

Comparación entre facoemulsificación asistida con femtoláser y facoemulsificación convencional: resultados visuales y complicaciones

Comparison between femtosecond laser-assisted phacoemulsification and conventional emulsification: visual results and complications

Yoriel Cuan Aguilar, Eric Montero Díaz, Taimi Cárdenas Díaz, Eneida de la Caridad Pérez Candelaria, Iraisi Hormigó Puertas, Zucell Veitía Roviroso

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

RESUMEN

La aplicación del femtoláser en la cirugía de catarata podría ser una de las grandes revoluciones contemporáneas ocurridas en el campo del tratamiento de la catarata. Si el uso de esta tecnología provocara una eficacia y seguridad muy superiores sobre la facoemulsificación convencional, justificaría el alto costo que genera para la cirugía de catarata en la actualidad. En revisiones de estudios comparativos no se han encontrado diferencias significativas entre los resultados visuales de ambos procedimientos al final del período de seguimiento posoperatorio. Una mejor circularidad de la capsulorrexia, unido a disminución en la emisión de energía ultrasónica y del tiempo efectivo de faco, son atribuidos como las grandes ventajas del uso del femtoláser en la facoemulsificación. Sin embargo, en cuanto a la pérdida de células endoteliales, el edema corneal posoperatorio y el edema macular posquirúrgico no se han registrado grandes diferencias entre ambas técnicas quirúrgicas, mientras que el costo de la cirugía se incrementa considerablemente con la utilización del femtoláser. Por tanto, se necesitan estudios de gran tamaño de muestra bien diseñados que proporcionen evidencias más fiables respecto al uso del femtoláser en la cirugía de catarata actual.

Palabras clave: facoemulsificación; catarata; femtoláser.

ABSTRACT

The application of femtoláser in cataract surgery could be one of the great contemporary revolutions occurred in the field of treatment of cataract. If the use of this technology would cause a very superior efficacy and safety over conventional phacoemulsification, it justifies the high cost it generates for cataract surgery today. In reviews of comparative studies we have not found significant differences between the visual results of both procedures at the end of the period of postoperative follow-up. Better circularity of the capsulorhexis, coupled with decrease in the emission of ultrasonic energy and effective phacoemulsification time, are attributed as the major advantages of using femtoláser in phacoemulsification. However in terms of endothelial cell loss, postoperative corneal edema and macular edema after surgery they have not been recorded big differences between the two surgical techniques, while the cost of surgery is considerably increased with the use of femtoláser. Therefore studies of large sample size, well-designed to provide more reliable evidence regarding the use of femtoláser in current cataract surgery are needed.

Key words: facoemulsificación; waterfall; femtoláser.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día no se discute el criterio de que la cirugía de catarata no solo se considera como un procedimiento para restaurar la visión, sino que constituye un tipo de cirugía refractiva.¹⁻³ Como la facoemulsificación, se ha convertido en un proceder cada vez más establecido por su alta seguridad y eficacia. Los oftalmólogos están operando a pacientes jóvenes y a pacientes adultos con cada vez menos edad. En estos pacientes la expectativa es mucho mayor que en ancianos.² Por consiguiente, para lograr esto también se necesitan de nuevas tecnologías y técnicas quirúrgicas. En los últimos años se ha venido estudiando la incorporación de tecnología de punta para este proceder quirúrgico. Una de estas es el desarrollo de la tecnología láser.¹

