



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa



MÀSTER UNIVERSITARI EN OPTOMETRIA I CIÈNCIES DE LA VISIÓ

TREBALL FINAL DE MÀSTER

**ESTUDIO DE LA CALIDAD VISUAL EN PACIENTES CON
IMPLANTE BILATERAL Y SIMÉTRICO DE LENTES
INTRAOCULARES DE FOCO EXTENDIDO**

ERIKA TALAVERA SANZ

MARÍA CONSUELO VARÓN PUENTES

AURORA TORRENTS GÓMEZ

25 de mayo de 2022

Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa



MÀSTER UNIVERSITARI EN OPTOMETRIA I CIÈNCIES DE LA VISIÓ

ESTUDIO DE LA CALIDAD VISUAL EN PACIENTES CON IMPLANTE BILATERAL Y SIMÉTRICO DE LENTES INTRAOCULARES DE FOCO EXTENDIDO

RESUMEN

El cristalino es la lente natural del ojo. Entre sus propiedades está la transparencia, imprescindible para el buen funcionamiento del sistema visual. Debido a múltiples factores, con el paso del tiempo, pierde transparencia hasta volverse opaca. Para solucionar este inconveniente, a lo largo de los siglos se ha ido desarrollando la cirugía de cataratas, que trata de recuperar la transparencia del cristalino, sustituyéndolo por una lente intraocular y, corrigiendo, en caso de ser necesario, los defectos refractivos. En el presente estudio se analizaron los resultados postoperatorios tras la implantación de una lente intraocular de foco extendido AcrySof® IQ Vivity™ de Alcon® en una muestra de 18 individuos. Para ello se elaboraron las curvas de desenfoque, que aportan información sobre el rendimiento de la lente intraocular, lo que nos permitirá en un futuro implantar a cada paciente aquel diseño que más se adecúe a sus necesidades. Basándonos en nuestros resultados, se puede concluir que con nuestra lente objeto de estudio se consigue un bajo nivel de halos y deslumbramientos, así como una agudeza visual muy buena de lejos y buena en distancia intermedia. Sin embargo, para visión próxima, se recomendaría la implantación de otro diseño, ya que con la AcrySof® IQ Vivity™ un número elevado de pacientes necesitará una ayuda óptica.



MÀSTER UNIVERSITARI EN OPTOMETRIA I CIÈNCIES DE LA VISIÓ

ESTUDI DE LA QUALITAT VISUAL EN PACIENTS AMB IMPLANT BILATERAL I SIMÈTRIC DE LENTS INTRAOCULARS DE FOCUS ESTÈS

RESUM

El cristal·lí és la lent natural de l'ull. Entre les seves propietats hi ha la transparència, imprescindible per al bon funcionament del sistema visual. A causa de múltiples factors, amb el pas del temps perd transparència fins a tornar-se opac. Per solucionar aquest inconvenient, al llarg dels segles s'ha anat desenvolupant la cirurgia de cataractes, que tracta de recuperar la transparència del cristal·lí, substituint-lo per una lent intraocular i corregint, si cal, els defectes refractius. En aquest estudi es van analitzar els resultats postoperatoris després de la implantació d'una lent intraocular de focus estès AcrySof® IQ Vivity™ d'Alcon® en una mostra de 18 individus. Amb aquest objectiu se'n van elaborar les corbes de desenfocament, que aporten informació sobre el rendiment de la lent intraocular, el que ens permetrà en un futur implantar a cada pacient aquell disseny que més s'adeqüi a les seves necessitats. Basant-nos en els nostres resultats, podem concloure que amb la nostra lent objecte d'estudi s'aconsegueix un baix nivell d'halos i enlluernaments, així com una agudesesa visual molt bona de lluny i bona en distància intermèdia. Tot i així, per a una visió propera es recomanaria la implantació d'un altre disseny, ja que amb l'AcrySof® IQ Vivity™ un nombre elevat de pacients necessitarà un ajust òptic per a aquesta distància.



MÀSTER UNIVERSITARI EN OPTOMETRIA I CIÈNCIES DE LA VISIÓ

STUDY OF VISUAL QUALITY IN PATIENTS WITH BILATERAL AND SYMMETRIC IMPLANTATION OF EXTENDED FOCUS INTRAOCULAR LENSES

ABSTRACT

The lens is the natural lens of the eye. Among its properties is transparency, essential for the proper functioning of the visual system. Due to multiple factors, over time, it loses transparency until it becomes opaque. To solve this inconvenience, cataract surgery has been developed over the centuries, which tries to recover the transparency of the lens, replacing it with an intraocular lens and, if necessary, correcting refractive errors. In the present study, postoperative results were analyzed after implantation of an Alcon® AcrySof® IQ Vivity™ extended focus intraocular lens in a sample of 18 individuals. For this purpose, the defocus curves were developed, which provide information on the performance of the intraocular lens, which will allow us in the future to implant each patient with the design that best suits their needs. Based on our results, it can be concluded that with our lens under study a low level of halos and glare is achieved, as well as a very good visual acuity at long distance and good at intermediate distance. However, for near vision, the implantation of another design would be recommended, since with the AcrySof® IQ Vivity™ a large number of patients will need an optical aid for this distance.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ABREVIATURAS.....	9
1. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1 La Catarata. Cirugía de la Catarata.....	10
1.2 Lentes Intraoculares.....	13
1.2.1 Lentes Pseudofáquicas.....	13
1.3 Calidad Visual	16
1.3.1 Agudeza Visual.....	16
1.3.2 Sensibilidad al Contraste.....	18
1.3.3 Aberraciones ópticas.....	19
1.3.4 Curvas de Desenfoque	21
2. OBJETIVOS	23
3. METODOLOGÍA.....	24
3.1 Diseño.....	24
3.2 Participantes	24
3.3 Materiales e instrumentos	26

3.3.1	Medida de la Agudeza Visual.....	28
3.3.2	Medida de las Curvas de Desenfoque	32
3.4	Análisis de datos	34
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
5.	CONCLUSIONES.....	45
7.	BIBLIOGRAFÍA	46
8.	ANEXOS	49
	ANEXO 1 – Preoperatorio.....	49
	ANEXO 2 – Postoperatorio	50
	ANEXO 3 – Cuestionario de Calidad de Vida del Paciente (Test VF-14)	51
	ANEXO 4 – Cuestionario de Calidad de Visual Subjetiva Postquirúrgica	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	27
Tabla 2	30
Tabla 3	35
Tabla 4	35
Tabla 5	37
Tabla 6	37
Tabla 7	41
Tabla 8	42
Tabla 9	42
Tabla 10	42
Tabla 11	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	12
Figura 2	14
Figura 3	15
Figura 4	17
Figura 5	18
Figura 6	20
Figura 7	21
Figura 8	22
Figura 9	26
Figura 10	26
Figura 11	29
Figura 12	31
Figura 13	32
Figura 14	36
Figura 15	38
Figura 16	39
Figura 17	40
Figura 18	40

ABREVIATURAS

AVL	agudeza visual de lejos
AVI	agudeza visual a distancia intermedia
AVP	agudeza visual de cerca
AVIcc	agudeza visual a distancia intermedia con corrección óptica
AVLcc	agudeza visual de lejos con corrección óptica
AVPcc	agudeza visual de cerca con corrección óptica
CD	curva de desenfoque
CSF	curva de sensibilidad al contraste
D	dioptría
DP	diámetro pupilar
EDOF	foco extendido (por sus siglas en inglés)
EE	equivalente esférico
LIO	lente intraocular
MTF	función de modulación de transferencia
OD	ojo derecho
OI	ojo izquierdo
PSF	función de dispersión de punto (por sus siglas en inglés)
SD	desviación estándar (por sus siglas en inglés)
VI	visión intermedia
VL	visión de lejos
VP	visión próxima

1. INTRODUCCIÓN

1.1 La Catarata. Cirugía de la Catarata

Según la OMS, al menos mil millones de personas en el mundo tienen una discapacidad visual que podría haberse prevenido o aún no se ha abordado. Estos 1000 millones de personas incluyen a aquellos con discapacidad visual de lejos moderada o grave o ceguera debido a un error de refracción no abordado (88,4 millones), cataratas (94 millones), glaucoma (7,7 millones), opacidades corneales (4,2 millones), retinopatía diabética (3,9 millones) y tracoma (2 millones), así como deficiencia visual de cerca causada por presbicia no tratada (826 millones). Se estima que la prevalencia de la discapacidad visual de lejos en las regiones de ingresos bajos y medianos es cuatro veces mayor que en las regiones de ingresos altos. Se espera que el crecimiento y el envejecimiento de la población aumenten el riesgo de que más personas adquieran problemas de visión (Organización Mundial de la Salud, 2021). El trabajo en equipo entre optometrista y oftalmólogo es de gran importancia para poder detectar y tratar precozmente todas estas patologías visuales, devolviendo la capacidad visual en los casos de ceguera reversible, como es la catarata.

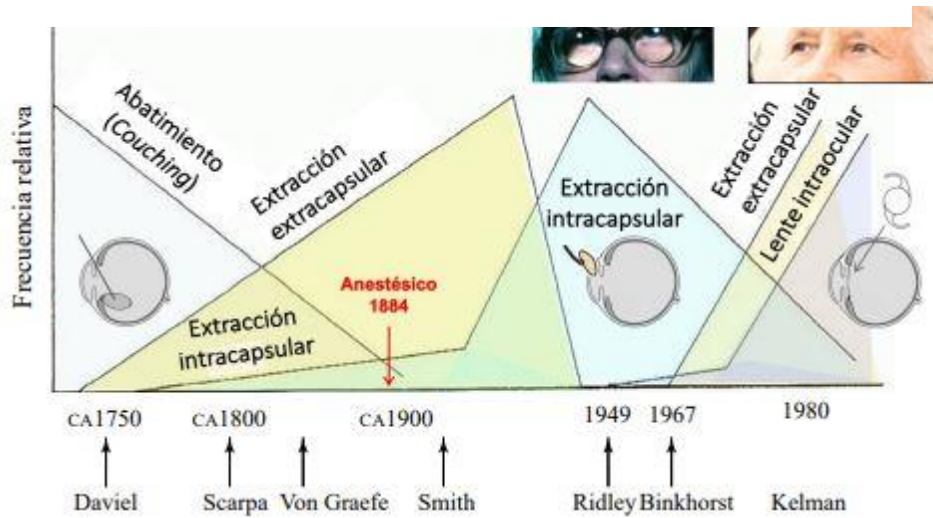
Una catarata se produce cuando la transparencia del cristalino se reduce hasta tal punto que la visión del paciente se ve afectada. Catarata proviene etimológicamente de la palabra griega *katarráktēs* (*καταράκτης*), compuesto de *katá* ("hacia abajo"), la raíz del verbo *rhāssō* ("tirarse encima de") y el sufijo *tēs* ("instrumento"). Significa pues "aquello que se precipita desde arriba", teniendo en griego dos significados distintos: por un lado "cascada" y por otro "rastrillo de puerta fortificada" o "compuerta". Según la teoría humoral, se suponía que la catarata era un líquido cuajado procedente del cerebro que se derramaba frente al cristalino (Cortés, 2012).

