



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MEXICO
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE MEDICINA

FUNDACIÓN HOSPITAL NUESTRA SEÑORA DE LA LUZ, I.A.P.

DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA

TESIS

**COMPARACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE DOS ESTRATEGIAS DE
APLICACIÓN DE LÁSER MICROPULSADO TRANSESCLERAL EN
PACIENTES CON GLAUCOMA REFRACTARIO: BASADA EN TIEMPO
Y BASADA EN ENERGÍA TOTAL**

PARA OBTENER EL DIPLOMA EN LA ESPECIALIDAD DE:

OFTALMOLOGÍA

PRESENTA

DR. RICARDO CHAPARRO MANRIQUEZ

ASESOR

DR. GIAN FRANCO DIEZ CATTINI

CIUDAD DE MEXICO.

ENERO 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CIUDAD DE MEXICO.

ENERO 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

FUNDACIÓN HOSPITAL NUESTRA SEÑORA DE LA LUZ, I.A.P.

**COMPARACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE DOS ESTRATEGIAS DE APLICACIÓN
DE LÁSER MICROPULSADO TRANSESCLERAL EN PACIENTES CON GLAUCOMA
REFRACTARIO: BASADA EN TIEMPO Y BASADA EN ENERGÍA TOTAL**

Dr. Ricardo Chaparro Manríquez
Residente de Oftalmología

Dr. Jaime Lozano Alcázar
Director médico Fundación Hospital Nuestra señora de la Luz

Dr. Oscar Baca Lozada
Profesor Titular del Curso Oftalmología

Dr. Alejandro Babayán Sosa
Profesor Titular del Curso Oftalmología

Dr. Gian Franco Diez Cattini
Asesor Principal

Adriana Saucedo Castillo
Jefe de enseñanza e investigación

Nota de aceptación:

Aprobado por el Comité de Ética en
cumplimiento de los requisitos
exigidos por el comité de ética e investigación de Fundación Hospital
Nuestra Señora de la Luz I.A.P.

Dr. Juan Abel Ramírez Estudillo
Presidente del comité de ética e investigación

ÍNDICE

1	Resumen	5
2	Marco Teórico	8
3	Justificación	14
4	Planteamiento del problema	15
5	Objetivos	16
6	Hipótesis	18
7	Material y Métodos	19
8	Variables	24
9	Consideraciones éticas	27
10	Recursos, financiamiento y factibilidad	28
11	Resultados	29
12	Discusión	40
13	Conclusiones	43
14	Referencias bibliográficas	46
15	Anexos	49
16	Agradecimientos	51
17	Dedicatoria	52

1. RESUMEN

TITULO: COMPARACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE DOS ESTRATEGIAS DE APLICACIÓN DE LÁSER MICROPULSADO TRANSESCLERAL EN PACIENTES CON GLAUCOMA REFRACTARIO: BASADA EN TIEMPO Y BASADA EN ENERGÍA TOTAL.

OBJETIVO: Conocer la efectividad y complicaciones de dos estrategias de aplicación de laser micropulsado transescleral en pacientes con glaucoma refractario mediante la aplicación de diferentes parámetros modificando el tiempo y poder de aplicación proporcionando la misma cantidad de energía total.

MATERIAL Y MÉTODOS: Se aplicó el tratamiento de láser micropulsado transescleral (Cyclo G6) con la sonda P3 original a 63 pacientes (80 ojos) del servicio de Glaucoma del Hospital de Nuestra Señora de la Luz que cumplieron los siguientes:

Criterios de inclusión:

- Pacientes de cualquier edad del servicio de Glaucoma del Hospital de la Luz
- Diagnóstico de glaucoma primario (ángulo abierto o cerrado) o secundario (neovascular, uveítico, postraumático, asociado a QPP, oftalmía simpática, cirugía de retina, etc).
- Pacientes con progresión de glaucoma a pesar de tratamiento médico máximo con o sin historia de cirugía de glaucoma previa.

La asignación de energía total entregada (Joules/tratamiento) se calculó utilizando la siguiente fórmula: **Energía total = Poder de la emisión (Watts) x Ciclo de trabajo x Tiempo del tratamiento (segundos)** y se designó de la siguiente manera según los parámetros utilizados actualmente en el departamento de glaucoma del Hospital de la Luz:

112 J en pacientes con PIO menor de 25mmHg con tratamiento hipotensor máximo.

150 J en pacientes con PIO >25mmHg y <40mmHg con tratamiento hipotensor máximo.

187 J en pacientes con PIO mayor o igual a 40mmHg con tratamiento hipotensor máximo.

Grupo Control: Modificación del tiempo de tratamiento (método tradicional)

Se seleccionó según el nivel de presión intraocular el tiempo de tratamiento para alcanzar la energía total entregada especificada a continuación, manteniendo el poder constante de 2000mW.

1. 112Joules - 180 segundos total (2000mW a 31.3% ciclo de trabajo)
2. 150Joules - 240 segundos total (2000mW a 31.3% ciclo de trabajo)
3. 187Joules- 300 segundos total (2000mW a 31.3% ciclo de trabajo)

Grupo Estudio: Modificación en base a la energía total entregada (método balanceado)

Se seleccionó según el nivel de presión intraocular, la energía total del tratamiento tomando como base los parámetros utilizados actualmente en el departamento de glaucoma del Hospital de la Luz; se modificó el poder de forma escalonada con diferencias de 250mW del esquema basal, y el tiempo de forma proporcional para mantener los mismos niveles de energía total entregada, basándose en la ecuación de Sánchez y Grippo.¹⁷

1. 112 Joules - 160 segundos total (2250mW a 31.3% ciclo de trabajo)
2. 150Joules - 200 segundos total (2400mW a 31.3% ciclo de trabajo)
3. 187Joules - 240 segundos total (2500mW a 31.3% ciclo de trabajo)

Se seleccionaron de manera prospectiva y consecutiva a pacientes con diagnóstico de glaucoma (primario o secundario) con mal control de PIO en tratamiento médico máximo, progresión del campo visual o dolor ocular crónico asociado a hipertensión ocular de la consulta del Servicio de Glaucoma del Hospital de la Luz.

Se realizó el tratamiento utilizando la sonda P3 (Pars Plana Probe) conectada al Iridex Cyclo G6- Glaucoma Laser System con un ciclo de trabajo de 31.33% el tiempo y poder especificado según el nivel de energía requerida por el nivel de PIO y el grupo de tratamiento al que fue aleatorizado el paciente.

RESULTADOS

Se trataron 63 pacientes, la edad media de presentación fue 57.25 con desviación estándar \pm 18.43; el sexo femenino representó el 52%, predominó el ojo derecho tratado en 60% de la población. El glaucoma neovascular fue la causa más frecuente de indicación de laser micropulsado transescleral en nuestro estudio con frecuencia absoluta de (39 ojos), la cual corresponde al 47.5% de la población. El efecto hipotensor del tratamiento con láser micropulsado transescleral en la población en general a lo largo de tiempo fue estadísticamente significativo. No hubo diferencia estadísticamente significativa en cuanto al efecto hipotensor, complicaciones, dolor postoperatorio y número de fármacos hipotensores entre los distintos grupos.

CONCLUSIONES

Se pueden emplear los parámetros modificados en lugar de los convencionales ya que no traducen mayores complicaciones ni mayor dolor transquirúrgico en comparación con el grupo control y ofrecen reducir el tiempo quirúrgico. Sin embargo, no se demuestra mayor efecto hipotensor a 6 meses de seguimiento.

PALABRAS CLAVES: Laser micropulsado transescleral.

2. MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

El glaucoma es una neuropatía óptica progresiva, representa la segunda causa de ceguera a nivel mundial¹. Es la primera causa de ceguera irreversible a nivel mundial, con más de 60.5 millones de personas con diagnóstico en el 2010¹. Además, se cuenta con cifras de aproximadamente 8.4 millones de personas ciegas en el mundo por glaucoma.⁴

El glaucoma es una enfermedad ocular caracterizada por la pérdida visual como consecuencia de daño en el nervio óptico y se ha relacionado con el aumento en la presión intraocular, siendo esta el único factor modificable para la progresión de la enfermedad²

En la última década se han desarrollado una amplia variedad de tratamientos quirúrgicos para el manejo de glaucoma con el fin de mejorar el perfil de seguridad postquirúrgico; ya que la tasa de complicaciones de la cirugía incisional tradicional es elevada aun en manos expertas.^{2,3}

Los procedimientos de mínima invasión tienen como objetivo incidir en la historia natural de la enfermedad al disminuir la presión intraocular sin depender de incisiones conjuntivales, y en la medida de lo posible de ampollas de filtración.²⁻⁴ Estos procedimientos se conocen colectivamente como MIGS (Minimally Invasive Glaucoma Surgery) e incluyen la excisión selectiva de la malla trabecular, implantes de by-pass trabecular e implantes de drenaje supracoroideo.^{4,5}

De manera contemporánea se ha modificado la técnica y estrategia de utilización de los procedimientos ciclodestructivos tradicionales (ciclofotocoagulación) para limitar el daño tisular y la incidencia de complicaciones graves que limitaban su uso en pacientes con glaucomas refractarios.⁵⁻⁷ La ciclofotocoagulación endoscópica y el tratamiento micropulsado transescleral son dos modalidades de tratamiento láser al cuerpo ciliar con-

trolado que han demostrado ser eficaces en disminuir la presión intraocular con mínima presencia de complicaciones irreversibles.⁸

