

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi queda condicionat a l'acceptació de les condicions d'ús establertes per la següent llicència Creative Commons:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=ca>

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis queda condicionado a la aceptación de las condiciones de uso establecidas por la siguiente licencia Creative Commons:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=es>

WARNING. The access to the contents of this doctoral thesis it is limited to the acceptance of the use conditions set by the following Creative Commons license:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=en>



**Evaluación de una herramienta de
salud digital para analizar la
calidad de la cirugía de la catarata
en países de baja renta**

Mónica Lecumberri López

Tesis doctoral, 2025

UAB

**Universitat Autònoma
de Barcelona**



TESIS DOCTORAL

**Evaluación de una herramienta de salud digital para
analizar la calidad de la cirugía de la catarata en países
de baja renta**

Mónica Lecumberri López

Directores:

José García Arumí

Jordi Loscos Arenas

Xavier Valdeperas Belmonte

Tutor:

José García Arumí

Programa de Doctorado en Cirugía y Ciencias Morfológicas

Departamento de Cirugía

Universitat Autònoma de Barcelona

Barcelona, 2025

*El éxito es la capacidad de ir de fracaso
en fracaso sin perder el entusiasmo*

Winston Churchill

Agradecimientos

Quiero agradecer a una serie de personas el apoyo prestado para la realización de este trabajo. Sin su ayuda directa o indirecta, esta tesis no hubiera llegado a su fin.

En primer lugar, al Dr Jordi Loscos, uno de los directores de esta tesis, por despertarme el interés para realizar un trabajo de investigación sobre un tema que nos entusiasma, como es la cooperación y el desarrollo.

Al Dr Xavier Valldeperas, co-director y al Dr José García Arumí, co-director y tutor, les agradezco especialmente haber aceptado generosamente participar en este proyecto sin conocerme.

A la Dra Montse Martín, por guiarme a través de los datos para llegar a conclusiones coherentes.

A la fundación Ulls del Món en general y a Anna Barba en particular, por creer en el proyecto y por las facilidades que me dieron para desplazarme a Mozambique para realizar la segunda parte de este trabajo.

A Vasco Cote y Natacha Simone, personal en terreno de Olhos de Moçambique, por el acompañamiento durante el tiempo que estuve en Inhambane.

A la Universitat Oberta de Catalunya y al eHealth Center por la beca concedida en 2022 para la ejecución de este proyecto.

A mis padres, por darme todas las facilidades para desarrollarme profesionalmente y por su apoyo incondicional.

A mi hermana, por estar siempre cerca.

A mis amigos por el cariño en los momentos más intensos.

Por último, pero no menos importante, a todas las personas de las que he aprendido algo compartiendo trabajo, ilusión y esfuerzo en Etiopía, Campamentos saharauis de Tinduf, Mozambique y Sudan del Sur. Y especialmente a Carlos por introducirme en el mundo de la cooperación, transmitirme su pasión y por ser el compañero perfecto.

Abreviaturas

AV	Agudeza visual
BCVA	Best Corrected Visual Acuity. Mejor agudeza visual corregida
BOOST Cataract app	The Better Operative Software Outcomes Tool
BOOST VA	NCVA el día 1 postoperatorio
CD	Contar dedos
CSC	Cataract surgical coverage
CSR	Cataract surgical rate
eCSC	Effective cataract surgical coverage
ETDRS	Early Treatment Diabetic Retinopathy Study
IAPB	International agency for prevention of blindness
LIO	Lente intraocular
LOCS III	Lens Opacities Classification System III
MAR	Mínimo ángulo de resolución visible
MM	Movimiento de manos
MSICS	Manual Small Incision Cataract Surgery
NCVA	Non corrected visual acuity. Agudeza visual no corregida
OMS	Organización Mundial de la Salud
PBR	Países de baja renta
PL	Percepción de luz
PVA	Presented visual acuity
RAAB	Rapid assessment of avoidable blindness
USD	United States dollar

Índice de tablas

TABLA 1: EQUIVALENCIAS ENTRE LAS DIFERENTES ANOTACIONES DE LA AGUDEZA VISUAL	27
TABLA 2: DEFINICIÓN DE DISCAPACIDAD VISUAL Y CEGUERA SEGÚN LA OMS.....	29
TABLA 3: CLASIFICACIÓN DE RESULTADO QUIRÚRGICO DE LA CIRUGÍA DE LA CATARATA SEGÚN LA OMS.....	37
TABLA 4: ESTÁNDARES DE CALIDAD QUIRÚRGICA GLOBAL DE LA OMS.....	38
TABLA 5: ESTÁNDARES DE CALIDAD QUIRÚRGICA GLOBAL DE BOOST CATARACT APP	43

Publicación 1

TABLA 6: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA. DATOS PREOPERATORIOS.....	77
TABLA 7: EXPLORACIÓN POSTOPERATORIA EN EL DÍA 1.	78
TABLA 8: EXPLORACIÓN POSTOPERATORIA A LAS 6 SEMANAS	78
TABLA 9: DIFERENCIAS EN EL RESULTADO QUIRÚRGICO ENTRE EL DÍA 1 Y LAS 6 SEMANAS	79
TABLA 10: RESULTADOS QUIRÚRGICOS SEGÚN LA CLASIFICACIÓN DE LA OMS PARA LOS DOS TIPOS DE CIRUGÍA.	79
TABLA 11: ÉXITO DE BOOST CATARACT APP PARA IDENTIFICAR EL RESULTADO QUIRÚRGICO	80
TABLA 12: CONCORDANCIA ENTRE EL RESULTADO BOOST Y EL RESULTADO NCVA	80
TABLA 13: FACTORES ASOCIADOS AL ÉXITO DE BOOST CATARACT APP PARA IDENTIFICAR EL RESULTADO NCVA	81

Publicación 2

TABLA 14: CARACTERÍSTICAS DE LOS PACIENTES Y DATOS PREOPERATORIOS.....	81
TABLA 15: RESULTADOS DE LA CAMPAÑA QUIRÚRGICA	82
TABLA 16: CAUSAS DE LOS RESULTADOS SUBÓPTIMOS.	83
TABLA 17: RENDIMIENTO DIAGNÓSTICO DE BOOST CATARACT APP	84

Índice de figuras

FIGURA 1:MNIMO ÁNGULO DE RESOLUCIÓN VISIBLE (MAR)	25
FIGURA 2: OPTOTIPOS DE SNELLEN CON TUMBLING E Y LETRAS	25
FIGURA 3: EARLY TREATMENT DIABETIC RETINOPATHY STUDY (ETDRS)	27
FIGURA 4: CAUSAS DE CEGUERA Y DISCAPACIDAD VISUAL MODERADA Y SEVERA EN EL AÑO 2020 EN MAYORES DE 50 AÑOS	32
FIGURA 5: CLASIFICACIÓN DEL GRADO DE SEVERIDAD DE LA CATARATA LOCS III.	33
FIGURA 6: MAPA DE MOZAMBIQUE.	40
FIGURA 7: INTERFAZ EN PC Y EN SMARTPHONE DE RECOGIDA DE DATOS EN FASE I.....	42
FIGURA 8: GRÁFICOS DE RESULTADOS QUIRÚRGICOS OBTENIDOS AL ALTA TRAS EL POSTOPERATORIO PRECOZ (1-3 DÍAS).	43
FIGURA 9: INTERFAZ EN PC Y EN SMARTPHONE DE RECOGIDA DE DATOS EN FASE II.....	44
FIGURA 10: GRÁFICOS DE RESULTADOS QUIRÚRGICOS OBTENIDOS ENTRE 6 SEMANAS Y 3 MESES DE LA CIRUGÍA.....	45
FIGURA 11: DIAGRAMA DE FLUJO DEL ESTUDIO REALIZADO EN INHAMBANE.....	84

Índice

RESUMEN	17
ABSTRACT	21
1. INTRODUCCIÓN	23
1.1 AGUDEZA VISUAL	25
1.1.1 MEDIDA DE LA AGUDEZA VISUAL	25
1.1.2 ANOTACIÓN DE LA AGUDEZA VISUAL	27
1.1.3 TIPOS DE AGUDEZA VISUAL	28
1.2 CEGUERA Y DISCAPACIDAD VISUAL	29
1.2.1 DEFINICIONES	29
1.2.2 PREVALENCIA DE LA CEGUERA Y LA DISCAPACIDAD VISUAL EN 2020	29
1.2.3 IMPACTO DE LA CEGUERA Y LA DISCAPACIDAD VISUAL	30
1.2.4 ESTRATEGIAS PARA ERRADICAR LA CEGUERA A NIVEL MUNDIAL	30
1.2.5 RAPID ASSESSMENT OF AVOIDABLE BLINDNESS	31
1.2.6 CAUSAS DE CEGUERA Y DISCAPACIDAD VISUAL EN MAYORES DE 50 AÑOS	32
1.3 CATARATA SENIL EN PAÍSES DE BAJA RENTA (PBR)	33
1.3.1 THE LENS OPACITIES CLASSIFICATION SYSTEM III	33
1.3.2 TRATAMIENTO	33
1.3.3 DEFINICIÓN DE CATARATA OPERABLE EN PAÍSES DE BAJA RENTA	36
1.3.4 INDICADORES DE LA CIRUGÍA DE LA CATARATA EN PBR	36
1.3.5 DEFINICIÓN DE CIRUGÍA DE CALIDAD Y RESULTADO QUIRÚRGICO	37
1.3.6 RESULTADO QUIRÚRGICO EN CIRUGÍA DE CATARATAS EN PBR	38
1.3.7 CAUSAS DE MALOS RESULTADOS EN LA CIRUGÍA DE LA CATARATA EN PBR	38
1.3.8 ESTRATEGIAS PARA MEJORAR LA CALIDAD DE LA CIRUGÍA EN PBR	39
1.3.9 MONITORIZACIÓN DEL RESULTADO QUIRÚRGICO EN PBR	39
1.3.10 CATARATA SENIL EN LA PROVINCIA DE INHAMBANE	40
1.4 PROYECTO “ THE BETTER OPERATIVE SOFTWARE OUTCOMES TOOL ”	41

2. HIPÓTESIS	47
2.1 JUSTIFICACIÓN	47
3. OBJETIVOS	49
3.1 OBJETIVO PRINCIPAL	49
3.2 OBJETIVOS SECUNDARIOS	49
4. COMPENDIO DE PUBLICACIONES	51
4.1 PUBLICACIÓN 1	53
EVALUATION OF THE BETTER OPERATIVE OUTCOME SOFTWARE TOOL TO PREDICT CATARACT SURGICAL OUTCOME IN THE EARLY POSTOPERATIVE FOLLOW-UP	53
4.2 PUBLICACIÓN 2	63
EFFECTIVENESS OF THE BETTER OPERATIVE SOFTWARE OUTCOMES TOOL FOR MONITORING CATARACT SURGERY OUTCOMES IN INHAMBANE PROVINCE, MOZAMBIQUE: PROSPECTIVE PILOT DIAGNOSTIC ACCURACY STUDY	63
5. RESUMEN GLOBAL DE LOS RESULTADOS	75
5.1 DESCRIPCIÓN DE LA COHORTE DE BARCELONA	77
5.2 CAPACIDAD DE BOOST CATARACT APP PARA ANTICIPAR EL RESULTADO FINAL	79
5.3 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DESEMPEÑO DE BOOST CATARACT APP	80
5.4 DESCRIPCIÓN DE LA COHORTE DE INHAMBANE	81
5.5 FASE I DE BOOST CATARACT APP	82
5.6 RESULTADOS QUIRÚRGICOS A LAS 6 SEMANAS EN INHAMBANE	82
5.7 FASE II DE BOOST CATARACT APP	83
5.8 RENDIMIENTO DIAGNÓSTICO DE BOOST CATARACT APP	83
6. RESUMEN GLOBAL DE LA DISCUSIÓN	85
6.1 EFICACIA DE LA APLICACIÓN	87
6.2 UTILIDAD DE LA APLICACIÓN EN INHAMBANE	89
6.3 LIMITACIONES DE LA APLICACIÓN	89
6.4 RESULTADOS DE LA CAMPAÑA QUIRÚRGICA EN INHAMBANE	90
6.5 LIMITACIONES Y FORTALEZAS DEL ESTUDIO	91

7. CONCLUSIONES	93
8. LÍNEAS DE FUTURO	95
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
10. ANEXOS	105
10.1 APROBACIÓN CEIC HOSPITAL UNIVERSITARI BELLVITGE	107
10.2 APROBACIÓN CEIC MINISTERIO DE SALUD MOZAMBIQUE	109
10.3 AUTORIZACIÓN FUNDACIÓN ULLS DEL MÓN	111
10.4 E-HEALTH PROJECT 2022 UNIVERSITAT OBERTA DE CATALUNYA	113

Resumen

Introducción

La catarata es la principal causa de ceguera evitable en el mundo. Aunque una cirugía de calidad ha demostrado ser un procedimiento altamente coste-efectivo para restaurar la visión, en países con bajos recursos los resultados quirúrgicos no alcanzan los estándares de calidad establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Además, debido a las múltiples barreras de acceso existentes para acceder a los centros sanitarios, se describen bajas tasas de seguimiento postoperatorio de los pacientes, que dificultan el control de calidad de la cirugía. Para abordar este problema, la aplicación " The Better Operative Software Outcomes Tool " (BOOST Cataract app) analiza el resultado quirúrgico en el día 1 postoperatorio a partir de la agudeza visual (AV) para estimar el resultado final y registra las causas de resultados malos a las seis semanas, proporcionando recomendaciones específicas para su mejora.

Hipótesis

La aplicación BOOST Cataract app permite evaluar el resultado final de la cirugía de la catarata sin esperar a completar el seguimiento postoperatorio de 6 semanas necesario para restablecer la visión tras la intervención.

Esta herramienta digital es útil para la recogida de datos sobre calidad quirúrgica de la cirugía de la catarata y para identificar las causas de mal resultado en un entorno de bajos recursos como la provincia de Inhambane (Mozambique).

Objetivos

El objetivo principal es evaluar la capacidad de la aplicación BOOST Cataract app para anticipar el resultado quirúrgico de la cirugía de la catarata.

Los objetivos secundarios son: analizar los factores que determinan su eficacia, evaluar la validez y la utilidad real de la herramienta digital en una campaña quirúrgica realizada en la provincia de Inhambane y analizar los resultados quirúrgicos obtenidos en la misma.

Métodos

Se han realizado dos estudios prospectivos observacionales con dos cohortes de pacientes con catarata senil. El primero se ha desarrollado en el Hospital General de l'Hospitalet (Barcelona). En este primer estudio se ha evaluado el éxito de BOOST Cataract app para identificar en el día 1 postoperatorio, el resultado a las 6 semanas de la cirugía y los factores que intervienen en su desempeño. El segundo estudio se ha realizado mediante una campaña quirúrgica realizada en el Hospital Provincial de Inhambane (Mozambique). En éste, se ha evaluado el rendimiento diagnóstico de la aplicación (test índice) para identificar correctamente el

resultado quirúrgico subóptimo (moderado: AV <6/18 a \geq 6/60 y malo: AV <6/60) obtenido una vez finalizado el tratamiento postoperatorio (estándar de referencia). Además, se han analizado los resultados visuales obtenidos en la campaña quirúrgica según los criterios de la OMS y las posibles causas de los resultados obtenidos. Los análisis estadísticos se han realizado con el software SPSS.

Resultados

En el primer estudio, se incluyen 126 ojos de pacientes de una cohorte de l'Hospitalet de Llobregat (Barcelona) con catarata senil intervenidos mediante facoemulsificación (n= 54) y cirugía extracapsular por túnel escleral (MSICS) (n= 72) entre junio del 2020 y diciembre del 2021. La edad media (SD) fue de 75.8 (12.19) años, el 52 % eran mujeres. El 38 % de los ojos presentaban edema corneal significativo en el día 1 postoperatorio. BOOST Cataract app anticipó correctamente el resultado obtenido a las 6 semanas en el 65.6% de los casos y en el 93.4 % de los ojos que obtuvieron un resultado final bueno (AV \geq 6/18). El éxito de la aplicación no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los dos tipos de cirugía. Los ojos que obtuvieron un resultado visual bueno en el día 1 postoperatorio con la aplicación BOOST tenían 37 veces (IC 95 %: 6.66–212.83) más probabilidades de continuar con resultado bueno a las 6 semanas, en comparación con los ojos con resultados subóptimos (moderados o malos). Además, los ojos que presentaban una córnea transparente en el día 1 postoperatorio tenían 12 veces (IC 95 %: 3.13–47.66) más probabilidades de ser correctamente categorizados por la aplicación BOOST Cataract app, que los ojos con edema corneal en el día 1. Respecto al segundo estudio, realizado entre abril y mayo de 2022 en una campaña quirúrgica en la provincia de Inhambane, se incluyeron 141 pacientes con catarata senil en un ojo intervenido mediante MSICS. La edad media fue de 70 años (SD 10,2), el 48,2 % de los participantes eran mujeres. La aplicación BOOST Cataract presentó una sensibilidad del 94,44 % y una especificidad del 59% para identificar resultado subóptimo en el día 1. El área bajo la curva fue de 0,825. Los resultados de la campaña fueron: buenos en el 45,9 % de los casos, moderados en el 33,8 y malos en el 20,3 %. La causa principal de los resultados malos fue la presencia de complicaciones quirúrgicas, mientras que el error refractivo fue la causa más prevalente para los resultados moderados.

Conclusiones

La aplicación BOOST Cataract app es fiable para identificar, en un momento precoz tras la intervención, los ojos que presentarán una discapacidad visual moderada o severa a las 6 semanas de la cirugía. Debido a que no considera la presencia de edema de córnea en el postoperatorio precoz, no identifica correctamente el resultado bueno. Su eficacia no muestra diferencias significativas entre los dos tipos de cirugía de catarata más ampliamente utilizados a nivel mundial: facoemulsificación y MSICS.

En Inhambane, esta herramienta ha demostrado ser un recurso valioso para la evaluación sistemática de los resultados quirúrgicos. El empleo de BOOST Cataract app durante una campaña quirúrgica realizada en la provincia, permitió evidenciar que los resultados obtenidos no alcanzan los estándares de calidad establecidos

por la OMS y que los esfuerzos deben centrarse en disminuir las complicaciones quirúrgicas y mejorar el defecto refractivo residual tras la intervención

Abstract

Introduction

Cataract remains the leading cause of avoidable blindness worldwide. Although high-quality surgery has proven to be a highly cost-effective procedure for restoring vision, in low-resource settings, surgical outcomes often do not meet the quality standards established by the World Health Organization (WHO). Furthermore, due to multiple barriers to accessing healthcare facilities, patient follow-up rates are low, which hinders effective surgical quality control. To address this issue, the "Better Operative Software Outcomes Tool" (BOOST Cataract app) analyzes surgical outcomes on postoperative day 1 based on visual acuity (VA) to estimate the final result and records the causes of poor outcomes at six weeks, providing specific recommendations for improvement.

Hypothesis

The BOOST Cataract app allows for the evaluation of final cataract surgery outcomes without the need to wait for the full 6-week postoperative follow-up required to assess visual recovery.

This eHealth tool is valuable for collecting data on the quality of cataract surgery and identifying causes of poor outcomes in low-resource settings such as Inhambane Province (Mozambique).

Objectives

The aim of this study is to assess the ability of the BOOST Cataract app to categorize the surgical outcome of cataract procedures.

The specific objectives are: to analyze the factors that influence its effectiveness, to evaluate the validity and practical usefulness of the eHealth tool during a surgical campaign conducted in Inhambane Province and to analyze the surgical outcomes obtained therein.

Methods

Two prospective observational studies were conducted with two cohorts of patients diagnosed with senile cataract. The first study was carried out at the General Hospital of L'Hospitalet (Barcelona), where the ability of the BOOST Cataract app to identify outcome at 6 weeks and the factors influencing its performance were assessed.

The second study took place during a surgical campaign at the Provincial Hospital of Inhambane (Mozambique). In this setting, the diagnostic performance of the app (index test) was evaluated for correctly identifying suboptimal surgical outcomes (moderate: VA $<6/18$ to $\geq 6/60$ and poor: VA $<6/60$) as compared with the final visual acuity after postoperative treatment (reference standard).

Additionally, visual outcomes of the campaign and potential causes of those outcomes were analyzed according to WHO criteria. Statistical analyses were conducted using SPSS software.

Results

In the first study, 126 eyes from patients in the L'Hospitalet cohort with senile cataract were included. They underwent either phacoemulsification ($n = 54$) or manual small-incision cataract surgery (MSICS) ($n = 72$) between June 2020 and December 2021. The mean age (SD) was 75.8 (12.19) years, and 52% were women. Significant corneal edema was present in 38% of eyes on postoperative day 1. The BOOST Cataract app correctly categorized outcome at 6 weeks in 65.6% of cases and in 93.4% of eyes with a good final outcome ($VA \geq 6/18$).

No statistically significant differences in app performance were observed between the two surgical techniques. Eyes with good visual acuity on postoperative day 1 were 37 times more likely (95% CI: 6.66–212.83) to be correctly categorized by the BOOST Cataract app compared to those with suboptimal outcomes (moderate or poor). Additionally, eyes with a clear cornea on day 1 were 12 times more likely (95% CI: 3.13–47.66) to be accurately categorized than those with corneal edema.

In the second study, conducted from April to May 2022 during a surgical campaign in Inhambane, 141 patients with senile cataract underwent MSICS in one eye. The mean age was 70 years (SD 10.2), and 48.2% of participants were women. The BOOST Cataract app demonstrated a sensitivity of 94.44% and a specificity of 59% in identifying suboptimal outcomes. The area under the curve (AUC) was 0.825. Surgical outcomes in the campaign were classified as: good in 45.9% of cases, moderate in 33.8%, and poor in 20.3%. The main cause of poor outcomes was surgical complication, while refractive error was the most common cause of moderate outcomes.

Conclusions

The BOOST Cataract app is reliable for identifying, at an early postoperative stage, eyes that will present moderate or severe visual impairment at six weeks after surgery. However, because it does not account for the presence of corneal edema in the early postoperative period, it does not accurately identify good outcomes. Its effectiveness shows no significant differences between the two most widely used cataract surgery techniques worldwide: phacoemulsification and MSICS.

In Inhambane, this tool proved to be a valuable resource for the systematic assessment of surgical outcomes. Its use during the surgical campaign in the province revealed that the achieved outcomes did not meet the quality standards set by the WHO. Therefore, future efforts should focus on reducing surgical complications and improving residual refractive error after surgery.

1. Introducción

1.1 Agudeza visual

1.2 Ceguera y discapacidad visual

1.3 Catarata en países de baja renta

1.4 Proyecto "The Better Operative Software Outcomes Tool"

1.1 Agudeza visual

La agudeza visual (AV) se define como la capacidad de ver los detalles con claridad. Se evalúa midiendo el mínimo grado de separación en el que dos objetos pueden ser discriminados por el ojo humano. En un sistema óptico sano, se considera que el mínimo ángulo de resolución visible (MAR) se sitúa entre 30 segundos y 1 minuto de arco.

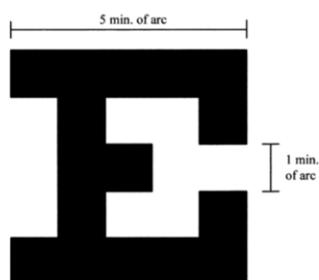


Figura 1: Míimo ángulo de resolución visible (MAR)

1.1.1 Medida de la agudeza visual

1.1.1.1 Test de Snellen

El método más extendido para medir la agudeza visual es el test de Snellen. Consta de una tabla de optotipos en la que se distribuyen figuras (letras o Tumbling E) de diferentes grados de resolución, colocadas en diferentes líneas.

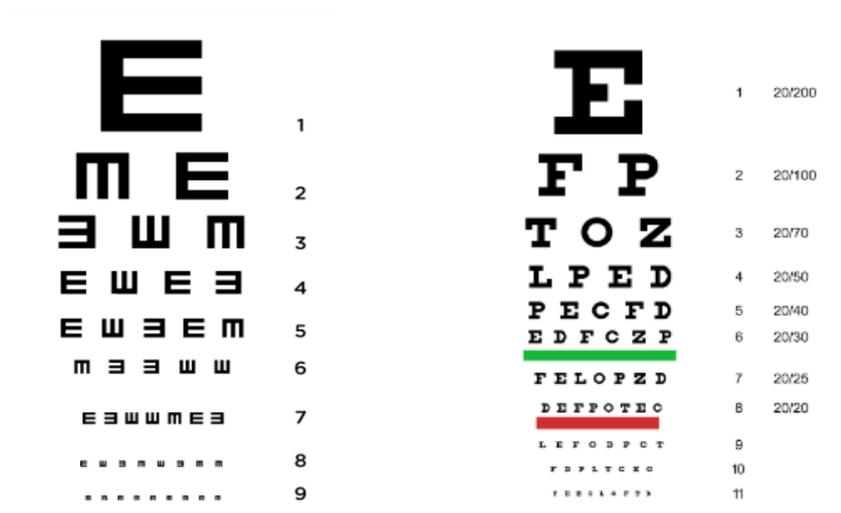


Figura 2: Optotipos de Snellen con Tumbling E y letras

Para cuantificar la visión, se pide al sujeto que lea la tabla de optotipos. La línea más pequeña que el sujeto es capaz de identificar se considera la agudeza visual. Con los optotipos de Snellen, la medida de la agudeza visual para visión lejana se realiza por convención a 6 metros o 20 pies (en países anglosajones).

A pesar de ser el método más utilizado para medir la AV, la tabla de optotipos de Snellen presenta varios inconvenientes:

- No ofrece una medida de la AV estandarizada, ya que:
 - El tamaño de las letras entre las líneas no sigue una relación proporcional. De forma que, la disminución de AV entre cada dos líneas consecutivas no es la misma.
 - El tamaño de los espacios entre las letras tampoco sigue una relación proporcional y el número de letras por línea va aumentando a medida que se avanza en la lectura de la tabla. Así, un error en reconocer una letra de una línea no tiene el mismo valor para cada línea o nivel de visión.
- No permite cuantificar la AV de personas que por su baja visión no distinguen ninguna letra de los optotipos de Snellen. En esos casos, es habitual anotar la AV obtenida en una escala semicuantitativa: "contar dedos (CD) a 3, 2 y 1 metro", "movimiento de manos", "percepción de luz" y "no percepción de luz".

1.1.1.2 Early Treatment Diabetic Retinopathy Study (ETDRS)

Este método es considerado el Gold Standard para evaluar la AV. Permite obtener una medida de la AV estandarizada, más precisa y reproducible y soluciona los defectos de la tabla de optotipos de Snellen.(1)

Con el test del ETDRS se utiliza la tabla LogMar. Esta tabla presenta el mismo número de letras en cada fila (5 letras por fila). En cada fila, los espacios entre las letras son iguales a la amplitud de las letras y los espacios entre cada línea son iguales a la altura de las letras de la línea inferior. Las letras disminuyen de tamaño en cada fila siguiendo una progresión logarítmica a razón de 0,1 logMar donde logMar es el acrónimo de log 10 del mínimo ángulo de resolución (MAR).

