



**Universidad de Valladolid**



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
ESCUELA DE ENFERMERÍA DE VALLADOLID  
INSTITUTO DE OFTALMOBIOLOGÍA APLICADA

MÁSTER UNIVERSITARIO EN ENFERMERÍA OFTALMOLÓGICA CLÍNICA Y  
QUIRÚRGICA

**TRABAJO FINAL DE MÁSTER**

**“LÁSER DE FEMTOSEGUNDO EN CIRUGÍA DE  
CATARATAS EN COMPARACIÓN CON  
FACOEMULSIFICACIÓN CONVENCIONAL”**

AUTORA: SILVIA GUTIÉRREZ GUTIÉRREZ  
TUTORA: VIRTUDES NIÑO MARTÍN

Valladolid, 11 de Septiembre 2015





Universidad de Valladolid



**AUTORIZACIÓN DEL TUTOR PARA LA EXPOSICIÓN PÚBLICA DEL TRABAJO DE FIN DE MÁSTER**

D./Dña. VIRTUDES NIÑO MARTÍN .....

en calidad de Tutor/a del alumno/a

D. /Dña. SILVIA GUTIÉRREZ GUTIÉRREZ .....

del Máster en: ENFERMERÍA OFTALMOLÓGICA .....

Curso académico: 2014/2015.....

CERTIFICA haber leído la memoria del Trabajo de Fin de Máster titulado  
"LÁSER DE FEMTOSEGUNDO EN CIRUGÍA DE CATARATAS EN COMPARACIÓN CON  
FACOEMULSIFICACIÓN CONVENCIONAL"

.....  
.....  
....."

y estar de acuerdo con su exposición pública en la convocatoria de SEPTIEMBRE .....

(indicar Julio o Septiembre)

En VALLADOLID..... a 24..... de AGOSTO..... de 2015.....

Vº Bº

Fdo.: ..Virtudes Niño Martín

El/La Tutor/a



# ÍNDICE

ABREVIATURAS.....	7
RESUMEN.....	8
1.INTRODUCCIÓN.....	11
1.1 Láser femtosegundo.....	11
1.2 Láser De Femtosegundo En Cirugía De Cataratas.....	11
1.3 Sistema De Precisión Láser: Catalys.....	12
1.4 Ventajas E Inconvenientes Del Láser De Femtosegundo En Cirugía De Cataratas.....	14
2. JUSTIFICACIÓN.....	18
3. OBJETIVOS.....	21
4. MATERIAL Y MÉTODOS.....	24
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
6. CONCLUSIONES.....	33
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36



## ABREVIATURAS

- FS: femtosegundo
- mm: milímetro
- $\mu\text{m}$ : micra
- nm: nanómetro
- LIO: lente intraocular
- OCT: tomografía de coherencia óptica
- US: ultrasonidos
- ICL: lentes intraoculares flexibles

## RESUMEN

**Introducción:** Uno de los más recientes avances en oftalmología es el láser de femtosegundo para la cirugía de cataratas. Es un láser infrarrojo que se utiliza para realizar la capsulotomía, la fragmentación del cristalino y las incisiones corneales. Uno de los sistemas de precisión láser es el Catalys.

**Objetivos:** Comparar la técnica convencional de facoemulsificación con el reciente uso del láser de femtosegundo en la cirugía de cataratas y su aplicabilidad al papel de la enfermería oftalmológica.

**Resultados:** Diversos estudios previamente realizados muestran como el láser de femtosegundo utilizado en la cirugía de cataratas realiza capsulotomías precisas, reduce la energía y el tiempo de facoemulsificación y por consiguiente el tiempo total de la cirugía también se reduce, hay menos manipulación intraocular del ojo y por ello menos complicaciones, las incisiones realizadas con el láser son autosellantes y permite programar la realización de incisiones arcuatas para la corrección o disminución del astigmatismo, lo que supone un beneficio para el paciente debido a su rápida recuperación y sus buenas refracciones.

