

TRABAJO FIN DE MÁSTER

“Estudio del
deslumbramiento en
personas con opacidades
de medios ópticos en
condiciones mesópicas”

Máster en Rehabilitación Visual
Universidad de Valladolid
Curso 2015-2016

Alumno: Alfredo Holgueras López

Tutor: Dr. Miguel J. Maldonado López



Universidad de Valladolid

AUTORIZACIÓN DEL TUTOR PARA LA EXPOSICIÓN PÚBLICA DEL TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

(Art. 6.2 del Reglamento de la UVA sobre la Elaboración y Evaluación del Trabajo Fin de Máster)

D. Miguel J. Maldonado López
en calidad de Tutor/a del alumno/a
D. Alfredo Holgueras López
del Máster en: Rehabilitación Visual
Curso académico: 2015-2016

CERTIFICA haber leído la memoria del Trabajo de Fin de Máster titulado “Estudio del deslumbramiento en personas con opacidades de medios ópticos en condiciones mesópicas” y estar de acuerdo con su exposición pública en la convocatoria de septiembre.

En Valladolid a 5 de septiembre de 2016

Vº Bº

Fdo.: Dr. Miguel J. Maldonado López
El Tutor

ÍNDICE

ABREVIATURAS	4
RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN	6
HIPÓTESIS	9
OBJETIVOS	10
METODOLOGÍA	11
Participantes	11
Método	11
Análisis estadístico	17
RESULTADOS	19
Análisis de toda la muestra	19
Variable principal – Sensibilidad al contraste en condiciones mesópicas	19
Variables secundarias	20
Variables de control	21
Análisis LOCS III para la caracterización de los grupos	21
Diferencias entre grupos	22
Variable principal – Sensibilidad al contraste en condiciones mesópicas	22
Variables secundarias	23
Variables de control	24
Asociación entre variables	25
Variable principal	25
Variables secundarias	26
Variables de control	27
Variable principal vs. variables secundarias	28
Variable principal vs. variables de control	29
Variables secundarias vs. variables de control	30
DISCUSIÓN	32
Discusión de los métodos utilizados	32
Discusión de los resultados obtenidos	33
Limitaciones del estudio	35
CONCLUSIONES	36
BIBLIOGRAFÍA	37
ANEXOS	40
Aprobación de la Comisión de Investigación	40
Aprobación del Comité Ético	41
Hoja de recogida de datos	42

ABREVIATURAS

AV	Agudeza visual
AVcc	Agudeza visual con corrección
BAT	Brightness Acuity Test
Cd/m²	Candelas/ metro cuadrado
CV	Campo visual
dB	Decibelios
DH	Deslumbramiento halógeno
DX	Deslumbramiento xenón
ETDRS	Early Treatment for Diabetic Retinopathy Study
FSC	Función sensibilidad al contraste
IOBA	Instituto Universitario de Oftalmobiología Aplicada
LOCS III	Lens Opacities Classification System III
logMAR	Logaritmo del mínimo ángulo de resolución
logSC	Logaritmo de sensibilidad al contraste
mm	Milímetros
µm	Micras
OD	Ojo derecho
OI	Ojo izquierdo
SC	Sensibilidad al contraste
SD	Sin deslumbramiento

RESUMEN

Objetivo: El objetivo principal de este trabajo de investigación es conocer de un modo más preciso cómo la opacidad de medios oculares y el deslumbramiento influye en la función visual en condiciones de baja iluminación.

Metodología: La metodología empleada incluye una serie de pruebas para valorar de modo completo la función visual de cada sujeto: medida de la agudeza visual sin y con deslumbramiento, pupilometría dinámica, aberrometría corneal, densitometría del cristalino, medida de la sensibilidad al contraste en condiciones mesópicas sin y con deslumbramiento, evaluando el grado de molestia y el tiempo de recobro de cada deslumbramiento, y evaluación objetiva y subjetiva de la opacidad del cristalino. Se buscaron sujetos sin y con facoesclerosis mayores de 55 años.

Resultados: Se reclutaron un total de 24 sujetos distribuidos en dos grupos, 11 en un grupo control con facoesclerosis fisiológica y 13 en un grupo caso con cierto grado de catarata desarrollado. El deslumbramiento de una fuente, tanto halógena como xenón, produjo una disminución media de 0.30 logSC en la sensibilidad al contraste en condiciones mesópicas con respecto a la ausencia de deslumbramiento ($p < 0.05$). La diferencia de agudeza visual entre grupos fue de media 0.02 logMAR sin deslumbramiento y 0.06 logMAR con deslumbramiento ($p > 0.05$). La sensibilidad al contraste disminuyó de media 0.30 logSC ($p > 0.05$) en ambos grupos respecto a la condición más favorable, la visión mesópica sin deslumbramiento. Asimismo, el grado de malestar experimentado fue valorado entre 4 y 5 (entre molesta y aceptable) en escala de Boer en todas las condiciones deslumbrantes en cada grupo. El tiempo de recobro al deslumbramiento halógeno fue 4.73 segundos en el grupo control y 4.08 segundos en el grupo caso. Cuando el deslumbramiento era xenón, el tiempo de recobro fue 4.81 segundos y 4.31 segundos respectivamente ($p > 0.05$). También encontramos una correlación directa entre la sensibilidad al contraste en los distintos escenarios y el tiempo de recobro al deslumbramiento halógeno ($p < 0.05$), y entre la sensibilidad al contraste con deslumbramiento xenón y su tiempo de recobro ($p < 0.05$). Analizando la agudeza visual con deslumbramiento BAT hallamos una correlación directa con la edad del sujeto ($p < 0.05$).

Conclusiones: La función visual en condiciones mesópicas no se ve afectada significativamente en sujetos con catarata inicial respecto a sujetos con facoesclerosis. El detrimento de agudeza visual producido por una fuente deslumbrante en oscuridad es de esperar que sea similar en pacientes con facoesclerosis fisiológica respecto a sujetos con catarata. De igual manera, la merma en la sensibilidad al contraste en condiciones mesópicas ocasionada por una fuente deslumbrante tipo halógeno y tipo xenón viene a ser similar en ambos grupos. También es de esperar que un paciente con catarata presente un tiempo de recobro menor ante el deslumbramiento halógeno y xenón, teniendo además una mayor sensación de confort ante el deslumbramiento xenón respecto a un paciente con catarata incipiente, que tendrá menor tiempo de recobro, aunque mayor sensación de confort ante el deslumbramiento halógeno.

Palabras clave: Opacidad de medios ópticos, facoesclerosis fisiológica, catarata, función visual, deslumbramiento, sensibilidad al contraste, condiciones mesópicas.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas ha habido un claro aumento de la esperanza de vida al nacer. Sin ir más lejos, según los datos disponibles de los últimos 50 años⁽¹⁾, en España hemos pasado de tener una esperanza de vida media al nacer de 70 años en 1964 a 83 años en 2014 (casi un 20% de aumento).

Este envejecimiento lleva asociados unos cambios fisiológicos que con el paso de los años se hacen más notorios. Anatómicamente a nivel ocular^(2,3), se traducen principalmente en un aumento de la laxitud palpebral, disminución de la transparencia conjuntival y corneal, pérdida de células endoteliales, cámara anterior más estrecha, miosis senil, aumento de tamaño, pérdida de elasticidad y opacificación del cristalino, licuefacción del humor vítreo, adelgazamiento de la retina periférica, pérdida de células retinianas y aspecto más pálido del nervio óptico.

Las principales opacidades de medios ópticos son las que se originan en la córnea y en el cristalino. La pérdida de transparencia corneal viene producida por la disminución de las células que forman el endotelio corneal. La opacificación que se ocasiona en el cristalino provoca una mayor absorción de la luz azul⁽²⁾.

Estos cambios anatomofisiológicos provocan unos cambios en los parámetros que definen la función visual^(2,4):

1. *Agudeza visual (AV)*: que se puede definir como la capacidad del sistema visual de percibir y diferenciar dos estímulos separados por un ángulo determinado. Habitualmente disminuye a partir de los 40-45 años, además de aparecer la presbicia a nivel refractivo, debido en parte a la pérdida de elasticidad cristalínea.
2. *Campo visual (CV)*: es la porción del espacio que un ojo es capaz de abarcar con la mirada dirigida al frente. Existe una disminución de 0.8 decibelios (dB) por cada década de vida, causada por la pérdida de neuronas de la retina.
3. *Sensibilidad al contraste (SC)*: que es el menor contraste que necesario para poder distinguir un objeto. Se ve disminuida especialmente en las frecuencias espaciales altas por la opacidad de los medios oculares.
4. *Visión del color*: el ojo humano puede percibir alrededor de 8000 colores y matices en un único nivel de luminancia, teniendo con los años una merma en las longitudes de onda cortas por la pérdida de transparencia de los medios ópticos.

Un factor que influye especialmente en la función visual, y que se acentúa con la edad y con los cambios fisiológicos del globo ocular, es el deslumbramiento. Existen cuatro tipos de deslumbramiento⁽⁵⁾:

1. *Deslumbramiento incapacitante* (fisiológico): es el deslumbramiento que dificulta la visión. Se ocasiona por la dispersión de la luz que se produce en el interior del ojo, provocando una luminancia de velo en la retina que hace que disminuya el contraste de las imágenes.
2. *Deslumbramiento incómodo* (fisiológico): es el deslumbramiento que causa molestias y vista cansada. Sucede cuando la retina transmite información sobre la iluminación que es demasiado intensa o variable para una persona, lugar y momento en particular.

Estos deslumbramientos normalmente se producen a la vez, aunque pueden aparecer de manera independiente.
3. *Deslumbramiento fulgurante*: es una forma extrema de deslumbramiento incómodo que provoca cierre palpebral, molestia, aversión y discapacidad visual en entornos brillantes. También llamado deslumbramiento adaptado si es breve o deslumbramiento cegador si es prolongado en el tiempo. Los ambientes brillantes propagan altas iluminancias a través de grandes áreas de la retina sensorial.
4. *Deslumbramiento escotomático*: es el deslumbramiento que causa postimágenes y discapacidad visual. También se le suele denominar fotoestrés o ceguera de flash. La exposición a la luz focal y brillante blanquea excesivamente el fotorpigmento macular, menoscabando la visión de manera transitoria y provocando persistencia de las imágenes que producen.