La tabla LogMar está iluminada. El test se realiza a 4 metros de distancia para visión lejana. Pero puede realizarse a distancias menores para pacientes con muy baja visión. (2)



Figura 3: Early Treatment Diabetic Retinopathy Study (ETDRS)

A pesar de sus ventajas, este método es más difícil de interpretar y no es asequible en muchos lugares, por ese motivo, el test de Snellen sigue siendo el más utilizado para medir la AV. (3)(4)

1.1.2 Anotación de la agudeza visual

Existen diferentes formas de anotar la agudeza visual según la tabla de optotipos que se utilice:

Tabla 1: Equivalencias entre las diferentes anotaciones de la agudeza visual

Snellen (metros)	Snellen (pies)	Decimal	LogMar ETDRS	Escala Semicuantitativa
6/6	20/20	1.00	0	
6/7.5	20/25	0.8	0.1	
6/9.5	20/32	0.63	0.2	
6/12.5	20/40	0.5	0.3	
6/16	20/60	0.4	0.4	
6/18	20/63	0.32	0.48	
6/25	20/80	0.25	0.6	
6/30	20/100	0.2	0.7	
6/40	20/125	0.16	0.8	
6/50	20/160	0.125	0.9	
6/60	20/200	0.1	1.0	
6/120	20/400	0.05	1.3	
6/320	20/1000	0.02	1.7	
6/630	20/2000	0.01	2.0	Cd 3m
	20/4000	0.005	2.3	Cd 2m
	20/6060	0,003	2,48	Cd 1m
				mm
		0,002		Pl

Cd 3m: Contar dedos a 3 metros, Cd 2m: Contar dedos a 2 metros, Cd 1m: Contar dedos a 1 metro, mm: Movimiento de manos, Pl: Percepción de luz

El método más usado se basa en la fracción de Snellen. En esta fracción, el numerador representa la distancia entre el observador y el optotipo y el denominador la distancia a la que un observador con visión óptima es capaz de diferenciar el mismo optotipo.

Una agudeza visual de 6/6 indica que el observador es capaz de distinguir a 6 metros lo que una persona con una correcta visión alcanza a distinguir a 6 metros. En los países anglosajones, que miden la distancia en pies, la anotación equivaldría a 20/20.

De la misma forma, una agudeza visual de 6/18 indica que una persona puede ver a 6 metros lo que un observador con visión normal distinguiría a 18 metros, esta agudeza visual equivale a 20/63, en la que el observador distingue a 20 pies lo que un sujeto con visión normal distinguiría a 63 pies.

En Europa, la fracción de Snellen tiende a reducirse a un número decimal. Una agudeza visual de 1 equivale a 20/20 y 6/6. Mientras que una agudeza visual de 0,5 equivale a 20/40 y 6/12. (5)

La anotación LogMar es la única que se incrementa de una forma lineal, por tanto, es la única que permite tratar la AV como una variable de distribución normal. (6)

1.1.3 Tipos de agudeza visual

En función de la corrección óptica se diferencian 2 tipos de agudeza visual:

1. Best Corrected Visual Acuity (BCVA): Es la mejor agudeza visual de una persona con la mejor corrección óptica posible.
2. Non Corrected Visual Acuity (NCVA): Es la agudeza visual de una persona sin corrección óptica.

Para estimar la discapacidad visual y la ceguera en países de baja renta (PBR), la Organización Mundial de la Salud (OMS) propuso en 2003 el uso del término Presenting Visual acuity.(7)

3. Presenting Visual Acuity (PVA): Es la AV con la corrección óptica disponible por el paciente (accesible en su entorno y con sus recursos). Se define como la agudeza visual no corregida para las personas que no llevan corrección óptica y la agudeza visual corregida para las personas que usan corrección óptica de forma rutinaria. (8)

En países de rentas altas, donde la corrección óptica es accesible, la BCVA y PVA son equivalentes.

La diferenciación entre BCVA y PVA es especialmente relevante en contextos de países de bajos recursos, donde existen barreras de acceso a una corrección óptica de calidad, como la escasez de optometristas capacitados para prescribir gafas y el elevado coste económico.(9)

4. Agudeza visual con estenopeico o pinhole (Pin VA): Es la AV que alcanza un ojo con agujero estenopeico o pinhole. En PBR se utiliza como aproximación a la BCVA.

El agujero estenoico es un oclisor con orificios de 1,5 mm de diámetro. Se utiliza para identificar los defectos de refracción de una forma rápida y sencilla. Si existe un defecto refractivo, la AV mejorará al evaluar la visión a través del agujero estenoico, ya que el círculo de mínima confusión de la retina disminuye de diámetro.

1.2 Ceguera y Discapacidad visual

1.2.1 Definiciones

Ceguera: Se define ceguera como la condición por la que una persona alcanza una agudeza visual inferior a 3/60 o tiene un campo visual inferior a 10 grados alrededor del punto de fijación central, en el mejor ojo. (10)

Este nivel de visión corresponde a un nivel de discapacidad en el que una persona no es capaz de deambular de forma independiente. (11)

Discapacidad visual: Se define discapacidad visual a la condición por la que una persona alcanza una agudeza visual inferior a 6/18 y superior a 3/60 en el mejor ojo. La discapacidad visual, se clasifica en diferentes grados en función de la PVA.

Tabla 2: Definición de discapacidad visual y ceguera según la OMS.

Estado visual	Anotación de AV		
	PVA Snellen (metros)	PVA Snellen (pies)	PVA Escala decimal
No discapacidad visual	$\geq 6/12$	$\geq 20/40$	$\geq 0,5$
Discapacidad visual leve	$<6/12 \geq 6/18$	$<20/40 \geq 20/60$	$<0,5 \geq 0,3$
Discapacidad visual moderada	$<6/18 \geq 6/60$	$<20/60 \geq 20/200$	$<0,3 \geq 0,1$
Discapacidad visual severa	$<6/60 \geq 3/60$	$<20/200 \geq 20/400$	$<0,1 \geq 0,05$
Ceguera	$< 3/60$	$< 20/400$	$< 0,05$

PVA: presenting Visual Acuity en el mejor ojo

1.2.2 Prevalencia de la ceguera y la discapacidad visual en 2020

En 2020, se estimó que en el mundo había 43.3 millones de personas ciegas, 34.8 millones con discapacidad visual severa y 260 millones con discapacidad visual moderada. De ellas, 33.6 millones del total de personas ciegas tenían más de 50 años, las mujeres representaban más del 50% y el 80% vivían en países de baja renta.

Se concluyó que, aunque entre 1990 y 2020, la prevalencia de ceguera en mayores de 50 años disminuyó un 28,5% y la de discapacidad visual moderada y severa sólo aumentó un 2,5%, el número total de personas

ciegas había aumentado un 50.6% y el de personas con discapacidad visual moderada y severa un 90%. Esta discrepancia se debe a un aumento de la población mundial y al envejecimiento global de la población.

Las estimaciones para el año 2050 fueron que habría 61 millones de personas ciegas y 474 millones con discapacidad visual moderada y severa. (12)

1.2.3 Impacto de la ceguera y la discapacidad visual

1.2.3.1 Impacto en la salud

La visión es el sentido con el que percibimos la mayor parte de la información que nos llega del exterior. Una disminución de AV, sobre todo en edades avanzadas aumenta el riesgo de caídas y limita la movilidad de las personas. (13)

La disminución en la movilidad empeora las enfermedades cardiovasculares y favorece el aislamiento social acrecentando el riesgo de demencia y de enfermedades mentales. En general, incrementa el riesgo de mortalidad precoz. El riesgo se incrementa a medida que se agrava la disminución visual. (14)

1.2.3.2 Impacto en el nivel socioeconómico

La discapacidad visual y la ceguera son responsables de una pérdida de la productividad global de 410 billones de dólares anualmente y repercute directamente en la renta de las comunidades. (15) Las personas con discapacidad visual moderada y severa y con ceguera tienen un 30% más de probabilidad de estar desempleadas.(16). Eliminando la ceguera y la discapacidad visual y severa se incrementa la productividad en un 22%.(17)

1.2.4 Estrategias para erradicar la ceguera a nivel mundial

1.2.4.1 Período 1999-2005: VISION 2020: The right to sight (“Derecho a la vista”)

En 1999, la OMS en asociación con la Agencia internacional para prevención de la ceguera (IAPB) lanzó la iniciativa VISION 2020: *The right to sight* (Derecho a la vista). El objetivo era erradicar la ceguera evitable en el mundo en el año 2020.(10)

En ese momento, se estimó que, sin ninguna intervención, debido al aumento de la población mundial mayor de 50 años (estimado en 2 billones de personas para el año 2020), el número de personas con ceguera alcanzaría los 76 millones de personas.

Las estrategias se centraron en:

1. Erradicación del tracoma
2. Erradicación de la oncocercosis
3. Ceguera infantil: Eliminación de la avitaminosis A
4. Programa de formación de optometristas
5. Fortalecimiento de los servicios de cirugía de cataratas con aumento de cirujanos de cataratas.

1.2.4.2 Período 2014-2019: *Global Action Plan for the prevention of avoidable blindness and visual impairment*

En mayo del 2013 se redefinió la estrategia y los objetivos con el *Global Action Plan for the prevention of avoidable blindness and visual impairment* (Plan de acción global contra la ceguera y la discapacidad visual) con el objetivo de disminuir la discapacidad visual evitable un 25% entre el 2010 y 2019. (18)

Además de continuar con los programas de erradicación previamente establecidos en VISION 2020, se añadieron los siguientes objetivos:

1. Generar evidencia sobre las causas de ceguera y discapacidad visual para monitorizar los progresos conseguidos, identificar nuevas prioridades y dar apoyo a las instituciones gubernamentales.
2. Desarrollar e implementar planes nacionales de salud ocular.
3. Integrar los planes de salud ocular en los programas de salud nacionales.

1.2.4.3 Año 2020: *2030 In Sight*

Una vez alcanzado el año 2020, se creó la iniciativa 2030 in Sight (2030 a la vista). (19)

A nivel general, con esta iniciativa se pretende:

1. Elevar: Incorporar la visión como un factor fundamental, económico, social y de desarrollo.
2. Integrar: Incorporar la salud ocular en sistemas de atención sanitaria más amplios.
3. Activar: Impulsar un cambio servicios de salud asequibles y eficaces a nivel mundial.

A nivel específico, se pretende aumentar el número de cirugías de cataratas con resultado bueno en un 30% a nivel mundial

1.2.5 Rapid Assessment of Avoidable Blindness

Para obtener datos fiables sobre ceguera y discapacidad visual a nivel poblacional es necesario realizar estudios poblacionales que, por su naturaleza, demandan una considerable inversión de recursos. Estos estudios requieren de personal capacitado para la recolección y codificación de los datos, así como especialistas en epidemiología y estadística que puedan interpretar adecuadamente la información obtenida. Además, con el fin de evaluar el impacto de las intervenciones implementadas, se recomienda realizar este tipo de estudios con una periodicidad de entre 8 y 10 años. (20)

En los PBR, a menudo no se dispone de los recursos necesarios para llevar a cabo estudios poblacionales exhaustivos sobre ceguera y discapacidad visual. Por esta razón, como parte de la estrategia *VISION 2020*, se desarrollaron los estudios rápidos de ceguera evitable, conocidos como *Rapid Assessment of Avoidable Blindness* (RAAB).

La OMS define ceguera evitable a las causas que provocan ceguera o discapacidad visual y que son potencialmente tratables con medidas de intervención coste-efectivas. Actualmente incluye en este grupo a la catarata y a los defectos de refracción.

El RAAB es una metodología estandarizada, de bajo coste y rápida ejecución que responde a las necesidades de los PBR. Permite obtener datos fiables sobre prevalencia de ceguera y discapacidad visual en mayores de 50 años de una forma simple facilitando así, la planificación y evaluación de intervenciones en salud ocular en un área geográfica concreta. (21)

Los objetivos del RAAB son:

1. Estimar la prevalencia y las causas de ceguera y discapacidad visual en mayores de 50 años.
2. Medir el impacto de los programas de intervención de cataratas.
3. Cuantificar la calidad de la cirugía de las cataratas.
4. Proporcionar datos de referencia para planificar los servicios de atención oftalmológica y monitorear los programas en curso.

1.2.6 Causas de ceguera y discapacidad visual en mayores de 50 años

Globalmente, en los últimos 30 años se ha reducido la discapacidad visual y ceguera provocada por enfermedades infecciosas (tracoma, oncocercosis) gracias al éxito de las políticas de Salud pública Internacional desarrolladas en las últimas décadas, pero está aumentando la relacionada con la edad (cataratas, diabetes) debido a un aumento en la esperanza de vida a nivel mundial. (22)

La catarata es la primera causa de ceguera en mayores de 50 años y la segunda causa de discapacidad visual moderada y severa después de los defectos de refracción. (23)

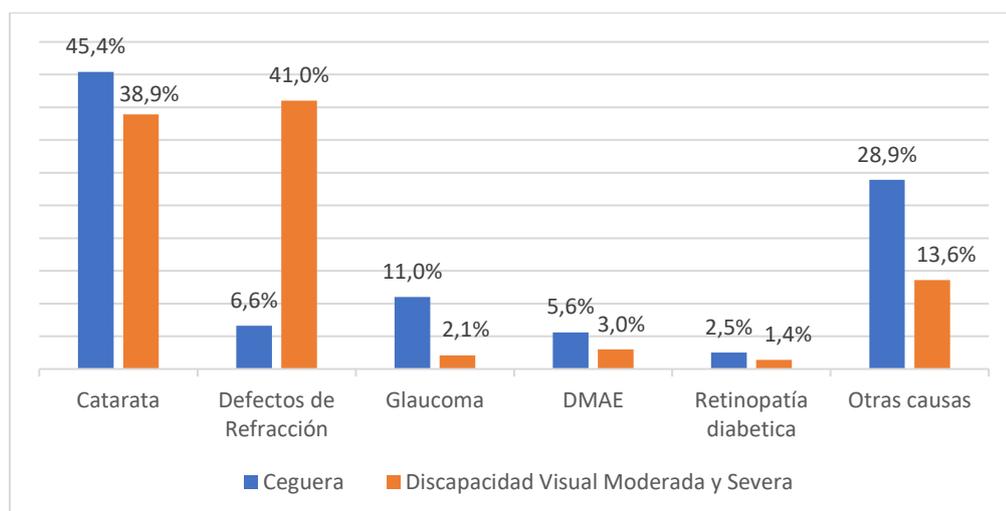


Figura 4: Causas de ceguera y discapacidad visual moderada y severa en el año 2020 en mayores de 50 años

1.3 Catarata senil en países de baja renta (PBR)

La catarata senil se produce por el envejecimiento del cristalino. Durante toda la vida, el cristalino va produciendo nuevas capas concéntricas de fibras corticales que hacen que el núcleo del cristalino se endurezca y comprima progresivamente. Debido a la compresión, se produce una descomposición proteolítica de las fibras del cristalino que ocasionan alteraciones en el índice refractivo de la lente y disminución de su transparencia. La descomposición proteolítica ocasiona una modificación química de las proteínas nucleares que genera pigmentación de las mismas y pérdida de transparencia.(24)

1.3.1 The Lens Opacities Classification System III

The Lens Opacities Classification System III (LOCS III) es el método más aceptado para clasificar el grado de la catarata mediante la lámpara de hendidura. Según este sistema, las cataratas se clasifican en tres grandes grupos en función de en qué parte anatómica presentan la opacidad: Nucleares, corticales o subcapsulares posteriores. LOCS III consiste en una plantilla con una sucesión de imágenes de cataratas de grados consecutivos de severidad.(25)

Con este método, el observador asigna el grado de severidad de la catarata comparando la imagen de la catarata observada bajo dilatación en la lámpara de hendidura con las imágenes de LOCS III.

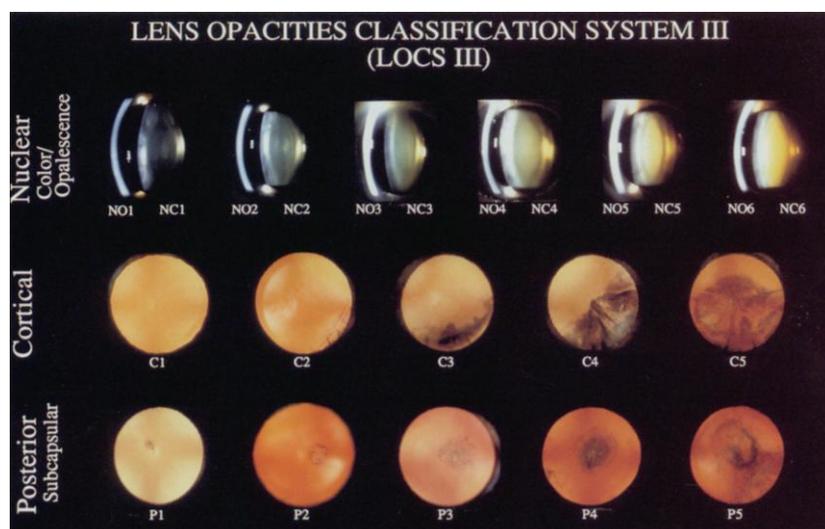


Figura 5: Clasificación del grado de severidad de la catarata LOCS III. Fuente: Chylack L, Wolfe J, Wu S. Archives of ophthalmology (Chicago, Ill: 1960) (1993) 111(6) 831-836

1.3.2 Tratamiento

La catarata se relaciona directamente con la edad, por el momento no se conocen medidas preventivas que eviten su aparición. El único tratamiento exitoso es realizar una cirugía de calidad.

La cirugía consiste en la extracción de la catarata y la sustitución de la misma por una lente intraocular artificial (LIO) que se introduce en su lugar.

La potencia de la LIO se calcula para cada ojo midiendo la longitud axial del ojo con un biómetro y la potencia dióptrica corneal mediante un queratómetro.

Existen 2 tipos de biómetros:

Ultrasónicos: utilizan una sonda, que en contacto directo con la córnea emite ultrasonidos y realiza la medida de la longitud axial del ojo. Los biómetros ultrasónicos no dependen del paso de la luz a través del cristalino, por ello son más habituales en PBR donde las cataratas son muy densas.

Ópticos: utilizan un haz de luz para realizar sus mediciones. En cataratas que permiten el paso de luz a su través, dan unas medidas más fiables, ya que, al no necesitar un contacto directo con la córnea, se producen menos distorsiones en las medidas.

Los queratómetros son instrumentos que permiten medir la curvatura de la córnea, parámetro fundamental para calcular la LIO a implantar en la cirugía de la catarata. Los queratómetros convencionales miden la curvatura corneal reflejando unos anillos concéntricos en la superficie de la córnea. Por ello, en córneas con opacidades o irregularidades, las medidas queratométricas son menos fiables que en córneas sanas.

Actualmente, se aceptan diferentes técnicas quirúrgicas para el tratamiento de la catarata:

1. Facoemulsificación con implante de lente intraocular: Es la técnica de elección en los países de rentas medias y altas. Para realizar esta técnica se utiliza una punta ultrasónica que fragmenta y emulsiona la catarata a la vez que la aspira mediante una incisión corneal pequeña (menor a 3 mm). La LIO se introduce plegada por la incisión. Las principales ventajas de esta técnica son la rapidez en lograr la rehabilitación visual y la menor incidencia de complicaciones. La principal desventaja es el coste, ya que requiere de un equipo sofisticado, material fungible y lentes intraoculares plegables.

Técnica quirúrgica

1. Incisión corneal < 3mm y paracentesis de servicio
2. Viscoelástico cohesivo en cámara anterior
3. Capsulorrexis circular continua
4. Hidrodisección e hidrod laminación
5. Facoemulsificación del núcleo
6. Extracción de epinúcleo
7. Aspiración de masas
8. Introducción de viscoelástico cohesivo en saco capsular
9. Implante de LIO en saco capsular
10. Aspiración de viscoelástico
11. Cefuroxima intracamerular

12. Hidratación incisiones corneales

2. Extracción extracapsular con implante de lente intraocular: Con esta técnica, se realiza una incisión más grande (5mm) que permite extraer la catarata de forma manual sin fragmentarla e introducir la LIO. Esta técnica tiene 4 veces menos coste que la facoemulsificación.(26)

Existen dos técnicas de extracción extracapsular:

- a) Con suturas: técnica clásica en la que se sutura la incisión corneal con 5 puntos corneales que es necesario retirar al cabo de 3 meses de la intervención. La recuperación visual es lenta, ya que no se produce hasta que se retiran las suturas corneales. Esta técnica se asocia con problemas derivados de la propia sutura (infecciones y alto astigmatismo postoperatorio).
- b) Sin suturas: Manual Small Incision Cataract Surgery (MSICS). Se realiza un túnel corneoescleral que no necesita suturas. Esta es la técnica preferida en PBR, ya que aporta las ventajas de la extracción extracapsular en cuanto a coste-efectividad y las ventajas de la facoemulsificación en cuanto a rapidez en recuperación visual y simplicidad en el tratamiento postoperatorio.(27–30)

Técnica quirúrgica

1. Exposición de la esclera superior mediante una tracción colocada a través del músculo recto superior
2. Peritomía conjuntival superior
3. Incisión escleral a 2/3 del espesor en forma de sonrisa invertida de 5 mm a 2 mm del limbo corneoescleral
4. Tunelización escleral con esclerotomo hasta llegar a córnea clara
5. Paracentesis de servicio
6. Introducción de tinción capsular y viscoelástico cohesivo
7. Capsulorrexis
8. Entrada en cámara anterior por córnea clara a través del túnel escleral
9. Hidrodissección del núcleo de la catarata
10. Rotación y movilización del núcleo
11. Luxación del núcleo a la cámara anterior
12. Extracción del núcleo con asa dentada o vectis tras introducir viscoelástico dispersivo (metilcelulosa) entre el núcleo de la catarata y la córnea para proteger el endotelio
13. Aspiración de masas
14. Introducción de viscoelástico cohesivo en saco capsular
15. Implante de LIO en saco capsular
16. Aspiración de viscoelástico
17. Cefuroxima intracamerular

18. Hidratación paracentesis
19. Comprobación estanquidad del túnel escleral
20. Cierre conjuntival con diatermia bipolar

1.3.3 Definición de catarata operable en países de baja renta

El término operable hace referencia al umbral de discapacidad visual establecido para considerar que la catarata debe ser intervenida. Cada país, en función de sus recursos y necesidades define el umbral a partir del cual considera una catarata como operable.

Mientras que, en un país de renta elevada, la catarata operable puede estar definida a partir de una AV inferior a 6/12, en un PBR el límite establecido puede ser de 3/60 o 6/60.(16)

1.3.4 Indicadores de la cirugía de la catarata en PBR

Estos indicadores se obtienen en los RAAB.

1.3.4.1 Cataract Surgical Rate (CSR)

Es el número de cataratas operadas por millón de habitantes en un año.

$$CSR = \frac{\text{Número de cataratas operadas al año}}{\text{Millón de habitantes}}$$

El CSR es un indicador de la actividad quirúrgica. Cuantifica la cantidad de cirugías que se realizan en un determinado lugar.

Se utiliza para comparar la eficiencia y el nivel de actividad de los servicios de cataratas y de los cirujanos en diferentes centros sanitarios o áreas geográficas. (31).

Para controlar la ceguera por catarata en una población concreta, se debe obtener un CSR igual a la incidencia de la ceguera por catarata en ese lugar. Este indicador se utiliza para programar los servicios de salud ocular a nivel estatal.

1.3.4.2 Cataract Surgical Coverage (CSC)

Es la proporción de personas con catarata bilateral operable que se operan de cataratas de uno o de los dos ojos.

$$CSC = \frac{\text{Personas operadas con catarata bilateral operable}}{\text{Total personas con catarata bilateral operable}}$$

El CSC da una medida de en qué proporción se han satisfecho las necesidades quirúrgicas de cataratas en una población determinada para erradicar la ceguera y discapacidad visual por catarata. Idealmente el CSR de una población debería ser el 100%

1.3.4.3 Effective Cataract Surgical Coverage (e CSC)

Es la proporción de personas con catarata bilateral operable que se operan de catarata al menos de un ojo y con un resultado quirúrgico bueno en al menos uno de los dos ojos.

$$eCSC = \frac{\text{Personas con catarata bilateral operable con un resultado bueno al menos en un ojo}}{\text{Total personas con catarata bilateral operable}}$$

En 2021, la OMS y sus estados miembros se comprometieron a incrementar en un 30% el eCSC a nivel mundial. Actualmente, es el indicador preferido para evaluar la calidad de la cirugía de la catarata. (32)

1.3.5 Definición de cirugía de calidad y resultado quirúrgico

1.3.5.1 Calidad quirúrgica

La OMS define calidad quirúrgica basándose en 8 dimensiones: (33)

1. Eficacia: Resultado visual obtenido tras la cirugía
2. Seguridad: Ausencia de perjuicio.
3. Centrada en las personas: Facilitando el proceso desde el diagnóstico hasta el proceso postoperatorio.
4. Tiempo de espera: Tiempo que transcurre desde que la catarata es operable hasta que se interviene.
5. Equidad: Accesibilidad por igual a todas las personas de diferentes estratos
6. Integración: Fluidez entre el nivel comunitario y el hospitalario.
7. Eficiencia: Relación entre recursos utilizados y resultado obtenido.
8. Sostenibilidad: Repercusión en el medio ambiente.

Se considera que la cirugía de la catarata es eficaz cuando el resultado quirúrgico es bueno. La eficacia en la cirugía de la catarata es un componente imprescindible de la calidad quirúrgica.

1.3.5.2 Resultado quirúrgico

La OMS define el resultado quirúrgico según la PVA obtenida entre 6 y 12 semanas tras la cirugía.(34) En ese momento el cambio refractivo provocado por la inflamación y la incisión corneoescleral se estabiliza.(35)

Tabla 3: Clasificación de resultado quirúrgico de la cirugía de la catarata según la OMS

Clasificación Resultado quirúrgico según la OMS			
	PVA (decimal)	PVA (LogMar)	PVA Snellen
Bueno	$\geq 0,3$	$\leq 0,5$	$\geq 6/18$
Subóptimo			
Moderado	$< 0,3 \geq 0,1$	$> 0,5 \leq 1$	$< 6/18 \geq 6/60$
Malo	$< 0,1$	> 1	$< 6/60$

PVA: Presenting Visual Acuity: Agudeza visual disponible por el paciente

La OMS establece unos objetivos de calidad quirúrgica a nivel global. Para definirlos, utiliza la PVA y la BCVA a las 6 semanas de la cirugía y el porcentaje complicaciones intraoperatorias.

Tabla 4: Estándares de calidad quirúrgica global de la OMS

Estándares de calidad quirúrgica global de la OMS			
	PVA	BCVA	Complicaciones*
Bueno	>80%	>90%	< 5%
Subóptimo			
Moderado	<15%	<5%	
Malo	<5%	<5%	

*Complicaciones intraoperatorias

1.3.6 Resultado quirúrgico en cirugía de cataratas en PBR

Globalmente, el 18% de las cirugías de cataratas que se realizan en el mundo no consiguen AVs superiores a 6/60 y sólo el 60% alcanzan visiones superiores a 6/18. (16,36). Los resultados quirúrgicos son peores en PBR, con una estimación del eCSC del 13,9% en el continente africano. (37)

En la estrategia VISION 2020 se establece como objetivo prioritario mejorar los resultados de las cirugías de la catarata por 2 motivos:

1. Sólo los buenos resultados quirúrgicos mejoran el eCSC y la prevalencia de ceguera y discapacidad visual por cataratas.
2. La obtención de buenos resultados y la satisfacción de los pacientes ayudan a eliminar las barreras de acceso a la cirugía relacionadas con el miedo y otras creencias asociadas a la intervención. En muchos países, el miedo al dolor y el convencimiento de que no se va a recuperar visión son los principales motivos por los que los pacientes con discapacidad visual severa y ceguera no buscan asistencia médica.(38,39)

1.3.7 Causas de malos resultados en la cirugía de la catarata en PBR

Los principales factores que generan malos resultados quirúrgicos son:

1. Selección inadecuada del paciente: La primera causa de obtener un resultado quirúrgico malo en PBR es realizar cirugía de cataratas a pacientes con otras comorbilidades oculares avanzadas (leucomas corneales, enfermedades de la retina, glaucoma y otras neuropatías ópticas) que no recuperarán AV tras la cirugía. (40,41)
2. Complicación quirúrgica o en el postoperatorio inmediato: A pesar de que la técnica MSICS ha demostrado ser segura y coste-efectiva, las complicaciones quirúrgicas siguen siendo una causa importante de un mal resultado. (42) (41)

3. Error de refracción: Se incluyen: Astigmatismos altos en cirugía extracapsular con suturas, hipermetropías altas por ausencia de LIO, sorpresas refractivas por falta de biómetro o falta de stock de LIOS de las potencias requeridas. (43–46)
4. Secuelas tardías: Las más frecuentes son: el edema de córnea crónico postoperatorio, la inflamación crónica tras la intervención y la opacidad de la capsula posterior sin disponibilidad de Laser Yag.(26)

1.3.8 Estrategias para mejorar la calidad de la cirugía en PBR

1.3.8.1 Intervenciones para mejorar la selección de los pacientes

1. Mejorar la formación del personal encargado de identificar los casos con catarata operable.
2. Realizar una exploración oftalmológica completa antes de la cirugía.
3. Mejorar las habilidades diagnósticas en glaucoma terminal y patología retiniana.