La mayoría de las cataratas surgen debido al envejecimiento del cristalino. La transparencia de la lente se mantiene gracias a muchos factores interdependientes que son responsables de su homogeneidad óptica, incluida su estructura microscópica y sus componentes químicos. Con el envejecimiento, hay una acumulación gradual de pigmento marrón amarillento dentro de la lente, lo que reduce la transmisión de luz. También hay cambios estructurales en las fibras de la lente, que dan como resultado la alteración de la arquitectura regular y la disposición de las fibras que son necesarias para mantener la claridad óptica. Existen factores extrínsecos asociados a la formación de cataratas, como la desnutrición, la exposición excesiva a los rayos ultravioleta, la diabetes, los trastornos atópicos y su tratamiento, los traumatismos y los trastornos congénitos. Su prevalencia varía en función del nivel socioeconómico (Allen & Vasavada, 2006).

Cuando una catarata se vuelve visualmente significativa, la cirugía es el único tratamiento posible. Aunque la primera cirugía de cataratas fue descrita por el cirujano indio Sushruta Samhita en su tratado Uttar Tantra en el año 800 a. C., ya en el Código de Hammurabi (1750 a. C.) se hacía mención de este tratamiento (Ascaso, Lizana, & Cristóbal, 2009). Hasta el siglo XVIII el cristalino se luxaba hacia atrás en el cuerpo vítreo con un instrumento puntiagudo, liberando así el eje óptico de la opacidad. Este procedimiento fue llamado abatimiento (Figura 1). Este método se fue abandonando progresivamente en pro de la extracción. Hoy en día el procedimiento más utilizado es la extracción extracapsular con implantación de lente intraocular mediante la técnica de facoemulsificación, consistente en emulsionar el centro del cristalino para, a continuación, aspirar las partes más blandas de la corteza mediante la maniobra de “aspiración-irrigación”. Finalmente, se pule la cápsula posterior y se coloca la lente artificial en el saco capsular vacío. Para la facoemulsificación se requiere una incisión de sólo 2,5-3,0 mm. Si este es en forma de túnel, se puede prescindir de sutura, ya que la herida se podrá curar sin necesidad de ella (Lang, 2019).

Figura 1

Evolución de la Cirugía de Cataratas



Nota. En esta figura se muestra cómo ha evolucionado la cirugía de cataratas en los últimos 300 años, pasando de la técnica del abatimiento en el siglo XVIII a la extracción, primero extracapsular (Daviel, 1750), predominante hasta principios del siglo XX, luego intracapsular (Scarpa, 1800), con su punto álgido sobre los años 40 del siglo pasado, hasta llegar a la actualidad, con una creciente significación, nuevamente, de la técnica extracapsular (Binkhorst, 1967), con implantación de lente intraocular (Ridley, 1949). Modificado de (Millán, 2021).

Introducido en 2008, el láser de femtosegundo es un nuevo avance tecnológico prometedor que desempeña un papel cada vez más importante en la cirugía de cataratas, automatizando los tres pasos quirúrgicos: incisión corneal, capsulotomía y fragmentación del cristalino. Las ventajas sobre la cirugía manual son una mejor calidad de incisión con menor astigmatismo inducido, una mayor fiabilidad y reproducibilidad de la capsulotomía con mayor estabilidad de la lente implantada así como una reducción en el uso de ultrasonidos (Abouzeid & Ferrini, 2014). Aun así, algunos estudios sugieren que la nueva técnica sería demasiado costosa en relación al beneficio (Day, et al., 2021).

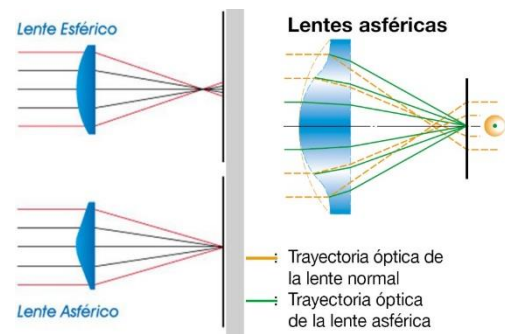
1.2 Lentes Intraoculares

Hay dos tipos principales de lentes intraoculares: las fáticas, una alternativa a la cirugía refractiva con láser excimer para corregir defectos refractivos, que se colocan entre el cristalino natural y la córnea, y las pseudofáticas, útiles tanto en la cirugía de cataratas como en la cirugía refractiva, que sustituyen al cristalino natural en el saco capsular.

1.2.1 Lentes Pseudofáticas

En función de su diseño, las lentes pseudofáticas se pueden dividir en monofocales, acomodativas/pseudoacomodativas y multifocales. Las primeras sólo disponen de un foco, destinado a optimizar la visión en una única distancia, por lo que se requiere el uso de gafas para las otras distancias. Para solventar este problema se desarrollaron las lentes acomodativas, que pese a ser monofocales disponen de unos hápticos flexibles capaces de movilizar su zona óptica y variar su foco en función del nivel de contracción del músculo ciliar. El efecto acomodativo que se obtiene es muy variable y escaso, por lo que son poco utilizadas. Otra opción son las lentes multifocales, con las que se consigue ver a varias distancias, sin necesidad de corrección óptica.

Según su óptica, todas estas lentes pueden clasificarse en esféricas o asféricas (Figura 2). Las lentes esféricas son aquellas que tienen un radio de curvatura constante, lo que creará diferentes focos dependiendo de si los rayos de luz provenientes del infinito son paraxiales, marginales o intermedios. Esto es lo que se conoce como aberración esférica, que se suma a la inducida por la córnea y que se verá acentuada a mayor tamaño pupilar. Las lentes asféricas, por el contrario, se caracterizan por poseer una curvatura variable a través de su superficie que compensa parte de las aberraciones esféricas corneales y mejora la calidad de la imagen retiniana (Herrero et al., 2014).

Figura 2*Trayectoria Óptica en Lente Esférica y Asférica*

Nota. En la parte derecha de la imagen se compara la trayectoria óptica de la lente asférica (color verde), que se proyecta en la retina con un único punto focal con una lente esférica (color marrón), dando diferentes puntos focales, lo que se conoce como aberración esférica. Modificado de https://farm6.staticflickr.com/5676/20929706409_43bd92ce3d_o.jpg

Las lentes intraoculares, pseudofáquicas y multifocales pueden dividirse según su principio físico en difractivas, refractivas e híbridas.

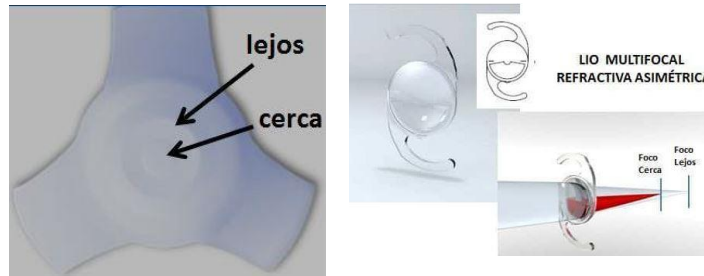
Las lentes difractivas se basan en el fenómeno de la difracción, por el cual un haz de luz se divide al propagarse por un orificio, irregularidad o discontinuidad en la superficie de un medio. Su multifocalidad se consigue a través de varios anillos concéntricos, basados en los prismas de Fresnel. El resultado es que a la retina le llegan todos los focos (lejos, intermedio y próximo) de forma simultánea y será el cerebro quien elija cuál necesita en cada momento, en función de la distancia a la que se encuentra el objeto que estamos viendo. El diseño en anillos puede suponer un inconveniente, produciendo lo que se conoce como fenómenos fóticos que se visualizan como halos y deslumbramientos, y se hacen más evidentes en condiciones mesópicas o en aquellos individuos con pupilas midriáticas.

Las lentes refractivas utilizan el fenómeno de la refracción, es decir, el cambio de dirección que experimenta un haz de luz al pasar de un medio a otro con un índice de refracción diferente, siempre que la luz incida de forma oblicua. A la retina le llega un foco para lejos y otro para cerca simultáneamente. En este caso, el cerebro también ha de escoger el foco adecuado para cada distancia pero, como sólo llegan dos focos principales, ya no hay

tanta sensación de halos y deslumbramiento. Existen dos subtipos, las simétricas, que disponen de una lente central y un anillo periférico, y las asimétricas, donde la parte superior enfoca de lejos y la inferior de cerca (Figura 3) (Gatell, 2017).

Figura 3

Lente Refractiva Simétrica (izquierda) y Asimétrica (derecha)



Nota. En la figura izquierda se muestra el diseño de una lente refractiva simétrica, con un anillo central que enfoca de cerca y uno de periférico que enfoca de lejos. La imagen derecha muestra la lente refractiva asimétrica, con su zona superior para enfocar de lejos y su zona inferior para cerca. Modificado de (Gatell, 2017).

Las lentes híbridas combinan una parte difractiva en su centro y una refractiva en la periferia. En función de la iluminación y, por tanto, del tamaño pupilar, se potencia el foco de lejos - en midriasis - o de cerca - en miosis -.

Mientras que las lentes refractivas proporcionan una mejor visión de lejos, las difractivas ofrecen una buena visión intermedia y cercana, reduciendo fenómenos fóticos y permitiendo una mayor independencia de las gafas (Xu, Zhu, & Zou, 2014).

Según su focalidad, dentro de las lentes multifocales también distinguimos entre bifocales, trifocales y de rango extendido de visión (EDOF). En las dos primeras, la luz se enfoca en dos o tres puntos discretos, respectivamente. Por el contrario, en las EDOF se crea un único punto focal alargado para mejorar la profundidad de enfoque (Kanclerz et al., 2020). Estas lentes presentan como inconveniente el uso de gafas para una visión exigente de cerca. Intentan mejorar los fenómenos disfotópicos de las lentes difractivas y asemejarse más a la calidad óptica de las lentes monofocales.

1.3 Calidad Visual

A partir de exámenes visuales previos y posteriores a la cirugía de cataratas con implante de lente intraocular se puede medir la calidad visual. La medida más habitual es la de la agudeza visual, seguida por la de la sensibilidad al contraste y la caracterización del frente de ondas (aberrometría). Es habitual acompañar las medidas con la información del nivel de iluminación (fotópico, mesópico) o el tamaño pupilar. Siguiendo la recomendación del *American National Standard for Ophthalmics* (ANSI Z80.35-2018), los estudios clínicos suelen centrarse en la variación de la agudeza visual con la distancia de enfoque, las llamadas curvas de desenfoque. También se aplican pruebas para la detección de disfotopsias y encuestas de satisfacción (Millán, 2021).

1.3.1 Agudeza Visual

Se denomina agudeza visual a la sensibilidad espacial con que somos capaces de realizar una tarea de detección, resolución o reconocimiento. En una tarea de detección, la medida de la agudeza sería la inversa del ángulo mínimo necesario para detectar, por ejemplo, un punto, un estímulo circular o una barra; en una tarea de resolución, sería la inversa del ángulo mínimo en minutos de arco que separa, por ejemplo, dos puntos, dos estímulos circulares, dos líneas o dos barras, y en una tarea de reconocimiento, sería la inversa del ángulo mínimo que debe subtender el objeto que se pretende reconocer, por ejemplo, una letra (Figura 4) (Capilla, 2020).

