

## Cirugía de catarata asistida con láser de femtosegundo

### Femtosecond laser-assisted cataract surgery

Zucell Veitía Rovirosa, Yoriel Cuan Aguilar, Zoraima Herrera Borrego, Ana Méndez Duque de Estrada

Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". La Habana, Cuba.

---

#### RESUMEN

Se realizó una búsqueda en la plataforma Infomed, específicamente en la Biblioteca Virtual de Salud, con el objetivo de conocer las técnicas más avanzadas en la cirugía de córnea y de catarata. La última incorporación de estas tecnologías es el láser de femtosegundo. La aplicación del femtoláser en la cirugía de catarata podría ser una de las más grandes revoluciones ocurridas en el campo del tratamiento quirúrgico ocular en los últimos años. Actualmente se dispone en el mercado de varias plataformas de láseres de femtosegundos aprobadas para cirugía de córnea y de catarata. Hoy en día se espera una agudeza visual posquirúrgica perfecta después de la cirugía de catarata con una excelente calidad visual, e independencia de los espejuelos respecto a la visión cercana y de lejos.

**Palabras clave:** femtoláser; plataformas de láseres; catarata.

---

#### ABSTRACT

A search was made in Infomed platform, particularly in the Virtual Library of Health, to find out the most advanced techniques in cornea and cataract surgery. The most recent one is the femtosecond laser that may become one of the greatest revolutions in the field of ocular surgical treatment in the last few years. Several femtosecond laser platforms are now available at the market, all of them approved to be used in cornea and cataract surgery. It is expected to attain a perfect visual acuity after the cataract surgery with excellent visual quality and to free the patient from using glasses regarding the near-sight and far-sight vision.

**Key words:** femtolaser; laser platforms, cataract.

## INTRODUCCIÓN

La prevalencia de la catarata se ha convertido en un problema de primer orden en la salud pública a nivel mundial. Actualmente representa aproximadamente el 48 % de la ceguera en el mundo. Es la causa tratable más frecuente de pérdida de visión a nivel global.<sup>1</sup> La cirugía de catarata es el proceder quirúrgico oftalmológico más frecuentemente realizado en la actualidad. Según la Organización Mundial de la Salud, cada año se realizan aproximadamente 18 millones de este procedimiento alrededor del mundo, con posibilidad de incremento a 24 millones en un futuro inmediato, principalmente como consecuencia de cambios demográficos, incremento de la edad de la población y cambios en las indicaciones para la cirugía del cristalino.<sup>2</sup>

La moderna facoemulsificación microincisional permite realizar la cirugía a través de incisiones pequeñas autosellantes en córnea clara, con un mínimo astigmatismo inducido y una excelente y rápida recuperación visual. La experiencia acumulada y los aparatos disponibles en la actualidad permiten la extracción incluso de cataratas brunescientes con una aplicación de ultrasonidos mínima y una circulación escasa de fluido intraocular. Las lentes plegables disponibles, que pueden ser insertadas con un inyector en el saco, evitan tener que ampliar las incisiones para su implantación. Todo esto ha hecho de la cirugía de la catarata un procedimiento rápido, seguro y con unos excelentes resultados visuales.<sup>3</sup> Por tanto, la cirugía de catarata, hoy en día, no solo se considera un procedimiento para restaurar la visión, sino un tipo de cirugía refractiva.<sup>4-6</sup> Como la facoemulsificación se ha vuelto un proceder seguro y establecido, los oftalmólogos realizan esta cirugía en pacientes con menos edad. En estos pacientes la expectativa es mucho mayor que en ancianos.<sup>5</sup> Por consiguiente, para lograr esto también se necesitan nuevas tecnologías y técnicas quirúrgicas. En los últimos años se ha venido estudiando la incorporación de tecnología de punta para este proceder quirúrgico. Uno de estos proceder es el desarrollo de la tecnología láser.<sup>4</sup>