1.3.8.2 Intervenciones para disminuir las complicaciones quirúrgicas

1. Utilizar como técnica quirúrgica una cirugía de incisión pequeña (Facoemulsificación o MSICS) ya que tienen menor incidencia de complicaciones.
2. Monitorizar de forma rutinaria los resultados de las cirugías a nivel local. Los RAAB permiten conocer el resultado quirúrgico de la cirugía de la catarata a nivel poblacional, pero no son útiles para evaluar la calidad quirúrgica a nivel local. Para mejorar la calidad, es necesario conocer los resultados y analizar las causas para poner soluciones específicas. Se ha demostrado que la evaluación de los resultados quirúrgicos repercute directamente en la calidad. En el hospital de Kikuyu en Kenia, se realizó un estudio prospectivo en el que se observó que la monitorización de las cirugías mejoraba los resultados. (47)
4. Asegurar un número mínimo de intervenciones por centro: De esta forma se garantiza que los cirujanos mantengan una habilidad quirúrgica adecuada para enfrentarse a cataratas complejas.

1.3.8.3 Intervenciones para disminuir los defectos de refracción postoperatorios

1. Utilizar como técnica quirúrgica una cirugía de incisión pequeña (Facoemulsificación o MSICS) ya que presentan unos resultados refractivos mejores.
2. Utilizar de forma rutinaria la biometría (medida de la longitud axial y queratometría) para calcular la LIO implantada y contar con un stock de lentes de las potencias más frecuentes adecuado a la actividad quirúrgica de cada centro.
3. Realizar refracción postoperatoria y garantizar la corrección óptica correcta mediante gafas tras la cirugía de cataratas.

1.3.9 Monitorización del resultado quirúrgico en PBR

En muchos PBR, el seguimiento postoperatorio de los pacientes es sólo de un 20-30% a las 6 semanas. Estas bajas tasas de seguimiento postoperatorio hacen muy difícil obtener datos fiables sobre los resultados de las cirugías a las 6 semanas de la intervención. (48)

El coste del traslado y las malas infraestructuras para acceder a los centros de salud son las principales barreras de acceso para realizar un seguimiento postoperatorio correcto.(49)

Por las dificultades de acceso, los pacientes suelen permanecer ingresados una noche tras la intervención antes de regresar a sus comunidades. El resultado quirúrgico precoz es un dato accesible, práctico y fácil de registrar.

En PBR se recomienda auditar el resultado quirúrgico precoz (entre 1 y 3 días después de la cirugía) además del resultado a las 6 semanas cuando sea posible. (16)

1.3.10 Catarata senil en la provincia de Inhambane

Mozambique ocupa el undécimo peor puesto en el ranking de índice de desarrollo humano del mundo.(50) La esperanza de vida está por debajo de los 64 años. (51)

Inhambane es la segunda provincia más pobre del país. El 83% de la población vive por debajo del umbral de la pobreza con menos de 3,2 USD al día. (52)



Figura 6: Mapa de Mozambique. Fuente: <https://www.britannica.com/place/Inhambane>

Los únicos datos conocidos sobre prevalencia de ceguera y discapacidad visual y resultados quirúrgicos de la cirugía de catarata en la provincia de Inhambane proceden de un RAAB realizado entre octubre y noviembre de 2016 por la fundación Ulls del Món.

El RAAB evidenció que la ceguera y la discapacidad visual no estaban controladas en la provincia, con una prevalencia de ceguera de 6,4% en mayores de 50 años. (53)

Con una población de 1,5 millones de personas, el sistema sanitario público cuenta sólo con dos oftalmólogos capacitados para realizar cirugía de cataratas.

Las cirugías de cataratas se realizan de forma regular en un único hospital (Hospital provincial de Inhambane). Para mejorar el acceso a población lejana a la capital de la provincia, se realizan campañas quirúrgicas en los hospitales distritales con diferente regularidad en función de los recursos.

Durante las campañas quirúrgicas realizadas en los distritos, el personal del hospital provincial se desplaza para llevar a cabo un promedio de 150 cirugías de cataratas en períodos de 10 días. Los pacientes se trasladan desde sus comunidades rurales hasta los hospitales, donde permanecen ingresados la primera noche tras la intervención para ser evaluados al día siguiente por el equipo quirúrgico.

Después de esta evaluación inicial, el seguimiento queda a cargo de los técnicos en oftalmología locales, profesionales con formación en oftalmología y óptica, quienes supervisan el control de los pacientes que regresan desde sus comunidades para continuar con su recuperación.

Existen muy pocos datos sobre los resultados de las cirugías en Inhambane. El RAAB realizado en 2016 es la única fuente de información sobre la calidad quirúrgica de las cirugías que se realizan en la provincia. En él, se objetivó que solo el 42,9% de los ojos operados obtenían un buen resultado y hasta el 37,5% tenían un resultado malo ($VA < 6/60$).

1.4 Proyecto “ The Better Operative Software Outcomes Tool”

The Better Operative Software Outcomes Tool (BOOST Cataract app) es una aplicación móvil diseñada por un consorcio mundial de organizaciones líderes en salud ocular (The Fred Hollows Foundation, Sight Savers, IAPB, ORBIS Internacional y Aravind eye hospitals) para facilitar la recogida de datos postoperatorios en países en los que los pacientes tienen un seguimiento deficiente.

La aplicación es de acceso gratuito, disponible a través del dominio: <https://boostcataract.org/>. Se puede descargar en un Smartphone o en un PC. Una vez descargada, se debe crear un usuario y contraseña de acceso.

La aplicación está disponible en siete idiomas. La recogida de datos se realiza de forma anónima, asignando un número identificador a cada paciente. No se registran nombres ni datos de contacto de los pacientes, con lo que cumple con todos los requisitos de confidencialidad de datos.

Los datos se registran siguiendo unos pasos simples e intuitivos, de forma offline sin necesidad de conexión a internet. Una vez se dispone de conexión, los datos son sincronizados con el PC para permitir un análisis posterior. Los datos almacenados se pueden comparar con los resultados obtenidos por otros usuarios que también utilicen la aplicación móvil de forma anónima.

La recogida de los datos se realiza en 2 fases:

Fase I: Se realiza en el postoperatorio precoz, entre el día 1 y 3 tras la cirugía de todos los pacientes intervenidos. En esta etapa se recogen los siguientes datos:

1. Número identificador del paciente
2. BCVA preoperatoria de los dos ojos
3. Edad
4. Sexo
5. Fecha de la cirugía
6. Ojo intervenido (Derecho, Izquierdo)
7. Técnica quirúrgica: (Facoemulsificación, MSICS, extracapsular con suturas)
8. Implante de LIO: (Sí o No)
9. PVA postoperatoria del ojo operado

Una vez introducidos los campos necesarios se selecciona la opción "guardar" y los datos están listos para el análisis.

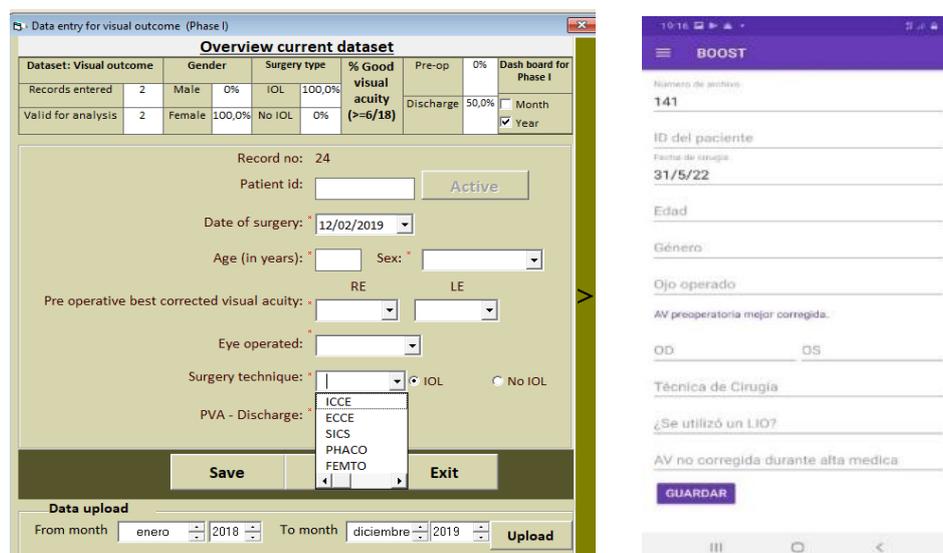


Figura 7: Interfaz en PC y en Smartphone de recogida de datos en fase I.

Con la PVA obtenida, la aplicación clasifica el resultado quirúrgico según los criterios de calidad quirúrgica de la OMS (Tabla 3). La aplicación se basa en que la AV en el postoperatorio precoz es un indicador válido del resultado final (a las 6 semanas de la intervención). (48,54,55)

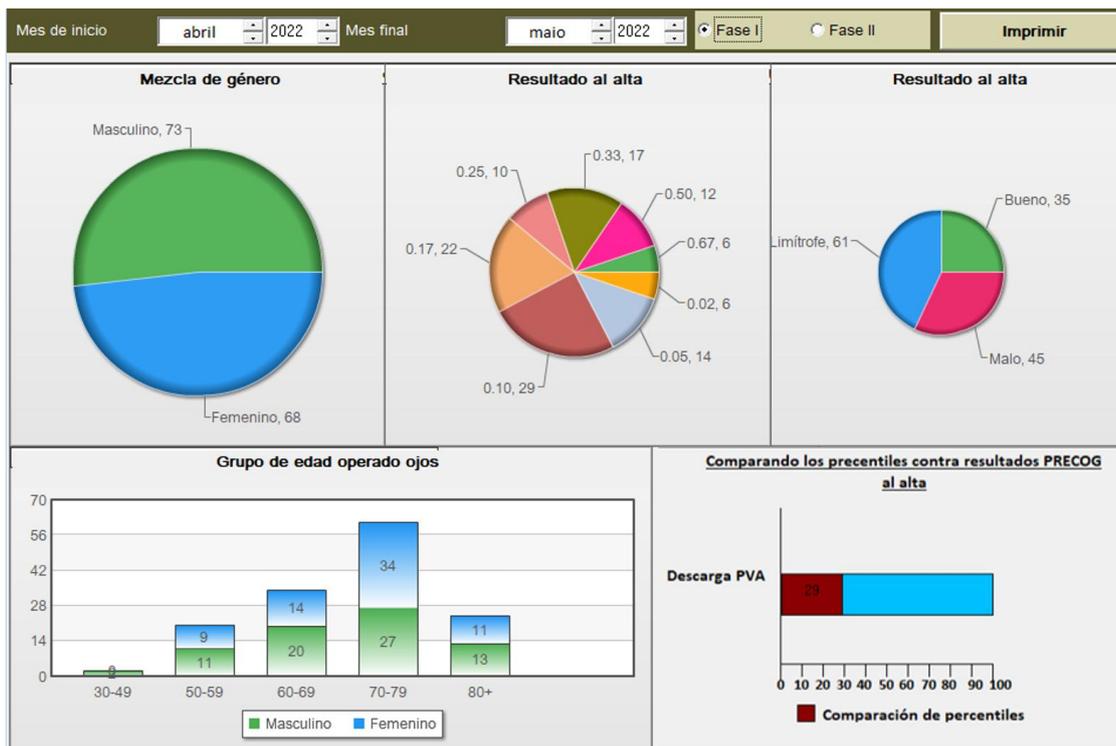


Figura 8: Gráficos de resultados quirúrgicos obtenidos al alta tras el postoperatorio precoz (1-3 días).

En la versión en PC, el sistema, permite crear de forma automática tablas con los datos recogidos y la exportación a formato Excel.

Para interpretar correctamente los resultados obtenidos con BOOST Cataract app, los creadores de la aplicación sugieren flexibilizar los objetivos globales establecidos por la OMS respecto los estándares de calidad quirúrgica.(56)

Tabla 5: Estándares de calidad quirúrgica global de BOOST Cataract app

Estándares de BOOST Cataract app (1–3 días después de la cirugía)	
Resultado bueno	>60%
Resultado moderado	< 35%
Resultado malo	< 5%
Complicaciones intraoperatorias < 5%	

Fase II: Se realiza entre 6 semanas y 3 meses tras la cirugía. En esta etapa, sólo se recogen datos de los pacientes que presentan una PVA en el ojo intervenido con un resultado malo según la OMS (VA < 6/60). El objetivo de esta fase es analizar la causa del mal resultado (selección, error refractivo o complicación), para ello, se realiza una exploración oftalmológica completa y se recogen los siguientes datos:

1. Número identificador del paciente
2. Fecha de la cirugía
3. Edad
4. Sexo
5. Ojo intervenido
6. BCVA preoperatoria
7. PVA postoperatoria
8. Causa del mal resultado

Figura 9: Interfaz en PC y en Smartphone de recogida de datos en fase II.

En la segunda fase, tras registrar las causas de mal resultado de los pacientes, se identifica la causa más frecuente para un centro concreto. La aplicación sugiere intervenciones específicas para mejorar los resultados.

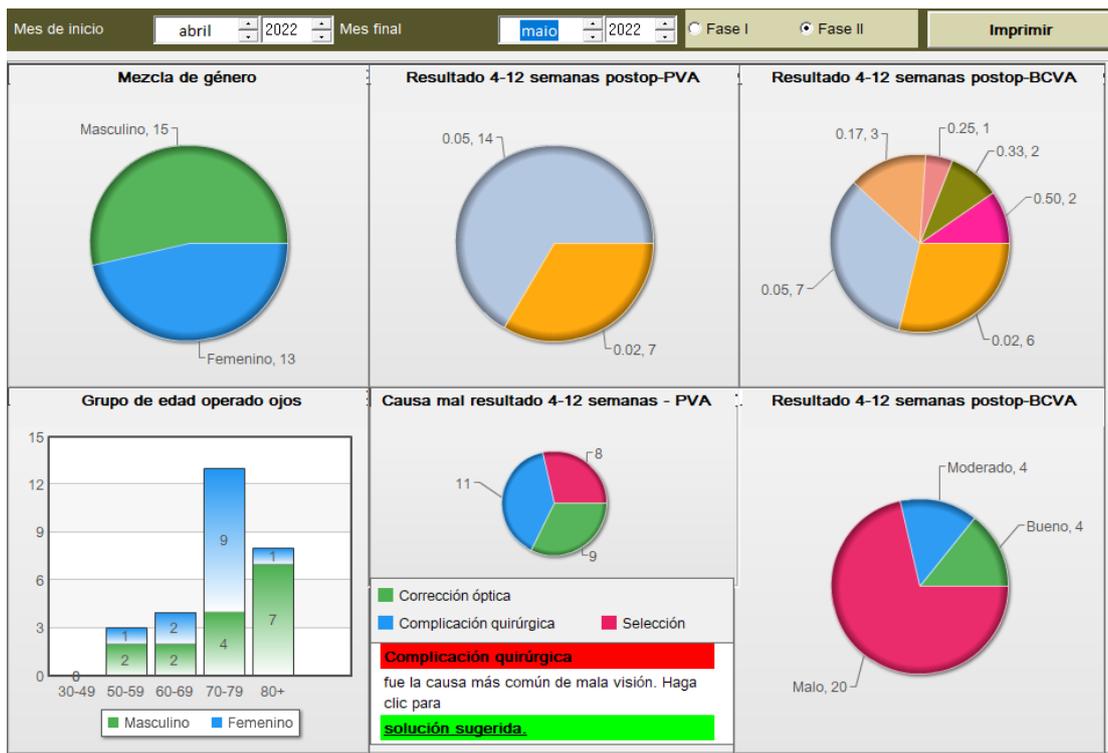


Figura 10: Gráficos de resultados quirúrgicos obtenidos entre 6 semanas y 3 meses de la cirugía.

La plataforma BOOST Cataract se lanzó en 2018. Los primeros trabajos publicados con su uso, analizan los resultados quirúrgicos obtenidos con la aplicación en Camerún y Nepal. (57,58)

2. Hipótesis

La aplicación The Better Operative Outcomes Software Tool (BOOST Cataract app) permite evaluar el resultado final de la cirugía de la catarata sin esperar a completar el seguimiento postoperatorio de 6 semanas necesario para restablecer la visión tras la intervención.

La aplicación BOOST Cataract app es una herramienta útil para la recogida de datos sobre calidad quirúrgica de cirugía de la catarata y para identificar las causas de mal resultado quirúrgico en la provincia de Inhambane.

2.1 Justificación

La Fundación Ulls del Món trabaja en la provincia de Inhambane desde el año 2002 en colaboración con la Dirección Provincial de Salud de Inhambane.

Como parte de su programa para mejorar la calidad quirúrgica pretende implementar el uso de la aplicación BOOST Cataract app para monitorizar la calidad de las cirugías que se realizan en la provincia.

Aunque se está utilizando de forma rutinaria en diferentes países, hasta la fecha, no hay estudios que evalúen la eficacia de la aplicación para auditar los resultados de las cirugías.

Los resultados obtenidos con el estudio piloto del uso de BOOST Cataract app ayudarán a identificar debilidades y aspectos que necesitan ser reforzados para implementar el uso de la aplicación de forma regular en la provincia de Inhambane

3. Objetivos

3.1 Objetivo principal

Evaluar la capacidad de la aplicación The Better Operative Software Outcomes Tool (BOOST Cataract app) para anticipar el resultado quirúrgico de la cirugía de la catarata.

3.2 Objetivos secundarios

1. Analizar los factores que determinan la eficacia de la aplicación BOOST Cataract app. (Publicación 1)
2. Determinar el rendimiento de BOOST Cataract app para identificar el resultado subóptimo en una campaña quirúrgica realizada en Inhambane (Mozambique). (Publicación 2)
3. Evaluar la utilidad de la aplicación en la provincia de Inhambane. (Publicación 2)
4. Analizar los resultados quirúrgicos obtenidos en la campaña y las principales causas que originaron los resultados subóptimos. (Publicación 2)

4. Compendio de publicaciones

4.1 Evaluation of the better operative outcome software tool to predict cataract surgical outcome in the early postoperative follow-up

4.2 Effectiveness of the Better Operative Software Outcomes Tool for monitoring Cataract Surgery Outcomes in Inhambane Province, Mozambique: Prospective Pilot Diagnostic Accuracy Study

Esta tesis doctoral se ha realizado mediante un compendio de 2 publicaciones:

4.1 Publicación 1

Evaluation of the better operative outcome software tool to predict cataract surgical outcome in the early postoperative follow-up

Lecumberri M, Moser CL, Loscos-Arenas J.

- BMC Ophthalmol. 2023 Jul 13;23(1):317. Doi: 10.1186/s12886-023-03058-1. PMID: 37442998
- Journal Impact Factor: 1,7
- 2023: JIF Rank OPHTHALMOLOGY: 52/95, JIF Quartile: Q3

Resumen

Antecedentes: Las cataratas son la principal causa de ceguera evitable en el mundo. En los países de baja renta (PBR), debido a las barreras de acceso, existen altas tasas de pérdida en el seguimiento postoperatorio, lo que dificulta la monitorización de los resultados quirúrgicos. Para abordar este problema, la herramienta The Better Operative Outcome Software Tool (BOOST Cataract app) evalúa el resultado visual en el postoperatorio precoz. El objetivo de este estudio es analizar la capacidad de la aplicación BOOST Cataract para valorar correctamente los resultados quirúrgicos y determinar los factores que influyen en su desempeño. **Material y métodos:** Estudio observacional prospectivo realizado en el Hospital General de l'Hospitalet de Llobregat (Barcelona) entre junio del 2020 y diciembre del 2021. Se incluyeron un total de 126 ojos operados de cataratas mediante facoemulsificación y cirugía extracapsular por túnel escleral (MSICS). Se evaluó el resultado quirúrgico obtenido en el día 1 postoperatorio mediante la aplicación BOOST Cataract app y el resultado a las 6 semanas de la cirugía. Se determinó la capacidad de acierto de la aplicación y se analizaron los factores que influían en su capacidad para evaluar correctamente el resultado final.

Resultados: Los pacientes presentaban una edad media (SD) de 75.8 (12.19) años, y el 52 % eran mujeres. El 57 % de las intervenciones se realizaron mediante MSICS y el 43 % mediante facoemulsificación. El 38 % de los ojos presentaban edema corneal significativo en el día 1 postoperatorio. BOOST Cataract app identificó correctamente el resultado final en el 65.6 % de los casos y en el 93.4 % de los ojos con buen resultado visual. El éxito de la herramienta no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los dos tipos de cirugía. Los ojos que obtuvieron un buen resultado visual en el día 1 postoperatorio y los que presentaron una córnea transparente tenían 37 (IC 95 %: 6.66–212.83) y 12 veces (IC 95 %: 3.13–47.66) más probabilidades, de ser correctamente evaluados por la aplicación BOOST Cataract app, en comparación con los ojos con resultados subóptimos (moderados o malos) y aquellos con edema corneal en el día 1.

Conclusiones: La eficacia de la aplicación para identificar el resultado final fue mejor para los ojos que presentaban un resultado bueno en el día 1 que para los ojos con resultado moderado y malo y para los ojos sin edema de córnea en el postoperatorio precoz. No se encontraron diferencias en el desempeño de la

aplicación para la facoemulsificación y la SMICS. Es necesario determinar en qué medida los hallazgos obtenidos en este estudio podrían verse afectados al ser aplicados a la población objetivo, donde la obtención de una agudeza visual fiable posterior a la cirugía constituye un desafío considerable debido a la escasez de recursos disponibles en PBR.

SOFTWARE

Open Access



Evaluation of the better operative outcome software tool to predict cataract surgical outcome in the early postoperative follow-up

M. Lecumberri^{1,2*} , C. L. Moser^{1,2}  and J. Loscos-Arenas^{3,4} 

Abstract

Background Cataracts are the world's leading cause of avoidable blindness. In low-income countries, there are high rates of poor follow-up, which makes it very difficult to monitor surgical outcomes. To address this issue, the Better Operative Outcome Software Tool (BOOST Cataract app) predicts outcome on the first postoperative day and provides specific advice to improve outcomes. The aim of the study is to evaluate the ability of the BOOST Cataract app to categorise surgical outcomes and to analyse the possible factors that contribute to its performance. This was a prospective observational study performed at the General Hospital of Hospitalet de Llobregat.

Results A total of 126 cataracts were included. Patients had a mean [SD] age of 75.8 [12.19] years, and 52% were females. Manual small-incision cataract surgery was involved in 57% and phacoemulsification in 43%. Thirty-eight percent of eyes presented significant corneal oedema on day 1. The BOOST Cataract app succeeded in categorising the final outcome in 65.6% of the eyes and in 93.4% of the eyes with good outcome. The agreement between the BOOST and UDVA outcomes was 0.353 ($p < .000$). The level of agreement improved to 0.619 ($p < .000$) in eyes with clear corneas. Success obtained by BOOST for both types of surgery was not statistically different. Eyes that obtained a good outcome on day one after surgery and eyes with clear cornea had 37 times higher odds (95% CI 6.66, 212.83) and 12 times higher odds (95% CI 3.13, 47.66) of being correctly categorised by the BOOST Cataract app than eyes that obtained a suboptimal (moderate and poor) outcome and eyes with corneal oedema on day 1.

Conclusions The BOOST Cataract app is an e-Health tool designed to address issues of measuring quality in low- and middle-income settings. Although its reliability is limited to eyes that obtain a good outcome and with clear corneas on day 1, the use of the tool on a regular basis facilitates monitoring and reporting outcomes when clinical data collection is challenging due to low postoperative follow-up rates.

Keywords Cataract outcome, Monitoring, e-Health, Avoidable blindness, Early assessment

Background

Cataracts remains the world's leading cause of avoidable blindness, affecting 15.2 million people, 90% of whom live in low-income countries [1]. Vision loss negatively impacts individuals, households and communities, increasing poverty and reducing quality of life [2]. Quality cataract surgery is a highly cost-effective procedure for reducing the impact of blindness and visual impairment.

*Correspondence:

M. Lecumberri
molecumberri@hotmail.com

¹ Complex Hospitalari Universitari Moisès Broggi, Barcelona, Spain

² Eyes of the world Foundation, Barcelona, Spain

³ Hospital Germans Trias i Pujol, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, Spain

⁴ Proyectovision NGO, Barcelona, Spain



© The Author(s) 2023. **Open Access** This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated in a credit line to the data.

There are multiple reports of poor outcomes after cataract surgery in low-income and middle-income countries (LMICs). A systematic review undertaken in October 2021 showed the proportions of participants with postoperative presenting visual acuity (VA) ≥ 0.32 (20/60) at below 70% in LMICS studies, with a range of 29.9–80.5% [3].

In many developing countries, postoperative follow-up is only 20–30% of patients. These low follow-up rates make it very difficult to monitor surgical outcomes [4]. Different approaches have been proposed for estimating the final visual outcome after surgery without requiring follow-up based on measuring postoperative visual acuity or refraction on day 1 after surgery without waiting for complete postoperative treatment of the eye [5, 6].

In 2018, a global consortium of leading eye health organisations (the Fred Hollows Foundation, Sightsavers, The International Agency for the Prevention of Blindness, ORBIS International, Aravind eye Hospitals and the International Council of Ophthalmology) launched an application to address the issues of surgical quality measurement and surgical data recording and to help improve cataract surgical outcomes known as the *Cataract Better Operative Outcomes Software Tool* (BOOST Cataract app). The BOOST Cataract app is a free application and can be used for recording and analysing surgical outcomes the day after surgery. It has been designed to monitor cataract surgery performed by phacoemulsification, manual small incision cataract surgery or corneal extracapsular cataract extraction. Users can compare their performance against other users around the world. There are two phases in the assessment process. In Phase I, preoperative best corrected distance visual acuity (BCDVA) and postoperative uncorrected distance visual acuity (UDVA) are registered on days 1 to 3 after surgery, and visual outcome is categorised according to the World Health Organisation (WHO) benchmark threshold of reference for effectiveness as a good, moderate, or poor outcome (Table 1), [7] thus estimating the final outcome. The tool assumes that the patient's visual acuity on days 1 to 3 after surgery is a valid indicator of the final outcome, thereby overcoming the issue of lack of follow-up that prevents a good assessment of the surgical outcomes. UDVA is preferred over BCDVA because it is closer to presenting visual acuity (PVA) where access barriers to optical correction exist [8].

Phase II consists of analysing the possible causes of poor outcomes. For this, UDVA and best corrected distance visual acuity (BCDVA) of 20 patients with a poor outcome 6 weeks after surgery are registered, and the possible aetiology is assessed: selection, complication, and refractive error. Based on this, the tool assumes the main cause of poor outcome.

Table 1 World Health Organization criteria

Cataract surgical outcome according to postoperative visual acuity (7)		
Outcome	LogMar Visual acuity	Snellen Visual acuity
Good	$\leq 0, 5$ LogMar	$\geq 6/18$
Moderate	$> 0, 5 \leq 1$ LogMar	$< 6/18 \geq 6/60$
Poor	> 1 LogMar	$< 6/60$
Definition of distance visual impairment and blindness (ICD 11)		
Mild visual impairment		$< 6/12$
Moderate visual impairment		$< 6/18$
Severe visual impairment		$< 6/60$
Blindness		$< 3/60$

Although the BOOST Cataract app is being used to monitor surgical outcomes in different settings [9], to our knowledge, the ability of the app to categorise surgical outcomes has not yet been analysed.

