UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa

GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

TREBALL FINAL DE GRAU

Anàlisi del Test de sensibilitat al contrast de la pantalla LCD TFT Nidek per l'avaluació de pacients sotmesos a cirurgia de cataractes amb implant de lent intraocular Premium

Berta Rovira Burgès

Directora: Alícia Alesón Carbonell
Codirector: Marc Argilés Sans
Departament d'Òptica i Optometria

Juny 2025

GRAU EN OPTICA I OPTOMETRIA

Anàlisi del Test de sensibilitat al contrast de la pantalla LCD TFT Nidek per l'avaluació de pacients sotmesos a cirurgia de cataractes amb implant de lent intraocular Premium

RESUM

En aquest estudi s'avaluarà la resposta del test de sensibilitat al contrast de la pantalla LCD TFT Nidek d'un grup de pacients amb diagnòstic actiu de cataractes envers un grup control, integrat per pacients sense diagnòstic d'opacificació de cristal·lí. Posteriorment, s'analitzaran les possibles diferències en els valors de la sensibilitat al contrast en sis freqüències espacials obtinguts entre el preoperatori i al llarg de tres mesures postoperatòries dels pacients després d'haver estat sotmesos a cirurgia de cataractes amb facoemulsificació i posterior implantació de lent intraocular difractiva trifocal.

Objectius: Primerament, determinar si existeixen diferències significatives pel que fa als valors de la sensibilitat al contrast en sis freqüències espacials obtingudes durant el preoperatori dels pacients intervinguts a la cirurgia envers els participants que disposen d'un cristal·lí sense opacificacions. Posteriorment, observar si entre el preoperatori dels pacients amb cataractes i després de la intervenció es produeixen millores en els valors obtinguts mitjançant tres mesures postoperatòries; al cap de tres mesos i als sis fins a arribar a l'any.

Mètode: S'ha dissenyat un estudi observacional, analític i transversal per tal de comparar la resposta del test de sensibilitat al contrast entre pacients amb diagnòstic de cataracta i un grup control sense patologia ocular. Posteriorment, s'ha efectuat un estudi observacional, analític, longitudinal i prospectiu de cohort, amb selecció de pacients intervinguts de cirurgia de cataractes i posterior implantació de lent intraocular Optiflex de les dades recollides a l'Institut Oftalmològic Santa Creu de Figueres entre l'octubre de 2023 i maig de 2024. En els criteris d'inclusió d'aquest grup, s'ha exigit l'absència de patologies oculars preexistents, compliment del seguiment postoperatori (als 3, 6 i 12 mesos) i absència de complicacions derivades de la intervenció quirúrgica. S'han comparat els resultats de la sensibilitat al contrast previs i posteriors a la cirurgia de cataractes per tal d'analitzar-ne l'evolució. Tots els participants han signat un consentiment informat, de conformitat amb els principis ètics de la Declaració de Hèlsinki.

Resultats: L'anàlisi estadística entre grups va mostrar diferències estadísticament significatives en els valors obtinguts per les sis freqüències espacials mesurades. Alternativament, l'evolució dels resultats de la sensibilitat al contrast entre el preoperatori i el postoperatori també van evidenciar variacions significatives. Tanmateix, no es van trobar diferències significatives entre els valors postoperatoris.

Conclusions: Els pacients amb diagnòstic actiu de cataractes presenten uns valors de sensibilitat al contrast notablement reduïts en comparació amb el grup control. Una vegada substituït el cristal·lí per la lent intraocular difractiva trifocal (Optiflex Trio® de Biotech), s'esdevenen millores a partir de la primera mesura postoperatòria tres mesos després, però els resultats suggereixen que a partir d'aquest punt els valors de sensibilitat al contrast es mantenen constants fins a arribar a l'any.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa

Anàlisi del Test de sensibilitat al contrast de la pantalla LCD TFT Nidek per l'avaluació de pacients sotmesos a cirurgia de cataractes amb implant de lent intraocular Premium

Rovira Burgès, Berta[1]; Alesón Carbonell, Alícia[1], Argilés Sans Marc[1]

[1]Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa, Universitat Politècnica de Catalunya - BarcelonaTech (UPC). Campus Terrassa. Carrer del Violinista Vellsolá, 37, 08222 Terrassa, Barcelona

Abstract

This study was designed to evaluate contrast sensitivity values at six spatial frequencies in participants diagnosed with cataracts compared to a control group of patients with a healthy crystalline lens, using the Nidek TFT LCD screen. Subsequently, the results of the test performed by participants diagnosed with opacification of the lens of the eye will be compared with the values obtained by the same group after undergoing cataract surgery with trifocal diffractive intraocular lens implantation.

Purpose: Firstly, to identify whether the differences in the contrast sensitivity values at six spatial frequencies within the groups are significant. Furthermore, the contrast sensitivity values obtained during the preoperative measures will be analyzed to observe whether any significant improvement has occurred in the postoperative results at 3-, 6- and 12 months in.

Methods: An observational, analytical, and cross-sectional study has been designed to compare the contrast sensitivity results between the two groups. Subsequently, an observational, analytical, longitudinal, and prospective cohort study has been carried out with a selection of patients undergoing cataract surgery and subsequent implantation of an intraocular lens (Optiflex Trio® from Biotech) whose data was collected between October 2023 and May 2024 at the Ophthalmological Institute Santa Creu from Figueres. The inclusion criteria for this group required the absence of pre-existing ocular pathologies, compliance with postoperative follow-ups (at 3, 6 and 12 months in), and the absence of complications derived from the surgical intervention. The results of the contrast sensitivity before and after cataract surgery have been compared so as to analyze its evolution. All participants have signed an informed consent, following the ethical principles of the Declaration of Helsinki.

Results: Statistically significant differences were found at all six spatial frequencies between the two groups. Alternatively, the improvements between the preoperative and postoperative measures of the contrast sensitivity also showed significant variations. However, no significant differences were found between the postoperative values obtained.

Conclusions: Patients with an active cataract diagnosis have a significantly reduced contrast sensitivity when compared to the control group. Once the crystalline lens is replaced with a trifocal diffractive lens (Optiflex Trio® from Biotech), improvements occur and are significant at the first postoperative measurement, at three months in. However, the results suggest that from this point on, the contrast sensitivity values remain constant until one year after the surgery.

Paraules clau: Sensibilitat al contrast; cirurgia de cataractes; lents intraoculars multifocals; qualitat de visió.

