

## CAPÍTULO

# 5.1

### INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DE LA CIRUGÍA DE CATARATA ASISTIDA POR LÁSER DE FEMTOSEGUNDO (FLACS). FLACS EN CASOS COMPLICADOS

*Fernando González del Valle, Javier Celis Sánchez, María José Domínguez Fernández, José Manuel Zarco Tejada, Agustín Núñez Sánchez, Sonia López-Romero Moraleda, Jorge Rivera Salazar, Laura García-Filoso Moraleda, Elsa Gándara Rodríguez de Campoamor, Esperanza López Mondéjar*

El láser de femtosegundo (LFS) robotiza una parte de la cirugía de cataratas, una de las cirugías más frecuentes que se realizan a diario en todo el mundo. La vocación de ayuda al cirujano de este aparataje informatizado es reducir las complicaciones asociadas a este procedimiento terapéutico al estandarizar determinados pasos quirúrgicos, que a día de hoy se resumen en el tallado de las incisiones, la capsulorrexia anterior y la fragmentación del núcleo del cristalino.

Desde un punto de vista epistemológico (las condiciones requeridas para su aceptación y su validación como una herramienta imprescindible en la cirugía del cristalino), su aplicación debería tender a ser universal para legitimar su uso. Esa es la vocación con la que nace cualquier nueva técnica que pueda influir de forma positiva en una operación que se practica por decenas de millones al año en el mundo, al ser la catarata todavía en la actualidad, una de las causas más frecuentes de ceguera en el planeta (1).

Debido al coste añadido de este procedimiento (2) no ha podido universalizarse todavía y hay quien considera que no es coste-efectivo para la mayoría de los casos en la práctica clínica diaria (3) y en cambio, hay otros que piensan que puede recuperarse rápidamente su inversión (4). Al contrario, y a día de hoy, la historia de la medicina nos demuestra que muchos de los procedimientos que ya creíamos olvidados y superados se aplican todavía en muchos países en vías de desarrollo y que todavía siguen siendo la única alternativa para casos muy especiales, incluso en los países más desarrollados (5).

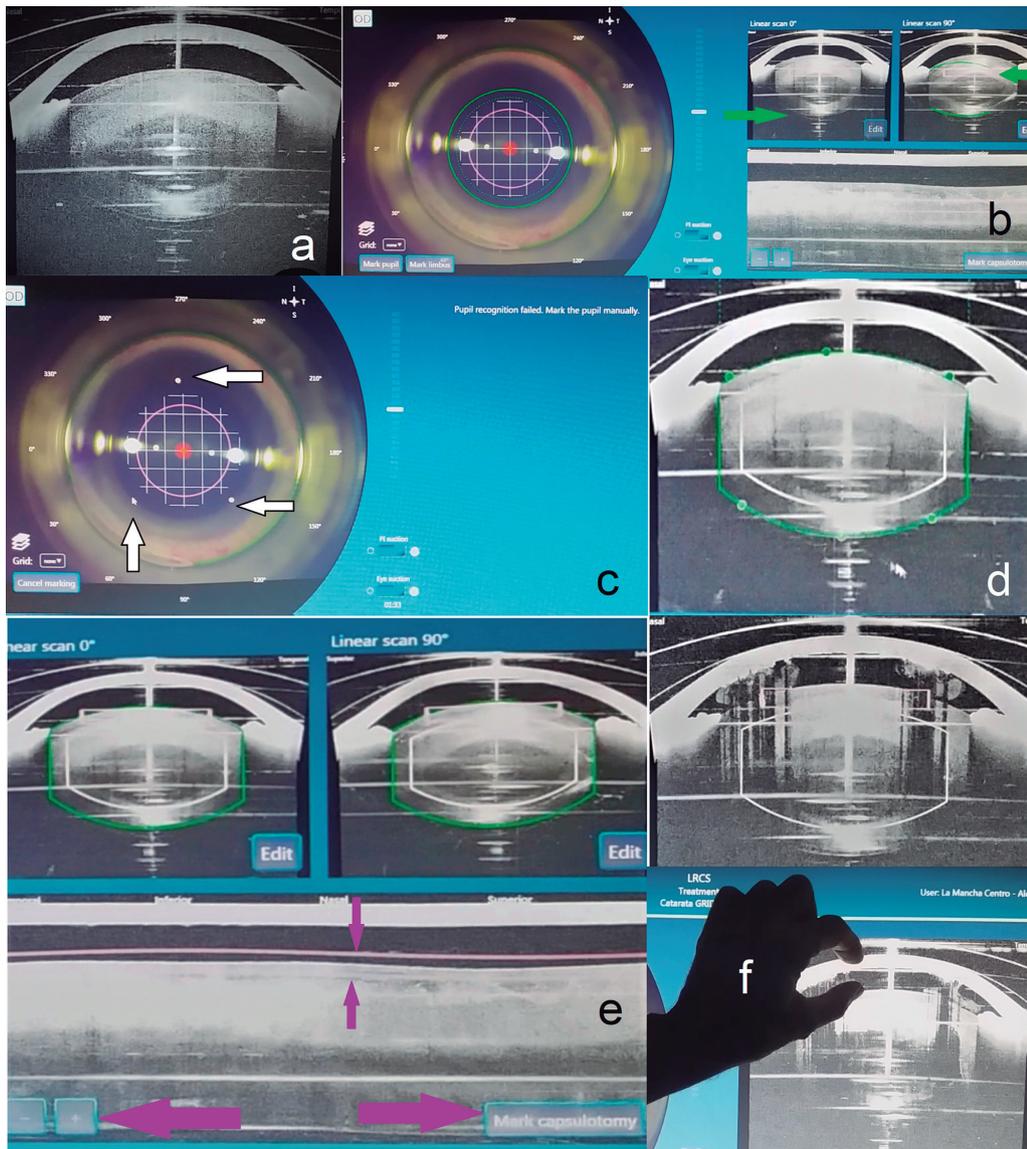
Desde una perspectiva actual, después de 14 años de los primeros procedimientos de cirugía de catarata asistida por LFS (FLACS, acrónimo del inglés *Femtosecond Laser-Assisted Cataract Surgery*) en Budapest ( Hungría) (6) podríamos resumir en este párrafo nuestro capítulo diciendo que sólo habría una con-

traindicación absoluta y varias relativas para FLACS (7). **La única contraindicación absoluta** se refiere a la imposibilidad de la utilización del láser en una **opacidad corneal tan densa que impidiese cualquiera de los pasos quirúrgicos de FLACS** comentados anteriormente: tallado de las incisiones, capsulorrexia anterior y fragmentación del núcleo cristalino. Algunas **contraindicaciones relativas** se refieren fundamentalmente a **cataratas maduras o hiper maduras**, en la que FLACS no puede aplicar una energía efectiva suficiente para fragmentar el núcleo, aunque se puede realizar la capsulorrexia anterior, paso quirúrgico que también es limitante y complejo en este tipo de opacidades cristalinas. Otras contraindicaciones relativas también se podrían referir a no poder completar todos los pasos quirúrgicos en **cataratas traumáticas, subluxaciones cristalinas o cataratas congénitas**. Otras contraindicaciones no serían puramente oculares, sino **extraoculares**, porque la propia anatomía orbitaria puede dificultar mucho el acoplamiento del globo ocular con el anillo de succión y el cono de aplanación (o interfaz) del LFS. Pero la única contraindicación relativa formal actualmente se refiere a una **mala midriasis**, porque una capsulorrexia pequeña con una pupila mal dilatada tendría mucho riesgo de generar una lesión en el reborde iridiano.

