



## SECCIÓN CIENCIAS BIOMÉDICAS

Artículo original de investigación

# Facoemulsificación combinada con trabeculectomía gonioasistida modificada en pacientes con catarata y glaucoma

Francisco Yunier Fumero González <sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0002-5300-2216>

Liamet Fernández Argones <sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-8155-5475>

Yanay Ramos Pereira <sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0003-0258-3521>

Elizabeth B. Cuétara Lugo <sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-6634-4576>

Yantsy Pérez Rangel <sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-3159-2059>

Mario Jesús Pérez Benítez <sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0003-1037-8508>

Ibrain Piloto Díaz <sup>1</sup> <https://orcid.org/0000.0002-2616-3436>

<sup>1</sup> Instituto cubano de Oftalmología Ramón Pando Ferrer. La Habana, Cuba

\* Autor para la correspondencia: [ffumerog@gmail.com](mailto:ffumerog@gmail.com)

### RESUMEN

#### Editor

Lisset González Navarro  
Academia de Ciencias de Cuba.  
La Habana, Cuba

#### Traductor

Darwin A. Arduengo García  
Academia de Ciencias de Cuba.  
La Habana, Cuba

**Introducción:** La catarata y el glaucoma constituyen las primeras causas de ceguera en Cuba y el mundo. En este escenario muchos pacientes necesitan una cirugía combinada para tratar ambas entidades y lograr la recuperación visual. **Objetivo:** Determinar la recuperación visual, la predictibilidad y la estabilidad refractiva postoperatorias de la facoemulsificación combinada con la trabeculectomía gonioasistida modificada en el tratamiento de pacientes con catarata y glaucoma primario de ángulo abierto. **Métodos:** Estudio experimental de intervención de 51 ojos operados de manera aleatoria mediante facoemulsificación combinada con trabeculectomía gonioasistida modificada y 52 ojos con facoemulsificación combinada con trabeculectomía. Se estudiaron desde enero del 2017 a diciembre del 2019 en el Instituto Cubano de Oftalmología. Se evaluó la agudeza visual, la predictibilidad y el estado refractivo en el preoperatorio, al mes, a los 3 meses y a los 24 meses de postoperatorios. **Resultados:** La técnica propuesta mostró, al mes de la cirugía, agudeza visual sin corrección ( $0,8 \pm 0,2$ ), error predictivo ( $0,17 \pm 1,06$ ) D y astigmatismo inducido ( $0,70 \pm 1,00$ ) D superiores respecto a la facoemulsificación combinada con trabeculectomía ( $p = 0,001$ ;  $p = 0,004$  y  $p = 0,023$ ). **Conclusiones:** La técnica quirúrgica propuesta permite la recuperación visual con predictibilidad y estabilidad refractiva desde el mes posterior a la cirugía durante los primeros 24 meses postoperatorios.

**Palabras clave:** glaucoma; catarata; cirugía combinada

# Combined phacoemulsification with modified gonio-assisted trabeculectomy in patient with cataract and glaucoma

## ABSTRACT

**Introduction:** Cataract and glaucoma are the leading causes of blindness in Cuba and around the world. In this scenery many patients require combined surgery to treat both conditions and achieve visual recovery. **Objective:** To determine the postoperative visual recovery, predictability, and refractive stability of phacoemulsification combined with modified gonioassisted trabeculectomy in the treatment of patients with cataract and primary open-angle glaucoma. **Methods:** Experimental intervention study where 51 eyes were randomly operated with phacoemulsification combined with modified gonioassisted trabeculectomy and 52 eyes with phacoemulsification combined with trabeculectomy. They were studied from January 2017 to December 2019 at the Instituto Cubano de Oftalmología. The visual acuity and refractive status were evaluated in the preoperative period, at one month, three months and 24 months postoperatively. **Results:** The proposed technique showed, one month after surgery, uncorrected visual acuity ( $0.8 \pm 0.2$ ), predictive error ( $0.17 \pm 1.06$  D) and induced astigmatism ( $0.70 \pm 1.00$  D), superior to phacoemulsification combined with trabeculectomy ( $p=0.001$ ;  $p=0.004$  and  $p=0.023$ ). **Conclusions:** The proposed surgical technique allows visual recovery with predictability and refractive stability from one month after surgery during the first 24 months postoperatively.

**Keywords:** glaucoma; cataract; combined surgery

## INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud y la encuesta nacional cubana sobre ceguera y discapacidad visual en el adulto mayor, reportan que la catarata es la primera causa de ceguera. El glaucoma constituye la segunda, pero la pérdida visual causada por esta enfermedad es irreversible. <sup>(1,2,3)</sup> La catarata afecta al 47,8 % de la población mundial, cifra que aumentará en los próximos años. <sup>(4)</sup> De igual manera el número de pacientes con glaucoma se incrementará un 74 % para el 2040. Ambas tendencias se atribuyen al aumento de la esperanza de vida de la población. <sup>(5)</sup>

En Cuba esta situación alcanza una dimensión particular. La población supera los 11 000 000 de habitantes y la esperanza de vida al nacer los 75 años. <sup>(5,6)</sup> En estas condiciones, un número creciente de pacientes con catarata y glaucoma requiere remoción del cristalino y cirugía filtrante. La facoemulsificación combinada con trabeculectomía de abordaje externo (FACO-TBT) es el estándar actual. Sus principales desventajas se relacionan con el incremento de complicaciones quirúrgicas tales como las infecciones, la fibrosis de la ampolla de filtración, los escapes de humor acuoso a través de la conjuntiva (signo de Seidel positivo), inflamación intraocular y la menor precisión del resultado refractivo. <sup>(7,8)</sup>

La combinación de la facoemulsificación con alternativas quirúrgicas mínimamente invasivas para el glaucoma (MIGS, minimally invasive glaucoma surgery), ofrece la posibilidad de disminuir los valores de presión intraocular (PIO) modificando los parámetros biométricos postoperatorios menos que la trabeculectomía convencional. <sup>(9,10,11)</sup> Estos procedimientos minimizan las complicaciones relacionadas con la ampolla de filtración y preservan la conjuntiva para cirugías filtrantes futuras. En la actualidad constituyen un foco de interés y se replantea el uso de la cirugía combinada en pacientes con glaucoma en estadio leve y moderado. <sup>(12)</sup>