Índex

1. Introducció 3

1.1. Les cataractes i l'impacte en la funció visual 5

1.2. La sensibilitat al contrast i la seva importància en l'avaluació visual 6

1.3. Lents intraoculars Prèmium: classificació i característiques 6

1.3.1. Optiflex Trio® BIOTECH 7

1.4. Objectius 8

2. Mètodes i Material 9

2.1. Disseny d'estudi 9

2.2. Participants 9

2.2.1. Criteris d'inclusió i exclusió del primer estudi 9

2.2.2. Criteris d'inclusió i exclusió del segon estudi 10

2.3. Equip i procediment 10

2.4. Anàlisi estadístic 11

3. Resultats 12

3.1. Comparació de SC entre pacients amb cataracta i grup control 12

3.2. Anàlisi de la progressió de la SC en les diferents freqüències espacials entre el pre i postoperatori 14

4. Discussió 17

5. Anàlisi de sostenibilitat i implicacions ètiques 21

6. Conclusions 22

7. Referències 23

1. Introducció

La cirurgia de cataractes és una de les intervencions oftalmològiques més realitzades a escala mundial i ha estat sotmesa a nombrosos avenços significatius en els darrers anys. Alguns d'aquests es centren en l'àmbit de l'instrumental, amb la incorporació de lents intraoculars (LIOs) Prèmium i, alternativament, també s'han reflectit en la millora de les tècniques quirúrgiques, que han contribuït a la disminució de la mida de la incisió corneal que permet la seva inserció. (Bauza Fortunato et al., 2021)

Prèviament a la intervenció, durant l'examinació preoperatòria, és essencial dur a terme una exploració oftalmològica completa, la qual ha d'incloure: anamnesi detallada, mesura de l'agudesa visual amb correcció per a visió llunyana (CDVA de l'anglès *Corrected Distance Visual Acuity*) i propera (CNVA, *Corrected Near Visual Acuity*), juntament amb la refracció astigmàtica corneal, mesures biomètriques, quertomètriques i de la càmera anterior (ACD), topografies corneals, comptatges endotelials i una examinació de salut ocular per tal de descartar la presència de qualsevol patologia de la retina. (Zhang et al., 2022) Aquestes mesures garanteixen l'absència de contraindicacions i proporcionen informació sobre l'estat funcional del sistema visual del pacient. Són rellevants en casos en què es preveu la implantació de LIOs Prèmium que requereixen un càlcul refractiu i un control previ precís per garantir un resultat visual òptim. (Schein et al., 1995)

Les LIOs, en pacients sotmesos a cirurgia de cataractes, s'implanten una vegada s'ha extret el cristal·lí per tal de corregir errors refractius; és a dir, les aberracions de baix ordre. Aquestes sovint inclouen valors d'esfera i astigmatisme, però també poden tractar la manca d'acomodació. En funció del tipus d'ametropia, s'empren diferents dissenys de LIOs per tal de corregir-los. Les LIOs de visió simultània, considerades Prèmium, tenen com a objectiu proporcionar, de manera addicional, millores a distàncies intermèdies i properes postoperatòries en comparació amb les LIOs monofocals convencionals. (*ISO 11979-7*, s.d.)

Així doncs, la qualitat òptica de les LIOs Prèmium, no només s'evidencia en les mesures de l'agudesa visual, sinó també mitjançant l'anàlisi d'altres paràmetres com la sensibilitat al contrast, especialment en condicions escotòpiques; és a dir, de baixa lluminositat. (Cabezas, 2023)

El sistema LCD TFT Nidek ofereix una plataforma estandarditzada per a aquesta avaluació, ja que inclou una prova que avalua la capacitat dels subjectes per distingir estímuls amb diferents nivells de contrast, fet que permet una mesura precisa i repetible de la SC del pacient. El test inclou un gràfic de la xarxa d'ona sinusoidal amb freqüències variables. Amb l'ajuda d'aquesta gràfica, s'obtenen freqüències espacials de diferents nivells de contrast. Aquest tipus de proves són especialment rellevants per determinar la qualitat de visió després de la implantació de LIOs Prèmium, ja que poden revelar limitacions de la qualitat visual no detectades en proves d'agudesa visual. (Kaur & Gurnani, 2025)

Finalment, és essencial realitzar un postoperatori adequat, ja que s'ha de garantir que el pacient és coneixedor de tots els riscos i complicacions que poden derivar de la cirurgia, per tal d'establir un protocol d'actuació el més àgil i eficient per evitar que aquests puguin arribar a interferir en la qualitat visual postoperatòria del pacient. Aquestes mesures no tan sols es centren a realitzar una correcta exploració de salut ocular, refracció i mesures de l'agudesa visual amb i sense correcció per cada distància posteriors a la intervenció; sinó que, tal com s'estableix a la normativa ISO sobre les característiques addicionals a ser estudiades en casos d'implantació de lents intraoculars de visió simultània, també s'avalua la profunditat de focus, es realitzen enquestes de resultats (PRO) als pacients per tal d'avaluar la simptomatologia visual expressada en relació amb les propietats òptiques de la lent, la taxa d'intervencions quirúrgiques secundàries i la sensibilitat al contrast mesurada de lluny. (*ISO 11979-7*, s.d.)

1.1. Les cataractes i l'impacte en la funció visual

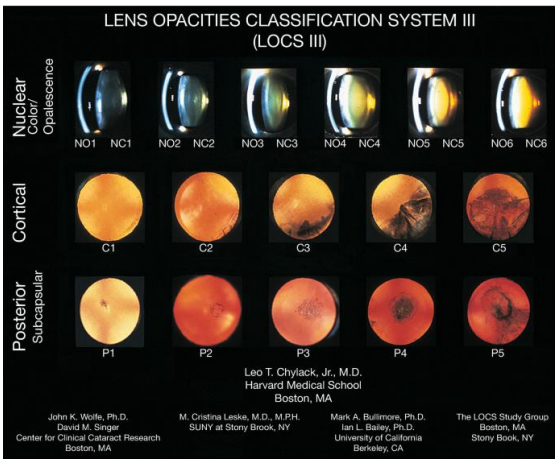
Les cataractes són produïdes per l'opacificació del cristal·lí de l'ull generalment causada per l'edat, que provoca una pèrdua progressiva de l'agudesa visual que podria derivar en ceguera. Segons la seva localització, poden aparèixer altres símptomes com la disminució del contrast visual, major sensibilitat a la llum, alteració en la percepció dels colors i canvis en la refracció. (Ärzteblatt, s.d.)

La classificació de les cataractes es centra en tres tipologies, majoritàriament degudes a l'envelliment. Tanmateix, a mesura que progressa la patologia, es produeix una combinació entre elles, derivada de l'afectació general de l'estructura anatòmica del cristal·lí. Seguidament, s'exposen les tres tipologies principals de cataractes, que difereixen en la localització inicial de l'opacificació: (Fong, 2008)

- Cataractes corticals: la més comuna; la gran majoria es manifesten i es mantenen al còrtex perifèric del cristal·lí prèviament a la implicació del nucli.
- Cataractes nuclears: afecta el nucli i provoca un augment de l'índex de refracció d'aquesta porció central, fet que pot derivar en un augment de la miopia.
- Cataractes subcapsulars posteriors: la menys freqüent de les tres, sovint localitzada en forma "d'illa" de manera centrada a la càpsula posterior. (Fong, 2008)

Imatge 1

Lens Opacities Classification System III (LOCS III) (Chylack et al., 1993)



Nota. Classificació de les opacitats del cristal·lí segons el sistema LOCS III

1.2. La sensibilitat al contrast i la seva importància en l'avaluació visual

L'agudesa visual (AV) és una mesura convencional i estàndard per avaluar la funció visual de pacients amb cataractes. No obstant això, no és l'únic test que dictamina la qualitat de la visió, especialment amb pacients que presenten aquest diagnòstic. (Shandiz et al., 2011) Un pacient pot arribar a tenir una AV de 20/20, però presentar insatisfacció amb la qualitat de la visió, simptomatologia que pot ser causada per una reducció de la sensibilitat al contrast. (Kaur & Gurnani, 2025)

La sensibilitat al contrast (SC) és la capacitat de percebre contorns d'objectes molt petits amb nitidesa i claredat; així com la capacitat de discriminar al detall ombres i patrons que presenten diferències de tons que es presenten cada vegada amb valors de luminància més semblants. (Kaur & Gurnani, 2025)