Study aim

The aim of the study is to evaluate the ability of the BOOST Cataract app to categorise surgical outcomes and to analyse the possible factors that contribute to its performance.

Implementation

Participants and setting

The study included 126 cataract surgeries performed at the General Hospital of Hospitalet de Llobregat (Barcelona) from June 2020 to December 2021.

Cataracts were classified according to the LOCS III classification system and recruited by convenience sample (NC5 and NC6). NC6 patients were enrolled in small manual incision cataract surgery (MSICS), and NC5 patients were allocated for phacoemulsification. Exclusion criteria were absence of pupillary light reflex and retinal pathology demonstrated by fundoscopy (NC5 cataracts) or ultrasound (NC6 cataracts).

Informed consent was provided by all patients undergoing surgery. The study adhered to the guidelines of the Declaration of Helsinki. The protocol was approved by the institutional review board of Bellvitge University Hospital, Barcelona.

Preoperative examinations

All patients underwent a complete ophthalmological examination that included BCDVA, slit-lamp examination, pupillary reflexes, Goldmann applanation tonometry, and fundus examination when lens opacity allowed it. Ocular B-mode ultrasound (Echoscan US-4000 Nidek, Japan) was performed to rule out any pathology in the retina and vitreous in

NC6 cataracts in which fundus examination could not be performed. The power of the intraocular lens (IOL) implanted was calculated using the IOL-Master 500 (Carl Zeiss Meditec, Jena, Germany) when lens opacity allowed it and by keratometry and ocular mode-A ultrasound (Echoscan US-4000 Nidek, Japan) in NC6 cataracts.

Visual acuity assessment

Visual acuity (VA) was assessed using Tumbling E charts for distance vision using the patient's best optical correction. After correctly identifying the direction of more than half of the optotypes in the upper line, the patient was moved to the next line and successively to lower lines. The lowest line in which more than half of the optotypes were read was recorded as the patient's VA. The patient was moved to half the distance when not able to identify the direction of any line. If the patient was not able to identify the optotypes at that distance, the assessor's fingers were placed at distances of 1 m and 50 cm from the patient. If the patient was unable to see the fingers, a light source was placed to document light perception.

VA was measured on a Snellen scale and then converted to a LogMAR scale. The VA of light perception was considered 0.0020 (LogMAR 2.70) [10].

Surgery and postoperative treatment

All surgeries were performed by two ophthalmologists with extensive experience in MSICS and phacoemulsification procedures (R.A.B. and M.L.L.). MSICSs were performed by making a U-shaped frown scleral incision to minimise surgically induced astigmatism [11]. A Tecnis ZCB00 monofocal 1-Piece foldable IOL (Johnson & Johnson Vision, Inc., USA) was implanted in patients who underwent phacoemulsification, and a rigid PMMA EZE.60 IOL (Baush & Lomb, Inc., USA) was implanted in patients who underwent MSICS. All patients received perioperative prophylaxis with intracameral 0.1 mL cefazolin (2.5 mg/mL) or 0.1 mL vancomycin (0.1 mg/mL) if allergic to penicillin at the end of surgery [12].

All patients followed the same postoperative treatment protocol at the hospital, consisting of 1 drop of Vigamox[®] (Moxifloxacin 5 mg/mL; Lab Alcon Cusi, Spain) every 8 h during the first week, tapering doses of Maxidex[®] (Dexamethasone 1 mg/mL, Lab Alcon Cusi, Spain) for 3 weeks (1 drop every 8 h during the first week, 1 drop every 12 h during the second week, and 1 drop every 24 h during the third week), and 1 drop of Diclofenaco Lepori monodosis[®] (Diclofenac sodium 1 mg/mL; Lab Angelini, Spain) every 8 h for 6 weeks.

Assessment the day after surgery and after 6 weeks

Patients were examined the day after surgery, and VA was measured in the operated eye by an independent observer (BOOST VA). Slit-lamp examination was used to determine corneal oedema. Significant corneal oedema was defined as more than 10 Descemet folds or stromal corneal oedema affecting the visual axis.

VA was measured again 6 weeks after surgery without correction (UDVA) by an optometrist masked to the VA measured on day one. Visual acuities were classified according to the WHO criteria (Table 1) on day 1 after surgery (BOOST outcome) and 6 weeks after without optical correction (UDVA outcome).

Statistical analysis

Sample size calculation Differences in percentages of BOOST outcome and UDVA outcome were considered for the sample size calculation since this comparison was the main objective of the study. Accepting a confidence level and power of 95%, a minimum of 116 subjects were required to detect a difference equal to or greater than 20%. A loss to follow-up rate of 10% was estimated.

Descriptive analysis was performed showing the absolute and relative frequencies for qualitative variables, means and standard deviations for normally distributed continuous variables and medians and interquartile ranges for nonnormal continuous variables. Categorical data were analysed using the chi-squared test. Likelihood ratios were used when at least 20% of the cells had expected values lower than 5. The Kolmogorov–Smirnov test was used to test the normal distribution of quantitative variables.

The Mann–Whitney U test was used to compare medians between two groups, and the Kruskal–Wallis test was used for three or more groups.

Agreement between BOOST outcome and UDVA outcome was assessed using Cohen's kappa agreement test. Agreement was calculated separately for outcome obtained at day 1 and for eyes with clear cornea and corneal oedema on day 1. A statistically significant Cohen's kappa agreement estimate indicated the concordance of both methods.

BOOST outcome and UDVA outcome were transformed into numerical variables following the following criteria: good=1, moderate=2, or poor=3. The success obtained by BOOST was calculated by creating a new variable resulting from the subtraction of the value obtained at 6 weeks and the value obtained by BOOST: when the result of the subtraction was zero, it was considered a success, and when it was different from zero, it was considered an error. The proportion of success obtained by BOOST and separately for outcome at

day 1, type of surgery and corneal status on day 1 were calculated.

To identify factors associated with success obtained by BOOST, a binomial logistic regression analysis was performed. The dependent variable was the success obtained by BOOST (with 2 categories: success and error), and the predictor variables were the type of surgery, presence of oedema in the early postoperative period, postoperative astigmatism, spherical equivalent and BOOST outcome (good and suboptimal).

The significance level was set at 0.01 in all cases. The estimations of the parameters are shown along with their 95% confidence intervals. All analyses were performed in SPSS v.24 (IBM Corp., Armonk, NY, USA).

Results

The study included 126 patients who underwent cataract surgery. The mean [SD] age of the patients was 75.8 [12.19] years, and there were 66 (52.4%) female patients. Fifty-five eyes (43.6%) were left eyes. MSICS was performed in 57% ($n=72$). A total of 59 contact biometries were performed (89%, MSICS group). Both groups were equal regarding age and gender. The preoperative VA was 1.4 LogMar (ST=0.98). Patients in the MSICS group showed a worse preoperative VA than patients in the phacoemulsification group. Four patients did not complete the study and hence were excluded (Table 2).

Overall, surgical outcomes on day 1 were different than final outcomes (Table 3). Surgical outcomes, both BOOST and UDVA, were superior for patients in the phacoemulsification group. The mean (SD) BOOST VA was 0.75 (0.66): 0.95 (0.71) in the MSICS group and 0.49 (0.47) in the phacoemulsification group. UDVA was 0.49 (0.57), 0.73 (0.66) for MSICSs and 0.17 (0.15) for phacoemulsification ($p < 0.0005$).

The BOOST Cataract app succeeded in categorising the final outcome in 65.6% of the eyes. It was found a statistically significant difference in success depending on BOOST outcome and status of the cornea at day 1. Success obtained by BOOST for both types of surgery were not statistically different (Table 3).

The agreement between the BOOST and UDVA outcomes was 0.353 ($p < 0.0005$). The level of agreement improved to 0.619 ($p < 0.0005$) in eyes with clear corneas. Agreement was not significant in eyes that presented corneal oedema on day 1 (Table 4).

The results of bivariate logistic regression analysis showed that eyes that obtained a good outcome on day one after surgery and eyes with clear cornea had 37 times higher odds (95% CI 6.66, 212.83) and 12 times higher odds (95% CI 3.13, 47.66) of being correctly categorised by the BOOST Cataract app than eyes with suboptimal (moderate and poor) outcome obtained by BOOST

Cataract app or eyes with corneal oedema on day 1. The odds of success of BOOST categorising UDVA outcome were not statistically significant for the type of surgery (phacoemulsification vs. MSICS) (Table 5).

Discussion

The BOOST Cataract app was created to monitor the surgical outcome of cataract surgery when there is no good patient follow-up. It is based on the PRECOG study, which demonstrated a correlation between visual acuity at early postoperative follow-up and at 40 or more days after surgery [6].

Our study shows that the agreement between the outcome obtained by BOOST and the real final UDVA outcome was only 35%, and success of BOOST was 65%. Agreement improved to 61%, and success increased to 86.4% in eyes with clear corneas on day one.

Corneal oedema is a sign of inflammation caused by endothelial dysfunction after surgery and is related to mature cataracts. It drastically, but temporarily, decreases vision, as it generally resolves without sequelae. Patients with a poor initial outcome due to corneal oedema will be categorised into the poor outcome group, although their VA will improve during the first month towards a good outcome. The tool underestimates the final outcome because it does not consider significant corneal oedema in the immediate postoperative period.

Similarly, the BOOST Cataract app was more reliable in categorising good outcomes than suboptimal (moderate and poor) outcomes: 93.9% of eyes with good BOOST outcomes preserved a good UDVA outcome. Patients in this group were relatively homogeneous: healthy eyes, minimal postoperative inflammation, and no complications. While only 44.6% of eyes with Suboptimal (moderate and poor) BOOST outcomes remained in the suboptimal UDVA outcome group.

BOOST VA and BOOST outcome were superior in the phacoemulsification group, but corneal oedema was not significantly different in either type of surgery (phacoemulsification and MSICS). For this reason, the error made by BOOST was not significantly different when considering both types of surgery separately.

The BOOST Cataract app was designed to be used for both phacoemulsification and the MSICS technique. Although MSICS has become the surgery of choice in LMICs, phacoemulsification is still used in those settings [13, 14].

This result validates the use of the BOOST Cataract app to monitor surgical outcome early in the postoperative stage for both types of surgery in settings with poor postoperative follow-up.

The user's manual of the BOOST Cataract app specifies that postoperative VA can be registered from day 1

Table 2 Characteristics of the sample

Preoperative data		Total N=126	Phacoemulsification N=54	MSICS N=72	p value
Age					
Mean ±SD		75.1±12.1	75.1±8.8	76.4±14.3	0.558 ^a
Median		77	75	79.5	
IRQ		18	14	21.5	
Gender					
Male	n	60	31	29	0.057 ^b
	%	47.6	57.4	40.3	
Female	n	66	n=23	43	
	%	52.4	42.6	59.7	
Preop VA LogMar					
Mean ±SD		1.40±0.98	0.58±0.48	2.01±0.81	0.0005 ^a
Median		1	0.4	2.4	
IRQ		2.23	0.2	1.5	
Day 1 postoperative n = 126					
BOOST VA LogMar		Total N=126	Phacoemulsification N=54	MSICS N=72	p value
Mean ±SD		0.76±0.66	0.49±0.46	0.94±0.69	0.002 ^a
Median		0.5	0.4	0.7	
IRQ		0.7	0.5	0.9	
Cornea status					
Clear cornea	n	78	37	41	0.186 ^b
	%	61.9	68.5	43.1	
Corneal oedema	n	48	17	31	
	%	38.1	31.5	56.9	
Boost outcome					
Good	n	67	38	29	0.0005 ^a
	%	53.2	70.4	40.3	
Moderate	n	35	12	23	
	%	27.8	22.2	31.9	
Poor	n	24	4	20	
	%	19	7.4	27.8	
6 weeks postoperative n = 122					
UDVA LogMar		Total N=122	Phacoemulsification N=53	MSICS N=69	p value
Mean ±SD		0.46±0.53	0.17±0.15	0.67±0.61	0.0005 ^a
Median		0.3	0.15	0.5	
IRQ		0.35	0.26	0.7	
Postoperative Astigmatism					
Mean ±SD		-1.7±1.3	-1.8±1.4	1.8±1.2	0.41 ^a
Median		-1.5	-1.5	-1.25	
IRQ		2	1.75	2	
Spherical equivalent					
Mean ±SD		-0.49±1.04	-0.3±0.7	-0.6±1.2	0.06 ^a
Median		-0.5	-0.5	-0.58	
IRQ		1	0.75	1.5	
UDVA outcome					0.0005

Table 2 (continued)

Good	n	93	53	40
	%	73.8	98.1	55.6
Moderate	n	16	0	16
	%	12.7	0	22.2
Poor	n	13	0	13
	%	10.3	0	18.1

SD Standard deviation, % Percentage, IQR Interquartile range, MSICS Manual small-incision cataract surgery, BOOSTVA Visual acuity obtained ON day 1 postop, UDVA Uncorrected distance visual acuity after 6 weeks postop. ^a Mann Whitney U test. ^b Chi-Squared test

Table 3 Success of BOOST categorising final outcome

	%	95% CI	p-value
Total	65.6	(57.17; 74.02)	
BOOST Outcome			< 0.001 ^a
Good	93.9	(99.85; 87.94)	
Suboptimal (Moderate and Poor)	44.6	(67.56; 21.63)	
Type of surgery			0.251 ^b
Phacoemulsification	71.7	(83.82; 59.57)	
MSICS	60.9	(72.41; 49.38)	
Status of the cornea on day 1			0.0005 ^b
Clear cornea	84.6	(76.84; 92.71)	
Corneal oedema	30.4	(17.1; 43.69)	

^a Cohen's Kappa ^b Chi-Squared test

Table 4 Agreement between BOOST and UDVA outcome

	Kappa ^a	SE	95% CI	p-value	n
Total sample	0.353	0.069	(0.48; 0.21)	< 0.0005	122
Corneal oedema on day 1	0.082	0.073	(0.22; -0.06)	0.247	46
Clear cornea on day 1	0.619	0.107	(0.82; 0.40)	< 0.0005	76

^a Cohens's Kappa coefficient. SE Standard error. CI Confidence interval

Table 5 Factors associated with success of BOOST categorising UDVA outcome

	Reference	OR	95% CI	P value
Good BOOST outcome	Suboptimal	37.65	6.66—212.83	0.0005
Clear Cornea	Corneal edema	12.22	3.13—47.66	0.0005
Phacoemulsification	MSICS	0.26	0.05—1.34	0.108
Spheric Equivalent		1.81	1.01—3.24	0.04
Postoperative Astigmatism		1.07	0.66—1.72	0.773

R² Nagelkerke = 0.68. OR Odds Ratio, CI Confidence interval

to 3 after surgery. We decided to measure postoperative VA only on day 1. This is because it more closely reflects the situation of low-income countries where most of

Table 6 Standards for postoperative visual acuity according to WHO and BOOST [13]

	WHO standards (6 weeks after surgery)	BOOST standards (1–3 days after surgery)
Good	> 80%	> 60%
Suboptimal		
Moderate	< 15%	< 35%
Poor	< 5%	< 5%

the patients are admitted on the day of surgery and discharged the following day after the first postoperative visit, especially in outreach cataract campaigns. In settings with high barriers to access, vision on day 1 will be available, whereas vision on day 3 will be just as inaccessible as vision at 6 weeks [15, 16].

Taking into account that the ideal time to assess the surgical outcome is 6 to 8 weeks after surgery, the more time elapses from surgery to the final VA measurement, the closer the VA will be to the final result [17].

The creators of the BOOST Cataract app are aware of this issue and have proposed looser limits compared to those proposed by the WHO, thus allowing up to 35% of cases with moderate outcomes (instead of < 15% as recommended by the WHO) and consider a good outcome acceptable in 60% of patients (instead of the 80% recommended by the WHO) [18] (Table 6).

Postoperative astigmatism can play a role in UDVA; in our sample, it was not relevant. MSICS has often been discredited for inducing high astigmatism, but by adopting appropriate wound construction techniques, surgically induced astigmatism can be effectively controlled [11].

The final spherical equivalent was also irrelevant in our study. However, it can be an issue in achieving a good UDVA outcome in settings where the use of biometry prior to cataract surgery or an appropriately powered IOL is not available [19].

The main limitation of the study is that it was performed among individuals of a population in Barcelona. The objective of the study was to evaluate the ability of the BOOST Cataract app to categorise final outcomes, and the results should not be affected by the setting.

We have included NC6 cataracts to resemble the targeted population. Patients who underwent phacoemulsification had less advanced cataracts and better preoperative VAs than those who underwent MSICS since MSICS is used only for some NC6 cataracts in our practice. This is not the case in low-income countries, where it is common to operate on all cataracts using MSICS.

In our study, 100% of eyes with poor UDVA outcomes belonged to the MSICS group. Fifty-five percent ($n=11$) had a poor prognosis before cataract surgery: 7 presented severe amblyopia, 4 presented advanced atrophic macular degeneration not detected prior to surgery, and 1 eye was subjected to cataract surgery to control pain for end-stage glaucoma due to pupillary blockage.

We did not exclude patients with amblyopia. The main objective of the study was to evaluate how well the BOOST Cataract app categorises final surgery outcome, especially in the MSICS procedure. In our environment, it is somewhat common to find patients with high amblyopic eyes and NC6 cataract consulting for other cataract-related symptoms such as glare rather than low visual acuity. Although the final VA outcome was poor, the patients' symptoms improved after surgery [20, 21].

Capsule ruptures occurred in 6 eyes (100% MSICS group). Four of them had a clear cornea on day one after surgery and were categorised both by BOOST and after 6 weeks as having a good outcome (data not shown).

One hundred percent of late postoperative complications (Irvine-Gass syndrome, anterior ischaemic optic neuritis and central retinal vein occlusion) occurred in patients from the MSICS group, although there were no surgical complications in those patients. This may be because patients with NC6 cataracts in our practice more frequently have other ophthalmic or systemic pathologies compared to patients in low-income countries, where it is more common to find eyes with NC6 cataracts without other associated pathologies.

The BOOST Cataract app categorises outcome according to the WHO benchmark threshold of reference set more than 20 years ago. Good outcome is defined as a presenting visual acuity of 6/18 or better. In LMICs, since the shift from extracapsular cataract extraction to manual small-incision cataract surgery and the extended use of IOLs, it is more likely to achieve a good outcome [22].

Although reliability of BOOST Cataract app is fairly good, only for categorising good outcome, the mobile surgical outcome application facilitates the monitoring

process in LMICs and may play a roll in reporting outcomes where data collection is challenging due to low postoperative follow-up rates.

It remains to be seen how the findings obtained in this study might be affected when applied to the intended population, where even obtaining a reliable VA after surgery can be challenging due to the low resources.

Conclusions

Reliability of the BOOST Cataract app was only fairly good in eyes with clear cornea on the early postoperative follow-up and in patients who presented a good outcome on day 1. It would be desirable to consider the presence of corneal oedema to improve reliability.

The BOOST Cataract app is an e-Health tool designed to address issues of measuring quality in low- and middle-income settings. Despite the tendency to underestimate surgical outcome, the use of the tool on a regular basis facilitates monitoring and may be useful to detect drops in surgical outcome, especially in outreach cataract campaigns that may need further posterior evaluation.

Availability of requirements

The data have not been placed in any online data storage. The datasets used and/or analyzed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

Project name: Better operative outcome software tools.

Project home page: <https://boostcataract.org/home.html>.

Operating system(s): Windows, Android.

Programming language: Not available.

License: Not available.

No restrictions to use by non-academics: Free access. Registration needed.

Abbreviations

LMICS	Low-income and middle-income countries
WHO	World Health Organization
UDVA	Uncorrected distance visual acuity
BCDVA	Best corrected distance visual acuity
PVA	Presenting visual acuity
IOL	Intraocular lens
VA	Visual acuity
BOOST	Better Operative Software Outcomes Tool
MSICS	Manual small incision cataract surgery

Acknowledgements

This work has been carried out within the framework of the Doctorate Program in Surgery and Morphological Science, Department of Surgery, Autonomous University of Barcelona.

Authors' contributions

All authors conceived the study. ML collected data, did analysis and drafted the manuscript. CM and JLA reviewed the manuscript. All authors read, reviewed and approved the final manuscript

Funding

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Availability of data and materials

The data have not been placed in any online data storage. The datasets used and/or analyzed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

Declarations**Ethics approval and consent to participate**

Informed consent was provided by all patients undergoing surgery. The study adhered to the guidelines of the Declaration of Helsinki. The protocol was approved by the institutional review board of Bellvitge University Hospital, Barcelona.

Consent for publication

Not applicable.

Competing interests

None of the authors have any proprietary interests or conflicts of interest related to this submission.

Received: 13 July 2022 Accepted: 21 June 2023

Published online: 13 July 2023

References

- Bourne RRA, Steinmetz JD, Flaxman S, Briant PS, Taylor HR, Resnikoff S, et al. Trends in prevalence of blindness and distance and near vision impairment over 30 years: an analysis for the global burden of disease study. *Lancet Glob Health*. 2021;9:e130–43.
- Marques AP, Ramke J, Cairns J, Butt T, Zhang JH, Muirhead D, et al. Global economic productivity losses from vision impairment and blindness. *EClinicalMedicine*. 2021;35.
- Han X, Zhang J, Liu Z, Tan X, Jin G, He M, et al. Real-world visual outcomes of cataract surgery based on population-based studies: a systematic review. *British Journal of Ophthalmology*. 2022;0:1–10.
- Jiang Y, Foster PJ. Quality assessment of cataract surgery in regions with low follow-up rates. *Lancet Glob Health*. 2013;1:e9–10.
- Briesen S, Ng EY, Roberts H. Validity of first post-operative day auto-refraction following dense cataract extraction. *Clin Exp Optom*. 2011;94:187–92.
- Congdon N, Yan X, Lansingh V, Sisay A, Müller A, Chan V, et al. Assessment of cataract surgical outcomes in settings where follow-up is poor: PRECOG, a multicentre observational study. *Lancet Glob Health*. 2013;1:37–45.
- Informal Consultation on Analysis of Blindness Prevention Outcomes, Geneva, 16–18 February 1998. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/67843>. Accessed 5 Apr 2023.
- McCormick I, Mactaggart I, Bastawrous A, Burton MJ, Ramke J. Effective refractive error coverage: an eye health indicator to measure progress towards universal health coverage. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2020;40:1–5.
- Fortané M, Resnikoff S, Congdon N, Bensaïd P, Seini K, Boukar O, et al. Outcomes of Cataract Surgery Performed By Non-Physician Surgeons in Rural Northern Cameroon: Use of the Better Operative Outcomes Software Tool (BOOST)-A Follow-up Study. 2019. <https://doi.org/10.4172/2155-9570.1000800>.
- Schulze-Bonsel K, Feltgen N, Burau H, Hansen L, Bach M. Visual acuities "hand motion" and "counting fingers" can be quantified with the freiburg visual acuity test. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2006;47:1236–40.
- Pattanayak S, Mathur S, Nanda AK, Subudhi BNR. Postoperative astigmatic considerations in manual small-incision cataract surgery - A review. *Indian J Ophthalmol*. 2022;70:3785–90.
- Moser CL, Lecumberri Lopez M, Garat M, Martín-Baranera M. Prophylactic intracameral cefazolin and postoperative topical moxifloxacin after cataract surgery: endophthalmitis risk reduction and safety results in a 16-year study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2019;257:2185–91.
- Pathak M, Odayappan A, Nath M, Raman R, Bhandari S, Nachiappan S. Comparison of the outcomes of phacoemulsification and manual small-incision cataract surgery in posterior polar cataract - A retrospective study. *Indian J Ophthalmol*. 2022;70:3977–81.
- Ruit S, Tabin G, Chang D, Bajracharya L, Kline DC, Richheimer W, et al. A Prospective Randomized Clinical Trial of Phacoemulsification vs Manual Sutureless Small-Incision Extracapsular Cataract Surgery in Nepal. *Am J Ophthalmol*. 2007;143:32–38.e2.
- Bizuneh ZY, Gessesse GW, Anbesse DH. Barriers to cataract surgery utilization among cataract patients attending surgical outreach sites in Ethiopia: a dual center study. *Clin Optom (Auckl)*. 2021;13:263.
- Shetti S, Pradeep TG, Devappa N. Barriers for the uptake of cataract surgery: a rural community-based study. *African Vision Eye Health*. 2022;81:1–5.
- Pattanayak S, Sankar Patra SH, Nanda AK, Subudhi P. Stabilization of refraction and timing of spectacle prescription following manual small-incision cataract surgery. *Indian J Ophthalmol*. 2022;70:3938–41.
- Congdon N, Dodson S, Chan VF, Mathenge W, Moo E. Improving the practice of cataract surgical outcome measurement. *Community Eye Health*. 2019;31:91.
- Burton MJ, Ramke J, Marques AP, Bourne RRA, Congdon N, Jones I, et al. The Lancet Global Health Commission on Global Eye Health: vision beyond 2020. *Lancet Glob Health*. 2021;9:e489–551.
- Chan TCY, Lam JKM, Ng ALK, Ye C, Jhanji V. Visual outcomes after cataract surgery in adults with presumed amblyopia and anisomyopia. *Acta Ophthalmol*. 2017;95:e515–6.
- Hale JE, Murjaneh S, Frost NA, Harrad RA. How should we manage an amblyopic patient with cataract? *Br J Ophthalmol*. 2006;90:132.
- Ang M, Evans JR, Mehta JS. Manual small incision cataract surgery (MSICS) with posterior chamber intraocular lens versus extracapsular cataract extraction (ECCE) with posterior chamber intraocular lens for age-related cataract. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008811.PUB2>.

Publisher's Note

Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Ready to submit your research? Choose BMC and benefit from:

- fast, convenient online submission
- thorough peer review by experienced researchers in your field
- rapid publication on acceptance
- support for research data, including large and complex data types
- gold Open Access which fosters wider collaboration and increased citations
- maximum visibility for your research: over 100M website views per year

At BMC, research is always in progress.

Learn more biomedcentral.com/submissions



4.2 Publicación 2

Effectiveness of the Better Operative Software Outcomes Tool for monitoring Cataract Surgery Outcomes in Inhambane Province, Mozambique: Prospective Pilot Diagnostic Accuracy Study

Lecumberri M, Mandlate D, Cote V, Martín-Baranera M, Moser CL.

- JMIR mHealth and uHealth. 2025 Apr 28. Doi: 10.2196/64500. PMID: 40397505
- Journal Impact Factor: 5,4
- 2023: JIF Rank HEALTH CARE SCIENCES & SERVICES: 11/174, JIF Quartile: Q1

Resumen

Antecedentes: La catarata es la principal causa de ceguera evitable en el mundo. La cirugía de la catarata de calidad es una intervención coste-efectiva para restaurar la visión. En los países de baja renta (PBR), se registran altas tasas de seguimiento postoperatorio inadecuado. Esto dificulta la monitorización de los resultados quirúrgicos. Con el fin de abordar esta problemática, la herramienta The Better Operative Outcomes Software Tool (BOOST Cataract app) evalúa el resultado visual en el día 1 postoperatorio y registra las causas de resultados malos a las seis semanas, proporcionando recomendaciones específicas para su mejora.

Objetivo: Evaluar la utilidad práctica de la aplicación BOOST Cataract para el seguimiento de los resultados quirúrgicos de catarata en la Provincia de Inhambane (Mozambique), así como analizar los datos recopilados durante una campaña quirúrgica realizada en dicha región.