A continuación, repasaremos todas las **indicaciones actuales de FLACS**, que básicamente son casos complejos de cirugía de catarata y en los que FLACS aporta una serie de ventajas con respecto a la facoemulsificación convencional:

#### CATARATA EN CÁMARA ESTRECHA

Esta podría ser una de las indicaciones más establecidas actualmente. Muchos autores (8) defienden

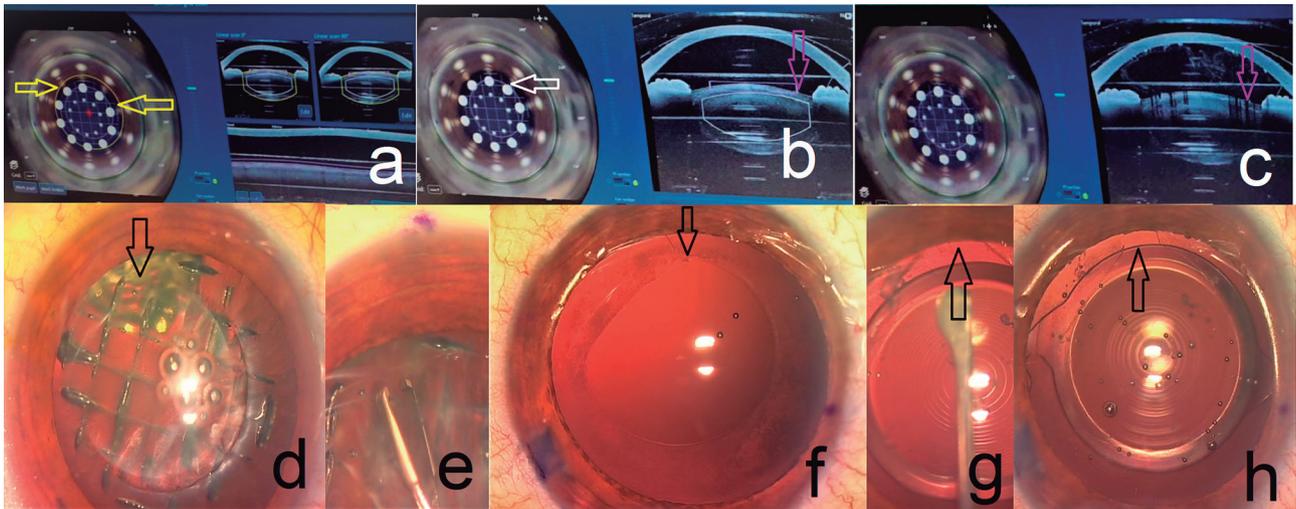


**Figura 1.** FLACS en catarata con cámara estrecha (de izquierda a derecha y de arriba a abajo). a: Cámara anterior muy poco profunda. b: El láser de femtosegundo no detecta el cristalino (flechas verdes). c: Hay que marcar de nuevo la pupila en tres puntos (flechas blancas). d: De esta forma ya se detecta correctamente el grosor del cristalino. e: Es aconsejable aumentar el rango de actuación del láser sobre la cápsula anterior o incluso remarcar de nuevo la capsulotomía. f: Finalmente y a pesar de la estrechez de la cámara anterior se consigue realizar y obtener una capsulorrexis completa y la fragmentación del núcleo.

las ventajas de FLACS sobre la facoemulsificación convencional a la hora de enfrentarse a cataratas con cámaras anteriores estrechas. Cuando se operan estos ojos con FLACS hay menos gasto energético en ultrasonidos y una menor manipulación quirúrgica en la cámara anterior, al realizarse la capsulorrexis anterior a cámara cerrada, lo que es un paso quirúrgico limitante en este tipo de cataratas, de manera que FLACS estandariza mejor el tamaño y centrado de la capsulorrexis anterior (9-11) y permite obtenerla de una manera rápida y sencilla; además hay un menor engrosamiento corneal y menor inflamación en cataratas con cámaras estrechas si se utiliza FLACS. Sin duda este procedimiento puede evitar muchos sufrimientos al cirujano en este tipo de ojos. En cualquier caso, nuestra recomendación sería, si hay alguna duda sobre todo

en iris oscuros, editar el paso de reconocimiento de la pupila para asegurarnos de que la capsulorrexis anterior quede centrada y sin puentes (una cosa suele ir unida a la otra por la diferente curvatura de la cara anterior del cristalino al alejarnos del punto central del mismo, sobre todo en ojos cortos). A esta maniobra podríamos añadir otra, aumentar el rango de actuación del láser en la cápsula anterior, para evitar la formación de dichos puentes que pueden ser más peligrosos en este tipo de ojos (fig. 1).

En determinados casos, si no nos aseguramos del correcto centrado de la capsulorrexis en la pupila, ésta podría descentrarse, dejar puentes en su borde y finalmente romperse al manipular el saco capsular durante la cirugía o al implantar la lente intraocular (LIO) (fig. 2).

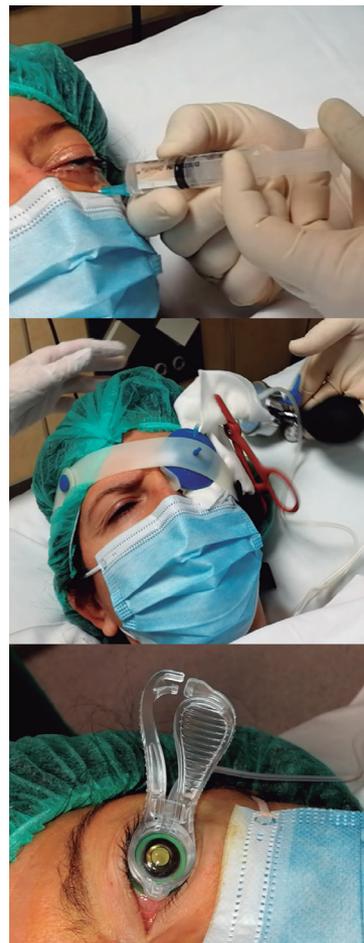


**Figura 2. Error en la detección de la pupila por parte del femtoláser** (de izquierda a derecha y de arriba a abajo). a: La pupila no ha sido detectada y su imagen virtual está desplazada con respecto a la original (las flechas amarillas apuntan a la circunferencia de la falsa pupila); b: Por tanto, la capsulorrexis se planea mal (flecha blanca marcando la circunferencia de la futura capsulorrexis); c: Insuficiente rotura de la cápsula anterior en la zona de la capsulorrexis desplazada a periferia; d: Desplazamiento de la capsulorrexis hacia el iris, no centrado de la misma bajo el microscopio; e: intento de reconducir la capsulorrexis con pinza de microcirugía; f: Defecto de perforación en cápsula anterior y pico capsular anterior; g: Rotura de la capsulotomía al introducir la lente intraocular; h: Finalmente se consigue implantar una lente tórica multifocal en el eje correcto porque el escape de la rexis fue favorable a la colocación de los hápticos en este caso.

