

Nuevas tecnologías en cirugía de catarata por facoemulsificación

New technologies in phacoemulsification cataract surgery

Dra. Darlen Rodríguez Rivero,¹ Dr. Yoanner Martín Perera,¹¹ Dra. Eneida de la Caridad Pérez Candelaria,¹ Dra. Zucell Ana Veitía Roviroso,¹ Dra. Ana María Méndez Duque de Estrada,¹ Dra. Malvys Vidal Castillo¹

¹ Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". La Habana, Cuba.

¹¹ Hospital "Dr. Enrique Cabrera". La Habana, Cuba.

RESUMEN

Actualmente la cirugía de catarata es considerada una de las más frecuentes de toda la medicina. Es un procedimiento seguro que se efectúa anualmente a millones de pacientes a lo largo y ancho del mundo. Por otro lado, en los últimos años además de lograr la recuperación de la transparencia, ha adquirido el compromiso de brindar mayor satisfacción a los pacientes y se ha convertido en un procedimiento refractivo. En la cirugía moderna del cristalino, todos los cirujanos coinciden en que la técnica más adecuada para la extracción de la catarata es la facoemulsificación. Se realizó una revisión bibliográfica con el objetivo de describir su surgimiento y evolución, técnicas quirúrgicas, así como las nuevas innovaciones en dicho proceder.

Palabras clave: catarata, facoemulsificación, técnicas quirúrgicas.

ABSTRACT

The cataract surgery is currently considered one of the most frequent procedures in medicine. It is a safe procedure that is performed on millions of patients throughout the world. On the other hand, in the last few years, it has managed to recover the crystalline transparency in addition to providing greater satisfaction to the patients by becoming a refractive method. In the modern surgery of the crystalline, all the surgeons agree that the most suitable technology for the cataract extraction is

phacoemulsificación. A literature review was made to describe emergence and evolution, surgical technologies, as well as new innovations in this surgical procedure.

Keywords: cataract, phacoemulsification, surgery techniques.

INTRODUCCIÓN

La facoemulsificación no es una técnica nueva, sin embargo, han tenido que transcurrir alrededor de cuatro décadas para que alcance la importancia que hoy se le concede.^{1,2}

Hace algo más de una década aproximadamente el 50 % de las cirugías de catarata realizadas en los Estados Unidos eran mediante la extracción extracapsular del cristalino, cifras que ahora constituyen menos del 3 %, lo que demuestra la aceptación cada vez mayor de los cirujanos por la facoemulsificación.^{1,2}

Esta técnica fue desarrollada en un inicio por el Dr. *Charles Kelman*, quien en febrero de 1963 estando sentado en un sillón de estomatología donde se le prestaba atención como paciente, observó lo ingenioso del instrumental con que le realizaban las obturaciones dentales; percibió entonces que un instrumento delgado podía ser introducido dentro del ojo para capturar la catarata y en cierto modo suavizar, fragmentar o pulverizar el material nuclear para su retirada a través de una pequeña incisión.^{1,2}

El primer trabajo donde se describe la técnica aparece publicado en 1967 y estuvo basado en cirugías realizadas a ojos de cadáveres y de animales *in vivo*, pero no fue hasta seis años después en 1973 que aparecen experiencias de facoemulsificación en pacientes con catarata.^{1,2}

En aquella época los parámetros como el nivel de vacío, el ultrasonido o el flujo eran fijos, lo que exigía adaptar la técnica quirúrgica a las presiones de la máquina. En la actualidad con la aparición de los microprocesadores en los sistemas modernos todas las constantes pueden acomodarse a las preferencias del cirujano.³⁻⁵

La facoemulsificación se fue perfeccionando con la introducción de incisiones autosellables (tunelizadas o valvuladas), materiales viscoelásticos que protegen los tejidos intraoculares y facilitan realizar maniobras más seguras, la aparición de la capsulorrexis circular continua y las lentes plegables que se pueden implantar por incisiones cada vez más pequeñas, así como modificaciones en los sistemas de automatización de las máquinas para un empleo más eficiente de la energía ultrasónica, todas estas innovaciones unido a un posoperatorio con mínima inflamación ocular y una rehabilitación visual óptima, en poco tiempo han convertido esta técnica en la forma de extracción del cristalino preferida por la mayoría de los oftalmólogos que cuenten con los medios para realizarla.⁶

Se realizó una revisión bibliográfica con el objetivo de describir el surgimiento y evolución de la facoemulsificación, técnicas quirúrgicas, así como las nuevas innovaciones en dicho proceder.

DESARROLLO

La facoemulsificación es un proceder mecanizado de extracción extracapsular del cristalino encaminado a desintegrar el tejido lenticular utilizando vibraciones ultrasónicas de alta frecuencia para poderlo fragmentar y aspirar posteriormente a través de una pequeña incisión corneal autosellante.⁷

Existen múltiples técnicas para realizar la facoemulsificación del cristalino, estas pueden dividirse para su mejor comprensión en supracapsulares (técnica del carrusel), endocapsulares (*Chip and Flip, Divide and Conquer, Crack and Flip, Prechop, Stop and Chop, Facochop, Karate-chop*) y mixtas (*Tilt and Tumble*). Actualmente las técnicas endocapsulares son las más difundidas y practicadas por los cirujanos en el mundo, debido al menor riesgo de lesión endotelial que podría llevar al fracaso la cirugía.⁸

Durante la última década se han realizado múltiples estudios con el objetivo de optimizar los parámetros de las máquinas de facoemulsificación y lograr una técnica depurada con un mínimo daño en las estructuras oculares vecinas. A continuación se expondrán algunos de estos avances.