Por más de 50 años se han usado diferentes láseres en el campo de la Oftalmología. Los distintos tipos de láseres operan con parámetros específicos como la longitud de onda, el patrón de pulso, la duración del pulso, la frecuencia de repetición y el tamaño del spot.<sup>5</sup> En la última década del siglo pasado se intentó minimizar los efectos adversos de la facoemulsificación como son el edema corneal posoperatorio, la rotura capsular, el edema macular cistoide y la endoftalmitis, que pueden interferir en el resultado funcional de la cirugía, con el uso de láseres de Nd Yag y de Erbium. Con estos no se logró mejorar los resultados de la técnica convencional de la facoemulsificación.<sup>7,8</sup>

La más reciente incorporación de estas tecnologías es el láser de femtosegundo en la cirugía de la catarata. A partir del año 2009 comenzaron a aparecer trabajos publicados con los primeros resultados relacionados con la cirugía de catarata asistida con el femtoláser.<sup>5,6</sup> Por tal motivo, realizamos una búsqueda a través de la plataforma infomed, específicamente la Biblioteca Virtual de Salud, con el objetivo de conocer las técnicas más avanzadas en la cirugía de córnea y de catarata.

## APLICACIÓN DEL FEMTOLÁSER EN LA CIRUGÍA DE CATARATA

Se realizó una búsqueda actualizada de los últimos diez años en diversos artículos publicados referentes a la aplicación del femtoláser en la cirugía de catarata; este podría ser una de las más grandes revoluciones ocurridas en el campo del tratamiento de la catarata en los últimos años.<sup>9</sup> El láser femtosegundo podría mejorar el resultado

de la cirugía al corregir el astigmatismo preoperatorio con incisiones de la córnea. Se plantea que este procedimiento quirúrgico permite la optimización del tiempo de la cirugía, minimiza el trabajo del cirujano y garantiza una cirugía rápida y exitosa. En un plazo relativamente corto, la tecnología láser femtosegundo se ha convertido en una importante oportunidad de mejorar la calidad del procedimiento quirúrgico de la cirugía de cataratas y sus resultados.<sup>10</sup> Algunos investigadores han propuesto que el femtoláser tiene el potencial para ofrecer ventajas significativas por encima de la facoemulsificación convencional y es llamado a ser el método estándar de la cirugía de catarata en los próximos diez años.<sup>11</sup>

#### LÁSER DE FEMTOSEGUNDO

El láser de femtosegundo, que trabaja con una longitud de onda de 1,053 nm en forma de pulsos con una duración ultracorta ( $10^{-15}$  segundos) con un efecto fotodisruptor, opera a longitudes de onda similares al láser Nd: YAG (neodymium-doped YAG) en el rango infrarrojo del espectro electromagnético. Sin embargo, el efecto en los tejidos es diferente, ya que el femtoláser opera con una duración de pulso extremadamente corta en comparación con el Nd: YAG sin efectos térmicos. De manera práctica se puede decir que un femtosegundo es una cuadrillonésima de 1 segundo = ( $10^{-15}$ ), mientras que la duración del pulso del láser Nd: YAG está en el rango de nanosegundo de  $10^{-9}$  segundos.<sup>4</sup>

Este láser tiene un diámetro de 0,001 mm y puede ser focalizado un spot de  $< 1,8 \mu\text{m}$ , el cual tiene una exactitud dentro de  $5 \mu\text{m}$  sin causar trauma al tejido superficial o adyacente. Su energía es absorbida por los tejidos; forma un plasma que se expande y da lugar a burbujas de cavitación que generan planos de clivaje en los tejidos (fotodisrupción).<sup>6,12</sup> En el año 2001 se comenzó a aplicar el láser de femtosegundo en la cirugía refractiva para crear colgajos corneales.<sup>13</sup> Al operar con una frecuencia de repetición más alta, un nivel de energía más bajo requerido para obtener el mismo efecto tisular, demostró una significativa mejora en la precisión de la fotodisrupción del tejido corneal sin efectos colaterales adversos.<sup>14</sup> Estos resultados estimularon el estudio y el desarrollo de esta tecnología para su uso en la cirugía del cristalino.

