



**EFICACIA DEL LASER MICROPULSADO TRANS-ESCLERAL USANDO UN
NOVEDOSO PROTOCOLO EN PACIENTES CON GLAUCOMA DE UNA
POBLACION LATINOAMERICANA**

**ALEX YUBIAN ZULUAGA MONTOYA
OSCAR LUIS TEHERAN FORERO
ENRIQUE RAMOS CLASON**

**UNIVERSIDAD DEL SINU SECCIONAL CARTAGENA
ESCUELA DE MEDICINA
POSTGRADOS MEDICO QUIRÚRGICOS
ESPECIALIZACIÓN EN OFTALMOLOGIA
CARTAGENA DE INDIAS D. T. H. Y C.
AÑO 2025**

**EFICACIA DEL LASER MICROPULSADO TRANS-ESCLERAL USANDO UN
NOVEDOSO PROTOCOLO EN PACIENTES CON GLAUCOMA DE UNA
POBLACION LATINOAMERICANA**

**ALEX YUBIAN ZULUAGA MONTOYA
OFTALMOLOGIA**

Tesis o trabajo de investigación para optar el título de
Especialista en Oftalmología

TUTORES

**Oscar Luis Teherán Forero MD. Esp. En Oftalmología
Enrique Ramos Clason MD. MSc. En Salud publica**

**UNIVERSIDAD DEL SINU SECCIONAL CARTAGENA
ESCUELA DE MEDICINA
POSTGRADOS MEDICO QUIRÚRGICOS
ESPECIALIZACIÓN EN OFTALMOLOGIA
CARTAGENA DE INDIAS D. T. H. Y C.
AÑO 2025**

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Cartagena, D. T y C., 24 Junio del 2025

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, a mi padres por moldear mí ser y brindarme las oportunidades que no tuvieron y a todos aquellos que han creído en mí y hoy son partícipes de mis logros.

AGRADECIMIENTOS

A mi Universidad quien ha logrado que esta llama no se extinga, a mis profesores quienes me han transmitido sus invaluable conocimientos con la mayor de las bondades, en especial el Dr. Oscar Teherán quien desinteresadamente ayuda a la construcción de mi futuro, a mis compañeros con quienes compartí experiencias durante estos 3 años, a mi sitio de formación por darme la oportunidad de usar la tecnología disponible, a Yessica mi amor por ser mi motor y darme toda su comprensión, finalmente a todos aquellos que me han apoyado para obtener el mayor de mis anhelos: ser oftalmólogo.

“EFICACIA DEL LASER MICROPULSADO TRANS-ESCLERAL USANDO UN NOVEDOSO PROTOCOLO EN PACIENTES CON GLAUCOMA DE UNA POBLACION LATINOAMERICANA”

“EFFICACY OF TRANS-SCLERAL MICROPULSE LASER USING A NOVEL PROTOCOL IN GLAUCOMA PATIENTS FROM A LATIN AMERICAN POPULATION”

Zuluaga Montoya Alex Yubían (1)

Teherán Forero Oscar Luis (2)

Ramos Clason Enrique (3)

(1) Médico. Residente III año oftalmología. Escuela de Medicina. Universidad del Sinú EBZ, Seccional Cartagena.

(2) Médico. Esp. En Oftalmología con Alta Especialidad en Glaucoma. Escuela de Medicina. Universidad del Sinú EBZ, Seccional Cartagena.

(3) Médico. MSc. En Salud pública. Escuela de Medicina. Universidad del Sinú EBZ, Seccional Cartagena.

RESUMEN

Introducción: El glaucoma es la principal causa de ceguera irreversible a nivel mundial. El láser micropulsado trasescleral (LMT) es una alternativa terapéutica que disminuye la PIO sin necesidad de procedimientos invasivos. El propósito fue evaluar la eficacia de la terapia LMT usando un nuevo protocolo de subcyclo más termocyclo.

Objetivos: Evaluar descensos de la PIO, reducción de medicamentos, agudeza visual y complicaciones tras la terapia LMT, usando el nuevo protocolo de subcyclo más termocyclo a un año de seguimiento.

Métodos: Diseño prospectivo de cohorte longitudinal. Pacientes reclutados de un centro de referencia oftalmológico de Cartagena – Colombia. Todos recibieron examen oftalmológico con AVMC, Se cuantifico el número de medicamentos y complicaciones asociadas. El protocolo LMT utilizado consistió en aplicación de subcyclo por cuadrantes durante 50 segundos, poder de 2 mW y un ciclo de trabajo de 31,1%, se adiciono una dosis de termocyclo de 6 puntos por 5 segundos con poder de 1,25 mW. Controles realizados a los 8, 30, 90, 180 y 365 días postoperatorios. Se utilizó el software Epi Info para análisis de datos.

Resultados: Se analizaron 103 ojos (66 pacientes). PIO basal de 24,4 mmHg, tasa de reducción a 8 días de 41.8% y al año de 37.7%. Reducción de 0,8 medicamentos usados. Uveítis, midriasis e hiposfagma son las complicaciones más frecuentes, la AVMC no sufre disminuciones.

Conclusiones: La combinación de LMT (subciclo) y LMT continuo (termociclo) es eficaz en reducir sostenidamente la PIO, disminuye el uso de medicamentos sin pérdidas de agudeza visual y bajas complicaciones.

Palabras clave: (fuente DeCS-BIREME)

Glaucoma, laser micropulsado, ciclotocoagulacion, SubCyclo, TermoCyclo, cuerpo ciliar

SUMMARY

Introduction: Glaucoma is the leading cause of irreversible blindness worldwide. Micropulse transscleral laser therapy (TLT) is a therapeutic alternative that reduces intraocular pressure (IOP) without the need for invasive procedures. The purpose of this study was to evaluate the efficacy of TLT using a new protocol combining SubCyclo and ThermoCyclo.

Objective: To evaluate the reduction in intraocular pressure (IOP), decrease in medication use, visual acuity, and complications following TLT therapy using the new combined SubCyclo and ThermoCyclo protocol after one year of follow-up.

Methods: Prospective longitudinal cohort design. Patients were recruited from a tertiary ophthalmology center in Cartagena, Colombia. All underwent a comprehensive ophthalmologic examination, including best-corrected visual acuity (BCVA). The number of medications and associated complications were recorded. The TLT protocol used consisted of SubCyclo application by quadrants for 50 seconds, with a power of 2 mW and a duty cycle of 31.1%. Additionally, a ThermoCyclo dose was applied at 6 points for 5 seconds each, with a power of 1.25 mW. Follow-up evaluations were performed at 8, 30, 90, 180, and 365 days postoperatively. Data analysis was conducted using Epi Info software.