Facoemulsificación bimanual o Faconit

La idea de remover el cristalino mediante dos microincisiones de forma bimanual fue propuesta desde 1970, sin embargo, no fue hasta 1998 y 1999 que *Amar Agarwal* en la India y *Tsuneoka* en Japón respectivamente, comienzan a realizarla con el objetivo de disminuir el tamaño de la incisión, limitada hasta ese momento por el grosor de la punta de faco, especialmente por la manga de irrigación que obligaba a realizar la cirugía a través de una apertura corneal de 3 mm como mínimo. La nueva variante bimanual o Faconit que significa por sus siglas en inglés: *phaco* (facoemulsificación), *N* (needle), *I* (incision), *T* (tip), proponía realizar el proceder quirúrgico por una incisión de 1,2 mm para la punta del faco sin manga de silicona, teniendo en cuenta que su diámetro es de 0,9 mm y utilizar una paracentesis accesoria para la introducción de un *chopper* de irrigación de *Agarwal* calibre 20 que suministra solución salina balanceada (BSS) para evitar el colapso de la cámara anterior y las quemaduras corneales; pueden ser utilizados otros modelos que al igual que el anterior son fabricados por la compañía MST (Microsurgical Technology) como el de *David Chang, Randall Olson, Robert Osher, Howard Fine* e *Hiroshi Tsuneoka*, entre otras.⁹⁻¹³

Se realiza una capsulorrexis estándar, las hidromaniobras habituales, se emulsifica el núcleo y se implanta un lente intraocular (LIO) diseñado especialmente para esta técnica perteneciente a *Thinoptx* de 5 mm de óptica y de 100 micras de espesor (ultradelgadas), hidrofílicas, disponibles hasta 30 dioptrías de corrección positivas y negativas con una óptica revolucionaria y un proceso de manufactura a nivel de la nanoescala.^{10,14,15}

Otros LIO disponibles en el mercado pueden ser implantados con buenos resultados como el *AcriSmart, AcriFlex-MICS, TetraFlex*, entre otros.¹⁶⁻¹⁹

En mayo de 2005 *Amar Agarwal* modifica la técnica y la nombra microfaconit, consistía en disminuir el tamaño de la incisión a 0,7 mm utilizando una aguja de faco y un cortador de irrigación de ese diámetro.^{9,10,20}

El principal problema en Faconit es que la cantidad de fluido que ingresa al ojo es menor que la cantidad que sale por la pieza de mano, esto provoca inestabilidad de la

cámara anterior durante el proceder, para resolver dicho inconveniente se han creado variadas estrategias como: bomba de aire o *anti-chamber collapse*, sistemas de infusión forzada con gas del equipo Accurus, aditamento desechable *Cruise control* de STAAR y los ya mencionados *choppers* de irrigación de Duet.¹⁰

Aqualase

La licuefacción con aqualase se ha convertido en una realidad clínica desde su empleo inicial a finales del año 2000 basado en una tecnología inventada por *Mark S, Andrew MD* y *Mylina Lincon*, en ese momento el prototipo utilizaba la fluidica de la máquina *legacy* de *Alcon*. Con la introducción del *Infiniti Vision Sistem* de la misma compañía, la tecnología de aqualase ha llegado a su madurez y consiste en la emisión de pulsos de líquidos entibiados que delaminan y emulsifican el cristalino para luego absorberlo sin emplear durante su trabajo energía ultrasónica.²¹⁻²³

Este sistema tiene una pieza de mano diferente a la del ultrasonido (U/S) convencional y utiliza pulsos de 4 microlitros de BSS a una temperatura de 57⁰ C con una frecuencia de hasta 50 Hz que emulsifica el material lenticular sin producir calor a nivel de la incisión, ni movimientos mecánicos en el interior del globo ocular, de esta forma se minimiza la turbulencia en la cámara anterior y disminuye considerablemente la inflamación de las estructuras intraoculares y el daño de las células endoteliales, lo que hace posible una rápida recuperación visual de los pacientes.^{21,23-25}

El diámetro de la punta es de 1,32 mm y está confeccionada de un polímero de silicona con bordes redondeados, por lo que es poco agresivo para las estructuras intraoculares, especialmente para la cápsula posterior.^{21,25}

Las variables involucradas incluyen: pulsos/seg: es el número de pulsos de BSS emitidos por la punta (1 a 50 pps); magnitud del pulso: es el poder del pulso que al 100 % equivale a 80 PSI (presión por pulgada al cuadrado) que puede ser fijo o lineal; *burst*: paquetes de pulsos previamente fijados (porcentaje de tiempo encendido de los pulsos); vacío y flujo de aspiración: iguales parámetros que los de la faco estándar; pendiente dinámica: habilidad para modificar la velocidad de la bomba automáticamente al detectar un cambio en el vacío y la presión de irrigación (-2 a +4).^{21,23-25}