La última incorporación de estas tecnologías es la del láser de femtosegundo en la cirugía de la catarata. A partir del año 2009 comienzan a aparecer estudios publicados con los primeros resultados relacionados con la cirugía de catarata asistida con el femtoláser, luego de ser aprobada por la *Food and Drug Administration* (FDA) de los Estados Unidos para la realización de la capsulorhexis, fragmentación y/o licuefacción del núcleo, incisiones corneales e incisiones arqueadas en la facoemulsificación.² Múltiples son los dispositivos de láseres de femtosegundo disponibles en la actualidad, pero —de acuerdo con investigaciones consultadas—¹⁻³ las siguientes plataformas han sido las más utilizadas: Alcon-LenSx® (Alcon Laboratories, Inc., Fort Worth, TX, USA), CATALYS® (Abbott/ Medical Optics Inc., Santa Ana, CA, USA), LensAR® (LENSAR Inc., Orlando, FL, USA), Victus® (TECHNOLAS Perfect Vision GmbH, Munich, Germany; Bausch & Lomb Incorporated, Rochester, NY, USA) y la plataforma LDV Z8 (Ziemer, Port, Switzerland).

La aplicación del femtoláser en la cirugía de catarata podría ser una de las más grandes revoluciones ocurridas en el campo del tratamiento de la catarata en los últimos años.⁴

Se plantea que este procedimiento quirúrgico permite la optimización del tiempo quirúrgico, minimiza el trabajo del cirujano y garantiza una cirugía rápida y exitosa. Además, el láser de femtosegundo podría mejorar el resultado de la cirugía de catarata y corrige el astigmatismo preoperatorio con las incisiones corneales.² En un plazo relativamente corto, la tecnología de láser femtosegundo se ha convertido en una importante oportunidad de mejorar la calidad del procedimiento quirúrgico de la cirugía de cataratas y sus resultados.⁵ Algunos investigadores han propuesto que el femtoláser tiene el potencial para ofrecer ventajas significativas por encima de la facoemulsificación convencional y está llamado a ser, por algunos de ellos, el método estándar de la cirugía de catarata en los próximos diez años.⁶

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, nos trazamos como objetivo con este trabajo de revisión recopilar información suficiente y fiable respecto a los resultados visuales y a las complicaciones de la facoemulsificación asistida con femtoláser (FAFL) a partir de los estudios publicados, especialmente aquellas investigaciones comparativas con la facoemulsificación convencional, que nos permita establecer una base de información útil para futuras investigaciones nacionales.

RESULTADOS VISUALES Y COMPLICACIONES

RESULTADOS VISUALES

Los resultados visuales obtenidos después de la cirugía de catarata se refieren como sinónimo de eficacia del proceder en varios estudios consultados. Es decir, resultados refractivos superiores es sinónimo a mayor eficacia del método.^{4,7,8} Las variables más comúnmente referidas dentro de los resultados visuales son: la evaluación de la agudeza visual sin corrección a distancia (AVSCD), la mejor agudeza visual corregida a distancia (MAVCD) y el astigmatismo inducido después de la cirugía.^{4,7-10} También se hace referencia en algunos estudios a las aberraciones ópticas internas.¹⁰⁻¹³

Agudeza visual posoperatoria

La mayoría de los estudios coinciden en que todos los pacientes, operados por una técnica o la otra, experimentan una mejoría estadísticamente significativa de la agudeza visual tanto corregida como sin corrección después de la cirugía de catarata, y muestran una similitud general en cuanto a AVSCD y MAVCD entre los pacientes operados por FAFL y FC.⁷⁻¹⁰ Sin embargo, un estudio que agrupó y procesó resultados de varias investigaciones encontró que la FAFL logra una mejor MAVCD posoperatoria que FC con diferencias estadísticamente significativas solo en la primera semana después de la cirugía. Las diferencias no fueron significativas en el primer y tercer mes posoperatorios.⁴

Otro estudio reciente corroboró que no existió diferencia entre los grupos en la comparación de la MAVCD a largo plazo. La MAVCD del grupo FAFL fue significativamente mejor en la primera semana después de la operación, lo que sugiere que los pacientes con FAFL pueden lograr una recuperación más rápida de la visión, resultado este que es proporcional con el espesor corneal central posquirúrgico. Sin embargo, los pacientes en ambos grupos tuvieron excelentes MAVCD posoperatorias al final del período de seguimiento; sin diferencia significativa entre los valores de los dos grupos.¹⁴