El tratamiento transescleral con láser micropulsado utiliza la misma fuente de energía que el tratamiento ciclodestructivo transescleral; un láser diodo de 810nm interrumpido por periodos de enfriamiento intercalados en un intervalo fijo) a través de una sonda especialmente diseñada para dirigir la energía hacia la pars plana (sonda P3- Pars Plana Probe - Iridex).⁹

Por su asociación fisiopatológica teórica con los tratamientos ciclodestructivos tradicionales, el tratamiento transescleral con láser micropulsado se estudió inicialmente en pacientes con glaucoma refractario, definidos como pacientes con cualquier tipo de glaucoma que no estuviera controlado con cirugías tradicionales (cirugía filtrante o dispositivo de derivación) o tratamiento hipotensor máximo.^{10,11}

Los resultados han demostrado tasas de éxito cercanas al 80% en la mayoría de los estudios publicados, con baja incidencia de complicaciones relacionadas como: baja visual, hipotonía persistente y phthisis bulbi.¹² El éxito inicial del tratamiento en estos pacientes multitratados ha provocado interés en el estudio de su uso en pacientes con glaucomas menos severos e incluso como primer tratamiento quirúrgico, aunque la literatura en este aspecto es aún limitada.¹³

Existe controversia si estos procedimientos ciclomoduladores son parte del conjunto de los MIGS, pero sin duda se han adoptado como un tratamiento ahorrador de cirugía incisional en pacientes con procedimientos previos fallidos, y ya se proponen en algunos grupos de estudio como primer tratamiento en pacientes con glaucoma severo sin cirugías tradicionales previas.^{6,8,14}

Las publicaciones iniciales utilizaron perfiles de tratamiento diversos, lo que ha hecho difícil establecer parámetros estándar o nomogramas basados en tipo de glaucoma, nivel de presión intraocular u otros factores que pueden modificar la respuesta, como: número de cirugías previas, tratamientos ciclomoduladores previos, etcétera.⁹

La técnica general consiste en aplicar en movimientos continuos o pausados la sonda P3 a la superficie del globo ocular con presión leve a moderada, a 3mm del limbo durante un tiempo determinado, entregando la energía láser a un poder cercano a 2000mW fragmentado por periodos OFF en el ciclo de trabajo (31.3%) en ambos hemisferios, respetando los meridianos horizontales.¹⁰

Por lo tanto, pueden identificarse las siguientes variables del tratamiento:

4. Tiempo de tratamiento

Es el parámetro más modificado en los estudios publicados hasta la fecha, con un margen de variabilidad amplio, desde 100 hasta 350 segundos por ojo. No existe un consenso sobre qué características clínicas deben modificar en qué magnitud el tiempo de tratamiento, pero de forma general se toma en cuenta: el nivel de presión intraocular (PIO), refractariedad del caso, tipo de glaucoma, y algunos autores citan: el nivel de pigmentación ocular.^{5,7,11}

El estudio realizado en el Hospital de la Luz en pacientes mexicanos con glaucoma refractario estandarizó el tiempo de tratamiento en base al nivel de PIO basal de la siguiente forma: 120 segundos en pacientes con PIO menor a 24mmHg, 180 segundos con PIO entre 25 y 40mmHg y 240 segundos en pacientes con PIO mayor a 40mmHg encontrando una disminución del 50.5% y 33% de la PIO en el segundo y tercer grupo respectivamente, pero sólo del 15% en el primero. (Tasas de éxito del 12.5% en el primer grupo, 83.3% en el segundo y 66.67% en el tercero).

Estos resultados permitieron fijar una postura en el manejo actual de los parámetros utilizados en el servicio de glaucoma del Hospital de la Luz, utilizando 180 segundos en pacientes con PIO menor de 40mmHg y 240 segundos en pacientes con PIO mayor; dejando de utilizar parámetros menores por su baja tasa de éxito.

5. Velocidad de aplicación

Las recomendaciones iniciales de la casa comercial que fabrica y distribuye el láser micropulsado para aplicación transescleral (Iridex) eran dividir el tiempo estipulado de tratamiento por hemisferio en periodos de 10 segundos para aplicar el tratamiento en un movimiento deslizante continuo entre ambos meridianos horizontales (180° superiores o inferiores) a una velocidad de un 180° cada 10 segundos hasta terminar el tratamiento.^{5,7}

Sin embargo, algunos grupos han modificado la técnica, proponiendo un movimiento deslizante a una velocidad de 180° cada 60 segundos (slow sweeping) o la aplicación en puntos fijos durante 10 segundos por punto (stop and go).⁷

La comparación post-hoc de los diferentes protocolos de aplicación muestra que hay mayor porcentaje de éxito con las técnicas de aplicación pausada o más lentas, sin embargo, también existe un mayor riesgo de complicaciones asociadas, reportando un 9% de hipotonías y un 2.5% de casos de phthisis bulbi.^{8,9}

Recientemente la casa comercial ha modificado sus recomendaciones, basándose en una experiencia más generalizada; aunque no existen estudios publicados al respecto, sugiriendo una velocidad de aplicación cercana a 15 segundos por hemisferio, permitiendo mayor tiempo de contacto del láser en cada localización de aplicación. Sin embargo, estas recomendaciones no tienen sustento bibliográfico en la actualidad.^{7,11,12}

3. Ciclo de trabajo

Existen pocos estudios tempranos que estudiaron la aplicación del láser diodo transescleral para glaucoma en un ciclo de trabajo del 25% con buenos resultados. Sin embargo, el resto de los estudios se han realizado con un ciclo de trabajo de 31.3% y este parámetro no puede modificarse una vez conectada la sonda P3 a la consola de tratamiento (Cyclo G6) por lo que se considera un parámetro fijo.¹³⁻¹⁵

4. Poder de emisión del láser

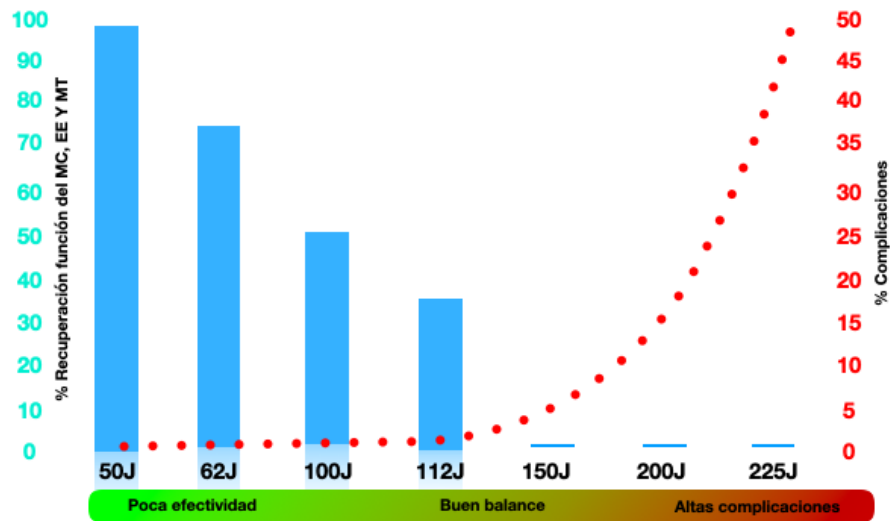
Un estudio reciente de Sochian et al, se modificó exclusivamente el poder del tratamiento según la agudeza visual de los pacientes de la siguiente manera: 2500mW en pacientes con visión de percepción de luz (PPL) o peor (NPL); 2400mW en pacientes con visión cuenta dedos (CD) o detección de movimiento de manos (MM); 2250mW en pacientes con 20/80 hasta 20/400 en escala de Snellen y 2000mW con agudeza visual mejor a 20/80, manteniendo fijo un tiempo de 50 segundos por hemisferio.¹⁷ Encontraron una reducción del 57% de la PIO en el grupo de 2500mW y de 30% en los de 2000mW. Hubo una incidencia de 38% total de pérdida de al menos dos líneas de visión y el 10% de los pacientes con visión de CD a PPL perdieron la visión completamente.¹⁷

En un análisis de la literatura publicado por Grippo, Sánchez y colaboradores se formula la hipótesis de que independientemente qué variable se modifique, su relación con las demás en cuanto a la energía total entregada en el tejido es la responsable de la potencia hipotensora y de la presencia de complicaciones.^{5,17,18}

En este análisis se refuerza la idea que mientras mayor es el tiempo o el poder del tratamiento, es mayor la energía entregada al cuerpo ciliar, por lo tanto es mayor el efecto biológico esperado del tratamiento en superando la capacidad de recuperación del músculo ciliar, espón escleral y malla trabecular, superando su capacidad de recupe-

ración; pero también es mayor el efecto a nivel del epitelio del cuerpo ciliar, generando ciclodestrucción y por lo tanto mayor incidencia de complicaciones asociadas como uveítis, hipotonía, edema macular y phtisi bulbi.¹⁹⁻²¹

En el siguiente esquema, modificado de la publicación de Sánchez y Grippo, se muestra que los grupos de pacientes tratados con más de 115J pero menos de 150J se encuentran en zona con adecuado balance de efectividad con efecto tipo pilocarpina (en MT, EE y MC); mientras que pasando por encima de este umbral y más cercanos a los 200J tendremos un efecto combinado con presencia de algún grado de ciclodestrucción (en el epitelio del cuerpo ciliar) y por lo tanto mayor incidencia de efectos adversos.²²⁻²⁶



3. JUSTIFICACIÓN

No existe un consenso sobre cuáles son las medidas adecuadas para tratar a cada paciente, y siguen realizándose ajustes arbitrarios en base a la presión intraocular, el número de medicamentos, o más recientemente a la agudeza visual del paciente. Con este estudio se pretende estandarizar los parámetros ideales para alcanzar el éxito en el tratamiento con el menor número de complicaciones para el paciente.