Si unimos el aumento de la esperanza de vida al nacer, los cambios que genera en las necesidades de la población y los cambios en la función visual debido a los procesos anatomofisiológicos del globo ocular y a factores ambientales, creemos que evaluar la variación de la función visual, haciendo frente a un deslumbramiento distractor/incapacitante, que se producirá en un ambiente mesópico bajo ($0.001-3\text{cd/m}^2$) en pacientes con una catarata incipiente, puramente fisiológica, comparándolos con pacientes con un cierto grado de catarata ya desarrollado, que este afectando a la visión, puede darnos a conocer cómo varía la función visual al enfrentarse a condiciones en las que exista un deslumbramiento, como puede ser la conducción nocturna en una sociedad cada vez más envejecida en la que los cambios fisiológicos no han de suponer una limitación a la hora de realizar sus actividades de la vida diaria.

Escogemos la catarata en particular y la opacidad de medios ópticos en general puesto que es uno de los cambios fisiológicos más significativos y que afectan en mayor grado a las características que definen la función visual⁽⁶⁾.

Tradicionalmente los estudios sobre deslumbramiento incapacitante en pacientes con faoesclerosis se han realizado de forma estática^(7,8,9). También se han evaluado distintos aspectos psicofísicos mediante cuestionarios relacionados con la AV y la SC medida en gabinete en pacientes con catarata^(10,11,12,13). Ninguno de estos estudios de investigación tuvo en cuenta las condiciones de iluminación mesópicas bajas.

El ámbito donde más se ha investigado el efecto del deslumbramiento en pacientes con facoesclerosis es la conducción nocturna.

El estado del arte sobre conducción haciendo frente a un deslumbramiento incapacitante por parte de conductores con facoesclerosis arroja diversas metodologías: cuestionarios⁽¹⁴⁾, pruebas en consulta de medida de AV y SC haciendo frente a deslumbramiento^(15,16,17), simulador de conducción y toma de medidas a bordo de un vehículo⁽¹⁸⁾, donde no se tenía en cuenta el factor deslumbrante, y un solo estudio llevado a cabo en condiciones reales de conducción, que tampoco tuvo en cuenta el deslumbramiento⁽¹⁹⁾. No obstante, ninguno de ellos tomó en cuenta las condiciones de iluminación mesópicas bajas.

Por todo ello, consideramos existe una carencia en la investigación del deslumbramiento y su afectación en la función visual, más aún cuando apenas se ha investigado en el ámbito de las condiciones ambientales lumínicas mesópicas bajas, en una población cada vez más envejecida, con unos cambios anatomofisiológicos que, conjuntamente con el deslumbramiento, también influyen en la función visual. Es por eso que pretendemos dar respuesta a estos supuestos mediante el presente trabajo de investigación.

HIPÓTESIS

Las hipótesis fundamentales planteadas en este trabajo y que sustentan la presente investigación son las siguientes:

1. Existen ciertas características oculares, tanto anatómicas como funcionales, - opacidades de medios ópticos en este caso- que se asocian a una disminución de las variables que definen la función visual, reduciendo la discriminación de objetos en condiciones de baja luminosidad.
2. El grado de visibilidad, entendido como el distinto nivel de contraste de los objetos con respecto a lo que les rodea, ejerce un efecto determinante sobre la capacidad de reconocer los mismos. Este contraste se ve afectado notablemente en pacientes con opacidades de medios ópticos.
3. La aparición de una fuente de deslumbramiento afecta a la capacidad para reconocer objetos y estas alteraciones son diferentes según la intensidad de la luz deslumbrante empleada.

OBJETIVOS

Este trabajo de investigación tiene el siguiente objetivo general:

1. Analizar cómo las opacidades de medios ópticos inciden en la capacidad de la función visual en condiciones mesópicas sin deslumbramiento (SD), con deslumbramiento halógeno (DH) y con deslumbramiento xenón (DX).

Asimismo, pretendemos estudiar los siguientes objetivos específicos:

2. Estudiar la variación de la AV en condiciones de baja iluminación sin hacer frente a un deslumbramiento, con DH y con un DX.
3. Cuantificar la sensibilidad al contraste en condiciones mesópicas sin y con deslumbramiento, tanto halógeno como xenón.
4. Determinar la afectación de la función visual y la percepción subjetiva de malestar haciendo frente a un DH o a un DX.
5. Comprobar el cambio en el tiempo de recobro haciendo frente a deslumbramiento según el de emisor de luz y el grado de desarrollo de la opacidad.
6. Conocer la relación existente entre la sensibilidad al contraste en condiciones mesópicas y el tiempo de recobro.
7. Analizar la correspondencia entre la sensación de deslumbramiento en condiciones mesópicas y la agudeza visual binocular.

METODOLOGÍA

El presente trabajo fue llevado a cabo según los principios recogidos en la Declaración de Helsinki. Fue presentado y aprobado por el Comité de Investigación del Instituto Universitario de Oftalmobiología Aplicada (IOBA) y por el Comité de Ética e Investigación Clínica del que depende la Universidad de Valladolid.

PARTICIPANTES

Los sujetos participantes incluidos en este estudio debían ser mayores de edad y estar sanos, sin padecer algún tipo de patología que disminuya su visión ni estar bajo medicación que afecte a la función visual. Se excluyeron personas menores de 55 años por el escaso grado de opacificación fisiológica de los medios oculares.

Todos los participantes se reclutaron de forma voluntaria de entre los trabajadores de la Universidad de Valladolid mediante la difusión de un correo electrónico. Previo a la realización del estudio, los sujetos fueron debidamente informados sobre la metodología del trabajo y los riesgos asociados, tal como exige el consentimiento informado.

MÉTODO

El diseño de este trabajo fue experimental y consistió en una batería de pruebas realizadas en la consulta de exploración combinadas con otras efectuadas en el simulador de deslumbramiento.

Las pruebas realizadas en el IOBA fueron llevadas a cabo en el siguiente orden:

El punto de partida era el gabinete de exploración oftalmológico.

- Determinación de la AV con la corrección utilizada por el sujeto (AVcc):
 - Mediante el test estandarizado Early Treatment for Diabetic Retinopathy Study (ETDRS), adaptado para una distancia de examen de 4 metros, se evaluó el menor tamaño de letra que el sujeto era capaz de discernir, anotando su valor en escala de logaritmo del mínimo ángulo de resolución (logMAR).
- Determinación de la AVcc haciendo frente a deslumbramiento estático:
 - Gracias al dispositivo Brightness Acuity Test (BAT) pudimos valorar la AVcc de cada sujeto en tres niveles diferentes de deslumbramiento: bajo, medio y alto.

- Previamente a la realización de la prueba se explicó a cada sujeto la composición del dispositivo, formado en su parte inferior por un mango para agarrarlo, en la porción media por una semicúpula de 6 centímetros de diámetro en cuya parte superior se encuentra situada una bombilla que genera las tres intensidades de deslumbramiento y una pequeña ventana circular de 12 milímetros (mm) situada en el centro de la semicúpula por la cual el sujeto había de encuadrar el optotipo ETDRS. En la porción superior del BAT se encuentra una ruleta con la que modular las distintas intensidades de deslumbramiento que equivalen a interiores iluminados como en los centros comerciales (deslumbramiento bajo), a un día nublado (deslumbramiento medio) y a un día soleado (deslumbramiento alto).
- Posteriormente, se enseñó al sujeto la metodología empleada para realizar esta prueba, en la que debía sujetar el BAT por la parte inferior con una mano y colocarlo delante de un ojo tapando el otro ojo con la mano libre, puesto que la prueba se realiza de manera monocular, alineando su pupila con la ventana central de la semicúpula y el test estandarizado ETDRS. Este procedimiento se realizaba una vez en cada ojo con las tres intensidades disponibles, determinando en cada turno la AVcc de cada sujeto haciendo frente a cada intensidad de deslumbramiento.
- Refracción del sujeto:
 - Con el autorrefractómetro Nidek ARK 30 realizamos una primera aproximación.
 - Posteriormente, realizamos una refracción objetiva con el mediante retinoscopia.
 - Finalizamos con una refracción subjetiva con la participación activa del sujeto.

A continuación, pasábamos a los distintos equipos para completar las pruebas que conforman el estudio.

- Medida objetiva del grado de opacidad o densitometría del cristalino mediante un sistema con doble cámara de Scheimpflug (Galilei G4, Ziemer), donde el sujeto debía apoyar la barbilla en la mentonera y la frente en el frontal, centrando la mirada en un punto central de fijación y manteniendo el ojo abierto mientras se realizaba la medición.
- Medida de la aberrometría corneal con el dispositivo WaveLight® Topolyzer™ VARIO expresada en micras (μm). Esta prueba se realizaba en tres ocasiones en cada ojo, y el sujeto debía situar de igual manera barbilla y frente, centrando la vista en un punto central y manteniendo el ojo abierto mientras se realizaba la medida.
- Pupilometría dinámica con el WaveLight® Topolyzer™ VARIO. En esta prueba, una luz se enciende y apaga de manera alterna durante un minuto. El paciente, apoyando barbilla y frente, debía mantener la mirada fija en el punto central, pudiendo parpadear con normalidad, aunque indicándole que lo hiciera el menor número de veces posible para que el dispositivo pudiera determinar objetivamente y con mayor precisión el total del diámetro pupilar.

En este punto pasábamos a la sala donde está ubicado el simulador de deslumbramiento:

- Evaluación en el simulador de deslumbramiento:
 - Como se aprecia en las imágenes, los elementos que componen el simulador son los siguientes:
 - Optotipo de SC Pelli-Robson, en escala logaritmo de sensibilidad al contraste (logSC).
 - Silla para realización de la prueba, ubicada a un metro del test Pelli-Robson.
 - 'Faro alto', que simula la luz ambiente en condiciones mesópicas.
 - 'Faro bajo', situado frente al sujeto a la izquierda, el cual es la luz deslumbrante. Una vez accionado, su intensidad aumenta durante cinco segundos, momento en el que se apaga por completo. Este faro dispone de dos tipos de deslumbramiento (halógeno y xenón), con cada una de las cuales realizaremos la prueba.



Figuras 1 y 2.- Elementos que conforman el dispositivo simulador de deslumbramiento.