Astigmatismo inducido

Con el láser de femtosegundo se pueden crear en córnea diferentes tipos de incisiones y geometrías con tamaño, localización y número deseados incluso en varios planos.² Se ha comprobado que estas incisiones corneales de estructuras complejas creadas mediante femtoláser son de fácil creación, reproducibilidad y mayor estabilidad.¹⁵ Además, con la tecnología del láser de femtosegundo se tiene capacidad para la crear incisiones corneales arqueadas con lo que puede ser tratado un astigmatismo preexistente en el orden de registrar un mejor efecto óptico final.² No obstante, pocos estudios han hecho reportes respecto a la comparación del astigmatismo inducido quirúrgicamente entre FAFL y la FC. Un reciente estudio publicó el análisis de los resultados de dos investigaciones al respecto (un total de 100 ojos), la cual no demostró diferencias significativas en cuanto a la inducción de astigmatismo entre los pacientes operados por ambas técnicas quirúrgicas.¹⁴

Aberraciones Ópticas

Se ha reportado que la FAFL causa disminución de aberraciones de alto orden, menos inclinación y dislocación de la lente, además de una predicción más precisa del error de refracción posoperatoria. Todo lo anterior es atribuido a una capsulotomía más exacta y mejor centrada, con una posición más estable de la lente intraocular (LIO).¹⁰⁻¹³

COMPLICACIONES

La evaluación del uso del femtoláser en los distintos pasos aprobados en la cirugía de catarata con un menor número de complicaciones, han sido incluido como tema de seguridad en la FALF.⁴ Varios estudios coinciden en reportar que a menor número de complicaciones es mayor la seguridad de la técnica.^{4,14} No solo son válidas las complicaciones intraoperatorias, sino que la valoración de complicaciones posquirúrgicas como el edema macular subclínico, la pérdida de células endoteliales posoperatorias, el edema corneal posquirúrgico y la presencia de presión intraocular (PIO) elevada, también son temas de seguridad de la cirugía de cataratas actual.^{2,4,7,9}

Calidad de la capsulorrexis

Múltiples estudios han demostrado que las capsulotomías con femtoláser son más precisas, consistentes, de forma más regular, de mejor centrado y superposición de la cápsula anterior sobre el LIO al compararla con la capsulorrexis manual, con diferencias estadísticamente significativas a la semana entre los dos grupos (FAFL vs. FC).^{2,4,11,12} El análisis de los resultados de cuatro estudios respecto a la circularidad de la capsulorrexis, mostró que los pacientes operados por FAFL presentaron una calidad de la circularidad superior de manera significativa en comparación con los pacientes del grupo de FC.¹⁴ Un mejor centrado de la capsulorrexis es considerado como la principal ventaja del láser de femtosegundo en la cirugía de catarata, ya que proporciona más estabilidad a la LIO.⁹

Desgarros capsulares

A pesar de todo lo anteriormente descrito, los desgarros de la cápsula anterior son la complicación intraoperatoria más comúnmente reportada para la FALF. La integridad de la capsulotomía anterior cortada con femtoláser parece estar comprometida por perforaciones en forma de "sello de correos" y pulsos anómalos adicionales, probablemente a causa de movimientos de fijación ocular.^{16,17}

Al comparar las capsulotomías realizadas con femtoláser con las capsulorrexis manuales, usando diferentes plataformas, se ha observado que las capsulotomías con láser de femtosegundo presentan bordes irregulares, con impactos por dentro de la línea de corte, microrranuras, punteado superficial y muescas. Mientras las capsulotomías manuales presentaban los bordes rectos más suaves y regulares.¹⁶⁻¹⁸

Se plantea que las irregularidades en el borde de las capsulotomías con femtoláser puedan responder a movimientos microscópicos durante la aplicación de este (a pesar de la succión) y/o al efecto del aplanamiento corneal. Este aplanamiento produce pequeños pliegues en la superficie posterior de la córnea que podrían interferir con el foco del láser durante su aplicación.¹⁸ La incidencia de desgarros capsulares se ha descrito desde 0,31 % hasta 7,5 %.⁷ Sin embargo, un metanálisis demostró que en los estudios analizados, la tasa de desgarro de la cápsula anterior no fue más frecuente en el grupo de FALF respecto al de FC.⁴