## FACOVITRECTOMÍA

El procedimiento FLACS en la cirugía combinada de facovitrectomía podría prevenir la subluxación del cuerpo de la lente en el saco capsular, sobre todo en casos de intercambio líquido-gas (12), escalón quirúrgico de la facovitrectomía tradicional más asociado a descentramientos y subluxaciones del cuerpo óptico de la LIO (13). FLACS estaría indicada sobre todo en cirugía macular y en hemorragias vítreas (14) porque favorecería la recuperación visual en casos con pronósticos visuales previos buenos. Se podría asociar a vitrectomía 27G sin suturas en el que la única complicación podría ser la hemorragia subconjuntival asociada a la succión del procedimiento FLACS (15). Hay estudios que no encuentran diferencias entre FLACS y la facoemulsificación tradicional estudiando el grosor coroideo y macular en pacientes diabéticos (16).

La principal complicación es la pérdida de midriasis intraoperatoria que es necesario revertir para continuar con la vitrectomía (17) y que puede hacerse insertando un anillo de dilatación pupilar (18). La anestesia puede ser general (realizando el LFS con el paciente ya sedado) o retrobulbar, en cuyo caso el FLACS puede ser realizado antes o después de la anestesia locorregional (fig. 3).



**Figura 3. Anestesia retrobulbar previa a la realización del procedimiento FLACS.** Se puede utilizar en casos complejos o en facovitrectomías. De forma general se realiza primero la anestesia y después el femtoláser, para evitarle al paciente la molestia del anillo de succión.

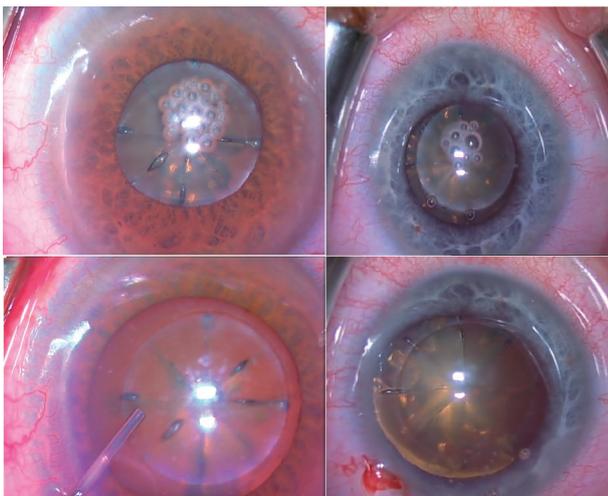
## DISTROFIA ENDOTELIAL DE FUCHS Y CATARATA

En muchos estudios (19-22) se defiende que FLACS evita una mayor pérdida de células endoteliales, que hay menos disipación de energía en la facoemulsificación y un menor engrosamiento corneal por edematización en el postoperatorio precoz y tardío. Sin embargo, otras publicaciones (23,24) no encuentran ninguna diferencia entre la facoemulsificación convencional y FLACS en distrofias endoteliales leves y moderadas (25,26) o incluso otras encuentran una mayor concentración de prostaglandinas en FLACS, que favorecerían la inflamación y un mayor número de complicaciones (27). La experiencia quirúrgica debería ser al menos la misma para poder comparar series de pacientes, lo que no se hace en muchos de estos estudios. El lavado de las masas cristalinas puede ser más difícil y las incisiones corneales utilizando el LFS pueden ser más traumáticas (28) que las realizadas con los cuchilletos oftálmicos. Siempre se puede evitar el paso de la realización de las incisiones mediante FLACS para obviar este problema. Pero en general, si se compara FLACS con la facoemulsificación convencional, no sería descabellado pensar que con FLACS hubiera menor pérdida endotelial y que esa diferencia en la pérdida de células endoteliales fuera más significativa al aumentar la dureza de la catarata (22). En cambio, y en nuestra experiencia, FLACS no aportaría ningún beneficio si se realiza una cirugía combinada de catarata y trasplante corneal endotelial (*Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty*,

DMEK por sus siglas en inglés) aunque hay artículos que comentan buena evolución en la cirugía combinada con DSEK (*Descemet's Stripping Endothelial Keratoplasty*) asistido por LFS y trasplantando un disco de córnea donante de 150 micras de espesor (29). Pero en nuestra opinión y para la mayor parte de los estudios, es más recomendable la realización de una DMEK que una DSEK por ser más predecible y obtener más tasas de éxito incluso en la curva de aprendizaje de los cirujanos corneales (30) lo que es corroborado por otros autores (31) que afirman que la tasa de éxito de DSEK asistida por LFS puede ser menor que si se realiza DSAEK (*Descemet's Stripping with Automated Endothelial Keratoplasty*) o incluso queratoplastia penetrante (32,33). Finalmente, a día de hoy la extracción del endotelio donante para programar una DMEK sólo se puede realizar de forma manual.

## CATARATA Y MIOSIS

FLACS debido a la energía del láser y a la manipulación del ojo con el anillo de succión y la interfaz puede inducir una pérdida de midriasis por liberación aguda de prostaglandinas, que se puede revertir inyectando vasodilatadores (34) y viscoelásticos (fig. 4) o prevenir instilando preoperatoriamente colirios de anti-inflamatorios no esteroideos (35). Algunos compañeros recomiendan **no demorar la facoemulsificación más de 15 minutos después de realizar FLACS**, para evitar la pérdida de midriasis (36), aunque creemos que puede haber una predisposición individual a la miosis secundaria (descartando factores predisponentes como cámara estrecha o pupilas puntiformes de partida) (37), ya que en muchas ocasiones hemos dejado esperando a pacientes a los que habíamos realizado FLACS durante más de media hora, sin encontrar ninguna complicación pupilar. Sin embargo, **una miosis preoperatoria puede contraindicar la técnica FLACS si la pupila máxima es inferior a 5 mm de diámetro**, siendo ideal que sea al menos de 6 mm (38), ya que las capsulorrexis inferiores a 4 mm se asocian con mayor incidencia de contracción capsular postoperatoria. Sin embargo, los procedimientos descritos para dilatar la pupila como el empleo de ganchos (39) y anillos iridianos (40) permiten conseguir una pupila efectiva para poder realizar posteriormente una capsulorrexis



**Figura 4.** Pérdida de midriasis durante FLACS que se revierte con fenilefrina y viscoelástico intracamerular.

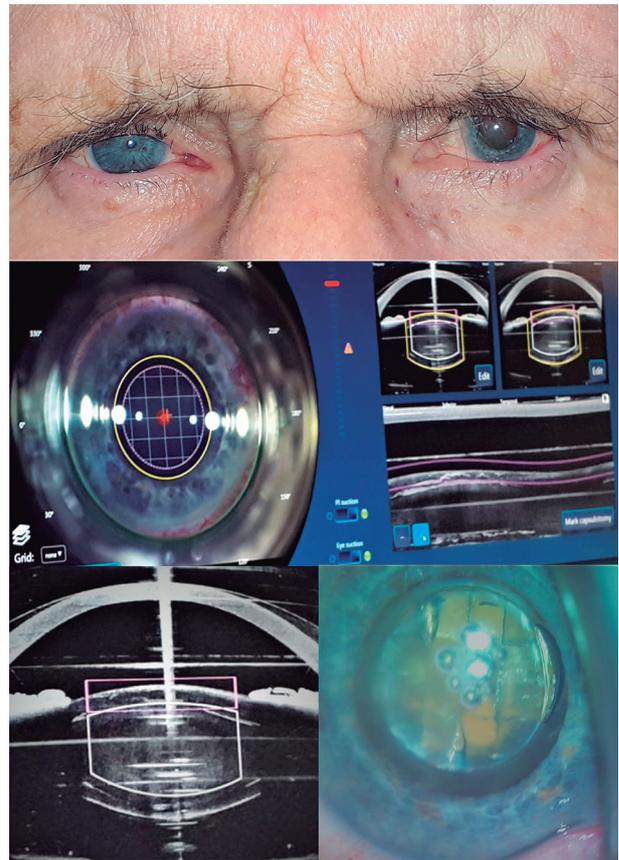
con FLACS de 4,8 mm. Este proceder precisa que el paciente pase previamente al quirófano y que el LFS se aplique después de abrir la cámara anterior. En la práctica es más fácil realizar esta maniobra si la plataforma LFS está en el mismo quirófano y no es necesario pasar al paciente a otro cuarto quirúrgico. En estos casos se recomienda retirar primero el viscoelástico de la cámara anterior para que el femtoláser sea efectivo y seguro (41).