Métodos: Se realizó un estudio prospectivo de rendimiento diagnóstico que incluyó a pacientes mayores de 50 años sometidos a cirugía de catarata mediante técnica manual de pequeña incisión. Se utilizó la aplicación BOOST Cataract para registrar los datos de agudeza visual en el primer día postoperatorio y evaluar los resultados quirúrgicos. Se calculó la sensibilidad, especificidad (con sus respectivos intervalos de confianza del 95%) y el área bajo la curva (AUC) de la aplicación BOOST Cataract (prueba índice) para identificar los resultados subóptimos (moderados y malos), en comparación con los resultados a las seis semanas posteriores a la cirugía (estándar de referencia). A las 6 semanas de la intervención, se analizaron las causas de los resultados malos registradas mediante BOOST Cataract app y las causas de los resultados moderados.

Resultados: Se incluyeron un total de 141 pacientes intervenidos durante una campaña de cirugía de catarata en la Provincia de Inhambane (Mozambique), entre abril y mayo de 2022. La edad media fue de 70 años (SD 10,2), el 48,2 % (68/141) de los participantes eran mujeres. Del total, 8 pacientes (5,7 %) no completaron el estudio. La aplicación BOOST Cataract presentó una sensibilidad del 94,44 % y una especificidad del 59 % para la detección de resultados subóptimos. El área bajo la curva fue de 0,825. Los resultados finales de la

campana fueron: buenos ($AV \geq 6/18$) en el 45,9 % (61/133) de los casos, moderados ($AV < 6/18$ a $\geq 6/60$) en el 33,8 % (45/133) y malos ($AV < 6/60$) en el 20,3 % (27/133). La causa principal de los resultados malos fue la presencia de complicaciones quirúrgicas, mientras que el error refractivo fue la causa más prevalente de los resultados moderados.

Conclusiones: La aplicación BOOST Cataract constituye una herramienta valiosa para la evaluación temprana de resultados quirúrgicos subóptimos sin necesidad de esperar a la finalización del tratamiento postoperatorio en Inhambane, donde el seguimiento posterior a la cirugía es limitado. En sistemas de salud ocular con recursos limitados, esta herramienta digital ofrece una oportunidad para valorar los resultados quirúrgicos y analizar sus causas, facilitando así, el diseño de estrategias específicas a nivel local para mejorar la calidad.

Original Paper

Effectiveness of the Better Operative Software Outcomes Tool for Monitoring Cataract Surgery Outcomes in Inhambane Province, Mozambique: Prospective Pilot Diagnostic Accuracy Study

Mónica Lecumberri^{1,2,3}, MD; Dórcia Mandlate⁴, MD; Vasco Cote⁵, MD; Montserrat Martín-Baranera⁶, MD, PhD; Carlos L Moser^{1,2}, MD

¹Department of Ophthalmology, Consorci Sanitari Integral, L'Hospitalet de Llobregat, Barcelona, Spain

²Eyes of the World Foundation, Barcelona, Spain

³Department of Surgery, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, Spain

⁴Coordinator of Research Department, Direção Provincial de Saúde, Inhambane, Mozambique

⁵Eyes of the World Foundation, Inhambane, Mozambique

⁶Department of Clinical Epidemiology, Consorci Sanitari Integral, L'Hospitalet de Llobregat, Barcelona, Spain

Corresponding Author:

Mónica Lecumberri, MD

Department of Ophthalmology

Consorci Sanitari Integral

Av. Josep Molins, 29

L'Hospitalet de Llobregat, Barcelona, 08906

Spain

Phone: 34 934 40 75 00

Email: Molecumberri@hotmail.com

Abstract

Background: Cataract is the world's leading cause of avoidable blindness. High-quality cataract surgery is a cost-effective procedure to restore vision. In low- and middle-income countries (LMIC), there are high rates of poor outcomes after surgery and inadequate follow-up, which makes it difficult to effectively monitor surgical outcomes. To address this issue, the Better Operative Outcomes Software Tool (BOOST Cataract app) assesses the final outcome on the first postoperative day and records the reasons for poor outcomes at 6 weeks postoperatively, offering specific advice to improve outcomes.

Objective: The aim of this study is to evaluate the real-world utility of the BOOST Cataract app for monitoring cataract surgical outcomes in Inhambane Province (Mozambique) and to analyze the data collected by the app during a surgical campaign conducted therein.

Methods: This prospective study of diagnostic accuracy included patients older than 50 years who underwent manual small-incision cataract surgery. The BOOST Cataract app was used to collect data on visual acuity (VA) on the first postoperative day and to assess surgical outcomes. The sensitivity and specificity (with their 95% CIs) and area under the curve of the BOOST Cataract app (index test) were calculated to identify suboptimal outcomes (moderate and poor) compared with outcomes 6 weeks after surgery (reference standard). The causes of poor outcomes after 6 weeks were recorded and evaluated using the app.

Results: A total of 141 patients who underwent surgery during a cataract campaign in Inhambane Province (Mozambique) between April 2022 and May 2022 were included in the study. The mean age was 70 (SD 10.2) years, and 48.2% (68/141) of the participants were women. Of the 141 patients, 8 (5.7%) did not complete the study. The BOOST Cataract app had a sensitivity of 94.44% and a specificity of 59% for detecting suboptimal outcomes. The area under the curve was 0.825. The campaign outcomes were as follows: good (VA $\geq 6/18$) in 45.9% (61/133) of cases, moderate (VA $< 6/18$ to $\geq 6/60$) in 33.8% (45/133), and poor (VA $< 6/60$) in 20.3% (27/133) of cases. The main cause of a poor outcome was surgical complication, while refractive error was the main cause of a moderate outcome.

Conclusions: The BOOST Cataract app is a valuable tool for assessing suboptimal cataract surgery outcomes without waiting for the completion of postoperative treatment in settings where postoperative follow-up is incomplete. In resource-limited eye care systems, the BOOST Cataract app provides an opportunity to assess outcomes and analyze results to develop specific strategies to improve quality at a local level.

(JMIR Mhealth Uhealth 2025;13:e64500) doi: [10.2196/64500](https://doi.org/10.2196/64500)

KEYWORDS

cataract extraction; outcome assessment; health care; developing countries; visual acuity; software

Introduction

In 2020, cataracts remained the leading cause of avoidable blindness in people aged >50 years, followed by glaucoma and refractive error [1]. Although cataract surgery is a highly cost-effective procedure for restoring vision, only 60% of patients who undergo cataract surgery achieve visual acuity (VA) of 6/18 or better, whereas up to 18% fail to achieve a VA better than 6/60 [2,3]. Surgical outcomes are worse in low-income countries, with an estimated mean effective cataract surgical coverage of 13.9% in the African region [4].

In low- and middle-income countries (LMIC), the low rate of postoperative follow-up makes it difficult to obtain reliable surgical outcome data [5]. The first step toward improving surgical outcomes is to routinely monitor the extent and causes of poor outcomes [6]. In a prospective study conducted at Kikuyu Hospital in Kenya, prospective monitoring improved surgical outcomes [7].

The only known data on cataract surgery outcomes in Inhambane Province came from the Rapid Assessment of Avoidable Blindness (RAAB) study, which was conducted between October 2016 and November 2016. The RAAB study showed that cataract blindness and visual impairment were not controlled in the province, with only 29% of those with blindness (VA <3/60) and 20% of patients with severe visual impairment (VA <6/60) undergoing surgery. Furthermore, only 42.9% of the operated eyes had a good outcome (VA ≥6/18), and 37.5% had a poor outcome (VA <6/60) [8].

Efforts have been made to objectively evaluate surgical outcomes, particularly for residents [9]. Access to the internet in low-resource settings has prompted its use, and it has been suggested that tools such as the Better Operative Software Outcomes Tool (BOOST Cataract app) may facilitate data collection in countries with low postoperative follow-up rates and help improve surgical quality [2].

The BOOST Cataract app was launched in 2018 by a global consortium of leading eye health organizations (the Fred Hollows Foundation, Sightsavers, The International Agency for the Prevention of Blindness, ORBIS International, Aravind Eye Hospitals, and the International Council of Ophthalmology) to address the issues of surgical quality measurement and surgical data recording and to help improve cataract surgical outcomes in low-resource settings.

The BOOST Cataract app is a free and easy-to-use app that can be used for recording and analyzing surgical outcomes the day after surgery. The app does not collect personal patient data but assigns a number to each patient. There are 2 phases in the assessment process. In phase 1, postoperative uncorrected distance VA (BOOST VA) is recorded between 1 day and 3 days after surgery. The BOOST Cataract app estimates the final surgical outcome according to the World Health Organization (WHO) reference criteria, which defines a good outcome as VA ≥6/18 [10] (Table 1). The outcome estimation is based on the direct correlation between VA on postoperative day 1 and the final VA [5,11]. This overcomes the lack of postoperative follow-up, which makes outcome evaluation difficult.

Table 1. World Health Organization (WHO) cataract surgery outcome criteria according to postoperative visual acuity.

Snellen PVA ^a	Definition of distance visual impairment (ICD-11 ^b)	Standards for postoperative visual acuity according to WHO ^c
Good		
≥6/12	Not impaired	>80% ^d
<6/12 to ≥6/18	Mild visual impairment	>80% ^d
Suboptimal		
Moderate		
<6/18 to ≥6/60	Moderate visual impairment	<15%
Poor		
<6/60 to ≥3/60	Severe visual impairment	<5% ^e
<3/60	Blindness	<5% ^e

^aPVA: presenting visual acuity.

^bICD-11: *International Classification of Diseases, 11th Revision*.

^cWHO: World Health Organization.

^dAssigned to only one of the "Not impaired" or "Mild visual impairment" categories, not both at once.

^eAssigned to only one of the "Severe visual impairment" or "Blindness" categories, not both at once.

Phase 2 consists of analyzing the possible causes of poor outcomes at 6 weeks postoperatively. For this purpose, the presenting visual acuity (PVA) and best-corrected distance visual acuity (BCVA) of 20 patients with poor outcomes at least 6 weeks after surgery are recorded, and the possible etiologies (selection, complication, and refractive error) are assessed. In very low-resource settings where refractive services are unavailable, VA obtained with pinhole (Pin VA) is accepted as an approximation of BCVA. Based on these data, the tool can then identify the main cause of poor outcomes and suggests specific interventions aimed at improvements [12]. The BOOST Cataract app has been used in several countries to monitor the quality of cataract surgery [13]. A study evaluating the app's effectiveness at predicting the final surgical outcome showed that the ability of the BOOST Cataract app to correctly categorize surgical outcome was dependent upon the presence of corneal edema on postoperative day 1. However, this study was retrospective and not based on an LMIC population [14].

This study aimed to evaluate the utility of the BOOST Cataract app (software version 1.1.2) in a surgical campaign conducted in Inhambane Province and to perform an in-depth analysis of the outcomes and causes of suboptimal results.

Methods

Participants and Settings

Consecutive patients presenting with cataracts, who were aged >50 years, and who attended the Provincial Hospital of Inhambane and the District Hospital of Zavala, Mozambique, between April 2022 and May 2022 were included. Patients with cataract were recruited using convenience sampling according to the hospital's inclusion protocol for cataract surgery: patients aged >50 years with VA \leq 6/60 in 1 eye and NC5 or NC6 cataract. The exclusion criteria were the absence of a pupillary light reflex and retinal pathology demonstrated by funduscopy (NC5 cataract) or ultrasound (NC6 cataract), corneal scars affecting the visual axis, and advanced glaucoma demonstrated by optic nerve examination when it was possible to obtain.

Ethics Approval

Informed written consent was obtained from all patients who underwent surgery. All data were anonymized. As the study was carried out in the setting of standard clinical practice, the patients did not receive any financial compensation. This study adhered to the tenets of the Declaration of Helsinki and was approved by the Institutional Bioethics Committee for Health of the Republic of Mozambique (CNBS; reference: 443/CNBS/23).

Preoperative Examinations

All patients underwent a complete ophthalmological examination, including PVA, slit-lamp examination, pupillary reflexes, Goldmann applanation tonometry, and fundus examination, if lens opacity allowed. The power of the implanted intraocular lens (IOL) was calculated using a keratometer (LGM OftalTech) and mode A ultrasound (Scan sw-1000; Suoer). Patients for whom keratometry or biometry could not be performed were assigned to the IOL of the contralateral eye, if possible, or a standard 21 D IOL, if not.

VA Assessment

PVA was assessed using Tumbling E charts for distance vision, with available correction. After correctly identifying the direction of more than one-half of the optotypes in the upper line, the patient moved to the next line then to the lower lines. The lowest line at which more than one-half of the optotypes were read was recorded as the patient's VA. The patient moved one-half the distance when the direction of any line could not be identified. If the patient was unable to identify the optotypes at that distance, the assessor's fingers were placed 3 meters, 2 meters, or 1 meter from the patient. If the patient was unable to see their fingers, a light source was placed to document light perception.

Surgery and Postoperative Treatment

All surgeries were performed under retrobulbar anesthesia by the same ophthalmologist with extensive experience in manual small-incision cataract surgery (MSICS). MSICS was performed using a superior scleral tunnel. A rigid PMMA biconvex posterior chamber IOL (S3550 Aurolens; Aurolab Inc) was implanted with capsular support. Eyes with zonulolysis or extensive capsular rupture were implanted with an A5520 anterior chamber lens (Aurolab Inc). At the end of surgery, all patients received perioperative prophylaxis with intracameral 0.1 mL cefazolin (2.5 mg/mL) or 0.1 mL vancomycin (0.1 mg/mL) if they were allergic to penicillin [15].

All patients followed the same postoperative treatment protocol at the hospital, consisting of tapering doses of MFLOX-DM (moxifloxacin 0.5% + dexamethasone sodium phosphate 0.1%; Aurolab Inc) for 4 weeks. Eyes with intraocular pressure higher than 25 mm Hg received acetazolamide (250 mg Diamox).

Assessment the Day After Surgery and Phase 1 of BOOST Cataract App

In phase 1, patients were examined the day after surgery, and VA was measured in the operated eye by an independent observer (BOOST VA). The BOOST VA was entered into the app, and the surgical outcomes were calculated according to the WHO criteria (Table 1).

Slit-lamp examination was also performed to detect corneal edema. Significant corneal edema was defined as >10 Descemet folds or stromal corneal edema affecting the visual axis.

Assessment After 6 Weeks and Phase 2 of the BOOST Cataract App

All patients were instructed to return for follow-up 6 weeks after surgery and received a telephone call 2 days before the visit as a reminder to ensure complete follow-up after surgery.

All patients who completed follow-up at 6 weeks had their uncorrected VA (PVA), BCVA, and PinVA (pinhole visual acuity) assessed by an optometrist masked to the BOOST VA. A biomicroscopic examination and autorefractometry analysis were performed (LGM OftalTech).

The VAs obtained at 6 weeks were classified according to the WHO criteria (Table 1): without optical correction (PVA outcome) and with pinhole (PinVA outcome).

In phase 2 of the BOOST Cataract app, the cause of poor outcomes (VA <6/60) was identified and recorded as selection, complications, or refractive error. The same was done for patients with a moderate outcome (VA <6/18 to ≥6/60).

Statistical Analyses

Statistical analyses of the data were performed using SPSS Statistics v21 (IBM Corp). Absolute and relative frequencies were obtained for qualitative variables. For the quantitative variables, depending on whether the normal distribution criteria were met, the mean and SD, median, IQR, and minimum and maximum values were considered.

Regarding the different VAs collected, an equivalent in decimal notation was assigned to the VA that could not be expressed numerically (light perception, counting fingers) [16,17]. The decimal values were converted to a LogMAR (minimum angle-of-resolution) scale for subsequent statistical analysis.

To analyze the ability of the BOOST Cataract app to predict the final surgical outcome, the results obtained on postoperative day 1 using the app (BOOST outcome) were compared with

those obtained 6 weeks postoperatively (PVA outcome). For this analysis, only cases with complete follow-up were included. Both variables were grouped into 2 categories (good and moderate/poor results). Using the 6-week results as the reference standard, the sensitivity, specificity, positive predictive value, and negative predictive value of the BOOST Cataract app as a tool for predicting a negative result (moderate or poor) were estimated. All estimates are presented with the corresponding 95% CIs. A receiver operating characteristic curve was generated, and the area under the curve was calculated.

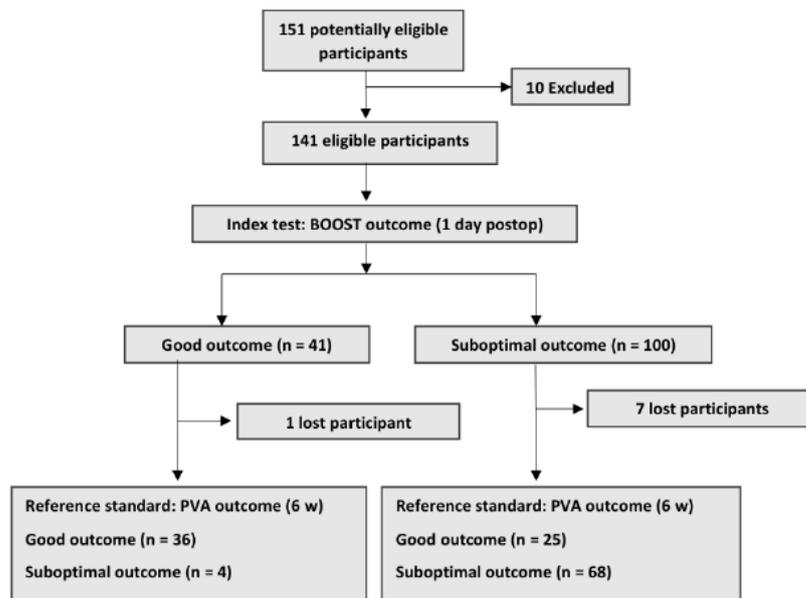
The presence of corneal edema on day 1 was tested as an independent predictor of moderate or poor outcomes at day 1 and at 6 weeks after surgery using a logistic regression model.

Results

Characteristics of the Campaign

We recruited 151 patients, and 10 were excluded because they did not meet the inclusion criteria for surgery. A study flowchart is presented in Figure 1.

Figure 1. Flow diagram of participants. BOOST: Better Operative Software Outcomes Tool; PVA: presenting visual acuity.



The study included 141 eyes of 141 patients who underwent surgery at the study site: 68 patients (68/141, 48%) were women, and 62 patients (62/141, 44%) were blind (VA <3/60 in the better eye; Table 2). This was the first eye operated on in 108 of 141 (76.6%) patients. In addition, 14 of 141 (9.7%) patients had a history of glaucoma, and 3 of 141 (2.1%) eyes had

phacodonesis on biomicroscopic examination. In 123 of the 141 (87.2%) operated eyes, it was not possible to perform a fundus examination because of cataract density. Biometry could not be performed in 22 patients because of corneal irregularities or lack of fixation.

Table 2. Preoperative data.

Characteristic	Total sample (n=141)	Women (n=68)	Men (n=73)
Age (years), median (SD)	70 (10.2)	70.28 (9.7)	69.77 (10.6)
Preoperative Snellen visual acuity, n (%)			
<3/60	86 (61)	42 (61.8)	44 (60.3)
≥3/60 to <6/60	52 (36.9)	24 (35.3)	28 (38.4)
≥6/60	3 (2.1)	2 (2.9)	1 (1.4)
Contralateral eye status, n (%)			
Aphakia	1 (0.7)	0 (0)	1 (100)
Phakic eye	108 (77.1)	51 (47.2)	57 (52.8)
Pseudophakia	31 (22.1)	17 (54.8)	14 (45.2)
Visual status, n (%)			
Blindness ^a	62 (44.6)	27 (43.5)	35 (56.5)
Severe visual impairment ^b	13 (9.4)	8 (61.5)	5 (38.5)
Moderate visual impairment ^c	12 (8.6)	8 (66.7)	4 (33.3)
Mild visual impairment ^d	32 (23)	18 (56.3)	14 (43.8)
Not impaired ^e	20 (14.4)	7 (35)	13 (65)

^a<3/60 in the better eye.

^b≥3/60 to <6/60 in the better eye.

^c<6/18 to ≥6/60 in the better eye.

^d<6/12 to ≥6/18 in the better eye.

^e≥6/12 in the better eye.

Outcomes of the Campaign: Phase 1 of BOOST Cataract App

Of the 14 intraoperative complications observed, 11 (7.8% of the 141 surgeries) were capsular ruptures. In addition, 10 (7.1%) anterior chamber IOL were implanted, and 1 case of aphakia was reported.

The outcomes of the BOOST Cataract app (BOOST outcomes) are presented in Table 3. Overall, 29% (41/141) of the operated eyes showed good outcomes. Of the 141 eyes, 74 (52.2%) had corneal edema on postoperative day 1. Corneal edema was associated with suboptimal (moderate and poor) BOOST outcomes ($p < 0.001$).

The surgical outcome on day 1 (BOOST outcome) was worse than at 6 weeks. Of the 141 patients, 8 (5.7%) did not attend

the 6-week postoperative visit. Of these, 6 underwent uneventful surgery. Of the patients who did not complete the follow-up period, 50% (4/8) had poor BOOST outcomes.

The final outcomes (PVA outcome) were good for 45.9% (61/133) of the eyes and remained poor for 20% (27/133) of the eyes. The PinVA outcomes were good for 73% (94/128) of the eyes and poor for 13% (17/128) of the eyes (Table 3).

Eyes that had a suboptimal outcome with the BOOST Cataract app were 21.44 (95% CI 6.35-72.35) times more likely to have a moderate or poor outcome at 6 weeks postoperatively compared with the eyes with a good outcome ($p < 0.001$). Corneal edema was associated with the BOOST outcome ($p < 0.001$) but not with the final PVA outcome ($p = 0.58$).

Table 3. Surgical campaign outcomes.

Outcomes	Total sample	Women	Men
Postoperative day 1			
BOOST^a outcome (n=141), n (%)			
Good ^b	41 (29.1)	— ^c	—
Suboptimal	100 (70.9)	—	—
Suboptimal: moderate ^d	53 (37.6)	—	—
Suboptimal: poor ^e	47 (33.3)	—	—
6 weeks postoperative			
PVA^f outcome (n=133), n (%)			
Good	61 (45.9)	30 (46.2)	31 (45.6)
Suboptimal	72 (54.1)	35 (53.8)	37 (54.4)
Suboptimal: moderate	45 (33.8)	22 (33.8)	23 (33.8)
Suboptimal: poor	27 (20.3)	13 (20)	14 (20.6)
PinVA^g outcome (n=128), n (%)			
Good	94 (73.4)	43 (69.4)	59 (77.3)
Suboptimal	34 (26.6)	19 (30.6)	15 (22.7)
Suboptimal: moderate	17 (13.3)	11 (17.7)	6 (13.6)
Suboptimal: poor	17 (13.3)	8 (12.9)	9 (9.1)
Postoperative spherical equivalent (D ^h), median (range)	-1.38 (-9.62 to +1.25)	—	—
Postoperative astigmatism (D), median (range)	-3 (-0.5 to -8.75)	—	—

^aBOOST: Better Operative Outcomes Software Tool.

^bVisual acuity (VA) $\geq 6/18$.

^cNot applicable.

^dVA: $<6/18$ to $\geq 6/60$.

^eVA: $<6/60$.

^fPVA: presenting visual acuity.

^gPinVA: visual acuity with pinhole.

^hD: diopters.

Diagnostic Accuracy of the BOOST Cataract App

The sensitivity of the BOOST Cataract app for identifying suboptimal outcomes was 94%. The specificity was 59%. The area under the curve was 0.825 (Table 4).

Table 4. Diagnostic accuracy of the Better Operative Outcomes Software Tool (BOOST Cataract app).

Performance measures	Results, % (95% CI)
Sensitivity	94.44 (86.38-98.47)
Specificity	59.02 (45.68-71.45)
Positive predictive value	73.12 (66.69-78.70)
Negative predictive value	90.00 (77.24-95.98)

Reasons for Suboptimal Outcomes: Phase 2 of the BOOST Cataract App

Surgical complications (capsular rupture and zonulolysis with vitreous loss) were the main causes of poor final outcomes,

while refractive error was the main cause of a moderate outcome (Table 5).

Table 5. Causes of a suboptimal outcome according to phase 2 of the Better Operative Outcomes Software Tool (BOOST Cataract app).

Outcomes	Results, n (%)
Poor outcome^a (n=27)	
Selection	7 (26)
Refraction	8 (30)
Complication	12 (44)
Moderate outcome^b (n=45)	
Selection	4 (9)
Refraction	36 (80)
Complication	5 (11)

^aVisual acuity (VA) <6/60.

^bVA <6/18 to ≥6/60.

Discussion

Principal Findings

The BOOST Cataract app was able to detect final suboptimal outcomes (VA <6/18) on the day after surgery with a sensitivity of 94%. Due to this sensitivity, it was possible, with reasonable confidence, to identify eyes that were moderately visually impaired or worse at the end of postoperative treatment.

Resource-poor LMIC are often characterized by a lack of equipment, high staff turnover, and frequent surgical campaigns where many surgeries are performed in short periods. In this context, the routine use of the BOOST Cataract app ensures that any decrease in quality is detected early in phase 1.

The specificity of the campaign in this study was only 59%. This low specificity did not provide sufficient certainty estimating the extent of good outcomes. Therefore, the BOOST Cataract app did not determine the center's local effective cataract surgical coverage. This is because it underestimated good outcomes in phase 1 by not considering transient corneal edema that occurs in the immediate postoperative period and usually resolves without sequelae.

At 6 weeks postoperatively, 45.9% (61/133) of the operated eyes had good outcomes, and just over 20% (27/133, 20.3%) did not achieve vision better than 6/60; with pinhole, 73.4% (94/128) had a good outcome, and 13.3% (17/128) had a poor outcome. These results do not meet the quality standards recommended by the WHO (Table 1).

In the 2016 RAAB study conducted in the province, 42.9% of patients aged >50 years who underwent cataract surgery had good outcomes, and as many as 37.5% had poor outcomes; among patients assessed using PinVA, only 55.4% had good outcomes, and 34.8% had poor outcomes [8].

The 2016 RAAB study collected information on surgeries performed before 2016 when the sutureless extracapsular technique was still being introduced. MSICS is now fully established, and surgical outcomes seem to have improved. However, the RAAB study showed outcomes over time, whereas our hospital-based study only observed outcomes at 6 weeks and may not have captured long-term surgical outcomes and

complications. A new RAAB study in the province is required to demonstrate the improvement in surgical outcomes.

In phase 2 of this study, surgical complications were the main cause of poor outcomes (12/27, 44%). In Inhambane Province, as in other provinces of Mozambique, cataract surgery is performed in patients with a preoperative VA ≤6/60 [18]. It is common for cataracts to present at very advanced stages with a higher rate of complications (zonulolysis and capsular rupture), despite the use of MSICS, which has been shown to be a safe technique in LMIC [19-21].

These outcomes are comparable to those reported in other areas of the country. The RAAB study performed in Sofala Province reported good outcomes in 37.8% of the patients, which improved to 45.9% when considering PinVA [18]. The main causes of poor outcomes (VA <6/60) were selection errors (55.2%) and surgical complications (34.5%). The 2018 RAAB study conducted in the province of Nampula recorded 58.2% good outcomes and 22.4% poor outcomes in terms of PVA. The main causes of outcomes worse than 6/18 vision were a lack of optical correction (34%) and surgical complications (29%). The PinVA outcomes improved to 72.4% (good) and 16.3% (poor) [22].

The BOOST Cataract app does not collect data on moderate outcomes or their causes in phase 2. This is despite these outcomes representing a postoperative VA of <6/18 to ≥6/60, equating to moderate visual impairment (Table 1).

In this study, 33.8% (45/133) of the patients had a moderate outcome, and the main cause was refractive error. The magnitude of this finding seems to indicate that, in Inhambane Province, as in other LMIC, awareness of the causes of moderate outcomes is necessary to improve them [18,23,24]. Visual impairment due to residual refractive error may be reduced if stockpiles of IOLs in a range of powers and ocular biometry are accessible [25]. In our study, the mean postoperative spherical equivalent was higher than that in other studies [26,27], even though biometry was performed in 84.4% (119/141) of the eyes and 100% of the patients had undergone IOL implantation in the range of power accorded by biometry. Cooperation of patients with poor fixation of the operated eye may lead to errors when performing biometry.