El término MIGS se reserva para las cirugías de abordaje interno. Estas técnicas se apoyan en una goníolente para visualizar el ángulo iridocorneal, en el cual se puede colocar o no, un dispositivo biocompatible. <sup>(10,12)</sup> El objetivo es conectar la cámara anterior con el sistema de drenaje vía canal de Schlemm (trabecular), supracoroidea o subconjuntival. <sup>(13,14,15)</sup> Dentro de las MIGS vía trabecular se encuentran las que utilizan dispositivos angulares (el iStent® (Glaukos Corp., CA, EE.UU.) y el Hydrus® (Ivantis Inc., CA, EE.UU.) y las que incluyen variantes de trabeculotomía, que disminuyen la resistencia al flujo del humor acuoso por escisión de la malla tra-

becular y la pared interna del canal de Schlemm. Entre estas alternativas se encuentran: gonioassisted transluminal trabeculotomy (GATT), Kahook dual blade (KDB) y trabectome® (NeoMedix Inc. CA, EE.UU.). (16,17,18) Estas logran reducir la PIO entre un 20 % y 30 %, pero el costo de los dispositivos es elevado, lo que limita la generalización de su uso. (10,11,12,13)

En Cuba la experiencia con el empleo de la cirugía MIGS es limitada. Se reporta, como único antecedente, la facoemulsificación combinada con implante de dispositivos XEN-45 y EX-PRESS, mediante la técnica de Hoffman, realizada con colaboración foránea, en el año 2017. (14) En correspondencia con la necesidad de contar con una técnica MIGS para el tratamiento de pacientes con glaucoma, se introduce una variante de trabeculectomía de abordaje interno, en el Instituto Cubano de Oftalmología Ramón Pando Ferrer, en el año 2017. Se utiliza cuchillete y pinzas endoculares calibre 23 G o 25 G para realizar una incisión de 30° en la malla trabecular en el sector circular comprendido entre las horas 4 y 5. Esto permite reseca un bloque de tejido que incluye las porciones uveales, corneoescleral y yuxtacanalicular de la malla trabecular y lograr la apertura del canal de Schlemm a la cámara anterior. Esta técnica se nombra trabeculectomía gonioasistida modificada y se puede combinar con facoemulsificación (FACO-TGM). (15) Entre los años 2018 y 2023 se publican los primeros resultados que evidencian la reducción de la PIO y del número de colirios hipotensores, con mínimas complicaciones quirúrgicas, al año de seguimiento. (15,16,17)

La presente investigación tiene como objetivo determinar la recuperación visual, predictibilidad y estabilidad refractiva postoperatorias de la facoemulsificación combinada con la trabeculectomía gonioasistida modificada, en el tratamiento de pacientes con catarata y glaucoma primario de ángulo abierto.

## MÉTODOS

Se presentó un estudio experimental de intervención en pacientes con diagnóstico de catarata y glaucoma primario de ángulo abierto que asistieron al Departamento de Glaucoma del Instituto cubano de Oftalmología Ramón Pando Ferrer entre enero de 2017 y diciembre de 2019. Se incluyeron pacientes mayores de 40 años de nacionalidad cubana, con diagnóstico de catarata NO4 o menor según clasificación LOCS III, glaucoma primario de ángulo abierto en estadio leve o moderado (menor de S3, según Glaucoma Staging System 2 (GSS2) y cifras de presión intraocular entre (21-35) mm Hg; así como la voluntariedad expresada mediante la firma del acta de consentimiento informado. (18,19) Se excluyeron los pacientes con antecedentes de cirugía ocular previa; con condiciones oculares como ojo único o aquellas que dificulten la realización del procedimiento, como las degeneraciones y distrofias corneales, nanofalmo, uveítis, entre otras.

Se excluyeron también los pacientes con condiciones sistémicas como el embarazo, las enfermedades autoinmunes, las discrasias sanguíneas u otras que favorezcan al fallo de la cirugía filtrante. Se consideraron como criterios de salida de pacientes del estudio: la ocurrencia de complicaciones transoperatorias en la cirugía de catarata (por limitar la continuación del procedimiento quirúrgico para el glaucoma) y la ausencia a 2 o más consultas de seguimiento; por pérdida de datos relevantes para la consecución de los objetivos trazados.

La muestra inicial se compuso por 105 ojos de 105 pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión; los cuales se distribuyeron de manera aleatoria simple en 2 grupos mediante el sistema automatizado de la institución. Hubo 2 salidas (un paciente de cada grupo) por complicaciones transoperatorias durante la cirugía de catarata que impidieron culminar la cirugía filtrante del glaucoma, de manera que la muestra final se constituyó por 103 ojos de 103 pacientes (51 ojos del grupo FACO-TGM y 52 ojos del grupo FACO-TBT).

Todas las cirugías se realizaron por un único cirujano (FYFG) y las evaluaciones clínicas se efectuaron por 2 oftalmólogos de la institución con más de 10 años de experiencia en el tratamiento médico y quirúrgico en ambas enfermedades. Se consideró el ojo afectado como unidad de análisis.

Los procedimientos para el diagnóstico de la catarata y del glaucoma primario de ángulo abierto; así como la evaluación preoperatoria y el seguimiento postoperatorio se realizaron de acuerdo con el protocolo de la institución y las guías del Consejo Internacional de Oftalmología (ICO) para el glaucoma. (20,21) Para el diagnóstico de la catarata se constató la pérdida de la transparencia del cristalino y se detallaron sus características a través de la biomicroscopía del segmento anterior en lámpara de hendidura. (18) Para el diagnóstico de glaucoma primario de ángulo abierto se evaluó: el ángulo mediante el examen en lámpara de hendidura, la PIO (tonometría de aplanación de Goldman) y los defectos campimétricos típicos. (20,22) El estadiamiento del glaucoma se realizó mediante el GSS2. (19)

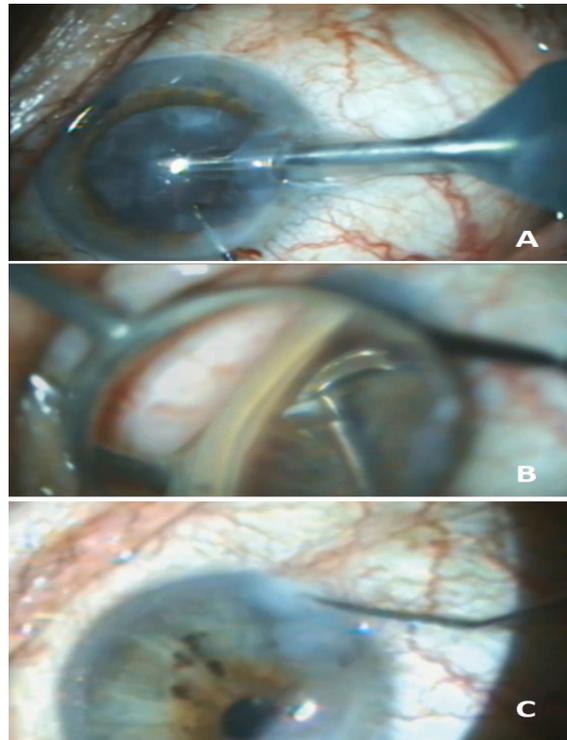
En el momento preoperatorio la muestra se caracterizó por varios parámetros. La agudeza visual sin corrección óptica (AVSC) y la agudeza visual mejor corregida (AVMC); ambas se midieron usando una cartilla de Snellen. El equivalente esférico (EE) se consideró como la suma algebraica de la esfera y la mitad del cilindro de la refracción y se expresó en dioptrías (D). El número de colirios hipotensores fue un dato recogido a partir de la historia clínica. El espesor corneal central ( $\mu\text{m}$ ), la densidad endotelial (células/ $\text{mm}^2$ ), la queratometría (D), la profundidad de cámara anterior (mm), el grosor del cristalino (mm) y la longitud axial (mm) se determinaron con el IOLMaster 700. El defecto medio (dB) y la varianza de la pérdida (dB) del campo visual con el Octopus 101.