Figura 4*Concepto de Agudeza Visual*

Nota. La agudeza visual se expresa como la inversa del ángulo mínimo en minutos subtendido por el mínimo detalle del objeto. Modificado de <https://es.slideshare.net/rhuddystonnem/logmar>

Los test de agudeza visual examinan la capacidad del paciente para distinguir diferentes optotipos (letras o símbolos reconocibles) a una distancia determinada. El primero y todavía más utilizado hoy en día es el test de Snellen. Otros gráficos de prueba incluyen el Tumbling E, el Landolt C y el Allen. En los últimos años ha ganado popularidad el optotipo logarítmico ETDRS, cuyos resultados se expresan en *LogMAR*, de sus siglas en inglés *Logarithm of the Minimum Angle of Resolution* (Daiber & Gnugnoli, 2021). En esta escala los resultados se expresan mediante el logaritmo del mínimo ángulo de resolución. Los test de progresión geométrica como el LogMAR presentan las siguientes características: un mismo número de letras en cada línea de agudeza visual, una separación entre letras del mismo nivel de agudeza visual equivalente al ancho de una letra y una progresión de 0,1 unidades logarítmicas entre cada línea. Estas características lo convierten en el optotipo preferido en estudios clínicos. Cuanto menor sea el valor LogMAR, mayor será la agudeza visual. Por ejemplo, a una agudeza visual decimal de 1,0 le correspondería a una agudeza visual LogMAR de 0,0.

1.3.2 Sensibilidad al Contraste

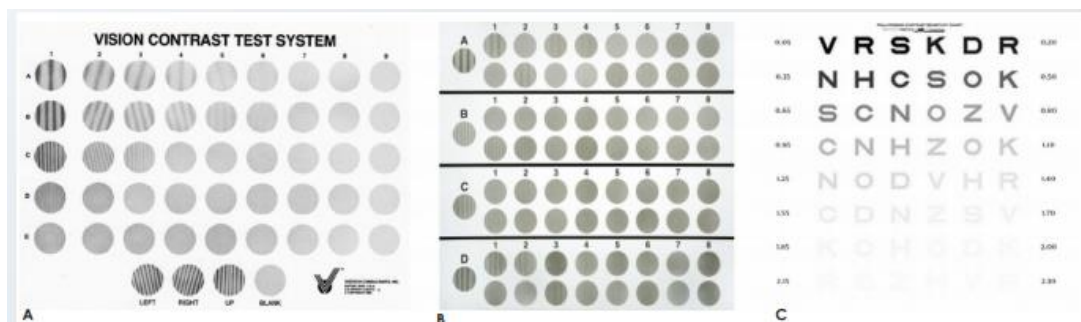
La sensibilidad al contraste es, probablemente, la medida psicofísica más importante que se puede establecer para describir la calidad de la visión de un individuo (Capilla, 2020). La curva de sensibilidad al contraste (CSF) del sistema visual es la función que nos informa sobre la capacidad de ver diferentes frecuencias espaciales con diferentes contrastes, y tiene en cuenta tanto factores ópticos como de procesado neural. Mientras que los detalles pequeños de las cosas están contenidos en las frecuencias espaciales altas las formas, contornos y volúmenes corresponden a frecuencias espaciales bajas.

Si nos limitamos a cuantificar la agudeza visual de una persona para evaluar la calidad y prestaciones de su sistema visual, sólo valoraremos la capacidad de ver objetos de alta frecuencia, es decir, detalles pequeños con contraste máximo. La realidad que nos rodea, sin embargo, se compone de frecuencias altas y bajas y con contrastes muy diferentes a la unidad. Por lo tanto, la evaluación de la CSF del sistema visual es muy importante porque nos proporciona gran cantidad de información sobre la calidad de visión del paciente.

Algunos de los test que se usan para la medida de la sensibilidad al contraste son el VCTS, el CSV-1000 o el de Pelli-Robson (Figura 5).

Figura 5

De Izquierda a Derecha: Test VCTS, Test CSV-1000, Test de Pelli-Robson



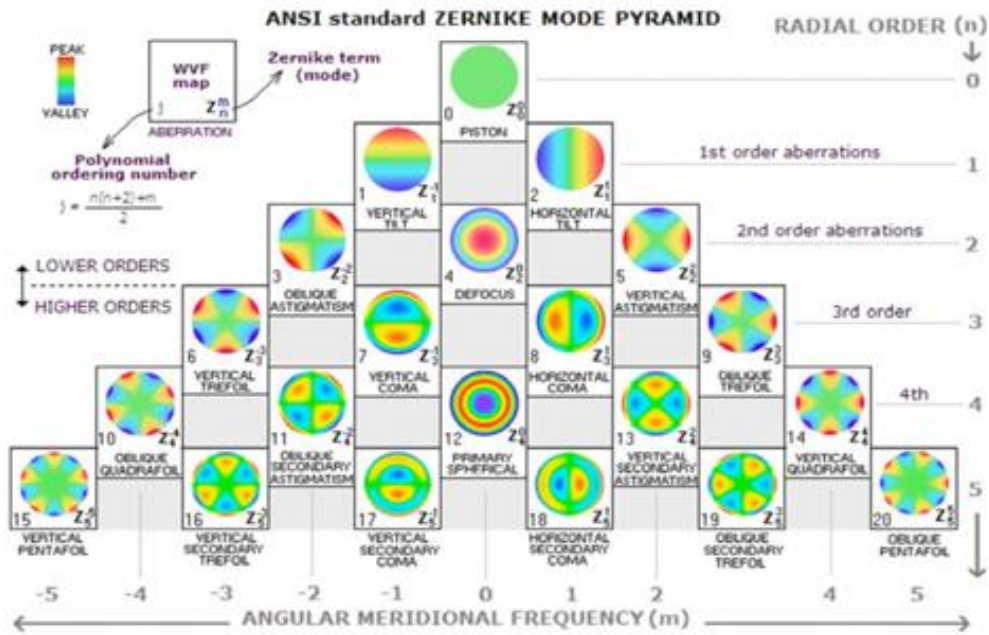
Nota. El test VCTS (izquierda) contiene una serie de discos con patrones de franjas dispuestos en 5 filas de frecuencias espaciales desde 1,5 hasta 18 ciclos por grado, donde cada fila contiene 9 discos de contraste decreciente. El test CSV-1000 (centro) muestra cuatro patrones de referencia: A, B, C, D (círculos con bandas oscuras y claras), y consta de ocho valores de contraste (columnas enumeradas) para cada patrón repartidos en una doble hilera de círculos. Contiene 4 filas de diferente frecuencia espacial (desde 3 hasta 18 ciclos/grado) que se iluminan independientemente. El test de Pelli-Robson (derecha) está formado por dos tablas idénticas, pero con secuencias de letras diferentes (frecuencia espacial baja) organizadas en grupos de tres letras. El contraste decrece de un triplete a otro, pero en cada triplete todas las letras tienen el mismo contraste. En este caso se determina exclusivamente el umbral de contraste para una única frecuencia espacial. Modificado de <https://grupofranja.com/sensibilidad-al-contraste/>

1.3.3 Aberraciones ópticas

La imagen final en un sistema óptico real es el producto de varios factores, dos de los cuales no podrán ser evitados: la difracción, previamente explicada, y las aberraciones. Estas últimas se definen como la magnitud de la diferencia entre el frente de onda de luz que pasa a través de un sistema óptico y el rayo principal que cruza el centro de la pupila. Así pues, las aberraciones ópticas se definen como imperfecciones de un sistema óptico que producen imágenes defectuosas e impiden reproducir una copia clara y exacta del objeto de fijación.

Las aberraciones de frente de onda ocular se pueden describir utilizando los *polinomios de Zernike* (Figura 6). Cada uno se corresponde con una aberración individual que puede contribuir al frente de ondas total. Las aberraciones más importantes en óptica visual son el *desenfoque* y el *astigmatismo* (aberraciones de *bajo orden*) y la *aberración esférica*, el *coma* y, en menor medida, el *trefoil* (aberraciones de *alto orden*).

Figura 6
Polinomios de Zernike



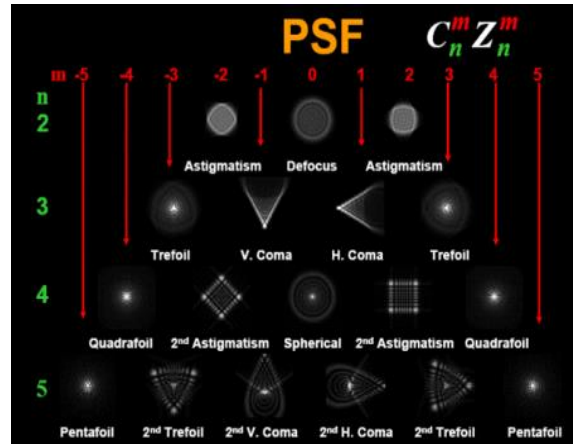
Nota. Modificado de http://optics.udjat.nl/monochromatic_eye_aberrations.htm

El *aberrómetro* es uno de los instrumentos más utilizados para evaluar la calidad del sistema visual. Nos informa de la calidad visual del paciente mediante la medida de diferentes parámetros como la *Función de Dispersión de Punto (PSF)* y la *Función de Modulación de Transferencia (MTF)*.

La *Función de Dispersión de Punto* (Figura 7) es la distribución de la luminancia en la imagen de una fuente puntual de luz. Su forma depende de la difracción, el desenfoque, las aberraciones, el tamaño de la pupila y la dispersión de la luz en los medios oculares. Cuanto más se asemeja a un punto, menor aberración hay en el frente de ondas. Por lo tanto, la calidad visual se mide según la distribución de intensidad de la imagen de una fuente tras recorrer el sistema óptico desde la córnea a la retina.

Figura 7

Mapa en Escalas de Grises de la Función de Dispersión de Punto en cada uno de los Polinomios de Zernike



Nota. Modificado de (Vidal, 2011)

La Función de Modulación de Transferencia es el cociente entre la calidad de la imagen con que un sistema óptico percibe un objeto y la calidad real de éste. Informa sobre cómo un sistema óptico transfiere el contraste del objeto a la imagen para diferentes frecuencias espaciales (Vidal, 2011). En el caso del sistema visual, la MTF depende del diámetro pupilar, que determina la contribución de las aberraciones (Puell, 2020).

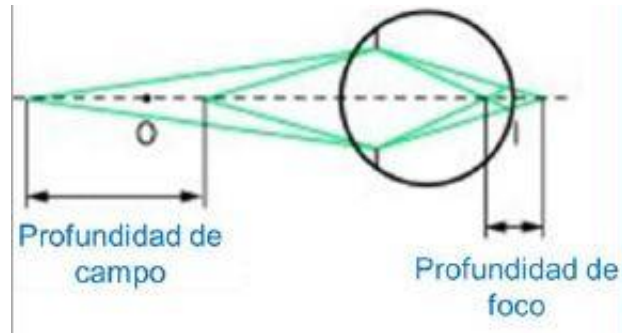
1.3.4 Curvas de Desenfoque

La *curva de desenfoque* (CD) se ha convertido en el Gold-standard para evaluar el rendimiento visual a diferentes distancias y, por lo tanto, la profundidad de enfoque que proporcionan las lentes intraoculares que se utilizan en la cirugía de cataratas (Clavé, Torrents, & Millán, 2022).

La profundidad de enfoque o de foco se define como “la tolerancia perceptiva del ojo a pequeños desenfoques retinianos”. Su homólogo en el espacio del objeto está representado por la profundidad de campo, es decir, el rango de distancias dentro de las que se puede colocar un estímulo sin obtener una degradación relevante de la imagen retiniana.