En otros artículos se propone la realización de una capsulorrexis con FLACS al límite de la pupila en miosis y después su ampliación en el quirófano usando sistemas de retracción iridiana (42), lo que únicamente aportaría a la cirugía la seguridad de haber realizado una primera capsulorrexis. Nosotros creemos que muchas veces es posible realizar la capsulorrexis anterior al borde pupilar sin utilizar otro tipo de estrategias quirúrgicas más agresivas y sin riesgos para la integridad iridiana (fig. 5).

Pero si la pérdida de la midriasis después de FLACS se da en un paciente con pseudoexfoliación, puede conllevar la necesidad de tener que poner sistemas quirúrgicos de dilatación pupilar después de comenzar la cirugía. En relación con la contracción capsular que pueden desarrollar estos pacientes en el postoperatorio, no hemos encontrado ninguna razón para contraindicar FLACS, tratando de evitar esta complicación más frecuente asociada al síndrome de pseudoexfoliación (43). FLACS no evita los problemas de contracción capsular y fimosis de la capsulorrexis que pueden aparecer en el postoperatorio en los pacientes con pseudoexfoliación, pero tampoco los favorece (fig. 6). Asimismo, se ha descrito la posibilidad de realizar una capsulotomía FLACS para el tratamiento de algunos casos de fimosis capsular postoperatoria, sin inducir ningún daño en la LIO (44).

## CATARATA BLANCA INTUMESCENTE

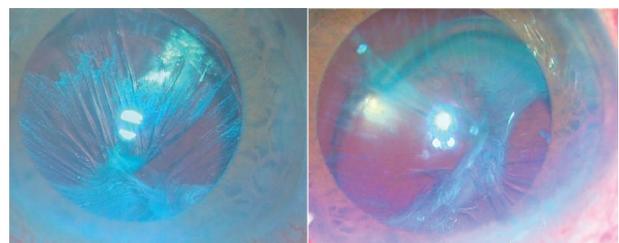
Según algunos autores (45) el riesgo de una fuga de la capsulorrexis sería similar, o incluso más bajo en cirujanos experimentados, en la cirugía convencional de la catarata en comparación con el FLACS (46); sin embargo, en cataratas blancas intumescen- tes FLACS podría disminuir el número de fugas (47), aunque no pueda evitar completamente la aparición de alguna complicación en la cápsula posterior, situación que ocurrió únicamente en dos casos de una



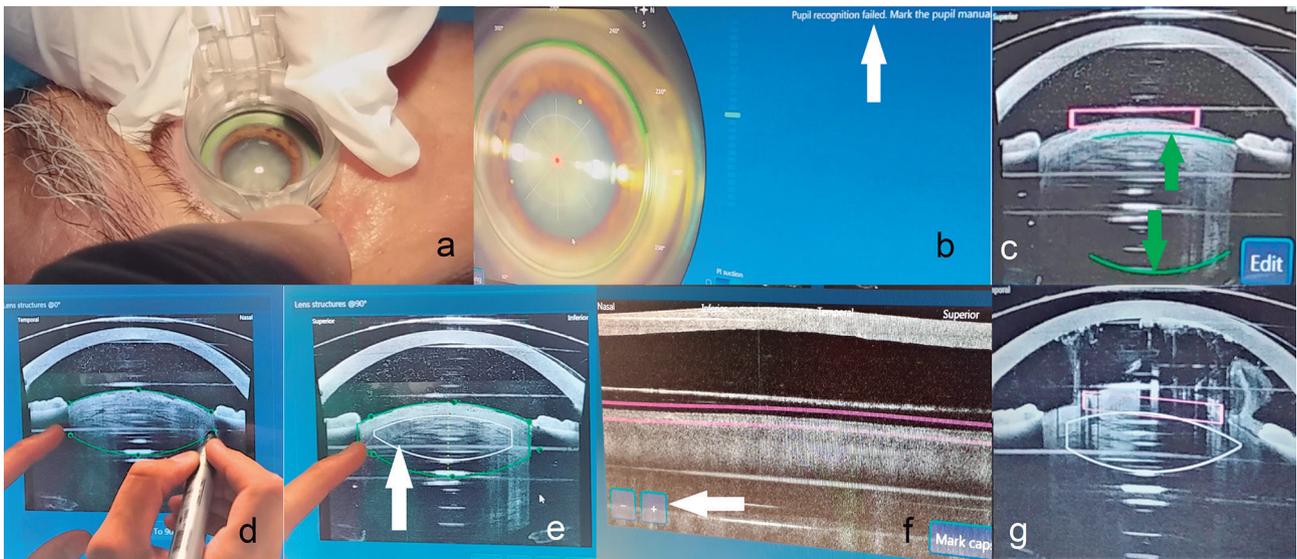
**Figura 5. Midriasis límite para realización de FLACS.** Siempre se puede intentar el procedimiento con el láser de femtosegundo, de la misma manera que se puede realizar una capsulorrexis manual al borde pupilar en la facoemulsificación convencional. Si hay dudas es mejor marcar la pupila manualmente y ampliar el grosor de actuación del láser para la realización de la capsulorrexis anterior.

serie retrospectiva de 150 cataratas blancas intumescen- tes (48).

Se ha propuesto también realizar una mini-capsulorrexis de 2 mm (49) en las cataratas blancas intumescen- tes para liberar de forma aguda la presión intralenticular, evitando puentes y fugas de la

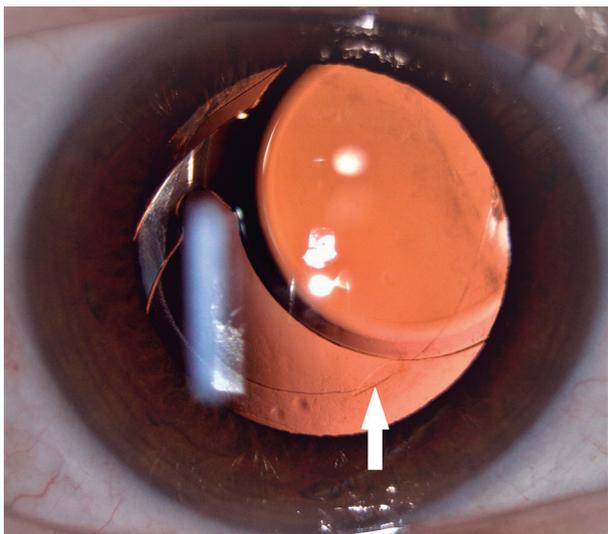


**Figura 6. Ojo derecho y ojo izquierdo del mismo paciente con síndrome de fimosis capsular en un caso de pseudoexfoliación.** El ojo derecho fue operado con FLACS y el ojo izquierdo mediante facoemulsificación clásica, intentando infructuosamente que no se repitiera el cuadro de contracción capsular.