Se requieren directrices precisas con respecto a los parámetros de aplicación ya que existe amplia variabilidad entre distintos centros especializados y en las distintas publicaciones.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El glaucoma refractario a tratamiento médico máximo es una entidad que de no ser tratada de manera oportuna puede ocasionar la ceguera. Por lo que en los casos que se indica laser micropulsado transescleral se requiere un tratamiento pronto, adecuado y con los parámetros estandarizados de forma específica. En la cual se proporcione la energía total descrita de la forma en la cual se obtengan mejores resultados con menores complicaciones a corto, mediano y largo plazo.

Lo anterior nos lleva al siguiente cuestionamiento: ¿Existen diferencias en el efecto hipotensor y en la incidencia de complicaciones entre dos grupos de pacientes con glaucoma tratados con láser micropulsado transescleral que reciben la misma energía total con diferentes esquemas de aplicación, uno modificado por tiempo y el grupo de tratamiento modificado en base a la energía total entregada?

5. OBJETIVOS:

1. Objetivo general

Comparar el efecto hipotensor de los grupos de tratamiento de láser micropulsado transescleral en pacientes con glaucoma del Hospital de la Luz, que reciben la misma energía total con diferentes esquemas de aplicación, uno modificado por tiempo y el otro basado en la energía total entregada (modificando tanto poder como tiempo) a los 1,2,3 y 6 meses del tratamiento.

2. Objetivos secundarios

- A. Comparar el número de medicamentos hipotensores de dos grupos de tratamiento de láser micropulsado transescleral en pacientes con glaucoma del Hospital de la Luz, que reciben la misma energía total con diferentes esquemas de aplicación, uno modificado por tiempo y el otro basado en la energía total entregada (modificando tanto poder como tiempo) a los 1,2,3 y 6 meses del tratamiento.

- B. Comparar la frecuencia de complicaciones postquirúrgicas de los grupos de tratamiento de láser micropulsado transescleral en pacientes con glaucoma del Hospital de la Luz, que reciben la misma energía total con diferentes esquemas de aplicación, uno modificado por tiempo y el otro basado en la energía total entregada (modificando tanto poder como tiempo) a los 1,2,3 y 6 meses del tratamiento.

- C. Comparar la disminución de agudeza visual de los grupos de tratamiento de láser micropulsado transescleral en pacientes con glaucoma del Hospital de la Luz, que reciben la misma energía total con diferentes esquemas de aplicación, uno modificado por tiempo y el otro basado en la energía total entregada (modificando tanto poder como tiempo) a los 1,2,3 y 6 meses del tratamiento.

D. Comparar el dolor transoperatorio percibido por los pacientes de dos grupos de tratamiento de láser micropulsado transescleral en pacientes con glaucoma del Hospital de la Luz, que reciben la misma energía total con diferentes esquemas de aplicación, uno modificado por tiempo y el otro basado en la energía total entregada (modificando tanto poder como tiempo).

6. HIPÓTESIS

HIPÓTESIS NULA (H0)

Habrá diferencias en el efecto hipotensor expresado en porcentaje de reducci3n de la presi3n intraocular y en el número total de complicaciones entre el grupo de tratamiento modificado por tiempo y el grupo de tratamiento modificado en base a la energía total entregada.

HIP3TESIS ALTERNA (H1)

No habrá diferencias en el efecto hipotensor expresado en porcentaje de reducci3n de la presi3n intraocular y en el número total de complicaciones entre el grupo de tratamiento modificado por tiempo y el grupo de tratamiento modificado en base a la energía total entregada.

7. MATERIAL Y MÉTODOS

7.1. Diseño:

Estudio analítico observacional prospectivo longitudinal.

7.2. Universo de trabajo, lugar de desarrollo y descripción general:

Se seleccionó de manera prospectiva y consecutiva a 63 pacientes (80 ojos) con diagnóstico de glaucoma (primario o secundario) con mal control de PIO en tratamiento médico máximo, progresión del campo visual o dolor ocular crónico asociado a hipertensión ocular de la consulta del Servicio de Glaucoma del Hospital de la Luz en el periodo julio 2020 a junio 2021.

Tamaño de la muestra.

El tamaño de la muestra se calculó utilizando esta fórmula:

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2Z^2}$$

- n = el tamaño de la muestra.
- N = tamaño de la población.
- d = Desviación estándar de la población que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0.5.
- Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que, si no se tiene su valor, se lo toma en relación al 95% de confianza equivale a 1,96 (como más usual) o en relación al 99% de confianza equivale 2,58, valor que queda a criterio del investigador.
- e = Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09), valor que queda a criterio del encuestador.

A todos los pacientes se les realizó una exploración oftalmológica completa, biomicroscopía con lámpara de hendidura, toma de PIO con tonómetro de Goldmann, gonioscopia, examen de fondo de ojo bajo midriasis farmacológica.

Se aplicó tratamiento de láser micropulsado transescleral (Cyclo G6) con la sonda P3 original en pacientes del servicio de Glaucoma del Hospital de Nuestra Señora de la Luz que cumplan los criterios de selección y exclusión especificados a continuación.

7.3 Criterios de selección:

Criterios de inclusión:

- Pacientes de cualquier edad del servicio de Glaucoma del Hospital de la Luz.
- Diagnóstico de glaucoma primario (ángulo abierto o cerrado) o secundario (neovascular, uveítico, postraumático, asociado a QPP, cirugía de retina, etc.).
- Pacientes con tratamiento médico máximo tolerado o progresión de glaucoma a pesar de tratamiento médico máximo con o sin historia de cirugía de glaucoma previa.

La asignación de energía total entregada (Joules/tratamiento) se calculó utilizando la siguiente fórmula: **Energía total = Poder de la emisión (Watts) x Ciclo de trabajo x Tiempo del tratamiento (segundos)** y se designó de la siguiente manera según los parámetros utilizados actualmente en el departamento de glaucoma del Hospital de la Luz:

112 J en pacientes con PIO menor de 25mmHg con tratamiento hipotensor máximo.

150 J en pacientes con PIO >25mmHg y <40mmHg con tratamiento hipotensor máximo.

187 J en pacientes con PIO mayor o igual a 40mmHg con tratamiento hipotensor máximo.

Grupo Control: Modificación del tiempo de tratamiento (método tradicional)

Se seleccionó según el nivel de presión intraocular el tiempo de tratamiento para alcanzar la energía total entregada especificada a continuación, manteniendo el poder constante de 2000mW.

Grupo 1: 112Joules - 180 segundos total (2000mW a 31.3% ciclo de trabajo)

Grupo 2: 150Joules - 240 segundos total (2000mW a 31.3% ciclo de trabajo)

Grupo 3: 187Joules- 300 segundos total (2000mW a 31.3% ciclo de trabajo)

Grupo Estudio: Modificación en base a la energía total entregada (método balanceado)

Se seleccionaron según el nivel de presión intraocular la energía total del tratamiento tomando como base los parámetros utilizados actualmente en el departamento de glaucoma del Hospital de la Luz; se modificarán el poder de forma escalonada con diferencias de 250mW del esquema basal, y el tiempo de forma proporcional para mantener los mismos niveles de energía total entregada, basándose en la ecuación de Sánchez y Grippo.

Grupo 4: 112 Joules - 160 segundos total (2250mW a 31.3% ciclo de trabajo)

Grupo 5: 150Joules - 200 segundos total (2400mW a 31.3% ciclo de trabajo)

Grupo 6: 187Joules - 240 segundos total (2500mW a 31.3% ciclo de trabajo)

Cabe recalcar que en este grupo no solamente se modificó el poder, sino que también se modificó el tiempo para alcanzar con distintos poderes de emisión la energía total recomendada que se encuentra aún dentro del rango aceptable con buen balance entre efecto hipotensor y presencia de complicaciones. Sí se hubiera modificado solamente el poder manteniendo los mismos parámetros de tiempo, se alcanzarían niveles de

energía totales suficientes para generar ciclodestrucción, con un mecanismo de acción diferente al descrito con el tratamiento micropulsado.

Criterios de exclusión:

- Pacientes con proceso infeccioso activo en superficie ocular o intraocular.
- Pacientes con contraindicaciones para anestesia peribulbar o retrobulbar.
- Pacientes que no pueden otorgar consentimiento bajo información.
- Pacientes que se hayan sometido a procedimientos de ciclotocoagulación convencional o micropulsados previos.
- Pacientes con adelgazamiento escleral significativo (escleromalacia de más de un meridiano) o pérdida de continuidad de la pared escleral.
- Pacientes que sean parte de algún otro protocolo del servicio de glaucoma que tengan parámetros especificados diferentes a los de este protocolo.

Definiciones:

A) Éxito completo; pacientes que cumplan las siguientes condiciones:

1. Porcentaje de disminución mayor al 20%.
2. Presión intraocular entre 6mmHg a 21mmHg.
3. Ausencia de complicaciones después.
4. Ausencia de baja visual significativa.

B) Éxito parcial; pacientes que cumplan solamente la condición número 1 del inciso A.

C) Fracaso primario: pacientes que no cumplan definición de éxito completo o parcial en ningún momento del seguimiento del estudio.

D) Fracaso secundario: pacientes que cumplan definición de éxito completo o parcial en los primeros tres meses del estudio, pero que presenten aumento posterior de la PIO.