El Aqualase se puede utilizar para realizar faco coaxial y *MICS*, esta última por una incisión de 1,5-1,8 mm sin la manga de silicona y con la irrigación por un puerto accesorio de 1,2 mm. En la variante de faco coaxial es recomendable emplear técnicas de *prechop* para dividir el cristalino en cuatro fragmentos, lo cual, además de darnos la idea de la dureza del núcleo, expone las capas del cristalino, aumenta la efectividad de la hidrod laminación y minimiza así los pulsos de BSS.^{21,22}

Se encuentra en estudio si el calentamiento de las células cristalinas con su consecuente licuefacción, pudieran ser otros de los factores que evitaría la proliferación celular y opacificación de la cápsula posterior.²²

Aqualase es un procedimiento sencillo y seguro en cataratas blandas, con menor curva de aprendizaje constituyendo la técnica de elección para cirugía del cristalino transparente en miopes e hipermetropes elevados. Tiene como inconveniente que solo está disponible en los sistemas *Infiniti* que no se encuentran al alcance de todos los cirujanos.²¹⁻²³

NeoSonix

Es un sistema que utiliza energía de frecuencia sónica (100 Hz) para la remoción de la catarata adicionando un movimiento oscilatorio de 2 grados al desplazamiento longitudinal producido por la energía ultrasónica convencional. La pieza de mano NeoSonix es de titanio con irrigación coaxial y tiene la capacidad de entregar energía ultrasónica y sónica simultáneamente. En contraste con la punta ultrasónica, la punta acústica se mueve hacia delante y hacia atrás sin cambiar su dimensión longitudinal. Así, el calor debido a la fricción intermolecular es eliminado y reduce de esta forma el riesgo de daño térmico de la incisión corneal. La posibilidad de poder combinar la energía sónica con la axial ultrasónica permite reducir los niveles y el tiempo de esta última. Por otra parte el movimiento oscilatorio logra reducir el empalme de las masas minimizando la utilización de la segunda mano y mejorando la atracción de las mismas hacia la punta del faco.²⁵⁻²⁷

Al aplicar energía sónica en combinación con el U/S tradicional debemos controlar dos nuevos parámetros: el umbral (nivel de potencia de U/S al cual comienza las oscilaciones) y la amplitud (arco o grados de las oscilaciones).^{25,27}

Se pueden aplicar todas las técnicas de facoemulsificación actuales en cataratas de dureza grado 1,2 y 3 con menor energía y tiempo de U/S, por lo tanto con menor efecto térmico que se traduce en menos inflamación y menor daño endotelial.^{26,27}

Ozil torsional

Este sistema desarrollado en el 2005 constituye otra modalidad para la extracción de cataratas y fue diseñado para disminuir la repulsión de fragmentos y aumentar la eficiencia en la emulsificación. Utiliza oscilaciones ultrasónicas de una punta angulada o curva a una frecuencia de 32 Khz la cual es generada por cristales piezoeléctricos colocados en dirección transversal en la pieza de mano, estos pueden alcanzar una amplitud de 2 grados según el poder que se utilice.^{28,29}

El sistema Ozil produce un efecto mecánico dado por el corte en el borde cuyo desplazamiento en dirección transversal permite utilizar el sistema de maniobras de esculpido en una forma muy eficiente como un cincel. Por otra parte, produce una erosión mayor al diámetro de la punta, por lo que es más difícil tener capturado un fragmento, por tanto, emplear técnicas de *faco chop* es más adecuado para la emulsificación de fragmentos.^{28,30-32}

El proceso comprende dos mecanismos fundamentales: 1. Trepanación, rotación del extremo de la punta asociado al vacío, permite que la cánula penetre al tejido cristalino como si lo trepanara, ocurre fricción entre el borde circular y el cristalino, dando lugar a fragmentos muy finos y adquiriendo apariencia lechosa. 2. Compactado: rotación a nivel de la base de la cánula, produce un movimiento pendular en el extremo, que va a compactar el material que se encuentra en el interior de la cánula y facilita su evacuación sin necesidad de utilizar altos niveles de vacío, por tanto, disminuye la producción de fragmentos libres que pueden lesionar el endotelio.²⁸

Debido al movimiento lateral de la punta, la repulsión de fragmentos es mínima o inexistente, esto permite disminuir el flujo de aspiración y los niveles de vacío lo que proporciona una cámara anterior más estable y con menor turbulencia y disminuye considerablemente el riesgo de ruptura de cápsula posterior.²⁸

La energía ultrasónica puede emplearse en modo continuo, pulsado o por ráfaga y la configuración del pedal de la máquina en modo fijo o lineal.²⁸

Se observan mejores resultados con puntas anguladas tipo Kelman de 0,9 mm de diámetro que magnifican el efecto en el extremo y mantienen una menor fricción a nivel de la incisión, las de mayor diámetro son menos eficientes.^{28,33}

El sistema demuestra sus bondades una vez fracturado el núcleo por técnicas de *prechop* y está apto para realizar cirugías microincisionales debido al menor calentamiento producido a nivel de la incisión, lo que es muy importante cuando la punta no tiene el recubrimiento que la aísla del tejido corneal circundante.³⁴