Results: A total of 103 eyes from 66 patients were analyzed. The baseline IOP was 24.4 mmHg, with a reduction rate of 41.8% at 8 days and 37.7% at one year. There was a decrease of 0.8 in the number of medications used. The most common complications were uveitis, mydriasis, and subconjunctival hemorrhage. Best-corrected visual acuity (BCVA) remained stable with no significant decrease.

Conclusions: The combination of micropulse TLT (SubCyclo) and continuous TLT (ThermoCyclo) is effective in sustainably reducing IOP, decreasing the need for medications, without loss of visual acuity and with a low rate of complications.

Key Words: (source MeSH, NLM)

Glaucoma, micropulse laser, cytophotocoagulation, SubCyclo, ThermoCyclo, ciliary body

INTRODUCCION

El glaucoma es una enfermedad ocular multifactorial que afecta la capa de fibras nerviosas del nervio óptico generando un deterioro del campo visual y en la mayoría de ocasiones se asocia con el aumento de la presión intraocular (PIO). Actualmente es considerada como la principal causa de ceguera irreversible a nivel mundial.(1)

El objetivo del tratamiento para el glaucoma es la disminución de la PIO a rangos que impidan la pérdida de las células ganglionares y sus axones, siendo hasta la fecha el único factor de riesgo modificable.(2) Por lo tanto, la premisa es lograr una (PIO) objetivo que impida la progresión de la enfermedad, razón por lo cual esta debe ser personalizada para cada paciente y depende del daño o severidad en el campo visual.(2)(3)(4)(5)

En la actualidad existen tres pilares para el tratamiento de glaucoma, la terapia con láser, el uso de medicamentos hipotensores oculares y las diferentes opciones quirúrgicas (cirugía convencional, MIGS e implantes valvulares). La indicación del tratamiento para cada paciente dependerá del estadio de la enfermedad y las comorbilidades asociadas, buscando como fin preservar la mejor agudeza visual el mayor tiempo como sea posible.

En el año 2020 la Sociedad Europea de Glaucoma (EGS) unificó las guías de manejo, considerando a la terapia con láser (Trabeculoplastia selectiva) y al manejo farmacológico como primera línea de elección en el manejo de glaucoma primario de ángulo abierto (GPAA), dejando los procedimientos quirúrgicos como MIGS, laser micropulsado y cirugías convencionales en un segundo orden.(6)

Las opciones quirúrgicas modernas como los MIGS, no han logrado demostrar una consistencia en la reducción de la PIO, como lo evidencian diferentes estudios, mostrando contradicciones para controlar de manera segura y sostenida la PIO. Las técnicas quirúrgicas convencionales a pesar de que han demostrado ampliamente la reducción adecuada y sostenida de la PIO a largo plazo, presentan en ocasiones complicaciones que impiden su éxito, algunos reportes sugieren complicaciones hasta en el 36% en trabeculectomias y 38% en dispositivos de drenaje.(7)

El láser micropulsado trans-escleral (LMT) o terapia ciclodestructiva, nace con el afán de ser una opción de tratamiento para la reducción de la presión intraocular en aquellos pacientes en donde la terapia con láser inicial y/o el tratamiento médico no llevan al paciente a la PIO deseada, buscando retardar de alguna manera los procedimientos quirúrgicos convencionales. Sin embargo, los protocolos del fabricante han demostrado reportes en la literatura, que a pesar de tener una buena

reducción en la PIO los primeros 3 meses, esta no se mantiene en el tiempo, ni a mediano ni a largo plazo.(8)

El LMT fue introducido a la industria en el año 2015 y se ha ido desarrollando gradualmente, convirtiéndose en una nueva opción de tratamiento para pacientes con glaucoma en diferentes estadios de la enfermedad y no solo en etapas avanzadas como se utilizaba anteriormente, demostrando además, un buen perfil de eficacia y seguridad.(9)(10)

Por todo lo anterior mencionado, el propósito de este estudio fue evaluar el éxito y la efectividad de la terapia con LMT a lo largo de un año de seguimiento en el control de PIO, usando una nueva adaptación en el protocolo de subcyclo más termoclyco en pacientes con diagnóstico de glaucoma, así como, determinar los cambios en la agudeza visual, disminución en los medicamentos usados por el paciente y el número de complicaciones asociadas a este procedimiento

MATERIALES Y METODOS

Estudio de diseño prospectivo de cohorte longitudinal. Aprobado por el comité de ética en investigación de la Universidad del Sinú- Cartagena (Código OFT2023II-3A) siguiendo los principios establecidos en la declaración de Helsinki. Se obtuvo firma consentimiento informado de todos los participantes previa explicación clara y detallada del protocolo.

Muestra: Se reclutaron pacientes que fueron sometidos a LMT entre abril 2021 y abril de 2024, que cumplieron con los criterios de selección previamente establecidos, en un centro de referencia oftalmológica de Latinoamérica. Los criterios de inclusión fueron: pacientes mayores de 18 años, con cualquier daño de glaucoma según etiología y severidad y sin control de su PIO meta, que tuviesen agudeza visual mejor o igual a 20/400, según cartilla de Snellen. Los criterios de exclusión fueron: Pacientes a quienes se les haya realizado previamente manejo con LMT en los 24 meses anteriores, alteraciones cicatrízales de la conjuntiva y esclera que impidieran realizar el procedimiento, aquellos que no asistieron a las visitas pactadas en el protocolo durante el año de seguimiento.

Métodos: Los pacientes que cumplieron con los criterios de selección fueron sometidos a un examen oftalmológico completo en cada una de las visitas, que incluía: agudeza visual mejor corregida (AVMC) con cartilla de Snellen realizada por optometra, biomicroscopia en lámpara de hendidura, tonometría (Tonómetro de Goldmann), fondo de ojo (Lente Volk ® 78D) y gonioscopia dinámica (Goniolente Volk ® G-4 High Mag). Todos los pacientes contaban con campo visual menor a 3 meses y con mínimo 2 tomas previas para estadificación de la severidad del

glaucoma. Se cuantificó el número de medicamentos utilizados por cada paciente antes y después del LMT.