La evaluación de la recuperación visual postoperatoria se efectuó mediante el estudio de la agudeza visual sin y con corrección óptica respecto a los valores preoperatorios. El índice de efectividad expresó la relación entre la AVMC preoperatoria y la AVSC postoperatoria. El astigmatismo inducido se calculó como la diferencia de cilindro queratométrico preoperatorio menos el postoperatorio. La predictibilidad y el error predictivo se evaluó según la diferencia del equivalente esférico postoperatorio observado menos el estimado en el preoperatorio; mientras que la estabilidad refractiva se consideró como la variación del equivalente esférico durante el seguimiento postoperatorio.

### Procedimientos quirúrgicos

Todas las intervenciones quirúrgicas se realizaron de forma ambulatoria, según lo pautado en la institución para estos casos. <sup>(20,21)</sup> El día de la intervención, antes de entrar a la sala quirúrgica, se indicó a todos los pacientes las medidas de asepsia y antisepsia y en el salón, esto fue garantizado por enfermería. Se instiló el colirio anestésico lidocaína 1 % en la superficie ocular, se colocó el blefarostato de Barraquer y se aplicó yodo povidona al 5 % en el fondo del saco conjuntival. Tras 5 min de espera la zona se lavó de forma profusa con solución salina balanceada y se instiló colirio anestésico una vez más.

En los pacientes del grupo FACO-TGM se comenzó con la cirugía de cataratas mediante la técnica de facoemulsificación (Reevolution Optikon, Italia). Se utilizó energía ultrasónica (15 %), 350 mm Hg de vacío y 28 cm<sup>3</sup>/min de flujo a través de una incisión corneal principal de 2,8 mm de ancho en posición temporal (hora 10 en ojo derecho; y hora 2 en ojo izquierdo). Después se aspiraron los restos corticales con técnica bimanual a través de las paracentesis auxiliares (3 y 9) h. Este paso permitió la inyección de material viscoelástico (hialuronato de sodio 1,4 %, Hialuron TM Contacare Ophthalmics & Diagnostics, India) para la implantación del lente intraocular (Ocuflex, CareGroup, India) y administración intracameral de 0,02 mg/mL de pilocarpina (figura 1A). Una vez terminada la cirugía de catarata se procedió a la visualización del ángulo iridocorneal mediante gonioprisma Swan-Jacob (Ocular Instruments, Bellevue, WA), lo que facilitó la resección de tejido trabecular (porción uveal, corneoesceral y yuxtacanalicular) con dimensiones de 30° (hora 4 a 5) con tijera curva y pinza 23 G endocular (figura 1B), en este paso se realizó un abordaje interno a través de las mismas incisiones de la cirugía de catarata, al concluir esta fase; se procedió a la aspiración del material viscoelástico de la cámara anterior y su reemplazo por solución salina balanceada y aire. Para finalizar se hidratan las paracentesis corneales con solución salina 0,9 %. (figura 1C).



**Fig. 1.** Pasos quirúrgicos de la FACO-TGM. A) remoción de la catarata mediante facoemulsificación; B) resección del tejido trabecular con pinzas endoculares a través de abordaje interno; C) cierre del globo ocular mediante hidratación de paracentesis

En el grupo de pacientes FACO-TBT, acorde a lo descrito por diferentes autores, se comenzó la técnica quirúrgica, con la disección del colgajo conjuntival de base limbo con tijera Westcott desde las 11 h a las 13 h, cauterización de los vasos sangrantes, delimitación del colgajo escleral superficial base limbo de 4 mm x 4 mm y 2/3 del grosor escleral y colocación de mitomicina C al 0,2 %, por 3 min. <sup>(20,21)</sup> Se realizó la cirugía de catarata como se describió para el grupo FACO-TGM. Luego se retomó la cirugía del glaucoma con la demarcación y resección del bloque córneo-trabéculo-escleral mediante abordaje externo con dimensiones de 3 mm x 2 mm con cuchilletas y tijera de Vannas y la realización de una iridectomía periférica con esta última. Se cerró el colgajo escleral superficial y la conjuntiva con puntos de sutura absorbible vicryl 8-0 al concluir la TBT, se aspiró el material viscoelástico y se hidrataron las paracentesis corneales con solución salina 0,9 %.

En el postoperatorio se prescribieron los colirios fosfato de prednisolona 0,5 % y ciprofloxacino 0,3 % una gota 4 veces al día, hasta las 6 semanas. En el caso de FACO-TBT, se indicó además colirio de atropina 1 % colirio una gota cada 12 h por 7 días. Las consultas de seguimiento postoperatorio se realizaron a las 24 h, una semana, un mes, 3 meses, 12 meses y 24 meses. En aquellos donde se presentó alguna complicación quirúrgica se utilizó el protocolo institucional de tratamiento de seguimiento. <sup>(20,21)</sup>

### Análisis estadístico

Como medidas de resumen para variables cualitativas se emplearon frecuencias absolutas y relativas, mientras que, para variables cuantitativas, se emplearon la media y la desviación estándar. El análisis estadístico de los datos se realizó en una interfaz de trabajo de R Studio versión 1.4.1717 con el programa estadístico R versión 3.6.3 de 2020-02-29 y Python versión 3.8. En caso de que las variables no tuvieran una distribución normal, se utilizó la prueba de Wilcoxon para comparación de medias y ji al cuadrado de homogeneidad para identificar diferencias en variables cualitativas. En ambas pruebas se utilizó un nivel de significación de  $p = 0,05$ . Los valores de  $p$  menores que 0,001 se expresaron en su notación científica ( $10^{-n}$ ).

### Aspectos éticos

La investigación se realizó según los principios establecidos en séptima revisión de la Declaración de Helsinki, de 2013. <sup>(23)</sup> Fue discutida y aprobada por el Departamento de Glaucoma, el Comité de Ética Médica y el Consejo Científico del Instituto cubano de Oftalmología Ramón Pando Ferrer. Todos los procedimientos se realizaron acorde a los protocolos de la institución para los pacientes con glaucoma primario de ángulo abierto y catarata. <sup>(20,21)</sup>

## RESULTADOS

El análisis de las características demográficas mostró una edad promedio de 67 años para ambos grupos ( $p = 0,880$ ) y diferencias no significativas en cuanto al sexo ( $p = 0,201$ ) y el color de la piel ( $p = 0,940$ ). La tabla 1 muestra las características oculares preoperatorias de la muestra. Los valores de agudeza visual sin y con corrección fueron inferiores de modo significativo en el grupo FACO-TGM. Sin embargo, las diferencias consistieron en solo 1 línea de la cartilla de Snellen. El resto de las variables fueron similares en ambos grupos.