En el caso de núcleos blandos o de mediana dureza, el sistema Ozil es suficiente para extraerlos, pero en cataratas duras es necesario combinar los sistemas longitudinal y torsional para evitar que la luz de la punta se obstruya totalmente.²⁸

En noviembre de 2009 se introduce un nuevo software complementario para la plataforma de facoemulsificación torsional *Infiniti* de Alcon llamado *Ozil Intelligent Phaco* (IP) que aumenta aún más la seguridad, el efecto *followability* y la eficacia de la facoemulsificación con la utilización de menor cantidad de energía sin afectar la técnica del cirujano.^{35,36}

Este software detecta automáticamente la oclusión en la punta de facoemulsificación e indica a la máquina que emita microráfagas de U/S axial para destruir el material nuclear que la ocluye. El nivel de vacío en que la máquina emite estas microráfagas puede ser prefijado por el cirujano según sus preferencias y el tipo de catarata.^{35,36}

El otro gran cambio en el equipo fue la actualización del *Intrepid Fluidic Management System* que permite facoemulsificación microcoaxiales a través de tubos más rígidos que disminuyen el *surge* y mantiene la cámara anterior estable durante la cirugía.³⁶

Ultrachopper

El *ultrachopper* es un cuchillete ultrasónico creado por el *Luis Escaf* quien tuvo esta idea mientras utilizaba un cuchillo eléctrico en casa.

Este instrumento se comienza a comercializar en el 2007 y combina la fuerza del desplazamiento de la hoja con la energía ultrasónica, es muy efectivo para cortar el material cristalino.³⁷⁻³⁹

Está conformado por un cuerpo cilíndrico que puede ser hueco o sólido, similar a los facoemulsificadores convencionales, las puntas están diseñadas según la dureza del núcleo y pueden ser aplanadas o incurvadas hacia abajo. Este diseño especial hace que su porción cortante esté en contacto con el núcleo pero que no afecte otros tejidos que debemos proteger tales como el iris, la capsulorrexis y la cápsula posterior. Su mayor ventaja es que permite particionar el cristalino cataratoso en tantos fragmentos como se desee, con muy bajo riesgo de afectar la cápsula posterior debido a que la longitud de la hoja es solo del 30-75 % del espesor nuclear. La profundidad del corte está dada por la incursión de la hoja en la catarata y su poder de corte por los movimientos de desplazamiento longitudinal ultrasónico y estos a su vez dependen de la magnitud de la electricidad aplicada a los cristales piezoeléctricos de la pieza de mano.^{37,38}

Esta innovación cobra gran popularidad debido a que puede ser acoplado a cualquiera de los sistemas de facoemulsificación disponibles en el mercado, conectándose a la pieza de mano tan fácilmente como la punta de faco y puede ser intercambiada con ella rápidamente luego de realizar la fractura.³⁷

Cuando se emplea esta tecnología se pueden adoptar múltiples variantes quirúrgicas: *ultrafaco* es cuando el cristalino luego de ser dividido con el *ultrachopper*, es emulsificado empleando U/S convencional; *ultraqual* si el cirujano emplea la punta de aqualase para remover los fragmentos y *ultramics* si se realiza la cirugía por incisiones menores de 2 mm sin la manga de irrigación de forma bimanual introduciendo por la incisión auxiliar un *chopper* de irrigación del sistema Duet. El empleo de *ultrachopper* ofrece ventajas debido a que facilita la fragmentación de núcleo haciendo que el procedimiento sea amigable para el cirujano y acorta la curva de aprendizaje de las técnicas de microfaco bimanual.^{37,38}

Luego de realizar la hidrodisección e hidrodelaaminación se acopla el instrumento a la pieza de mano y se programa el poder de acuerdo a la dureza del cristalino, es recomendable utilizar el modo hiperpulso para evitar el daño térmico a nivel de la incisión corneal. Una vez que el ultrachopper entra en contacto con el núcleo se desplaza al lado distal de la rexis, se acciona el pedal en la posición 3 y se realiza el corte del cristalino, con un segundo instrumento se realiza presión en la línea de fractura separándolo en dos mitades, se gira el núcleo y se repite el procedimiento cuantas veces se desee, luego cambiamos el instrumento de corte por la punta de faco y se realiza la emulsificación de los fragmentos cristalinos.^{37,38}

Catarex o facoemulsificación vortex

El sistema *Catarex* desarrollado por *Richard Kratz* y otros, es una tecnología diferente que puede demostrar eventualmente ventajas sobre la facoemulsificación y la extracción extracapsular. Consiste en la colocación de un pequeño impulsor rotatorio dentro del saco capsular a través de una mínima incisión de 1,0 a 1 mm y de una pequeña capsulorrexis de 1 mm, esta última es realizada con un instrumento redondo de diatermia que simplifica, por tanto, este paso quirúrgico. El tubo de irrigación/aspiración que contiene el impulsor rotatorio se sitúa sobre la capsulorrexis mientras se realiza la hidrodisección mediante irrigación suave. Después se introduce el tubo en el saco capsular a través de la capsulorrexis antes de iniciar la rotación. El impulsor rota a 60 Hz y funciona como las navajas de una licuadora dentro del ojo a través de una acción de torbellino. Esta acción básicamente rompe y aspira el cristalino.