Aumento de la presión intraocular intraoperatoria

Una de las desventajas que plantea la FAFL es el incremento de la PIO que se produce durante la fase de succión.² Los pacientes que se someten a cirugía de catarata son mayores y pueden ser más propensos a sufrir complicaciones derivadas del incremento de la PIO mantenido durante varios minutos que los pacientes más jóvenes y sanos sometidos a la cirugía refractiva. 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.⁹ Está demostrado que el empleo de sistemas de succión con aplanamiento en cirugía refractiva aumenta el riesgo de hemorragia subconjuntival, neuropatía óptica, desprendimiento de retina y hemorragias retinianas.¹⁹

Erosiones corneales

Las erosiones corneales han sido reportadas con más frecuencia en la FAFL que en la FC, lo cual es de esperar, ya que se produce durante la aplicación del femtosegundo una mayor agresión a la superficie corneal y en ocasiones se hace difícil abrir las incisiones corneales hechas mediante el femtoláser con el uso de una espátula.⁹

Constricción pupilar

Ha sido un problema frecuente en la FAFL, causado por la fuerza de succión y las burbujas que pueden aparecer en la cámara anterior, y producen pequeña cantidad de radicales libres. Se plantea que las ondas de choque también pueden contribuir a cerrar el iris.²

Aumento del tiempo quirúrgico

Se ha encontrado un tiempo quirúrgico aumentado para FAFL al compararla con la FC. Sin embargo, se reporta que con el aumento de la experiencia del cirujano en esta técnica la diferencia disminuye.^{8,20}

Energía media de la faco (EMF) y tiempo efectivo de la faco

La energía emitida (EMF) y el tiempo de la faco (TFE) son los factores de riesgo más importantes para la pérdida de células endoteliales de la córnea y daños a los tejidos oculares circundantes. El edema corneal es una de las complicaciones posoperatorias más comunes después de la facoemulsificación y puede retrasar la rápida rehabilitación visual.⁴

Se han reportado decrecimientos significativos en la energía disipada y el TEF en la FALF, la cual incrementa la seguridad del método en cuanto al edema corneal posoperatorio y a las pérdidas endoteliales.^{2,21,22} Por lo tanto, se plantea, bajo la evidencia del análisis de estudios comparativos, que la emisión de energía en la facoemulsificación y el tiempo efectivo de la facoemulsificación se reducen significativamente con la utilización del femtoláser, lo que favorece a la FAFL sobre la FC en estos aspectos.^{4,14}

Pérdidas de células endoteliales

Según reportes en la literatura especializada, los porcentajes de pérdida de células endoteliales para la facoemulsificación oscilan entre 4 y 8 %, los que pueden llegar hasta el 40 % para las cataratas duras.⁹ Durante la facoemulsificación convencional se ha reportado un promedio de 8,5 % de pérdida celular en los 12 meses posoperatorios; un 7,5 % en las primeras 6 semanas y 1 % durante el resto del año.²⁰

Estudios comparativos han reportado porcentajes de pérdida de células del endotelio similares en ambos grupos de pacientes (FAFL vs. FC) con una correlación significativa entre el porcentaje de pérdida de células endoteliales y el TEF: a menor tiempo de facoemulsificación, menor porcentaje de pérdida celular.⁹ A las tres semanas después de la cirugía por uno u otro método no se reporta diferencia significativa en cuanto a la pérdida de células del endotelio corneal.²² Un estudio que analizó los resultados de varias investigaciones sobre los porcentajes de pérdidas de células endoteliales en diferentes momentos del período posoperatorio reveló que el grupo de FC había perdido más células que el de FAFL.¹⁴