El promedio de la agudeza visual sin corrección se incrementó de manera significativa en el postoperatorio de ambos grupos. La FACO-TGM partió de valores de agudeza visual sin corrección menores en el preoperatorio; sin embargo, mostró mejores resultados que la FACO-TBT desde el primer mes hasta los 24 meses postoperatorios (tabla 2). Referente a la agudeza visual mejor corregida, hubo un incremento significativo al mes respecto al preoperatorio, tanto en el grupo FACO-TGM ( $p = 1,5 \times 10^{-9}$ , prueba de Wilcoxon) como en el grupo FACO-TBT ( $p = 1,3 \times 10^{-7}$ ; prueba de Wilcoxon). Los valores que se obtuvieron fueron similares entre las 2 técnicas quirúrgicas ( $p = 1,000$ ) y este comportamiento se mantuvo a los 3 meses y 24 meses. No obstante, hubo 2 pacientes en el grupo FACO-TGM y 3 en el grupo FACO-TBT con fibrosis de la cápsula posterior, que requirieron tratamiento láser (capsulotomía) a los 3 meses (tabla 2).

El índice de efectividad mostró diferencias significativas entre los grupos tratados con FACO-TGM vs, FACO-TBT. Al mes y 3 meses postoperatorio en índice no varió en cada grupo, pero demostró la superioridad de la FACO-TGM (2,0 vs. 1,4;  $p = 0,001$ , prueba de Wilcoxon). A los 24 meses disminuyó en ambos grupos, pero se mantuvo la superioridad antes descrita (1,7 vs 1,3;  $p = 0,003$ , prueba de Wilcoxon). Se destaca que ningún paciente presentó disminución de la agudeza visual en el postoperatorio respecto al preoperatorio.

La evaluación del estado refractivo postoperatorio, del cual EE observado es indicativo, de ambos grupos evidencia que los valores promedios de astigmatismo inducido resultaron menores de manera significativa en el grupo FACO-TGM al mes y a los 3 meses. Sin embargo, a los 24 meses fueron similares para ambos grupos. En este sentido, el grupo FACO-TGM mostró estabilidad desde el primer mes postoperatorio ( $p = 0,425$ ; prueba de Wilcoxon); mientras hubo variabilidad significativa entre los valores de astigmatismo postoperatorio en el grupo FACO-TBT ( $p = 0,002$ ; prueba de Wilcoxon) (tabla 2).

El equivalente esférico estimado por las fórmulas para el cálculo del lente intraocular a implantar fue similar en la FACO-TGM y en la FACO-TBT. Sin embargo, el promedio del

**Tabla 1.** Características oculares preoperatorias según grupos de estudio

Características oculares preoperatorias	FACO-TGM (n = 51)	FACO-TBT (n = 52)	p
	Media ± DE	Media ± DE	
AVSC	0,2 ± 0,2	0,3 ± 0,2	0,011
AVMC	0,4 ± 0,2	0,5 ± 0,2	0,040
EE preoperatorio (D)	1,78 ± 1,75	2,22 ± 2,24	0,271
PIO (mm Hg)	25 ± 2	25 ± 3	1,000
Número de colirios	3,02 ± 0,67	3,02 ± 0,72	1,000
Espesor corneal central (µm)	518 ± 30	526 ± 82	0,519
Densidad endotelial (cel/ mm <sup>2</sup> )	2174 ± 270	2244 ± 289	0,205
Queratometría (D)	43,9 ± 1,7	43,6 ± 1,6	0,542
Profundidad cámara anterior (mm)	2,98 ± 0,61	2,83 ± 0,59	0,212
Grosor cristalino (mm)	3,69 ± 1,09	3,88 ± 0,87	0,336
Longitud axial (mm)	23,51 ± 1,83	23,36 ± 1,52	0,657
Defecto medio (dB)	7,14 ± 2,5	6,70 ± 2,2	0,431
Varianza de la pérdida (dB)	19,10 ± 5,8	15,31 ± 6,3	0,138

Leyenda: FACO- TGM, facoemulsificación combinada con trabeculectomía gonioasistida modificada; FACO-TBT, facoemulsificación combinada con trabeculectomía; DE, desviación estándar; AVSC, agudeza visual sin corrección; AVMC, agudeza visual mejor corregida; EE, equivalente esférico; PIO, presión intraocular; cel, células; p, prueba de Wilcoxon

equivalente esférico observado en el postoperatorio mostró diferencias significativas entre los grupos tanto al primer mes como a los 3 meses y 24 meses. Se destaca como el grupo FACO-TGM presentó estabilidad refractiva desde el primer mes postoperatorio; mientras el grupo FACO-TBT mostró variabilidad entre el mes y los 3 meses; a partir de lo cual se estabilizó hasta los 24 meses postoperatorios (ver tabla 2).

Respecto al error predictivo el grupo FACO-TGM mostró valores promedios con tendencia a la hipermetropía (dioptrías positivas), con estabilidad desde el primer mes postoperatorio y hasta los 24 meses. En cambio, el grupo FACO-TBT evidenció tendencia hacia la miopía (dioptrías negativas), cuyos valores disminuyeron de manera significativa entre el mes y los 3 meses ( $p = 0,002$ , prueba de Wilcoxon); a partir de lo cual se estabilizó ( $p = 0,201$ , prueba de Wilcoxon). Las diferencias del error predictivo entre los grupos fueron significativas durante todo el seguimiento (tabla 2 y figura 2)

La evaluación según los rangos de error predictivo absoluto confirmó que la mayoría de los ojos alcanzaron valores más cercanos al estimado en el grupo FACO-TGM (más del 35 % de los ojos por debajo de 0,25 D) durante todo el seguimiento postoperatorio. En el grupo FACO-TBT,

el mayor por ciento (40) mostró valores de 1 D o más de diferencia con respecto al estimado, desde el primer mes postoperatorio. Estas diferencias entre los grupos fueron significativas (figura 3).