7.4 Procedimiento:

Se realizó el procedimiento quirúrgico bajo sedación y anestesia peribulbar, retrobulbar o una combinación de ambas. Aplicando yodopovidona tópica al 5% en fondo de saco del ojo a operar y realizando aseo del área de la cara con el mismo producto al 10%.

Se colocó un blefarostato de Barraquer o Lieberman en el ojo a tratar. Se colocó Hipromelosa 2% sobre el ojo, se realizó el tratamiento utilizando la sonda P3 (Pars Plana Probe) conectada al Iridex Cyclo G6- Glaucoma Laser System con un ciclo de trabajo de 31.33% el tiempo y poder especificado según el nivel de energía requerida por el nivel de PIO y el grupo de tratamiento al que fue aleatorizado el paciente.

Se aplicó el tratamiento haciendo un movimiento continuo deslizante de 9:30 a 2:30 y de 3:30 a 8:30 de la sonda en contacto con el globo ocular, dirigiendo la escotadura limbal de la misma al limbo esclerocorneal, evitando pasar sobre los meridianos 3 y 9 para evitar daño a los paquetes neurovasculares ciliares. Se utilizó un gancho de estrabismo en los fondos de saco conjuntivales o una pinza 0.12mm para auxiliar en el desplazamiento del globo ocular para exponer la zona a tratar. Al final del procedimiento se colocó antibiótico, esteroide tópico y parche oclusivo. Se mantuvo el ojo parchado el día de la cirugía hasta la revisión al día siguiente.

7.5. Análisis estadístico:

Para realizar pruebas de normalidad se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov tomando como significancia estadística una $p < 0.05$. Para las variables paramétricas se utilizó prueba de T de student para muestras pareadas y para variables no paramétricas se utilizó la prueba U de Mann-Whitney. Las variables cuantitativas se representan con medidas de tendencia central con desviaciones estándar con intervalo de confianza (IC) de 95%. La información de los pacientes se obtuvo a través de la revisión de los expedientes clínicos electrónicos en el periodo comprendido entre enero de 2017 a octubre de 2021. Para el registro se utilizó Excel versión 16.39 y para el

análisis se utilizó el software Graphpad Prism versión 8.4.0 para Mac, SPSS y STATA versión 13 para Windows.

8. VARIABLES:

Nombre de variable	Independiente/Dependiente	Tipo de Variable	Unidad de Medición	Instrumento de Medición	Momento de Medición
Edad	Independiente	Cuantitativa discreta	años	Interrogatorio	Consulta basal
Sexo	Independiente	Cualitativa	hombre/mujer	Interrogatorio	Consulta basal
Tipo de Glaucoma	Independiente	Cualitativa nominal	Tipo de glaucoma	Interrogatorio/Expediente	Consulta basal
Antecedente de glaucoma	Independiente	Cualitativa nominal dicotómica	si/no	Interrogatorio/Expediente	Consulta basal
Antecedente de cirugía de glaucoma	Independiente	Cualitativa nominal dicotómica	si/no	Interrogatorio/Expediente	Consulta basal
PIO prequirúrgica	Independiente	Cuantitativa discreta	mmHg	Tonómetro de aplanación de Goldmann o TonoPen	Consulta basal
Agudeza visual prequirúrgica	Independiente	Cuantitativa discreta	logMar	Snellen (conversión)	Consulta basal
Número de medicamentos hipotensores prequirúrgico	Independiente	Cuantitativa discreta	mmHg	Tonómetro de aplanación de Goldmann o TonoPen	Consulta basal
Tiempo de tratamiento	Independiente	Cuantitativa discreta	segundos	Nota quirúrgica	Programación de cirugía

Poder de la emisión	Independiente	Cuantitativa discreta	Watts	Nota quirúrgica	Programación de cirugía
Energía total entregada	Independiente	Cuantitativa continua	Joules	Nota quirúrgica	Programación de cirugía
Grupo	Independiente	Cualitativa nominal	Control/Estudio	Nota prequirúrgica	Programación de cirugía
PIO postquirúrgica	Dependiente	Cuantitativa discreta	mmHg	Tonómetro de aplanación de Goldmann o TonoPen	1,30,60,90,180 días
Agudeza visual postquirúrgica	Independiente	Cuantitativa discreta	logMar	Snellen (conversión)	1,30,60,90,180 días
Número de fármacos hipotensores postquirúrgico	Dependiente	Cuantitativa discreta	número	Tonómetro de aplanación de Goldmann o TonoPen	1,30,60,90,180 días
% disminución de la PIO	Dependiente	Cuantitativa continua	%	Análisis de resultados	1,30,60,90,180 días
Éxito completo	Dependiente	Cualitativa nominal dicotómica	SI/NO	Análisis de resultados	1,30,60,90,180 días
Éxito parcial	Dependiente	Cualitativa nominal dicotómica	SI/NO/NA	Análisis de resultados	1,30,60,90,180 días
Dolor transquirúrgico	Dependiente	Cualitativa nominal dicotómica	si/no	Exploración oftalmológica	1,30,60,90,180 días
Hifema postquirúrgico	Dependiente	Cualitativa nominal dicotómica	si/no	Exploración oftalmológica	1,30,60,90,180 días
Hiposfagma	Dependiente	Cualitativa nominal dicotómica	si/no	Exploración oftalmológica	1,30,60,90,180 días
Uveitis fibrinoide postquirúrgica	Dependiente	Cualitativa nominal dicotómica	si/no	Exploración oftalmológica	1,30,60,90,180 días
Descompensación corneal postquirúrgica	Dependiente	Cualitativa nominal dicotómica	si/no	Exploración oftalmológica	1,30,60,90,180 días

Hipotonía postquirúrgica (<6mmHg)	Dependiente	Cualitativa nominal dicotómica	si/no	Exploración oftalmológica	1,30,60,90,180 días
Ptisis bulbi	Dependiente	Cualitativa nominal dicotómica	si/no	Exploración oftalmológica	1,30,60,90,180 días
Desprendimiento coroideo postquirúrgico	Dependiente	Cualitativa nominal dicotómica	si/no	Exploración oftalmológica	1,30,60,90,180 días
Edema macular cistoide postquirúrgico	Dependiente	Cualitativa nominal dicotómica	si/no	Exploración oftalmológica	1,30,60,90,180 días
Dolor ocular	Dependiente	Cualitativa nominal dicotómica	si/no	Interrogatorio	1,30,60,90,180 días
Dolor en el procedimiento	Independiente	Cuantitativa discreta	Escala visual análoga del 1 al 10	Interrogatorio	Al realizar el procedimiento

9. CONSIDERACIONES ÉTICAS

El presente estudio se llevó a cabo según los principios de la declaración de Helsinki y cuenta con la autorización de los Comités de Investigación y Ética en investigación del Hospital Fundación Nuestra Señora de la Luz. Los datos fueron analizados con absoluto anonimato de los pacientes, conociéndolos únicamente los investigadores responsables.

Se apegó a los lineamientos de la ley general de Salud y al reglamento de la ley general de salud en materia de investigación vigente en México según la NOM-012-SSA3-2012; Así como a los principios que derivan de la declaración de Helsinki, en su última declaración (64°), en Fortaleza, Brasil, en octubre del 2013. En el siguiente estudio se consideró necesario el consentimiento informado de los pacientes como lo establece el Título segundo capítulo I del artículo 14 fracción V de la ley general de salud en materia de investigación; respetándose la confidencialidad de los resultados y utilizados solo para fines de esta investigación.

Se resguardó la confidencialidad de los datos de los pacientes, de conformidad a lo establecido a la ley Federal de protección de datos personales, en posesión de los particulares, capítulo 2, la ley federal de transparencia y acceso a la información pública gubernamental, capítulo 4. El artículo 12 de la Declaración Universal de Derechos Humanos estipula que “Nadie será objeto de injerencias arbitrarias en su vida privada, su familia, su domicilio o su correspondencia, ni de ataques a su honra o a su reputación...”.

10. RECURSOS, FINANCIAMIENTO Y FACTIBILIDAD

Los instrumentos para la evaluación oftalmológica y consumibles relacionados fueron aportados por la Fundación Hospital Nuestra Señora de la Luz en el contexto de la consulta oftalmológica en el departamento de glaucoma contratada por el paciente. El costo de la consulta y el procedimiento con láser micropulsado transescleral fueron cubiertos por el paciente.

La factibilidad financiera fue posible con los recursos de la propia institución, dado que el seguimiento del paciente intervenido quirúrgicamente fue por médicos residentes, becarios y especialistas adjuntos. El procedimiento y seguimiento se documentó en el expediente clínico, los cuales se encuentran en el archivo clínico del hospital, al que el personal médico tiene acceso.

BIOSEGURIDAD

No se manejaron muestras de órganos o tejidos humanos que deban disponerse de manera especial. Los procedimientos quirúrgicos se llevaron a cabo siguiendo los estándares de asepsia, antisepsia y esterilidad que estén indicados.

11.- RESULTADOS

Tabla 1. Datos demográficos.

Parametros generales	Total
Edad (años), media \pm DS	57.25 \pm 18.43
Sexo, n (%)	
Hombre	30 (48)
Mujer	33 (52)
Ojo, n (%)	
Derecho	48 (60)
Izquierdo	32 (40)
Diagnósticos	
Glaucoma neovascular	38 (47.5)
Secundario a cirugía de retina	7 (8.7)
Pseudoexfoliativo	5 (6.2)
G. Uveítico	1 (1.2)
G. secundario a trauma	5 (6.2)
G. secundario a QPP*	3 (3.7)
GPAA**	8 (10)
Glaucoma juvenil	1 (1.2)
GCAC***	7 (8.7)
Oftalmia simpática	1 (1.2)
Glaucoma congénito	4 (5)

** Glaucoma primario de angulo abierto, ***Glaucoma crónico de ángulo cerrado.

Tabla 2. Representación de agudeza visual, presión intraocular, hipotensores prequirúrgicos y antecedentes quirúrgicos de la población general.