**Conclusiones:** La cirugía de cataratas con láser de femtosegundo tiene muchas ventajas con respecto a la facoemulsificación tradicional. La cirugía se ha convertido en más precisa, rápida y eficaz. El único inconveniente al uso de este láser es su curva de aprendizaje.

Palabras clave: femtosecond laser, cataract surgery, phacoemulsification, Catalys® Precision System





# *1. Introducción*

## INTRODUCCIÓN

Diferentes tipos de láser han sido utilizados en distintas áreas de oftalmología hace más de 50 años (1). Uno de los más recientes avances en la tecnología láser, ha sido el láser de femtosegundo que comenzó a aplicarse en el campo de la cirugía refractiva, para la creación de flaps corneales en la técnica lasik (3). Posteriormente, comenzó a aplicarse en la cirugía de cataratas (2).

### 1.1 Láser Femtosegundo

El láser de femtosegundo (FS) es un láser de infrarrojo, que trabaja en una longitud de onda de 1053 nm. Sin embargo, el laser FS tiene duración de pulso ultra-corto en 10-15 segundos, lo que le permite producir ondas de choque más pequeñas y por lo tanto, crear una zona menor de daños colaterales (3).

Este láser es utilizado para diversos procedimientos oftalmológicos como en la cirugía refractiva (para la corrección de la miopía e hipermetropía), se utiliza para la creación del flap corneal de forma segura y precisa, en la corrección de la presbicia, en pacientes con queratoconos este láser se puede utilizar para la creación de canales para la implantación de INTACS y en cirugía de catarata cuyo uso es el más novedoso de este láser de femtosegundo.

En cirugía de cataratas con láser FS, se usa un pulso con una duración entre 400-800 femtosegundos.

### 1.2 Láser De Femtosegundo En Cirugía De Cataratas

En 2009 se reporta la primera utilización del láser de femtosegundo para la cirugía de cataratas. En el 2010, la FDA aprobó la utilización del láser para la cirugía de cataratas.

En la actualidad, existen cuatro plataformas comerciales de láser de femtosegundo para cirugía disponibles: LenSx (Alcon, Aliso Viejo, California, EE.UU.); Catalys (OptiMedica, Santa Clara, California, EE.UU.); LensAR (LensAR, Orlando, Florida, EE.UU.); y VICTUS (Technolas GMBH Munich, Alemania). Las plataformas varían ligeramente en su sistema

de acoplamiento y de formación de imágenes , pero el procedimiento general realizado es similar.

Dentro de la cirugía de cataratas el láser se utiliza para la realización de las incisiones y paracentesis corneales, la capsulotomía y la fragmentación del cristalino.

- Incisiones corneales: el láser tiene la capacidad de crear incisiones precisas de profundidad y forma deseada. Estas incisiones tienen una recuperación más rápida con mejores resultados visuales.
- Capsulotomía: el láser de femtosegundo ha revolucionado la cirugía de cataratas con la creación de la capsulorrexis. Permite la programación del diámetro deseado para la rexis. Además, el reproducible tamaño y forma de la rexis permitirán a las lentes intraoculares (LIO) asentarse en la correcta ubicación dentro del saco capsular. Esto es de gran importancia para lograr la mejor calidad visual debido a la estimación eficaz de la LIO.
- Fragmentación del cristalino: el láser realiza el ablandamiento del núcleo y esto permite reducir la potencia de ultrasonidos necesaria para la eliminación de la catarata. Esto permite disminuir al mínimo la energía y trauma que el ojo sufre durante la facoemulsificación.

### **1.3 Sistema De Precisión Láser: Catalys**

El sistema láser de precisión CATALYS® (Imagen 1) está indicado en pacientes sometidos a cirugía de cataratas para la eliminación de la lente (cristalino). Los usos en la cirugía de cataratas incluyen la creación de planos individual y multi-plano de incisiones en la córnea, la capsulotomía anterior y por último la facofragmentación. Estos pasos se pueden realizar de forma individual o de forma consecutiva durante el mismo procedimiento.



**Imagen 1:** Sistema De Precisión Láser: Catalys. Fuente IOTT

Asistida por láser de femtosegundo, la cirugía de cataratas ofrece una técnica reproducible, no invasiva para reemplazar los pasos menos predecibles y técnicamente más exigentes de los procedimientos de cataratas convencionales.