Posterior al procedimiento se realizaron controles al primer día, a los 7, 30, 90, 180 y 365 días. Se registraron en cada una de las visitas las complicaciones presentadas por los pacientes a lo largo del seguimiento, así como, se evaluó de manera objetiva el dolor referido con la escala visual análoga, clasificando el resultado como leve, moderado y severo. Finalmente, se describió el estado inflamatorio de la cámara anterior, medido por la presencia de celularidad (Tyndall) clasificándolo con cruces sin inflamación (0+), leve (1+), moderada (2+,3+) y severa (4+).

Protocolo de preparación: El LMT fue realizado por un único glaucomatólogo experto (OTF), y en todos los pacientes reclutados se utilizó la misma técnica con iguales parámetros de ejecución. Todos los participantes suspendieron el uso de análogos de prostaglandinas 1 mes antes del procedimiento, en caso de que estos formaran parte de su tratamiento tópico de base. Todos los pacientes fueron llevados a sala de cirugía, media hora antes del procedimiento se registró la PIO. Se excluyeron los pacientes que necesitaron de alguna cirugía ocular durante el año de seguimiento.

Procedimiento de LMT: Todos los participantes recibieron anestesia peribulbar regional como parte del protocolo realizado por un mismo anestesiólogo experto en anestesia oftalmológica, aplicando 15 minutos antes del procedimiento una dosis combinada (4 cc) de bupivacaina simple 7,5 mg/ml + lidocaína hidrocloclorida 500mg/50ml. Previa antisepsia con Iodopovidona 5 mg/1 ml (OQ Septic, Oftalmoquímica®) y solución salina balanceada, se colocó blefaróstato de Barraquer. Se realizó marcaje utilizando el retroiluminador a 2,5 ml del limbo corneoescleral para ubicación del cuerpo ciliar en los meridianos de 12, 3, 6 y 9. Inicialmente se utilizó el modo Subcyclo por cuadrantes durante 50 segundos (200 segundos en total) con una potencia de 2 W y ciclo de trabajo de 31,3%. Luego se realizó 6 dosis en el modo Termocyclo, divididas en 3 superiores y 3 inferiores con una potencia de 1,25 W y exposición de 4 segundos por disparo. Se evitó usar el láser en los meridianos 3 y 9. El procedimiento se realizó en su totalidad con el equipo Vitra 810™ (Quantel Medical, Cournon-d'Auvergne - Francia).

Posterior al procedimiento todos los pacientes recibieron colirio de prednisolona acetato al 1% (Sophipren, Sophia®) en esquema de reducción por 25 días y etoricoxib tabletas de 120 mg (Ericox, Abbot®) vía oral durante 7 días.

Análisis estadístico: Para el análisis estadístico se usó el software Epi info v. 7.2.3 y se tomó como valor estadístico significativo un valor de $p < 0,05$ al compararse con

los valores basales. Las variables cualitativas fueron evaluadas mediante el cálculo de frecuencias absolutas y relativas con medidas de tendencia central. Las variables cuantitativas con promedios (\bar{X}) y su respectiva desviación estándar (DE). La agudeza visual reportada según Cartilla de Snellen, fue convertida a escala logarítmica (LogMar) para su respectivo análisis.

RESULTADOS

Durante el periodo de seguimiento se realizaron 114 procedimientos (72 pacientes), de los cuales cumplieron con los criterios de selección 103 ojos (66 pacientes). La edad promedio de la muestra analizada fue de 66.3 años y en su gran mayoría fue de sexo masculino con un 66%. El diagnóstico más frecuente en los pacientes, según el tipo de glaucoma, fue el GPAA con 58,3%, seguido de glaucoma primario de ángulo cerrado (GPAC) con 21,4% y glaucoma neovascular (GNV) entre otros con un 7,8%. De la muestra seleccionada, el 54,4% (56 ojos) eran pseudofáquicos y el 48,1% (43 ojos) eran fáquicos. A su vez, 83 ojos tratados no tenían cirugías previas de glaucoma (80,6%). **Tabla 1**

El promedio de la PIO basal de la población estudiada fue de 24,4 mmHg. En cada una de las visitas posteriores a la realización del láser, se observó una reducción estadísticamente significativa de la PIO, siendo a los 8 días la mayor disminución con un 41.8%, seguido de 39.7% y 37.7% a los 180 y 365 días respectivamente. En consecuencia, los promedios de la PIO que mostraron una mayor reducción en el seguimiento ocurrieron a los 8 días con 14,2 mmHg, a los 6 meses con 14,7 mmHg y a los 12 meses con 15,2 mmHg, datos que mostraron significancia estadística. Finalmente, al comparar la tasa de reducción del primer día postoperatorio (26.9%) con los controles posteriores, se observó una tendencia de mayor reducción de PIO hasta completar el año de seguimiento, siendo estos valores estadísticamente significativos ($p < 0.05$). **Tabla 2**

Al evaluar el comportamiento en el número de medicamentos utilizados por paciente, encontramos un promedio de 3.3 previo a la realización del procedimiento. En los controles posteriores se observó una disminución en el promedio hasta 2.2 a los 8, 30 y 90 días, que finalmente aumentó estabilizándose en 2.5 medicamento/paciente en los controles realizados a 180 y 365 días, datos estadísticamente significativos. **Tabla 2**

La agudeza visual en promedio de toda la muestra analizada antes del procedimiento fue 0.84 LogMar, lo que equivale según cartilla de Snellen a 20/140, la cual se mantuvo sin cambios hasta los 30 días de seguimiento. La agudeza visual a los 3, 6 y 12 meses de seguimiento fue 0.60 LogMar lo que corresponde a 20/80

según cartilla de Snellen. No hubo pacientes con pérdida total de la visión a lo largo del seguimiento. **Tabla 2**

En el análisis entre los pacientes fáquicos y pseudofáquicos que fueron sometidos al procedimiento de LMT, encontramos PIO basal de 23,4 y 24,7 mmHg respectivamente. La PIO a los 12 meses de seguimiento fue de 14,4 mmHg para los pacientes fáquicos y de 15,5 mmHg para los pacientes pseudofáquicos, datos que mostraron significancia estadística ($p > 0,05$). En el control entre ambos grupos de pacientes al primer día postquirúrgico, se observó una PIO de 20,5 mmHg en los pacientes fáquicos y de 15,9 mmHg en los pacientes pseudofáquicos, siendo esta diferencia estadísticamente significativa entre los grupos ($p < 0.0198$). En ninguno de los controles posteriores entre ambos grupos se observó una diferencia estadísticamente significativa. **Tabla 3**