Figura 8

Profundidad de Enfoque



Nota. Modificado de (Gil, 2019)

Este procedimiento convencional está bien descrito, siendo lento, pero permitiendo obtener de forma sencilla la máxima agudeza visual para cada vergencia con el uso de lentes de prueba de diferentes potencias. Sin embargo, esta metodología no está exenta de inconvenientes. Factores como el tamaño de paso de las lentes o el orden de presentación, así como factores ópticos como el aumento de las gafas y el reflejo de la pupila pueden introducir cierto nivel de variabilidad en las mediciones (Palomino-Bautista et al., 2021). En el punto 3.3.2 se explica con detalle cómo se construyen las curvas de desenfoque.

2. OBJETIVOS

Como se ha visto en el apartado anterior, las lentes intraoculares monofocales ofrecen una buena calidad visual. Sin embargo, tras la operación, los pacientes siempre son dependientes de unas gafas para el resto de distancias. Las lentes bifocales y trifocales, en cambio, ofrecen una mayor independencia de las gafas. No obstante, producen halos y deslumbramientos, lo que empeora la calidad visual. Para evitar estos problemas se desarrollaron las lentes de foco extendido. La última en salir al mercado fue la Vivity™ de Alcon®, en el año 2020 (ver apartado 3.3). Se trata de la primera lente de foco extendido no difractiva, con un rango de visión continuo y extendido en lugar de formar puntos focales separados. Al tratarse de una lente relativamente nueva, los estudios disponibles aún son escasos.

Por este motivo se desarrolló el presente trabajo, cuyo objetivo es evaluar la calidad visual a través de las curvas de desenfoque en un grupo de pacientes a los que previamente se ha implantado una lente de foco extendido Vivity™ de Alcon® con la mejor corrección óptica postoperatoria. Paralelamente, se estudia la calidad de vida y visual subjetiva postquirúrgica de los pacientes mediante cuestionarios.

3. METODOLOGÍA

3.1 Diseño

Se trata de un estudio observacional, transversal, en el que se realiza una enumeración descriptiva de unas características seleccionadas en un grupo de pacientes con un tratamiento concreto.

VARIABLES INDEPENDIENTES: implante de lente Vivity™.

VARIABLES DEPENDIENTES:

- Cuantitativas: diámetro pupilar mesópico y fotópico (mm), equivalente esférico (D), agudeza visual de lejos, intermedia y próxima con corrección (LogMAR).
- Cualitativas: Cuestionario de Calidad Visual Subjetiva Postoperatoria, Cuestionario de Calidad de Vida VF-14.

VARIABLES CONTROLADAS: edad, sexo.

VARIABLES NO CONTROLADAS: grado de atención del paciente.

3.2 Participantes

El estudio fue realizado en el servicio de Oftalmología del Hospital de la Santa Creu i Sant Pau de Barcelona. Todos los pacientes fueron intervenidos durante el año 2021. Se establecieron unos criterios de inclusión y exclusión, obteniendo una muestra final de 36 ojos de 18 individuos (dos ojos por individuo).

Se incluyeron pacientes de entre 19 y 76 años diagnosticados de catarata de cualquier grado, que gozaran de buena salud general y ocular. El astigmatismo preoperatorio y el

corneal postoperatorio previsto debían ser de menos de 1,5 D y de entre 0,75 y 1,25 D, respectivamente. La agudeza visual debía ser mayor de 0,8 en escala decimal. El diámetro pupilar en condiciones fotópicas debía ser menor de 5 mm. Además, los exámenes y los resultados preoperatorios debían ser estables. Todos los participantes tenían que firmar una hoja de consentimiento informado después de ser informados sobre la naturaleza del estudio.

Se excluyeron pacientes con un estado general inestable, por ejemplo con un accidente vascular cerebral previo o enfermedades neurodegenerativas. Otras patologías oculares como degeneración macular, glaucoma, leucoma corneal, astigmatismo irregular corneal, ojo seco severo o estrabismo también fueron motivo de exclusión. Aquellos pacientes con un implante o una cirugía refractiva previos, astigmatismos refractivos preoperatorios superiores o iguales a 1,5 D, con expectativas visuales tras la cirugía no realistas o los que rehusaron firmar el consentimiento informado, también fueron excluidos en el estudio.

Si intraoperatoriamente se producía una pérdida significativa de vítreo, un trauma pupilar, un daño zonular o una rotura o lesión de la cápsula, se procedió a excluir a estos participantes, ya que todo ello podría condicionar el centrado y la estabilidad de la lente y, por tanto, la función visual.

Para el presente estudio, los pacientes fueron explorados 3 meses después de la cirugía de cataratas.

3.3 Materiales e instrumentos

La última innovación en lentes EDOF, objeto del presente estudio, ha sido la AcrySof® IQ Vivity™ de Alcon® (Figura 9). Se trata de la primera lente intraocular de profundidad de foco extendido no difractiva con la tecnología X-WAVE™ (Figura 10). Esta utiliza dos elementos de transición de superficie lisa en la superficie anterior de la LIO que funcionan simultáneamente para crear un rango de visión continuo y extendido en lugar de puntos focales separados, con un perfil de disfotopsias comparable a una lente monofocal (Schwiegerling et al., 2020).

Figura 9

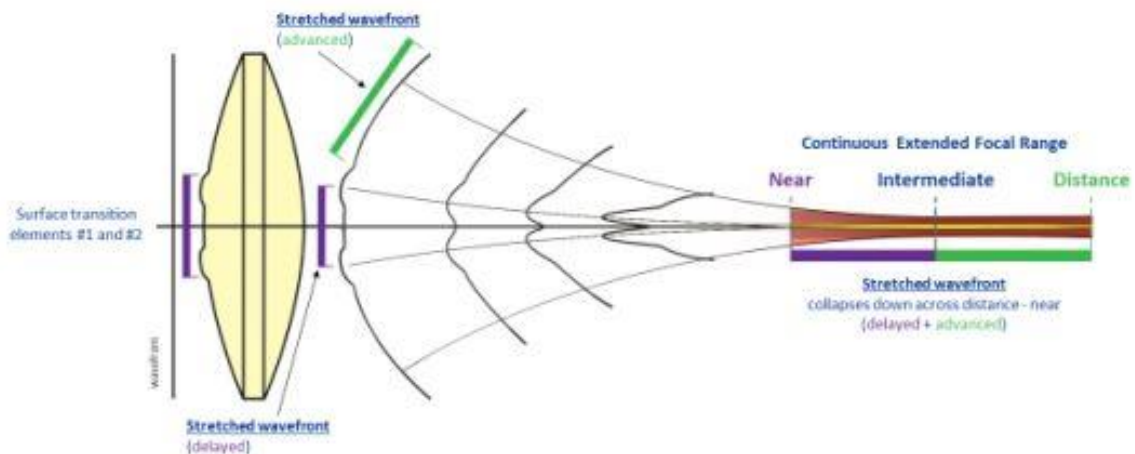
Imagen Real de una Lente Intraocular AcrySof® IQ Vivity™ Modelo DFT015 de Alcon®

Nota. Modificado de (Alcon, 2021).



Figura 10

Rango Focal Extendido Continuo con la Tecnología X-WAVE™



Nota. Modificado de (Schwiegerling et al., 2020).

La LIO AcrySof® IQ Vivity™ es una lente acrílica hidrofóbica de una pieza biconvexa, con una aberración esférica de $-0,2 \mu\text{m}$ y filtros UV y azul. Cuenta con bordes cuadrados y unos diámetros total y óptico de 13mm y 6mm, respectivamente. Su rango de fabricación es de +15 D a +25 D en pasos de 0,5 D (Tabla 1).

Tabla 1

Características de la Lente Intraocular en este Estudio

LIO	Compañía	Rango de potencias (D)	Aberración esférica (μm)	Diámetro total / óptico (mm)	Diseño óptico
AcrySof® IQ Vivity™	Alcon®	+15 D a +25 D, en pasos de 0,5 D	- 0,2	13,0 / 6,0	EDOF

A continuación se enumeran los instrumentos y test utilizados en el estudio:

- Autorefractómetro Nidek AR 600, para la determinación automática de la refracción post operatoria.
- Caja de lentes y gafa de prueba para determinar el estado refractivo post operatorio en visión de lejos.
- Optotipo de agudeza visual ETDRS, para la determinación de la agudeza visual. Las medidas se realizaron bajo condiciones fotópicas (85 cd/m^2).
- Mentonera y Test del Departamento de Trabajo de la Generalitat de Catalunya para 60cm y 40cm, con un contraste del 100%. Para medir la agudeza visual a la distancia intermedia y cerca.
- Pupilómetro Colvard®, para la medida del diámetro pupilar en condiciones de iluminación (fotópicas) y baja iluminación (mesópicas).
- Test de calidad de vida VF-14 (Anexo 3). Evalúa de forma subjetiva la satisfacción de los pacientes respecto a sus habilidades al realizar tareas cotidianas tras la intervención. Consta de 14 preguntas, cada una de las cuales

se valora numéricamente del siguiente modo:

- 4 puntos: ninguna dificultad
- 3 puntos: dificultad mínima
- 2 puntos: dificultad moderada
- 1 punto: dificultad manifiesta
- 0 puntos: no puede realizar dicha actividad por causa visual, si no la realizaba anteriormente, o no sabe responder

Una vez valorada cada pregunta, se halla la media de la puntuación obtenida y se multiplica por 25. El resultado oscila entre 0 (incapacidad total) y 100 (ninguna incapacidad).

- Test de Calidad Visual Postoperatoria (Anexo 4). Se trata de 20 preguntas categóricas sobre la calidad visual subjetiva del paciente para distancias de lejos, intermedia y próxima en condiciones de visión diurna y nocturna, así como con la utilización de corrección óptica del residual postoperatorio o sin él, según las necesidades. Las respuestas se clasifican en “mala”, “regular” y “buena” (1, 2 ó 3 puntos, respectivamente) o en “nunca”, “poco”, “moderadamente” y “mucho” (1, 2, 3 ó 4 puntos, respectivamente). Posteriormente se obtiene la frecuencia absoluta de cada respuesta y los resultados se expresan en porcentaje (frecuencia relativa respecto al total de respuestas).

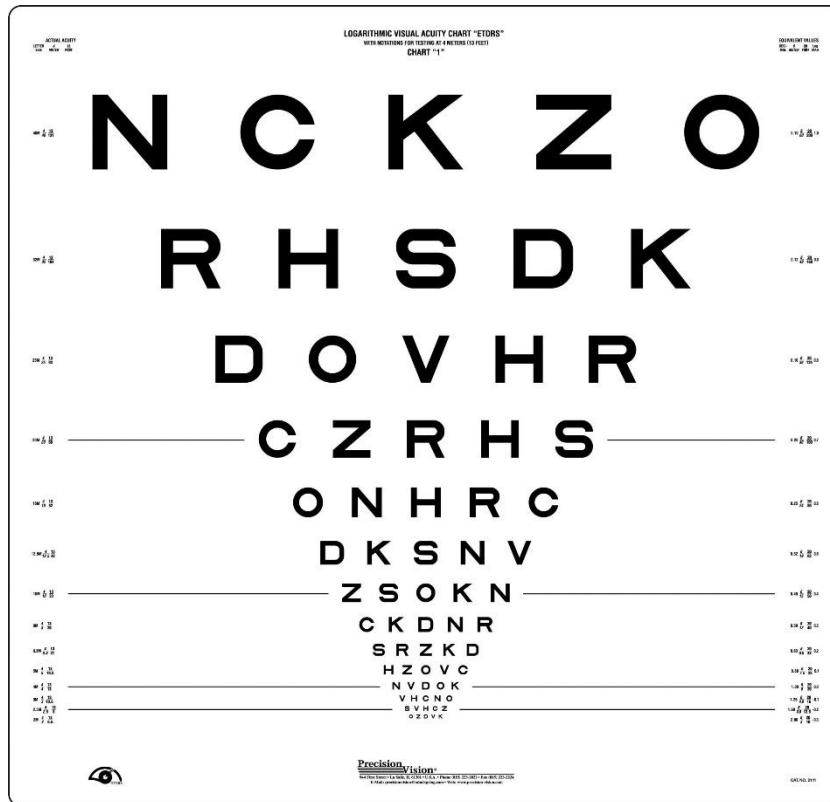
3.3.1 Medida de la Agudeza Visual

Visión Lejana.