Les cataractes poden provocar una disminució de la SC, proporcional al grau d'opacificació. De tal manera que resulta crucial analitzar aquest paràmetre prèviament i posterior a la intervenció de cataractes per tal d'avaluar l'estat del sistema visual. (Shandiz et al., 2011)

1.3. Lents intraoculars Prèmium: classificació i característiques

Les lents intraoculars (LIOs) són considerades pròtesis de material biocompatible que s'utilitzen per substituir el cristal·lí humà amb la finalitat de millorar la qualitat visual i aconseguir l'emmetropia, és a dir, l'absència de qualsevol classe d'error refractiu sense la necessitat de disposar de correcció òptica. (Bauza Fortunato et al., 2021)

Inicialment, les LIOs estaven fetes de polimetilmetacrilat (PMMA) i de disseny esfèric; tanmateix, els materials més emprats actualment són la silicona i acrílics hidròfils i hidròfobs. Aquests biomaterials garanteixen una millor biocompatibilitat a llarg termini, ja que alteren, en grau més baix, l'estat fisiològic de l'ull. Alternativament, el disseny asfèric incorporat a les LIOs Prèmium, proporciona un gradient de potència al llarg de la superfície, intentant simular el comportament que adquireix el cristal·lí dins del globus ocular. (Bauza Fortunato et al., 2021)

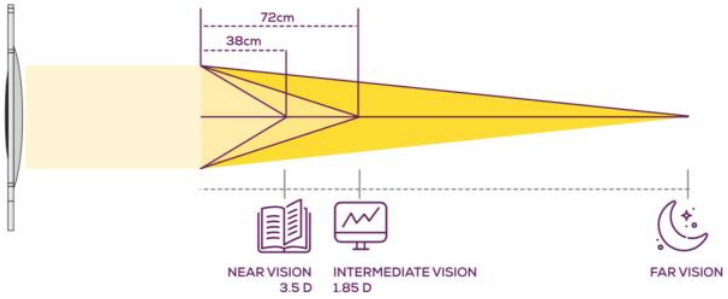
Segons la normativa de l'Organització Internacional per a l'Estandardització (ISO), les LIOs es classifiquen en quatre categories principals: monofocals estàndard, tòriques, de visió simultània (SVIOL de l'anglès *simultaneous vision at multiple distances*) i les accommodating (AIOL). Les LIOs de visió simultània inclouen: models multifocals (MIOL), les extended depth of focus (EDoF IOL) i les full visual range (FVR IOL). Les LIOs multifocals i les full visual range, en disposar de més d'un focus de potència i atès el fenomen de visió simultània, formen més d'una imatge en funció dels ordres dels quals disposin. (*ISO 11979-7*, s.d.)

1.3.1. Optiflex Trio® BIOTECH

Es tracta d'una LIO trifocal, situada dins la categoria de les full visual range segons la classificació vigent, de tal manera que l'energia es dispersa en tres focus de diferents potències. El material que integra la lent és l'acrílic hidròfob i el tipus d'òptica és de vora quadrada, fet que contribueix a la menor opacificació de la càpsula posterior (evita la migració de les cèl·lules epitelials). (Bauza Fortunato et al., 2021)

Imatge 2

Diagrama sobre la distribució de raigs en els tres focus de la LIO Optiflex Trio® corresponents a cada distància. (*Optiflex TRIO - Healthcare Products - Biotech Healthcare*, s.d.)



Nota. Esquema de la disposició dels focus de la LIO.

El disseny òptic d'aquesta lent intraocular és difractiu. Disposa de 12 anells de difracció situats a la cara anterior, la funció dels quals es basa a distribuir la quantitat de llum incident en tres focus, cosa que permet la visió simultània de lluny, en distàncies intermèdies i properes. Més enllà dels 4 mm centrals, la LIO actua com una lent monofocal estàndard. (Brar et al., 2021)

Les estructures difractives, aplicades en diverses MIOL, són les causants de talls en les freqüències espacials, especialment en les elevades. El grau d'afectació a cada distància dependrà de la zona útil de la lent i del diàmetre pupil·lar. (Davison & Simpson, 2006)

1.4. Objectius

Aquest treball té com a objectiu analitzar la SC, mitjançant la pantalla LCD TFT Nidek, per tal d'identificar les possibles diferències entre els valors del test obtinguts entre els grups d'estudi i, addicionalment, es discutirà l'evolució dels resultats del test del grup que disposa de la LIO des dels valors durant el preoperatori, fins als obtinguts a l'any (incloent-hi mesures del tercer i sisè més postimplantació).

El primer objectiu específic fa referència a les diferències de la SC en les sis freqüències espacials que s'espera que presentin els pacients amb diagnòstic d'opacificació de cristal·lí en la mesura del preoperatori envers la dels participants del grup control, que corresponen a pacients sense cataractes. Així doncs, es plantegen les següents hipòtesis d'estudi:

Hipòtesi nul·la (H_0) = No existeixen diferències estadísticament significatives entre els valors de SC dels grups d'estudi.

Hipòtesi alternativa (H_1)= Existeixen diferències estadísticament significatives entre els valors de SC dels grups d'estudi.

Alternativament, el segon objectiu específic es centra a avaluar si existeix una millora de la SC en les sis freqüències espacials després de la intervenció quirúrgica d'extracció del cristal·lí amb posterior implantació de LIO difractiva trifocal (Optiflex Trio® de Biotech) al llarg de les visites (als tres, sis i dotze mesos de la intervenció) en comparació amb els valors en la SC obtinguts durant el preoperatori. Es sostenen les següents hipòtesis de treball:

H_0 = No existeixen diferències estadísticament significatives entre els valors de SC obtinguts en els valors del preoperatori i postoperatori (als tres, sis i dotze mesos de la cirurgia).

H_1 = Existeixen diferències estadísticament significatives entre els valors de SC obtinguts en els valors del preoperatori i postoperatori (als tres, sis i dotze mesos de la cirurgia).

2. Mètodes i Material

2.1. Disseny d'estudi

El registre pertany a una mostra de pacients de la Clínica Oftalmològica Santa Creu de Figueres amb diagnòstic d'opacificació de cristal·lí, sotmesos a facoemulsificació amb posterior implantació de LIO difractiva trifocal (Optiflex Trio® de Biotech).

En aquest treball, el grup d'estudi de pacients sotmesos a la intervenció quirúrgica, presentaven cataractes senils de tipus cortical en evolució. S'ha escollit aquest grup a causa de l'associació que existeix entre les cataractes corticals i el cúmul d'opacificació a la zona central del cristal·lí que aquestes provoquen, afectant l'eix visual i, per tant, provocant una major disminució de la sensibilitat al contrast. (Shandiz et al., 2011)

2.2. Participants

L'estudi el conformen dos grups: 21 ulls de 14 pacients sotmesos a facoemulsificació amb implant LIO Prèmium difractiva trifocal (Optiflex Trio®), i el grup control, 21 ulls també d'11 pacients que no disposen de diagnòstic d'opacificació de cristal·lí. Les dates d'intervenció dels pacients sotmesos a la cirurgia de cataractes oscil·len des del 18/10/2023 fins a 08/05/2024.