En el año 2009 aparecieron los primeros resultados publicados respecto al uso del láser de femtosegundo en la cirugía de la catarata.<sup>15</sup> La energía del láser de femtosegundo puede ser focalizada con precisión en una determinada profundidad y tamaño con la ayuda de sistemas de imagen de alta resolución. Estas características del láser de femtosegundo hicieron que se abriera un amplio y prometedor abanico de posibilidades en algunos de los pasos más críticos de la cirugía del cristalino, con notables ventajas frente a la técnica manual.<sup>12</sup>

La cirugía de catarata, al ser considerada una cirugía refractiva, exige una técnica quirúrgica precisa, personalizada, diseñada y definida para cada paciente antes de entrar en el quirófano. Estas exigencias se traducen en la necesidad de conseguir, durante la cirugía del cristalino, incisiones corneales que no induzcan astigmatismo, así como una capsulorrexis circular, centrada y con un tamaño definido de forma que cubra parte la zona óptica de la lente intraocular implantada. La facoemulsificación del cristalino debe lograrse de forma endosacular, con la menor energía y con el menor tiempo de ultrasonido posible. El lente intraocular debe permanecer centrado y estable en el saco con integridad absoluta de la cápsula posterior.<sup>16,17</sup>

Basado en el principio de fotodisrupción, el femtoláser para la cirugía de catarata puede crear separación de tejidos y cortes de alta precisión dentro de la córnea, la cápsula cristaliniiana y dentro del cristalino. El efecto de fotodisruptor se logra cuando el haz nítidamente enfocado del láser de femtosegundo contacta el tejido con una duración ultracorta y genera plasma dentro del tejido afectado. El plasma se expande

a alta velocidad en forma de onda de choque y remueve los tejidos circundantes. Con el tiempo el plasma frío baja y se forman las llamadas burbujas de cavitación. A nivel de los tejidos, la fotodisrupción ocurre dentro del punto focal del láser sin desarrollar calor o daño de los tejidos colaterales.<sup>4-6,13,14</sup>

Desde que el primer femtoláser recibiera la aprobación de la *Food and Drug Administration* de los Estados Unidos de América (FDA) en el año 2009, se han ido perfeccionando paulatinamente las partes más difíciles del proceder, las cuales incluyen: la capsulorrexia, la fragmentación y/o licuefacción del núcleo, las incisiones corneales y las incisiones arqueadas.<sup>4-6</sup> Actualmente se dispone en el mercado de varias plataformas de láseres de femtosegundo aprobadas para cirugía de catarata. Dentro de estas las utilizadas con más frecuencia en los estudios publicados son: <sup>4-6,18</sup>

- Alcon-LenSx<sup>®</sup> (Alcon Laboratories, Inc., Fort Worth, TX, USA).
- CATALYS<sup>®</sup> (Abbott/ Medical Optics Inc., Santa Ana, CA, USA).
- LensAR<sup>®</sup> (LENSAR Inc., Orlando, FL, USA)\*.
- Victus<sup>®</sup> (TECHNOLAS Perfect Vision GmbH, Munich, Germany; Bausch & Lomb Incorporated, Rochester, NY, USA).
- LDV Z8 (Ziemer, Port, Switzerland).