- Una vez estábamos con el sujeto en la sala dedicada al simulador, se le introducía la prueba a realizar y cuál era su tarea:
 - Situábamos al paciente en la silla, apagábamos la luz de la sala, cerrábamos la puerta y dejábamos como única iluminación la luz emitida por el “faro alto” para simular las condiciones mesópicas. Explicábamos al sujeto que deberíamos esperar diez minutos en estas condiciones para que el ojo se adaptara a esta iluminación ambiental. Durante estos diez minutos manteníamos el panel dado la vuelta para que el sujeto no se aprendiera las letras y aprovechábamos para explicar la metodología de la prueba.



Figura 3.- Disposición de los elementos del simulador en la sala.

- Explicación de la prueba:
“Este panel que está delante de usted es el test de SC Pelli-Robson, con el que haremos las pruebas. Ahora está del revés para que no se aprenda las letras, pero una vez completado el tiempo de adaptación le daré la vuelta y podremos comenzar.”

Este test consiste en una serie de letras, todas del mismo tamaño, que se distribuyen por todo el panel respecto al fondo, que va disminuyendo en grupos de 3, hacia la derecha y hacia abajo.

Como podrá comprobar cuando ponga derecho el panel, las tres primeras letras son negras, que sobre el fondo blanco presentan un contraste máximo. Las siguientes son de un gris fuerte, las siguientes de un gris más flojo y así sucesivamente a medida que avanzamos en el panel. Es decir, que las letras se van atenuando, el contraste sobre el fondo va disminuyendo y cada vez es más difícil identificarlas, hasta que llegue un momento en que, a pesar de esforzarse, será incapaz de distinguir las del fondo y no podrá decir qué letras son. Lo que queremos precisamente es localizar el triplete de letras que es capaz de identificar, distinguir y leer correctamente con esta luz ambiente. Debe hacer un esfuerzo por 'adivinar' de qué letras se trata, aunque no las vea tan claramente ni esté seguro de si ha acertado. Debe esforzarse por leer las máximas letras posibles.

A ese último triplete de letras que es capaz de leer le llamaremos a partir de ahora 'triplete basal', que será la referencia y el punto de partida de las pruebas que realizaremos después.

El 'faro alto' que está situado detrás de usted simula la luz de la noche. El 'faro bajo' va a ser la luz deslumbrante. La intensidad de la luz de este 'faro bajo' va a ir aumentando progresivamente durante cinco segundos. Una vez pasados esos cinco segundos se apagará solo. Usted nunca debe mirar directamente al 'faro bajo', sino a su triplete basal, que ya habremos localizado previamente.

Si durante el tiempo en que esté encendido el 'faro bajo', deja de ver su triplete basal por el efecto de la luz, tiene que localizar rápidamente el triplete más tenue que sí puede leer con esa luz encendida. Es decir, si pierde su triplete basal cuando el 'faro bajo' esté encendido, debe mirar al triplete inmediatamente anterior (que es el paso anterior en contraste) y ver si ese lo puede leer. En caso afirmativo, debe decir las tres letras en voz alta para que yo pueda comprobar que las ha dicho correctamente. En cuanto se apague el 'faro bajo' (a los cinco segundos), debe inmediatamente mirar de nuevo a su triplete basal y decir las tres letras en voz alta de nuevo tan pronto como vuelva a verlas para que pueda cronometrar el tiempo que ha tardado usted en recobrarlas. Es importante que las diga en voz alta nada más que las vea. Si no puede distinguir el triplete inmediatamente anterior, tendrá que ir al anterior a su vez y así sucesivamente hasta encontrar el triplete más tenue (o menos contrastado) que sí puede leer con la luz del 'faro bajo' encendida. Es decir, debe ir retrocediendo en el panel a partir del triplete basal, de triplete en triplete, hasta encontrar el más tenue que puede leer. ¿Entiende?

También es posible que en ningún momento llegue a perder su triplete basal durante el tiempo en que está encendido el 'faro bajo'. Si es así, simplemente dígalos y no hará falta cronometrar el tiempo de recobro, ya que nunca las habría perdido.

Una vez haya acabado el ensayo, le pediré que valore la molestia que le ha causado la luz deslumbrante, en el momento en que más le molestó, en función de la siguiente escala (escala de Boer):

1. *Insoportable*
- 2.
3. *Molesto*
- 4.
5. *Aceptable o admisible*
- 6.
7. *Leve*
- 8.
9. *Inapreciable*

*Debe darle el valor que usted considere que se ajusta más a la molestia que le ha provocado esa luz, en el momento en que más le haya incomodado. No hay respuestas buenas o malas, simplemente es una valoración subjetiva. Después, repetiremos el ensayo con otro tipo de deslumbramiento, pero su tarea es exactamente la misma.
¿Lo ha entendido? ¿Tiene alguna pregunta?"*



Figura 4.- Distintas modalidades de deslumbramiento que simulan la luminancia que caracteriza a unos faros halógenos (izquierda) y faros xenón (derecha).

- Pasados los diez minutos de adaptación a la iluminación ambiental, explicada la prueba y realizados los test, procedíamos a ejecutar la prueba de simulación del deslumbramiento:
 - Primero localizábamos el 'triplete basal' del sujeto.
 - A continuación, comenzábamos el ensayo con un tipo de deslumbramiento de manera aleatoria (xenón o halógeno) y medíamos la SC durante el deslumbramiento, el tiempo de recobro y el grado de malestar mediante la escala de Boer.
 - Repetíamos la prueba y las medidas con el otro tipo de deslumbramiento.



Figura 5.- Sensación de deslumbramiento experimentada en el simulador mientras el sujeto trata de identificar los patrones del test Pelli-Robson.

Concluidas las pruebas en el simulador continuábamos con el resto de pruebas en el gabinete de exploración.

- Evaluación de la superficie anterior del ojo mediante lámpara de hendidura. Con el sujeto correctamente sentado en el sillón de exploración realizamos una evaluación de la transparencia corneal, clasificación del grado subjetivo de opacidad corneal mediante el Lens Opacities Classification System III (LOCS III) y una evaluación de posibles daños o irritación en la superficie ocular aplicando fluoresceína sódica y posicionando el filtro azul cobalto en el brazo de iluminación de la lámpara de hendidura.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para realizar el análisis estadístico tomamos en cuenta las siguientes variables:

- La variable de resultado principal fue la SC para las distintas condiciones de deslumbramiento.
- Como variables secundarias actúan:
 - El tiempo de recobro.
 - La sensación de deslumbramiento (por escala de Boer).
 - La AVcc medida mediante el dispositivo BAT.
- Las variables control seleccionadas fueron:
 - La edad.
 - La AVcc.
 - La SC.

- La pupilometría mediante sistema de infrarrojos, de la cual extraemos los siguientes valores:
 - La miosis media, calculada como la media entre la miosis del ojo derecho (OD) y del ojo izquierdo (OI).
 - La midriasis media, calculada como la media entre la midriasis del OD y del OI.
 - La miosis mínima media, calculada como la media entre la miosis mínima del OD y del OI.
 - La midriasis máxima media, calculada como la media entre la midriasis máxima del OD y del OI.
- La aberrometría corneal media, calculada como la media entre las tres medidas realizadas en el OD y las tres medidas en el OI.
- El grado de opacidad o densitometría del cristalino, calculado como la media entre la densitometría del OD y la del OI.

El procesamiento estadístico de la base de datos construida con las diversas mediciones y registros a los que se sometió a los sujetos, se realizó gracias al programa SPSS versión 24 para Windows®.

Se procedió a realizar un análisis estadístico descriptivo de todas las variables objeto de estudio. Se empleó el test de Shapiro-Wilk para conocer la normalidad de la distribución de los datos.

Para buscar posibles diferencias entre los resultados obtenidos con las distintas relaciones de SC en las diferentes situaciones ambientales (SD, DH y DX) en la distribución por grupos se evaluó la hipótesis de igualdad de medias utilizando el contraste t-Student para dos muestras independientes. En el caso de que no sea posible asumir la normalidad utilizamos la alternativa no paramétrica del test t-Student, el contraste U de Mann-Whitney.

Para las correlaciones entre las distintas variables, cuando sea posible asumir la hipótesis de normalidad se utilizará el coeficiente de correlación de Pearson. En caso de que nos sea posible asumir esta hipótesis, el coeficiente rho de Spearman.

Serán considerados variables estadísticamente significativas aquellas cuya $p < 0.05$. Quedarán al borde de la significancia las variables cuya p quede comprendida entre 0.05 y 0.1.

RESULTADOS

1. Análisis de toda la muestra

Todas las variables son cuantitativas y se describirán utilizando la media, desviación típica (DT), el intervalo de confianza (IC) del 95% para la media, la mediana (Med) y los valores máximo (Máx) y mínimo (Mín). Además, se comprueba la hipótesis de normalidad utilizando en contraste de Shapiro-Wilk (SW).

1.1. Variable principal – Sensibilidad al contraste en condiciones mesópicas

Tabla 1.- Sensibilidad al contraste en condiciones mesópicas bajo distintas fuentes deslumbrantes.

		N	Media	DT	IC 95% para la media		Med	Mín	Máx	Ho: normalidad	
					Inf.	Sup.				SW	p-valor
SC	SD	24	1.04	0.1	1	1.09	1.05	0.75	1.2	0.771	0.0001
	DH	24	0.75	0.11	0.71	0.80	0.75	0.45	1.05	0.732	<0.0001
	DX	24	0.73	0.09	0.69	0.77	0.75	0.45	0.9	0.689	<0.0001

DT=Desviación típica; IC=Intervalo de confianza; Med=Mediana; Mín=Mínimo; Máx=Máximo; SW=Shapiro-Wilk

La **SC** media en condiciones mesópicas fue mayor en la situación **SD**, siendo de media **1.04** logSC. La media haciendo frente a **DH** fue de **0.75** logSC. La media respondiendo con **DX** fue de **0.73** logSC.

Para conocer si las diferencias fueron estadísticamente significativas entre los tres estados se utilizó el test de **Friedman**, que arroja un **p-valor <0.0001**, de lo que se deduce que al menos uno resultó estadísticamente diferente del resto. Para comprobarlo realizamos un análisis post-hoc analizando las diferencias dos a dos:

Tabla 2.- Análisis post hoc analizando las diferencias dos a dos.

		p-valor
SC	SD/DH	<0.0001
	SD/DX	<0.0001
	DH/DX	0.313

Consideramos, según los resultados obtenidos, que las diferencias entre SC SD y SC DH o SC DX son estadísticamente significativas, no hallándose diferencias significativas entre la SC DH y SC DX.