La medida de la agudeza visual en visión lejana se realizó con el test ETDRS con 100% de contraste. El ETDRS presenta letras de medida decreciente con un salto de 0,10 en unidades logarítmicas entre dos líneas consecutivas. La separación entre las letras del mismo

nivel de AV equivale al ancho de una letra. La evaluación de la AV se basa en contar el número de letras máximo que percibe el sujeto. Cada línea tiene 5 letras diferentes (Figura 11).

Figura 11
Test ETDRS



Nota. Modificado de <https://grupodesaludocular.es/exploraciones-oftalmologicas/escala-etdrs/>

Las medidas se realizaron a 3'6 m por falta de espacio, por lo que hubo que recalcular las agudezas visuales de cada línea (el test ETDRS está calibrado para 4 m). Por otra parte, la acomodación necesaria para observar un test a 3'6 m es de 0'28 D, pero en este estudio no se tuvo en cuenta y se consideró que tal distancia corresponde al infinito óptico.

Para cada paciente se contó el número total de letras leídas. La tabla 2 muestra los valores de AV LogMAR para 3'6 m y el número de letras correspondiente a cada línea del test para cada distancia.

Tabla 2

Valores de Agudeza Visual del Test ETDRS observado a 3,6 m

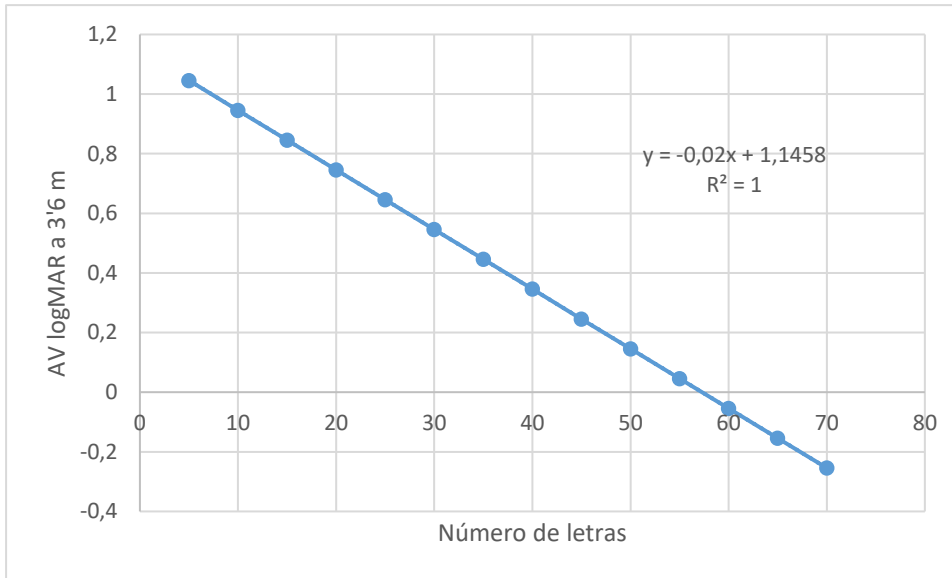
LogMAR 4m	Nº letras	LogMAR 3'6 m
1	5	1,046
0,9	10	0,946
0,8	15	0,846
0,7	20	0,746
0,6	25	0,646
0,5	30	0,546
0,4	35	0,446
0,3	40	0,346
0,2	45	0,246
0,1	50	0,146
0	55	0,046
-0,1	60	-0,054
-0,2	65	-0,154
-0,3	70	-0,254

Al tratarse de un test con una progresión geométrica, los cambios entre cada par de líneas del test son regulares y es posible calcular la ecuación que relaciona el número de letras con la AV LogMAR, que es

$$AV \text{ LogMAR} = -0,02 * \text{número letras} + 1,1458 \text{ (Figura 12).}$$

Figura 12

Regresión Lineal entre la AV LogMAR a 3'6 m y el Número de Letras del Test



Visión Intermedia y próxima.

Las agudezas visuales en visión intermedia y próxima se midieron a 60 cm y a 40 cm, respectivamente. Se utilizaron los test del Departament de Treball de la Generalitat de Catalunya para 60 cm y 40 cm, con un contraste del 100% (Figura 13). Estos presentan 10 líneas, cada una con cinco letras “E” dispuestas en varias direcciones (derecha, izquierda, arriba y abajo). Los valores de agudeza visual están en escala decimal de 0,1 a 1. Se anotaba como valor de AV el correspondiente a la última línea que el paciente era capaz de leer, más 0,02 por cada letra leída del siguiente renglón o menos 0,02 si fallaba alguna letra del último renglón leído. Las medidas de AV de cerca se hicieron en condiciones de iluminación fotópica (120 cd/m²).

Figura 13

Mentón y Test de Agudeza Visual del Departament de Treball de la Generalitat de Catalunya



3.3.2 Medida de las Curvas de Desenfoque

Para evaluar el rendimiento visual postoperatorio con la lente Vivity™ a diferentes distancias se utilizó la que se ha convertido en herramienta fundamental en los estudios clínicos, la medida de las curvas de desenfoque.

Para ello se obtuvo la mejor corrección óptica con la que el paciente obtenía su mejor AV en visión lejana. Con la graduación óptica postcirugía en las gafas de prueba y teniendo en cuenta la distancia de vértice de 12 cm, se añadieron monocularmente y de forma aleatoria lentes en pasos de 0,50 dioptrías. Pese a no existir una metodología estandarizada para la elaboración de estas curvas, se utilizó un rango de vergencias comprendido entre -4,50 D y +1,50 D, puesto que raramente se utiliza una distancia de trabajo de 20 cm, lo que equivaldría a una lente de -5,00 D. Las lentes negativas simulan el acercamiento del optotipo, las

positivas el alejamiento. Para cada lente se anotaron las agudezas visuales máximas obtenidas para cada ojo. Las medidas se obtuvieron en condiciones fotópicas (85 cd/m^2).

Es importante tener en cuenta que las lentes negativas reducen el tamaño de la imagen, pudiendo interferir en los resultados de la agudeza visual final. Por ejemplo, para una $AV=0 \text{ LogMAR}$, si colocamos una lente de $-3,00 \text{ D}$, obtendremos una $AV \text{ real} = -0,017 \text{ LogMAR}$. Esto supone una disminución del tamaño de la imagen real del 3,6%. Sin embargo, esta pequeña corrección no tiene relevancia en la práctica clínica, ya que supone un cambio mucho menor que el $0,1 \text{ LogMAR}$ existente entre dos líneas sucesivas del gráfico en la escala LogMAR (Rabbets, 2007).

La medida de las curvas de desenfoque se realizó monocularmente, tal y como indica el protocolo de la Academia Americana de Oftalmología. Así se evalúa el rendimiento de un determinado diseño de lente intraocular por sí mismo, evitando la sumación binocular (MacRae, et al., 2017). Posteriormente, se hizo el promedio de ambos ojos en una hoja de cálculo Microsoft Excel y se crearon las gráficas. En el eje de las abscisas se representó el rango de vergencias o desenfoque mediante las lentes adicionadas positivas y negativas, en el eje de las ordenadas la agudeza visual en escala LogMAR.

En estas curvas destacan tres distancias: el infinito óptico o visión de lejos ($VL^\infty 0,0$), la visión en distancia intermedia a 66 centímetros ($-1,50 \text{ D}$) y la visión en distancias cortas a 33 centímetros ($-3,00 \text{ D}$). Extrapoladas a la vida real, las agudezas visuales correspondientes a estas distancias dan una buena información sobre la calidad visual del paciente.

3.4 Análisis de datos

Se utilizó el software JASP para realizar el análisis estadístico de los datos. Para cada participante se hizo el promedio de las variables de ambos ojos. Se utilizó el test de Shapiro-Wilk para valorar la normalidad de los datos (Tabla 3), que dio una distribución gaussiana de las variables. Así pues, los resultados se presentaron como promedio y desviación estándar para describir su distribución. El nivel de significación estadística utilizado ha sido del 95 % ($p < 0.05$).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras evaluar la distribución de los valores de todas las variables mediante el test de Shapiro-Wilk vemos que, salvo la edad, todos siguen una distribución normal (Tabla 3). Así pues, presentamos la estadística descriptiva de las variables “diámetro pupilar (DP) mesópico”, “diámetro pupilar fotópico”, “equivalente esférico” (EE), “agudeza visual con corrección de lejos, intermedia y próxima” (AVLcc, AVlcc, AVPcc) mediante el promedio y la desviación estándar (Tabla 4).

Tabla 3

Valores del Test de Shapiro-Wilk

	Edad	DP mesópico	DP fotópico	EE	AVLcc	AVlcc	AVPcc
Shapiro-Wilk	0,88	0,91	0,90	0,97	0,96	0,95	0,97
p-valor de Shapiro-Wilk	0,02	0,09	0,05	0,80	0,64	0,50	0,73

Tabla 4

Estadística Descriptiva de las Variables Postoperatorias (Valores expresados como Promedio ± SD)

Edad (años)	DP mesópico (mm)	DP fotópico (mm)	EE (D)	AVLcc (LogMAR)	AVlcc (LogMAR)	AVPcc (LogMAR)
58,9 ± 15	4,32 ± 0,71	3,22 ± 0,64	-0,21 ± 0,35	-0,06 ± 0,10	0,14 ± 0,08	0,22 ± 0,10

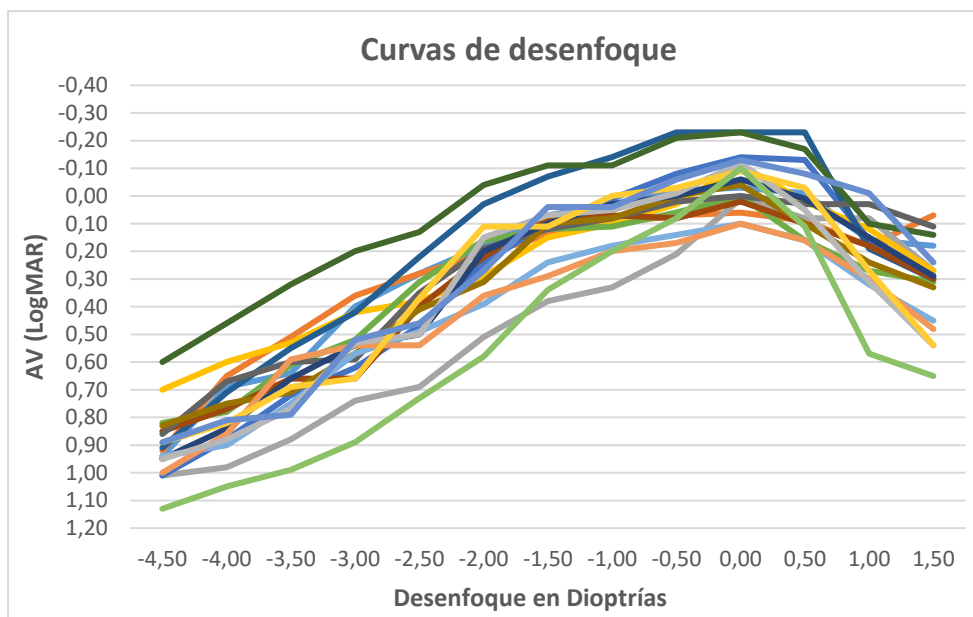
Como se observa en la tabla 4, la agudeza visual con corrección en visión de lejos es buena para todos los pacientes, con un promedio de $-0,06 \pm 0,10$ LogMAR. El valor del equivalente esférico ($-0,21 \pm 0,35$ D) es bajo, lo que permitiría, en principio, una visión de lejos sin gafas. En visión intermedia (60 cm) el valor promedio es de $0,14 \pm 0,08$ LogMAR, por lo que a esta distancia tampoco se debería depender de una ayuda óptica. Es en la distancia de cerca, a 40 cm, en la que peores resultados se obtienen ($0,22 \pm 0,10$ LogMAR).