Tots els participants de l'estudi han signat un consentiment informat, d'acord amb el que estableix la Llei Orgànica de Protecció de Dades de Caràcter Personal i seguint les normes ètiques establertes per la Declaració de Hèlsinki, per la posterior anàlisi i tractament dels resultats obtinguts. El rebuig o impossibilitat a signar els documents ha suposat una exclusió de l'estudi. Alternativament, es garanteix que tots ells compleixen els criteris que s'esmenten a continuació:

2.2.1. Criteris d'inclusió i exclusió del primer estudi

Els criteris exigits pel que fa al grup amb cataractes:

Inclusió	Exclusió
Diagnòstic clínic de cataracta	Cirurgia refractiva prèvia
Localització de la cataracta: cortical	Patologies oculars (DMAE, glaucoma, retinopatia diabètica) o qualsevol condició sistèmica amb afectació visual
Capacitat per a realitzar el test de SC	Dificultat per a realitzar el test de SC

Taula 1. Criteris d'inclusió i exclusió del grup amb cataractes.

Els pacients d'aquest grup, es van sotmetre a un examen oftalmològic exhaustiu per detectar la presència de cataractes i han estat informats prèviament sobre la intervenció.

Els criteris reclamats al grup control:

Inclusió	Exclusió
Edat ≥ 18 anys	Cirurgia refractiva prèvia
Transparència de cristal·lí	Patologies oculars (DMAE, glaucoma, retinopatia diabètica) o qualsevol condició sistèmica amb afectació visual
Capacitat per a realitzar el test de SC	Dificultat per a realitzar el test de SC

Taula 2. Criteris d'inclusió i exclusió del grup control.

Els pacients han rebut informació detallada sobre el funcionament de la prova de SC per tal de realitzar-la adequadament.

2.2.2. Criteris d'inclusió i exclusió del segon estudi

Inclusió	Exclusió
Diagnòstic clínic de cataracta	Astigmatismes > 2,25D o bé irregulars
Localització de la cataracta: cortical	No haver presentat complicacions intraoperatòries ni postoperatòries
Capacitat per a realitzar el test de SC	No compliment de les visites postoperatòries (als 3, 6 i 12 mesos)
	Dificultat per a realitzar el test de SC

Taula 3. Criteris d'inclusió i exclusió del grup de participants sotmesos a facoemulsificació amb posterior implantació de LIO.

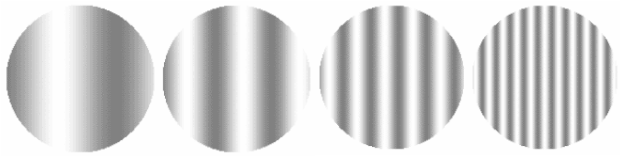
2.3. Equip i procediment

Per a la realització de l'estudi s'ha requerit la pantalla Nidek de sistema LCD TFT per a l'obtenció dels valors de la sensibilitat al contrast d'ambdós grups de participants. Pel que fa a les mesures de la SC dels pacients sotmesos a la intervenció quirúrgica, se n'han extret les dades de la base de dades de la clínica. No obstant això, el test que se'ls va realitzar als 11 pacients que integren el grup control, es va dur a terme en la mateixa sala, distància, equipament i condicions escotòpiques (il·luminació mesurada de la sala de 142 lux, i la luminància de la pantalla 85cd/m^2). La prova va ser realitzada monocularment, a una distància de 3m de la pantalla i amb la correcció refractiva per tal de mantenir l'acomodació relaxada.

El test, basat en una prova de contrast de l'agudesa funcional, consta de sis freqüències espacials (A = 0,75 / B = 1,50 / C = 3,00/ D = 6,00 / E = 12,00 / F = 18,00) de fins a nou nivells de contrast. El pacient ha d'indicar l'orientació de la inclinació de les diferents franges, sabent que es poden disposar de tres maneres: "dreta", "esquerre" i "recte". La SC és una funció de la freqüència espacial, les unitats de mesura de les quals són els cicles per grau. En aquesta mesura subjectiva, s'avalua la capacitat dels pacients per detectar estímuls de contrast baix (és a dir, reduint els tons de negre a gris) decreixent en forma de ratlles verticals. (Kaur & Gurnani, 2025)

Imatge 3

Freqüències espacials que s'utilitzen per a la mesura de la funció de la sensibilitat al contrast. (França et al., 2006)



Nota. Exemples d'estímuls de diferents freqüències espacials.

2.4. Anàlisi estadístic

Per l'anàlisi estadístic es va tenir en compte la distribució paramètrica o no paramètrica de les dades amb el test de Shapiro-Wilk. Per tal d'efecturar l'estudi comparatiu del primer anàlisi entre grups es va utilitzar el test de Mann-Whitney. Posteriorment, per les comparacions de la sensibilitat al contrast en les diferents freqüències espacials amb la LIO del segon estudi, es va dur a terme el Test de Friedman per mesures repetides i la comparació per parelles dels grups d'anàlisi amb Wilcoxon amb ajust de Bonferroni. Per l'anàlisi es va utilitzar el programa Python versió 3.9 mitjançant Google Colaboratory. Es van emprar les biblioteques NumPy, Colles, SciPy, Statsmodels i Matplotlib pel tractament de dades, anàlisis de significació i visualització dels resultats.

3. Resultats

Un total de 42 ulls, corresponents a 25 pacients, han estat analitzats en aquest estudi que inclou dos grups de participants.

Grup de participants amb implant LIO

El conformen un grup de 14 pacients, 21 ulls analitzats, 7 dones (50,00%) i 7 homes (50,00%). D'edat mitjana i la desviació estàndard de 72,00 ± 7,85 i un rang situat des dels 56 fins als 84 anys. Pel que fa als ulls, la distribució ha estat la següent: 13 ulls drets (61,90%) i 9 (38,10%) esquerres.

Grup control sense diagnòstic de cataractes

Integrat per 11 pacients, 21 ulls analitzats, 7 dones (63,64%) i 4 homes (36,36%). D'edat mitjana i la desviació estàndard de 41,71 ± 14,19 i un rang situat des dels 22 fins als 57 anys. En referència als ulls, la distribució ha estat la següent: 11 ulls drets (52,40%) i 10 (47,60%) esquerres.

3.1. Comparació de SC entre pacients amb cataracta i grup control

En el primer anàlisi, s'efectua una comparació dels resultats obtinguts amb el test de la sensibilitat al contrast per les sis freqüències espacials entre els pacients amb diagnòstic actiu de cataracta i el grup control.

	Grup cataracta	Grup control
SC_A	36,0476 ± 23,1462	75,1905 ± 43,1250
SC_B	67,8571 ± 46,6254	144,5238± 41,5904
SC_C	81,7143 ± 55,5618	187,1429 ± 53,7254
SC_D	34,0000 ± 30,1563	156,0476 ± 92,6874
SC_E	7,2857 ± 5,8919	30,9048 ± 40,4795
SC_F	1,6190 ± 2,6547	7,6667 ± 9,7741

Taula 4. Dades descriptives amb mitjana i desviació estàndard de les sis freqüències espacials dels pacients amb diagnòstic de cataractes envers el grup control.