Para cuantificar los cambios en la SC en los distintos escenarios planteados, se construye la **variable diferencia**, calculada como la diferencia entre cada una de las condiciones deslumbrantes respecto a las condiciones nocturnas más favorables (SC en condiciones mesópicas SD).

Tabla 3.- Diferencias de sensibilidad al contraste bajo distintas fuentes deslumbrantes.

		N	Media	DT	IC 95% para la media		Med	Mín	Máx	H ₀ : normalidad	
					Inf.	Sup.				SW	p-valor
SC	DH-SD	24	-0.29	0.08	-0.33	-0.26	-0.3	-0.45	-0.15	0.732	<0.0001
	DX-SD	24	-0.31	0.08	-0.34	-0.28	-0.3	-0.45	-0.15	0.679	<0.0001

DT=Desviación típica; IC=Intervalo de confianza; Med=Mediana; Mín=Mínimo; Máx=Máximo; SW=Shapiro-Wilk

La **SC decayó** de media **0.29** logSC ($p=0.262$), un 27.88%, cuando el sujeto hacía frente a **DH** y una media de **0.31** logSC ($p=0.491$), un 29.81%, haciendo frente a **DX**.

1.2. Variables secundarias

Tabla 4.- Sensación de deslumbramiento bajo distintas fuentes deslumbrantes.

		N	Media	DT	IC 95% para la media		Med	Mín	Máx	H ₀ : normalidad	
					Inf.	Sup.				SW	p-valor
Boer	DH	24	4.83	1.93	4.02	5.65	5	2	8	0.909	0.034
	DX	24	4.46	1.74	3.72	5.19	4.5	2	8	0.893	0.015

DT=Desviación típica; IC=Intervalo de confianza; Med=Mediana; Mín=Mínimo; Máx=Máximo; SW=Shapiro-Wilk

La **sensación de deslumbramiento** media con **DH** fue de **4.83**, por **4.46** con **DX**. Estos valores se corresponden con una sensación de deslumbramiento entre molesta y aceptable, creciente cuanto menor es el valor. Para conocer si las diferencias fueron estadísticamente significativas se utilizó el **test de Wilcoxon**, con el resultado de **p>0.05**.

Tabla 5.- Tiempo de recobro bajo distintas fuentes deslumbrantes.

		N	Media	DT	IC 95% para la media		Med	Mín	Máx	H ₀ : normalidad	
					Inf.	Sup.				SW	p-valor
Recobro	DH	24	4.38	1.84	3.60	5.15	4	1	9	0.963	0.494
	DX	24	4.54	1.53	3.89	5.19	4.5	2	7	0.929	0.092

DT=Desviación típica; IC=Intervalo de confianza; Med=Mediana; Mín=Mínimo; Máx=Máximo; SW=Shapiro-Wilk

El **tiempo de recobro** medio fue algo menor con **DH**. **4.38** segundos tardaron de media con **DH** y **4.54** segundos con **DX**. En este caso, para comprobar si las diferencias fueron estadísticamente significativas comparamos las medias con una **prueba t para muestras relacionadas**, con un **p-valor >0.05**.

Tabla 6.- Agudeza visual con corrección medida con el dispositivo Brightness Acuity Test (BAT).

		N	Media	DT	IC 95% para la media		Med	Mín	Máx	H ₀ : normalidad	
					Inf.	Sup.				SW	p-valor
BAT	Bajo	24	0.06	0.10	0.02	0.10	0.05	-0.15	0.25	0.967	0.591
	Medio	24	0.06	0.11	0.01	0.10	0.05	-0.15	0.25	0.960	0.439
	Alto	24	0.07	0.11	0.02	0.12	0.5	-0.10	0.40	0.920	0.059

DT=Desviación típica; IC=Intervalo de Confianza; Med=Mediana; Mín=Mínimo; Máx=Máximo; SW=Shapiro-Wilk

La **AVcc** con el deslumbramiento producido mediante el dispositivo **BAT** fue de media **0.06** logMAR cuando el deslumbramiento producido por el aparato era el **menor**, **0.06** logMAR cuando el deslumbramiento era **medio** y **0.07** logMAR con el deslumbramiento **máximo**.

Para conocer si las diferencias fueron estadísticamente significativas entre los tres estados se utilizó el test de **Friedman**, que arroja un **p-valor >0.05**, lo que significa que no existen diferencias estadísticamente significativas para esta muestra.

1.3. Variables de control

Tabla 7.- Variables de control

	N	Media	DT	IC 95% para la media		Med	Mín	Máx	H ₀ : normalidad	
				Inf.	Sup.				SW	p-valor
Edad	24	59.62	4.51	57.71	61.52	57.73	55.05	71.44	0.841	0.0015
AV binocular	24	-0.04	0.1	-0.08	0	-0.05	-0.2	0.1	0.881	0.0086
Miosis media	24	2.31	0.32	2.18	2.45	2.39	1.62	2.97	0.971	0.6865
Midriasis media	24	4.58	0.71	4.27	4.88	4.62	2.85	5.97	0.966	0.5703
Miosis mínima	24	2.14	0.31	2.01	2.27	2.19	1.43	2.97	0.97	0.6782
Midriasis máxima	24	4.84	0.72	4.53	5.14	4.93	3.1	6.24	0.965	0.5397
Aberrometría corneal	24	0.84	0.18	0.77	0.92	0.82	0.62	1.23	0.921	0.0618
Grado de opacidad	24	18.02	6.89	15.11	20.93	19.25	6	40.5	0.887	0.0114

DT=Desviación típica; IC=Intervalo de confianza; Med=Mediana; Mín=Mínimo; Máx=Máximo; SW=Shapiro-Wilk

Se analizaron **24 participantes** con edades comprendidas entre 55 y 71 años, siendo la media **59.62 años**.

Del examen de **AV binocular**, resultó una media muestral de **-0.04 logMAR**, lo que traducido a escala decimal corresponde aproximadamente a **1.10**.

En cuanto al tamaño pupilar, la media en **miosis** fue de **2.31 mm** y la media en **midriasis** fue de **4.58 mm**, alcanzando respectivamente un **mínimo** medio y un **máximo** medio de **2.14 mm** y de **4.84 mm**.

La **aberrometría corneal** media fue de **0.84 µm** y el grado de opacidad medio del cristalino medido mediante **densitometría** fue de **18.02**.

1.4. Análisis LOCS III para la caracterización de los grupos

En la conformación de los grupos jugó un papel importante la medida de la opacidad cristalínea mediante el sistema LOCS III. En el grupo control la suma de todos los valores de opacidad (nuclear, cortical y subcapsular posterior) fue igual menor a 2 en el 91% de los casos. Solamente en uno que fue mayor a 2. Por otro lado, en el grupo caso, la totalidad de los participantes presentó una suma en los valores de opacidad del cristalino igual o mayor a 3, siendo en el 85% igual o mayor a 4.

2. Diferencias entre grupos

2.1. Variable principal – Sensibilidad al contraste en condiciones mesópicas

Tabla 8.- Sensibilidad al contraste en cada grupo en condiciones mesópicas bajo distintas fuentes deslumbrantes.

			N	Media	DT	IC95% para la media		Med	Mín	Máx	H ₀ : igualdad de medias	
						Inf.	Sup.				U de MW	p-valor
SC	SD	Control	11	1.04	0.11	0.97	1.11	1.1	0.9	1.2	63	0.556
		Caso	13	1.05	0.11	0.99	1.11	1.1	0.75	1.2		
	DH	Control	11	0.76	0.12	0.68	0.85	0.75	0.6	1.05	69.5	0.885
		Caso	13	0.74	0.09	0.68	0.80	0.75	0.45	0.9		
	DX	Control	11	0.74	0.10	0.67	0.80	0.75	0.6	0.9	71	0.970
		Caso	13	0.73	0.08	0.68	0.78	0.75	0.45	0.75		

DT=Desviación típica; IC=Intervalo de confianza; Med=Mediana; Mín=Mínimo; Máx=Máximo; MW=Mann-Withney

La **SC** media en las condiciones de oscuridad más favorables fue de **1.04** logSC en el grupo **control** y **1.05** logSC en el grupo **caso**. Al hacer frente a **DH** la SC media bajó hasta **0.76** logSC en el grupo **control** y **0.74** logSC en el grupo **caso**. De igual manera decayó de media al responder con **DX** hasta **0.74** logSC en el grupo **control** y a **0.73** logSC en el grupo **caso**.

A continuación, analizamos si las diferencias entre grupos fueron estadísticamente significativas comparando las medias con una **prueba t para muestras relacionadas**.

Tabla 9.- Análisis de las diferencias de sensibilidad al contraste en condiciones mesópicas entre grupos (caso y control) bajo distintas fuentes deslumbrantes.

		p-valor
SC caso-control	SD	0.796
	DH	0.277
	DX	0.676

No encontramos diferencias estadísticamente significativas entre ellas.

Para cuantificar los cambios en la SC en los distintos escenarios planteados, se construye la **variable diferencia**, calculada como la diferencia entre cada una de las condiciones deslumbrantes respecto a las condiciones nocturnas más favorables (SC en condiciones mesópicas SD) para cada grupo.

Tabla 10.- Diferencias de sensibilidad al contraste en cada grupo bajo distintas fuentes deslumbrantes.

			N	Media	DT	IC 95% para la media		Med	H ₀ : igualdad de medias	
						Inf.	Sup.		U de MW	p-valor
SC	DH-SD	Control	11	-0.27	0.09	-0.33	-0.21	-0.3	56	0.262
		Caso	13	-0.31	0.07	-0.35	-0.27	-0.3		
	DX-SD	Control	11	-0.30	0.09	-0.36	-0.24	-0.3	62.5	0.491
		Caso	13	-0.32	0.06	-0.36	-0.29	-0.3		

DT=Desviación típica; IC=Intervalo de confianza; Med=Mediana; Mín=Mínimo; Máx=Máximo; MW=Mann-Withney

La **SC decayó** de media **0.27** logSC (un 25.96%) en el grupo **control** y **0.31** logSC (un 29.52%) en el grupo **caso** cuando el sujeto hacía frente a **DH** y una media de **0.30** logSC (un 28.85%) en el grupo **control** y **0.32** logSC (un 30.48%) en el grupo **caso** haciendo frente a deslumbramiento producido por **DX**.