El principio físico del femtoláser es muy similar en las diferentes plataformas, aunque difieren básicamente en la captura de la imagen, la versatilidad, el acoplamiento, los patrones de fragmentación y la velocidad.<sup>10</sup> Las principales diferencias radican en la interfaz entre el sistema óptico del láser y la superficie de la córnea del paciente durante el procedimiento y en el sistema de imágenes. Las interfaces pueden ser curvas con un lente de contacto blando o una interfaz líquida, que evita que la córnea contacte con ninguna superficie dura mientras se están tomando las imágenes del segmento anterior y durante la aplicación del láser. Existen plataformas que obtienen imágenes mediante tomografía de coherencia óptica (OCT), mientras otras usan dispositivos con cámaras de Sheimpflug.<sup>5,16</sup>

Hoy en día se espera una agudeza visual posquirúrgica perfecta después de la cirugía de catarata con una excelente calidad visual e independencia de los espejuelos respecto a visión cercana y de lejos. La tecnología femtoláser ofrece pasos automáticos durante fases críticas de la cirugía de catarata con resultados consistentes, los cuales incrementan la predictibilidad. Por5 esto, el femtoláser en la cirugía de catarata está indicado y aprobado para realizar: <sup>4-6, 9,10,16,17</sup>

- Capsulotomía anterior.
- Fragmentación láser del cristalino (cristalinos duros).
- Licuefacción láser del cristalino (cristalinos blandos).
- Cortes corneales (plano único o multiplano) con 2-3 incisiones.
- Incisiones corneales arqueadas para el control preoperatorio del astigmatismo corneal.

Múltiples han sido las condiciones clínicas en las que se ha realizado cirugía del cristalino con un pretratamiento con láser de femtosegundo.<sup>4-6</sup> Estas han incluido:

- Catarata.
- Cirugía del cristalino transparente con fines refractivo.
- Catarata traumática (con ruptura de la capsula anterior).
- Dehiscencia zonular (trauma, Síndrome de Marfán).
- Glaucoma de ángulo cerrado (cámara anterior estrecha).
- Síndrome de pseudoexfoliación.
- Catarata Pediátrica (con capsulotomía anterior y posterior).

### **Contraindicaciones**

La única contraindicación que se reporta para el uso del femtoláser en la cirugía de catarata, e incluso de manera relativa, es la pupila no dilatada o pequeña menor de 5,0 mm en diámetro. Desde el punto de vista óptico el diámetro de la pupila debe ser mayor de 6,0 mm. La capsulotomía es posible en el caso de un área de diámetro de 5,0 mm, pero por la cercanía del borde del iris, la posibilidad de impactarlo es alta. Se pueden realizar capsulotomías más pequeñas, pero se incrementa la posibilidad de fimosis si el diámetro de la capsulotomía es menor de 4,0 mm.<sup>4</sup> Para pupilas no dilatadas se ha propuesto el uso de los anillos de Malyugin.<sup>19,20</sup>

### **Orden seriado de los procedimientos**

La capsulotomía debe ser realizada en primer orden, seguido de la fragmentación y/o licuefacción del cristalino y, por último, las incisiones corneales. Las razones de este orden vienen dadas porque durante la fragmentación/licuefacción de la catarata, las burbujas de gases pueden aparecer dentro del saco capsular y pueden elevar la cápsula anterior. Si esto sucede, se requiere realizar otras mediciones por el sistema de imágenes y en tales casos los parámetros del tratamiento necesitarían ser diseñados nuevamente.<sup>4,5</sup>

Durante la capsulorrexis, pequeñas burbujas de gas pueden desplazarse libremente hasta la capa endotelial de la córnea, sin interferir en una fragmentación efectiva del cristalino. Los cortes corneales se realizan de último en la planificación preestablecida; las burbujas de gas previas no alteran los parámetros anatómicos de la córnea.<sup>4-6, 16</sup>

### **Secuencia del proceder con femtoláser**

Se ha sugerido la siguiente secuencia para la aplicación del femtoláser como pretratamiento de la facoemulsificación:<sup>5</sup>

- Selección del paciente.
- Consentimiento del paciente.
- Posicionamiento de la cabeza del paciente.