## DISCUSIÓN

La recuperación de la agudeza visual tras la facoemulsificación se demuestra en varias investigaciones. <sup>(24,25,26,27,28)</sup> De acuerdo a los resultados del presente estudio la FACO-TGM logra la recuperación visual postoperatoria sin corrección de los pacientes superior a la FACO-TBT convencional, mientras que con corrección óptica los valores son similares. En el estudio HORIZON, ensayo prospectivo multicéntrico y aleatorizado de referencia, que incluyó 369 pacientes de varios hospitales de Estados Unidos, reveló que no existen diferencias en cuanto a recuperación visual entre la facoemulsificación aislada, la facoemulsificación combinada con MIGS vía trabecular o solo cirugía MIGS. <sup>(29)</sup> Otros autores confirman estos hallazgos. <sup>(30,31)</sup> La superioridad de la agudeza visual sin corrección que logra la FACO-TGM sobre la FACO-TBT se justifica en el concepto de cirugía mínimamente invasiva.

**Tabla 2.** Agudeza visual y resultados refractivos postoperatorios en ambos grupos de estudio

Características refractivas		FACO-TGM (n = 51) Media ± DE	FACO-TBT (n = 52) Media ± DE	p
AVSC	1 mes	0,8 ± 0,2	0,7 ± 0,2	0,012
	3 meses	0,8 ± 0,1	0,7 ± 0,1	0,001
	24 meses	0,7 ± 0,2	0,6 ± 0,1	0,020
AVMC	1 mes	0,9 ± 0,1	0,9 ± 0,1	1,000
	3 meses	0,9 ± 0,1	0,9 ± 0,1	1,000
	24 meses	1,0 ± 0,0	1,0 ± 0,0	1,000
Astigmatismo inducido (D)	1mes	0,70 ± 1,00	1,13 ± 0,90	0,023
	3 meses	0,53 ± 1,14	1,80 ± 1,20	0,002
	24 meses	0,58 ± 0,51	0,73 ± 0,57	0,160
EE estimado (D)		-0,41 ± 0,50	-0,34 ± 0,20	0,476
EE observado (D)	1mes	-0,25 ± 1,11	-1,27 ± 1,33	0,002
	3 meses	-0,21 ± 0,95	-1,07 ± 2,01	0,001
	24 meses	-0,20 ± 0,89	-1,03 ± 1,82	0,001
Error predictivo (D)	1mes	0,17 ± 1,06	-0,93 ± 1,42	0,004
	3 meses	0,20 ± 0,99	-0,74 ± 1,82	0,002
	24 meses	0,22 ± 0,95	-0,69 ± 1,78	0,003
Error predictivo absoluto (D)	1mes	0,95 ± 0,79	1,56 ± 1,10	0,001
	3 meses	0,79 ± 0,63	1,19 ± 1,07	0,023
	24 meses	0,71 ± 0,60	1,16 ± 1,08	0,010

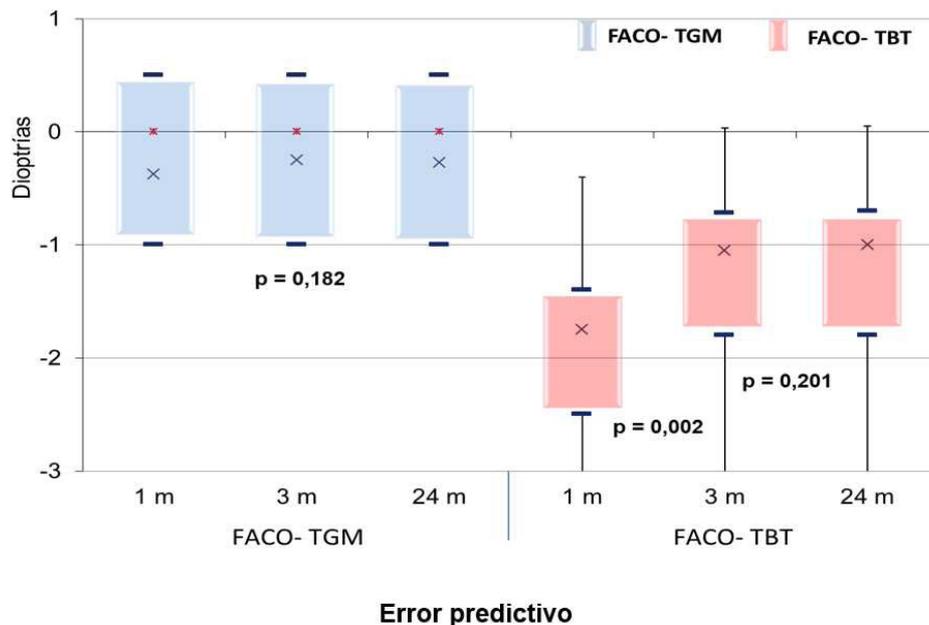
Leyenda: FACO-TGM, facoemulsificación combinada con trabeculectomía gonioasistida modificada; FACO-TBT, facoemulsificación combinada con trabeculectomía; AVSC, agudeza visual sin corrección; AVMC, agudeza visual mejor corregida; EE, equivalente esférico; D, dioptrías; p, prueba de Wilcoxon.

En cuanto al respeto de la arquitectura ocular y el favorecimiento del estado refractivo postoperatorio, la FACO-TGM, al utilizar las mismas incisiones corneales de la facoemulsificación para realizar la trabeculectomía gonioasistida mediante abordaje interno, minimiza las alteraciones del equivalente esférico por la técnica convencional. La influencia del glaucoma sobre la AVSC y AVMC se descarta ya que este parámetro no se afecta en los estadios leve y moderado.<sup>(22)</sup>

El presente estudio revela que la FACO-TGM induce astigmatismo corneal menor de 0,75 D, el cual se mantiene estable desde el primer mes, hasta los 24 meses postoperatorios. En cambio, la FACO-TBT induce valores mayores a 1 D y muestra variabilidad hasta los 24 meses postoperatorios. Este hallazgo concuerda con otros autores que afirman que la facoemulsificación combinada con MIGS induce astigma-

tismo ligero. Sieck y cols. reportan que no hay diferencias en la queratometría entre los pacientes con o sin trabeculectomía con abordaje interno y determinan que esta cirugía no constituye un factor de riesgo para generar astigmatismo mayor de una dioptría.<sup>(32)</sup>

Scott y cols. publican un estudio retrospectivo en el que observan cambios no significativos entre el astigmatismo pre y postoperatorio en pacientes operados de facoemulsificación combinada con iStent al comparar con pacientes operados solo de facoemulsificación.<sup>(33)</sup> Sato Tanito y cols. analizan el comportamiento del astigmatismo inducido en 80 pacientes a los que se les realizan 4 técnicas quirúrgicas distintas.<sup>(13)</sup> Estas incluyen a la trabeculectomía convencional, al EX-PRESS, la trabeculectomía a través de abordaje externo y una variante de trabeculectomía mediante abordaje



**Fig. 2.** Estabilidad refractiva postoperatoria en ambos grupos de estudio. FACO-TGM, facoemulsificación combinada con trabeculectomía gonio-asistida modificada; FACO-TBT, facoemulsificación combinada con trabeculectomía; D, dioptrías; m, meses; p: prueba de Wilcoxon

interno con Microhook. Esta última demuestra ser la técnica que menor astigmatismo induce.