Parámetros	Total*
AV pre (LogMAR), media \pm DS**	1.8 \pm 0.76
AV post (LogMAR), media \pm DS**	1.8 \pm 0.78
PIO (mmHg), mediana, rango intercuartil	30 (21-40)
Numero de hipotensores, media \pm DS	3 \pm 1.7
Antecedente de cirugía de glaucoma n (%)	
Sí	13 (16.25)
No	67 (83.75)
Antecedente de cirugía previa realizada n (%)	
Implante de Válvula de Ahmed	6 (7.50)
Trabeculectomía	6 (7.50)
Implante de Válvula de Ahmed + Ciclocrioterapia	1 (1.25)

*Frecuencia (%), **Agudeza visual.

Tabla 3. Tabla de frecuencia y proporción de los distintos grupos de aplicación de tratamiento.

Grupos	Total*
1 112J: 180S TOTAL (2000MW)	8 (10)
2 150J: 240S TOTAL (2000MW)	12 (15)
3 187J: 300S TOTAL (2000MW)	13 (16.25)
4 112J: 160S TOTAL (2250MW)	9 (11.25)
5 150J: 200S TOTAL (2400MW)	9 (11.25)
6 187J: 240S TOTAL (2500MW)	29 (36.25)

*Frecuencia (%)

Tabla 4. Frecuencia de dolor transoperatorio de la población general.

Cuantificación de dolor transoperatoria (EVA **)	Total*
0	7 (8.75)
1	1 (1.25)
2	18 (22.50)
3	17 (21.25)
4	13 (16.25)
5	13 (16.25)
6	4 (5)
7	3 (3.75)
8	3 (3.75)
9	1 (1.25%)

*Frecuencia (%), ** Escala visual análoga.

Tabla 5. Promedio de dolor relacionado al procedimiento en los distintos grupos de tratamiento.

Grupos	Promedio dolor (EVA)
Grupo 1	2.5
Grupo 2	2.75
Grupo 3	4.85
Grupo 4	2.66
Grupo 5	2.66
Grupo 6	4.1

Tabla 6. Frecuencia de complicaciones postoperatorias en la población general.

Complicaciones	Total*
Hifema	3 (3.75)
Hiposfagma	3 (3.75)
Edema corneal	4 (5)
Dolor ocular	6 (7.50)

*Frecuencia (%)

Tabla 7. Reducción de presión intraocular a lo largo del tiempo, porcentaje de reducción y significancia estadística de la población general.

Seguimiento	n	PIO, mediana (rango intercuarte)	Reducción de PIO (%)	p
Preoperatorio	80	30 (21-40)		
Día 1	80	22 (16-36)	26.66	0.003
1 mes	80	18.5 (13.5-36)	38.33	<0.0001
2 meses	80	19.5 (14-28)	35	<0.0001
3 meses	80	20 (14-31)	33.33	<0.0001
6 meses	80	22 (15-33)	26.66	<0.0002

Significancia evaluada con prueba T de student.

Tabla 8. Reducción de presión intraocular a lo largo del tiempo, porcentaje de reducción y significancia estadística del grupo 1.

Grupo 1				
Seguimiento	n	PIO, mediana, rango intercuarte	Reducción de PIO (%)	p
Preoperatorio	8	20.5 (16-22)		
Día 1	8	13 (8.5-14.5)	36.58	0.008
1 mes	8	15 (11-16.5)	26.82	0.002
2 meses	8	16 (11.5-22)	21.95	0.086
3 meses	8	13.5 (11.5-16.5)	34.14	0.097
6 meses	8	12.5 (11-21.5)	39.02	0.092

Significancia evaluada con prueba T de student.

Tabla 9. Reducción de presión intraocular a lo largo del tiempo, porcentaje de reducción y significancia estadística del grupo 2.

Grupo 2				
Seguimiento	n	PIO, mediana, rango intercuartil	Reducción de PIO (%)	p
Preoperatorio	12	25 (21-34.5)		
Día 1	12	19 (17-26)	24	0.030
1 mes	12	25.5 (18-37.5)	-1.02	0.621
2 meses	12	24 (18.5-30)	4	0.349
3 meses	12	18.5 (14.5-30.5)	26	0.124
6 meses	12	24.5 (16-33.5)	2	0.632

Significancia evaluada con prueba T de student.

Tabla 10. Reducción de presión intraocular a lo largo del tiempo, porcentaje de reducción y significancia estadística del grupo 3.

Grupo 3				
Seguimiento	n	PIO, mediana, rango intercuartil	Reducción de PIO (%)	p
Preoperatorio	13	40 (34-45)		
Día 1	13	36 (32-51)	10	0.881
1 mes	13	40 (22-52)	0	0.764
2 meses	13	28 (15-52)	30	0.314
3 meses	13	22 (15-46)	45	0.191
6 meses	13	29 (24-40)	27.5	0.404

Significancia evaluada con prueba T de student.

Tabla 11. Reducción de presión intraocular a lo largo del tiempo, porcentaje de reducción y significancia estadística del grupo 4.

Grupo 4				
Seguimiento	n	PIO, mediana, rango intercuartil	Reducción de PIO (%)	p
Preoperatorio	9	18 (16-25)		
Día 1	9	17 (14-18)	5.55	0.542
1 mes	9	12 (10-15)	33.33	0.013
2 meses	9	12 (12-14)	33.33	0.030
3 meses	9	21 (11-23)	-16.66	0.613
6 meses	9	20 (11-22)	-11.11	0.89

Significancia evaluada con T de student.

Tabla 12. Reducción de presión intraocular a lo largo del tiempo, porcentaje de reducción y significancia estadística del grupo 5.

Grupo 5				
Seguimiento	n	PIO, mediana, rango intercuartil	Reduccion de PIO (%)	p
Preoperatorio	9	26 (24-28)		
Día 1	9	22 (14-27)	15.38	0.126
1 mes	9	17 (12-19)	34.61	0.041
2 meses	9	19 (14-20)	26.92	0.034
3 meses	9	17 (15-22)	34.61	0.056
6 meses	9	17 (15-19)	34.61	0.162

Significancia evaluada con T de student.

Tabla 13. Reducción de presión intraocular a lo largo del tiempo, porcentaje de reducción y significancia estadística del grupo 6.

Grupo 6				
Seguimiento	n	PIO, mediana, rango intercuartil	Reduccion de PIO (%)	p
Preoperatorio	29	34 (30-46)		
Día 1	29	32 (25-42)	5.88	0.066
1 mes	29	22 (16-36)	35.29	<0.0001
2 meses	29	20 (14-35)	41.17	<0.0001
3 meses	29	26 (17-36)	23.52	<0.0004
6 meses	29	22 (16-38)	35.29	0.066

Significancia evaluada con T de student.

Tabla 14. Tasa de éxito y fracaso de los 6 grupos mostrada en porcentajes a los 6 meses de tratamiento.

Tasa de éxito a 6 meses					
Seguimiento	n	Tasa de éxito total (%)	Tasa de éxito parcial (%)	Fracaso primario (%)	Fracaso secundario (%)
Grupo 1	8	62.5	0.0	12.5	25.0
Grupo 2	12	33.3	8.3	25.0	33.3
Grupo 3	13	15.4	38.5	46.5	0.0
Grupo 4	9	33.3	0.0	11.1	55.6
Grupo 5	9	55.6	11.1	11.1	22.2
Grupo 6	29	31.0	37.9	17.2	13.8

Tabla 15. Comparación de efectividad hipotensora entre grupos con misma energía total de laser micropulsado transescleral.

Comparación	Día 1	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 6
Grupos 1 y 4	0.013	0.628	0.526	0.309	0.469
Grupos 2 y 5	0.858	0.017	0.059	0.372	0.188
Grupos 3 y 6	0.242	0.108	0.313	0.924	0.211

Valores de p analizadas con la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney.

Figura 1. Representación de caja y bigotes que muestra la media y desviación estándar de la comparativa entre presión intraocular y el tiempo de seguimiento de los 6 grupos de tratamiento en conjunto.

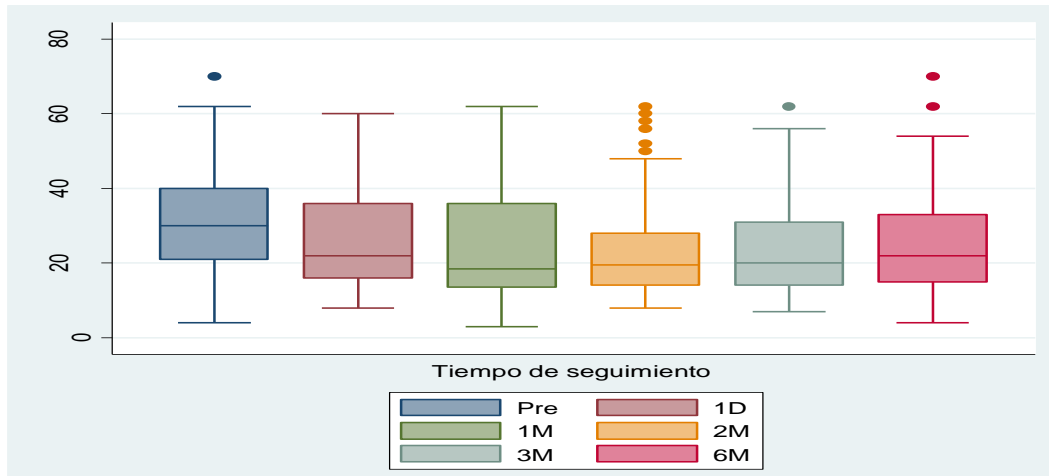


Figura 2. Representación de caja y bigotes que muestra la media y desviación estándar de la comparativa entre presión intraocular y el tiempo de seguimiento del grupo 1.