The mean postoperative astigmatism was also higher than that reported in other studies [28]. In fact, 75.2% (85/113) of the eyes had astigmatism greater than 3D against the rule. The use of a superior scleral tunnel instead of a temporal tunnel may have produced astigmatism against the rule with a worse final VA outcome [29]. Additionally, the surgical material is often in poor condition due to excessive reesterilization, which may lead to more superficial sclerocorneal incisions than desired, increasing induced surgical astigmatism risk [30].

Strengths and Limitations

Although the sensitivity and specificity obtained allow reaching relevant conclusions on the real-world utility of the app at the study site, due to the small sample size, it is not possible to generalize the diagnostic accuracy of the BOOST Cataract app in other low-resource settings. In settings with a lower prevalence of suboptimal outcomes, the negative predictive value might be lower. Therefore, the app, if confirmed in larger studies, has to be restricted to settings with poor-resource health systems.

Data on surgical outcomes in Inhambane are scarce and only available from the RAAB study conducted 8 years ago. This was the first study to analyze the causes of poor and moderate outcomes in such depth.

Surgical quality criteria have recently been revised, and VA $\geq 6/12$, representing mild visual impairment, has been

adopted as the threshold for a good outcome [2]. Due to the introduction of the MSICS technique and widespread use of biometry, surgical outcomes have improved. This new threshold places higher demands on the expected outcomes and implies an improvement in the visual expectations of patients undergoing surgery in LMIC.

To analyze the diagnostic accuracy of the BOOST Cataract app, moderate and poor outcomes were grouped into the suboptimal outcome category. From a public health perspective, it is of interest to know the number of eyes that do not achieve a VA $>6/60$ after surgery, which is the level of severe visual impairment that has the greatest impact on patient quality of life because it affects their ability to walk independently. Grouping moderate and poor outcomes into suboptimal outcomes encourages improvements in both outcome categories without focusing only on poor outcomes.

Conclusions

RAAB studies provide reliable data for planning eye health services and evaluating programs. These are the primary sources of information for measuring surgical outcomes at the population level in LMIC [31]. However, in settings with resource-poor eye health systems, the BOOST Cataract app offers the opportunity to assess outcomes at the local level; each center needs to analyze its surgical outcomes and develop specific strategies to improve quality.

Acknowledgments

This study was conducted as part of the Doctoral Program in Surgery and Morphological Science at the Autonomous University of Barcelona and as part of the Eyes of the World Foundation's project in Mozambique, aimed at strengthening eye health services.

This work received funding from the Universitat Oberta de Catalunya (UOC) e-Health Center Project 2022.

Data Availability

The data sets generated or analyzed during this study are available from the corresponding author on reasonable request. All relevant data are included in this article.

Authors' Contributions

ML conceptualized the study, provided resources, curated the data, contributed to the methodology, conducted the formal analysis, prepared the original draft, and supervised the research. VC assisted with data curation and resource provision. DM contributed to conceptualization and methodology. MMB contributed to conceptualization, methodology, and formal analysis. CLM conducted the formal analysis and supervised the research. All authors participated in reviewing and editing the final manuscript. No generative artificial intelligence was used in any portion of the manuscript.

Conflicts of Interest

None declared.

References

1. GBD 2019 Blindness and Vision Impairment Collaborators, Vision Loss Expert Group of the Global Burden of Disease Study. Causes of blindness and vision impairment in 2020 and trends over 30 years, and prevalence of avoidable blindness in relation to VISION 2020: the Right to Sight: an analysis for the Global Burden of Disease Study. *Lancet Glob Health*. Feb 2021;9(2):e144-e160. [FREE Full text] [doi: [10.1016/S2214-109X\(20\)30489-7](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(20)30489-7)] [Medline: [33275949](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33275949/)]
2. Burton MJ, Faal HB, Ramke J, Ravilla T, Holland P, Wang N, et al. Announcing The Lancet Global Health Commission on Global Eye Health. *The Lancet Global Health*. Dec 2019;7(12):e1612-e1613. [doi: [10.1016/s2214-109x\(19\)30450-4](https://doi.org/10.1016/s2214-109x(19)30450-4)]
3. Taylor HR. Global blindness: the progress we are making and still need to make. *Asia-Pacific Journal of Ophthalmology*. Nov 2019;8(6):424-428. [doi: [10.1097/apo.0000000000000264](https://doi.org/10.1097/apo.0000000000000264)]

4. McCormick I, Butcher R, Evans JR, Mactaggart IZ, Limburg H, Jolley E, et al. Effective cataract surgical coverage in adults aged 50 years and older: estimates from population-based surveys in 55 countries. *The Lancet Global Health*. Dec 2022;10(12):e1744-e1753. [doi: [10.1016/s2214-109x\(22\)00419-3](https://doi.org/10.1016/s2214-109x(22)00419-3)]
5. Congdon N, Yan X, Lansingh V, Sisay A, Müller A, Chan V, et al. Assessment of cataract surgical outcomes in settings where follow-up is poor: PRECOG, a multicentre observational study. *The Lancet Global Health*. Jul 2013;1(1):e37-e45. [doi: [10.1016/s2214-109x\(13\)70003-2](https://doi.org/10.1016/s2214-109x(13)70003-2)]
6. Limburg H, Foster A, Vaidyanathan K, Murthy GV. Monitoring visual outcome of cataract surgery in India. *Bull World Health Organ*. 1999;77(6):455-460. [FREE Full text] [Medline: [10427929](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10427929/)]
7. Yorston D, Gichuhi S, Wood M, Foster A. Does prospective monitoring improve cataract surgery outcomes in Africa? *Br J Ophthalmol*. May 2002;86(5):543-547. [FREE Full text] [doi: [10.1136/bjo.86.5.543](https://doi.org/10.1136/bjo.86.5.543)] [Medline: [11973251](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11973251/)]
8. Vilanculos A. Mozambique, Inhambane (2016). Rapid Assessment of Avoidable Blindness. URL: <https://www.raab.world/survey/mozambique-inhambane-2016> [accessed 2025-05-02]
9. Al-Khaled T, Acaba-Berrocal L, Cole E, Ting DS, Chiang MF, Chan RP. Digital education in ophthalmology. *Asia-Pacific Journal of Ophthalmology*. May 2022;11(3):267-272. [doi: [10.1097/apo.0000000000000484](https://doi.org/10.1097/apo.0000000000000484)]
10. Informal Consultation on Analysis of Blindness Prevention Outcomes, Geneva, 16-18 February 1998. World Health Organization. 1998. URL: <https://iris.who.int/handle/10665/67843> [accessed 2025-05-02]
11. Briesen S, Ng EY, Roberts H. Validity of first post-operative day automated refraction following dense cataract extraction. *Clin Exp Optom*. Mar 15, 2011;94(2):187-192. [FREE Full text] [doi: [10.1111/j.1444-0938.2010.00567.x](https://doi.org/10.1111/j.1444-0938.2010.00567.x)] [Medline: [21255077](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21255077/)]
12. Congdon N, Suburaman G, Ravilla T, Varga B, Resnikoff S, McLeod J, et al. Transforming research results into useful tools for global health: BOOST. *The Lancet Global Health*. Feb 2016;4(2):e96. [doi: [10.1016/s2214-109x\(15\)00267-3](https://doi.org/10.1016/s2214-109x(15)00267-3)]
13. Fortané M, Bensaid P, Resnikoff S, Seini K, Landreau N, Paugam J, et al. Outcomes of cataract surgery performed by non-physician cataract surgeons in remote North Cameroon. *Br J Ophthalmol*. Aug 05, 2019;103(8):1042-1047. [doi: [10.1136/bjophthalmol-2018-312428](https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2018-312428)] [Medline: [30291137](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30291137/)]
14. Lecumberri M, Moser CL, Loscos-Arenas J. Evaluation of the better operative outcome software tool to predict cataract surgical outcome in the early postoperative follow-up. *BMC Ophthalmol*. Jul 13, 2023;23(1):317. [FREE Full text] [doi: [10.1186/s12886-023-03058-1](https://doi.org/10.1186/s12886-023-03058-1)] [Medline: [37442998](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37442998/)]
15. Moser CL, Lecumberri Lopez M, Garat M, Martín-Baranera M. Prophylactic intracameral cefazolin and postoperative topical moxifloxacin after cataract surgery: endophthalmitis risk reduction and safety results in a 16-year study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. Oct 7, 2019;257(10):2185-2191. [doi: [10.1007/s00417-019-04417-9](https://doi.org/10.1007/s00417-019-04417-9)] [Medline: [31392416](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31392416/)]
16. Karanjia R, Hwang TJ, Chen AF, Pouw A, Tian JJ, Chu ER, et al. Correcting finger counting to Snellen Acuity. *Neuroophthalmology*. Oct 22, 2016;40(5):219-221. [FREE Full text] [doi: [10.1080/01658107.2016.1209221](https://doi.org/10.1080/01658107.2016.1209221)] [Medline: [27928408](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27928408/)]
17. Schulze-Bonsel K, Feltgen N, Burau H, Hansen L, Bach M. Visual acuities "hand motion" and "counting fingers" can be quantified with the freiburg visual acuity test. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. Mar 01, 2006;47(3):1236-1240. [doi: [10.1167/iovs.05-0981](https://doi.org/10.1167/iovs.05-0981)] [Medline: [16505064](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16505064/)]
18. Roba A, Chagunda M, Machissa T. Blindness above and below the poverty line: Reflections from Sofala, Mozambique. *J Public Health Afr*. Apr 29, 2020;11(1):1113. [FREE Full text] [doi: [10.4081/jphia.2020.1113](https://doi.org/10.4081/jphia.2020.1113)] [Medline: [33209232](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33209232/)]
19. Venkatesh R, Tan CSH, Singh GP, Veena K, Krishnan KT, Ravindran RD. Safety and efficacy of manual small incision cataract surgery for brunescent and black cataracts. *Eye (Lond)*. May 20, 2009;23(5):1155-1157. [doi: [10.1038/eye.2008.190](https://doi.org/10.1038/eye.2008.190)] [Medline: [18566610](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18566610/)]
20. Venkatesh R, Tan CSH, Kumar TT, Ravindran RD. Safety and efficacy of manual small incision cataract surgery for phacolytic glaucoma. *Br J Ophthalmol*. Mar 23, 2007;91(3):279-281. [FREE Full text] [doi: [10.1136/bjo.2006.105874](https://doi.org/10.1136/bjo.2006.105874)] [Medline: [17322465](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17322465/)]
21. Gogate P, Optom JJ, Deshpande S, Naidoo K. Meta-analysis to compare the safety and efficacy of manual small incision cataract surgery and phacoemulsification. *Middle East Afr J Ophthalmol*. 2015;22(3):362-369. [FREE Full text] [doi: [10.4103/0974-9233.159763](https://doi.org/10.4103/0974-9233.159763)] [Medline: [26180478](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26180478/)]
22. Jolley E, Cumaio M, Vilanculos A, Hassane I, Kimani K, Ogundimu K, et al. Changes in eye health and service coverage in Nampula, Mozambique between 2011 and 2018. *Ophthalmic Epidemiol*. Feb 24, 2022;29(1):91-99. [FREE Full text] [doi: [10.1080/09286586.2021.1900279](https://doi.org/10.1080/09286586.2021.1900279)] [Medline: [33759697](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33759697/)]
23. Ilechie AA, Boadi-Kusi BS, Ndudiri OV, Ofori EA. Evaluation of post-operative visual outcomes of cataract surgery in Ghana. *International Journal of Health Research*. 2012;5(1):42. [FREE Full text]
24. Sengo DB, Saravila PJ, Chivinde SS, Mate LM, Faquih MF, Moragues R, et al. Assessment of cataract surgery outcomes in Nampula (Mozambique): visual acuity, visual function and quality of life. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. Jun 10, 2023;261(6):1597-1608. [FREE Full text] [doi: [10.1007/s00417-022-05964-4](https://doi.org/10.1007/s00417-022-05964-4)] [Medline: [36625930](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36625930/)]
25. McGuinness M, Moo E, Varga B, Dodson S, Lansingh VC, Resnikoff S, et al. The Better Operative Outcomes Software Tool (BOOST) prospective study: improving the quality of cataract surgery outcomes in low-resource settings. *Ophthalmic Epidemiol*. Feb 2025;32(1):76-86. [FREE Full text] [doi: [10.1080/09286586.2024.2336518](https://doi.org/10.1080/09286586.2024.2336518)] [Medline: [38635874](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38635874/)]

26. Pattanayak S, Patra SHS, Nanda A, Subudhi P. Stabilization of refraction and timing of spectacle prescription following manual small-incision cataract surgery. *Indian J Ophthalmol*. Nov 2022;70(11):3938-3941. [FREE Full text] [doi: [10.4103/ijoo.IJO_95_22](https://doi.org/10.4103/ijoo.IJO_95_22)] [Medline: [36308131](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36308131/)]
27. Bernhisel A, Pettet J. Manual small incision cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol*. Jan 2020;31(1):74-79. [doi: [10.1097/ICU.0000000000000624](https://doi.org/10.1097/ICU.0000000000000624)] [Medline: [31770166](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31770166/)]
28. Thakre U, Nikose A, Momin A. Estimation of surgically induced astigmatism after small-incision cataract surgery done by junior residents. *Indian J Ophthalmol*. Mar 2023;71(3):751-756. [FREE Full text] [doi: [10.4103/ijoo.IJO_1616_22](https://doi.org/10.4103/ijoo.IJO_1616_22)] [Medline: [36872671](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36872671/)]
29. Pattanayak S, Mathur S, Nanda A, Subudhi B. Postoperative astigmatic considerations in manual small-incision cataract surgery - a review. *Indian J Ophthalmol*. Nov 2022;70(11):3785-3790. [FREE Full text] [doi: [10.4103/ijoo.IJO_1627_22](https://doi.org/10.4103/ijoo.IJO_1627_22)] [Medline: [36308097](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36308097/)]
30. Pattanayak S, Nanda A, Swain A. Effect of depth of the sclerocorneal incision on postoperative corneal astigmatism in manual small-incision cataract surgery. *Indian J Ophthalmol*. May 2022;70(5):1612-1616. [FREE Full text] [doi: [10.4103/ijoo.IJO_2649_21](https://doi.org/10.4103/ijoo.IJO_2649_21)] [Medline: [35502037](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35502037/)]
31. Mactaggart I, Limburg H, Bastawrous A, Burton MJ, Kuper H. Rapid assessment of avoidable blindness: looking back, looking forward. *Br J Ophthalmol*. Nov 02, 2019;103(11):1549-1552. [FREE Full text] [doi: [10.1136/bjophthalmol-2019-314015](https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2019-314015)] [Medline: [31266777](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31266777/)]

Abbreviations

BCVA: best corrected visual acuity
BOOST: Better Operative Software Outcomes Tool
IOL: intraocular lens
LMIC: low- and middle-income countries
MSICS: manual small-incision cataract surgery
PinVA: pinhole visual acuity
PVA: presenting visual acuity
RAAB: Rapid Assessment of Avoidable Blindness
VA: visual acuity
WHO: World Health Organization

Edited by L Buis; submitted 18.07.24; peer-reviewed by J Loscos-Arenas, M Abdollahi; comments to author 09.11.24; revised version received 28.11.24; accepted 28.04.25; published 21.05.25

Please cite as:

Lecumberri M, Mandlate D, Cote V, Martín-Baranera M, Moser CL
 Effectiveness of the Better Operative Software Outcomes Tool for Monitoring Cataract Surgery Outcomes in Inhambane Province, Mozambique: Prospective Pilot Diagnostic Accuracy Study
JMIR Mhealth Uhealth 2025;13:e64500
 URL: <https://mhealth.jmir.org/2025/1/e64500>
 doi: [10.2196/64500](https://doi.org/10.2196/64500)
 PMID: [40397505](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40397505/)

©Mónica Lecumberri, Dórcia Mandlate, Vasco Cote, Montserrat Martín-Baranera, Carlos L Moser. Originally published in JMIR mHealth and uHealth (<https://mhealth.jmir.org>), 21.05.2025. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work, first published in JMIR mHealth and uHealth, is properly cited. The complete bibliographic information, a link to the original publication on <https://mhealth.jmir.org/>, as well as this copyright and license information must be included.

5. Resumen global de los resultados

5.1 Descripción de la cohorte de Barcelona

5.2 Capacidad de BOOST Cataract app para anticipar el resultado final

5.3 Factores que influyen en el desempeño de BOOST Cataract app

5.4 Descripción de la cohorte de Inhambane

5.5 Fase I de BOOST Cataract app

5.6 Resultados quirúrgicos a las 6 semanas en Inhambane

5.7 Fase II de BOOST Cataract app

5.8 Rendimiento de BOOST Cataract app

5.1 Descripción de la cohorte de Barcelona

El estudio incluyó 126 pacientes intervenidos de catarata. La edad media [SD] fue de 75.8 [12.19] años. 66 (52,4%) mujeres. 55 (43,6%) ojos izquierdos. Se realizó MSICS en 72 ojos (57%). Se realizaron 59 biometrías de contacto (89% en el grupo MSICS). La AV preoperatoria fue de 1.4 LogMar (SD = 0.98). 4 pacientes no completaron el seguimiento a las 6 semanas de la intervención y fueron excluidos.

5.1.1 Diferencias entre los dos tipos de cirugía

5.1.1.1 Diferencias preoperatorias

No había diferencias estadísticamente significativas entre el grupo que se intervino mediante facoemulsificación y MSICS en cuanto a edad y sexo. Los pacientes que se intervinieron mediante MSICS presentaban una AV preoperatoria peor que los pacientes intervenidos mediante facoemulsificación.

Tabla 6: Descripción de la muestra. Datos preoperatorios

Características de la muestra. Datos preoperatorios					
		Total n=126	Facoemulsificación n=54	MSICS n=72	p valor
Edad					
Media ± SD		75.1 ± 12.1	75.1 ± 8.8	76.4±14.3	0.558 ^a
Mediana		77	75	79.5	
IRQ		18	14	21.5	
Género					
Masculino	n	60	31	29	0.057 ^b
	%	47.6	57.4	40.3	
Femenino	n	66	23	43	0.000 ^a
	%	52.4	42.6	59.7	
AV Preop LogMar					
Media ± SD		1.40 ± 0.98	0.58 ± 0.48	2.01 ± 0.81	
Mediana		1	0.4	2.4	
IRQ		2.23	0.2	1.5	

SD: Desviación standard. %: Porcentaje. IRQ: Rango intercuartilico. MSICS: Manual small-incision cataract surgery. AV preop Log Mar: Agudeza visual preoperatoria. ^a Test U Mann whitney ^bTest Chi cuadrado.

5.1.1.2 Diferencias en el día 1 postoperatorio

Se registraron 6 roturas capsulares en los 126 ojos intervenidos (4,7%), todas ellas en el grupo MSICS. En el día 1 postoperatorio, los pacientes del grupo intervenido mediante facoemulsificación presentaban mejores AV que los intervenidos mediante MSICS. No se encontraron diferencias significativas en la presencia de edema de córnea en el día 1 entre los dos tipos de cirugías.

Tabla 7: Exploración postoperatoria en el día 1.

Día 1 postoperatorio n=126					
		Total	Facoemulsificación	MSICS	p valor
AV BOOST LogMar					
Media ± SD		0.76 ± 0.66	0.49 ± 0.46	0.94 ± 0.69	0.002 ^c
Mediana		0.5	0.4	0.7	
IRQ		0.7	0.5	0.9	
Estado de la cornea					0.186 ^b
Cornea clara	n	78	37	41	
	%	61.9	68.5	43.1	
Edema de cornea	n	48	17	31	
	%	38.1	31.5	56.9	

SD: Desviación standard. %: Porcentaje. IRQ: Rango intercuartilico. MSICS: Manual small-incision cataract surgery. AV BOOST: Agudeza visual día 1 postop. ^bTest Chi cuadrado ^c Test T student

5.1.1.3 Diferencias a las 6 semanas de la cirugía

A las 6 semanas, los pacientes intervenidos mediante facoemulsificación presentaron mejores AV que los pacientes intervenidos mediante MSICS.

Se observaron 3 complicaciones tardías en el grupo intervenido mediante MSICS: Un paciente de 65 años con síndrome de Irvine-Gass, una neuritis isquémica anterior en una paciente de 52 años y una oclusión de la vena central de la retina en un paciente de 80 años. Ninguno de ellos había presentado complicaciones intraoperatorias durante la cirugía. Los 3 pacientes habían presentado un resultado bueno en el día 1.

No se encontraron diferencias significativas entre el astigmatismo postoperatorio ni en el equivalente esférico final entre los dos tipos de cirugía.

Tabla 8: Exploración postoperatoria a las 6 semanas

6 semanas postoperatorias. n= 122					
		Total	Facoemulsificación n=53	MSICS n= 69	p valor
NCVA LogMar					0.000 ^c
Media ± SD		0.46 ± 0.53	0.17 ± 0.15	0.67 ± 0.61	
Mediana		0.3	0.15	0.5	
IRQ		0.35	0.26	0.7	
Astigmatismo postoperatorio					0.3 ^c
Media ± SD		-1.7 ± 1.3	-1.8 ± 1.4	1.8 ± 1.2	
Mediana		-1.5	-1.5	-1.25	
IRQ		2	1.75	2	
Equivalente esférico					
Media ± SD		-0.49 ± 1.04	-0.3 ± 0.7	-0.6 ± 1.2	0.07 ^c
Mediana		-0.5	-0.5	-0.58	
IRQ		1	0.75	1.5	

SD: Desviación standard. %: Porcentaje. IRQ: Rango intercuartilico. MSICS: Manual small-incision cataract surgery. NCVA: AV a las 6 semanas de la cirugía. ^bTest Chi cuadrado. ^c Test T student

Los resultados obtenidos en el día 1 postoperatorio (resultado BOOST) fueron diferentes a los resultados tras completar el tratamiento postoperatorio (resultado NCVA)

Tabla 9: Diferencias en el resultado quirúrgico entre el día 1 y las 6 semanas

		Resultado BOOST						p-valor
		Malo		Moderado		Bueno		
		n	%	n	%	n	%	
Resultado	Malo	11	47.8	1	3	1	1.5	<0.001 ^a
NCVA	Moderado	6	26.1	7	21.2	3	4.5	
	Bueno	6	26.1	25	75.8	62	93.9	

^aCoefficientes de verosimilitud

Dado que las AV postoperatorias fueron mejores para el grupo intervenido mediante facoemulsificación, los resultados quirúrgicos, siguiendo la clasificación de la OMS, fueron mejor para ese grupo, tanto en el día 1 (resultado BOOST) como a las 6 semanas (resultado NCVA).

Tabla 10: Resultados quirúrgicos según la clasificación de la OMS para los dos tipos de cirugía.

	Resultado BOOST						p-valor
	Total		Facoemulsificación		MSICS		
	n	%	n	%	n	%	
Bueno	67	53.2	38	70.4	29	40.3	<0.0005 ^a
Moderado	42	13.5	12	22.2	23	31.9	
Malo	17	33.3	4	7.4	20	27.8	
	Resultado NCVA						p-valor
	Total		Facoemulsificación		MSICS		
	n	%	n	%	n	%	
Bueno	93	73.8	55	98.1	40	55.6	<0.0005 ^a
Moderado	9	7.1	0	0	16	22.2	
Malo	20	15.9	0	0	13	18	

^a Test U Mann whitney

5.2 Capacidad de BOOST Cataract app para anticipar el resultado final

La aplicación BOOST Cataract app identificó correctamente el resultado final en el 65,6% de los casos. Se encontró una diferencia significativa en el éxito de la aplicación para identificar el resultado final en función de la presencia de edema de córnea en el día 1. No se encontraron diferencias entre los dos tipos de cirugía.

Tabla 11: Éxito de BOOST Cataract app para identificar el resultado quirúrgico

	%	95% CI	p -valor
Total	65.6	(57.17; 74.02)	
Resultado BOOST			<0.001 ^a
Bueno	93.9	(99.85;87.94)	
Subóptimo (Moderado y malo)	44,6	(67.56;21.63)	
Tipo de cirugía			0.251 ^b
Facoemulsificación	71.7	(83.82; 59.57)	
MSICS	60.9	(72.41; 49.38)	
Estado de la córnea en el día 1			0.0005 ^b
Cornea transparente	84.6	(76.84; 92.71)	
Edema de cornea	30.4	(17.1; 43.69)	

^a Cohen's Kappa ^b Test Chi cuadrado

La concordancia entre el resultado BOOST y el resultado NCVA fue de 0,353 ($p < 0.0005$). El nivel de concordancia mejoró a 0,619 ($p < 0.0005$) en los ojos que no presentaban edema de córnea en el día 1. En los ojos con edema de córnea en el día 1, la concordancia no era significativa.

Tabla 12: Concordancia entre el resultado BOOST y el resultado NCVA

	Kappa ^a	p-valor	n
Total	0.353	< .000	122
Edema de Corneal día 1	0.082	0.247	46
Cornea transparente día 1	0.619	<.000	76

^a Cohens's Kappa coefficient.

5.3 Factores que influyen en el desempeño de BOOST Cataract app

Los ojos que obtuvieron un resultado bueno en el día 1 tenían 37 veces (95% CI 6.66, 212.83) más probabilidad de haber sido categorizados correctamente por la aplicación que los ojos con resultado subóptimo (moderado y malo). Los ojos con córnea transparente en el día 1 postoperatorio tenían 12 veces (95% CI 3.13, 47.66) más probabilidad de ser identificados correctamente por la aplicación que los ojos que presentaban edema de córnea en el día 1 postoperatorio.

El tipo de cirugía, el astigmatismo postoperatorio y el equivalente esférico no permanecieron en el modelo de regresión, por tanto, no se pudo demostrar que influyeran de forma significativa en la capacidad de BOOST Cataract app para evaluar correctamente el resultado.

Tabla 13: Factores asociados al éxito de BOOST Cataract app para identificar el resultado NCVA

	Referencia	OR	95% CI	P valor
Resultado BOOST bueno	Subóptimo	37.65	6.66 - 212.83	0.0005
Cornea transparente día 1	Edema córnea	12.22	3.13 - 47.66	0.0005
Facoemulsificación	MSICS	0.26	0.05 - 1.34	0.108
Equivalente esférico		1.81	1.01 - 3.24	0.04
Astigmatismo postoperatorio		1.07	0.66 -1.72	0.773

R² Nagelkerke= 0.68. OR: Odds Ratio. CI: Intervalo Confianza

5.4 Descripción de la cohorte de Inhambane

En el segundo estudio se incluyeron 141 pacientes (48,2% mujeres) a los que se les realizó cirugía de catarata MSICS en la provincia de Inhambane. 62 pacientes (44%) eran ciegos ($AV < 3/60$ en el mejor ojo). Para el 76,6% de los pacientes, era el primer ojo que se intervenía de catarata. 14 ojos (9,7%) tenían glaucoma y 3 ojos (2,1%) presentaban facodonesis en la exploración en lámpara de hendidura. A 123 ojos (87,2%) no se les pudo visualizar la retina mediante fundoscopia por la opacidad de la catarata. A 22 ojos (15,6%) no se les pudo realizar biometría por falta de fijación o irregularidades corneales.

Se registraron 14 complicaciones intraoperatorias en las 141 cirugías realizadas: 11 roturas capsulares (7,8%). Se implantaron 10 LIOs de cámara anterior (7.1%). No se registró ninguna afaquia.