Para analizar si las diferencias encontradas en ambos grupos fueron estadísticamente significativas comparamos las medias con una **prueba t para muestras relacionadas**.

Tabla 11.- Análisis de las diferencias de sensibilidad al contraste en condiciones mesópicas entre grupos en la variable diferencia de deslumbramiento.

		p-valor
SC	DH-SD	0.180
caso-control	DX-SD	0.441

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ellas.

2.2. Variables secundarias

Tabla 12.- Sensación de deslumbramiento en cada grupo bajo distintas fuentes deslumbrantes.

			N	Media	DT	IC 95% para la media		Med	Mín	Máx	H ₀ : igualdad de medidas	
						Inf.	Sup.				U de MW	p-valor
Boer	DH	Control	11	4.91	1.97	3.58	6.23	5	2	7	67.5	0.813
		Caso	13	4.77	1.96	3.58	5.96	5	2	8		
	DX	Control	11	4.27	1.68	3.14	5.40	4	2	7	64	0.653
		Caso	13	4.61	1.85	3.50	5.73	5	2	8		

DT=Desviación típica; IC=Intervalo de confianza; Med=Mediana; Mín=Mínimo; Máx=Máximo; MW=Mann-Withney

La **sensación de deslumbramiento** media con **DH** fue de **4.91** en el grupo **control** y **4.77** en el grupo **caso**, por **4.27** en el grupo **control** y **4.61** en el grupo **caso** con **DX**. Estos valores se corresponden con una sensación de deslumbramiento entre molesta y aceptable, creciente cuanto menor es el valor. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ellas.

Tabla 13.- Tiempo de recobro en cada grupo bajo distintas fuentes deslumbrantes.

			N	Media	DT	IC 95% para la media		Med	Mín	Máx	H ₀ : igualdad de medidas	
						Inf.	Sup.				t-test	p-valor
Recobro	DH	Control	11	4.73	1.37	3.81	5.65	4	3	6.5	0.856	0.401
		Caso	13	4.08	2.18	2.76	5.39	4	1	9		
	DX (*)	Control	11	4.81	2.18	3.79	5.85	4.5	2.5	7	59	0.463
		Caso	13	4.31	1.55	3.37	5.24	4	2	7		

DT=Desviación típica; IC=Intervalo de confianza; Med=Mediana; Mín=Mínimo; Máx=Máximo

El **tiempo de recobro** medio fue de **4.38** segundos en el grupo **control** y **4.08** en el grupo **caso** (un 6.85% menos) con **DH** y **4.54** segundos en el grupo **control** por **4.31** en el grupo **caso** (un 5.07% menos) con **DX**. No se hallaron diferencias estadísticamente entre estas variables.

Tabla 14.- Agudeza visual con corrección en cada grupo medida con el dispositivo Brightness Acuity Test (BAT).

			N	Media	DT	IC 95% para la media		Med	H ₀ : igualdad de medidas	
						Inf.	Sup.		t-test	p-valor
BAT	Bajo	Control	11	0.05	0.12	-0.03	0.13	0.05	-0.499	0.623
		Caso	13	0.07	0.07	0.02	0.11	0.05		
	Medio	Control	11	0.02	0.12	-0.06	0.10	0.05	-1.421	0.169
		Caso	13	0.08	0.10	0.03	0.14	0.05		
	Alto	Control	11	0.04	0.10	-0.3	0.10	0.05	-1.311	0.203
		Caso	13	0.10	0.12	0.02	0.17	0.05		

DT=Desviación típica; IC=Intervalo de confianza; Med=Mediana; Mín=Mínimo; Máx=Máximo

La AVcc con el deslumbramiento producido mediante el dispositivo **BAT** fue de media **0.05** logMAR en el grupo **caso** y **0.07** logMAR en el grupo **control** cuando el deslumbramiento producido por el aparato era el **menor**. En el grupo **control** la AV fue de **0.02** logMAR y en el grupo **caso** de **0.08** logMAR cuando el deslumbramiento era **medio**. Por último, la AV con el deslumbramiento **máximo** fue de **0.04** logMAR en el grupo **control**, por **0.10** logMAR en el grupo **caso**. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

2.3. Variables de control

Tabla 15.- Variables de control en cada grupo.

			N	Media	DT	IC 95% para la media		Med	H ₀ : igualdad de medidas	
						Inf.	Sup.		U de MW	p-valor
Edad	Control	11	57.29	2.21	55.80	58.77	56.71	28	0.011	
	Caso	13	61.65	5.08	58.52	64.66	60.38			
AV binocular	Control	11	-0.06	0.09	-0.13	0	-0.1	52	0.249	
	Caso	13	-0.02	0.1	-0.08	0.04	0			
Miosis Media (*)	Control	11	2.26	0.26	2.09	2.44	2.25	-0.702	0.490	
	Caso	13	2.36	0.36	2.14	2.57	2.44			
Midriasis media (*)	Control	11	4.52	0.47	4.20	4.84	4.66	-0.366	0.718	
	Caso	13	4.63	0.88	4.09	5.16	4.64			
Miosis mínima (*)	Control	11	2.09	0.25	1.92	2.26	2.06	-0.69	0.497	
	Caso	13	2.18	0.35	1.97	2.39	2.29			
Midriasis máxima (*)	Control	11	4.77	0.47	4.46	5.09	4.92	-0.405	0.689	
	Caso	13	4.89	0.89	4.35	5.43	5.04			
Aberrometría corneal (*)	Control	11	0.86	0.18	0.73	0.98	0.83	0.402	0.692	
	Caso	13	0.83	0.17	0.72	0.93	0.82			
Grado de opacidad	Control	11	16.18	4.56	13.12	19.25	18.5	53	0.296	
	Caso	13	19.58	8.24	14.6	24.56	20.00			

DT=Desviación típica; IC=Intervalo de confianza; Med=Mediana; Mín=Mínimo; Máx=Máximo

De los **24** participantes incluidos en el estudio **11** fueron encuadrados en el grupo **control** y **13** en el grupo **caso**, cuyas **edades** medias fueron de **57.29** años y **61.65** años respectivamente.

La **AV binocular** media, resultó ser **-0.06** logMAR en el grupo **control** y **-0.02** logMAR en el grupo **caso**, lo que traducido a escala decimal correspondería aproximadamente a **1.10** en el grupo **control** y **1.0** en el grupo **caso**.

En cuanto al tamaño pupilar, la media en **miosis** fue de **2.26 mm** en el grupo **control** y **2.36** en el grupo **caso**. La media en **midriasis** fue de **4.52 mm** en el grupo **control** y **4.63** mm en el grupo **caso**. Se alcanzó un **mínimo** medio de **2.09** mm en el grupo **control** y **2.18** mm en el grupo **caso** y un **máximo** medio de **4.77** mm en el grupo **control** y de **4.89** mm en el grupo **caso**.

La **aberrometría corneal** media fue de **0.86 µm** en el grupo **control** y **0.83 µm** en el grupo **caso**. El grado de opacidad medio del cristalino medido mediante **densitometría** fue de **16.18** en el grupo **control** y **19.58** en el grupo **caso**.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el grupo edad, donde el grupo caso estaba formado por sujetos de mayor edad. En el resto de variables no se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

3. Asociación entre variables

Cuando sea posible asumir la hipótesis de normalidad se utiliza el coeficiente de correlación lineal de Pearson, y en el caso de que no sea posible asumir esta hipótesis, el coeficiente rho de Spearman.

Las correlaciones estadísticamente significativas positivas se marcan en verde y las negativas en rojo. Correlaciones al borde de la significación aparecen con el mismo código de colores, pero algo más tenues.

3.1. Variable principal

Tabla 16.- Asociación entre sensibilidad al contraste en condiciones mesópicas bajo distintas fuentes deslumbrantes.

		N	rho	H ₀ : rho = 0
				p-valor
SC SD	SC DH	24	0.689	<0.001
	SC DX	24	0.607	0.002
SC DH	SC DX	24	0.648	0.001

Se evidencia una correlación directa significativa entre **todas** las variables principales.

3.2 Variables secundarias

Tabla 17.- Asociación entre sensación de deslumbramiento, tiempo de recobro bajo distintas fuentes deslumbrantes y agudeza visual con corrección medida con el dispositivo Brightness Acuity Test (BAT).

		N	rho	H ₀ : rho = 0 p-valor
Boer DH	Boer DX	24	0.468	0.021
	Recobro DH	24	0.009	0.968
	Recobro DX	24	0.12	0.576
	BAT bajo	24	0.284	0.179
	BAT medio	24	0.149	0.488
	BAT alto	24	0.083	0.7
Boer DX	Recobro DH	24	0.20	0.348
	Recobro DX	24	0.058	0.788
	BAT bajo	24	0.237	0.265
	BAT medio	24	0.159	0.459
	BAT alto	24	0.220	0.302
Recobro DH	Recobro DX	24	0.73	<0.0001
	BAT bajo	24	-0.192	0.368
	BAT medio	24	-0.142	0.507
	BAT alto	24	-0.004	0.986
Recobro DX	BAT bajo	24	-0.374	0.072
	BAT medio	24	-0.357	0.086
	BAT alto	24	-0.302	0.152
BAT bajo	BAT medio	24	0.893	<0.0001
	BAT alto	24	0.861	<0.0001
BAT medio	BAT alto	24	0.866	<0.0001

Las variables secundarias que guardan una correlación directa significativa entre sí son el **grado de deslumbramiento** bajo distinto tipo de fuente deslumbrante, el **tiempo de recobro** para cada tipo de deslumbramiento y la AVcc medida con el dispositivo **BAT** para cada intensidad de deslumbramiento.

Existe una correlación positiva al borde de la significancia del tiempo de recobro con DX y la AVcc medida con el BAT en deslumbramiento bajo y medio.

3.2. Variables de control

Tabla 18.- Asociación entre variables de control.