Referente a la FACO-TBT no queda claro cuáles son las causas del astigmatismo. Se proponen hipótesis sobre el efecto de las suturas, la cauterización, los masajes a la ampolla de filtración en el postoperatorio, se sugiere que estos factores puedan enlentecer la recuperación refractiva en este grupo. <sup>(34)</sup> Algunos estudios plantean un aumento del astigmatismo a favor de la regla de hasta 2,5 D. Estos cambios suelen ser reversibles, aunque pueden prolongarse con el uso de antimetabolitos. <sup>(13,34)</sup>

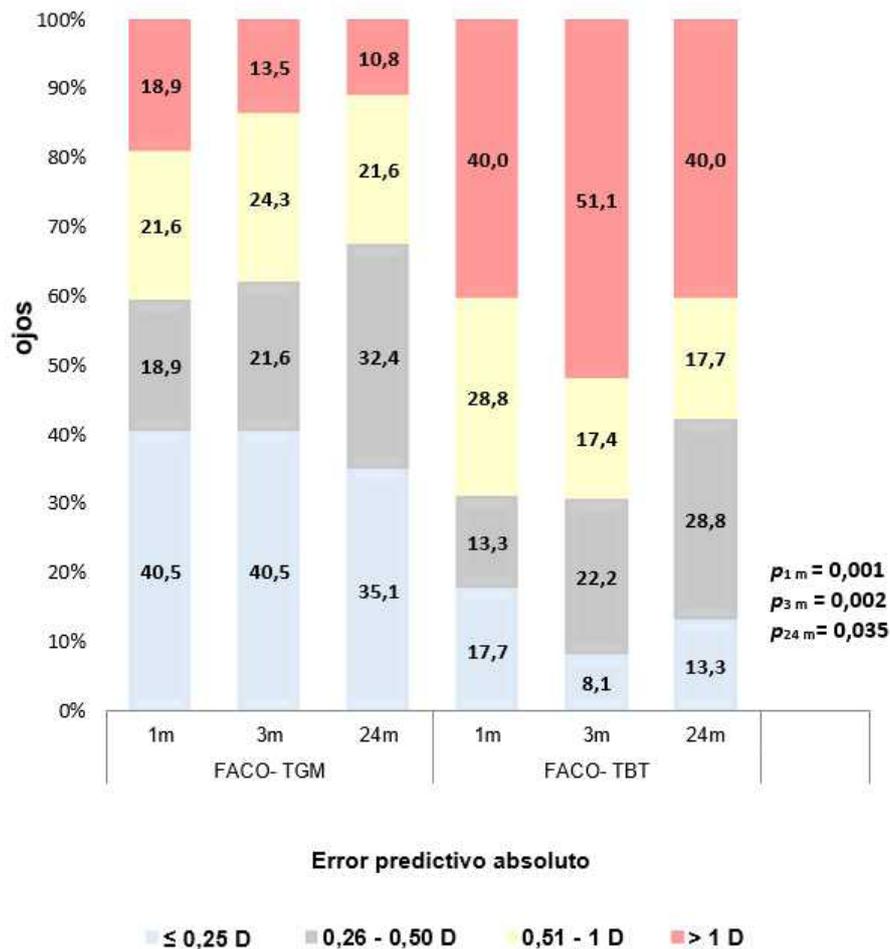
En cuanto a la predictibilidad, el presente estudio revela que los resultados de la FACO-TGM son más exactos y cercanos al valor estimado por las fórmulas de cálculo del lente a implantar, que en la FACO-TBT. El resultado refractivo alcanza estabilidad al mes postoperatorio; mientras en la FACO-TBT se requieren 3 meses. Este hallazgo justifica la calidad de la agudeza visual sin corrección en la FACO-TGM.

En cuanto a la predictibilidad en la presente investigación el error predictivo absoluto para 0,25 D resultó inferior al 95 % que reportan Hernández y cols. en Cuba, que empleó redes neuronales para el cálculo del lente intraocular y al 72,7 % que reporta el estudio EUREQUO con facoemulsificación aislada (0,5 y 1 D). <sup>(35,36,37)</sup> El análisis para un rango de 0,5 D y más resulta superior al que reportan Sieck y cols. al comparar la FACO-KDB con la facoemulsificación aislada. <sup>(32)</sup> Estos muestran

un error predictivo mayor a 0,5 D en el 26,3 % de los pacientes del grupo de FACO-KDB y en el 36,2 % de los pacientes del grupo de facoemulsificación.

El presente estudio confirma la tendencia a la miopía (dioptrías negativas de equivalente esférico postoperatorio) de la FACO-TBT. Es probable que dicho cambio ocurra como consecuencia de la formación de una ampolla de filtración, lo que produce un mayor flujo de humor acuoso hacia el espacio subconjuntival con los consecuentes cambios biométricos de longitud axial y de profundidad de la cámara anterior al desplazar el complejo iridolenticular hacia una posición más anterior, generan un error miópico. Francis y cols. corroboran que las modificaciones biométricas como la disminución de la cámara anterior después de la TBT provocan este tipo de cambio miópico. <sup>(8)</sup>

El diseño de la FACO-TGM podría prevenir cambios significativos en la biometría ocular. Como la técnica no depende de una ampolla de filtración, genera un flujo menor de humor acuoso que favorece la inmovilidad de las estructuras del segmento anterior ocular. Los beneficios se traducen en la estabilidad de los valores de astigmatismo inducido, equivalente esférico observado y error predictivo; desde el mes postoperatorio. En tal sentido debe indicarse para glaucomas ligeros y moderados farmacoresistentes al igual que otras MIGS y los cristales para la corrección óptica podrían prescribirse desde el primer mes postoperatorio. <sup>(30,37)</sup> El diseño de la presente



**Fig. 3.** Distribución de los ojos según el error predictivo absoluto en los diferentes momentos de evaluación para ambos grupos de estudio. FACO-TGM, facoemulsificación combinada con trabeculectomía gonioasistida modificada; FACO-TBT, facoemulsificación combinada con trabeculectomía; D, dioptrías; m, meses;  $p$ , prueba ji al cuadrado

investigación contempla un tamaño muestral adecuado para los objetivos trazados, los grupos fueron homogéneos en cuanto a condiciones preoperatorias de interés por la asignación al azar de los sujetos a los mismos y estos fueron operados por único cirujano con vasta experiencia en cirugías de catarata y glaucoma. Estudios futuros con la participación de varios cirujanos y otras instituciones permitirán la validación de la facoemulsificación gonioasistida modificada como tratamiento alternativo del glaucoma primario de ángulo abierto ligero y moderado farmacorresistente.