**Figura 7.** Utilización de una plantilla para simular un cristalino estándar en el caso de una catarata blanca intumescente (de izquierda a derecha y de arriba a abajo). a: Catarata blanca, colocación del anillo de succión; b: Fallo en el reconocimiento pupilar, al no ser la pupila negra el aparato se confunde y hay que marcar los límites de la pupila; c: Error en la estimación de los límites del cristalino: las flechas verdes indican la presunta localización de la cara anterior y posterior del cristalino. En estos casos no suele corresponder la medida en ningún eje y esto incapacita al femtoláser a seguir con el tratamiento; d: Es necesario pintar un cristalino estándar y llevar esas medidas a 90° de las primeras para engañar al femtoláser y de paso ganar en los límites de seguridad de la fragmentación con respecto a la cápsula posterior; e: Cuando aparece en la pantalla el límite de seguridad de actuación de la facofragmentación láser (flecha blanca), es posible continuar con el procedimiento FLACS; f: Ante la duda es aconsejable aumentar el grosor de la fotodisrupción de la capsulorrexis anterior en las cataratas intumescentes; g: Solución lechosa que pasa a la cámara anterior al romperse la cápsula anterior por la aplicación del láser.

capsulorrexis anterior, al tener ésta un tamaño muy reducido y centrado en la zona con menos curvatura de la cápsula anterior. En el quirófano se procedería



**Figura 8.** Fuga de la capsulorrexis nasal superior en catarata blanca al implantar la LIO, con resultado de malposición de la misma. Se puede observar puente capsular en el borde de la capsulorrexis inferior (flecha blanca), lo que traduce un defecto del láser en la realización de la capsulotomía. En estos casos es recomendable ampliar siempre el área de corte para evitar estos «puentes» capsulares.

seguidamente, y de forma manual, a ampliar la capsulorrexis al tamaño deseado.

La rotura hipotética de la cápsula posterior por el LFS es una complicación muy poco probable por el margen de seguridad con el que trabajan estas plataformas a la hora de realizar la facofragmentación. Sin embargo, en cataratas muy intumescentes es difícil determinar dónde está la cápsula posterior del cristalino y los márgenes de seguridad para realizar este paso quirúrgico, por lo que se podría utilizar una plantilla, simulando un cristalino de medidas más estándar (fig. 7). También sería recomendable ampliar el grosor de actuación del láser sobre la cápsula anterior en estos casos, y recentrar la capsulorrexis anterior marcando de forma manual la pupila. Así evitaremos puentes y fugas en la capsulorrexis (fig. 8).

## CATARATA NEGRA MADURA

Actualmente ningún LFS puede hacer una fragmentación nuclear efectiva en este tipo de cataratas muy duras. A lo sumo el láser se limita a marcar muy superficialmente el patrón de fragmentación elegi-



**Figura 9.** La órbita, la nariz y los anejos oculares pueden ser una contraindicación relativa para la correcta realización de FLACS. Ojos muy hundidos con arcos supraciliares muy prominentes o pacientes «a una nariz pegados», pueden dificultar mucho las maniobras de acoplamiento del femtoláser. Los signos indirectos de que esto puede estar ocurriendo es una subida muy importante de la presión (flechas rojas) sin ni siquiera haber hecho el acoplamiento interfaz-córnea o sin que aparezcan pliegues endoteliales. Este fenómeno se debe al contacto del cono del láser con las estructuras cutáneas y óseas del paciente. Para evitarlo hay que retraer todos los tejidos y colocar la cabeza (lateralizándola, extendiéndola o flexionándola) para evitar este contacto y facilitar así el *docking*.

do, lo que no ahorra en la práctica ultrasonidos al procedimiento. Pero todo esto no es óbice para no poder utilizar esta técnica en este tipo de cataratas. Es más, para algunos estudios la pérdida de células endoteliales sería mayor si se empleara facoemulsificación tradicional (50).

## ÓRBITA Y ANEJOS OCULARES

En efecto, las estructuras orbitarias podrían ser una contraindicación relativa al dificultar, en casos de ojos hundidos, nariz prominente o arco supraciliar muy avanzado, las maniobras de acoplamiento («*docking*») entre el cono del láser y el anillo de succión ocular (fig. 9).

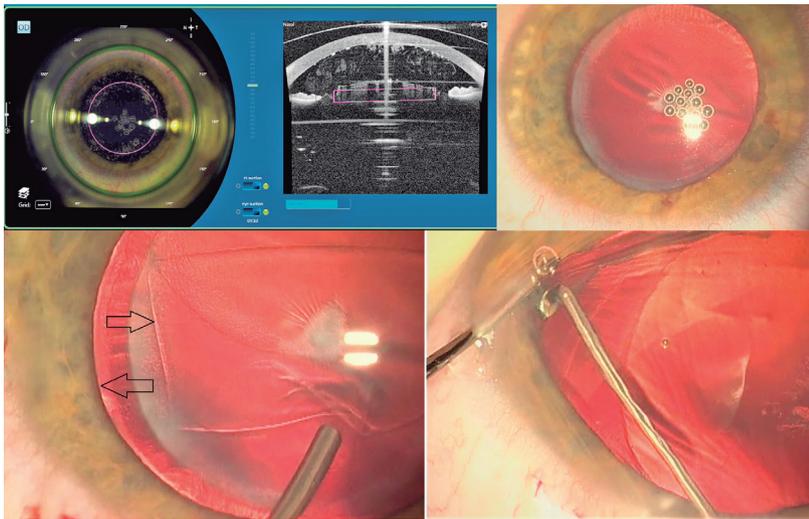
## FLACS EN CASOS COMPLICADOS

Con los siguientes ejemplos hemos querido poner a prueba y llevar al límite a la tecnología LFS en la cirugía de la catarata:

## Catarata congénita

A día de hoy esta tecnología lo que nos aporta es principalmente realizar la capsulorrexis anterior de forma controlada. La fragmentación del núcleo cristalino no aporta ningún beneficio especial en estos casos en los que no suele ser necesaria la utilización de ultrasonidos y el núcleo puede ser facoaspirado en su totalidad, incluso.