- Gotas anestésicas.
- Licuefacción o fragmentación del cristalino.
- Corrección del astigmatismo (incisiones arqueadas hasta un 80 % de profundidad).
- Herida corneal.

### Parámetros del tratamiento

El tamaño de la rexis puede intervenir en el resultado óptico final del paciente. Si la capsulorrexis es pequeña puede ocurrir una fibrosis capsular anterior (fimosis capsular) al implantar un LIO mono pieza. Si la rexis es grande y no recubre parcialmente la óptica del LIO puede causar inclinación de este, descentrado e incremento de aberraciones ópticas de alto orden y opacificación de la cápsula posterior.<sup>21</sup> Durante la cirugía con femtoláser se pueden modificar todos los parámetros del tratamiento. El diámetro de la capsulotomía se puede variar entre 4,5 y 6,0 mm. Debe ser al menos 1,0 mm menor que el diámetro pupilar, lo que permite evitar complicaciones futuras, adecuar el tratamiento en dependencia de la características del LIO a implantar y obtener un resultado visual óptico.<sup>22</sup>

El láser de femtosegundo permite diferentes tipos de fragmentación del cristalino. En cristalinos suaves con grado menor a 2,0 en cataratas nucleares de acuerdo con el *Lens Opacities Classification System* (LOCS), se recomienda realizar la licuefacción central a 5,0 mm creando anillos concéntricos (patrón cilíndrico) dentro del espesor del cristalino.<sup>4-6</sup> En catarata con grados mayores a 2,0 se recomienda hacer una fragmentación del núcleo con el femtoláser. Esto se puede lograr mediante el "patrón en cruz" (dos incisiones perpendiculares dentro del núcleo), o puede ser personalizado con un variado número de cortes. Estos últimos son las llamadas fragmentaciones en "pastel" o "patrón en pizza" (6-8 cortes). No se recomienda realizar más líneas de cortes.<sup>4-6</sup> Actualmente se prefiere realizar un patrón híbrido, usando licuefacción en los 3 mm centrales y líneas de fragmentación periféricas. Con este método, el cirujano puede ahorrar energía y tiempo de facoemulsificación, así como aumentar la seguridad del método.

La fragmentación con femtoláser puede lograrse eficazmente en la actualidad en cataratas nucleares de grado 4,0.<sup>4-6</sup> Se recoge en la literatura que la tecnología femtoláser ofrece una disminución en cuanto a la energía disipada y el tiempo efectivo de facoemulsificación, la cual incrementa la seguridad del método en cuanto a edema corneal posoperatorio y pérdidas endoteliales.<sup>23</sup> Una incisión corneal con dimensión y estructura perfectas son de gran importancia para el control de la infección posoperatoria, lograr estabilidad en cámara anterior y minimizar el astigmatismo inducido por la cirugía (AIC). Con el femtoláser se pueden crear diferentes tipos de incisiones y geometrías con tamaño, localización y número deseados. La localización periférica es muy importante para minimizar el AIC.<sup>24</sup>

Se ha reportado que las incisiones corneales creadas mediante femtoláser son de mayor estabilidad y facilidad de reproducir, incluso aquellas de arquitectura geométrica de varios planos.<sup>25</sup> Las medidas de las incisiones creadas por femtoláser pueden ser más estrechas que lo esperado y no se realiza una incisión penetrante en ningún momento. Por consiguiente, se recomienda el uso de una espátula para la apertura de cada incisión y para "estirar" los bordes de esta con movimientos gentiles en el momento de realizar la facoemulsificación.<sup>26</sup>

Mediante femtoláser se tiene una capacidad guiada por imagen para el control del espesor corneal, la forma, la ubicación, la longitud de la incisión, el ancho y la profundidad. El proceder es controlado mediante computadora, predecible y preciso. Así puede utilizarse la tecnología del femtoláser para la creación de las incisiones corneales arqueadas con lo que puede ser tratado en el orden de registrar un mejor efecto óptico final.<sup>18</sup>