		N	rho	H ₀ : rho = 0
				p-valor
Edad	AV binocular	24	0.018	0.933
	Miosis media	24	-0.154	0.474
	Midriasis media	24	-0.137	0.520
	Miosis mínima	24	-0.205	0.337
	Midriasis máxima	24	-0.174	0.415
	Aberrometría corneal	24	-0.128	0.550
	Grado de opacidad	24	0.331	0.114
AV binocular	Miosis media	24	0.194	0.364
	Midriasis media	24	0.317	0.132
	Miosis mínima	24	0.174	0.416
	Midriasis máxima	24	0.257	0.226
	Aberrometría corneal	24	0.140	0.514
	Grado de opacidad	24	0.022	0.919
Miosis media	Midriasis media	24	0.770	<0.001
	Miosis mínima	24	0.997	<0.001
	Midriasis máxima	24	0.769	<0.001
	Aberrometría corneal	24	0.174	0.417
	Grado de opacidad	24	0.159	0.459
Midriasis media	Miosis mínima	24	0.767	<0.001
	Midriasis máxima	24	0.998	<0.001
	Aberrometría corneal	24	0.022	0.919
	Grado de opacidad	24	-0.049	0.821
Miosis mínima	Midriasis máxima	24	0.765	<0.001
	Aberrometría corneal	24	0.181	0.397
	Grado de opacidad	24	0.152	0.480
Midriasis máxima	Aberrometría corneal	24	0.010	0.964
	Grado de opacidad	24	-0.072	0.738
Aberrometría corneal	Grado de opacidad	24	0.022	0.920

Las variables referentes a la **pupilometría** guardan una correlación directa significativa entre ellas.

3.3. Variable principal vs. variables secundarias

Tabla 19.- Asociación entre sensibilidad al contraste en condiciones mesópicas con la sensación de deslumbramiento, el tiempo de recobro bajo distintas fuentes deslumbrantes y la agudeza visual con corrección medida con el dispositivo Brightness Acuity Test (BAT).

		N	rho	H ₀ : rho = 0
				p-valor
SC SD	Boer DH	24	-0.027	0.900
	Boer DX	24	0.371	0.074
	Recobro DH	24	0.290	0.169
	Recobro DX	24	0.431	0.036
	BAT bajo	24	-0.272	0.199
	BAT medio	24	-0.195	0.362
	BAT alto	24	-0.173	0.522
SC DH	Boer DH	24	0.349	0.094
	Boer DX	24	0.262	0.216
	Recobro DH	24	0.036	0.867
	Recobro DX	24	0.335	0.109
	BAT bajo	24	-0.105	0.624
	BAT medio	24	-0.059	0.785
	BAT alto	24	-0.009	0.969
SC DX	Boer DH	24	0.209	0.328
	Boer DX	24	0.097	0.653
	Recobro DH	24	0.235	0.269
	Recobro DX	24	0.554	0.005
	BAT bajo	24	-0.418	0.042
	BAT medio	24	-0.361	0.083
	BAT alto	24	-0.289	0.170

En las variables primarias y las secundarias existe una correlación positiva significativa entre la SC SD y el tiempo de recobro con DX, entre la SC y el DX con el tiempo de recobro con DX y entre la SC y el DX con la AVcc medida con el BAT en deslumbramiento mínimo.

Quedan al borde de la significancia las correlaciones positivas entre la SC SD y el grado de DX, entre la SC con DH y el grado de DH y entre la SC con DX y la AVcc medida con el BAT en deslumbramiento medio.

3.4. Variable principal vs. variables de control

Tabla 20.- Asociación entre sensibilidad al contraste en condiciones mesópicas bajo distintas fuentes deslumbrantes y variables de control.

		N	rho	H0: rho = 0
				p-valor
SC SD	Edad	24	-0.114	0.594
	AV binocular	24	-0.169	0.430
	Miosis media	24	0.132	0.538
	Midriasis media	24	0.222	0.297
	Miosis mínima	24	0.128	0.552
	Midriasis máxima	24	0.263	0.214
	Aberrometría corneal	24	-0.006	0.977
	Grado de opacidad	24	-0.328	0.117
SC DH	Edad	24	0.060	0.782
	AV binocular	24	-0.278	0.189
	Miosis media	24	0.136	0.527
	Midriasis media	24	0.347	0.097
	Miosis mínima	24	0.114	0.597
	Midriasis máxima	24	0.333	0.112
	Aberrometría corneal	24	0.060	0.780
	Grado de opacidad	24	-0.055	0.800
SC DX	Edad	24	-0.152	0.477
	AV binocular	24	0.005	0.982
	Miosis media	24	-0.128	0.551
	Midriasis media	24	0.279	0.187
	Miosis mínima	24	-0.140	0.514
	Midriasis máxima	24	0.279	0.186
	Aberrometría corneal	24	-0.056	0.797
	Grado de opacidad	24	-0.220	0.301

Ninguna de ellas resulta estadísticamente significativa, estando al borde de la significancia la correlación directa entre SC y midriasis media.

3.5. Variables secundarias vs. variables de control

Tabla 21.- Asociación entre sensación de deslumbramiento, tiempo de recobro y agudeza visual con corrección con BAT y las variables control.

		N	rho	H0: rho = 0 p-valor
Boer DH	Edad	24	0.126	0.556
	AV binocular	24	-0.044	0.837
	Miosis media	24	0.133	0.167
	Midriasis media	24	0.292	0.058
	Miosis mínima	24	0.255	0.228
	Midriasis máxima	24	0.416	0.043
	Aberrometría corneal	24	-0.041	0.850
	Grado de opacidad	24	0.146	0.496
Boer DX	Edad	24	0.273	0.198
	AV binocular	24	-0.544	0.006
	Miosis media	24	-0.150	0.485
	Midriasis media	24	-0.187	0.382
	Miosis mínima	24	-0.183	0.392
	Midriasis máxima	24	-0.174	0.417
	Aberrometría corneal	24	-0.160	0.454
	Grado de opacidad	24	0.085	0.694
Recobro DH	Edad	24	-0.208	0.329
	AV binocular	24	0.002	0.993
	Miosis media	24	-0.262	0.217
	Midriasis media	24	-0.319	0.129
	Miosis mínima	24	-0.227	0.286
	Midriasis máxima	24	-0.318	0.130
	Aberrometría corneal	24	-0.247	0.244
	Grado de opacidad	24	-0.238	0.263
Recobro DX	Edad	24	-0.047	0.829
	AV binocular	24	-0.032	0.881
	Miosis media	24	-0.339	0.105
	Midriasis media	24	-0.183	0.391
	Miosis mínima	24	-0.313	0.136
	Midriasis máxima	24	-0.192	0.368
	Aberrometría corneal	24	-0.170	0.427
	Grado de opacidad	24	-0.304	0.149
BAT bajo	Edad	24	0.391	0.059
	AV binocular	24	-0.067	0.757
	Miosis media	24	0.166	0.438
	Midriasis media	24	0.023	0.913
	Miosis mínima	24	0.155	0.469
	Midriasis máxima	24	0.022	0.919
	Aberrometría corneal	24	-0.011	0.958
	Grado de opacidad	24	0.314	0.135
BAT medio	Edad	24	0.578	0.003
	AV binocular	24	0.22	0.918
	Miosis media	24	0.296	0.160
	Midriasis media	24	0.173	0.525
	Miosis mínima	24	0.276	0.192
	Midriasis máxima	24	0.129	0.548
	Aberrometría corneal	24	-0.068	0.753
	Grado de opacidad	24	0.314	0.135
BAT alto	Edad	24	0.406	0.049
	AV binocular	24	-0.23	0.915
	Miosis media	24	0.323	0.124
	Midriasis media	24	0.176	0.410
	Miosis mínima	24	0.320	0.127
	Midriasis máxima	24	0.176	0.412
	Aberrometría corneal	24	-0.162	0.448
	Grado de opacidad	24	0.351	0.092

Se encontró una correlación directa significativa entre grado de molestia con DH y la midriasis máxima. Es decir, a mayor midriasis, mayor valor en la escala de Boer bajo DH, lo que implica mayor confort.

Asimismo, observamos una correlación inversa significativa entre grado de molestia con DX y la AVcc binocular en escala logMAR, lo que se traduce en que una menor AVcc binocular se asocia con un mayor grado de molestia con DX.

La edad resulta correlacionarse significativamente de manera positiva con la AVcc mediante el BAT cuando el deslumbramiento es medio y alto, quedando al borde de la significancia cuando el deslumbramiento es bajo.

Quedan también al borde de la significación las correlaciones positivas entre grado de molestia con DH y midriasis media y entre la AVcc medida con el BAT y el grado de opacidad cristalínea.

DISCUSIÓN

De los resultados encontrados en este trabajo de investigación se evidencia una disminución de la SC en condiciones mesópicas bajas al hacer frente a DH o DX, siendo ligeramente mayor cuando es DX. No se encontraron cambios significativos entre los pacientes incluidos en el grupo caso y los incluidos en el grupo control.

Tampoco se encontraron cambios estadísticamente significativos entre ambos grupos en lo que a sensación de deslumbramiento, tiempo de recobro y AV con deslumbramiento se refiere.

Sí encontramos una correlación interna significativa positiva entre la SC en condiciones mesópicas bajas sin y con deslumbramiento, entre la sensación de deslumbramiento, entre el tiempo de recobro, entre la AV con deslumbramiento y entre las variables relacionadas con la pupilometría dinámica.

También existe significancia positiva en la correlación entre el tiempo de recobro con DX y la SC SD y con DX. Asimismo, fue significativa la correlación entre SC con DX y la AV con deslumbramiento bajo.

En cuanto a sensación de deslumbramiento encontramos una correlación significativa positiva en el DH con la midriasis máxima y una correlación significativa negativa en el DX con la AV binocular.

DISCUSIÓN DE LOS MÉTODOS UTILIZADOS

Tradicionalmente, la visión espacial humana se determina gracias a la visualización de la figura de menor tamaño que el sujeto examinado sea capaz de reconocer en un test de alto contraste, esto es, la AV. No obstante, este dato no nos informa de lo que ocurre por debajo de límite de resolución espacial. Recordemos que la AV se determina para contraste unidad, negro sobre blanco, lo que nos permite inferir que detalles más grandes que los correspondientes a la AV objetivada serán detectados sin dificultad sólo si tienen asimismo ese contraste del 100%. Sin embargo, si esos detalles poseen un contraste menor, sólo con la información que nos proporciona la AV, no podremos asegurar su visibilidad⁽²⁰⁾.