El sistema láser CATALYS® combina un pulso de una duración inferior a 600 femtosegundos, un suave Interfaz y el volumen 3D en un completo sistema integrado de tomografía de coherencia óptica (OCT), cuya imagen guía para la realización de todos los procedimientos anteriormente mencionados y para la verificación por parte del equipo médico y de enfermería, de las distintas estructuras del ojo donde va a actuar el láser y poder modificar algún parámetro en caso necesario.

Por consiguiente, el Sistema CATALYS® está equipado con sistema de guía integral, un sistema de guía por imágenes que mapea las superficies oculares, establece zonas de

seguridad que permiten al médico elegir y personalizar el tratamiento, lo que garantiza que los pulsos láser de femtosegundos se entregan precisamente a la ubicación deseada (Imagen 2).



**Imagen 2:** Análisis de las estructuras oculares y verificación de parámetros

#### 1.4 Ventajas e Inconvenientes del Láser de Femtosegundo en Cirugía de Cataratas

##### **Ventajas**

- Cirugía más precisa y reproducible
- Mejora el posicionamiento de la lente intraocular y consecuentemente podría mejorar los resultados refractivos
- Menor tiempo de uso de US (ultrasonidos)
- Menos incidencia de complicaciones ( inflamación postoperatoria, endoftalmitis...)
- Autosellado de incisiones
- Mayor rapidez de cirugía y de recuperación visuales

- Capacidad de corregir astigmatismos mediante incisiones arcuatas (hasta 2 dioptrías)

***Inconvenientes***

- Mayor coste
- Nueva curva de aprendizaje
- Limitaciones de uso (poca dilatación, características del paciente, dificultad de reconocimiento de estructuras por la OCT, en situaciones especiales...)





## ***2. Justificación***

## JUSTIFICACIÓN

Se calcula que la prevalencia de cataratas en España es del 50% entre los 65 y los 74 años de edad y superior al 70% entre los mayores de 70 años.

La catarata es la causa más común de pérdida de visión; la de tipo senil es la forma más frecuente y la causa más importante de discapacidad en personas mayores.

Por todo ello, en el mercado actual van apareciendo nuevos tipos de láser de femtosegundo que tienen por objetivo realizar el procedimiento quirúrgico de la cirugía de cataratas, de una forma menos invasiva, segura y más fiable. Sin embargo, esta nueva tecnología debe mostrar científicamente, que realmente ofrece resultados iguales o mejores que la facoemulsificación tradicional.

Consecuentemente, en este trabajo describo el láser de femtosegundo plataforma Catalys®, ya que es el utilizado en mi centro de trabajo, para la realización de la cirugía de cataratas, verificando por ello, un menor tiempo de cirugía, la disminución del discomfort del paciente y su rápida recuperación postoperatoria, siendo de gran repercusión en la mejora de la calidad de vida de los pacientes.



## ***3. Objetivos***

## OBJETIVOS

1. Comparar mediante una revisión bibliográfica los resultados obtenidos con la técnica convencional de facoemulsificación y con el reciente uso del láser de femtosegundo en la cirugía de cataratas.
2. Identificar sus ventajas e inconvenientes.
3. Determinar si existe una técnica en concreto que pueda ser más favorable para el paciente.
4. Identificar el papel del personal de enfermería especialista en oftalmología para la correcta colocación del paciente y el acoplamiento del anillo de succión (interfaz) en su ojo, en la configuración de los parámetros del láser y en la verificación de la OCT.



# **4. Material y Métodos**

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una búsqueda bibliográfica en distintas bases de datos (Pubmed, Guidelines, Google Académico y TRIP) utilizando las palabras claves “femtosecond laser cataract surgery”, “phacoemulsification” y “Catalys® Precision System” con fechas comprendidas entre 2010 y 2015.