Así pues, para la visión próxima algunos de los participantes se verán obligados a utilizar gafas. En cuanto a los tamaños pupilares, estos se sitúan dentro de los márgenes de los criterios de inclusión, que establecían un máximo de 5 mm de diámetro en condiciones fotópicas ($3,22 \pm 0,64$ mm).

A continuación se representan las curvas de desenfoque de cada sujeto (Figura 14).

Figura 14

Curva de Desenfoque de cada Individuo implantado con AcrySof® IQ Vivity™ de Alcon®



A simple vista, se puede ver una gran divergencia en los resultados obtenidos entre unos y otros pacientes. Por ejemplo, para -4,50 D, la persona que mejor ve tiene una agudeza visual 0,6 LogMAR, lo que contrasta con los 1,10 LogMAR del individuo que peor ve. No obstante, mediante el test de Shapiro-Wilk, se puede constatar que no hay diferencias estadísticamente significativas en la distribución de los datos, por lo que se puede asumir su normalidad (Tabla 5) y presentarlos mediante su promedio \pm desviación estándar (Tabla 6).

Tabla 5

Valores del Test de Shapiro-Wilk para las Curvas de Desenfoque

	-4,50 D	-4,00 D	-3,50 D	-3,00 D	-2,50 D	-2,00 D	-1,50 D
Shapiro-Wilk	0,94	0,99	0,98	0,97	0,98	0,97	0,93
p-valor de Shapiro-Wilk	0,28	0,99	0,93	0,78	0,88	0,72	0,17

	-1,00 D	-0,50 D	0,00 D	0,50 D	1,00 D	1,50 D
0,96	0,95	0,96	0,92	0,93	0,95	
0,52	0,49	0,64	0,14	0,18	0,35	

Tabla 6

Valores de AV LogMAR (Promedio ± SD) tras la Adición de Lentes de Rango de -4,50 a +1,50 D (en Pasos de 0,50 D)

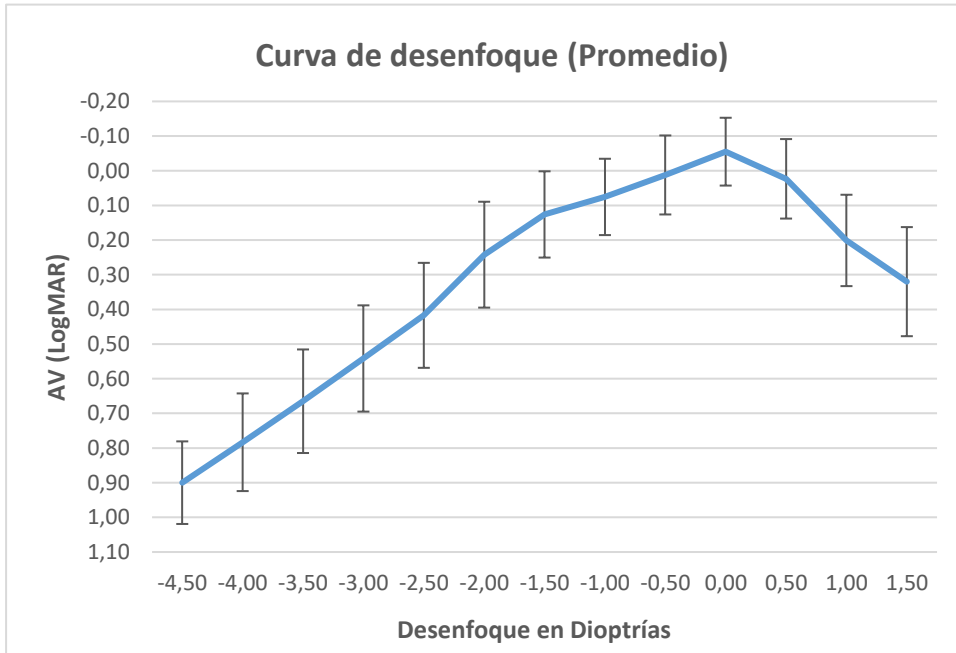
-4,50 D	-4,00 D	-3,50 D	-3,00 D	-2,50 D	-2,00 D	-1,50 D
0,90 ± 0,12	0,78 ± 0,14	0,67 ± 0,15	0,54 ± 0,15	0,42 ± 0,15	0,24 ± 0,15	0,13 ± 0,12

-1,00 D	-0,50 D	0,00 D	0,50 D	1,00 D	1,50 D
0,08 ± 0,11	0,01 ± 0,11	-0,06 ± 0,10	0,02 ± 0,11	0,20 ± 0,13	0,32 ± 0,16

La figura 15 representa la curva de desenfoque promedio de todos los participantes.

Figura 15

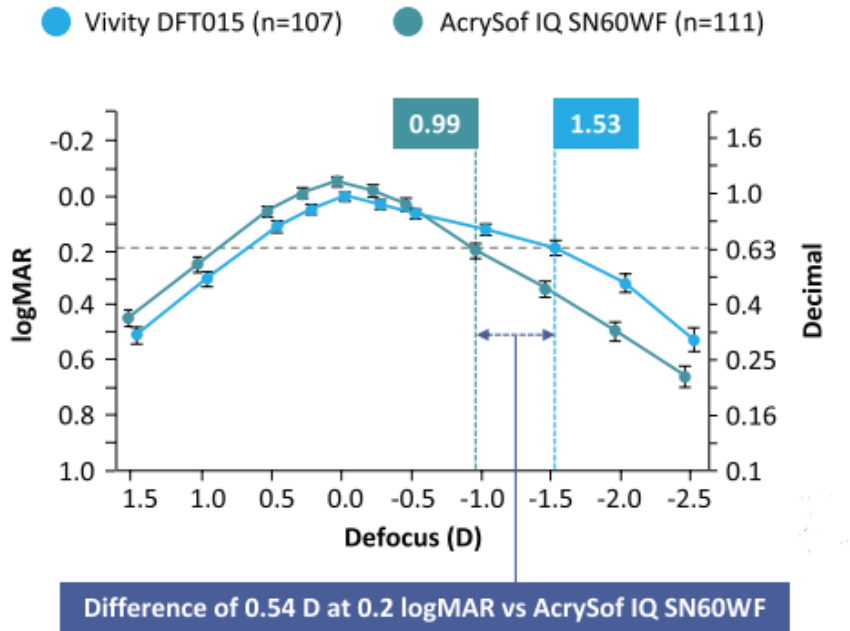
Curva de Desenfoque del Promedio de todos los Participantes implantados con AcrySof® IQ Vivity™ de Alcon®



En la figura 15 se observa la curva de desenfoque obtenida con los datos postoperatorios. Esta muestra una curva suave, típica de una lente de foco extendido, con un rendimiento muy bueno en visión lejana (-0,06 LogMAR para 0,00 D) y bueno en visión intermedia (0,13 LogMAR para -1,50 D). En visión próxima, correspondiente al desenfoque de -2,50 D, se obtiene una agudeza visual de 0,42 LogMAR. Todos estos resultados se corresponden con lo esperado para esta lente (Vivity DFT015 en Figura 16).

Figura 16

Ejemplos de Curvas de Desenfoque de Vivity™ vs. AcrySof IQ, presentados en el 37º Congreso de la Sociedad Europea de Cirujanos de Catarata y Cirugía Refractiva (ESCRS)



Nota. Modificado de (McCabe et al., 2019)

Las curvas de desenfoque son de gran ayuda para el cirujano, ya que ofrecen información sobre el funcionamiento de cada modelo de lente. Gracias a ellas se puede seleccionar el diseño de lente intraocular adecuado para cada paciente, teniendo en cuenta los resultados visuales esperados.

Con el objetivo de comparar los resultados de nuestra curva de desenfoque (Figura 15) con las de otras lentes con distintos diseños, se han seleccionado las curvas de desenfoque de lentes intraoculares bifocales, trifocales (Figura 17), así como una lente de foco extendido (Figura 18).

Figura 17

Ejemplos de Curvas de Desenfoque de una Lente Bifocal (azul) y una Trifocal (amarillo)

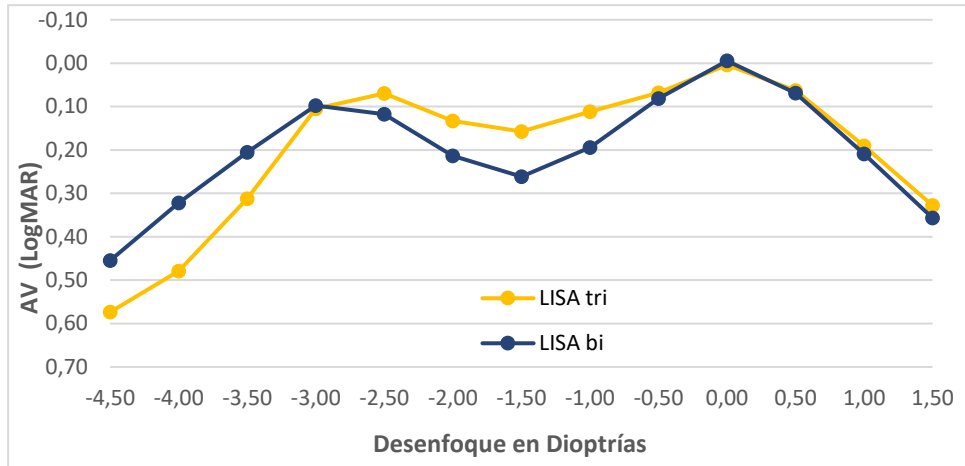
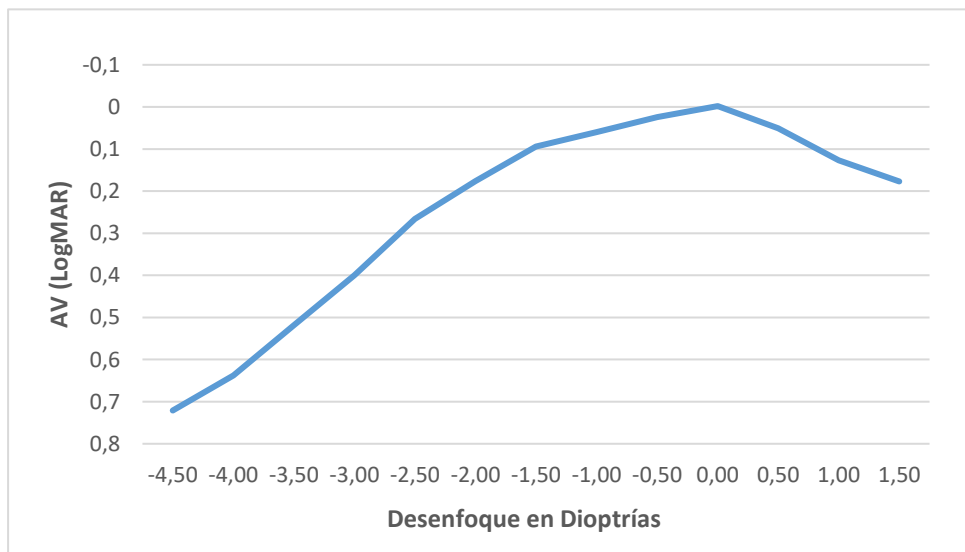