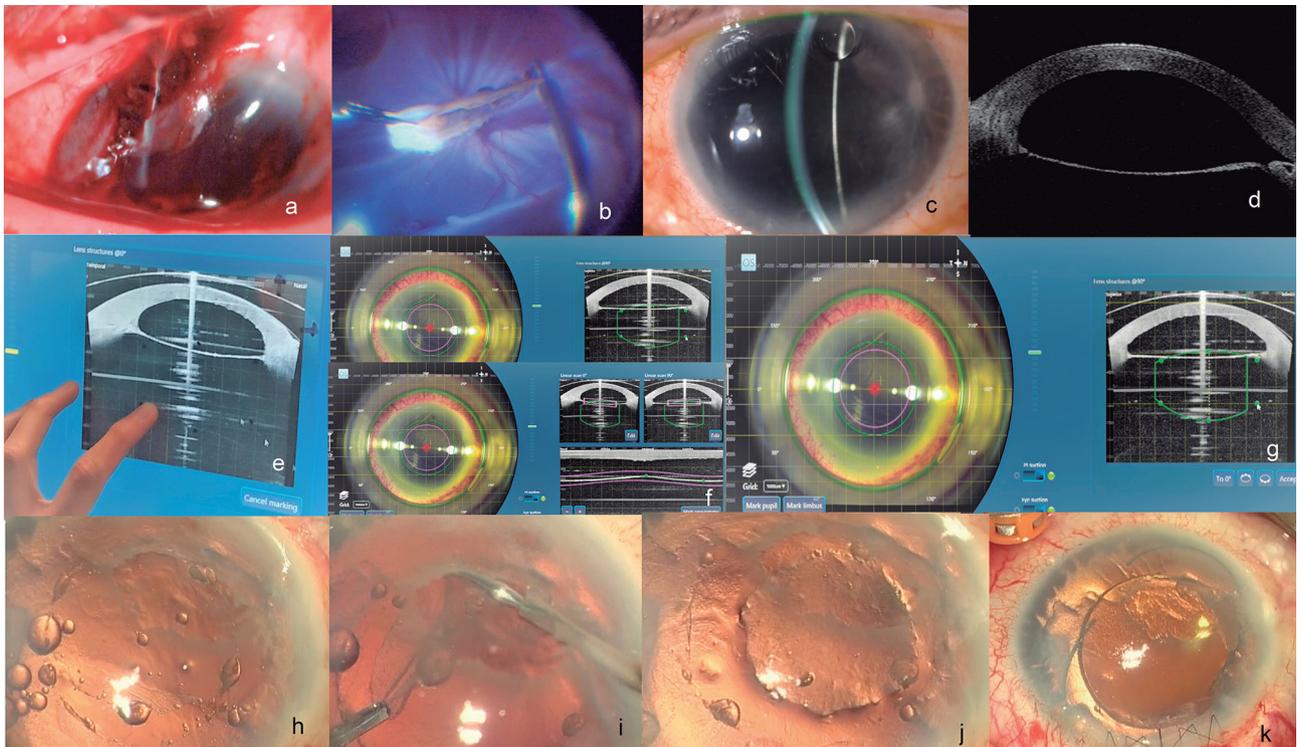
Siempre hemos defendido la realización de una capsulorrexis anterior de gran tamaño en la cirugía de la catarata pediátrica (51), para evitar la opacificación y contracción capsular en el área pupilar en el postoperatorio, complicaciones que podrían interferir con el eje visual y con la exploración retiniana a lo largo de la vida de estos niños. El LFS permite la realización de capsulorrexis de gran tamaño que podrían aplicarse en este tipo de cataratas. Para comprobar el tamaño efectivo de este tipo de capsulorrexis hemos realizado la mayor posible que podía gestionar el ordenador de nuestro LFS: 6,2 mm de diámetro. Pero lo que parecía una capsulorrexis razonable en el procedimiento del láser, resultó ser



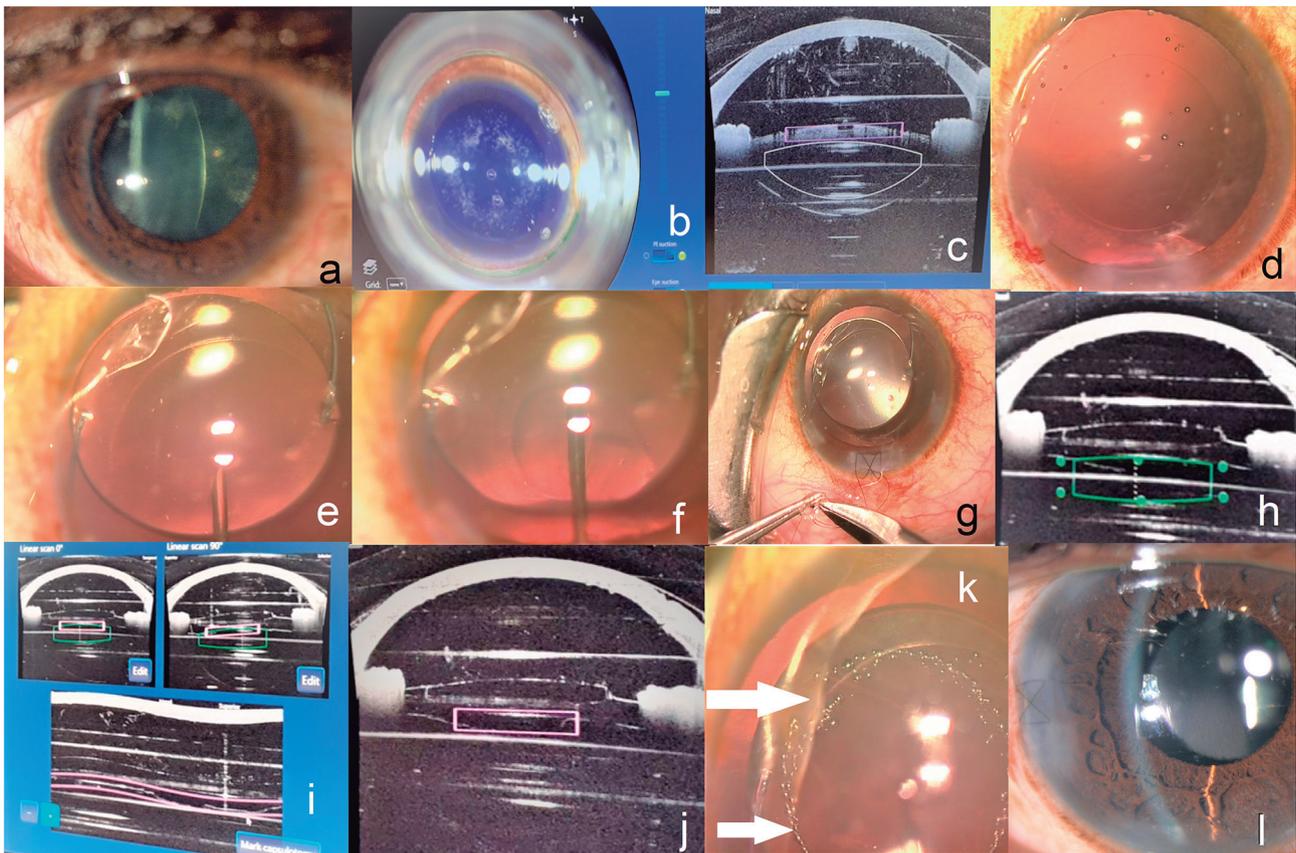
**Figura 10. Capsulorrexis máxima en catarata pediátrica.** Se programa una capsulorrexis de 6,2 mm, para evitar que la futura opacificación capsular anterior apareciera en midriasis media en el postoperatorio. En la práctica y debido a la elasticidad de los tejidos capsulares infantiles, la capsulorrexis resultó de unos 7,5 mm de diámetro llegando al reborde pupilar (las flechas indican la separación de los bordes del corte), lo que dificultó las maniobras de introducción de la LIO, para las que nos tuvimos que ayudar de rotadores para localizar el borde de la capsulorrexis y comprobar que la lente quedaba dentro del saco capsular. Al final realizamos una capsulorrexis posterior manual luxando la óptica de la LIO a través de la misma.

una capsulorrexis gigante cuyo borde quedaba muy cerca del borde pupilar o desaparecía debajo de la pupila durante la cirugía, resultando en una capsulorrexis real cercana a los 7,5 mm (fig. 10). Quizás

la propia elasticidad de estos núcleos infantiles, asociada a la succión del globo ocular durante el procedimiento resulte en una capsulorrexis anterior mucho más grande de lo planeado en el ordenador, lo que



**Figura 11. Capsulorrexis mediante láser de femtosegundo en membrana ciclítica** (de izquierda a derecha y de arriba a abajo). a: Grave traumatismo perforante resultando en afaquia, aniridia y desprendimiento de retina con proliferación vitreoretiniana; b: Pelado de proliferaciones subretinianas. La cirugía finaliza con intercambio con aceite de silicona; c,d: Membrana ciclítica secundaria en polo anterior, estudiada en la lámpara de hendidura y en la OCT de segmento anterior; e-g: Para la aplicación del láser de femtosegundo es necesario utilizar una plantilla de un cristalino normal y que lo pueda reconocer como real el dispositivo; h: La capsulotomía circular de la membrana ciclítica resulta incompleta a pesar de haber aumentado al máximo su rango de grosor. Se observan gotas de silicona que se había extraído previamente; i: Es necesario completar la rexis de la membrana ciclítica con pinzas y tijera de vitrectomía; j: Aspecto irregular de la pseudocápsula sobre la córnea; k: Es posible implantar una LIO sobre la membrana ciclítica.