Al evaluar el grado dolor percibido por los pacientes posterior al procedimiento, se encontró que el 70% de la muestra no refirió dolor, mientras que el 25.2% refirió el dolor como leve el primer día postoperatorio, el cual fue descrito hasta los 90 días con una disminución hasta 1,9%. Solo el 4,9% de la muestra refirió dolor moderado en el primer día postoperatorio el cual se mantuvo en 2 ojos al final del seguimiento, datos que no fueron estadísticamente significativos. Ningún paciente refirió dolor de tipo severo posterior al procedimiento quirúrgico. **Tabla 4**

Al evaluar el grado de inflamación producido por el LMT, se encontró que al primer día postoperatorio el 30% (31 ojos) de los pacientes, no presentaron ningún tipo de signo inflamatorio. Mientras que 35,9% (37 ojos) presento inflamación leve, 34% (35 ojos) presento inflamación moderada y no se presentaron casos de inflamación severa. A partir de los 90 días y hasta los 365 días se observó una marcada disminución del proceso inflamatorio, observando que el 91,2% de los pacientes no tenían ningún signo de inflamación y solo un 7,8% presentaron inflamación leve. **Tabla 4**

Las complicaciones más frecuentes a lo largo del seguimiento fueron uveítis 12,6% (13 ojos), midriasis paralítica en 10,7% (11 ojos), hiposfagma 7,8% (8 ojos), hipertonía transitoria 6.8% (7 ojos) e hipotonía transitoria 3,9% (4 ojos). Las tres últimas complicaciones resolvieron antes de los 3 meses. Tres pacientes persistieron con uveítis hasta los 8 días con posterior resolución, dos paciente persistieron con midriasis paralítica a los 6 meses y uno de ellos persistió hasta el año de seguimiento con total mejoría. No se reportaron casos de hifema, ptisis bulbi, simblefaron o endoftalmitis. **Tabla 5**

DISCUSIÓN

En los últimos 10 años, el LMT se ha convertido en una nueva modalidad de terapia con láser para el manejo de los pacientes con glaucoma, debido a su alto potencial de reducción de la PIO sin necesidad de hacer procedimientos invasivos, lo que en teoría minimiza el riesgo de complicaciones, sin embargo, su efectividad en el control de la PIO a largo plazo, no ha sido suficientemente efectiva con los protocolos propuestos por los diferentes fabricantes. Esto motivó a crear un nuevo protocolo combinando el uso de láser de energía micropulsada con energía continua, buscando obtener una reducción de la PIO que tenga la mayor sostenibilidad en el tiempo, minimizando el uso de medicamentos y postergando la necesidad de cirugías más invasivas. Algunos autores han propuesto alternativas de protocolo en el uso de laser diodo, demostrando buenas tasas de reducción, pero evidenciando un alto porcentaje de complicaciones.(11)

Este estudio analizó una muestra multivariada con diferentes subtipos de glaucoma según la etiología, así como diversos grados de severidad de daño, teniendo en cuenta el estado fáquico o pseudofáquico de los pacientes, pero a diferencia de anteriores estudios, todos los pacientes presentaban una visión mejor a 20/400 según cartilla de Snellen, es decir, tenían potencial visual (12). Estudios como el de García y col., reportados en el año 2019, a pesar de tener una muestra similar, su carácter retrospectivo no logró evaluar el seguimiento a largo plazo mostrando cifras de reducción de PIO muy inferiores a las arrojadas en el presente estudio (27,5% vrs 39,7% a los 6 meses), hecho que de alguna manera impide el análisis adecuado debido a la disminución en el número de pacientes evaluados en el tiempo (13).

Al evaluar el comportamiento de la PIO posterior a la realización del láser diodo modalidad combinada, este estudio mostró una PIO basal de 24,4 mmHg que redujo a 15,2 mmHg al año de seguimiento, lo que representó una tasa de reducción de 37,7%. La mayor reducción de PIO se observó a los 8 días y a los 6 meses, con tasas de 41,8% y de 39,7% respectivamente. García en su reporte, donde solo uso laser diodo con energía micropulsada (modo subcyclo), obtuvo de una PIO basal de 22,2 mmHg una reducción a los 6 meses de 16,6 mmHg, equivalente a una tasa de reducción de 31,1% y después de 12 meses la tasa se redujo a 23,4%, hecho que resalta la poca estabilidad de la PIO después de los 6 meses del procedimiento cuando no se combina con energía continua(13). Nuestra propuesta de tratamiento, así como evidencia una reducción de la PIO en cada una de las visitas, reafirma la sostenibilidad y estabilidad de esta reducción a largo plazo, demostrando ser una muy buena alternativa en los pacientes en los que no es posible realizar una cirugía convencional de glaucoma por el alto riesgo de complicaciones.

Varios estudios han evaluado la disminución en el número de medicamentos posterior al procedimiento cicloablativo, uno de ellos reportado en el año 2017 por Emanuel y Col., mostraron que de un promedio basal de 3.3 medicamentos/paciente redujo hasta 2.0 a los 90 días y luego subió a 2.3 al año de seguimiento, siendo estas reducciones estadísticamente significativas, sin embargo, durante el

seguimiento hubo una pérdida importante en el número de pacientes en ese estudio. (14). Otros reportes como el de Aquino y col., mostraron valores basales de 2.0 medicamentos/paciente con una reducción hasta 1.2 a los 18 meses de seguimiento sin significancia estadística.(12) Nuestro análisis revela un promedio basal de 3,3 medicamentos/paciente que redujo hasta 2,2, a los 90 días, y posteriormente incremento hasta 2.5, manteniéndose hasta el final del seguimiento, datos que fueron estadísticamente significativos ($p < 0.05$). Quizás este aumento observado a lo largo del tiempo en el promedio del número de medicamentos, se deba a la pérdida de efectividad del procedimiento, sin embargo, durante todo el seguimiento no se observó un regreso a los valores basales, lo que sugiere una mayor estabilidad de la PIO con el protocolo propuesto hasta 12 meses de seguimiento.