### Conclusiones

La facoemulsificación combinada con trabeculectomía gonioasistida modificada permite la recuperación visual con predictibilidad y estabilidad refractiva desde el primer mes de la cirugía y hasta los 24 meses postoperatorios.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Zhang JH, Ramke J, Lee CN, Gordon I, Safi S, Lingham G, *et al.* A Systematic Review of Clinical Practice Guidelines for Cataract: Evidence to Support the Development of the WHO Package of Eye Care Interventions. 2022. [citado 18 ene 2023];6(2):36. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/vision6020036>
- Tanna AP, Boland MV, Giaconi JA, Krishnan C, Lin SC, Medeiros FA. Basic and Clinical Science Course: Glaucoma. 2020-2021. San Francisco: American Academy of Ophthalmology; 2020.
- Lorenzo RB, Rodríguez BNR, Torres MR, González CMP, Urbay JG, *et al.* Discapacidad visual y ceguera por catarata en Cuba en 2016. 2022 [citado 18 ene 2023];35(4). Disponible en: <https://revofthalmologia.sld.cu/index.php/oftalmologia/article/view/1710>
- Wurster P, Harris A, Gonzalez AC, Adjei S, VerticchioVercellin A, Mathew S, *et al.* Risk factors for open-angle glaucoma in persons of Latin American descent. Journal of Glaucoma. 2020;29(3):217-25. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/JG.0000000000001429>

5. ONEI-CUBA. Anuario Estadístico de Cuba. 2023. Inst. Organización Nacional de Estadísticas e Información (ONEI). La Habana, Cuba; 2023. [citado 18 may 2025]. Disponible en: <https://files.sld.cu/dne/files/2024/09/Anuario-Estad%3%astico-de-sa-lud-2023-EDCION-2024.pdf>
6. Albizu-Campos JC. Cuba: envejecimiento demográfico y desarrollo humano. Econ. y Desarrollo. 2020. [citado 18 ene 2023];164(2). Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0252-5842020000200013](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0252-5842020000200013)
7. Gallego-Pinazo R, López E, Marín J. Resultados postquirúrgicos en la cirugía combinada de glaucoma: Comparación del implante express con la trabeculectomía estándar. Arch Soc Esp Oftalmol. 2009. [citado 18 ene 2023];84(6):293-7. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=626548>
8. Francis B, Wang M, Lei H, Du L, Minckler D, Green R, *et al.* Changes in axial length following trabeculectomy and glaucoma drainage device surgery. British Journal of Ophthalmology. 2005;89(1):17-20. Disponible en: <https://doi.org/10.1136/bjo.2004.043950>
9. Husain R, Li W, Gazzard G, Foster PJ, Chew PT, Oen FT, *et al.* Longitudinal changes in anterior chamber depth and axial length in Asian subjects after trabeculectomy surgery. British Journal of Ophthalmology. 2013;97(7):852-6. Disponible en: <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2012-302442>
10. Lima FLd, Diniz-Filho A, Júnior E. Minimally Invasive Glaucoma Surgery (MIGS): an updated literature review. Revista Brasileira de Oftalmologia. 2022;81. Disponible en: <https://doi.org/10.37039/1982.8551.20220105>
11. Romero PR, Duch S, Moreno-Montañés J, Botella JB, Miró MB, Arenas J. Encuesta sobre las preferencias quirúrgicas entre los glaucomatólogos en España. Arch Soc Esp Oftalmol. 2022;97(6):310-6. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ofal.2021.04.007>
12. Tanito M. Microhook ab interno trabeculotomy, a novel minimally invasive glaucoma surgery. Clinical Ophthalmology. 2017;43-8. Disponible en: <https://doi.org/10.2147/OPHTH.S152406>
13. Sato T, Hirata A, Mizoguchi T. Prospective, non-comparative, non-randomized case study of short-term outcomes of 360 suture trabeculotomyabinterno in patients with open-angle glaucoma. ClinicalOphthalmology. 2015;63-8. Disponible en: <https://doi.org/10.2147/OPHTH.S75739>
14. Fumero FY, Díaz IP, Baiocchi S, Hernández EA, Rangel YP. Implante Ex-PRESS mediante la técnica de Richard Hoffman. Rev. Cubana Oftalmol. 2020. [citado 18 ene 2023];33(4):1-12. Disponible en: [https://www.medigraphic.com/pdfs/revcuboft/rco\\_2020/rco204l.pdf](https://www.medigraphic.com/pdfs/revcuboft/rco_2020/rco204l.pdf)
15. Fumero FY, Piloto I, Fernández L, Domínguez M, Obret I, Chaviano G. Trabeculotomía gonioasistida modificada, una alternativa quirúrgica mínimamente invasiva para el glaucoma. Rev. Cubana de Oftalmol. 2018. [citado 18 ene 2023];31(3):1-9. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21762018000300012](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762018000300012)
16. Fumero FY, Fernández L, Chaviano G, Pérez Y, Benavides AM. Resultados al año de la trabeculotomía gonioasistida modificada como alternativa mínimamente invasiva para el glaucoma. Rev. Cubana de Oftalmol. 2020. [citado 18 ene 2023];33(4). Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21762020000400002](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762020000400002)
17. Fumero González FY, Fernández L, Pérez Rangel Y, Herrera Padrón M. Complicaciones posoperatorias de la faoemulsificación asociada a trabeculectomía gonioasistida modificada con tijeras. Rev. Cubana de Oftalmol. 2023. [citado 18 ene 2023]; 36(1). Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21762023000100016](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762023000100016)
18. Lu Q, Wei L, He W, Zhang K, Wang J, Zhang Y, *et al.* Lens Opacities Classification System III-based artificial intelligence program for automatic cataract grading. Journal of Cataract & Refractive Surgery. 2022; 48(5):528-34. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/j.jcrs.0000000000000790>
19. Brusini PJ. Global Glaucoma Staging System (GGSS): a new method to simultaneously assess the severity of both functional and structural damage in glaucoma. Journal of Clinical Medicine. 2021;10(19):4414. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/jcm10194414>
20. Fumero-González FY. Glaucoma. Herramientas de diagnóstico y seguimiento. [Internet]. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2022. Disponible en: [http://www.bvs/sld.cu/libros/glaucoma\\_herramientas\\_diagnostico/indice/p.2022](http://www.bvs/sld.cu/libros/glaucoma_herramientas_diagnostico/indice/p.2022)
21. Neeru G. Guías del Consejo Internacional de Oftalmología (ICO) para el Glaucoma. 2015. [citado 18 ene 2023];2-20. Disponible en: <https://www.saludcastillayleon.es/guias-del-consejo-internacional-de-oftalmologia-ico-para-el-glaucoma/>
22. Rangaraj NR, Sathyan P. Interpretation of Octopus Visual Fields. En: Patyal S, Gandhi M. Resolving Dilemmas in Perimetry: Illustrated Manual of Visual Field Defects. Springer; 2021. p. 83-91. Disponible en: [https://doi.org/10.1007/978-981-16-2601-2\\_](https://doi.org/10.1007/978-981-16-2601-2_)
23. Mundial AM. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. Declaración de Helsinki de la AMM; 2019. [citado 18 ene 2023]. Disponible en: <http://www.wma.net/es/30publications/10policies/b3/>
24. Jacobi PC, Dietlein TS, Krieglstein O. Comparative study of trabecular aspiration vs trabeculectomy in glaucoma triple procedure to treat pseudoexfoliation glaucoma. Archives of Ophthalmology. 1999;117(10):1311-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1001/archophth.117.10.1311>
25. Ozturk E, Firat PG. Long-term effects of phacoemulsification surgery on intraocular pressure in patients with primary open-angle glaucoma and pseudoexfoliation glaucoma. Annals of Medical Research. 2020. [citado 27 may 2023];27(8),2112-7. Disponible en: <https://annalsmedres.org/index.php/aomr/article/view/902>
26. Iancu R, Corbu C. Intraocular pressure after phacoemulsification in patients with uncontrolled primary open angle glaucoma. Journal of Medicine and Life. 2014. [citado 18 ene 2023];7(1):11-6. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24653751/>
27. Delavar A, Saseendrakumar BR, Weinreb RN, Baxter SL. Healthcare Access and Utilization Among Glaucoma Patients. Nationwide Cohort. Journal of Glaucoma. 2023;32(1):40-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000002123>
28. Dorairaj SK, Kahook MY, Williamson BK, Seibold LK, ElMallah MK, Singh IP. A multicenter retrospective comparison of goniotomy versus trabecular bypass device implantation in glaucoma patients undergoing cataract extraction. Clinicalophthalmology (Auckland, NZ). 2018; 12:791-7. Disponible en: <https://doi.org/10.2147/OPHTH.S158403>
29. Samuelson TW, Chang DF, Marqus R, Flowers B, Lim KS, Ahmed IIK, *et al.* A Schlemm Canal Microstent for Intraocular Pressure Reduction in Primary Open-Angle Glaucoma and Cataract: The