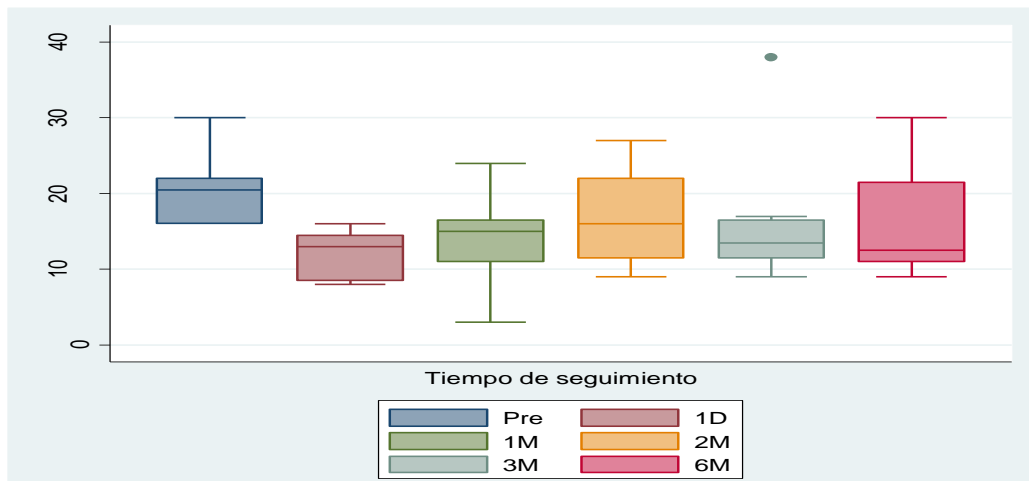


Figura 3. Representación de caja y bigotes que muestra la media y desviación estándar de la comparativa entre presión intraocular y el tiempo de seguimiento del grupo 2.

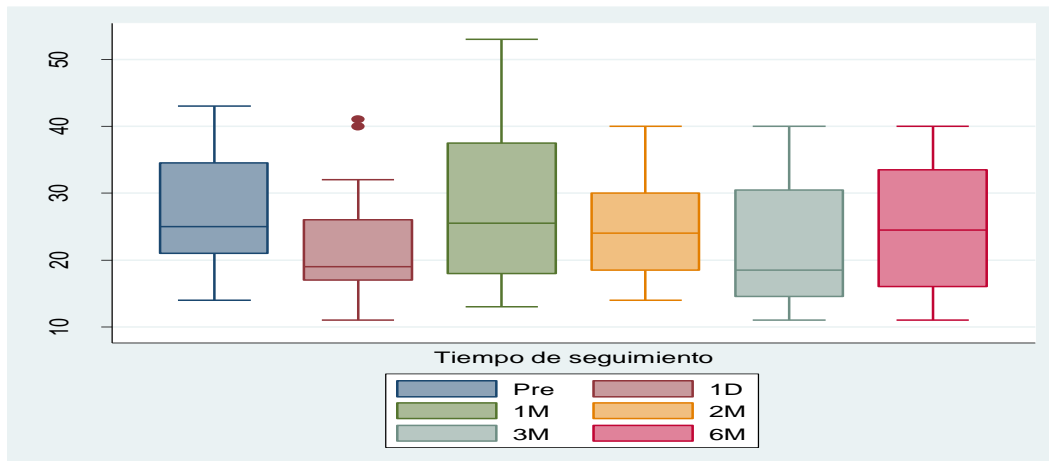


Figura 4. Representación de caja y bigotes que muestra la media y desviación estándar de la comparativa entre presión intraocular y el tiempo de seguimiento del grupo 3.

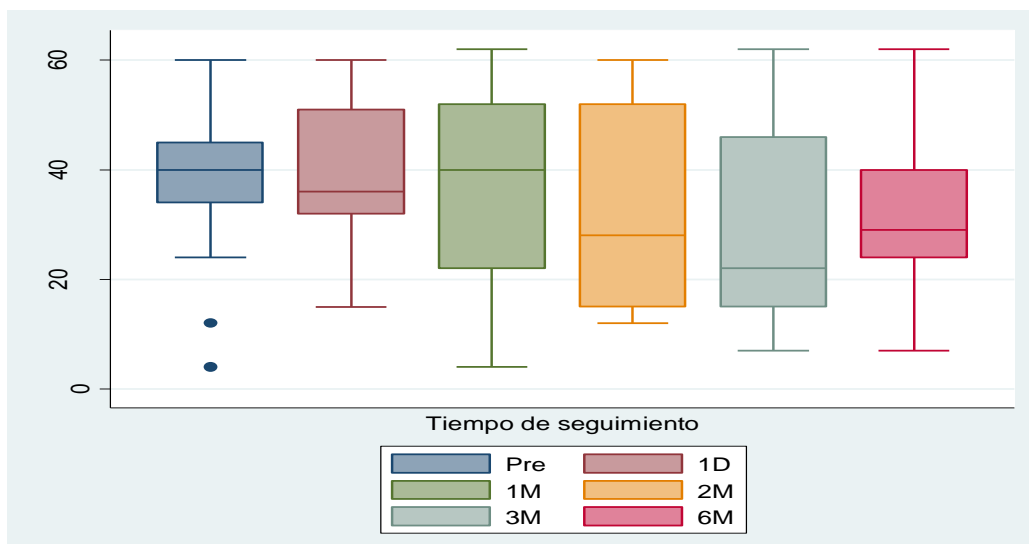


Figura 5. Representación de caja y bigotes que muestra la media y desviación estándar de la comparativa entre presión intraocular y el tiempo de seguimiento del grupo 4.

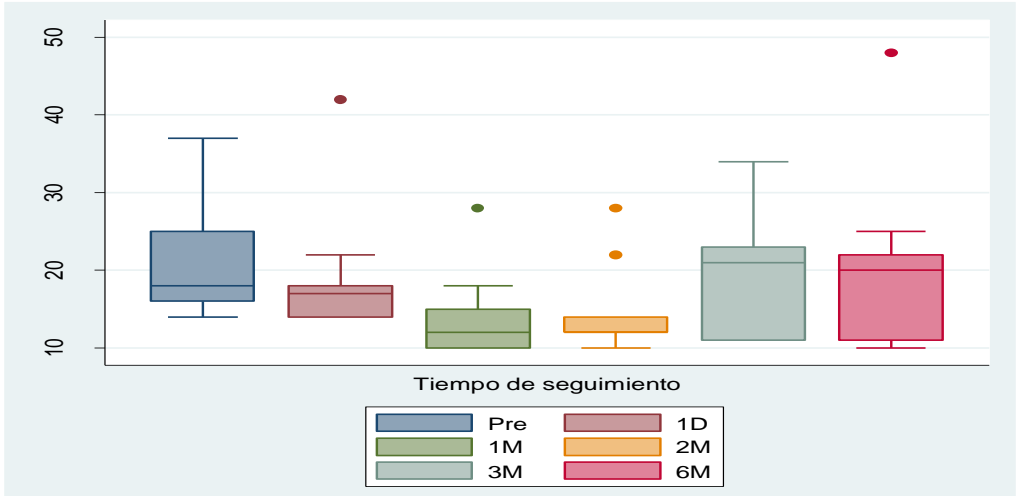


Figura 6. Representación de caja y bigotes que muestra la media y desviación estándar de la comparativa entre presión intraocular y el tiempo de seguimiento del grupo 5.

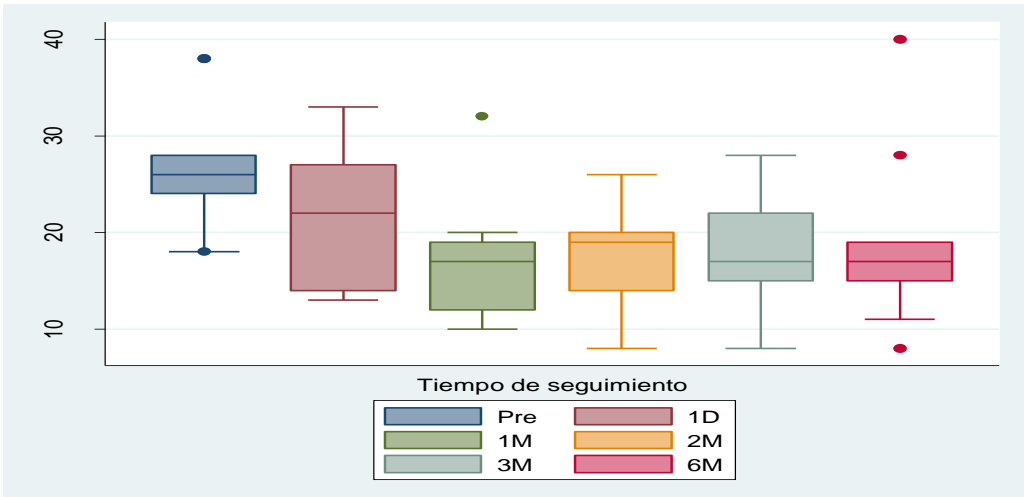
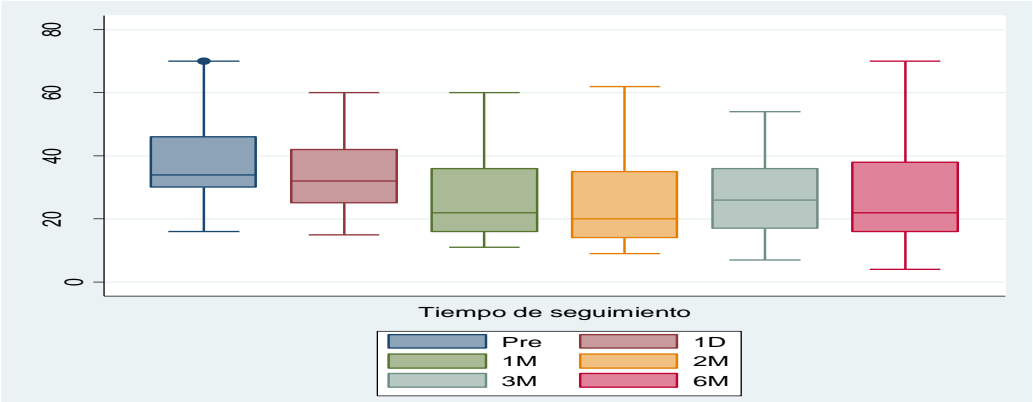