Ello nos lleva a la conclusión de que necesitamos conocer cómo varía la detectabilidad de un objeto en función, no sólo de su tamaño, sino también de su contraste. Con este fin, se define la función de sensibilidad al contraste (FSC), que nos aporta la medida de la habilidad del sistema visual para distinguir entre un objeto y el fondo sobre el cual está⁽²⁰⁾. Es por ello que empleamos un test de SC para comprobar cómo varía la función visual haciendo frente a deslumbramiento.

El optotipo elegido fue el test de Pelli-Robson por ser el más utilizado^(21,22,23), al resultar rápido y fácil de comprender por los pacientes. Con este test no se obtiene de forma directa el parámetro de la FSC, sino simplemente el umbral de contraste, que a su vez corresponde a un punto de la FSC. Sin embargo, tiene la ventaja de facilitar mucho su uso clínico, por ser las letras un estímulo más sencillo y fácil de identificar por parte del sujeto⁽²⁰⁾.

La intensidad de las fuentes deslumbrantes seleccionadas fue la que reproducía la intensidad de DH y DX, tratando así de representar la iluminancia producida por una de las fuentes que producen uno de los deslumbramientos incapacitantes más usuales en condiciones mesópicas bajas, los faros de un coche, que habitualmente son de tipo halógeno o xenón.

La AVcc bajo deslumbramiento fue medida mediante el dispositivo BAT por tratarse del método más habitual para analizar esta característica debido a su sencillo uso. El BAT ganó popularidad y se instauró como el más popular por ser más preciso que métodos previos.

En cuanto a los métodos para caracterizar el grado de opacidad del cristalino optamos por utilizar un método objetivo como la medida de la densitometría del cristalino proporcionada por el sistema Galilei G4^(24,25), y un método subjetivo, como es la clasificación de la opacidad mediante el sistema LOCS III⁽²⁶⁾.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Como cabía prever, encontramos una diferencia estadísticamente significativa en la SC SD y haciendo frente a cualquiera de los dos deslumbramientos propuestos. Esto concuerda con los resultados obtenidos por otros investigadores⁽²⁷⁾, donde decaía significativamente la SC con un deslumbramiento incapacitante.

La molestia respecto a los DH y DX fue muy similar en la muestra estudiada, entre molesta y aceptable. Los valores se encuentran dentro de los rangos hallados en otras investigaciones⁽²⁸⁾ para una población entre 55 y 65 años y por encima (menor discomfort) que en la población joven que conformaba el otro grupo estudiado. Esto puede deberse a que la opacidad del cristalino ejerza a modo de filtro que absorba parte de la luminancia proyectada por el faro emisor, de forma que la luz perturbadora entrante en la retina es menor, provocando una menor sensación de deslumbramiento.

En cuanto al tiempo de recobro, fue menor que en otros resultados obtenidos⁽²⁹⁾, donde se analizó un grupo poblacional de edades menores en unas condiciones muy similares a las aquí utilizadas. Probablemente este resultado sea debido al factor “protector” a modo de filtro de la opacidad de medios, permitiendo el paso de menor luz perturbador a la retina, requiriendo de menor tiempo de recobro al existir una menor saturación de fotorreceptores.

La AVcc medida con el dispositivo BAT se mantuvo constante en las tres condiciones de deslumbramiento, no siendo ninguno de los tres niveles de intensidad de luz (interiores iluminados, día nublado y día muy soleado). Es posible que el mayor grado de intensidad de la fuente deslumbrante, al estar situado muy próximo al ojo, ejerza un efecto miótico que provoque una mayor profundidad de foco que permita mantener una AV estable en este tipo de pacientes.

En lo que a distribución por grupos se refiere, no encontramos diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en la SC mesópica para cada tipo de deslumbramiento. Los resultados obtenidos guardan cierta relación con una investigación⁽³⁰⁾, donde haciendo frente a un deslumbramiento menor, la SC mesópica era similar a la de este estudio en el grupo con catarata, siendo mayor la SC mesópica en el grupo control sin catarata.

En las variables secundarias tampoco hubo evidencia estadísticamente significativa entre los grupos.

En cuanto a sensación de deslumbramiento la iluminación halógena fue más molesta en el grupo caso y la sensación de deslumbramiento con la iluminación xenón fue más molesta en el grupo control. Al no existir evidencia científica con la que comparar estos resultados, nos inclinamos a pensar que tal diferencia viene dada por la aparente función filtro de la catarata ante el deslumbramiento incapacitante. Lanzamos la hipótesis de que la iluminación xenón, al poseer más potencia luminosa, incomoda en mayor medida a la población control, con un grado de fcoesclerosis menor.

El tiempo de recobro, aunque no fue estadísticamente significativo, sí fue menor en ambos casos en el grupo control. Por ello hemos de destacar la importancia de este incremento en el tiempo de recobro de la población con catarata, que sí podría ser significativo para ciertas tareas de la vida diaria como la conducción nocturna.

La AV con deslumbramiento bajó en todos los casos en la población con fcoesclerosis más desarrollada, siendo la AV binocular también SD menor en este grupo.

Además, de entre las correlaciones destacan:

- Como parece lógico en el análisis de correlación, tanto la variable principal, como las variables secundarias y las variables que tienen que ver con la pupilometría dinámica se correlacionan de manera interna entre ellas.
- Las que tienen que ver con los sistemas de medida de AV y SC bajo deslumbramiento, el BAT y el simulador de deslumbramiento respectivamente:
 - El sistema de medida de AVcc BAT resulta correlacionarse mejor con la medida de SC en condiciones mesópicas con DX que con DH.
 - La medida de la SC en condiciones mesópicas se correlaciona mejor con el tiempo de recobro con DX que con el DH.
 - La medida de la AVcc con el dispositivo BAT se correlaciona de manera precisa con la edad del sujeto.

- También resultaron significativas:
 - La correlación entre sensación de DH y midriasis máxima, es decir, a mayor midriasis, mayor valor en la escala de Boer bajo DH, lo que implica mayor confort. Esto puede estar relacionado con la opacidad de medios, lo que provoca que, existiendo un mayor diámetro pupilar, se permita una mayor entrada de luz por las zonas medio-periféricas, proporcionalmente menos afectadas por opacidades nucleares, en comparación con menores diámetros pupilares en los que todos los rayos entrantes atraviesan las áreas de opacidad centrales, provocando así mayores fenómenos de dispersión y “glare”.
 - La correlación entre grado de molestia con DX y la AV binocular en escala logMAR, lo que se traduce en que una menor AV binocular se asocia con un mayor grado de molestia con DX.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Como en toda investigación, este estudio posee unas limitaciones:

- El reducido tamaño muestral, debido a las dificultades para encontrar pacientes mayores de 55 años totalmente sanos que estuvieran dispuestos a colaborar desinteresadamente en una visita que superaba con facilidad la hora de duración. No obstante, la información recogida permitió encontrar algunas asociaciones estadísticamente y clínicamente significativas. Asimismo, facilitará realizar cálculos del tamaño muestral muy útiles para futuros estudios.
- La diferencia de edad estadísticamente significativa entre ambos grupos, puesto que se buscaba la mayor igualdad posible entre las variables de control de los grupos, exceptuando el grado de opacidad del cristalino. Esta limitación vino influida por el reducido número de sujetos. No obstante, aunque la comparación entre grupos rechazó la hipótesis nula, la diferencia media no superaba los 5 años y las muestras de ambos grupos son representativas de poblaciones bastante similares.
- El hecho de que el foco deslumbrante estuviera localizado a la derecha respecto del optotipo de SC Pelli-Robson en ocasiones hacía que no se percibiera correctamente el triplete de letras situado en ese lado por el excesivo deslumbramiento, induciendo al sujeto a pasar al triplete del otro lado. Es este uno de los factores por los que creemos no existen mayores diferencias entre grupos.

CONCLUSIONES

Tras los análisis realizados, podemos concluir de modo general que:

1. La función visual no se ve afectada significativamente en sujetos con catarata inicial respecto a sujetos con facoesclerosis en condiciones mesópicas.

De manera más específica, extraemos las siguientes conclusiones:

2. Además, pese a que la agudeza visual de partida es menor en los sujetos con catarata, el detrimento en la agudeza visual debido al deslumbramiento por una fuente de luz en oscuridad es de esperar que sea similar en pacientes con facoesclerosis fisiológica respecto a sujetos con catarata.

3. La disminución de la sensibilidad al contraste en condiciones mesópicas ocasionada por una fuente deslumbrante tipo halógeno y tipo xenón viene a ser similar en los sujetos que se encuentran en edad de presbicia, con independencia de que presenten facoesclerosis fisiológica o catarata no avanzada.

4. Es de esperar que un sujeto con facoesclerosis fisiológica se encuentre con mayor confort relativo ante una fuente deslumbrante tipo halógeno que xenón, mientras que en paciente con catarata incipiente tiende a ocurrir lo contrario.

5. El paciente con catarata incipiente presenta un tiempo de recobro menor ante un deslumbramiento tipo halógeno o xenón que un sujeto con facoesclerosis fisiológica, probablemente porque la opacidad de medios atenúe en cierto modo la intensidad de la luz deslumbrante que se proyecta en la retina.

6. Sería previsible que una persona en edad avanzada presentara un mayor tiempo de recobro ante un deslumbramiento xenón cuanto mayor sensibilidad al contraste en condiciones mesópicas tenga, especialmente cuanto mayor sensibilidad al contraste posea haciendo frente a deslumbramiento halógeno.