Durante el proceso se produce expansión del saco capsular con rotación de núcleo, lo que permite así la extracción de la catarata a partir de una cápsula casi intacta y la reducción del riesgo de ruptura capsular.^{25,40-42}

La ventaja potencial de *Catarex* es que todas las maniobras son hechas dentro de la bolsa capsular y el endotelio corneal no presenta pérdida de células como en la faco convencional, que aún en las mejores manos puede llegar a ser del 4 %. Otra ventaja es que requiere mucho menos habilidad que la facoemulsificación la cual es una cirugía difícil. De ser así, podría ser un avance muy positivo desde la perspectiva de salud pública y la disponibilidad para muchos pacientes que en la actualidad no tienen acceso a la facoemulsificación debido al alto costo del equipamiento y entrenamiento del personal médico.^{25,41,42}

Tecnología láser en la cirugía de catarata

El avance de las nuevas tecnologías en los equipos láser hace que puedan ser utilizadas en diferentes campos. El haz láser tiene propiedades que lo diferencian de la radiación obtenida con fuentes convencionales y que lo hace altamente peligroso, sin embargo, su capacidad para producir riesgo está determinada principalmente por la longitud de onda, tiempo de exposición y potencia; y de manera indirecta, por el diámetro del haz, su divergencia y por las características del tejido con que interacciona. Conociendo las interacciones luz/tejido y el efecto que producen sobre los mismos es que podemos aplicar el láser en diferentes tratamientos médicos, cada vez con más precisión y menor daño ocular que se traduce en mayor satisfacción de los pacientes.⁴³

Las técnicas de remoción de catarata con láser han sido investigadas durante los últimos 20 años. En la reunión anual de la AAO en 1989 *Jack Dodick* presentó su técnica y en 1991 realizó la primera cirugía. Actualmente existen solo dos sistemas de estado sólido de láser para catarata: el *Neodymium Yag* y el *Erbium Yag láser*.

El láser pulsátil *Q-switched Neodymium: YAG* (1064 nm) actúa de modo directo o mediante un sistema de acción indirecta con un dispositivo láser de ablación de lentes de Dodick. La energía de pulso láser se transmite desde la fuente a través de una fibra de cuarzo de 300 micras en un asa (mango) deteniéndose a 1,3 mm frente al objetivo de titanio dentro de la punta, el cual actúa como transductor convirtiendo la energía luminosa en energía mecánica (ondas de choque). Estas son el resultado del impacto de la luz con la punta de titanio y rompen el material nuclear sostenido en la boca de aspiración, de este modo no hay filtración de luz potencialmente peligrosa para la retina, el endotelio corneal y los ojos del cirujano.²⁵

El sistema de fotólisis no produce calor, la punta de irrigación puede separarse, por lo que se considera una técnica bimanual. La pieza de mano incluye la fibra de cuarzo y la aspiración, la que se introduce por una incisión de 1 mm; la infusión conectada a un sistema convencional de irrigación/aspiración se introduce por una incisión adicional.²⁵

La lisis láser de catarata puede ser descrita como "toque, pulso, aspiración". La ablación del núcleo comienza aplicando la sonda levemente en la superficie anterior de la catarata, se envía un pulso de láser de bajo poder con vacío de 250 mmHg y el fragmento es aspirado, se sustituye la sonda láser por la de aspiración y se realiza la remoción de los restos corticales disminuyendo el vacío a 100 mmHg.⁴¹

En cataratas blandas grado 1 a 2 ,se usa de 40 a 100 pulsos, si son de grado 3 se usa de 300 a 400 pulsos con la altura de la botella a 75 cm.

Su principal indicación quirúrgica es la cirugía facorretractiva aunque también puede ser utilizada en la subluxación del cristalino, catarata traumática de poca densidad, laxitud zonular y algunas congénitas.^{40,41}

El láser presenta como ventajas que emplea menor energía para la facoemulsificación, por lo tanto produce menor daño endotelial, además no genera calor, por lo que evita el riesgo de lesión térmica de la incisión corneal. Por el contrario, la eficacia del láser está limitada a la extracción de esclerosis nucleares de grado 0 a 3 y el tiempo de facoemulsificación con el láser (aunque depende de la experiencia del cirujano) es mayor que con U/S.^{25,40,41}

En el 2010 la FDA de los Estados Unidos autorizó los sistemas de láser de femtosegundo para cirugía de catarata, pero no fue hasta 2011 que esta tecnología

estuvo disponible en el mercado e impactó significativamente a los cirujanos de catarata. Actualmente solo tres compañías: *OptiMedica*, *LenSx* y *LenSAR*, están desarrollando estos sistemas.⁴⁴

El femtosegundo ofrece la capacidad de hacer cortes precisos en un área determinada sin dañar los tejidos circundantes. Esta tecnología ya ha cambiado dramáticamente la cirugía refractiva y está lista para hacer lo mismo con la cirugía de catarata.^{44,45}

Este láser emplea un tiempo de pulso más corto (10-15 s) que los utilizados en la fotocoagulación (argón), fotoablación (excímero) y fotodisrupción (Nd:YAG), esto reduce la potencia y de esta forma disminuye la energía para un efecto dado haciéndolo especialmente útil para la cirugía de catarata, donde la preservación de las estructuras oculares como la córnea, iris, fibras zonulares y bolsa capsular es crítica para buenos resultados de la visión. El láser corta el tejido esencialmente mediante vaporización creando un plasma, luego una burbuja de cavitación que se expande y colapsa separando el tejido.^{44,46}