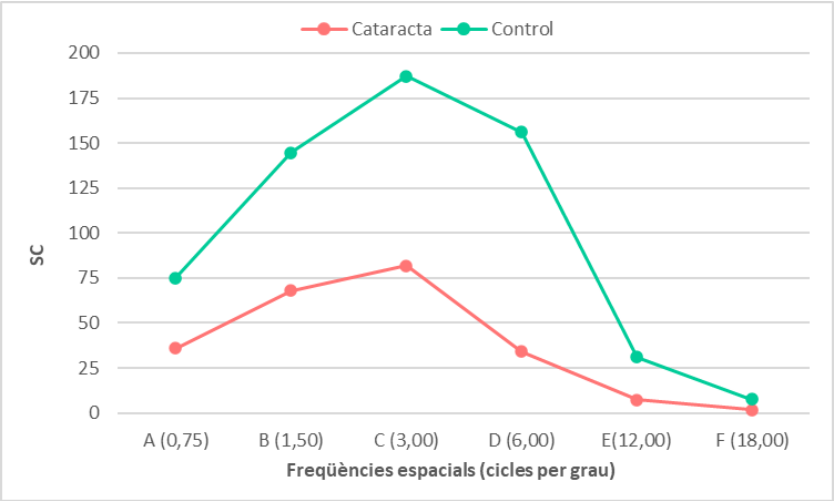


Figura 1. Corba de sensibilitat al contrast del preoperatori dels pacients amb diagnòstic de cataractes envers el grup control.

	Grup	W	p-valor
CS_A	Cataracta	0.821227	0.001411
CS_B	Cataracta	0.832294	0.002136
CS_C	Cataracta	0.817962	0.001251
CS_D	Cataracta	0.74549	0.000108
CS_E	Cataracta	0.841856	0.003085
CS_F	Cataracta	0.638467	5.16E-06

	Grup	W	p-valor
CS_A	Sense cataracta	0.821227	0.001411
CS_B	Sense cataracta	0.832294	0.002136
CS_C	Sense cataracta	0.817962	0.001251
CS_F	Sense cataracta	0.638467	5.16E-06
CS_D	Sense cataracta	0.74549	0.000108
CS_E	Sense cataracta	0.841856	0.003085

Taula 5. Normalitat per les sis variables de cada grup.

La comparació dels resultats preoperatoris del test de la sensibilitat al contrast per les sis freqüències espacials dels participants amb cataractes envers del grup control expressats a la **Taula 6**, va posar de manifest les diferències estadísticament significatives en els valors A p = 0,002 / B p < 0,001 / C p < 0,001 / D p < 0,001 / E = 0,005 i F = 0,005.

Variable	Mann-Whitney U Statistic	p-value
CS_A	102	0.002232
CS_B	58.5	2.43E-05
CS_C	44.5	4.54E-06
CS_D	50	1.29E-05
CS_E	111	0.005146
CS_F	116	0.004861

Taula 6. Comparació entre grups.

Addicionalment, per tal d'avaluar la magnitud de la diferència, es van calcular els valors estadístics de Cohen's d. El resultat per cada freqüència es mostra a la següent **Taula 7**:

	R Cohen's
SC_A	-1,17
SC_B	-1,72
SC_C	-1,92
SC_D	-1,87
SC_E	-0,87
SC_F	-0,90

Taula 7. Anàlisi de la magnitud de la diferència de Cohen's d.

3.2. Anàlisi de la progressió de la SC en les diferents freqüències espacials entre el pre i postoperatori

En aquesta segona anàlisi, s'efectua una comparació dels resultats obtinguts amb el test de la sensibilitat al contrast per les sis freqüències espacials dels participants amb implant de LIO en les quatre situacions mesurades; és a dir, durant el preoperatori, al cap de tres mesos de la intervenció, sis mesos després i al cap d'un any.

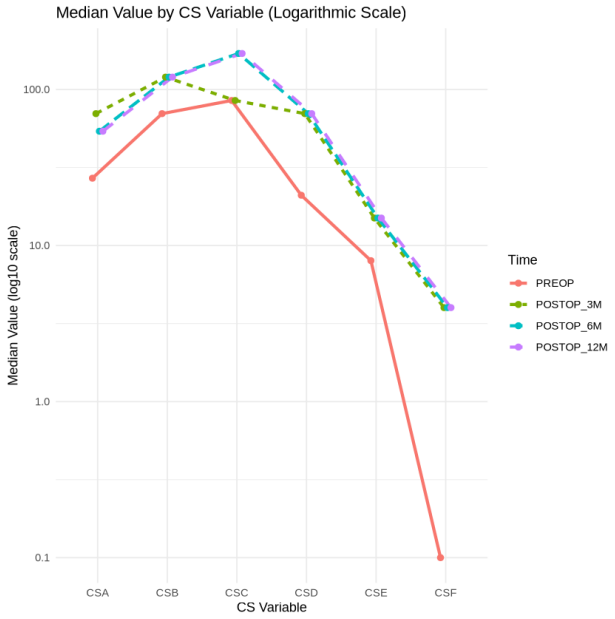


Figura 2. Corba de sensibilitat al contrast del preoperatori i als 3, 6 i 12 mesos del postoperatori dels pacients amb implant de LIO.

A la **Taula 8** s'han exemplificat els resultats de l'estadística descriptiva referents a les mitjanes i les corresponents desviacions estàndard obtingudes.

	PreOp	PostOp_3M	PostOp_6M	PostOp_12M
SC_A	36,0476 ± 23,1462	80,7143 ± 41,2579	74,6667 ± 39,3552	67,7143 ± 28,5309
SC_B	67,8571 ± 46,6254	108,0952 ± 44,4544	112,6190 ± 47,7132	122,6190 ± 45,7608
SC_C	81,7143 ± 55,5618	110,0952 ± 56,3728	135,8095 ± 57,8702	147,3333 ± 58,7523
SC_D	34,0000 ± 30,1563	67,4762 ± 37,7593	78,4762 ± 45,9409	96,0952 ± 60,6745
SC_E	7,2857 ± 5,8919	22,5714 ± 17,2498	18,0476 ± 12,5039	31,5238 ± 27,4911
SC_F	1,6190 ± 2,6547	4,5714 ± 3,7091	5,3810 ± 4,5659	5,7143 ± 4,5071

Taula 8. Dades descriptives amb mitjanes i desviacions estàndard de la sensibilitat al contrast per cada freqüència especial del preoperatori i en el seguit de visites (als 3, 6 i 12 mesos) post implantació de la lent intraocular.

L'anàlisi dels valors de sensibilitat al contrast mitjançant la prova de Friedman de mesures repetides, va evidenciar diferències estadísticament significatives per les sis freqüències mesurades (de la A a la F) en els quatre punts mesurats, $p < 0,01$, tal com mostra la **Taula 9**:

	Stadistic	p_valor
CS_A	22.09	6,24e-05
CS_B	18.86	0,00029
CS_C	15.69	0,00130
CS_D	30.38	1,14e-06
CS_E	19.72	0,00019
CS_F	18.38	0,00036

Taula 9. Anàlisi de mesures repetides

La prova post hoc de Wilcoxon per parelles, mostra una diferència estadísticament significativa pel que fa a la comparació dels resultats de la SC en la freqüència espacial A entre el preoperatori i les diferents mesures efectuades durant el postoperatori: als 3 mesos $p = 0,02$, als 6 mesos $p = 0,04$ i a l'any $p = 0,03$.

En referència a les freqüències espacials B, únicament s'han trobat diferències estadísticament significatives entre les mesures preoperatòries i als 12 mesos, $p = 0,03$.

En relació els valors de C, no s'han trobat diferències estadísticament significatives entre les mesures preoperatòries i les postoperatòries, $p > 0,05$.