En Pubmed se obtuvieron 410 artículos con las palabras clave “femtosecond laser cataract surgery”. Dada la ingente cantidad de resultados obtenidos, se limitó más la búsqueda filtrando por estudios realizados en humanos y que se encontraran disponibles en su totalidad. Obteniendo 18 resultados en Pubmed, se eligieron los artículos más pertinentes para el trabajo.

Sobre el sistema de precisión láser “Catalys®” se buscó información en la propia casa comercial <http://www.abbottmedicaloptics.com/products/cataract/laser-cataract-surgery/catalys-laser-system> .





# *5. Resultados y Discusión*

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El láser de femtosegundo es utilizado en oftalmología con diversos fines, esto supone un gran avance en la cirugía oftalmológica actual.

La cirugía de cataratas ha evolucionado de manera espectacular en las últimas décadas con las nuevas tecnologías y técnicas quirúrgicas que traen mejoras en los resultados visuales y la seguridad del paciente (4).

Existen tres momentos en los que es imprescindible este láser. En primer lugar, en las incisiones corneales, que actualmente en la cirugía tradicional se realizan manualmente con un bisturí, ya sea de diamante o metálico y que con el láser se practican mecánicamente indicando al láser el tipo de incisión que sea necesaria, su tamaño y la posición. En segundo lugar, en la capsulorrexis, en la cual se quita la cápsula anterior del cristalino de una forma más precisa y rápida, ya que sin la utilización del láser se realiza manualmente con una pinza de utrata. Cuando se realiza una capsulorrexis amplia de forma manual el tamaño puede variar pero con el láser femtosegundo el tamaño será siempre el que indique el cirujano, suele ser entre 4,5-6 mm. Finalmente, se emplea esta técnica para la ruptura del núcleo en 4-8 fragmentos en vez de realizarlo sólo con el faco, reduciendo la energía y el tiempo de ultrasonidos y con menos manipulación del ojo gracias a la pre-fragmentación del núcleo (1). Disminuir el tiempo de facoemulsificación se asocia a menor tiempo de aspiración, irrigación y manipulación intraocular durante la cirugía, reduciendo el riesgo de dañar la cápsula, el iris o el endotelio corneal, con una reducción de la posibilidad de pérdida de células endoteliales, inflamación postoperatoria y edema corneal. También, se reduce la cantidad de instrumental quirúrgico utilizado (5).

En un artículo, se estudió las incisiones corneales realizadas con el láser de femtosegundo, y se concluyó que estas heridas eran más estables y fáciles de reproducir que las realizadas manualmente, por lo que estas incisiones son de auto-sellado, no necesitan ser hidratadas al final de la cirugía para que la incisión cierre (6).

La energía de facoemulsificación aumentó en relación a la severidad de la catarata. Actualmente, con la ayuda de la segmentación y fragmentación con el láser, la energía de facoemulsificación ha sufrido un marcado descenso (7). Se reportó un 37% de reducción

en la energía de ultrasonidos comparado con la cantidad requerida para el procedimiento tradicional (8).

Un estudio, examinó el efecto del tratamiento con láser FS sobre el espesor corneal y sobre la densidad endotelial. Se encontraron mejores resultados en el postoperatorio temprano de los pacientes tratados con láser, en términos relativos al espesor corneal (580 frente a 610  $\mu\text{m}$ ) (9).

Otro estudio concluyó que el diámetro de la capsulorrexis manual varía en función del tamaño de la pupila, la longitud axial y la curvatura corneal; sin embargo, las capsulotomías realizadas con láser, no estaban influenciadas por estas variables. Curiosamente, en este artículo, no se encontraron diferencias significativas en la circularidad de la capsulotomía entre el láser y la técnica manual (10).

La potencial exactitud de la capsulorrexis se traduce en una mejora en la estabilidad de la posición de las lentes intraoculares y una mayor predictibilidad en el cálculo de la potencia de la lente (2). Otro estudio, encuentra que el riesgo de descentramiento de la lente intraocular es 6 veces mayor en la capsulorrexis manual comparada con la capsulotomía realizada por el láser (11).