En el análisis de la AVMC, nuestros resultados evidencian un promedio basal de 20/140 (cartilla de Snellen) en la muestra estudiada, la cual no se modificó hasta los 30 días posteriores al procedimiento, mostrando luego una mejoría en todos los controles hasta el año de seguimiento, donde alcanzo una cifra promedio de 20/80, resaltando no presentar casos de pérdida total de la visión en ninguno de los pacientes tratados, hecho que difiere de los reportes en la literatura, donde se observa en muchas ocasiones pérdida visual como complicación asociada al uso del procedimiento ciclodestructivo. Es así, como en el estudio reportado por Ghosh et al en el año 2014, con una muestra de 46 ojos y un seguimiento a 2 años, el 52,2% de los pacientes tratados con láser diodo de energía continua (modo termocyclo) presento una pérdida visual en al menos una línea de visión y el 39% de esa muestra mantuvieron igual AVMC.(15) Por el contrario Fili y Col en el año 2022 en su muestra analizada no reportaron cambios en la AVMC de los pacientes tratados con ambas modalidades de laser diodo, manteniendo el mismo promedio de visión al final del seguimiento en comparación con la visión preoperatoria.(16) Nuestros datos sugieren que el hecho de disminuir ostensiblemente la PIO a rangos que impidan la progresión de la enfermedad glaucomatosa y a su vez a la menor exposición a medicamentos tópicos, ayuda a mejorar la calidad de visión del paciente, sin embargo se necesita una muestra mayor y un seguimiento más prolongado para confirmar esta hipótesis.

Este estudio realizo un análisis de dolor e inflamación posquirúrgica posterior al tratamiento con LMT combinado. Se utilizó una escala análoga de dolor la cual buscó de objetividad en los resultados. Es así como la modalidad de tratamiento propuesta reportó en la mayoría de los pacientes (70%) ausencia de dolor posoperatorio y un 30% refirió algún grado de dolor, que fue reportado antes de los 90 días. Varios estudios han reportado dolor posterior a la realización del láser tanto de aplicación micropulsada como de aplicación continua, pero sin encontrar asociación estadísticamente significativa, esto quizás se deba a la metodología subjetiva de análisis del grado de dolor de los mismos.(17) Así mismo, el presente estudio reportó el grado de inflamación generado por el LMT modalidad combinada, encontrando que cerca del 70% de la población estudiada desde el primer día postoperatorio presentó algún grado de inflamación (leve a moderada), que fue disminuyendo gradualmente y desapareció antes de los 90 días. En ningún momento del tiempo se presentó algún tipo de inflamación severa o incapacitante

para los pacientes tratados datos que concuerdan con otros autores. (12)(16). Esto demuestra que esta propuesta de tratamiento, a diferencia de los protocolos anteriores, ofrece un buen perfil de seguridad con menor tasa de inflamación, ausencia de dolor y buena efectividad en el control de la PIO en los pacientes que podrían ser sometidos a este tipo de procedimientos.

Las complicaciones reportadas en este estudio asociadas a esta nueva modalidad combinada de laser, muestran que el 38.8% de los pacientes tratados, reportaron algún tipo de complicación, las cuales no superaron los 3 meses de seguimiento. Las más frecuentes fueron: Uveítis (12,6%), midriasis paralítica (7,7%) e hiposfagma (7,8%), datos muy inferiores a los reportados en la literatura con el uso de alguna de las dos modalidades del láser diodo. Algunos reportes han mencionado casos de inflamaciones severas, ptisis bulbi y disminución de agudeza visual, sin embargo ninguna de estas complicaciones fue presentada a lo largo del seguimiento en el presente estudio. (17)(18).

Al evaluar la influencia de la extracción de la catarata sobre la efectividad del LMT modalidad combinada para reducir la PIO, encontramos que no hubo una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos, con una tasa de reducción para ambos cercana al 38.0%, sin embargo, si se observó una disminución más lenta y prolongada de la inflamación en los pacientes fáquicos que en los pacientes pseudofáquicos, lo cual fue estadísticamente significativo. En contravía, Khodeiry y col., reportaron una mayor reducción de la PIO con el uso de cualquier modalidad de laser diodo en los pacientes pseudofáquicos, datos que fueron estadísticamente significativos.(19). A pesar de ello consideramos que la extracción de la cristalino no influye en la reducción de la PIO en los pacientes sometidos a LMT modalidad combinada, pero si en la inflamación ocular, lo cual obligaría a crear guías de manejo más puntuales sobre la potencia de láser a utilizar, dependiendo o no de la presencia del cristalino

CONCLUSIONES

Esta nueva modalidad propuesta de la combinación entre laser micropulsado (subcyclo) y laser de energía continua (termocyclo) es eficaz en reducir la PIO a niveles óptimos que impiden la progresión del daño por glaucoma, generando estabilidad en el control de la misma, con un mínimo número de complicaciones, poco grado de inflamación y disminución en el número de medicamentos a largo plazo.

TABLAS

Tabla 1. Datos demograficos

| | N | % |
|-----------------------|-----------------|------|
| Número de ojos | 103 | 100 |
| Número de pacientes | 66 | 100 |
| Edad $\bar{X} \pm DE$ | 66.3 \pm 15.1 | |
| Sexo | | |
| M | 68 | 66.0 |
| F | 35 | 34.0 |
| Ojo | | |
| OD | 48 | 46.6 |
| OI | 55 | 53.4 |
| Tipo de glaucoma | | |
| GPAA | 60 | 58.3 |
| GPAC | 22 | 21.4 |
| Neovascular | 8 | 7.8 |
| Uveítico | 7 | 6.8 |
| Traumático | 4 | 3.9 |
| Congénito | 2 | 1.9 |
| Cristalino | | |
| Pseudofáquico | 56 | 54.4 |
| Fáquico | 43 | 41.8 |
| Afáquia | 4 | 3.9 |

Tabla 1 Comportamiento PIO, Agudeza visual y medicamentos

| | Basal | 1 día | 8 días | 30 días | 90 días | 180 días | 365 días |
|---------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| PIO mmHg. | 24.4 \pm 10.2 | 18.1 \pm 8.1* | 14.2 \pm 7.5* | 15.9 \pm 6.6* | 15.6 \pm 6.9* | 14.7 \pm 5.1* | 15.2 \pm 4.9* |
| Reducción PIO mmHg | | 8.7 \pm 10.8* | 10.2 \pm 9.7† | 8.3 \pm 8.9* | 9.2 \pm 9.4* | 8.4 \pm 9.4* | 9.1 \pm 8.7* |
| Porcentaje de reducción % | | 26.9 | 41.8† | 34.8* | 32.0* | 39.7† | 37.7† |
| Número de Medicamentos | 3.3 \pm 0.79 | NA | 2.2 \pm 0.80* | 2.2 \pm 0.79* | 2.2 \pm 0.88* | 2.5 \pm 0.85* | 2.5 \pm 0.83* |
| Agudeza visual Log Mar | 0.84 \pm 0.60 | NA | NA | 0.83 \pm 0.59 | 0.60 \pm 0.62 | 0.59 \pm 0.62 | 0.59 \pm 0.61 |