Alternativament, els resultats obtinguts en les freqüències D, s'han obtingut diferències estadísticament significatives entre el preoperatori i els postoperatoris al cap de 6 i 12 mesos on p = 0,005 i p = 0,008 respectivament.

Per les freqüències de E les diferències entre els valors preoperatoris i els tres postoperatoris consecutius han estat estadísticament significatives: als 3 mesos p = 0,02, als 6 mesos p = 0,02 i als 12 mesos p = 0,03.

Pel que fa a les freqüències F únicament s'han obtingut valors estadísticament significatius entre el preoperatori i al cap de 6 mesos de la intervenció on p = 0,04.

Tanmateix, no s'han obtingut diferències estadísticament significatives en relació amb la comparació entre els valors postoperatoris (3, 6 i 12 mesos) on p > 0,05.

CS	Pair	p_value	p_adj
CSA	PREOP vs POSTOP_3M	0.001	0.023
CSA	PREOP vs POSTOP_6M	0.001	0.045
CSA	PREOP vs POSTOP_12M	0.001	0.031
CSA	POSTOP_3M vs POSTOP_6M	0.408	1.000
CSA	POSTOP_3M vs POSTOP_12M	0.068	1.000
CSA	POSTOP_6M vs POSTOP_12M	0.663	1.000

CS	Pair	p_value	p_adj
CSB	PREOP vs POSTOP_3M	0.009	0.267
CSB	PREOP vs POSTOP_6M	0.006	0.167
CSB	PREOP vs POSTOP_12M	0.001	0.026
CSB	POSTOP_3M vs POSTOP_6M	0.698	1.000
CSB	POSTOP_3M vs POSTOP_12M	0.217	1.000
CSB	POSTOP_6M vs POSTOP_12M	0.420	1.000

CS	Pair	p_value	p_adj
CSC	PREOP vs POSTOP_3M	0.092	1.000
CSC	PREOP vs POSTOP_6M	0.004	0.128
CSC	PREOP vs POSTOP_12M	0.002	0.075
CSC	POSTOP_3M vs POSTOP_6M	0.078	1.000
CSC	POSTOP_3M vs POSTOP_12M	0.041	1.000
CSC	POSTOP_6M vs POSTOP_12M	0.442	1.000

CS	Pair	p_value	p_adj
CSD	PREOP vs POSTOP_3M	0.003	0.088
CSD	PREOP vs POSTOP_6M	0.000	0.006
CSD	PREOP vs POSTOP_12M	0.000	0.009
CSD	POSTOP_3M vs POSTOP_6M	0.439	1.000
CSD	POSTOP_3M vs POSTOP_12M	0.023	0.685
CSD	POSTOP_6M vs POSTOP_12M	0.105	1.000

CS	Pair	p_value	p_adj
CSE	PREOP vs POSTOP_3M	0.001	0.020
CSE	PREOP vs POSTOP_6M	0.001	0.022
CSE	PREOP vs POSTOP_12M	0.001	0.026
CSE	POSTOP_3M vs POSTOP_6M	0.267	1.000
CSE	POSTOP_3M vs POSTOP_12M	0.312	1.000
CSE	POSTOP_6M vs POSTOP_12M	0.015	0.464

CS	Pair	p_value	p_adj
CSF	PREOP vs POSTOP_3M	0.011	0.317
CSF	PREOP vs POSTOP_6M	0.001	0.038
CSF	PREOP vs POSTOP_12M	0.002	0.060
CSF	POSTOP_3M vs POSTOP_6M	0.371	1.000
CSF	POSTOP_3M vs POSTOP_12M	0.178	1.000
CSF	POSTOP_6M vs POSTOP_12M	1.000	1.000

Taula 10. Comparació per parelles entre els diferents estadis (preoperatori, al cap de 3, 6 i 12 mesos) per cada freqüència espacial.

4. Discussió

En aquest treball s'ha centrat l'anàlisi en dos vessants: primerament s'ha portat a terme una comparació dels valors de la SC per les sis freqüències espacials entre els dos grups d'estudi. És a dir, els resultats del test realitzat amb la pantalla LCD TFT Nidek dels participants amb diagnòstic actiu d'opacificació de medis envers el grup control, integrat per pacients sense cataractes, per tal d'observar si existeixen diferències entre els valors obtinguts. Seguidament, s'ha avaluat la progressió dels resultats del test de SC del primer grup de participants esmentat des del preoperatori, fins a un seguit de tres visites (als tres, sis i dotze mesos) després d'haver estat sotmesos a facoemulsificació amb implant LIO Prèmium difractiva trifocal (Optiflex Trio®) per comprovar si existeix alguna millora.

Pel que fa a l'anàlisi comparatiu entre els dos grups de participants, mitjançant el test Shapiro-Wilk s'ha pogut corroborar la no normalitat ($p < 0,05$) que segueixen les distribucions per cada freqüència espacial. D'aquesta manera, mitjançant el test Mann-Whitney s'ha efectuat la comparativa. Durant l'anàlisi dels resultats, s'ha observat que existeixen diferències estadísticament significatives en els valors de SC obtinguts entre els dos grups d'estudi pels sis valors de freqüències espacials. De tal manera que l'anàlisi dona suport a l'ús d'aquest test com a instrument complementari per tal de portar a terme una distinció en pacients amb sospita de cataractes.

Per tal d'avaluar la possible existència de diferències entre el preoperatori i les mesures realitzades durant el postoperatori (als 3, 6 i 12 mesos) per totes les freqüències, s'ha començat l'anàlisi amb el test Shapiro-Wilk, amb el que s'ha constatat la no normalitat que segueixen les distribucions, a excepció de la freqüència espacial A en el tercer mes del postoperatori ($p = 0,25$), cosa que suggereix una possible normalitat en aquestes mesures. Així doncs, mitjançant la prova de Friedman per a mesures repetides i aparellades, s'ha portat a terme la comparativa. Per mitjà d'aquest test, es comprova que existeixen diferències estadísticament significatives ($p < 0,01$) entre el preoperatori i les tres visites fetes durant el postoperatori en les sis variables. Amb aquest fet, es sosté l'observació clínica de la millora postoperatòria.

Seguidament, s'aplica la prova de Wilcoxon per parelles per tal de determinar en quines visites al llarg el postoperatori es produeix la diferència. Per portar a terme aquesta anàlisi s'ha aplicat

l'ajust de Bonferroni per tenir en compte les 6 comparacions i minimitzar el risc d'error del tipus I (α ajustat = 0,0083).

Els resultats d'aquesta anàlisi mostren una millora significativa als postoperatoris que es manté als 12 mesos. Posteriorment, en el seguit de mesures efectuades després de la cirurgia de cataractes, esperaríem una diferència significativa entre aquestes i les mesures de SC obtingudes durant el preoperatori exceptuant les mesures que corresponen a les freqüències més elevades (18 cicles per grau); és a dir, les F, ja que segons la literatura de les LIOs difractives, es produeix una pèrdua en aquestes magnituds més altes prèvia a l'estabilització. Aquest fet justifica les troballes del treball, on s'obtenen valors que mostren una diferència estadísticament significativa al sisè mes en comparació amb el postoperatori, on $p < 0,05$. Aquest patró suggereix que les millores que s'esdevenen al mig any de la cirurgia no són constants fins als dotze mesos.