Tabla 14: Características de los pacientes y datos preoperatorios

Sexo			M		H	
	n	%	n	%	n	%
	68	48,2%	73	51,8%		
Edad	Total		M		H	
Mediana (SD)	70,0 (10,2)		70,28 (9,7)		69,77(10,6)	
AV Preoperatoria	Total		M		H	
	n	%	n	%	n	%
< 3/60	86	61%	42	61,8	44	60,3
≥ 3/60 > 6/60	52	36,9%	24	35,3	28	38,4
≥ 6/60	3	2,1%	2	2,9	1	1,4
Estado del ojo contralateral						
Afaquia	1	0,7%	0	0%	1	100,0%
Fáquico	108	77,1%	51	47,2%	57	52,8%
Pseudofáquico	31	22,1%	17	54,8%	14	45,2%
Estado visual						
Ceguera	62	44,6%	27	43,5%	35	56,5%
Discapacidad visual severa	13	9,4%	8	61,5%	5	38,5%
Discapacidad visual moderada	12	8,6%	8	66,7%	4	33,3%
Discapacidad visual leve	32	23%	18	56,3%	14	43,8%
Sin discapacidad visual	20	14,4%	7	35,0%	13	65,0%

Ceguera, $AV < 3/60$; Discapacidad visual severa, $AV \geq 3/60 > 6/60$; Discapacidad visual moderada, $AV < 6/18 - \geq 6/60$; Discapacidad visual leve, $AV < 6/12 - \geq 6/18$; SD, Desviación Standard; M, mujeres; H, hombres

5.5 Fase I de BOOST Cataract app

Sólo el 29% de los ojos operados (41/141) obtuvo un resultado bueno en el día 1 (resultado BOOST). 74 de los 141 ojos intervenidos (52,2%) presentaron edema de córnea en el postoperatorio precoz. Se encontró una relación estadísticamente significativa entre la presencia de edema en el día 1 y el resultado subóptimo (moderado y malo) con BOOST. ($p < 0.001$).

5.6 Resultados quirúrgicos a las 6 semanas en Inhambane

8 pacientes de los 141 intervenidos (5,7%) no acudieron a la visita de control de las 6 semanas. De ellos, 6 habían presentado una cirugía sin complicaciones. La mitad de los pacientes que no acudieron habían presentado un resultado malo con BOOST.

Tabla 15: Resultados de la campaña quirúrgica

Día 1 postoperatorio						
Resultado BOOST (n=141)						
	n	%				
Bueno	41	29,1%				
Subóptimo	100	70,9%				
Moderado	53	37,6%				
Malo	47	33,3%				
6 Semanas postoperatorias						
Resultado NCVA (n=133)						
	Total		M		H	
	n	%	n	%	n	%
Bueno	61	45,9%	30	46,2%	31	45,6%
Subóptimo	72	54,1%				
Moderado	45	33,8%	22	33,8%	23	33,8%
Malo	27	20,3%	13	20%	14	20,6%
Resultado PinAV (n=128)						
	Total		M		H	
	n	%	n	%	n	%
Bueno	94	73,4%	43	69,4%	51	77,3%
Subóptimo	34	26,6%	19	30,6%	15	22,7%
Moderado	17	13,3%	11	17,7%	6	13,6%
Malo	17	13,3%	8	12,9%	9	9,1%
		Mediana	Rango			
Equivalente esférico postoperatorio		-1,38 D	-9,62, +1,25			
Astigmatismo postoperatorio		-2 D	-0,5, -8,75			

BOOST, Better Operative Outcomes Software Tool; Resultado bueno, AV $\geq 6/18$; Resultado moderado, AV $< 6/18 \geq 6/60$, Resultado malo, AV $< 6/60$; PinAV, AV com estenopeico; PVA, presenting visual acuity; AV, agudeza visual. M, mujeres, H Hombres. D Dioptrías.

El resultado final fue bueno en 61 pacientes de los 133 que completaron el seguimiento (45,9%) y malo en el 20% (27/133), Con estenopecico, el resultado fue bueno en 74 ojos de los 133 pacientes (73%) y continuó malo en el 13%. El edema de córnea se asoció con el resultado BOOST ($p < 0.0001$) pero no con el resultado NCVA ($p = 0.581$).

5.7 Fase II de BOOST Cataract app

Las complicaciones quirúrgicas (rotura capsular y desinserción zonular) fueron las principales causas de obtener un resultado NCVA malo ($AV < 6/60$).

Tabla 16: Causas de los resultados subóptimos.

Resultado malo (n = 27) Fase II BOOST Cataract app		
	n	%
Selección	7	25.9%
Refracción	8	29.6%
Complicación	12	44.4%
Resultado moderado (n = 45)		
	n	%
Selección	4	8.9%
Refracción	36	80.0%
Complicación	5	11,1%

app, aplicación; BOOST, Better Operative Outcomes Software Tool;
 Resultado moderado $AV < 6/18 \geq 6/60$; resultado malo: $AV < 6/60$ AV:
 agudeza visual;

5.8 Rendimiento diagnóstico de BOOST Cataract app

De los 151 pacientes reclutados, 10 fueron excluidos por no cumplir con los criterios de inclusión. De los 141 restantes, se perdieron 8 pacientes.

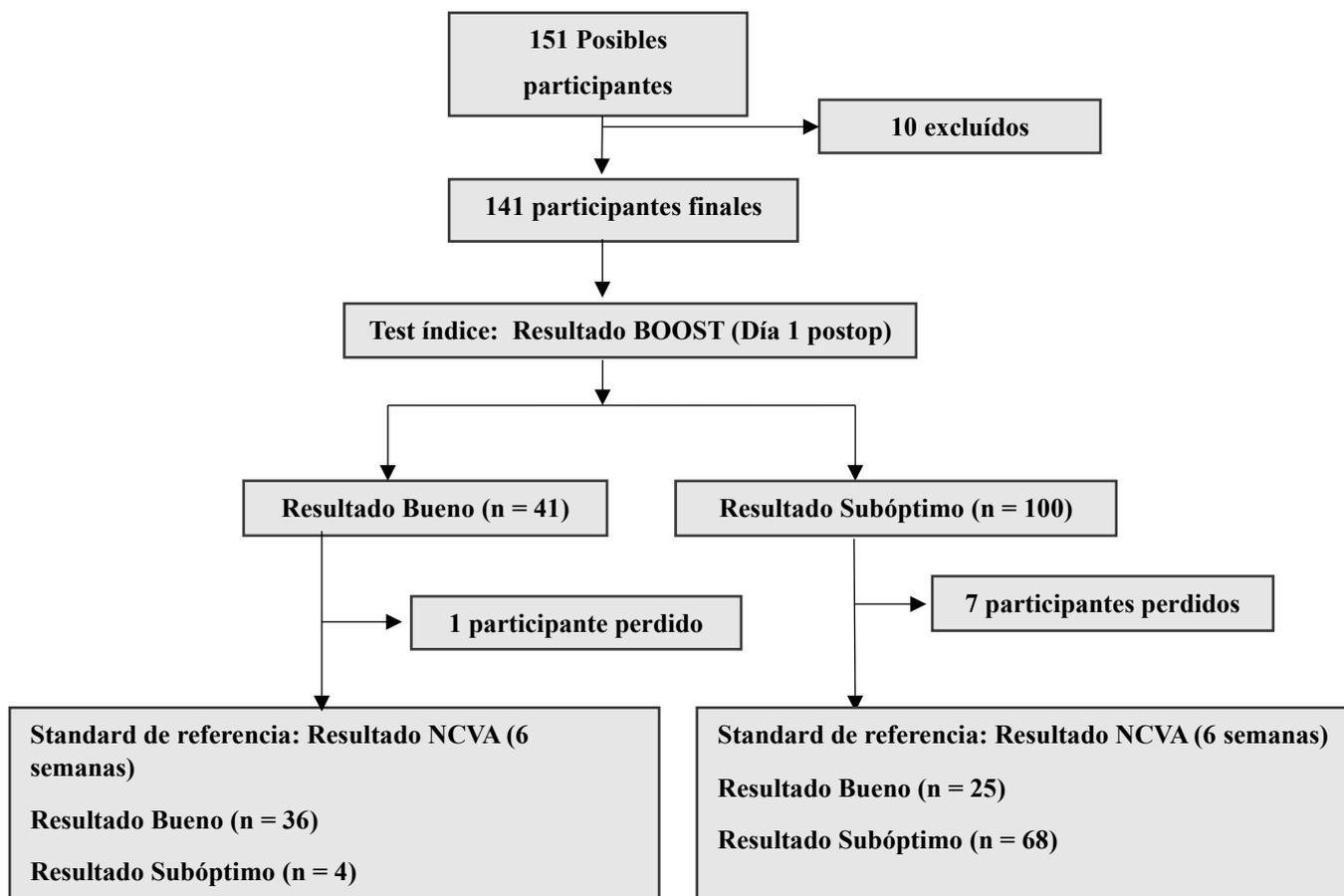


Figura 11: Diagrama de flujo del estudio

La sensibilidad de BOOST Cataract app para identificar de forma correcta el resultado subóptimo fue del 94%. La especificidad fue del 59%. El área bajo la curva fue de 0,825.

Tabla 17: Rendimiento diagnóstico de BOOST Cataract app

	Total	
	Valor	95% CI
Sensibilidad (%)	94.44%	86.38% - 98.47%
Especificidad (%)	59.02%	45.68% - 71.45%
Valor predictivo positivo (%)	73.12%	66.69% - 78.70%
Valor predictivo negativo (%)	90.00%	77.24% - 95.98%

BOOST Cataract app; Better Operative Outcomes Software Tool; CI, Intervalo de confianza

6. Resumen global de la discusión

6.1 Eficacia de la aplicación

6.2 Utilidad de la aplicación en Inhambane

6.3 Limitaciones de la aplicación

6.4 Resultados de la campaña quirúrgica en Inhambane

6.5 Limitaciones y fortalezas del estudio

Mediante esta tesis doctoral, se ha evaluado la eficacia de la aplicación BOOST Cataract app para valorar el resultado quirúrgico de la cirugía de la catarata en un momento precoz tras la intervención y se han estudiado los factores que determinan su eficacia.

A demás se ha realizado un estudio piloto en Inhambane, en el que se ha analizado la utilidad de la aplicación en una campaña quirúrgica realizada en la provincia, a la vez que se examinaban en profundidad los resultados quirúrgicos obtenidos en la misma.

6.1 Eficacia de la aplicación

La aplicación BOOST Cataract app fue creada para monitorizar el resultado quirúrgico de la cirugía de la catarata en países en los que no se dispone de recursos para programar un seguimiento postoperatorio más allá del día siguiente de la intervención. Se basa en el estudio PRECOG, que demostró una correlación entre la AV en el postoperatorio precoz y la AV a los 40 días o más tras la cirugía. (48)

A pesar de esa correlación, en nuestro primer estudio, realizado en una cohorte de pacientes en Barcelona, el éxito de BOOST Cataract app para anticipar correctamente el resultado final sólo fue del 65%. En los ojos que presentaban una córnea transparente en el día 1 postoperatorio, mejoró al 86,4%.

El análisis de regresión logística constató que los ojos con la córnea transparente en el postoperatorio precoz, independientemente del resultado (bueno, moderado o malo), eran identificados con éxito por la app hasta 12 veces más, que los ojos que presentaban edema de córnea en el día 1.

El edema de córnea postoperatorio es un signo de inflamación provocado por disfunción endotelial y se relaciona con la dureza de la catarata. Provoca una disminución drástica de la visión que, en la mayoría de las ocasiones, se recupera de forma espontánea sin dejar secuelas.

Este primer estudio demuestra que la inflamación postoperatoria y el edema corneal empeoran la capacidad predictiva de la aplicación.

El manual de usuario de BOOST Cataract app especifica que la AV se puede registrar entre el día 1 a 3 tras la cirugía. Sin embargo, la OMS recomienda evaluar la AV postoperatoria entre 6 y 8 semanas tras la intervención. Cuanto más cercana sea la medición de la AV a este período recomendado, más representativo será del resultado visual final, ya que, para entonces, será más probable que el edema de córnea haya remitido. (27)

Registrar la AV en el día 3 postoperatorio en vez de en el día 1, hubiera reducido la influencia del estado de la córnea en la capacidad predictiva de la aplicación, ya que el edema postoperatorio se habría resuelto

parcialmente en algunos pacientes. Pero en PBR, con barreras de acceso importantes, la AV del día 3 puede ser igual de inaccesible que la de las 6 semanas, por ello en el estudio realizado en Barcelona se decidió registrar la AV en el día 1 postoperatorio.

Para contrarrestar la influencia de la inflamación postoperatoria en la interpretación del resultado, los creadores de la aplicación proponen establecer unos límites más flexibles en comparación con los objetivos de la OMS, permitiendo hasta un 35 % de resultado moderado (en lugar de menos del 15 % recomendado por la OMS) y considerando aceptable un buen resultado global cuando se alcanza un 60% de resultado bueno (en vez del 80 % recomendado por la OMS). (*Tabla 5*). (56)

La aplicación BOOST Cataract app fue diseñada para países de baja renta, donde la cirugía mayoritaria es la MSICS. A pesar de ello, en la ficha técnica de la aplicación se contempla la posibilidad de registrar datos realizados con otras técnicas quirúrgicas (facoemulsificación y extracción extracapsular con suturas).

Nuestro primer estudio, se realizó en una cohorte de una población de renta alta. A pesar de seleccionar cataratas maduras, la mitad de los ojos no presentaban criterios para realizar MSICS en nuestro medio y se intervinieron mediante facoemulsificación. Ello permitió evaluar la eficacia de la aplicación para los dos tipos de cirugía mayoritarias en el mundo.

La aplicación mostró resultados similares entre las dos técnicas quirúrgicas. Este hallazgo respalda el uso de la aplicación para evaluar los resultados de la cirugía para los dos procedimientos en PBR y tiene interés porque, aunque la MSICS es la cirugía más extendida en PBR, la facoemulsificación es un procedimiento en expansión en países de baja renta. (59–61)

El segundo estudio evaluó los resultados de una campaña quirúrgica en Inhambane utilizando la aplicación, diseñada específicamente para esta población diana. El objetivo del estudio piloto fue evaluar la utilidad de la herramienta en la provincia, analizar su rendimiento para identificar resultados subóptimos (moderados y malos) y examinar los resultados quirúrgicos obtenidos durante la campaña.

Para evaluar el rendimiento de la aplicación, se optó por agrupar los resultados moderado y malo bajo la categoría de "resultado subóptimo". De este modo, se unificaron en una sola categoría los casos que representan una discapacidad visual moderada o peor, sobre los cuales es necesario centrar la atención para mejorar la calidad quirúrgica.

La sensibilidad de la aplicación BOOST fue del 94%. Demostrando una fiabilidad alta para identificar los ojos que terminarán con una discapacidad visual moderada o severa tras la cirugía ($AV < 6/18$).

La especificidad sólo fue del 59%. Mostrando una baja capacidad para identificar el resultado bueno en la campaña quirúrgica. La baja especificidad es consecuencia de registrar el resultado postoperatorio del día 1, cuando el edema de córnea todavía no se ha resuelto en la mayoría de los ojos intervenidos.

El valor predictivo negativo del 90% indica que los ojos con resultado bueno tenían una probabilidad elevada de continuar con resultado bueno a las 6 semanas en el estudio piloto. Este dato concuerda con el resultado obtenido en el estudio de Barcelona, en el que se constató que, los ojos que presentaban un resultado bueno en el día 1 eran categorizados 37 veces mejor por la aplicación que los ojos que presentaban un resultado moderado o malo. Por otro lado, el valor predictivo positivo del 70% muestra que los ojos que presentaron un resultado subóptimo tenían una probabilidad menor de continuar con dicho resultado al final del postoperatorio.

6.2 Utilidad de la aplicación en Inhambane

La fase I de la aplicación realiza su predicción basándose únicamente en la AV obtenida el día 1 postoperatorio y la presencia o ausencia de implante LIO. Esta simplicidad en la recopilación de datos representa uno de los principales puntos fuertes de la aplicación, pero a su vez constituye su principal limitación.

La sensibilidad de BOOST Cataract app fue del 94% en nuestro estudio piloto. En Inhambane, donde las historias clínicas no están informatizadas por la falta de recursos, el diseño básico de la herramienta facilitó la recogida de datos postoperatorios de una forma sistemática, permitiendo la identificación temprana de resultados quirúrgicos subóptimos

Esto, resulta especialmente útil en el contexto de las campañas quirúrgicas realizadas en los distritos de la provincia, donde el seguimiento postoperatorio no es llevado a cabo por los mismos cirujanos que realizan las intervenciones, y donde los recursos disponibles pueden variar significativamente entre campañas. Esta variabilidad puede afectar a los resultados quirúrgicos, por lo que identificar los resultados subóptimos de forma temprana es fundamental para implementar acciones correctivas oportunas.

La fase II se limita a recoger información de los pacientes que consultan entre 6 semanas y 3 meses tras la cirugía por un resultado malo. En Inhambane, el registro sistemático de estos datos permitió una identificación preliminar de las principales causas de los resultados malos, fundamental, para diseñar estrategias específicas de mejora.

6.3 Limitaciones de la aplicación

Con la implantación de la MSICS como cirugía de elección en PBR y la generalización del uso de biometría previa a la cirugía, los resultados quirúrgicos tienen a mejorar. Esta mejora en los resultados hace necesaria la evaluación de las causas de los resultados moderados que representan una discapacidad visual moderada para mejorar los resultados quirúrgicos. Pero la aplicación no contempla la recogida de las causas de resultado

moderado en la fase II. Sería recomendable que la aplicación ampliara la recogida de información a los ojos con estos resultados.

Recientemente se han revisado los criterios de calidad quirúrgica establecidos por la OMS hace más de 20 años. Se ha adoptado como límite para definir un resultado bueno un nivel de $AV \geq 6/12$, que representa una discapacidad visual leve, en vez de $AV \geq 6/18$ previo, que correspondía a una discapacidad visual moderada. (16)

Esta nueva clasificación aún no ha sido incorporada en la aplicación, que continúa utilizando los criterios clásicos de resultado quirúrgico.

6.4 Resultados de la campaña quirúrgica en Inhambane

En la cohorte de pacientes intervenidos en la provincia de Inhambane, el 60% de los ojos presentaban una AV preoperatoria de $< 3/60$. Considerando el estado visual de los pacientes, el 44% cumplían criterios de ceguera. A demás para el 77% de los pacientes se intervino el primer ojo. Estos datos, evidencian la falta de acceso a la salud ocular de la población de Inhambane en el momento actual.

El estudio mostró que el 45,9% de los ojos operados obtuvieron un buen resultado final, y hasta el 20% no consiguieron AV superiores a 6/60 una vez completado el tratamiento postoperatorio a las 6 semanas. Con estenopeico, 73,4% obtuvieron un resultado bueno y 13,3% un resultado malo. Estos resultados finales no alcanzan los estándares de calidad establecidos por la OMS. (Tabla 4)

En el RAAB realizado en la provincia en 2016, 42,9% de los pacientes mayores de 50 años a los que se les había realizado una cirugía de cataratas presentaban un resultado bueno, y hasta un 37,5% tenían visiones inferiores a 6/60. Con estenopeico, sólo el 55,4% tenían buen resultado y 34,8% presentaron un resultado malo. (62)

El RAAB de 2016 recoge información sobre las cirugías realizadas antes de 2016, cuando la MSICS todavía no era la cirugía de primera elección. Actualmente, la MSICS está implantada en la provincia y los resultados quirúrgicos parecen haber mejorado. Sin embargo, los RAAB recogen datos epidemiológicos de escala poblacional, mientras que el estudio realizado es de ámbito local en el hospital de Inhambane y sólo registró datos hasta 6 semanas después de la intervención. Por tanto, no ha recogido resultados y complicaciones tardías. Sería necesaria la realización de un nuevo RAAB para demostrar la mejora en los resultados quirúrgicos en la provincia.

La fase II de la aplicación BOOST, empleada sólo para los ojos con una $AV < 6/60$ a las 6 semanas de la cirugía, reveló que la primera causa de mal resultado en la campaña fue la complicación quirúrgica (44%). En Inhambane, al igual que en otras provincias del país, la catarata operable se define con una AV preoperatoria

$\leq 6/60$. (41) Las cataratas en estados avanzados tienen una tasa de complicaciones mayor, a pesar de que la técnica MSICS ha demostrado ser una técnica segura en PBR. (63,64)

Estos resultados, son comparables con otros resultados publicados sobre otras áreas del país. El RAAB realizado en la provincia de Sofala, registró resultados buenos en el 37,8% de los pacientes, que mejoraron al 45,9% considerando la AV con estenopecico (Pin VA). (41) Las principales causas de resultados malos ($VA < 6/60$) fueron los errores de selección (55.2%) y las complicaciones quirúrgicas (34.5%). El RAAB realizado en Nampula en 2018 recogió un 58.2% de resultados buenos y un 22.4% de resultados malos. Las principales causas de resultado inferior a 6/18 fueron el defecto refractivo residual (34%) y las complicaciones quirúrgicas (29%). El resultado con estenopecico (Pin VA) mejoró a 72.4% (bueno) y 16.3% (malo).(65)

En este estudio, 33,8% de los ojos operados obtuvieron un resultado moderado, la principal causa fue un error refractivo. El elevado porcentaje de resultado moderado parece indicar que en la provincia de Inhambane, como en otras regiones de PBR, es importante prestar atención a las causas del resultado moderado para mejorar la calidad. (41,66,67). La discapacidad visual debida a defecto residual alto postoperatorio podría reducirse asegurando un stock de LIO del rango de potencias necesarias y el uso de biometría antes de la cirugía.(45)

Aunque en nuestro estudio, se realizó biometría en el 84,4% de los ojos, y se implantó LIO en el 100%, el equivalente esférico medio fue mayor del obtenido en otros estudios, (27,68) La realización de las biometrías por personal poco formado o la falta de cooperación correcta de los pacientes por mala fijación pudo haber llevado a errores en la medida de la longitud axial y del cálculo de la LIO.

El 50% de los ojos intervenidos en nuestro estudio presentaron un astigmatismo contra la regla postoperatorio mayor a 3 dioptrías. Este resultado también fue peor que el obtenido por otros estudios.(69) La realización del túnel escleral superior en vez de temporal pudo haber originado un astigmatismo contra la regla y un resultado visual final peor. (43) Debido a un exceso de re-esterilizaciones, el material quirúrgico puede estar en malas condiciones, ello pudo llevar a la realización de túneles esclerales más superficiales de lo recomendado aumentando el astigmatismo postoperatorio inducido. (70)

6.5 Limitaciones y fortalezas del estudio

Este estudio presenta dos limitaciones importantes:

La primera es que el primer estudio se realizó en una cohorte de pacientes de Barcelona en vez de individuos pertenecientes a un PBR, población diana para la que se diseñó la aplicación.

Esto fue así porque debido a la pandemia del COVID y al cierre de fronteras no se pudo realizar el estudio en Mozambique hasta 2022. Se optó por realizar una primera evaluación de la aplicación en Barcelona. Para

asemejarse lo más posible a la población diana se seleccionaron cataratas maduras NC5 y NC6. Como contrapartida, se pudo evaluar el éxito de la aplicación para los dos tipos de cirugías mayoritarias en el mundo (facoemulsificación y MSICS), pero no se pudo evaluar el desempeño de la herramienta para las dos técnicas quirúrgicas en Inhambane, ya que el uso de la facoemulsificación no se ha implantado aún en la provincia.

La segunda limitación es que el estudio realizado en Inhambane tiene un tamaño de muestra reducido para proporcionar resultados fiables del rendimiento diagnóstico de BOOST Cataract app. Las dos cohortes de pacientes de los dos estudios eran demasiado dispares para unificarlas en una única muestra. Se prefirió analizarlas de forma independiente.

A pesar de tratarse de un estudio piloto, los valores de sensibilidad y especificidad obtenidos fueron suficientemente robustos para extraer conclusiones relevantes respecto al uso de la aplicación BOOST Cataract en la práctica clínica cotidiana en Inhambane. Estos hallazgos respaldan su aplicabilidad como herramienta válida para la evaluación postoperatoria de las cirugías de catarata en contextos con recursos limitados.

Desde el lanzamiento de BOOST Cataract en 2018, la aplicación ha sido utilizada en diversos países de ingresos bajos como instrumento de monitoreo de los resultados quirúrgicos. (57) No obstante, hasta la fecha no se había realizado una evaluación formal de su eficacia. En este sentido, el presente estudio constituye el primer análisis sistemático de la validez de la aplicación, lo que representa una contribución significativa en el ámbito de la salud ocular global.

Por otro lado, los datos sobre resultados quirúrgicos en la provincia de Inhambane son escasos y se limitan a la información facilitada por el RAAB de 2016. Este es el primer estudio que analiza las causas de los resultados subóptimos en la región de Inhambane en profundidad.

7. Conclusiones

1. La eficacia de la aplicación BOOST Cataract para categorizar correctamente el resultado final depende de la presencia de edema corneal en el postoperatorio precoz. No se han encontrado diferencias en el desempeño de la herramienta para los dos tipos de cirugía de catarata predominantes en el mundo (facoemulsificación y SMICS).
2. En el estudio piloto realizado en Inhambane, la aplicación mostró una alta sensibilidad (94%) para identificar ojos con discapacidad visual moderada o severa tras la cirugía. La baja especificidad (59%) limitó su capacidad para confiar en los resultados buenos, lo que vemos mejor con los valores predictivos: el alto valor predictivo negativo (90%) sugiere que los ojos con buen resultado inicial tienden a mantenerlo a las seis semanas, mientras que el valor predictivo positivo (70%, resultado de la baja especificidad) indica que los resultados subóptimos en el día 1 tienden a mejorar al completar el tratamiento.
3. La fase I de BOOST Cataract app facilita la recopilación sistemática de datos postoperatorios, lo cual resulta crucial en Inhambane, donde el seguimiento quirúrgico es limitado. La fase II, por su parte, simplifica la identificación de las principales causas de malos resultados en la provincia. Sería recomendable que la aplicación incorporara la capacidad de analizar las causas de los resultados moderados, lo que permitiría abordar de una forma más completa la mejora de la calidad quirúrgica en la provincia.
4. Los resultados quirúrgicos en Inhambane no alcanzan los estándares de calidad recomendados por la OMS. Las principales causas de los resultados subóptimos son la complicación quirúrgica (para el resultado malo) y el error de refracción (para el resultado moderado). Siendo ambas causas condicionadas por la falta de recursos disponibles en la provincia.

8. Líneas de futuro

Tras el estudio realizado, se ha implementado el uso rutinario de la aplicación BOOST Cataract app en la provincia. En un futuro, se pretende realizar un estudio con una cohorte de pacientes mayor, que permita conocer el rendimiento diagnóstico de la aplicación con unos intervalos de confianza más ajustados.

En marzo de 2025, cuando finalizaba la redacción de la presente tesis, se publicó CONSORT 2025 y una rápida lectura me ha permitido identificar algunos puntos para mejorar el análisis y la presentación de resultados, como por ejemplo, utilizar la metodología explicada en CONSORT surrogate para analizar la proporción de la información total obtenida a las 6 semanas que puede ser anticipada por una determinación intermedia, quizás al día o a la semana.

En el futuro, será interesante realizar un estudio siguiendo esta metodología, primero en Barcelona y luego, si disponemos de recursos en Inhambane. En este estudio futuro, sería relevante ampliar la recogida de ciertos datos que actualmente no son considerados por la aplicación BOOST Cataract, pero cuya importancia ha quedado evidenciada a partir de los resultados obtenidos en el presente trabajo. En particular, variables como el edema corneal en el día 1 postoperatorio durante la fase I, así como las causas específicas de los resultados visuales moderados en la fase II. Si los resultados obtenidos, incorporando estos datos, evidenciaran una mejora en la fiabilidad, se podría diseñar una nueva aplicación más precisa para anticipar los resultados manteniendo la simplicidad en la recolección de información clínica, necesaria en entornos de PBR.