Los sistemas disponibles están diseñados para realizar capsulotomía, fragmentación del lente, incisiones relajantes e incisiones en córnea clara incluyendo la incisión principal y paracentesis accesorias.⁴⁴

Con la tecnología actual (cistótomos, pinzas de capsulorrexis) existen pocas herramientas para guiar el centrado de la capsulorrexis y el cirujano solo cuenta con puntos de referencia anatómicos como pupila dilatada o borde límbico, de ahí que los pacientes con dilatación irregular son un reto; la colocación predecible y controlada del LIO puede lograrse más a menudo cuando la incisión de la capsulotomía es dimensionada con precisión y centrada utilizando un sistema de láser de femtosegundo y reducir así la ocurrencia de complicaciones como descentrado del LIO, fimosis capsular y opacidad de la cápsula posterior.^{44,47}

Los láser de femtosegundo pueden emplearse para segmentar el núcleo, lo que permite que el cirujano obvie los difíciles pasos de esculpirlo y cortarlo en fragmentos con *choppers* convencionales que con frecuencia conducen a complicaciones. Brinda además beneficios adicionales al reducir el número de instrumentos utilizados en la cámara anterior, movimientos intraoculares y manipulaciones del LIO que se traducen en menor inflamación posoperatoria, menor pérdida de células endoteliales y ofrece al paciente una recuperación óptima en pocos días.⁴⁸⁻⁵¹

Los sistemas láser para catarata, como habíamos mencionado anteriormente, pueden realizar incisiones relajantes corneales o límbicas y corregir hasta 3,5 dioptrías de astigmatismo aplanando el meridiano corneal más curvo.^{44,52}

La incisión en córnea clara autosellante es el método de acceso preferido a la cámara anterior, utilizada por el 72 % de los cirujanos de catarata de los Estados Unidos por los superiores resultados visuales y más rápida recuperación que ofrece. Las incisiones realizadas con láser pueden presentar menos características de daño y curación más rápida, ya sea por las propiedades de la herida o por las reducciones en las tensiones mecánicas durante el proceder quirúrgico.^{44,53,54}

Finalmente podemos decir, que existen pasos primarios para la cirugía de catarata asistida con láser: planificación, acometida, visualización, personalización y tratamiento. Los dos subsistemas de importancia crítica para la precisión y seguridad son la interfase de acoplamiento en el paso de acometida y el sistema de guía de imágenes para visualizar las superficies oculares y personalizar el tratamiento.⁴⁴

No obstante, no deben descartarse ciertas técnicas que anteceden históricamente a la facoemulsificación cuando el cirujano no se siente confiado de llegar al éxito con esta moderna tecnología.

La facoemulsificación es hoy en día la mejor opción para el tratamiento de la mayor parte de las cataratas y posiblemente el único recurso utilizado por aquellos cirujanos de mayor habilidad y experiencia, aun ante opacidades de extrema dureza.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Tasman WS. Duane's Clinical Ophthalmology [CD-ROM]. EE. UU.: Duane; 2004.
2. Adenwala A. Historia de la facoemulsificación. En: Ashok G, editor. Dominando la facodinámica. Herramientas, tecnologías e innovaciones. New Delhi: Jaypee Brothers; 2008. p. 3-10.
3. Clarke M, Oxman AD, editores. Review Manager (RevMan) [Computer program] Version 4.1 Oxford: The Cochrane Collaboration; 2003.
4. Apple DJ, Ram J, Foster A, Peng Q. Elimination of cataract blindness: a global perspective entering the new millenium. Survey Ophthalmology. 2000;45 (Suppl 1):51-196.
5. Armesto A. La catarata a través de los siglos. Médico Oftalmológico. 2002 [citado 9 Mar 2012];15(1). Disponible en: <http://www.ofthalmologos.org.ar/mo/mo131-40.html>
6. Ventruba J. The influence of visual acuity and contrast sensitivity on subjective evaluation of visual function before and after cataract surgery. Cesk Slov Oftalmol. 2005;61(4):265-72.
7. American Academy of Ophthalmology. Lens and Cataract. Basic and clinical Science Course. EE. UU.: American Academy of Ophthalmology; 2008.
8. Jodai H, Lemes Freitas L. Técnicas quirúrgicas. En: Centurión V, editor. El libro del cristalino de las américas. Brasil: Livraria Santos; 2007. p. 393-402.
9. Felipe Vejarano L, Tello A. Phakonit and microphakonit. En: Centurión V, editor. El libro del cristalino de las américas. Brasil: Livraria Santos; 2007. p. 499-507.
10. Agarwal A, Agarwal S, Agarwal AM. Transición de facoemulsificación estándar a faco bimanual. En: Boyd BF, editor. Nuevas técnicas en cirugía de catarata. Panamá: Highlights of Ophthalmology; 2005. p. 85-96.
11. Tsuneoka H, Hayama A, Takahama M. Ultrasmall-incision bimanual phacoemulsification and AcrySof SA30AL implantation through a 2,2 mm incision. J Cataract Refract Surg. 2003;29(6):1070-6.
12. Agarwal A, Agarwal S, Narang P, Narang S. Phakonit: phacoemulsification through a 0,9 mm corneal incision. J Cataract Refract Surg. 2001;27(10):1548-52.
13. De Lint P. Actualización en choppers irrigantes. En: Ashok G, editor. Dominando la facodinámica. Herramientas, tecnologías e innovaciones. New Delhi: Jaypee Brothers; 2008. p. 151-7.