Per totes les freqüències s'han trobat millores significatives a partir de la visita dels 3 mesos exceptuant les freqüències centrals, que presenten guanys a partir dels 6 mesos. La freqüència CS_A, que correspon a la més baixa, a partir dels tres mesos ja s'observen millores

Aquests resultats poden afirmar que no es troben diferències estadísticament significatives entre les visites postoperatòries ($p > 0,05$), i que, per tant, la millora assolida a la primera visita postoperatòria (als 3 mesos) es manté força constant al llarg de l'any.

Així doncs, es pot concloure l'anàlisi esmentant que les freqüències baixes presenten una millora des del postoperatori de 3 mesos, les freqüències mitjanes des del postoperatori de 6 mesos i la freqüència més elevada presenta una pèrdua; és a dir, un retrocés als 12 mesos de la cirurgia que podria estar relacionat amb un inici d'opacificació de càmera posterior, freqüent a partir de l'any de la intervenció.

L'interès creixent per les MIOL, és un dels motius pel qual la sensibilitat al contrast és un dels paràmetres d'estudi que va prenent més rellevància. En diversos estudis sobre aquests tipus de LIOs, els resultats del test de la SC sovint acompanyen als valors obtinguts d'agudesa visual estàtica per tal de profunditzar en els canvis de la qualitat visual del pacient una vegada la LIO ha estat implantada. És habitual que ambdues mesures presentin una millora progressiva durant el postoperatori en comparació amb els valors del preoperatori, tal com també s'ha

observat en aquest treball amb els valors de sensibilitat al contrast analitzats. (Queiroz et al., 2022)

Addicionalment, cal destacar que gran part dels estudis realitzats comparen els resultats amb un grup control integrat per participants en els qui se'ls ha implantat una LIO monofocal i, alternativament, sovint també es comparen els resultats de la SC i AV mesurats durant el postoperatori entre MIOLs de dissenys diferents per tal d'avaluar-ne les diferències. En aquest cas, els resultats obtinguts mostren diferències estadístiques i clíniques significatives en els valors de SC obtinguts per totes les freqüències espacials (tant en visió llunyana com en visió propera) entre els grups de LIO monofocals i els MIOL sis mesos després de la cirurgia de cataractes. (Gil et al., 2014)

Mitjançant aquest estudi, s'ha pretès avaluar si el sistema LCD TFT Nidek pot diferenciar canvis en els valors de les freqüències espacials que avaluen la SC dels pacients amb diagnòstic de cataractes envers el grup control. Addicionalment, s'ha buscat analitzar si existeixen diferències significatives entre els valors del preoperatori i postoperatori dels pacients sotmesos a cirurgia de cataractes amb posterior implant de LIO difractiva trifocal (Optiflex Trio® de Biotech). S'espera que, partint dels resultats obtinguts, es pugui proporcionar ajuda als professionals pel que fa a la comprensió de l'afectació de la SC en casos d'opacificació de cristal·lí i la importància de la seva consideració en les mesures prèvies a la cirurgia de cataractes, així com la capacitat de millora i l'evolució per estadis de la qualitat òptica a la qual es veuen sotmesos els pacients en implantar-se aquesta tipologia de LIO.

Així i tot, cal esmentar que per tal de dur a terme una interpretació dels resultats més fiable i precisa, seria necessària una mida de la mostra més gran. D'aquesta manera es disminuiria el risc d'errors estadístics i s'obtindrien estimacions amb major exactitud i, al mateix temps, se'n podrien extreure resultats més extrapolables. A més a més, la variabilitat en la població escollida del grup control és un altre paràmetre a considerar, ja que provoca un rang d'edats força ampli. Atès el fet que la sensibilitat al contrast disminueix amb l'edat (Allard et al., 2013), és un factor que s'hauria de tenir en compte, pel fet que es tracta d'una mostra petita, els valors extrems de SC poden distorsionar els resultats i afectar a la fiabilitat de l'estudi.

Així doncs, aquest treball es podria ampliar incrementant la mida de les mostres, i també fer aquesta anàlisi però aplicada a diferents grups: pacients amb astigmatisme superior a les 2,25D i errors refractius elevats entre d'altres. De manera alternativa, es podria estudiar també la correlació entre el diàmetre pupil·lar i la resposta dels pacients i, addicionalment, es podria analitzar la relació dels resultats obtinguts en funció de diverses variables com ara l'edat i pacients amb opacificació de càpsula posterior.

Tot i les limitacions mencionades, la metodologia de l'estudi és robusta i els resultats extrets poden proporcionar informació contrastada, especialment útil per a ser considerada en les cirurgies de cataractes i en la tria de LIOs.

Tal com s'ha observat, la pantalla LCD TFT Nidek discrimina correctament un descens en la SC dels pacients amb diagnòstic actiu de cataractes, de tal manera que es pot considerar una eina útil especialment per les mesures prèvies i posteriors a la intervenció, una vegada els pacients ja han estat implantats amb la MIOL. Malgrat això, la comparativa entre les mesures postoperatòries (als tres, sis i dotze mesos) no ha presentat diferències estadísticament significatives, fet que suggereix que els valors de SC a partir del tercer mes del preoperatori es mantenen constants excepte per la freqüència F, que retrocedeix abans de tornar-se a estabilitzar.

5. Anàlisi de sostenibilitat i implicacions ètiques

En el context d'aquest estudi, és pertinent considerar l'impacte ambiental des del punt de vista ètic i també pel que fa a la sostenibilitat, essencialment degut a l'interès creixent en la consulta de la cirurgia de cataractes.

En referència a l'ètica, aquest treball s'ha portat a terme respectant els principis fonamentals de la recerca i preservant la privacitat dels pacients involucrats segons la normativa reglamentària vigent en protecció de dades. Els pacients, participants en l'estudi, van ser degudament informats sobre el procediment al qual es van sotmetre; així com la finalitat del tractament de dades, centrada en l'anàlisi de les seves mesures per l'estudi, tal com es va esmentar al consentiment informat signat.

Alternativament, en relació amb l'àmbit de la sostenibilitat, aquest estudi no ha generat impactes ambientals significatius, ja que s'ha basat en la recerca de mesures clíniques integrades en la base de dades de la Clínica Oftalmològica Santa Creu de Figueres que formen part de mesures preoperatòries i postoperatòries dels registres dels pacients. Tanmateix, a pesar que la gestió de dades s'ha efectuat per via telemàtica, el treball ha requerit fer dos trajectes a Figueres per a l'obtenció de dades i executar la presa de mesures als participants del grup control. No obstant això, s'ha procurat, en la mesura del possible, prioritzar l'ús d'eines digitals per reduir la generació de residus.

Associacions com la ESCRS (de l'anglès *European Society of Cataract & Refractive Surgeons*) vetllen per reduir l'impacte de les emissions en les cirurgies de cataractes mitjançant la recerca i a través de la promoció de programes. Addicionalment, disposen d'una calculadora per efectuar el càlcul d'emissions de CO_2, considerant addicionalment tots els elements d'un sol ús que s'empren en la cirurgia. (*ESCRS*, s.d.-b)

Altrament, la ESCRS disposa de dades relacionades amb les emissions generades per les cirurgies de cataractes. Aquesta xifra correspon a 75kgCO_2 per intervenció. A escala europea, se'n realitzen 4,5 milions per any i es calcula que entre un 10 – 46% de les emissions són degudes als desplaçaments realitzats pels pacients. (*ESCRS*, s.d.-a)

6. Conclusions

Per finalitzar, es pot corroborar que en aquest estudi s'han identificat diferències estadísticament significatives en la comparació dels valors de la SC en les sis freqüències espacials entre els pacients amb diagnòstic d'opacificació de medis i els pacients sense cataractes, fet que avala l'eficàcia de la pantalla LCD TFT Nidek per trobar diferències significatives entre pacients amb cataracta i sense. Tot seguit, s'afirma que les diferències trobades entre els resultats del test de SC dels pacients amb cataractes entre el preoperatori i el postoperatori (als tres, sis i dotze mesos de l'implant de LIO Prèmium difractiva trifocal (Optiflex Trio®)) també han estat estadísticament significatives. Alternativament, l'anàlisi de les mesures realitzades des del tercer mes del postoperatori fins a l'any no han evidenciat diferències estadísticament significatives, fet que ressalta que la millora observada en la primera mesura postoperatòria es manté constant fins als 12 mesos.