Figura 7. Representación de caja y bigotes que muestra la media y desviación estándar de la comparativa entre presión intraocular y el tiempo de seguimiento del grupo 6.



12.- DISCUSIÓN

El láser micropulsado transescleral permite la disminución de la presión intraocular en pacientes con glaucoma refractario a tratamiento hipotensor máximo y su principal indicación es en pacientes con pronóstico visual reservado.

La agudeza visual promedio este estudio fue similar a lo reportado por Al AH et al en su estudio prospectivo, no comparativo relacionado con el efecto hipotensor del láser micropulsado transescleral. El cual coincide con que no hay disminución en la visión postquirúrgica de los pacientes sometidos a este procedimiento. En este estudio no fueron reportados efectos visuales adversos significativos asociados al procedimiento.²

La tasa de éxito de nuestro estudio fue similar a los 6 meses comparada con el estudio de Sánchez et al en todos los grupos en comparación con el éxito global de su resultado. Sin embargo, en ese estudio las etiologías más frecuentes a tratar fueron glaucoma pseudoexfoliativo y congénito a diferencia de nuestro estudio donde la principal indicación del tratamiento fue el glaucoma neovascular siendo el 47.5% del total.³

La presión intraocular prequirúrgica en nuestro estudio coincide con la Adad et al estudio prospectivo intervencional de 21 ojos con 33.38 mmHg en promedio, así como el número de medicamentos prequirúrgicos empleados. El retratamiento se dio en el caso de ese estudio en el 33.3% de los pacientes. Mientras en nuestro estudio solo el 1.25% fue retratado. En ese estudio se presentaron complicaciones como hipotonía en 4.8% e inflamación intraocular al mes de la cirugía en 19% de los ojos tratados, lo cual no se presentó en nuestro estudio.⁴

Vig et al reportaron en un trabajo retrospectivo que su principal indicación para tratamiento fue el glaucoma de ángulo abierto, con tasas de efecto hipotensor, resultados a 6 meses similares a los reportados a nuestros parámetros del grupo 1 de estudio. Su población de estudio fueron pacientes de etnia afrocaribeña y caucásica en un 80% en comparación con nuestro estudio donde todos los pacientes considerados fueron de

etnia latinoamericana. Otra diferencia para destacar es que todos los pacientes del estudio de Vig et al habían sido previamente tratados con cirugía o laser diodo a diferencia de nuestro estudio en el cual solo el 16.25% tenían cirugía de glaucoma previa. A pesar de las diferencias entre ambos estudios los resultados hipotensores a los 6 meses de seguimiento fueron equiparables.⁸

Al igual que Preda et al, quienes alargaron el tiempo de tratamiento de acuerdo con la presión intraocular preoperatoria, se confirma la importancia de dar mayor energía total a pacientes con más altas presiones prequirúrgicas. Ya sea aumentando el tiempo de tratamiento o el poder de trabajo, Ajustando así los parámetros en función de la presión intraocular preoperatoria.⁹

El glaucoma neovascular fue la principal indicación de tratamiento en nuestro grupo de estudio con 47.5% del total en comparación con estudios como el de Tekeli et al con frecuencia de 6.2 % en estudio realizado en Turquía. Esto asociado a la alta prevalencia de diabetes en la población mexicana.¹³

En el trabajo de Tekeli et al se evaluaron 96 pacientes con edad promedio de 59.37 años lo cual es similar a nuestra edad de estudio de 57.25 años y a la edad en la cual se indica el procedimiento en la literatura a nivel mundial. La proporción en sexo no se inclina hacia hombres o mujeres coincidiendo con nuestro grupo de estudio.¹³⁻¹⁵

Williams et al reportaron 4 pacientes (5% de su estudio) con edema macular secundario y 2 con phthisis bulbi posteriores al procedimiento. Las cuales son complicaciones graves no presentadas en este trabajo. Además, Aquino et al reportaron adelgazamiento escleral en 4% de los pacientes lo cual no se presentó en nuestro estudio.^{16,19}

Este trabajo se basó en los parámetros reportados por Sánchez Gripo et al en busca de un resultado hipotensor significativo y evitando complicaciones relacionadas al procedimiento con energías totales altas. A diferencia de Williams et al y Emanuel et al quienes usaron parámetros arriba de 200 a 225 J de energía total obteniendo buenos resul-

tados hipotensores con 40 a 60% de disminución de presión intraocular basal respectivamente. Sin embargo, con complicaciones arriba de 45% en ambos estudios, lo cual no sé presentó en ninguno de los 6 grupos de trabajo realizados en nuestro estudio ya que el máximo de energía en nuestro estudio fue de 187 J en los grupos 3 y 6.^{16,18,22}

Aquino et al y Tan et al describieron que el 94.7 y 95% respectivamente de su población de estudio presentó dolor leve o ausencia de dolor evaluados mediante escala visual análoga. Lo cual corresponde con los diferentes parámetros reportados en nuestro estudio en los cuales reportamos dolor promedio de 3.4 en escala visual análoga. Sin embargo, notamos que en los grupos en los que se dio mayor energía total (grupos 3 y 6) el dolor fue moderado con escalas visuales análogas promedio de 4.85 y 4.1 respectivamente.^{19,20}

13.- LIMITACIONES

El tamaño de la muestra fue pequeño, debido a pérdida de seguimiento por los pacientes o exclusión por fallecimiento.

Seguimiento del efecto del tratamiento y complicaciones a mediano plazo.

Este estudio se realizó en pacientes con visión baja por lo que sus resultados no aplican a ojos con mejor capacidad visual.

La pandemia COVID-19 ocasionó disminución del tamaño de la muestra debido a problemas con el seguimiento de pacientes.

14.- CONCLUSIONES

Al comparar los distintos grupos de laser micropulsado transescleral y analizarlos con la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney no se obtuvo diferencia estadísticamente significativa con respecto al efecto hipotensor en la mayoría de los grupos a través del tiempo. Con excepción del efecto hipotensor al primer día entre el grupo 1 y 4. El cual nos reporta mejor efecto hipotensor en el grupo 1 con una diferencia estadísticamente significativa en comparación con el grupo 4.

Se obtuvo también significancia estadística y mejor resultado hipotensor al primer mes con los parámetros utilizados en el grupo 5 en comparación con el grupo 2. Por lo que se puede sugerir emplear los parámetros utilizados por mejor efecto hipotensor al primer mes en el grupo 5. Los demás grupos no demostraron tener mejor efecto hipotensor a lo largo del tiempo en comparación con el grupo control.

La reducción de presión intraocular global a los 6 meses fue de 26.66%. La tasa de éxito total en el grupo 1 fue de 62.5% en comparación con 33.3% del grupo 4, presentando mejores resultados a 6 meses de seguimiento, esto confirmándose con 55.6% de fracaso secundario en el grupo 4. El grupo 5 presentó mayor tasa de éxito total en comparación con el grupo 2 con 55.6% contra 33.3% respectivamente. El grupo 6 pre-

sentó mayor tasa de éxito total en comparación con el grupo 3 y similar éxito parcial sin embargo el grupo 3 presentó la más alta tasa de fracaso primario (tabla 14).

A seis meses no existe diferencia significativa en cuanto a los diferentes parámetros empleados en este estudio referente al efecto hipotensor, sin embargo, todos mostraron tener un efecto hipotensor significativo.

El número de hipotensores prequirúrgicos fue de 3 ± 1.7 en los diversos grupos sin diferencia entre los mismos.

La frecuencia de complicaciones fue mínima con hifema e hiposfagma en el 3.75% del total de la población, edema corneal en el 5% de la población y la complicación con mayor frecuencia fue el dolor ocular en 7.50% de los pacientes quienes realizaron el procedimiento de laser micropulsado transescleral. Sin presentarse mayor frecuencia de complicaciones en algún grupo específico. Por lo que concluimos que el procedimiento es seguro, no presentando complicaciones graves o frecuentes.

No se reportó cambio en la visión postoperatoria obteniendo p de 0.285 por lo tanto se concluye que la cirugía de laser micropulsado transescleral no es factor para disminuir la visión de los pacientes sometidos a este procedimiento.