Figura 18

Ejemplo de Curva de Desenfoque de una Lente EDOF MINI WELL®



Comparando las figuras 15, 17 y 18, se puede concluir que todos los diseños ofrecen un buen rendimiento en visión lejana (VL^∞ 0,00 D). No obstante, la lente que mejor funciona a esta distancia es la lente EDOF AcrySof® IQ Vivity™. En visión intermedia (VI^{66cm} , - 1,50 D) la lente que ofrece un peor resultado es la bifocal, con una agudeza visual de 0,26 LogMAR, seguida de la trifocal, con 0,16 LogMAR. Las que presentan mejor funcionamiento a estas

distancias son las lentes de foco extendido MINI WELL® y AcrySof® IQ Vivity™, con unas agudezas visuales de 0,09 y 0,13 LogMAR, respectivamente. Por lo que a esta distancia se espera una mayor dependencia de gafas para el diseño de lente bifocal.

Para valorar el funcionamiento de los diferentes diseños en distancia próxima, a 40 cm, nos fijamos en la curva de desenfoque que ofrece la lente de -2.50 D en cada gráfica. En este caso son las lentes bi- y trifocales, con agudezas visuales respectivas de 0,12 y 0,07 LogMAR, las que consiguen una mayor agudeza visual en visión próxima. Las lentes con diseño EDOF como la MINI WELL® y la AcrySof® IQ Vivity™ ofrecen peores resultados, con unas agudezas visuales de 0,27 y 0,42 LogMAR, respectivamente. Para esta distancia de trabajo, los individuos con un diseño EDOF dependerán de una ayuda óptica.

Respecto a los datos obtenidos mediante el test VF-14 (que analiza la calidad de vida respecto a la función visual tras la cirugía), la Tabla 7 representa la mediana, el valor máximo y el mínimo de las puntuaciones obtenidas en nuestra muestra, dado que no se trata de una distribución normal (muchos de los valores se encuentran alrededor de 100).

Tabla 7

Resultados del Test de Calidad de Vida VF-14 (0=incapacidad total, 100=ninguna incapacidad)

Mediana	100,00
Max	100,00
Min	85,42

Las tablas 8-11 muestran los resultados del test de calidad visual subjetiva postquirúrgica de la muestra poblacional analizada. Los resultados se corresponden con la frecuencia relativa de cada respuesta, expresada en porcentaje (%).

Tabla 8

Visión Postoperatoria con o sin Gafas

	AVP	AVI	AVL	AV nocturna
Mala	0	0	0	0
Regular	16,7	0	5,6	22,2
Buena	83,3	100	94,4	77,8

Tabla 9

Visión Postoperatoria sin Gafas

	AVP	AVI	AVL	AV nocturna
Mala	5,6	5,6	0	0
Regular	50	5,6	11,1	22,2
Buena	44,4	88,9	88,9	77,8

Tabla 10

¿Utiliza Gafas habitualmente?

	VP	VI	VL
Siempre	27,8	0	0
A veces	38,9	11,1	0
Nunca	33,3	88,9	100

Tabla 11

Sombras, dobles Imágenes, Halos, Deslumbramientos, Visión global postoperatoria

¿Tiene doble imagen o sombra en torno a las letras?	
Sí	11,1
No	88,9
¿Le dificulta la lectura la doble imagen o sombra?	
No tiene	88,9
Nada	5,6
Poco	0,0
Moderado	5,6
Mucho	0,0
¿Ha Disminuido la doble imagen o sombra?	
No tiene	88,9
Ha mejorado	5,6
No ha mejorado	5,6

¿Ve halos alrededor de las luces con baja iluminación?	
Nunca	72,2
Pocos	5,6
Algunos	11,1
Muchos	11,1
¿Con baja iluminación los focos de luz le producen deslumbramiento?	
Nunca	88,9
Poco	5,6
Moderado	0,0
Mucho	5,6
¿Si halos o deslumbramiento, le dificultan la conducción nocturna?	
No conduce	72,2
Nada	5,6
Poco	11,1
Moderadamente	5,6
Mucho	5,6
¿Si halos o deslumbramiento, han disminuido?	
No tenía	72,2
Han disminuido	22,2
No han mejorado	5,6
¿Cómo es su visión tras la intervención?	
Mucho mejor	0
Bastante mejor	83,3
Algo mejor	11,1
Igual	5,6
Algo peor	0
¿Volvería a operarse de la misma forma?	
Sí	94,4
No	5,6

El cuestionario de calidad visual subjetiva revela que la mayoría de pacientes (88,9%) refiere no necesitar gafas para las distancias de lejos e intermedia. Para la visión nocturna, como era esperable debido al aumento del diámetro pupilar, este resultado disminuye a un 77,8%. Para la visión próxima, sólo un 44,4% es capaz de ver bien sin una ayuda óptica.

Cuando se le pregunta a los pacientes si requieren gafas habitualmente, un 100% responde que nunca para visión lejana. Este valor se reduce a un 88,9% para visión intermedia. Para visión próxima, un 27,8% dice utilizar siempre gafas.

Sólo un 11,11% de los pacientes refiere ver doble imagen o sombras entorno a las letras o muchos halos en condiciones de baja iluminación. En condiciones mesópicas, un 5,6% sufre deslumbramientos.

Preguntados por cómo ven después de la intervención, un 83,3% refiere ver bastante mejor. A la pregunta de si se volverían a operar, un 94,4% responde afirmativamente.

En general, todas las respuestas obtenidas en el cuestionario concuerdan con los resultados de agudeza visual obtenidos, siendo en visión próxima donde más dependencia del uso de gafas existe.

5. CONCLUSIONES

Observando los resultados obtenidos en el presente estudio, podemos concluir que la lente AcrySof® IQ Vivity™ de Alcon® proporciona una buena agudeza visual para las distancias lejana e intermedia, siendo su rendimiento mucho más bajo en visión próxima.

Basándonos en las curvas de desenfoque, se concluye que para priorizar la buena calidad de visión próxima se deberían implantar lentes bi- o trifocales. Para priorizar la visión intermedia, en cambio, se debería seleccionar una lente intraocular de foco extendido como la MINI WELL® o la AcrySof® IQ Vivity™, ofreciendo la primera unos resultados ligeramente mejores.

Desde el punto de vista de la calidad visual subjetiva, todos los participantes refieren una mejoría significativa de su visión tras la cirugía. Esto se debe en general a la mejora de la agudeza visual tras la intervención y a la independencia de gafas que eso supone. En lo referente a la calidad de vida postoperatoria (cuestionario VF-14) también encontramos altos índices de satisfacción.

Dado que la muestra del presente estudio es relativamente pequeña (n=18), sería interesante diseñar nuevos estudios con muestras más amplias para obtener una mayor relevancia clínica, teniendo en cuenta, además, variables como la sensibilidad al contraste, una de las medidas más importantes para describir la calidad de la visión de un individuo (Capilla, 2020).

7. BIBLIOGRAFÍA

- Abouzeid, H., & Ferrini, W. (2014). Femtosecond-laser assisted cataract surgery: a review. *Acta Ophthalmologica*, 92(7), 597-603. doi:<https://doi.org/10.1111/aos.12416>
- Alcon. (2021). Recuperado el Febrero de 2022, de <https://www.alcon.com/media-release/alcon-announces-launch-acrysof-iq-vivity-first-and-only-non-diffractive-extended>
- Allen, D., & Vasavada, A. (2006). Cataract and surgery for cataract. *BMJ*(333). doi:<https://doi.org/10.1136/bmj.333.7559.128>
- Ascaso, F. J., Lizana, J., & Cristóbal, J. A. (2009). *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, 35(3), 607-608. doi:10.1016/j.jcrs.2008.11.052
- Capilla, P. (2020). *Percepción Visual*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Clavé, L., Torrents, A., & Millán, M. S. (2022). Visual Acuity at Various Distances and Defocus Curve: A Good Match. *Photonics*, 9(85). doi:<https://doi.org/10.3390/>
- Cortés, F. (2012). Diccionario médico-biológico, histórico y etimológico. Recuperado el Febrero de 2022, de <https://dicciomed.usal.es/palabra/catarata>
- Daiber, H. F., & Gnugnoli, D. M. (2021). *Visual Acuity*. Treasure Island, Florida, Estados Unidos: StatPearls Publishing. Recuperado el Marzo de 2022, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33085445/>
- Day, A. C., Burr, J. M., Bennett, K., Hunter, R., Bunce, C., Doré, C. J., . . . Wilkins, M. R. (2021). Femtosecond laser-assisted cataract surgery compared with phacoemulsification: the FACT non-inferiority RCT. *Health Technol Assess*, 25(6), 1-68. doi:10.3310/hta25060
- Gatell, J. (2017). (Á. O. Avanzada, Editor) Recuperado el Marzo de 2022, de https://areaoftalmologica.com/blog/operacion-de-cataratas/lentes-intraoculares-multifocales/#Lente_intraocular_multifocal_difractiva