Así mismo, sería conveniente que el uso de la aplicación se generalizara a otras provincias de Mozambique que presentan los mismos problemas de seguimiento postoperatorio en la práctica clínica diaria. Para ello, este estudio se presentará en el primer congreso nacional de oftalmología que tendrá lugar en Maputo en 2026 coincidiendo con el día Mundial de la visión.

Los RAAB son las únicas fuentes de información sobre resultados quirúrgicos en Mozambique. Pese a que se recomienda realizar un RAAB cada 10 años para definir estrategias de mejora e intervenciones orientadas a disminuir la ceguera y la discapacidad visual, la inversión en desarrollo para los PBR está decayendo debido a la situación geopolítica actual. Hasta la fecha sólo se han realizado cuatro estudios RAAB en Mozambique: dos en Nanpula (en 2011 y 2018), uno en Sofala en 2012 y uno en Inhambane en 2016.

Con el uso regular de la aplicación BOOST Cataract app para recoger resultados quirúrgicos se podría realizar un estudio que evaluara cómo los resultados obtenidos en los RAAB se correlacionan con los obtenidos con la aplicación en un periodo de tiempo concreto, de esta forma, se podrían definir estrategias y diseñar intervenciones específicas sin tener que esperar a los resultados de los estudios de prevalencia.

9. Referencias bibliográficas

1. Ferris FL, Bailey I. Standardizing the measurement of visual acuity for clinical research studies: Guidelines from the Eye Care Technology Forum. *Ophthalmology* [Internet]. 1996 Jan 1 [cited 2024 Oct 19];103(1):181–2. Available from: <https://europepmc.org/article/med/8628551>
2. Holladay JT. Visual acuity measurements. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2004 Feb [cited 2024 Oct 19];30(2):287–90. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15030802/>
3. Tsou BC, Bressler NM. Visual Acuity Reporting in Clinical Research Publications. *JAMA Ophthalmol* [Internet]. 2017 Jun 1 [cited 2024 Oct 19];135(6):651. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5847078/>
4. Patel H, Congdon N, Strauss G, Lansingh C. A need for standardization in visual acuity measurement. *Arq Bras Oftalmol* [Internet]. 2017 [cited 2024 Oct 5];80(5):332–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29160549/>
5. Kniestedt C, Stamper RL. Visual acuity and its measurement. *Ophthalmol Clin North Am* [Internet]. 2003 [cited 2024 Oct 5];16(2):155–70. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12809155/>
6. Elliott DB. The good (logMAR), the bad (Snellen) and the ugly (BCVA, number of letters read) of visual acuity measurement. *Ophthalmic Physiol Opt* [Internet]. 2016 Jul 1 [cited 2024 Oct 20];36(4):355–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27350181/>
7. for the Prevention of Blindness WHOP, Deafness. Consultation on development of standards for characterization of vision loss and visual functioning : Geneva, 4-5 September 2003. World Health Organization; 2003. p. WHO/PBL/03.91.
8. Cai JM, Ye Y, Liang P, Zhang T, Zheng JH, Wang J, et al. Frequency of presenting visual acuity and visual impairment in Chinese college students. *Int J Ophthalmol* [Internet]. 2020 Dec 18 [cited 2024 Oct 5];13(12):1990–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33344201/>
9. Naidoo KS, Wallace DB, Holden BA, Minto H, Faal HB, Dube P. The challenge of uncorrected refractive error: Driving the agenda of the Durban Declaration on refractive error and service development. *Clin Exp Optom*. 2010 May;93(3):131–6.
10. Organization WH. State of the world's sight : VISION 2020 : the Right to Sight : 1999-2005. World Health Organization; 2005. p. 110 p.

11. Ellwein LB, Kupfer C. Strategic issues in preventing cataract blindness in developing countries. *Bull World Health Organ*. 1995;73(5):681–90.
12. Bourne RRA, Steinmetz JD, Flaxman S, Briant PS, Taylor HR, Resnikoff S, et al. Trends in prevalence of blindness and distance and near vision impairment over 30 years: An analysis for the Global Burden of Disease Study. *Lancet Glob Health* [Internet]. 2021 Feb 1 [cited 2023 Jun 10];9(2):e130–43. Available from: <http://www.thelancet.com/article/S2214109X20304253/fulltext>
13. Harwood RH, Foss AJE, Osborn F, Gregson RM, Zaman A, Masud T. Falls and health status in elderly women following first eye cataract surgery: a randomised controlled trial. *Br J Ophthalmol* [Internet]. 2005 Jan [cited 2024 Oct 22];89(1):53–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15615747/>
14. Ehrlich JR, Ramke J, Macleod D, Burn H, Lee CN, Zhang JH, et al. Association between vision impairment and mortality: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Glob Health* [Internet]. 2021 Apr 1 [cited 2024 Oct 22];9(4):e418–30. Available from: <http://www.thelancet.com/article/S2214109X20305490/fulltext>
15. Kuper H, Polack S, Mathenge W, Eusebio C, Wadud Z, Rashid M, et al. Does cataract surgery alleviate poverty? Evidence from a multi-centre intervention study conducted in Kenya, the Philippines and Bangladesh. *PLoS One* [Internet]. 2010 [cited 2024 Oct 22];5(11). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21085697/>
16. Burton MJ, Ramke J, Marques AP, Bourne RRA, Congdon N, Jones I, et al. The Lancet Global Health Commission on Global Eye Health: vision beyond 2020. *Lancet Glob Health* [Internet]. 2021 Apr 1 [cited 2023 Jul 5];9(4):e489–551. Available from: <http://www.thelancet.com/article/S2214109X20304885/fulltext>
17. Reddy PA, Congdon N, MacKenzie G, Gogate P, Wen Q, Jan C, et al. Effect of providing near glasses on productivity among rural Indian tea workers with presbyopia (PROSPER): a randomised trial. *Lancet Glob Health* [Internet]. 2018 Sep 1 [cited 2024 Oct 22];6(9):e1019–27. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30049615/>
18. Universal eye health: a global action plan 2014–2019 [Internet]. [cited 2024 Nov 3]. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/universal-eye-health-a-global-action-plan-2014-2019>
19. 2030 In Sight - The International Agency for the Prevention of Blindness [Internet]. [cited 2024 Nov 3]. Available from: <https://www.iapb.org/about/2030-in-sight/>
20. Mactaggart I, Limburg H, Bastawrous A, Burton MJ, Kuper H. Rapid Assessment of Avoidable Blindness: looking back, looking forward. *Br J Ophthalmol* [Internet]. 2019 Nov 1 [cited 2024 Jan 7];103(11):1549–52. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31266777/>

21. Mactaggart I, Limburg H, Bastawrous A, Burton MJ, Kuper H. Rapid Assessment of Avoidable Blindness: looking back, looking forward. *Br J Ophthalmol* [Internet]. 2019 Nov 1 [cited 2024 Mar 3];103(11):1549. Available from: [/pmc/articles/PMC6855783/](#)
22. Bourne RRA, Flaxman SR, Braithwaite T, Cicinelli M V., Das A, Jonas JB, et al. Magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Glob Health*. 2017;5(9):e888–97.
23. Bourne RRA, Steinmetz JD, Saylan M, Mersha AM, Weldemariam AH, Wondmeneh TG, et al. Causes of blindness and vision impairment in 2020 and trends over 30 years, and prevalence of avoidable blindness in relation to VISION 2020: the Right to Sight: an analysis for the Global Burden of Disease Study. *Lancet Glob Health* [Internet]. 2021 Feb 1 [cited 2023 Feb 1];9(2):e144–60. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33275949/>
24. Michael R, Bron AJ. The ageing lens and cataract: a model of normal and pathological ageing. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* [Internet]. 2011 Apr 27 [cited 2024 Oct 28];366(1568):1278. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3061107/>
25. Chylack LT, Wolfe JK, Singer DM, Leske MC, Bullimore MA, Bailey IL, et al. The Lens Opacities Classification System III. The Longitudinal Study of Cataract Study Group. *Arch Ophthalmol* [Internet]. 1993 [cited 2024 Nov 3];111(6):831–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8512486/>
26. Riaz Y, de Silva SR, Evans JR. Manual small incision cataract surgery (MSICS) with posterior chamber intraocular lens versus phacoemulsification with posterior chamber intraocular lens for age-related cataract. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 2013 Oct 10 [cited 2024 Oct 22];2013(10). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24114262/>
27. Pattanayak S, Sankar Patra SH, Nanda AK, Subudhi P. Stabilization of refraction and timing of spectacle prescription following manual small-incision cataract surgery. *Indian J Ophthalmol* [Internet]. 2022 Nov 1 [cited 2024 Feb 26];70(11):3938. Available from: [/pmc/articles/PMC9907244/](#)
28. Pathak M, Odayappan A, Nath M, Raman R, Bhandari S, Nachiappan S. Comparison of the outcomes of phacoemulsification and manual small-incision cataract surgery in posterior polar cataract - A retrospective study. *Indian J Ophthalmol* [Internet]. 2022 Nov 1 [cited 2023 Apr 5];70(11):3977–81. Available from: https://journals.lww.com/ijo/Fulltext/2022/11000/Comparison_of_the_outcomes_of_phacoemulsificati.on.56.aspx
29. Ruit S, Gurlung R, Vyas S. The role of small incision suture-less cataract surgery in the developed world. *Curr Opin Ophthalmol*. 2018;29(1):105–9.

30. Khandekar RB, Jain BK, Sudhan AK, Pandey KP. Visual Acuity at 6 Weeks after Small Incision Cataract Surgery and Role of Audit in Predicting Visual Acuity. <https://doi.org/10.1177/112067211002000214> [Internet]. 2018 Jan 24 [cited 2023 Oct 24];20(2):345–52. Available from: https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/112067211002000214?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&rfr_dat=cr_pub++0pubmed
31. Limburg H, Ramke J. Cataract indicators: their development and use over the last 30 years. *Community Eye Health* [Internet]. 2017 [cited 2023 Oct 24];30(100):82. Available from: </pmc/articles/PMC5820632/>
32. Keel S, Müller A, Block S, Bourne R, Burton MJ, Chatterji S, et al. Keeping an eye on eye care: monitoring progress towards effective coverage. *Lancet Glob Health* [Internet]. 2021 Oct 1 [cited 2024 Oct 7];9(10):e1460–4. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34237266/>
33. Yoshizaki M, Ramke J, Zhang JH, Aghaji A, Furtado JM, Burn H, et al. How can we improve the quality of cataract services for all? A global scoping review. *Clin Exp Ophthalmol* [Internet]. 2021 Sep 1 [cited 2024 Oct 21];49(7):672–85. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34291550/>
34. Informal Consultation on Analysis of Blindness Prevention Outcomes, Geneva, 16-18 February 1998 [Internet]. [cited 2023 Apr 5]. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/67843>
35. Mahmud I, Kelley T, Stowell C, Haripriya A, Boman A, Kessler I, et al. A proposed minimum standard set of outcome measures for cataract surgery. *JAMA Ophthalmol*. 2015;133(11):1247–52.
36. Taylor HR. Global blindness: The progress we are making and still need to make. *Asia-Pacific Journal of Ophthalmology* [Internet]. 2019 [cited 2024 Jun 2];8(6):424–8. Available from: https://journals.lww.com/apjoo/fulltext/2019/12000/global_blindness__the_progress_we_are_making_and.3.aspx
37. McCormick I, Butcher R, Evans JR, Mactaggart IZ, Limburg H, Jolley E, et al. Effective cataract surgical coverage in adults aged 50 years and older: estimates from population-based surveys in 55 countries. *Lancet Glob Health*. 2022 Dec 1;10(12):e1744–53.
38. Bizuneh ZY, Gessesse GW, Anbesse DH. Barriers to Cataract Surgery Utilization Among Cataract Patients Attending Surgical Outreach Sites in Ethiopia: A Dual Center Study. *Clin Optom (Auckl)* [Internet]. 2021 [cited 2024 Oct 21];13:263–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34512065/>
39. Mbwogge M, Ebong Nkumbe H, Acknowledgments Alumni Relations S. Exploring the Reasons for Low Cataract Surgery Uptake Among Patients Detected in a Community Outreach Program in Cameroon: Focused Ethnographic Mixed Methods Study. *JMIRx Med* [Internet]. 2022 Jun 9 [cited 2024 Oct 21];3(2):e35044. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10414320/>

40. Khanna RC, Rathi VM, Guizie E, Singh G, Nishant K, Sandhu S, et al. Factors associated with visual outcomes after cataract surgery: A cross-sectional or retrospective study in Liberia. *PLoS One* [Internet]. 2020 May 1 [cited 2024 Oct 22];15(5). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32421741/>
41. Roba AA, Chagunda M, Machissa TS. Blindness above and below the poverty line: Reflections from Sofala, Mozambique. *J Public Health Afr.* 2020;11(1):1–5.
42. Gogate PM, Kulkarni SR, Krishnaiah S, Deshpande RD, Joshi SA, Palimkar A, et al. Safety and efficacy of phacoemulsification compared with manual small-incision cataract surgery by a randomized controlled clinical trial: Six-week results. *Ophthalmology* [Internet]. 2005 May [cited 2021 Apr 21];112(5):869–74. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15878068/>
43. Pattanayak S, Mathur S, Nanda AK, Subudhi BNR. Postoperative astigmatic considerations in manual small-incision cataract surgery - A review. *Indian J Ophthalmol.* 2022 Nov 1;70(11):3785–90.
44. Briesen S, Roberts H, Lewallen S. The importance of biometry to cataract outcomes in a surgical unit in Africa. *Ophthalmic Epidemiol.* 2010;17(4):196–202.
45. McGuinness MB, Moo E, Varga B, Dodson S, Charles Lansingh V, Resnikoff S, et al. The Better Operative Outcomes Software Tool (BOOST) Prospective Study: Improving the Quality of Cataract Surgery Outcomes in Low-Resource Settings. *Ophthalmic Epidemiol* [Internet]. 2024 [cited 2024 Jul 1]; Available from: <https://www.tandfonline.com/action/journalInformation?journalCode=iope20>
46. Meyer J, Vellara H, Bhikoo R, Sefo L, Lolokabaira S, Murray N, et al. Improved Refractive Outcomes of Small-Incision Extracapsular Cataract Surgery after Implementation of a Biometry Training Course. *Middle East Afr J Ophthalmol* [Internet]. 2019 Jan 1 [cited 2024 Oct 22];26(1):17. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6507380/>
47. Yorston D, Gichuhi S, Wood M, Foster A. Does prospective monitoring improve cataract surgery outcomes in Africa? *Br J Ophthalmol* [Internet]. 2002 [cited 2023 Oct 24];86(5):543. Available from: </pmc/articles/PMC1771115/>
48. Congdon N, Yan X, Lansingh V, Sisay A, Müller A, Chan V, et al. Assessment of cataract surgical outcomes in settings where follow-up is poor: PRECOG, a multicentre observational study. 2013 [cited 2023 Oct 30]; Available from: www.thelancet.com/lancetgh
49. Briesen S, Roberts H. The challenge of follow-up visits after cataract surgery in the developing world. *Clin Exp Ophthalmol* [Internet]. 2012 Mar [cited 2024 Feb 4];40(2):119–20. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22417181/>

50. Home | Human Development Reports [Internet]. [cited 2025 May 23]. Available from: <https://hdr.undp.org/>
51. Esperanza de vida al nacer, total (años) | Data [Internet]. [cited 2025 May 23]. Available from: https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.DYN.LE00.IN?utm_source=chatgpt.com
52. GDP per capita (current US\$) - Mozambique | Data [Internet]. [cited 2025 Jan 26]. Available from: <https://data.worldbank.org/indicador/NY.GDP.PCAP.CD?contextual=aggregate&locations=MZ>
53. Mozambique, Inhambane (2016) | RAAB [Internet]. [cited 2024 Feb 26]. Available from: <https://www.raab.world/survey/mozambique-inhambane-2016>
54. Jiang Y, Foster PJ. Quality assessment of cataract surgery in regions with low follow-up rates. *Lancet Glob Health* [Internet]. 2013 Sep [cited 2023 May 8];1(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25103587/>
55. Briesen S, Ng EY, Roberts H. Validity of first post-operative day automated refraction following dense cataract extraction. *Clin Exp Optom*. 2011;94(2):187–92.
56. Congdon N, Dodson S, Chan VF, Mathenge W, Moo E. Improving the practice of cataract surgical outcome measurement. *Community Eye Health* [Internet]. 2019 Feb 1 [cited 2023 Apr 5];31(104):91. Available from: </pmc/articles/PMC6390515/>
57. Fortané M, Bensaid P, Resnikoff S, Seini K, Landreau N, Paugam JM, et al. Outcomes of cataract surgery performed by non-physician cataract surgeons in remote North Cameroon. *Br J Ophthalmol* [Internet]. 2019 Aug 1 [cited 2023 Oct 30];103(8):1042–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30291137/>
58. Congdon N, Suburaman GB, Ravilla T, Varga B, Resnikoff S, McLeod J, et al. Transforming research results into useful tools for global health: BOOST. *Lancet Glob Health*. 2016;4(2):e96.
59. Hennig A, Singh S, Winter I, Yorston D. Can phaco be a cost-effective solution to cataract blindness? Costs and outcomes in Nepal. *Eye (Lond)* [Internet]. 2010 [cited 2025 Feb 5];24(6):1104. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19927165/>
60. Agarwal A, Kumar DA. Cost-effectiveness of cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol* [Internet]. 2011 Jan [cited 2025 Feb 5];22(1):15–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21088579/>
61. 20 S, Nachiappan S. Comparison of the outcomes of phacoemulsification and manual small-incision cataract surgery in posterior polar cataract - A retrospective study. *Indian J Ophthalmol* [Internet]. 2022 Nov 1 [cited 2025 Feb 5];70(11):3977–81. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36308139/>
62. Rapid Assessment of Avoidable Blindness Report of findings from Mozambique, Inhambane (2016) Principal Investigator Anselmo Vilanculos.

63. Venkatesh R, Tan CSH, Kumar TT, Ravindran RD. Safety and efficacy of manual small incision cataract surgery for phacolytic glaucoma. *British Journal of Ophthalmology* [Internet]. 2007 Mar 1 [cited 2024 Feb 26];91(3):279–81. Available from: <https://bjo.bmj.com/content/91/3/279>
64. Venkatesh R, Tan CSH, Singh GP, Veena K, Krishnan KT, Ravindran RD. Safety and efficacy of manual small incision cataract surgery for brunescant and black cataracts. *Eye* 2009 23:5 [Internet]. 2008 Jun 20 [cited 2024 Feb 26];23(5):1155–7. Available from: <https://www.nature.com/articles/eye2008190>
65. Jolley E, Cumaio M, Vilanculos A, Hassane I, Kimani K, Ogundimu K, et al. Changes in Eye Health and Service Coverage in Nampula, Mozambique between. *Changes in Eye Health and Service Coverage* [Internet]. 2022 [cited 2023 Oct 16];29(1):91–9. Available from: <https://www.tandfonline.com/action/journalInformation?journalCode=iope20>
66. Ilechie AA, Boadi-Kusi BS, Ndudiri O V, Ofori EA. Evaluation of Post-Operative Visual Outcomes of Cataract Surgery in Ghana. *International Journal of Health Research* [Internet]. 2012 [cited 2024 Mar 4];5(1):35–42. Available from: <https://www.ajol.info/index.php/ijhr/article/view/88801>
67. Barbosa Sengo D, João Saravila P, Sanuel Chivinde S, Mavota Mate L, Fumo Faquihe M, Moragues R, et al. Assessment of cataract surgery outcomes in Nampula (Mozambique): visual acuity, visual function and quality of life. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology* [Internet]. 2023 [cited 2024 Mar 4];261:1597–608. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00417-022-05964-4>
68. Bernhisel A, Pettay J. Manual small incision cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol* [Internet]. 2020 Jan 1 [cited 2024 Feb 26];31(1):74–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31770166/>
69. Thakre UD, Nikose AS, Momin A. Estimation of surgically induced astigmatism after small-incision cataract surgery done by junior residents. *Indian J Ophthalmol* [Internet]. 2023 Mar 1 [cited 2024 Feb 26];71(3):751–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36872671/>
70. Pattanayak S, Nanda AK, Swain AK. Effect of depth of the sclerocorneal incision on postoperative corneal astigmatism in manual small-incision cataract surgery. *Indian J Ophthalmol* [Internet]. 2022 May 1 [cited 2024 Feb 26];70(5):1612–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35502037/>

10. Anexos

10.1 Aprobación CEIC Hospital Universitario de Bellvitge

10.2 Aprobación CEIC Ministerio de Salud de Mozambique

10.3 Autorización Fundación Ulls del Món

10.4 e-Health Project 2022 Universitat Oberta Catalunya

10.1 Aprobación CEIC Hospital Universitari Bellvitge



INFORME DEL COMITÉ DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN SOBRE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN BIOMÉDICA

El Dr. Enric Sospedra Martínez, Secretario del Comité de Ética de la Investigación del Hospital Universitari de Bellvitge,

CERTIFICA

Que el Comité de Ética de la Investigación del Hospital Universitari de Bellvitge, en su reunión de fecha 12/03/2020 (Acta 05/20), tras examinar toda la documentación presentada sobre el proyecto de investigación con nuestra ref. **PR009/20 (CSI 20/01)**, titulado:

"EFICACIA DE LA APLICACION BOOST PARA PREDECIR LA CALIDAD VISUAL EN LA CIRUGÍA DE CATARATA"

Documentos con versiones:

Protocolo	Versión 2, 13 de Febrero 2020
-----------	-------------------------------

Presentado por la Dra. Mónica Lecumberri López del Servicio de Oftalmología del Hospital General de l'Hospitalet - Consorci Sanitari Integral (CSI), como promotora e investigadora principal, ha acordado emitir INFORME FAVORABLE al mencionado proyecto.

Que la composición actual del Comité de Ética de la Investigación es la siguiente:

Presidente	Dr. Francesc Esteve Urbano	Médico - Medicina Intensiva
Vicepresidenta	Dra. Pilar Hereu Boher	Médico - Farmacología Clínica
Secretario	Dr. Enric Sospedra Martínez	Farmacéutico - Farmacia Hospitalaria
Vocales:	Dr. Jordi Adamuz Tomás	Enfermero - Enfermería
	Dra. Concepción Cañete Ramos	Médico - Neumología
	Dr. Enric Condom Mundo	Médico - Anatomía Patológica
	Sra. Consol Felip Farrás	Miembro Laico - Docencia
	Dr. José Luis Ferreiro Gutiérrez	Médico - Cardiología
	Dra. Ana María Ferrer Artola	Farmacéutica - miembro sanitario
	Dr. Xavier Fulladosa Oliveras	Médico - Nefrología
	Dra. Margarita García Martín	Médico - Oncología Médica
	Dr. Carles Lladó i Carbonell	Médico - Urología
	Dr. Josep Manel Llop Talaveron	Farmacéutico - Farmacia Hospitalaria
	Sra. Sonia López Ortega	Graduado Social - Atención a la Ciudadanía
	Dr. Sergio Morchón Ramos	Médico - Medicina Preventiva
	Dr. Joan Josep Queralt Jiménez	Jurista

Dra. Gemma Rodríguez Palomar	Farmacéutica – Atención Primaria
Dra. Nuria Sala Serra	Bióloga - miembro no sanitario
Dr. Petru Cristian Simon	Médico - Farmacología Clínica
Dra. Laura Villagrasa Álvarez	Derecho – DPD

Que este Comité cumple la legislación española vigente para este tipo de proyectos, así como las normas ICH y las Normas de Buena Práctica Clínica.

Que en dicha reunión del Comité de Ética de la Investigación se cumplió el quórum preceptivo legalmente.

Lo que firmo en L'Hospitalet de Llobregat, a 12 de marzo de 2020

**SOSPEDRA
MARTINEZ
ENRIQUE -
36986426B**

Signat digitalment per
SOSPEDRA MARTINEZ
ENRIQUE - 36986426B
DN: c=ES,
serialNumber=IDCES-3698
6426B,
givenName=ENRIQUE,
sn=SOSPEDRA MARTINEZ,
cn=SOSPEDRA MARTINEZ
ENRIQUE - 36986426B
Data: 2020.03.30 09:29:12
+02'00'

Fdo. Dr. Enric Sospedra Martínez
Secretario del CEIm

10.2 Aprobación CEIC Ministerio de Salud Mozambique



República de Moçambique
MINISTÉRIO DA SAÚDE
Gabinete do Ministro

Exmo. Senhor
Vasco Inovais Cote
Representante/Coordenador da Fundação Olho do Mundo
Maputo

Nota n.º 2269 /GMS/027.K/023

Assunto: Solicitação de Autorização Administrativa Para a Pesquisa de: Teste de Qualidade Cirúrgica de Catarata Mediante o Aplicativo Better Operative Software Outcomes Tool (BOOTS Cataract App) em uma Campanha Cirúrgica na Província de de Inhambane

Exmo. Senhor

Incumbe-me Sua Excelência Ministro da Saúde Dr. Armindo Tiago, de acusar e agradecer a recepção da nota datada de 17 de Agosto de 2023, na qual solicitam autorização de um estudo intitulado de "Teste de qualidade cirúrgica de catarata mediante o aplicativo better operative software outcomes Tool (BOOTS Cataract App) em uma campanha cirúrgica na Província de Inhambane."

Neste âmbito, vimos por meio desta informar o despacho de Sua Excelência Ministro da Saúde cujo teor é o seguinte:

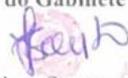
"Autorizo"

Assinado: Armindo Tiago
(18/09/2023)

Sem mais do momento, subscrevo-me com elevada estima e consideração

Maputo, 21 de Setembro de 2023

A Chefe do Gabinete


Fátima Souto

10.3 Autorización Fundación Ulls del Món



Ojos del mundo · Eyes of the world · Les yeux du monde · Olhos do mundo · Munduko begiak · عيون العالم

ANNA BARBA I GIRÓ con DNI número 36529563-C, como representante legal de la entidad **FUNDACIÓ PRIVADA ULLS DEL MÓN**, domiciliada en la calle Tamarit 144-146, entresuelo 2º, 08015 de Barcelona, con número de identificación fiscal G62627450;

AUTORIZO

A la Dra. **MÓNICA LECUMBERRI LÓPEZ**, con DNI número 44009223-B a utilizar los datos del estudio de evaluación de la aplicación BOOST Cataract, realizado en la provincia de Inhambane (Mozambique) entre los meses de abril y junio del 2022, para la realización de su tesis doctoral titulada **Eficacia de la aplicación BOOST Cataract para predecir la calidad quirúrgica de la cirugía de la catarata** y otras publicaciones derivadas.

Dichos datos se recogieron siguiendo un proceso de anonimización y se respetaron todos los principios éticos de la declaración de Helsinki.

Y para que así conste, firmo este certificado en Barcelona, a 28 de junio de 2022.

Anna Barba i Giró
Directora



10.4 e-Health project 2022 Universitat Oberta de Catalunya



Universitat Oberta
de Catalunya

uoc.edu

Marta Aymerich Martínez, Vicerectora de Planificación Estratégica e Investigación de la Universitat Oberta de Catalunya y presidenta ejecutiva del eHealth Center

CERTIFICA

que **Monica Lecumberri Lopez** con DNI **44009223B** fue la ganadora de la ayuda económica para el año 2022 que ofrece el eHC en el marco de la convocatoria “eHC Project: de la idea al proyecto” para los Estudios de Ciencias de la Salud de la UOC con el proyecto “**Evaluación e implementación de la aplicación BOOST Cataract**”. Esta ayuda sirve para desarrollar el proyecto durante un año con el asesoramiento técnico en investigación por parte de un/a experto/a y una cantidad monetaria de 3.000€ para llevar a cabo los trabajos de investigación.

Barcelona, a 30 de enero de 2023

Marta Aymerich, MD, MPH, PhD

eHealth
Center



Universitat
Oberta
de Catalunya