* valor p <0.05 comparado con su valor basal; † valor p <0.05 comparado con valores al primer día posquirúrgico

Tabla 3. Comparación por grupo pacientes Fáquicos Vrs Pseudofáquicos y grado de inflamación

| | Pseudofáquico | Fáquico | Valor P |
|--|---------------|------------|---------|
| N | 56 | 43 | |
| PIO | | | |
| Basal | 24.7 ± 11.2 | 23.4 ± 9.0 | 0.5427 |
| 1 día | 15.9 ± 6.1 | 20.5 ± 9.5 | 0.0198* |
| 8 días | 12.8 ± 4.9 | 15.0 ± 7.7 | 0.1015 |
| 30 días | 14.9 ± 6.2 | 16.7 ± 6.8 | 0.2024 |
| 90 días | 15.6 ± 6.8 | 14.9 ± 5.8 | 0.6074 |
| 180 días | 15.1 ± 5.7 | 14.1 ± 4.4 | 0.3709 |
| 365 días | 15.5 ± 4.7 | 14.4 ± 5.2 | 0.2960 |
| Reducción PIO a 365 días (mmHg) | -9.3 ± 10.5 | -8.6 ± 6.1 | 0.7004 |
| Porcentaje de reducción a 365 días (%) | 37.2 | 38.4 | 0.2823 |
| Inflamación | | | |
| 1 día | | | |
| 0+ | 13 | 18 | |
| 1+ | 23 | 10 | 0.6233 |
| 2+ | 13 | 12 | 0.5942 |
| 3+ | 7 | 3 | 0.3660 |
| 8 días | | | |
| 0+ | 8 | 7 | 0.9624 |
| 1+ | 20 | 18 | 0.5330 |
| 2+ | 14 | 18 | 0.0754 |
| 3+ | 3 | 0 | 0.2554 |
| 4+ | 2 | 0 | 0.5036 |
| 30 días | | | |
| 0+ | 32 | 12 | 0.0037* |
| 1+ | 20 | 23 | 0.2195 |
| 2+ | 4 | 8 | 0.0530 |
| 90 días | | | |
| 0+ | 39 | 27 | 0.1340 |
| 1+ | 14 | 15 | 0.0839 |
| 2+ | 3 | 1 | 0.3139 |
| 180 días | | | |
| 0+ | 45 | 30 | 0.4315 |
| 1+ | 1 | 8 | 0.0093* |
| 2+ | 10 | 5 | 0.1861 |
| 365 días | | | |
| 0+ | 48 | 41 | 0.3402 |
| 1+ | 6 | 2 | 0.4598 |

* valor p <0.05 comparado con su valor basal

Tabla 4. Dolor e Inflamación

| Casos % | N (%) |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Tiempo | 1 día | 8 días | 30 días | 90 días | 180 días | 365 días |
| Dolor | | | | | | |
| Ninguno | 72 (70) | 93 (90.3) | 98 (95.1) | 101 (98) | 103 (100) | 101 (98) |
| Leve | 26 (25.2) | 9 (8.7) | 4 (3.9) | 2 (1.9) | 0 (0.0) | 0 (0.0) |
| Moderado | 5 (4.9) | 1 (1.0) | 0 (0.0) | 0 (0.0) | 0 (0.0) | 2 (1.9) |
| Severo | 0 (0.0) | 0 (0.0) | 1 (1.0) | 0 (0.0) | 0 (0.0) | 0 (0.0) |
| Inflamación | | | | | | |
| 0+ | 31 (30.0) | 24 (23.3) | 54 (52.4) | 71 (69.0) | 92 (89.3) | 94 (91.2) |
| 1+ | 37 (35.9) | 41 (39.8) | 38 (37.0) | 28 (27.2) | 9 (8.7) | 8 (7.8) |
| 2+ | 25 (24.3) | 33 (32.0) | 11 (10.7) | 4 (3.9) | 2 (1.9) | 0 (0.0) |
| 3+ | 10 (9.7) | 3 (2.9) | 0 (0.0) | 0 (0.0) | 0 (0.0) | 0 (0.0) |
| 4+ | 0 (0.0) | 2 (1.9) | 0 (0.0) | 0 (0.0) | 0 (0.0) | 0 (0.0) |

Tabla 5. Complicaciones

| Complicaciones | N < 3 meses | N 3 a 6 meses | N > 6 meses | % total casos |
|-----------------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|
| Uveítis | 13 | 0 | 0 | 12.6 |
| Midriasis Paralítica | 5 | 2 | 1 | 7.8 |
| Hiposgafma | 8 | 0 | 0 | 7.8 |
| Hipertonía transitoria | 7 | 0 | 0 | 6.8 |
| Hipotonía transitoria | 4 | 0 | 0 | 3.9 |
| Simblefaron | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Hifema | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ptisis Bulbi | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Endoftalmitis | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total Complicaciones | 37 | 2 | 1 | 38.8 |

Figura 1. Comportamiento de la PIO en toda la población

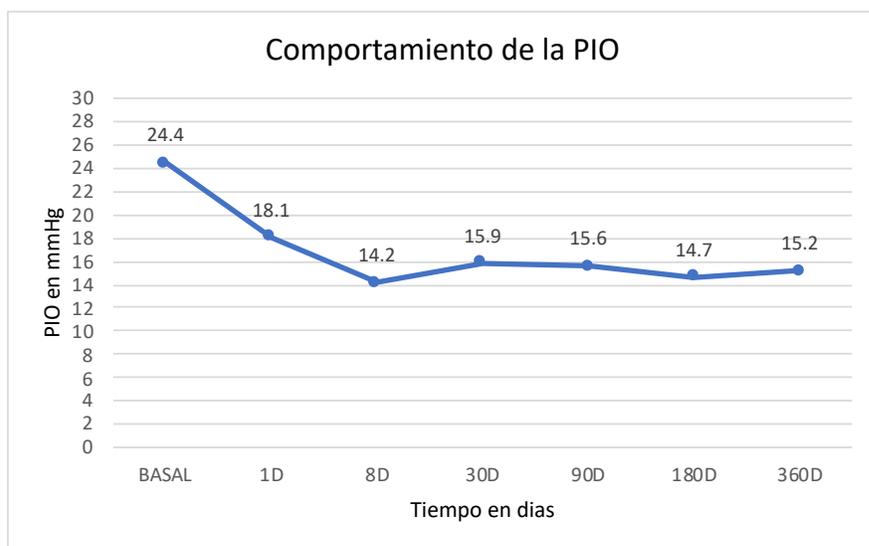


Gráfico del comportamiento de la PIO en toda la población estudiada durante un año de seguimiento.