### Ergonomía

Para un uso ergonómico de la plataforma de femtoláser se recomienda una habitación de 3 x 4 metros. En el caso de un salón grande, el femtoláser puede ser ubicado dentro del mismo salón. No es necesario que el equipo se ubique en una sala estéril, dado que en ningún momento se realiza una incisión penetrante completa en la cámara anterior. Sin embargo, tanto por seguridad como por comodidad, es conveniente que se coloque en una sala limpia, próxima al quirófano.<sup>5</sup>

### DESVENTAJAS, HALLAZGOS Y COMPLICACIONES DE LA CIRUGÍA DE CATARATA ASISTIDA CON FEMTOLÁSER

La principal desventaja que ofrece este proceder quirúrgico es el encarecimiento de la cirugía, que varía según los distintos países. Este es considerado el principal obstáculo para masificar esta técnica quirúrgica.<sup>6,10</sup> Durante la aplicación del láser de femtosegundo puede ocurrir pérdida de la succión, capsulotomía incompleta, fragmentación incompleta del cristalino, desgarró capsular y adherencia de material lenticular a la cápsula.<sup>27-28</sup>

Durante la fase de succión para fijar el ojo, se produce un incremento de la presión intraocular (PIO), aumenta el riesgo de hemorragia subconjuntival, neuropatía óptica, desprendimiento de retina y hemorragias retinianas. Los pacientes que se someten a cirugía de catarata senil son más propensos a sufrir complicaciones derivadas del incremento de PIO mantenido durante varios minutos. La incidencia de enfermedades como el glaucoma, la hipertensión ocular y la enfermedad oclusiva retiniana aumenta con la edad, lo que hace que estos ojos sean más vulnerables.<sup>29</sup>

La hemorragia subconjuntival derivada principalmente de la fase de succión aparece especialmente en aquellos pacientes con terapia anticoagulante o que presentan alguna condición que los hace más susceptible a desarrollar hemorragias; por ejemplo, trastornos de la coagulación. Esta se puede disminuir decreciendo la fuerza de succión por la interface del paciente.<sup>27, 30</sup>

La constricción pupilar ha sido un problema frecuente, causado por la fuerza de succión y las burbujas que pueden aparecer en la cámara anterior y producir pequeña cantidad de radicales libres. Además, las ondas de choque pueden cerrar el iris. Para mantener una dilatación adecuada se han aconsejado otros agentes midriáticos como los antiinflamatorios no esteroideos (ej. diclofenaco).<sup>27</sup> Se debe esperar un corto período de tiempo entre pretratamiento con femtosecond láser y la cirugía de catarata (se recomienda entre 5-10 minutos).<sup>4,5,17</sup>

El síndrome de bloqueo capsular se ha reportado durante la hidrodisección.<sup>31</sup> Las cánulas de hidrodisección de diámetro grande y la inyección de un alto fluido pueden impedir que las burbujas de gas abandonen el núcleo. El consecuente incremento de la presión dentro del cristalino puede causar ruptura de la cápsula posterior y como consecuencia la luxación del núcleo a la cavidad vítrea.<sup>27</sup>

Las medidas de las incisiones creadas por femtoláser pueden ser ligeramente más estrechas que lo programado, por lo que se describe agrandar los bordes de la incisión con delicados movimientos usando una espátula para la apertura.<sup>26</sup> Si la interface del paciente no se centra perfectamente, las heridas corneales reales pudieran ser más centrales de lo propuesto, lo que podría causar un astigmatismo inducido quirúrgicamente. Se debe procurar un centrado perfecto para evitar la inclinación del LIO. Esto es porque la capsulotomía y la fragmentación del cristalino pueden ser realizados asimétrica y parcialmente, lo que podría traer esa complicación subsecuente.<sup>26,27</sup> Otra desventaja que se le atribuye a la facoemulsificación asistida con femtoláser es un mayor tiempo total de cirugía. Se ha reportado un incremento del tiempo quirúrgico de hasta 12 minutos respecto a la facoemulsificación convencional.<sup>32</sup>

