo por mis problemas de visión	1	2	3	4	5
21. Me siento frustrado/a con frecuencia por mis problemas de visión	1	2	3	4	5
22. Tengo mucho menos control sobre lo que hago por mis problemas de visión	1	2	3	4	5
23. Debido a mis problemas de visión, dependo demasiado de lo que me dicen otras personas	1	2	3	4	5
24. Necesito mucha ayuda de otras personas por mis problemas de visión	1	2	3	4	5
25. Me preocupa hacer cosas que me avergüencen o avergüencen a otros por mis problemas de visión	1	2	3	4	5

SUBESCALA: VISIÓN CERCANA

A3. Con las gafas puestas, ¿tiene dificultades para leer la letra pequeña de una guía de teléfonos, el envase de un medicamento o los formularios administrativos? Diría que:

(Rodee una de las respuestas)

- Ninguna dificultad 1
- Ligera dificultad 2
- Dificultad moderada 3
- Dificultad extrema 4
- Dejé de hacerlo por mis problemas de visión 5
- Dejé de hacerlo por otros motivos o no tengo interés en hacerlo 6

A4. Debido a sus problemas de visión, ¿qué grado de dificultad tiene para comprobar si las facturas que recibe son correctas?

- Ninguna dificultad 1
- Ligera dificultad 2
- Dificultad moderada 3
- Dificultad extrema 4
- Dejé de hacerlo por mis problemas de visión 5
- Dejé de hacerlo por otros motivos o no tengo interés en hacerlo 6

A5. Debido a sus problemas de visión, ¿qué grado de dificultad tiene para llevar a cabo actividades como afeitarse, arreglarse el pelo o maquillarse?

(Rodee una de las respuestas)

- Ninguna dificultad 1
- Ligera dificultad 2
- Dificultad moderada 3
- Dificultad extrema 4
- Dejé de hacerlo por mis problemas de visión 5
- Dejé de hacerlo por otros motivos o no tengo interés en hacerlo 6

SUBESCALA: VISIÓN LEJANA

A6. Debido a sus problemas de visión, ¿qué grado de dificultad tiene para reconocer a personas que conoce desde el otro extremo de una habitación?

(Rodee una de las respuestas)

- Ninguna dificultad 1
- Ligera dificultad 2
- Dificultad moderada 3
- Dificultad extrema 4
- Dejó de hacerlo por mis problemas de visión 5
- Dejó de hacerlo por otros motivos o no tengo interés en hacerlo 6

A7. Debido a sus problemas de visión, ¿qué grado de dificultad tiene para participar en deportes activos u otras actividades al aire libre que le gusten (como jugar al golf, ir a la bolera, salir a correr o caminar)?

(Rodee una de las respuestas)

- Ninguna dificultad 1
- Ligera dificultad 2
- Dificultad moderada 3
- Dificultad extrema 4
- Dejó de hacerlo por mis problemas de visión 5
- Dejó de hacerlo por otros motivos o no tengo interés en hacerlo 6

A8. Debido a sus problemas de visión, ¿tiene dificultades para ver y disfrutarde programa de televisión?

(Rodee una de las respuestas)

- Ninguna dificultad 1
- Ligera dificultad 2
- Dificultad moderada 3
- Dificultad extrema 4
- Dejó de hacerlo por mis problemas de visión 5
- Dejó de hacerlo por otros motivos o no tengo interés en hacerlo 6

SUBESCALA: FUNCIÓN SOCIAL

A9. Debido a sus problemas de visión, ¿tiene dificultades para celebrar reuniones con amigos y familiares en su casa?

(Rodee una de las respuestas)

- Ninguna dificultad 1**
- Ligera dificultad 2**
- Dificultad moderada 3**
- Dificultad extrema 4**
- Dejé de hacerlo por mis problemas de visión 5**
- Dejé de hacerlo por otros motivos o no tengo interés en hacerlo 6**

SUBESCALA: CONDUCCIÓN

A10. [Este punto, “conducción en condiciones adversas”, se ha incluido como punto 16a en el juego básico de 25 puntos.]

SUBESCALA: LIMITACIÓN DE ROLES

A11. A continuación le haremos preguntas sobre cosas que es posible que haga debido a sus problemas de visión. En cada una, rodee el número correspondiente para indicar si en su caso esta afirmación se cumple siempre, casi siempre, parte del tiempo, poco tiempo o nunca.

(Rodee una puntuación en cada fila)

	Siempre	Casi siempre	Parte del tiempo	Poco tiempo	Nunca
a. ¿Necesita más ayuda de otras personas por sus problemas de visión?	1	2	3	4	5
b. ¿Se ve limitado/a en el tipo de cosas que puede hacer por sus problemas de visión?	1	2	3	4	5

SUBESCALAS: BIENESTAR/SUFRIMIENTO (A12) y DEPENDENCIA (A13)

A continuación le haremos preguntas sobre cómo convive con sus problemas de visión. Le presentamos una serie de afirmaciones. Rodee el número correspondiente para indicar si en su caso la afirmación es totalmente cierta, esencialmente cierta, esencialmente falsa o totalmente falsa o si no lo sabe.

(Rodee una puntuación en cada fila)

	Totalmente cierto	Esencial mente cierto	No estoyse- guro/a	Esencial mente falso	Totalmentefalso
A12. Suelo estar <u>irritable</u> por mis problemas de visión	1	2	3	4	5
A13. <u>No salgo de casa solo/a</u> por mis problemas de visión	1	2	3	4	5