Figura 2. Porcentaje de reducción de la PIO en toda la población

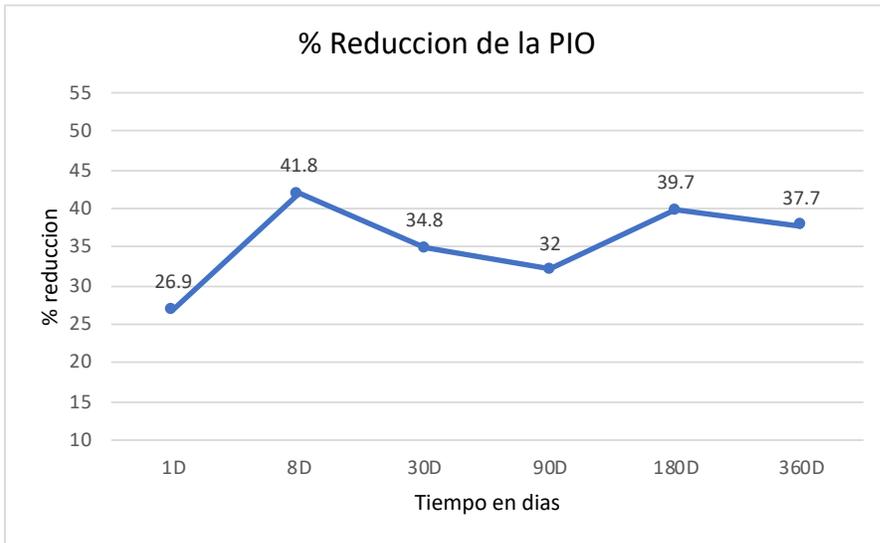


Gráfico del comportamiento de la reducción de la PIO en toda la población estudiada durante un año de seguimiento.

Figura 3. Comportamiento de la PIO en pacientes fáquicos y pseudofáquicos

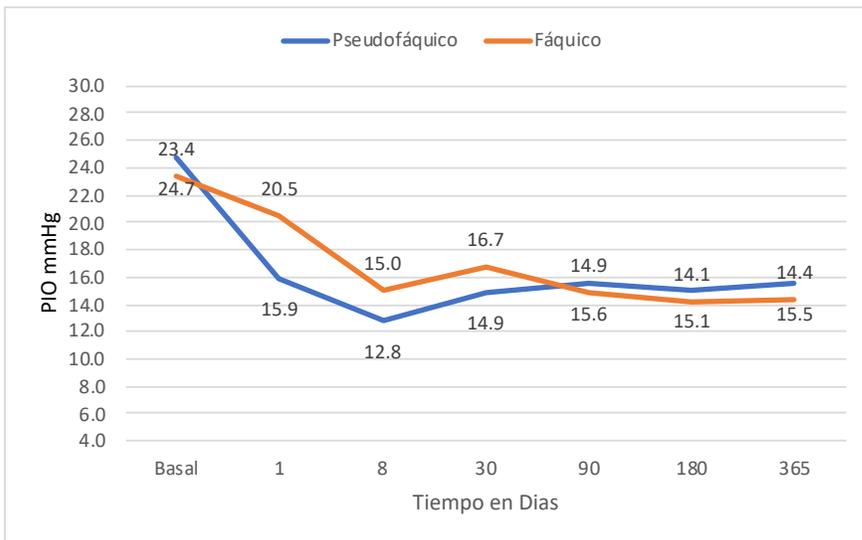


Gráfico comparativo del comportamiento de la PIO entre pacientes previamente operados de catarata y aquellos no operados, posterior al procedimiento LMT

Figura 4. Comportamiento de los medicamentos en toda la población

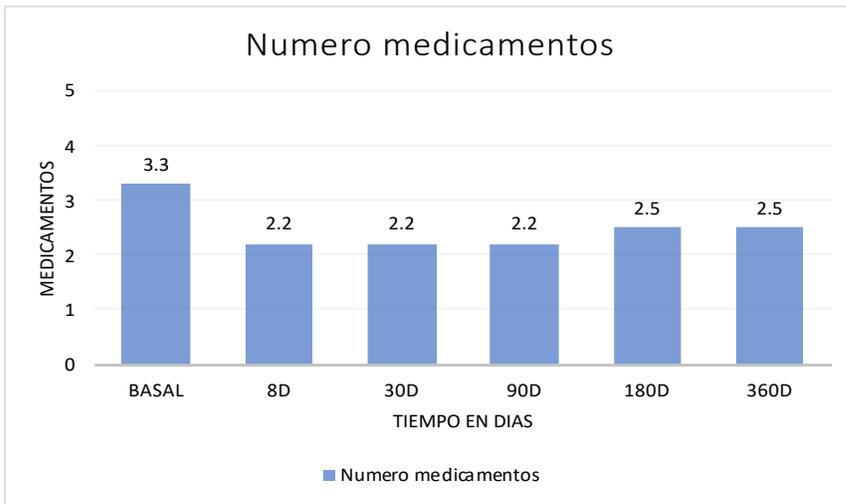


Gráfico del comportamiento del número de medicamentos hipotensores oculares usados durante un año de seguimiento.

Figura 5. Comportamiento de complicaciones en toda la población

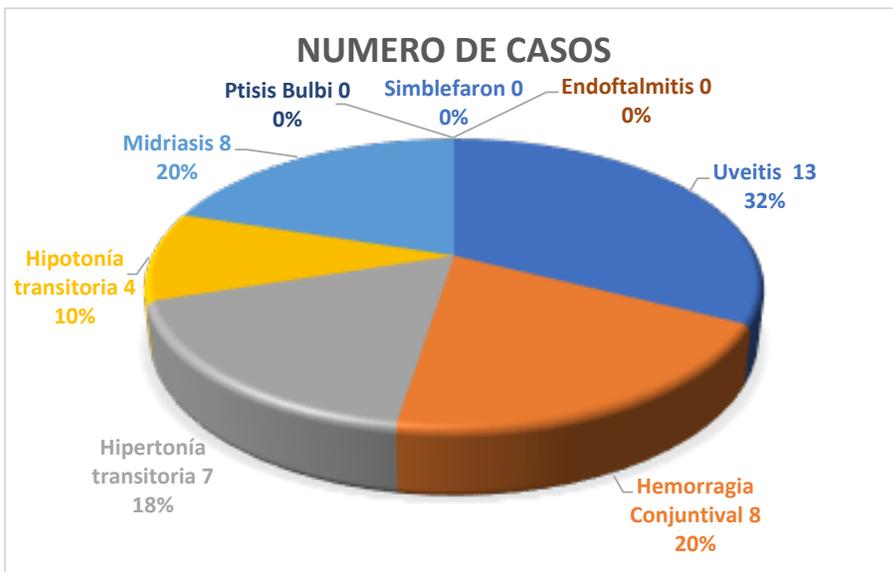


Gráfico del comportamiento de las complicaciones presentadas durante un año de seguimiento.