7. Es de esperar que una persona con edad avanzada le molestara más el deslumbramiento xenón cuanto menor agudeza visual binocular posea.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Esperanza de vida al nacer, total (años). Banco Mundial. 2016.
<http://datos.bancomundial.org/indicador/SP.DYN.LE00.IN?end=2014&locations=ES&st=art=1964&view=chart>
- 2.- Salvi SM, Akhtar S, Currie Z. Ageing changes in the eye. *Postgrad Med J*. 2006 Sep; 82(971): 581–587.
- 3.- Tesdale T. Normal physiologic changes in the aging eye. Self-instructional modules in geriatric medicine 5th edition. Oklahoma Geriatric Education Center. 2009.
http://www.ouhsc.edu/geriatricmedicine/Education/aging_eye/normal_physiologic_changes.htm
- 4.- Martín Herránz R, Vecilla Antolínez G. Manual de optometría. Editorial Panamericana. 2011.
- 5.- Mainster MA, Turner PL. Glare's causes, consequences and clinical challenges after a century of ophthalmic study. *Am J Ophthalmol*. 2012 Apr;153(4):587-93.
- 6.- Wood JM, Black AA. Ocular disease and driving. *Clin Exp Optom*. 2016 May; doi:10.1111/cxo.12391.
- 7.- Martin L. Computerized measurement of glare and contrast sensitivity on cataract patients. *J Cataract Refract Surg*. 1999 Mar;25(3):411-5.
- 8.- Epitropoulos AT et al. Evaluation of a new controlled point source LED glare tester for disability glare detection in participants with and without cataracts. *J Refract Surg*. 2015 Mar;31(3):196-201.
- 9.- Superstein R, Boyaner D, Overbury O. Functional complaints, visual acuity, spatial contrast sensitivity, and glare disability in preoperative and postoperative patients. *J Cataract Refract Surg*. 1999 Apr;25(4):575-81.
- 10.- Smith A et al. Stability of physical assessment of older drivers over 1 year. *Accid Anal Prev*. 2013 Dec; 61:261-6.
- 11.- Gothwal VK, Wright TA, Lamoreux EL, Pesudovs K. Measuring outcomes of cataract using VF-14. *J Cataract Refract Surg*. 2010 Jul;36(7):1181-8.
- 12.- Rosen PN, Kaplan RM, David K. Measuring outcomes of cataract surgery using the QWB-SA and VF-14. *J Cataract Refract Surg*. 2005 Feb;31(2):369-78.
- 13.- Ball K, Owsley C, Sloane ME, Roenker DL, Bruni JR. Visual attention problems as predictor of vehicle crashes in older drivers. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1993 Oct;34(11):3110-23.

- 14.- Sarkin AJ et al. Gender differences in adapting driving behavior to accommodate visual health limitations. *J Community Health*. 2013 Dec;28(8):1175-81.
- 15.- Rae S, Latham K, Katsou MF. Meeting the UK driving vision standards with reduced contrast sensitivity. *Eye (Lond)* 2016 Jan;30(1):89-94.
- 16.- Wilhelm H et al. Assessment of mesopic and contrast vision for driving licenses: which cut-off values, which methods are appropriate? *Klin Monbl Augenheilkd*. 2013 Nov;230(11):1106-13.
- 17.- Fraser ML, Meuleners LB, Ng JQ, Morlet N. Driver self-regulation and depressive symptoms in cataract patients awaiting surgery: a cross-sectional study. *BMC Ophthalmol*. 2013 Sept; 13:45.
- 18.- Meuleners LB et al. The cataract extraction and driving ability research study protocol: characterization of deficits in driving performance and self-regulation among older drivers with bilateral cataracts. *Inj Prev*. 2015 Dec;21(6):424-9
- 19.- Marshall et al. Protocol for Candrive II/ Ozcandrive, a multicenter prospective older driver cohort study. *Accid Anal Prev*. 2013 Dec; 61:245-52.
- 20.- Artigas JM, Felipe-Marcet A. Medida de la sensibilidad al contraste. En Menezo JL y España E (comps) *Técnicas exploratorias en oftalmología (69-79)*. Barcelona; Espaxs.
- 21.- Owsley C. Contrast sensitivity. *Ophthalmol Clin N Am* 2003; 16: 171 – 177.
- 22.- Elliott DB, Sanderson K, Conkey A. The reliability of the Pelli-Robson contrast sensitivity chart. *Ophthal Physiol Opt*. 1990;10: 21-24.
- 23.- Arditi A. Improving the design of the letter contrast sensitivity test. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2005;46: 2225-9.
- 24.- Kashima K, Trus BL, Unser M, Edwards PA, Datiles MB. Aging studies on normal lens using the Scheimpflug slit-lamp camera. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1993 Jan;34(1):263-9.
- 25.- Kirkwood BJ1, Hendicott PL, Read SA, Pesudovs K. Repeatability and validity of lens densitometry measured with Scheimpflug imaging. *J Cataract Refract Surg*. 2009 Jul;35(7):1210-5.
- 26.- Pei X, Bao Y, Chen Y, Li X. Correlation of lens density measured using the Pentacam Scheimpflug system with the Lens Opacities Classification System III grading score and visual acuity in age-related nuclear cataract. *Br J Ophthalmol*. 2008 Nov;92(11):1471-5.

27.- Mahjoob M, Heydarian S, Koochi S. Effect of yellow filter in visual acuity and contrast sensitivity under glare condition among different age groups. *Int Ophthal*. 2016 Aug; 36:509–514.

28.- Lin Y et al. Eye movement and pupil size constriction under discomfort glare. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2015 Mar; 56:1649-1656.

29.- Johansson G, Ottande C. Recovery time after glare: An experimental investigation of glare after-effect under night driving conditions. *Scand J Psychol*. 1964 Mar; 5:17-25.

30.- Williamson TH, Strong NP, Sparrow J, Aggarwal RK, Harrad R. Contrast sensitivity and glare in cataract using the Pelli-Robson chart *Br J Ophthalmol*.1992;76:719-722.

ANEXOS

ANEXO 1 – Aprobación de la Comisión de Investigación

 Universidad de Valladolid	 COMISION DE INVESTIGACION
---	--

Dña. M^a Paz García García como **Secretaría de la Comisión de Investigación** del Instituto Universitario de Oftalmobiología Aplicada (IOBA) de la Universidad de Valladolid,

CERTIFICA

Que el proyecto titulado **"Efecto de factores luminicos ambientales sobre población vulnerable: las cataratas incipientes como factor limitante en la anticipación visual en la conducción nocturna real"** se encuentra en el momento de la última reunión de la Comisión de Investigación de 4 de mayo de 2014.

Aprobado
 Pendiente de

Y para que así conste expido el presente certificado.

En Valladolid, a 4 de mayo de 2014



Fdo.: M^a Paz García García
Secretaría de la Comisión de Investigación

Edificio IOBA - Campus Miguel Delibes - Paseo de Belén, 17 - 47011 Valladolid - www.ioba.es

ANEXO 2 – Aprobación del Comité Ético



COMITÉ ÉTICO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA ÁREA DE SALUD VALLADOLID – ESTE (CEIC-VA-ESTE-HCUV)

Valladolid a 26 de Marzo de 2015

En la reunión del CEIC ÁREA DE SALUD VALLADOLID – ESTE del 26 de Marzo de 2015, se procedió a la evaluación de los aspectos éticos del siguiente proyecto de investigación.

PI 15-220	EFFECTO DE FACTORES LUMÍNICOS AMBIENTALES SOBRE POBLACIÓN VULNERABLE: LAS CATARATAS INCIPIENTES COMO FACTOR LIMITANTE EN LA ANTICIPACIÓN VISUAL EN LA CONDUCCIÓN NOCTURNA REAL	IOBA I.P.: MIGUEL MALDONADO LÓPEZ EQUIPO: MANUEL ANGEL MARCOS FERNANDEZ, ALBERTO LOPEZ MIGUEL, JOSE ANTONIO GUTIERREZ RECIBIDO: 03-02-2015
-----------	--	---

Considerando que el Proyecto contempla los Convenios y Normas establecidos en la legislación española en el ámbito de la investigación biomédica, la protección de datos de carácter personal y la bioética, se hace constar el **informe favorable** y la **aceptación** del Comité Ético de Investigación Clínica del Área de Salud Valladolid Este para que sea llevado a efecto dicho Proyecto de Investigación.

Un cordial saludo.



F. Javier Álvarez

Dr. F. Javier Álvarez.
CEIC Área de Salud Valladolid Este –
Hospital Clínico Universitario de Valladolid
Farmacología
Facultad de Medicina,
Universidad de Valladolid,
c/ Ramón y Cajal 7,
47005 Valladolid
alvarez@med.uva.es,
jalvarezqo@saludcastillayleon.es
tel.: 983 423077



ANEXO 3 – Hoja de recogida de datos

Estudio del deslumbramiento en personas con opacidades de
 medios ópticos en condiciones mesópicas

NHC:

Fecha de nacimiento:

Fecha:

	OD	OI	ESTENOPEICO		AUTO RX					
AVcc (logMAR)			OD	OI						
AVcc + BAT (bajo)										
AVcc + BAT (medio)			BINOCULAR							
AVcc + BAT (alto)										
Refracción conducir										
Refracción objetiva										
Refracción subjetiva										
Pupílometría dinámica	Miosis OD	Midriasis OD	Miosis OI	Midriasis OI				Aberrometría	Densitometría	
Media								<input type="checkbox"/>	OD	OI
Mín/Máx										
SC escotópico BINO (triplete basal)										
SC con H BINO	Durante deslumbramiento (logSC)				Tiempo de recobro H	Escala deBoer H				
SC con X BINO	Durante deslumbramiento (logSC)				Tiempo de recobro X	Escala deBoer X				
SC fotópico BINO										
Grado Haze	OD			OI						
Catarata LOCS III	OD	N		C		P				
	OI	N		C		P				

Estudio del deslumbramiento en personas con opacidades de
 medios ópticos en condiciones mesópicas

HOAs		Z	OD			OI			
3er Orden	Coma	Z (3,-1)							
		Z (3,1)							
		Total							
	Trifoil	Z (3,-3)							
		Z (3,3)							
		Total							
4º orden	Estérica	Z (4,0)							
		Z (4,-4)							
		Z (4,4)							
	Tetrafoil	Total							
		Astigmatismo Secundario	Z (4,-2)						
			Z (4,2)						
Total									
5º orden	Coma	Z (5,-1)							
		Z (5,1)							
		Total							
6º orden	Spherica	Z (6,0)							
RMS TOTAL									

RMS TOTAL

$$= \sqrt{(\text{coma like})^2 + (\text{spherical like})^2 + (\text{total trifoil})^2 + (\text{total tetrafoil})^2 + (\text{total astigmatism } 2^\circ)^2}$$

Coma like → *Coma total 3er orden + 5o orden*

$$= \sqrt{(\text{total coma } 3er)^2 + (\text{total coma } 5o)^2}$$

$$\text{Spherical like} \rightarrow \text{Spherical total } 4o \text{ orden} + 6o \text{ orden} = \sqrt{(\text{esfera } 4a)^2 + (\text{esfera } 6a)^2}$$