El uso del láser de femtosegundo durante la cirugía de cataratas proporciona una mejor visión y resultados de refracción y una reducción de las complicaciones (7). Además, las incisiones arcuatas pueden compensar la inducción del cilindro y la reducción del astigmatismo corneal previo.

En un estudio, se realizó capsulorrexis con láser en 48 ojos y se comparó los resultados con la capsulorrexis convencional manual en 51 ojos. Seis meses después de la cirugía, no se encontraron diferencias en la agudeza visual entre los dos grupos (12). Sin embargo, en otro estudio se usó el láser de femtosegundo para realizar la capsulorrexis anterior en 20 ojos y se compararon los resultados con la capsulorrexis manual realizada en 25 ojos y se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la agudeza visual entre los dos grupos, siendo de  $0,94 \pm 0,11$  con láser frente a  $0,84 \pm 0,16$  en técnica manual (11).

En un estudio, se concretó que con el uso de láser disminuyen las complicaciones, siendo el porcentaje de complicaciones con láser un 1,8% mientras que con la tradicional facoemulsificación es de un 5,8%. Hay una controversia en este estudio, ya que los pacientes que reciben la facoemulsificación tradicional son los que tienen pupilas pequeñas, cataratas maduras y córneas opacificadas, por lo tanto pacientes con mayor riesgo de complicaciones (2).

En otro estudio, en el que se comparó la incidencia de una de las complicaciones de la cirugía de cataratas como es el desgarro de cápsula anterior en pacientes sometidos al láser de femtosegundo y pacientes a los que se realizó la facoemulsificación, hubo diferencias significativas, siendo mayor la incidencia de desgarro en el grupo realizado con láser (1,87%), frente al grupo en el que se realizó facoemulsificación tradicional (0,12%) (13).

En cuanto al uso del láser en cirugía de cataratas, hay una serie de contraindicaciones relativas:

- En el proceso de acoplamiento, características del paciente como poca movilidad, temblor, incapacidad para permanecer tumbado, ojos hundidos y planos y apertura palpebral estrecha (10).
- En la realización de la capsulotomía mediante láser, se requiere una dilatación pupilar entre 7-8 mm, por lo tanto una marcada corectopia, poca dilatación y sinequias posteriores son algunas limitaciones (10).
- En mi experiencia otra limitación relativa es el reconocimiento de las diferentes estructuras intraoculares cuando existen implantes intracorneales tipo INTACS o en pacientes con lentes intraoculares flexibles (ICL).

En un estudio se encontró que la utilización del láser es un procedimiento seguro en cirujanos con experiencia, por lo que la mayor desventaja es la nueva curva de aprendizaje de esta técnica (2).

El uso del láser de femtosegundo en la cirugía de cataratas implica un periodo de formación bajo supervisión igual que la facoemulsificación. Los cirujanos y personal de enfermería, necesitan aprender a ajustar el ojo del paciente, interpretar las imágenes anatómicas, ajustar los parámetros del láser y finalmente aplicar una energía segura para

el paciente (10).

Por lo tanto, al igual que en la facoemulsificación tradicional, el láser de femtosegundo aplicado a la cirugía de cataratas requiere una significativa curva de aprendizaje, incluso para los cirujanos con experiencia. Cada máquina tiene un funcionamiento distinto en el que se necesita un entrenamiento (14).



## ***6. Conclusiones***



## CONCLUSIONES

Con todos los datos obtenidos en la búsqueda bibliográfica y los resultados de diversos estudios podemos concluir que el láser de femtosegundo en la cirugía de cataratas presenta una serie de ventajas frente a la facoemulsificación tradicional:

1. El tamaño de la capsulorrexis e incisiones es el deseado y preciso.
2. Se reduce la energía y el tiempo de utilización del ultrasonidos.
3. Hay una menor manipulación intraocular del ojo.
4. Potencialmente mejores refracciones postoperatorias y reducción del astigmatismo corneal previo.
5. Disminución de la pérdida de células endoteliales y de edema corneal.
6. Menor tasa de complicaciones.
7. Incisiones autosellantes, no requieren hidratación.
8. Mayor predictibilidad en el cálculo de la LIO y mejor posicionamiento de la misma.