Tot i això, faltaria realitzar un estudi correlatiu entre els resultats obtinguts i l'edat dels pacients per tal de determinar si es tracta d'una variable que influeix de manera significativa en els resultats.

Aquestes troballes suggereixen que la sensibilitat al contrast pateix un descens significatiu amb la presència de cataractes i la pantalla LCD TFT Nidek és una eina que ens permet portar a terme una distinció òptima que podria ser utilitzada com a recurs addicional de manera prèvia, per tal d'efectuar el diagnòstic, i posteriorment, durant el seguit de mesures postoperatòries. Alternativament, l'estudi confirma la millora de la SC a la que es veuen sotmesos els pacients sotmesos a la cirurgia de cataractes amb l'implant de la LIO Prèmium difractiva trifocal (Optiflex Trio®) des del tercer mes del preoperatori.

Per futurs estudis, a causa de l'interès creixent per les MIOL, seria convenient analitzar pacients amb errors refractius elevats i astigmatismes superiors a 2,25D per tal d'incloure a altres grups d'estudi. Alternativament, es podrien portar a terme correlacions entre el diàmetre pupil·lar i la resposta obtinguda dels pacients. Aquestes ampliacions permetrien, de manera addicional, facilitar la tria de LIO en funció de les necessitats específiques de cada pacient.

7. Referències

Allard, R., Renaud, J., Molinatti, S., & Faubert, J. (2013). Contrast sensitivity, healthy aging and noise. *Vision Research*, *92*, 47-52. https://doi.org/10.1016/j.visres.2013.09.004

Ärzteblatt, D. Ä. G., Redaktion Deutsches. (s.d.). *Cataract Surgery—Indications, Techniques, and Intraocular Lens Selection (30.05.2023)*. Deutsches Ärzteblatt. Recuperat 15 març 2025, de https://www.aerzteblatt.de/int/archive/article?id=231206

Bauza Fortunato, Y., Veitía Rovirosa, Z. A., Cárdenas Díaz, T., Gutiérrez Castillo, M., Cuan Aguilar, Y., Bauza Fortunato, Y., Veitía Rovirosa, Z. A., Cárdenas Díaz, T., Gutiérrez Castillo, M., & Cuan Aguilar, Y. (2021). Lente intraocular Premium: ¿opción o necesidad en la cirugía moderna de catarata? *Revista Cubana de Oftalmología*, *34*(2). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-21762021000200012&lng=es&nrm=iso&tlng=pt

Brar, S., Ganesh, S., RP, N., & CR, R. (2021). Clinical Outcomes and Patient Satisfaction with a New Diffractive-Refractive Trifocal Intraocular Lens – A 12 Month Prospective Study. *Clinical Ophthalmology (Auckland, N.Z.)*, *15*, 3247-3257. https://doi.org/10.2147/OPTH.S320202

Cabezas, M. (2023). Lentes intraoculares en cirugía de cataratas en Chile: Una revisión actualizada. *Revista Médica Clínica Las Condes*, *34*(5), 359-369. https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2023.09.004

Chylack, L. T., Wolfe, J. K., Singer, D. M., Leske, M. C., Bullimore, M. A., Bailey, I. L., Friend, J., McCarthy, D., & Wu, S. Y. (1993). The Lens Opacities Classification System III. The Longitudinal Study of Cataract Study Group. *Archives of Ophthalmology (Chicago, Ill.: 1960)*, *111*(6), 831-836. https://doi.org/10.1001/archopht.1993.01090060119035

Davison, J. A., & Simpson, M. J. (2006). History and development of the apodized diffractive intraocular lens. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, *32*(5), 849-858. https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2006.02.006

ESCRS:Reducing Carbon Footprint in Eye Health. (s.d.-a). Recuperat 19 maig 2025, de https://www.escrs.org/

ESCRS:SIDICS. (s.d.-b). Recuperat 15 maig 2025, de https://www.escrs.org/

Fong, K. C. (2008). 1—The ageing lens and classification of cataracts. En R. Malhotra (Ed.), *Cataract* (p. 1-15). Butterworth-Heinemann. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-044977-7.50006-9

França, V. de C. R. de M., Santos, N. A. dos, & Mendes, L. C. (2006). Sensibilidade ao contraste em crianças pré-escolares com método psicofísico. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, *22*, 335-338. https://doi.org/10.1590/S0102-37722006000300010

Gil, M. A., Varón, C., Cardona, G., Vega, F., & Buil, J. A. (2014). Comparison of Far and near Contrast Sensitivity in Patients Symmetrically Implanted with Multifocal and Monofocal Iols. *European Journal of Ophthalmology*, *24*(1), 44-52. https://doi.org/10.5301/ejo.5000335

ISO 11979-7:2024. (s.d.). ISO. Recuperat 23 maig 2025, de https://www.iso.org/es/contents/data/standard/07/96/79689.html

Kaur, K., & Gurnani, B. (2025). Contrast Sensitivity. En *StatPearls*. StatPearls Publishing. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK580542/

Optiflex TRIO - Healthcare Products—Biotech Healthcare. (s.d.). Recuperat 29 maig 2025, de https://biotechhealthcare.com/es/products/optiflex-trio-es/

Queiroz, M. F. N., Ferreira, F. Q. T., Shimoda, G., Padovani, C. R., & Lottelli, A. C. (2022). Visual acuity, contrast sensitivity, and quality of life after bilateral implantation of multifocal diffractive intraocular lens. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*, *86*, 301-307. https://doi.org/10.5935/0004-2749.20230054

Schein, O. D., Steinberg, E. P., Cassard, S. D., Tielsch, J. M., Javitt, J. C., & Sommer, A. (1995). Predictors of Outcome in Patients Who Underwent Cataract Surgery. *Ophthalmology*, *102*(5), 817-823. https://doi.org/10.1016/S0161-6420(95)30952-9

Shandiz, J. H., Derakhshan, A., Daneshyar, A., Azimi, A., Moghaddam, H. O., Yekta, A. A., Yazdi, S. H. H., & Esmaily, H. (2011). Effect of Cataract Type and Severity on Visual Acuity and Contrast Sensitivity. *Journal of Ophthalmic & Vision Research*, *6*(1), 26-31.

Zhang, J. H., Ramke, J., Lee, C. N., Gordon, I., Safi, S., Lingham, G., Evans, J. R., & Keel, S. (2022). A Systematic Review of Clinical Practice Guidelines for Cataract: Evidence to Support the Development of the WHO Package of Eye Care Interventions. *Vision*, *6*(2), Article 2. https://doi.org/10.3390/vision6020036