- HORIZON Study. *Ophthalmology*. 2019;126(1):29-37. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2018.05.012>
30. Sarkisian SR, Jr., Radcliffe N, Harasymowycz P, Vold S, Patrianakos T, Zhang A, *et al.* Visual outcomes of combined cataract surgery and minimally invasive glaucoma surgery. *Journal of cataract and refractive surgery*. 2020;46(10):1422-32. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/j.jcrs.0000000000000317>
31. ElMallah MK, Seibold LK, Kahook MY, Williamson BK, Singh IP, Dorairaj SK, *et al.* 12-month retrospective comparison of kahook dual blade excisional goniotomy with istent trabecular bypass device implantation in glaucomatous eyes at the time of cataract surgery. *Advances in Therapy*. 2019; 36:2515-27. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s12325-019-010251>
32. Sieck EG, Capitena Young CE, Epstein RS, SooHoo JR, Pantcheva MB, Patnaik JL, *et al.* Refractive outcomes among glaucoma patients undergoing phacoemulsification cataract extraction with and without Kahook Dual Blade goniotomy. *Eye and Vis*. 2019;6:1-6. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s40662-019-0153-2>
33. Scott RA, Ferguson TJ, Stephens JD, Berdahl JP. Refractive outcomes after trabecular microbypass stent with cataract extraction in open-angle glaucoma. *Clinical Ophthalmology (Auckland, NZ)*. 2019; 13:1331-40. Disponible en: <https://doi.org/10.2147/OPTH.S206619>
34. Chan HHL, Kong YXG. Glaucoma surgery and induced astigmatism: a systematic review. *Eye and Vision*. 2017. [citado 28 May 2023];4(1):27. Disponible en: <https://eandv.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40662-017-0090-x>
35. Hernández I, Lu G, Cárdenas T. Comparación entre las fórmulas SRK/T, Hoffer Q, Barrett Universal y HRBF para el cálculo del lente intraocular. *Rev. Cubana Oftalmol*. 2021. [citado 18 ene 2023]; 34(4). Disponible en: <https://revoftalmologia.sld.cu/index.php/oftalmologia/article/view/1737>
36. Hernández López I, Cárdenas Díaz T. Impacto de la inteligencia artificial en la cirugía de catarata desde una perspectiva social. *Rev. Cubana Oftalmol*. 2021.[citado 22 Ene 2023];34(2). Disponible en: <https://revoftalmologia.sld.cu/index.php/oftalmologia/article/view/1152>
37. Lundström M, Dickman M, Henry Y, Manning S, Rosen P, Tassignon MJ, *et al.* Risk factors for refractive error after cataract surgery: Analysis of 282 811 cataract extractions reported to the European Registry of Quality Outcomes for cataract and refractive surgery. *Journal of cataract and refractive surgery*. 2018. [Citado 18 ene 2023];44(4):447-52. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2018.01.031>

---

 Recibido: 2/03/2025

 Aprobado: 16/05/2025
 

---

### Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses entre ellos, ni con la investigación presentada.

### Contribuciones de los autores

- Conceptualización: Francisco Yunier Fumero González
- Curación de datos: Liamet Fernández Argones
- Análisis formal: Mario Jesús Pérez Benítez
- Investigación: Francisco Yunier Fumero González
- Metodologías: Elizabeth B. Cuétara Lugo
- Administración de proyecto: Francisco Yunier Fumero González
- Recursos: Instituto Cubano de Oftalmología Ramón Pando Ferrer. La Habana, Cuba
- **Software:** Mario Jesús Pérez Benítez
- Supervisión: Ibrain Piloto Díaz
- Validación: Yanay Ramos Pereira
- Visualización: Yantsy Pérez Rangel
- Redacción-borrador original: Francisco Yunier Fumero González

### Financiamientos

No se utilizó financiamiento específico para realizar la investigación presentada.

### Cómo citar este artículo

Fumero González FY, Fernández Argones L, Ramos Pereira Y, Cuétara Lugo EB, Pérez Rangel Y, Pérez Benítez MJ, *et al.* Facoemulsificación combinada con trabeculectomía gonioasistida modificada en pacientes con catarata y glaucoma. *An Acad Cienc Cuba [Internet]* 2025 [citado en día, mes y año];15(2):e2934. Disponible en: <http://www.revistaccuba.cu/index.php/revacc/article/view/2934>

El artículo se difunde en acceso abierto según los términos de una licencia Creative Commons de Atribución/Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0), que le atribuye la libertad de copiar, compartir, distribuir, exhibir o implementar sin permiso, salvo con las siguientes condiciones: reconocer a sus autores (atribución), indicar los cambios que haya realizado y no usar el material con fines comerciales (no comercial).<sup>©</sup> Los autores, 2025.