Por todo ello la cirugía de cataratas se ha convertido en más precisa, rápida y eficaz y permite optimizar el tiempo quirúrgico del Equipo Médico y Enfermería, además de ser más favorable para el paciente.

Sin embargo, para el uso del láser de femtosegundo se requiere una curva de aprendizaje.

La realización de este trabajo ha potenciado a mejorar y profundizar en el conocimiento del láser FS en la cirugía de cataratas, lo cual abre futuras líneas de investigación en este tema. También, reforzar la importancia del papel del personal de enfermería en la correcta colocación del paciente y el acoplamiento del interfaz en su ojo, en la configuración de los parámetros del láser y en la verificación de la OCT, para el correcto funcionamiento y la eficacia de la cirugía.



## ***7. Bibliografía***

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Nagy ZZ. **New technology update femtosecond laser in cataract surgery.** Clinical Ophthalmology. 2014; 8: 1157-1167.
- (2) Chen M, Swinney C, Chen M. **Comparing the intraoperative complication rate of femtosecond laser-assisted cataract surgery to traditional phacoemulsification.** Int J Ophthalmol. 2015; 8: 201-203.
- (3) Liu HH, Hu Y, Cui HP. **Femtosecond laser in refractive and cataract surgeries.** Int J Ophthalmol. 2015; 8: 419-426.
- (4) Chen H, Hyatt T, Afshari N. **Visual and refractive outcomes of laser cataract surgery.** Curr Opin Ophthalmol. 2014; 25:49-53.
- (5) Pajic B, Vastardis I, Gatziofufas Z, Pajic Eggspuehler B. **First experience with the new high-frequency femtosecond laser system (LDV Z8) for cataract surgery.** Clinical Ophthalmology. 2014; 8: 2485-2489.
- (6) Masket S, Sarayba M, Ignacio T, Fram N. **Femtosecond laser-assisted cataract incisions: architectural stability and reproducibility.** J Cataract Refract Surg. 2010;36:1048–1049.
- (7) Chang JSM, Chen IN, Chan WM, Ng JCM, Chan VKC, Law AKP. **Initial evaluation of a femtosecond laser system in cataract surgery.** J Cataract Refract Surg 2014; 40: 29-36.
- (8) Palanker DV, Blumenkranz MS, Andersen D, Wiltberger M, Marcellino G, Gooding P, Angeley D, Schuele G, Woodley B, Simoneau M, Friedman NJ, Seibel B, Battle J, Feliz R, Talamo J, Culbertson W. **Femtosecond laser-assisted cataract surgery with integrated**

**optical coherence tomography.** SciTransl Med 2010; 2:58-85.

**(9) Takacs AI, Kovacs I, Mihaltz K, Filkorn T, Knorz MC, Nagy ZZ. Central corneal volume and endothelial cell count following femtosecond laser-assisted refractive cataract surgery compared to conventional phacoemulsification.** J Refract Surg. 2012;28:387–391.

**(10) Trikha S, Turnbull AMJ, Morris RJ, Anderson DF, Hossain P. The journey to femtosecond laser- assisted cataract surgery: new beginnings or a false dawn?.** Eye.2013; 27: 461-473.

**(11) Kránitz K, Miháltz K, Sándor GL, et al. Intraocular lens tilt and decentration measured by Scheimpflug camera following manual or femtosecond laser-created continuous circular capsulotomy.** J Refrac Surg. 2012; 28:259–263.

**(12) Miháltz K, Knorz MC, Alió JL, et al. Internal aberrations and optical quality after femtosecond laser anterior capsulotomy in cataract surgery.** J Refrac Surg. 2011; 27:711–716.

**(13) Abell RG, Davies PEJ, Phelan D, Goemann K, McPherson ZE, Vote BJ. Anterior capsulotomy integrity after femtosecond laser-assisted cataract surgery.** Ophthalmology.2014; 121: 17-24.

**(14) Bali SJ, Hodge C, Lawless M, Roberts TV, Sutton G. Early experience with the femtosecond laser for cataract surgery.** Ophthalmology 2012; 119: 891–899.