La utilización de la tecnología femtoláser en la cirugía de catarata muestra un tratamiento personalizado, de alta precisión y reproducibilidad, lo que deja entrever que incrementa la seguridad, la eficiencia y la predictibilidad de la facoemulsificación. No obstante, aún son poco conocidos los efectos a mediano y largo plazo de su aplicación en este proceder quirúrgico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Yu Y, Yao K. New Applications of Femtosecond Laser in Cataract Surgery. *Eye Science*. 2012;27(1):50-6.
2. Koopman S. Cataract Surgery Devices - Global Pipeline Analysis, Competitive Landscape and Market Forecasts to 2017. London, UK: GlobalData. 2013 [cited March 18, 2014]. Available at: <https://www.asdreports.com/shopexd.asp?id=25116>
3. Behndig A, Montan P, Stenevi U, Kugelberg M, Lundstrom M. One million cataract surgeries: Swedish National Cataract Register 1992-2009. *J Cataract Refract Surg*. 2011;37:1539-45.
4. Wu BM, Williams GP, Tan A, Mehta JS. A Comparison of Different Operating Systems for Femtosecond Lasers in Cataract Surgery. *J Ophthalmol*. 2015:6164-78.
5. Nagy ZN. New technology update: femtosecond laser in cataract surgery. *Clin Ophthalmol*. 2014;8:1157-67.
6. Liu HH, Hu Y, Cui H. Femtosecond laser in refractive and cataract surgeries. *Int J ophthalmol*. 2015;8:18.
7. Stein JD. Serious adverse events after cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol*. 2012;23:219-25.
8. Kanellopoulos AJ, Dodick JM, Brauweiler P, Alzner E. Dodick photolysis for cataract surgery: early experience with the Q-switched neodymium: YAG laser in 100 consecutive patients. *Ophthalmology*. 1999;106:2197-202.
9. Chen X. Efficacy and safety of femtosecond laser-assisted cataract surgery versus conventional phacoemulsification for cataract: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Sci Rep*. 2015;5:13123.