BIBLIOGRAFIA

1. Flaxman SR, Bourne RRA, Resnikoff S, Ackland P, Braithwaite T, Cicinelli M V., et al. Global causes of blindness and distance vision impairment 1990–2020: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Glob Health*. 2017 Dec 1;5(12):e1221–34.
2. Heijl A., Leske M.C., Bengtsson B., Hyman L., Bengtsson B., Hussein M. Early Manifest Glaucoma Trial Group Reduction of Intraocular Pressure and Glaucoma Progression: Results from the Early Manifest Glaucoma Trial. *Arch. Ophthalmol. Chic. Ill.* 2002;120:1268–1279. doi: 10.1001/archophth.120.10.1268.
3. Liu SA, Zhao ZN, Sun NN, Han Y, Chen J, Fan ZG. Transitions of the Understanding and Definition of Primary Glaucoma. Vol. 131, *Chinese Medical Journal*. Wolters Kluwer Medknow Publications; 2018. p. 2852–9.
4. Quigley HA. 21st century glaucoma care. Vol. 33, *Eye (Basingstoke)*. Nature Publishing Group; 2019. p. 254–60.
5. Cristina Leske M, Heijl A, Hussein M, Bengtsson B, Hyman L, Komaroff E. Factors for Glaucoma Progression and the Effect of Treatment The Early Manifest Glaucoma Trial [Internet]. Vol. 121, *Arch Ophthalmol*. 2003. Available from: <https://jamanetwork.com/>
6. European Glaucoma Society. EGS guidelines. *Br J Ophthalmol*. 2021 Oct 21;105(12):1583–1585. doi: 10.1136/bjophthalmol-2021-egsguidelines.
7. Gedde SJ, Schiffman JC, Feuer WJ, Herndon LW, Brandt JD, Budenz DL. Treatment outcomes in the tube versus trabeculectomy (TVT) study after five years of follow-up. *Am J Ophthalmol*. 2012 May 1;153(5):803.e2
8. Anand N, Klug E, Nirappal A, Solá-Del Valle D. A Review of Cyclodestructive Procedures for the Treatment of Glaucoma. Vol. 35, *Seminars in Ophthalmology*. Taylor and Francis Ltd.; 2020. p. 261–75. Ma A, Yu SWY, Wong JKW. Micropulse laser for the treatment of glaucoma: A literature review. Vol. 64, *Survey of Ophthalmology*. Elsevier USA; 2019. p. 486–97.
9. Ma A, Yu SWY, Wong JKW. Micropulse laser for the treatment of glaucoma: A literature review. Vol. 64, *Survey of Ophthalmology*. Elsevier USA; 2019. p. 486–97.
10. Abdelmassih Y, Tomey K, Khoueir Z. Micropulse transscleral cyclophotocoagulation. Vol. 15, *Journal of Current Glaucoma Practice*. Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd; 2021. p. 1–7.
11. Khodeiry MM, Liu X, Lee RK. Clinical outcomes of slow-coagulation continuous-wave transscleral cyclophotocoagulation laser for treatment of glaucoma. *Curr Opin Ophthalmol*. 2022 May 1;33(3):237-242. doi:

- 10.1097/ICU.0000000000000837. Epub 2022 Feb 23. PMID: 35200163; PMCID: PMC953003.
12. Aquino, M.C.D., Barton, K., Tan, A.M.W., Sng, C., Li, X., Loon, S.C. and Chew, P.T. (2015), Micropulse cyclophotocoagulation. *Clin Experiment Ophthalmol*, 43: 40-46. <https://doi.org/10.1111/ceo.12360>
 13. Garcia GA, Nguyen C V., Yelenskiy A, Akiyama G, McKnight B, Chopra V, et al. Micropulse Transscleral Diode Laser Cyclophotocoagulation in Refractory Glaucoma: Short-Term Efficacy, Safety, and Impact of Surgical History on Outcomes. *Ophthalmol Glaucoma*. 2019 Nov 1;2(6):402–12.
 14. Emanuel ME, Grover DS, Fellman RL, Godfrey DG, Smith O, Butler MR, et al. Micropulse Cyclophotocoagulation: Initial Results in Refractory Glaucoma. *J Glaucoma*. 2017;26(8):726–9.
 15. Ghosh S, Manvikar S, Ray-Chaudhuri N, Birch M. Efficacy of transscleral diode laser cyclophotocoagulation in patients with good visual acuity. *Eur J Ophthalmol*. 2014 May-Jun;24(3):375-81. doi: 10.5301/ejo.5000389. Epub 2013 Nov 12. PMID: 24242221
 16. Fili S, Vastardis I, Perdikakis G, Kohlhaas M. Transscleral cyclophotocoagulation with MicroPulse® laser versus cyclophotocoagulation with continuous diode laser in patients with open-angle glaucoma. *Int Ophthalmol*. 2022 Feb;42(2):525-539. doi: 10.1007/s10792-021-02023-5. Epub 2021 Oct 1. PMID: 34596834.
 17. Ling Q, Cai Z, Zhang X, Duan X. The efficacy and safety of micropulse transscleral laser treatment in glaucoma: a systematic review and meta-analysis. *BMC Ophthalmol*. 2023 Dec 1;23(1).
 18. Iliev ME, Gerber S. Long-term outcome of trans-scleral diode laser cyclophotocoagulation in refractory glaucoma. *British Journal of Ophthalmology*. 2007 Dec;91(12):1631–5.
 19. Khodeiry MM, Sheheitli H, Sayed MS, Persad PJ, Feuer WJ, Lee RK. Treatment Outcomes of Slow Coagulation Transscleral Cyclophotocoagulation In Pseudophakic Patients with Medically Uncontrolled Glaucoma. *Am J Ophthalmol*. 2021 Sep;229:90-99. doi: 10.1016/j.ajo.2021.04.003. Epub 2021 Apr 20. PMID: 33852906.