**Figura 12. Intento de capsulorrexis posterior mediante FLACS** (de izquierda a derecha y de arriba a abajo). a: Catarata fibrosa posterior congénita; b,c,d; Capsulorrexis anterior mediante FLACS; e,f: Viscodisección de la hialoides anterior después de implantar una LIO de tres piezas pensando en utilizar el cuerpo óptico de la misma para luxarla a través de una futura capsulorrexis posterior; h,i,j: Intento de capsulorrexis posterior mediante FLACS. Es necesario simular previamente un cristalino para marcar la cápsula posterior como si fuese la cápsula anterior; k: Sólo se consigue una corona de burbujas de cavitación sin ningún tipo de corte en la cápsula posterior (posiblemente el viscoelástico disipó la energía del láser); l: Postoperatorio. No hay daño sobre la óptica de la LIO, que ha sido protegida por la presencia del viscoelástico.

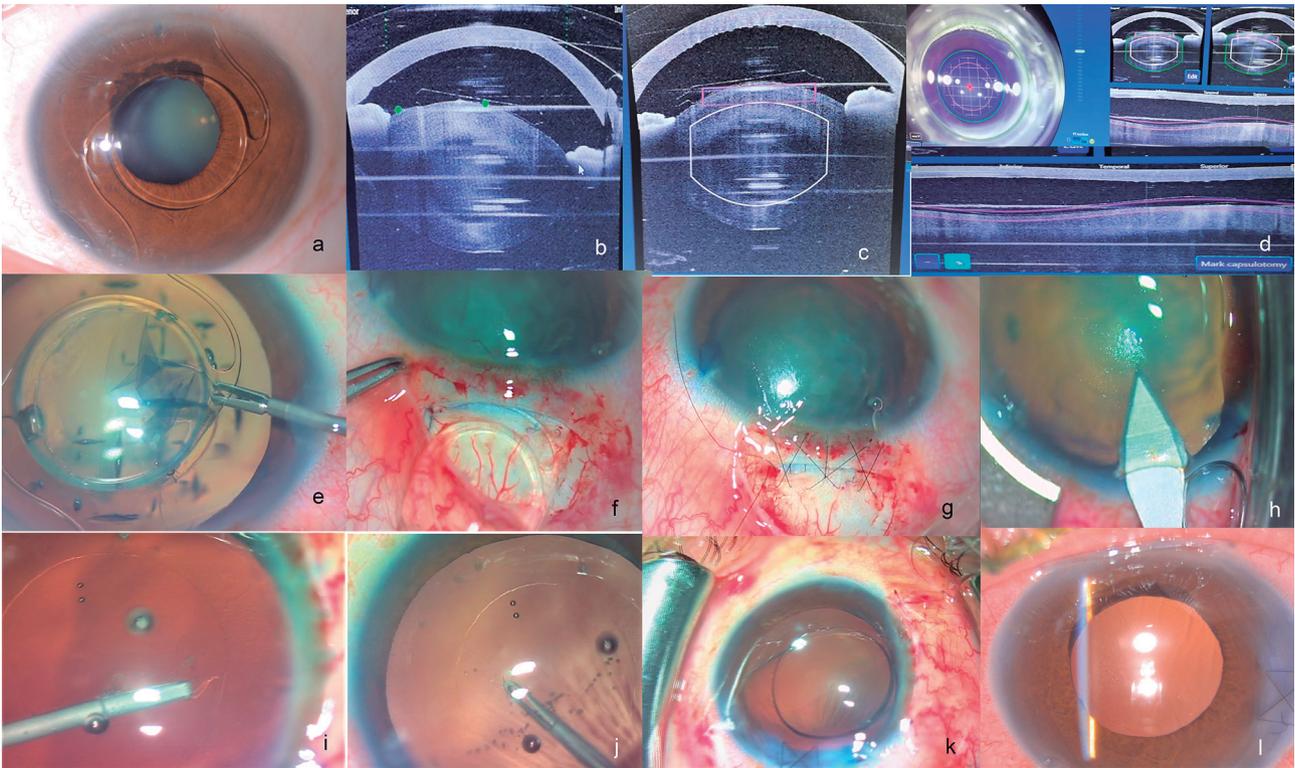
no ocurre cuando la capsulorrexis es de 5 mm, que en cambio es muy predecible (52).

### Capsulorrexis en proliferación fibrosa anterior

Hemos probado si el láser puede hacer una capsulotomía circular en una proliferación fibrosa anterior secundaria a proliferación vitreoretiniana secundaria a un gravísimo traumatismo ocular con afaquia y aniridia. La idea era utilizar esa proliferación para implantar sobre ella una LIO, después de realizar una capsulotomía mediante LFS. Para ello hubo que crear una planilla para simular un cristalino inexistente. A pesar de ampliar los márgenes de actuación del láser, la capsulorrexis fue incompleta y hubo que terminarla de forma manual. Se pudo implantar una LIO en los restos fibróticos (fig. 11).

### Capsulorrexis posterior

De forma infructuosa hemos intentado realizar una capsulorrexis posterior en una catarata fibrosa postraumática de un paciente joven. Para ello realizamos primero una capsulorrexis anterior mediante FLACS. Después, en quirófano se procedió al implante de una LIO de tres piezas (pensando en una posible luxación óptica en la futura capsulorrexis posterior) y la viscodisección de la cápsula posterior de la hialoides anterior. Después de suturar provisionalmente la herida quirúrgica fuimos de nuevo al aparato de femtoláser para intentar una capsulotomía posterior. Conseguimos detectar la cápsula posterior y hacer creer al ordenador que era la cápsula anterior. Procedimos a aplicar el láser, pero lo que creíamos que había sido una capsulorrexis posterior efectiva se limitó a una corona de burbujas de cavitación debajo de la LIO, cuando volvimos a pasar al



**Figura 13. FLACS en presencia de LIO refractiva** (de izquierda a derecha y de arriba a abajo). a: Preoperatorio, catarata nuclear densa; b,c,d: Hay que editar el cristalino porque no es reconocido. Es muy importante marcar la pupila y ampliar el rango de actuación del láser en la capsulotomía; e: Extracción de la cápsula anterior con una micropinzas antes de la retirada de la LIO rígida de cámara anterior, para evitar traumatizar el borde de la misma y explorando si quedan puentes capsulares sin cortar por el láser; f,g: Extracción de la LIO rígida por una incisión escleral superior. Sutura de la misma; h: Apertura de una nueva incisión temporal; i,j: Eliminación de puentes en el borde de la capsulorrexia con micropinzas para evitar la rotura de la misma durante la maniobra de implantación de la LIO definitiva; k: Implante de una LIO de tres piezas de baja potencia por miopía magna; l: Imagen del postoperatorio.

paciente debajo del microscopio quirúrgico. Quizás el viscoelástico de alta densidad que dejamos para mantener el espacio entre la hialoides anterior y la cápsula posterior y entre ésta y la LIO pudo disipar la energía del femtoláser, haciendo la maniobra ineficaz. La LIO no resultó dañada (fig. 12). A día de hoy, la capsulorrexia posterior sigue siendo una maniobra quirúrgica enteramente manual.