- Gil, J. M. (2019). *Evaluación de la Calidad Visual en Pacientes Implantados con Lentes Intraoculares Multifocales*. Programa de Doctorado: Cirugía i Ciències Morfològiques, Universitat Autònoma de Barcelona, Departamento de Cirugía, Barcelona. Recuperado el Marzo de 2022, de <https://ddd.uab.cat/record/238506>
- Herrero, A., Alba-Bueno, F., Vega, F., & Millán, M. (2014). Comparación de la calidad óptica de lentes intraoculares esféricas y asféricas en presencia de descentramiento. *XXIII Congreso Internacional Optometría, Contactología y Óptica Oftálmica*. Madrid. Recuperado el Marzo de 2022, de <https://www.optomcongreso.com/abstract2014/download.asp?file=pdf/Orales187.pdf>
- Kanclerz, P., Toto, F., Grzybowski, A., & Alio, J.-L. (2020). Extended Depth-of-Field Intraocular Lenses: An Update. *Asia-Pacific Journal of Ophthalmology*, 9(3), 194-202. doi:10.1097/APO.0000000000000296
- Lang, G. K. (2019). *Augenheilkunde* (6. überarbeitete ed.). Thieme.
- MacRae, S., Holladay, J., Glasser, A., Calogero, D., Hilmantel, G., Masket, S., . . . M, E. (2017). Special Report: American Academy of Ophthalmology Task Force Consensus Statement for Extended Depth of Focus Intraocular Lenses. *Ophthalmology*, 124(1), 139-141. doi:10.1016/j.ophtha.2016.09.039
- McCabe, C., Xu, Z., Lemp-Hull, J., Carson, D., & Milanovic, Z. (2019). *A Non-Diffractive Extended-Vision Intraocular Lens that Meets the Optical and Clinical Criteria for Extended-Depth-of-Focus IOLs*. Paris. Recuperado el Marzo de 2022, de https://us.alconscience.com/sites/g/files/rbvwei1736/files/pdf/AcrySof%C2%AE-IQ-Vivity%E2%84%A2-Extended-Vision-IOL_p-US-VIV-2000036.pdf
- Millán, M. S. (2021). El reto de reemplazar el cristalino. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat.*, 45(177), 1022-1038. doi:<https://doi.org/10.18257/raccefyn.1522>
- Organización Mundial de la Salud. (2021). Recuperado el Marzo de 2022, de <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>

- Palomino-Bautista, C., Sánchez-Jean, R., Carmona-Gonzalez, D., Piñero, D. D., & Molina-Martín, A. (2021). Depth of field measures in pseudophakic eyes implanted with different type of presbyopia-correcting IOLS. *Sci Rep.*, 11(1), 12081. doi:10.1038/s41598-021-91654-w
- Puell, M. C. (2020). *Visión espacial: MTF y sensibilidad al contraste (CSF)*. Universidad Complutense de Madrid, Grado de Óptica y Optometría. Recuperado el Marzo de 2022, de <https://eprints.ucm.es/id/eprint/58840/1/Tema%2011%20Visi%C3%B3n%20espacial,%20MTF%20Y%20CSF.pdf>
- Rabbets, R. (2007). *Bennett and Rabbett's Clinical Visual Optics* (4th ed.). New York: Butterworth-Heinemann.
- Schwiegerling, J., Gu, X., Hong, X., Lemp-Hull, J., & Merchea, M. (2020). *Optical Principles of Extended Depth of Focus IOLs*. Alcon. Recuperado el Marzo de 2022, de <https://us.alconscience.com/sites/g/files/rbvwei1736/files/pdf/Optical-Principles-of-EDOF-US-CAT-2000006.pdf>
- Vidal, R. (2011). Entendiendo e interpretando las aberraciones ópticas. *Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular*, 9(2), 105-122.
- Xu, X., Zhu, M.-M., & Zou, H.-D. (2014). Refractive versus diffractive multifocal intraocular lenses in cataract surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Refract Surg.*, 30(9), 634-44. doi:10.3928/1081597X-20140814-04

8. ANEXOS

ANEXO 1 – Preoperatorio

Paciente número: _____

Fecha: _____

Sexo: H M

Edad: _____

Diámetro pupilar			
OD		OI	
Mesópico	Fotópico	Mesópico	Fotópico

Refracción					
OD			OI		
Esfera	Cilindro	Eje	Esfera	Cilindro	Eje

Agudeza visual con corrección (AVcc)			
	OD	OI	Binocular
Lejos			
Cerca			

ANEXO 2 – Postoperatorio

Paciente número: _____

Fecha: _____

Diámetro pupilar			
	OD	OI	Promedio
Mesópico			
Fotópico			

Refracción			
	OD	OI	Promedio
Esfera			
Cilindro			
Eje			

Agudeza visual con corrección (AVcc)			
	OD	OI	Promedio
Lejos			
Intermedio (60 cm)			
Cerca (40 cm)			

Curva de desenfoque (número de letras leídas)		
	OD	OI
-4,50 D		
-4,00 D		
-3,50 D		
-3,00 D		
-2,50 D		
-2,00 D		
-1,50 D		
-1,00 D		
-0,50 D		
0 D		
0,50 D		
1,00 D		
1,50 D		

ANEXO 3 – Cuestionario de Calidad de Vida del Paciente (Test VF-14)

Indique si tiene o no dificultad, incluso usando gafas, para realizar cada una de las 14 actividades que a continuación señalamos.

NOTA: Si alguna de estas actividades no la realizaba previamente marcar la última opción de cada pregunta

1.- Tiene o no dificultad, incluso usando gafas, para leer las letras pequeñas (guía telefónica, nombres de medicamentos, etiquetas de artículos...)

- Ninguna dificultad1
- Un poco de dificultad.....2
- Dificultad moderada.....3
- Mucha dificultad.....4
- Incapaz de realizar la actividad debido a su visión.....5
- No sabe/No contesta.....6
- Esta actividad no la hacía anteriormente7

2.- Tiene o no dificultad, incluso usando gafas, para leer un periódico o un libro

- Ninguna dificultad1
- Un poco de dificultad.....2
- Dificultad moderada.....3
- Mucha dificultad.....4
- Incapaz de realizar la actividad debido a su visión.....5
- No sabe/No contesta.....6
- Esta actividad no la hacía anteriormente7

3.- Tiene o no dificultad, incluso usando gafas, para leer titulares (de un libro, periódico...)

- Ninguna dificultad1
- Un poco de dificultad.....2
- Dificultad moderada.....3
- Mucha dificultad.....4
- Incapaz de realizar la actividad debido a su visión.....5

No sabe/No contesta.....6

Esta actividad no la hacía anteriormente7

4.- Tiene o no dificultad, incluso usando gafas, para reconocer personas de cerca

Ninguna dificultad1

Un poco de dificultad.....2

Dificultad moderada.....3

Mucha dificultad.....4

Incapaz de realizar la actividad debido a su visión.....5

No sabe/No contesta.....6

Esta actividad no la hacía anteriormente7

5.- Tiene o no dificultad, incluso usando gafas, para ver escalones, peldaños, bordillos de la acera...

Ninguna dificultad1

Un poco de dificultad.....2

Dificultad moderada.....3

Mucha dificultad.....4

Incapaz de realizar la actividad debido a su visión.....5

No sabe/No contesta.....6

Esta actividad no la hacía anteriormente7

6.- Tiene o no dificultad, incluso usando gafas, para ver señales de tráfico o letreros

Ninguna dificultad1

Un poco de dificultad.....2

Dificultad moderada.....3

Mucha dificultad.....4

Incapaz de realizar la actividad debido a su visión.....5

No sabe/No contesta.....6

Esta actividad no la hacía anteriormente7

7.- Tiene o no dificultad, incluso usando gafas, para hacer trabajos manuales finos (coser, arreglar enchufes, clavar clavos...)

- Ninguna dificultad1
- Un poco de dificultad.....2
- Dificultad moderada.....3
- Mucha dificultad.....4
- Incapaz de realizar la actividad debido a su visión.....5
- No sabe/No contesta.....6
- Esta actividad no la hacía anteriormente7

8.- Tiene o no dificultad, incluso usando gafas, rellenar formularios, firmar...

- Ninguna dificultad1
- Un poco de dificultad.....2
- Dificultad moderada.....3
- Mucha dificultad.....4
- Incapaz de realizar la actividad debido a su visión.....5
- No sabe/No contesta.....6
- Esta actividad no la hacía anteriormente7

9.- Tiene o no dificultad, incluso usando gafas, para realizar juegos de mesa (cartas, dominó, bingo...)

- Ninguna dificultad1
- Un poco de dificultad.....2
- Dificultad moderada.....3
- Mucha dificultad.....4
- Incapaz de realizar la actividad debido a su visión.....5
- No sabe/No contesta.....6
- Esta actividad no la hacía anteriormente7

10.- Tiene o no dificultad, incluso usando gafas, para realizar actividades como la petanca, buscar setas, cuidar plantas, mirar escaparates...

- Ninguna dificultad1
- Un poco de dificultad.....2
- Dificultad moderada.....3
- Mucha dificultad.....4
- Incapaz de realizar la actividad debido a su visión.....5
- No sabe/No contesta.....6
- Esta actividad no la hacía anteriormente7

11.- Tiene o no dificultad, incluso usando gafas, para cocinar

- Ninguna dificultad1
- Un poco de dificultad.....2
- Dificultad moderada.....3
- Mucha dificultad.....4
- Incapaz de realizar la actividad debido a su visión.....5
- No sabe/No contesta.....6
- Esta actividad no la hacía anteriormente7

12.- Tiene o no dificultad, incluso usando gafas, para ver la televisión

- Ninguna dificultad1
- Un poco de dificultad.....2
- Dificultad moderada.....3
- Mucha dificultad.....4
- Incapaz de realizar la actividad debido a su visión.....5
- No sabe/No contesta.....6
- Esta actividad no la hacía anteriormente7

13.- Tiene o no dificultad, incluso usando gafas, para conducir de día

- Ninguna dificultad1
- Un poco de dificultad.....2

- Dificultad moderada.....3
- Mucha dificultad.....4
- Incapaz de realizar la actividad debido a su visión.....5
- No sabe/No contesta.....6
- Esta actividad no la hacía anteriormente7

14.- Tiene o no dificultad, incluso usando gafas, para conducir de noche

- Ninguna dificultad1
- Un poco de dificultad.....2
- Dificultad moderada.....3
- Mucha dificultad.....4
- Incapaz de realizar la actividad debido a su visión.....5
- No sabe/No contesta.....6
- Esta actividad no la hacía anteriormente7

ANEXO 4 – Cuestionario de Calidad de Visual Subjetiva Postquirúrgica

1.- Describa su visión actual (después de intervenir) utilizando gafas (si las necesita):

	Mala	Regular	Buena
1.a. Visión de cerca (lectura, costura...)	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
1.b. Visión intermedia (PC, cocina...)	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
1.c. Visión de lejos	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
1.d. Visión nocturna	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>

2.- Describa su visión actual (después de intervenir) sin gafas:

	Mala	Regular	Buena
2.a. Visión de cerca (lectura, costura...)	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
2.b. Visión intermedia (PC, cocina...)	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
2.c. Visión de lejos	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
2.d. Visión nocturna	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>

3.- Utiliza gafas habitualmente

	Siempre	A veces	Nunca
3.a. Visión de cerca (lectura, costura...)	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
3.b. Visión intermedia (PC, cocina...)	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
3.c. Visión de lejos	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>

4.- Cuando lee, ve una doble imagen o sombra al lado de las letras

SÍ	NO
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>

5.- Si la respuesta anterior es SI: ¿esta doble imagen/sombra le dificulta la lectura?:

Nunca	Poco	Moderadamente	Mucho
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>

6.- Si la respuesta a la pregunta 4 es SI: Este síntoma:

Ha ido disminuyendo desde la operación	No ha mejorado nada
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>

7.- En condiciones de baja luz (visión nocturna, recintos cerrados con poca luz): ¿Ve halos alrededor de las luces?

Nunca	Poco	Moderadamente	Mucho
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>

8.- En condiciones de baja luz (visión nocturna, recintos cerrados con poca luz): ¿Los focos de luz le producen deslumbramiento?

Nunca	Poco	Moderadamente	Mucho
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>

9.- En caso de responder SI a la pregunta 6 y/o 7: ¿Esto le dificulta la conducción nocturna?

Nunca	Poco	Moderadamente	Mucho
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>