14. Pandey SK, Werner L, Agarwal A, Lal V, Patel N, et al. Phakonit. Cataract removal through a sub 1,0 mm incision and implantation of the ThinOptX rollable intraocular lens. *J Cataract Refract Surg.* 2002;28(9):1710-3.
15. Ibáñez Hernández MA, Ángulo Lara Y, Eugarríos Largaespada MF. Faconit: técnica de facoemulsificación de catarata, análisis y resultados. *Rev Mex Oftalmol.* 2007;81(6):345-9.
16. Hernández Silva JR, Navarrete Rebolledo CD, Río Torres M, Ramos López M, Curbelo Cunill L, Fernández Vásquez G, et al. Efectividad de la lente intraocular ACRI SMART 46-S en la cirugía de catarata por microincisiones. *Rev Cubana Oftalmol.* 2007 [citado 9 Mar 2012];20(2). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762007000200004&lng=es
17. Jean-Bovet J. Cirugía catarrefractiva: un nuevo paso hacia Faconit. En: Ashok G, Alio JL, Dementiev D, Marinho AA, editores. *Cirugía refractiva lenticular paso a paso técnicas y tecnologías.* New Delhi: Jaypee Brothers; 2008. p. 237-46.
18. Tanuj D, Harinder Singh S. Nuevas Tecnologías IOL. En: Ashok G, Alio JL, Dementiev D, Marinho AA, editores. *Cirugía refractiva lenticular paso a paso técnicas y tecnologías.* New Delhi: Jaypee Brothers; 2008. p. 167-89.
19. Tanuj D. Actualización en lentes intraoculares. En: Ashok G, editor. *Dominando la facodinámica. Herramientas, tecnologías e innovaciones.* New Delhi: Jaypee Brothers; 2008. p. 206-38.
20. Agarwal A. Microfaconit: cirugía de catarata con una punta de 0,7 mm. En: Ashok G, editor. *Dominando la facodinámica. Herramientas, tecnologías e innovaciones.* New Delhi: Jaypee Brothers; 2008. p. 289-96.
21. Méndez Noble D. Facoemulsificación con Aqualase. En: Centurión V, editor. *El libro del cristalino de las américas.* Brasil: Livraria Santos; 2007. p. 538-42.
22. Ferroni C. MICS-Aqualase. En: Centurión V, editor. *El libro del cristalino de las américas.* Brasil: Livraria Santos; 2007. p. 543-8.
23. Mehta KR. Microfaco: la vía Aqualase. En: Ashok G, editor. *Dominando la facodinámica. Herramientas, tecnologías e innovaciones.* New Delhi: Jaypee Brothers; 2008. p. 376-84.
24. Mackool R, Brint SF. AquaLase: a new technology for cataract extraction. *Curr Opin Ophthalmol.* 2004;15(1):40-3.
25. Morcillo Laiz R, Zato Gómez de Llaño MA, Durán Poveda S. La cirugía microincisional de la catarata y nuevas tecnologías en facoemulsificación. *Actualizaciones tecnológicas en Oftalmología. Studium Ophthalmologicum.* 2004 [citado 9 Mar 2012];22(3). Disponible en: <http://www.oftalmo.com/studium/studium2004/stud04-3/04c-04a.htm>
26. Kwitko S. Faco Frío. En: Centurión V, editor. *El libro del cristalino de las américas.* Brasil: Livraria Santos; 2007. p. 549-52.
27. Mehta KR. Microfaco NeoSonix: una nueva técnica. En: Ashok G, editor. *Dominando la facodinámica. Herramientas, tecnologías e innovaciones.* New Delhi: Jaypee Brothers; 2008. p. 405-11.
28. Viteri E. Facofragmentación Ultrasonica con Sistema Torsional Ozil. En: Centurión V, editor. *El libro del cristalino de las américas.* Brasil: Livraria Santos; 2007. p. 553-60.