Nuestros resultados fueron similares a lo reportado en la literatura internacional con respecto al efecto hipotensor proporcionado por el tratamiento con láser micropulsado transescleral. Corroborando su eficiencia en la reducción de la presión intraocular en pacientes con glaucoma refractario a tratamiento hipotensor.

El dolor transoperatorio promedio en la población general fue de 3.4 en escala visual análoga. Sin presentarse diferencia estadísticamente significativa en la comparación de dolor entre grupos con misma energía total por lo que la variable dolor no es factor para seleccionar algún grupo de tratamiento en específico (asociación entre grupo 1 y 4 con p de 0.440, grupo 2 y 5 con p de 0.451 y grupos 3 y 6 con p de 0.051 evaluados con la

prueba U de Mann Whitney). Por lo que es posible dar el tratamiento en menor tiempo con mayor energía sin presentar mayores efectos secundarios o dolor relacionados al tratamiento.

Se requiere seguimiento de estos pacientes para evaluar a largo plazo el efecto del tratamiento hipotensor proporcionado por el láser micropulsado transescleral y sus efectos adversos ya que este estudio fue realizado a 6 meses de seguimiento.

14. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

1. Quigley HA, Broman AT. The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020. *Br J Ophthalmol.* 2006;90:262–267.
2. Al AH, Salah AA. Outcome Of MicroPulse® Transcleral Photocoagulation In Different Types Of Glaucoma. *Clinical Ophthalmology* 2019/12/0. Volume 13.2355-2360.
3. Sanchez FG, Lerner f, Sampaolesi J, et al. Eficacia y seguridad de la ciclofotocoagulación transescleral con micropulsos en el tratamiento de glaucoma. Elsevier. *Sociedad española de oftalmología.* 2018; 93(12) :573–579.
4. Adad AJ, Campos DC, Cabral JV, et al. Prospective evaluation of micropulse transscleral diode cyclophotocoagulation in refractory glaucoma: 1 year results. *Arq Bras Oftalmol.* 2019;82(5):381-8,
5. Chen MF, Kim CH, Coleman AL, et al. Cyclodestructive procedures for refractory glaucoma. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2019, Issue 3. Art. No.: CD012223.
6. Dastiridou AI, Katsanos A, Denis P, et al. Cyclodestructive Procedures in Glaucoma: A Review of Current and Emerging Options. *Adv Ther.* 2018; 35(12): 2103–2127. Published online 2018 Nov 17. doi: 10.1007/s12325-018-0837-3.
7. Andre BA, Stephanie WY, Jasper KW, et al. Micropulse laser for the treatment of glaucoma. A literature review. *Survey of ophthalmology* 64 (2019) 486e497.
8. Vig N, Ameen S, Bloom P, et al. Micropulse transscleral cyclophotocoagulation: initial results using a reduced energy protocol in refractory glaucoma. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2020 Feb doi: 10.1007/s00417-020-04611-0.
9. Preda MA, Karanski OL, Muntenu M, et al. Clinical outcomes of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in refractory glaucoma — 18 months follow-up. Springer-Verlag London Ltd., part of Springer Nature 2020. <https://doi.org/10.1007/s10103-019-02934-x>.
10. Souissi S, Baudouin C, Labeé A, et al. Micropulse transscleral cyclophotocoagulation using a standard protocol in patients with refractory glaucoma naive of cy-

clodestruction. European Journal of Ophthalmology 1 –8 © The Author(s) 2019. DOI: 10.1177/1120672119877586.

11. Ndulue JK, Rahmatnejad K, Sanvicente C, et al. Evolution of cyclophotocoagulation. J Ophthalmic Vis Res 2018; 13 (1): 55-61.
12. Sarrafpour S, Saleh D, Ayoub S, et al. Micropulse transscleral photocoagulation. A look at long term effectiveness and outcomes. Ophthalmology Glaucoma 2019; 1 e 5^a 2019 by the American Academy of Ophthalmology.
13. Tekeli O, Ceren HK. Outcomes of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in primary open angle glaucoma, pseudoexfoliation glaucoma, and secondary glaucoma. European Journal of Ophthalmology 1 –9 © The Author(s) 2020. <https://doi.org/10.1177/1120672120914231>
- enkata NV, Shah P, Rai O, et al. Outcomes of Micropulse Transscleral Cyclophotocoagulation in Eyes With Good Central Vision. J Glaucoma 2019;28:901 – 905.
14. Nguyen AT, Maslin J, Noecker RJ. Early results of micropulse transscleral cyclophotocoagulation for the treatment of glaucoma. European Journal of Ophthalmology 1 –6. 2019. <https://doi.org/10.1177/1120672119839303>.
15. Kuchar S, Moster MR, Reamer CB (2016) Treatment outcomes of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in advanced glaucoma. Lasers Med Sci 31(2):393 – 396.
16. Williams AL, Moster MR, Rahmatnejad K, et al. Clinical efficacy and safety profile of micropulse transscleral cyclo-photocoagulation in refractory glaucoma. J Glaucoma 2018; 27: 445–449.
17. Soshian S, Danish S, Samantha A, Radcliffe N. Micropulse Transscleral Cyclophotocoagulation: A Look at Long-Term Effectiveness and Outcomes. Ophthalmology Glaucoma Volume 2, Issue 3, May–June 2019, Pages 167-171.
18. Sánchez FG, Peirano-Boroni JC, Grippo TM. Micropulse Transcleral Cyclophotocoagulation: A Hypothesis for the Ideal Parameters, Med Hypothesis Discov Innov Ophthalmol. 2018. Fall; 7(3): 94-100.
19. Aquino MC, Barton K, Tan AM, Sng C, Li X, Loon SC, et al. Micropulse versus continuous wave transscleral diode cyclophotocoagulation in refractory glaucoma: a randomized exploratory study. Clin Exp Ophthalmol. 2015;43(1):40-6.

20. Tan AM, Chockalingam M, Aquino MC, Lim ZI, See JL, Chew PT. Micropulse transcleral diode laser cyclophotocoagulation in the treatment of refractory glaucoma. *Clin Exp Ophthalmol*. 2010; 38(3):266-72.
21. Johnstone M, Murray J. Transcleral Laser Induces Aqueous Outflow Pathway Motion & Reorganization. Coronado, CA: AGS 2017; 2017.
22. Emanuel ME, Grover DS, Fellman RL, Godfrey DG, Smith O, Butler MR, Kornmann HL, Feuer WJ, Goyal S. Micropulse Cyclophotocoagulation: Initial Results in Refractory Glaucoma. *J Glaucoma*. 2017 Aug;26(8):726-729. doi: 10.1097/IJG.0000000000000715. PMID: 28671927.
23. Masi M, Lin SC, Babic K. Micropulse Transscleral Diode Laser Cyclophotocoagulation: Mid to Long-Term Results. Presented at: The 26th Annual AGS Meeting; Coronado, CA. 2017.
24. Radhakrishnan S, Wan J, Tran B. Outcomes Of Micropulse Cyclophotocoagulation - A Multicenter Review. Presented at: The 26th Annual AGS Meeting; Coronado, CA. 2017.
25. Quigley HA. Improved outcomes for transscleral cyclophotocoagulation through optimized treatment parameters. *J Glaucoma* 2018; 27(8): 674–681.
26. Toyos MM, Toyos R. Clinical outcomes of micropulsed transcleral cyclophocoagulation in moderate to severe glaucoma. *J Clin Exp Ophthalmol*. 2016; 7:6.

15. ANEXOS

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:

Actividad	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb
Elaboración de plan de proyecto												
Coordinación												
Presentación de protocolo												
Recolección de datos												
Análisis e interpretación												
Reporte de datos												
Presentación del protocolo final												

16. AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por permitirme llegar al final de una etapa más en mi vida, a mi familia por su apoyo incondicional y confianza. Así como por compartir logros y tropiezos a lo largo de mi vida.

Gracias a las personas que me orientaron en la realización de este proyecto: Dr. Gian Franco Diez Cattini, Dr. José Francisco Ortega Santana, Dra, Andrea Cardozo Lovera, Dra. Yuly Andrea Castellanos Castellanos y Dra. Ilse Sarahí Márquez Vergara.

Gracias a todas las personas que estuvieron involucradas en mi formación profesional a lo largo de estos tres años, por compartir sus conocimientos y experiencias conmigo. Por su grano de arena a mi formación académica y profesional.

Dra. Adriana Saucedo Castillo, Dr. Oscar Baca Lozada, Dr. Alejandro Babayan Sosa, Dr. Jaime Lozano Alcázar, Dra, Marcela Berges Ahumada, Dra Regina Velazco Ramos, Dra, Stephanie Voorduin Ramos, Dr. Oscar Guerrero Berger, Dr. Abel Ramírez Estudillo, Dra. Ingrid Yazmín Pita Ortiz.

Gracias a mis compañeros residentes, con los cuales conviví uno, dos o tres años y llegaron a ser más que compañeros de trabajo, mis amigos.

17. DEDICATORIA

“LOS OJOS SON EL PUNTO DONDE SE MEZCLAN ALMA Y CUERPO”

- FRIEDRICH HEBBEL

Dedicado a mis amados padres Victoria Eugenia Manríquez Castillo y Ricardo Chaparro Loya por su amor, apoyo, confianza y motivación para alcanzar mis sueños. Así como por alentarme a seguir adelante en los momentos más difíciles.

A mis hermanas Brissa y Yessica por creer en mí, por el gran apoyo que me han brindado siempre, su amor y comprensión, ustedes tienen un lugar muy especial en mi corazón.