10. Alió JL, Abdou AA, Puente AA, Zato MA, Nagy Z. Cirugía de cataratas con láser femtosegundo. *J Refract Surg.* 2014;30(6):420-7.
11. Ranka M, Donnenfeld ED. Femtosecond laser will be the standard method for cataract extraction ten years from now. *Surv Ophthalmol.* 2015;60:356-60.
12. Uy HS, Edwards K, Curtis N. Femtosecond phacoemulsification: the business and the medicine. *Curr Opin Ophthalmol.* 2012;23:33-9.
13. Soong HK, Malta JB. Femtosecond lasers in ophthalmology. *Am J Ophthalmol.* 2009;147(2):189-97.
14. Mian SI, Shtein RM. Femtosecond laser-assisted corneal surgery. *Curr Opin Ophthalmol.* 2007;18:295-9.
15. Frey RW, Edwards K, Naranjo TR, Villar KJ, Quezada N, Bunch T, Bott S. Changes in CDE With laser lens fragmentation compared with standard phacoemulsification cataract surgery. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2010;51:434.
16. Arias A, Zato Miguel A, Carrero A. El láser de Femtosegundo en la cirugía del cristalino. En: Arias A, Zato Miguel A. *Cirugía del cristalino con láser de Femtosegundo.* Barcelona: Editorial de la Sociedad Española de Oftalmología; 2012 [citado 18 de marzo de 2014];3. p. 33-42. Disponible en: [http://oftalmoseoformacion.com/wpoftalmoseo/documentacion/cap\\_03.pdf](http://oftalmoseoformacion.com/wpoftalmoseo/documentacion/cap_03.pdf)
17. Chen H. Femtosecond laser combined with non-chopping rotation phacoemulsification technique for soft-nucleus cataract surgery: a prospective study. *Sci Rep.* 2016;6:18684. doi: 10.1038/srep18684.
18. Donaldson KE, Braga-Mele R, Cabot F, Davidson R, Dhaliwal DK, Hamilton R, Jackson M, Patterson L, Stonecipher K, Yoo SH. ASCRS Refractive Cataract Surgery Subcommittee. Femtosecond laser-assisted cataract surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2013;39(11):1753-63.
19. Kranitz K, Takacs AI, Gyenes A. Femtosecond laser-assisted cataract surgery in management of phacomorphic glaucoma. *J Refract Surg.* 2013;29:645-8.
20. Conrad-Hengerer I, Hengerer FH, Schultz T, Dick HB. Femtosecond laser-assisted cataract surgery in eyes with a small pupil. *J Cat Refract Surg.* 2013;39(9):1314-20.
21. Ravalico G, Tognetto D, Palomba M, Busatto P, Baccara F. Capsulor-hexis size and posterior capsule opacification. *J Cataract Refract Surg.* 1996;22:98-103.
22. Kranitz K, Mihaltz K, Sandor GL, Takacs A, Knorz MC, Nagy ZZ. Intraocular lens tilt and decentration measured by Scheimpflug camera following manual or femtosecond laser-created continuous circular capsulotomy. *J Refract Surg.* 2012;28:259-63.
23. Conrad-Hengerer I, Hengerer FH, Schultz T, Dick HB. Effect of femtosecond laser fragmentation on effective phacoemulsification time in cataract surgery. *J Refract Surg.* 2012;28:879-83.
24. Taban M, Behrens A, Newcomb RL. Acute endophthalmitis following cataract surgery: a systematic review of the literature. *Arch Ophthalmol.* 2005;123:613-20.

25. Masket S, Sarayba M, Ignacio T, Fram N. Femtosecond laser-assisted cataract incisions: architectural stability and reproducibility. *J Cataract Refract Surg.* 2010;36:1048-9.
26. Alio JL, Abdou AA, Soria F. Femtosecond laser cataract incision morphology and corneal higher-order aberration analysis. *J Refract Surg.* 2013;29:590-5.
27. Nagy ZZ, Takacs AI, Filkorn T. Complications of femtosecond laser-assisted cataract surgery. *J Cat Refract Surg.* 2014;40(1):20-8. doi: 10.1016/j.jcrs.2013.08.046.
28. Grewal DS, Singh Grewal SP, Basti S. Incomplete femtosecond laser-assisted capsulotomy and lens fragmentation due to emulsified silicone oil in the anterior chamber. *J Cat Refract Surg.* 2014;40(12):2143-7.
29. Kohnen T. Interface for femtosecond laser-assisted lens surgery. *J Cat Refract Surg.* 2013;39:491-2.
30. Kerr NM, Abell RG, Voth BJ, Toh T. Intraocular pressure during femtosecond laser pretreatment of cataract. *J Cataract Refract Surg.* 2013;39:339-42.
31. Roberts T, Sutton G, Lawless M, Jindal-Bali S. Capsular blockage syndrome associated with femtosecond laser-assisted cataract surgery. *J Cat Refract Surg.* 2011;37:2068-70.
32. Lubahn JG, Donaldson KE, Culbertson WW, Yoo SH. Operating times of experienced cataract surgeons beginning femtosecond laser-assisted cataract surgery. *J Cat Refract Surg.* 2014;40(11):1773-6.

Recibido: 15 de abril de 2016.

Aprobado: 19 de octubre de 2016.

*Zucell Veitia Rovirosa.* Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". Ave. 76 No. 3104 entre 31 y 41 Marianao. La Habana, Cuba. Correo electrónico: [zucella@infomed.sld.cu](mailto:zucella@infomed.sld.cu)