Otro estudio similar también mostró que los recuentos celulares fueron ligeramente superiores en el grupo de FALF respecto al de FC. Sin embargo, cuando los recuentos de células endoteliales de la córnea se dividieron a la primera semana y a las 4-6 semanas posquirúrgicas, las diferencias no fueron estadísticamente significativas.⁴

Edema corneal posoperatorio

El análisis y el procesamiento de los resultados de cuatro publicaciones respecto al edema corneal posoperatorio en diferentes puntos del período posoperatorio, informó que el espesor de la córnea central en el grupo FAFL fue significativamente menor al compararlo con el grupo de FC a las 24 horas, a los 30 días y entre el tercer y sexto mes posoperatorios.¹⁴ Sin embargo, la mayoría de las investigaciones publicadas muestran que el edema corneal posoperatorio fue significativamente menor en el grupo FAFL en el primer día posoperatorio con respecto al grupo de FC, mientras las diferencias no fueron estadísticamente significativas pasada la primera semana después de la cirugía. La razón que plantearon para la diferencia del primer día posoperatorio entre los dos grupos de pacientes fue el corto tiempo de la faco con menos energía emitida.^{4,20} Por lo tanto, teniendo en cuenta la evidencia actual, se plantea que la FALF solo es superior a la FC en el edema corneal posquirúrgico del primer día posoperatorio.⁴

Edema macular posoperatorio

Resultados similares revelan los estudios que compararon ojos operados por FAFL y por FC donde no existieron diferencias significativas en cuanto a grosor macular en ambos grupos de pacientes. En la FC el espesor macular fue más grueso en la primera semana; pero después de un mes esta diferencia no fue estadísticamente significativa.^{4,23} Otros autores¹⁴ abogan por investigaciones y datos adicionales ante la similitud de los resultados con una u otra técnica.

Precio del proceder

Se considera hoy en día el principal escollo para la extensión generalizada de la FAFL sobre la FC. Ante todo es necesaria una importante inversión inicial en el aparato de femtosegundo cuyo precio no es despreciable en la actualidad. Además, la necesidad de emplear una interfaz de usuario desechable para cada cirugía supone que el precio de esta se incremente en al menos 400 euros por ojo.⁹ En una evaluación de relación costo/efectividad, se calculó que la FAFL se asociaba con un costo mucho mayor con tan solo un incremento de 0,06 QUALY (*quality-adjusted life-years*, años de vida ajustados a la calidad) con respecto a la facoemulsificación convencional.²⁴ Algunos autores son del criterio de que se necesitan estudios prospectivos para determinar si realmente el incremento del gasto mejora los resultados de la cirugía de catarata asistida con láser de femtosegundo.^{14,25}

Podemos concluir que la FAFL podría ser beneficiosa por la disminución de la energía y el tiempo de faco, lo que sugiere una mayor seguridad de esta tecnología en la cirugía de catarata. Los resultados visuales a largo plazo y las complicaciones del proceder aún necesitan de estudios de gran tamaño de muestra, bien diseñados, para proporcionar evidencias más fiables. Sin embargo, el costo que implica en la actualidad la FAFL es la gran limitación para la aplicación del láser de femtosegundo en la cirugía de cataratas de manera universal.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en el presente artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Wu BM, Williams GP, Tan A, Mehta JS. A comparison of different operating systems for femtosecond lasers in cataract surgery. *J Ophthalmol.* 2015;616478.
2. Nagy ZN. New technology update: femtosecond laser in cataract surgery. *Clin Ophthalmol.* 2014;8:1157-67.
3. Liu HH, Hu Y, Cui H. Femtosecond laser in refractive and cataract surgeries. *Int J Ophthalmol.* 2015;8(2):419.
4. Chen X. Efficacy and safety of femtosecond laser-assisted cataract surgery versus conventional phacoemulsification for cataract: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Scient Reports.* 2015;5:13123. doi: 10.1038/srep13123.
5. Alió JL, Abdou AA, Puente AA, Zato MA, Nagy Z. Cirugía de cataratas con láser femtosegundo. *J Refract Surg.* 2014;30(6):420-7.
6. Ranka M, Donnenfeld ED. Femtosecond laser will be the standard method for cataract extraction ten years from now. *Surv Ophthalmol.* 2015;60:356-60.
7. Roberts TV, Lawless M, Bali SJ, Hodge S, Sutton G. Surgical outcomes and safety of femtosecond laser cataract surgery: a prospective study of 1 500 consecutive cases. *Ophthalmology.* 2013;120:227-33.