29. Aguilera Zarate F. Ultrasonido Torsional. En: Centurión V, editor. El libro del cristalino de las américas. Brasil: Livraria Santos; 2007. p. 579-81.
30. Liu Y, Zeng M, Liu X, Luo L, Yuan Z, XiaY, et al. Torsional mode versus conventional ultrasound mode phacoemulsification: randomized comparative clinical study. J Cataract Refract Surg. 2007;33(2):287-92.
31. Chen M, Sweeney HW, Luke B, Chen M, Brown M. A retrospective randomized study to compare the energy delivered using CDE with different techniques and Ozil settings by different surgeons in phacoemulsification. Clin Ophthalmology. 2009;3: 401-3.
32. Davison JA. Cumulative tip travel and implied followability of longitudinal and torsional phacoemulsification. J Cataract Refract Surg. 2008;34(6):986-90.
33. De Castro LE, Dimalanta RC, Solomon KD. Bead-flow pattern: quantitation of fluid movement during torsional and longitudinal phacoemulsification. J Cataract Refract Surg. 2010;36(6):1018-23.
34. Berdahl JP, Jun B, DeStafeno JJ, Kim T. Comparison of a torsional handpiece through microincision versus standard clear corneal cataract wounds. J Cataract Refract Surg. 2008;34(12):2091-5.
35. Mackool R. Surgeon says posterior capsule protection among OZIL IP advantages. Eyeworld. 2010 [cited 2012 Mar 9]; Sup Septiembre: 1-3. Available from: http://www.eyeworld.org/supplements/10_09.pdf
36. Ralph Chu Y, Devgan U, Solomon KD. A review of recent advances. Cataract Refractive Surgery Today. 2010 [cited 2012 Mar 9]; Sup Agosto: 1-3. Available from: <http://bmctoday.net/crstoday/2010/08 /article.asp?f=top-phaco-innovations>
37. Escaf LJ, Galvis V, Tello A. Ultrachopper: Chopper Ultrasonico. En: Centurión V, editor. El libro del cristalino de las américas. Brasil: Livraria Santos; 2007. p. 471-8.
38. Escaf LJ, Galvis V, Tello A. Ultrachopper: a new way to divide the nucleus. Cataract Refractive Surgery Today Europe. 2007 [cited 2012 Mar 9]. Available from: http://bmctoday.net/crstodayeurope/2007/03 /article.asp?f=0307_08.php
39. Veitía Roviroza ZA, Bauza Fortunato II Y, Hernández Silva JR, Ramos López M, Curbelo Cunill L, López Hernández I. Estudio comparativo de la pérdida celular endotelial entre las técnicas de facoemulsificación por ultrachop y prechop. Rev Cubana Oftalmol. 2010;23 Supl 2: 734-48.
40. Fine IH, Packer M, Hoffman RS. New phacoemulsification technologies. J Cataract Refract Surg. 2002;28(6):1054-60.
41. Boyd BF. El Arte y la ciencia en la cirugía de la catarata. Panamá: Highlights of Ophthalmology; 2002.
42. Davis EA. Catarex: emulsificación vórtex endocapsular para remoción de catarata. En: Ashok G, editor. Dominando la Facodinámica. Herramientas, Tecnologías e Innovaciones. New Delhi: Jaypee Brothers; 2008. p.487-90.
43. Casanova C, Remón L. Interacción de los láseres con los tejidos oculares. Gaceta Óptica. 2010 [citado 9 Mar 2012]; 453. Disponible en: <http://www.cnoo.es/modulos/gaceta/actual/gaceta453/cientifico2.pdf>
-

44. He L, Sheehy K, Culbertson W. Cirugía de catarata asistida por láser de femtosegundo. *Opinión Actual Ophthalmol.* 2011;22(1):43-52.
45. Salomao MQ, Wilson SE. Femtosecond laser in laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg.* 2010;36(6):1024-32.
46. Sugar A. Ultrafast (femtosecond) laser refractive surgery. *Curr Opin Ophthalmol.* 2002;13(4):246-9.
47. Johansson B, Lundstrom M, Montan P, Stenevi U, Behndig A. Capsule complication during cataract surgery: long-term outcomes: Swedish Capsule Rupture Study Group report 3. *J Cataract Refract Surg.* 2009;35(10):1694-8.
48. Artzen D, Lundstrom M, Behndig A, Stenevi A, Lydahl E, Montan P. Capsule complication during cataract surgery: case-control study of preoperative and intraoperative risk factors: Swedish Capsule Rupture Study Group report 2. *J Cataract Refract Surg.* 2009;35(10):1688-93.
49. Gauba V, Tsangaris P, Tossounis C, Mitra A, McLean C, Saleh GM. Human reliability analysis of cataract surgery. *Arch Ophthalmol.* 2008;126(2):173-7.
50. Bellini LP, Brum GS, Grossi RS, Borowsky C. Cataract surgery complication rates. *Ophthalmology.* 2008;115(8):1432-3.
51. Richard J, Hoffart L, Chavane F, Ridings B, Corath J. Corneal endothelial cell loss after cataract extraction by using ultrasound phacoemulsification versus a fluid-based system. *Cornea* 2008;27(1):17-21.
52. Nichamin LD. Astigmatism control. *Ophthalmol Clin North Am.* 2006;19(4):485-93.
53. Masket S, Sarayba M, Ignacio T, Fram N. Femtosecond laser-assisted cataract incisions: architectural stability and reproducibility. *J Cataract Refract Surg.* 2010;36(6):1048-9.
54. Stonecipher K, Ignacio TS, Stonecipher M. Advances in refractive surgery: microkeratome and femtosecond laser flap creation in relation to safety, efficacy, predictability, and biomechanical stability. *Curr Opin Ophthalmol.* 2006;17(4):368-72.

Recibido: 14 de junio de 2012.

Aprobado: 2 de octubre de 2012.

Dra. *Darlen Rodríguez Rivero*. Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". Ave. 76 No. 3104 e/ 31 y 41 Marianao. La Habana, Cuba.
Correo electrónico: eneida@horpf.sld.cu