8. Khandekar R. Determinants of visual outcomes in femtosecond laser assisted cataract surgery and phacoemulsification: A nested case control study. Middle East Afr J Ophthalmol. 2015;22(3): 356-61.
9. Álvarez-Rementería FL. Cirugía de la catarata con láser femtosegundo. Tesis Doctoral. Departamento de Oftalmología y Otorrinolaringología. Programa de Ciencias de la salud. Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid; 2014 [citado 19 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://eprints.sim.ucm.es/28195/1/T35701.pdf>
10. Roberts TV, Lawless M, Chan CC. Femtosecond laser cataract surgery: technology and clinical practice. Clin Experiment Ophthalmol. 2013;41:180-6.
11. Kranitz K, Takacs A, Mihaltz K, Kovacs I, Knorz MC, Nagy ZZ. Femtosecond laser capsulotomy and manual continuous curvilinear capsulorrhexis parameters and their effects on intraocular lens centration. J Refract Surg. 2011;27:558-63.
12. 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.
13. Mihaltz K, Knorz MC, Alio JL. Internal aberrations and optical quality after femtosecond laser anterior capsulotomy in cataract surgery. J Refract Surg. 2011;27:711-6.
14. Xinyi Chen, Kailin Chen, Jiliang He, Ke Yao. Comparing the curative effects between femtosecond laser-assisted cataract surgery and conventional phacoemulsification surgery: A Meta-Analysis. PLoS One. 2016;11(3): e0152088.
15. 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.
16. Abell RG. Anterior capsulotomy integrity after femtosecond laser-assisted cataract surgery. Ophthalmology. 2014;121:17-24.
17. Mastropasqua L, Toto L, Calienno R. Scanning electron microscopy evaluation of capsulorhexis in femtosecond laser-assisted cataract surgery. J Cataract Refract Surg. 2013;39:1581-6.
18. Ostovic M, Klapproth OK, Hengerer FH, Mayer WJ, Kohnen T. Light microscopy and scanning electron microscopy analysis of rigid curved interface femtosecond laser-assisted and manual anterior capsulotomy. J Cataract Refract Surg. 2013;39:1587-92.
19. Farjo AA, Sugar A, Schallhorn SC. Femtosecond lasers for LASIK flap creation: a report by the American Academy of Ophthalmology. Ophthalmology. 2013;120:e5-e20.
20. Takács AI, Kovács I, Miháltz 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;28:387-91.

21. 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.
22. Abell RG, Kerr NM, Vote BJ. Toward zero effective phacoemulsification time using femtosecond laser pretreatment. *Ophthalmology.* 2013;120:942-8.
23. Nagy ZZ, Ecsedy M, Kovacs I. Macular morphology assessed by optical coherence tomography image segmentation after femtosecond laser-assisted and standard cataract surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2012;38:941-6.
24. Abell RG, Vote BJ. Cost-effectiveness of femtosecond laser-assisted cataract surgery versus phacoemulsification cataract surgery. *Ophthalmology* 2014;121:10-6.
25. Glasser DB. Is the femtosecond laser worth it? *Am J Ophthalmol.* 2012;154:217-8.

Recibido: 25 de septiembre de 2016.
Aprobado: 30 de noviembre de 2016.

Yoriel Cuan Aguilar. Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". Ave. 76 No. 3104 entre 31 y 41 Marianao, La Habana, Cuba. Correo electrónico: yoriel.cuan@infomed.sld.cu