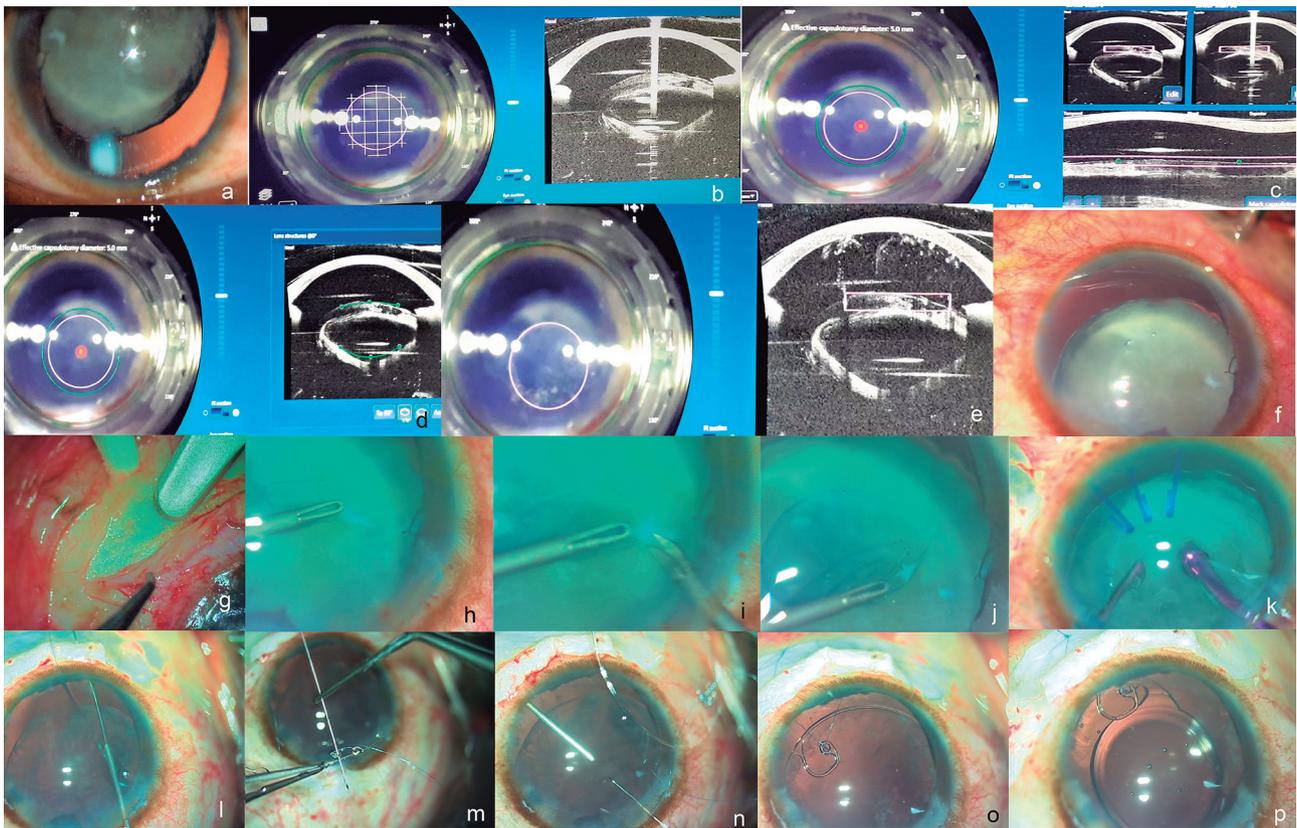
### Cirugía combinada de catarata y extracción de LIO refractiva

En estos casos la tecnología FLACS ayuda al cirujano a realizar la capsulorrexia anterior y la fragmentación del cristalino a cámara cerrada y sin la extracción previa de la lente refractiva (epicristaliniana, iridiana, etc). En el caso de lentes rígidas solemos usar dos incisiones: una para la extracción de la lente refractiva y otra para la facoemulsifica-

ción y el implante de la LIO definitiva. La lente de cámara anterior o la lente epicristaliniana absorben parte de la energía del láser con lo que hay que vigilar la existencia de puentes en el borde de la capsulorrexia anterior (fig. 13). Asimismo, es importante vigilar que el LFS detecta correctamente la cápsula anterior del cristalino, porque con frecuencia la confunde con la superficie anterior de la LIO refractiva; en ese caso podemos modificar manualmente los puntos de referencia y marcar correctamente la cápsula anterior antes de proceder a realizar la capsulorrexia.

### Catarata subluxada y/o traumática

Puede ser que la capsulorrexia anterior realizada por FLACS pueda tener una mayor fiabilidad sobre todo en los casos traumáticos. Está descrita su aplicación en estas cataratas, en las que ha ha-



**Figura 14. FLACS en catarata traumática subluxada de años de evolución** (de izquierda a derecha y de arriba a abajo). a: Preoperatorio. Catarata blanca fibrosa y ectopia lentis superior postraumática; b: Femtoláser. El aparato fija la capsulorrexis automáticamente en el centro del ojo, lo que no sería adecuado en este caso, ya que el límite inferior coincide con la zona subluxada; c: Hay que marcar una pupila imaginaria desplazada a la zona de la ectopia cristaliniña para marcar una capsulorrexis excéntrica y que actúe sobre la cara anterior del cristalino luxado; d,e: Es necesario editar el cristalino, que también está desplazado y fuera del eje del globo ocular, para conseguir la capsulotomía anterior. Por razones prácticas en este caso no se realizó facofragmentación láser; f: Aspecto bajo el microscopio quirúrgico; g: Tallado de un tapete escleral inferior amplio; h,i,j: A pesar de haber ampliado el margen de actuación del láser en la capsulorrexis, queda un puente capsular en una zona de fibrosis blanquecina, que es necesario cortar con pinza y tijera de 25G; k: Facoemulsificación sujetando el cristalino con 3 ganchos de iris; l: La aguja recta de prolene de 10/0 entra desde el tapete escleral y es guiada en su salida por la incisión principal por una cánula; m: Esta misma aguja pasa en varias ocasiones por el orificio de la expansión de un anillo de Cionni, evitando la realización de un nudo sobre el mismo; n: La misma aguja entra de nuevo en cámara anterior y vuelve a salir por el mismo tapete escleral a más de 90° de su entrada inicial y guiada por otra cánula; o: Como resultado, el anillo de Cionni es sujetado por dos fibras zonulares de prolene de 10-0, consiguiendo recentrar el saco capsular y la capsulorrexis inicialmente desplazada; p: Imagen postoperatoria después de implantar la LIO, con todas las estructuras saculares centradas.

bido una laceración en la cápsula anterior que no ha avanzado. Un tiempo después de haber cicatrizado la herida quirúrgica corneal, se aplica FLACS englobando en la capsulorrexis la laceración capsular anterior traumática, para evitar escapes de esta (53).

En el síndrome de Marfan se ha conseguido la realización de una capsulorrexis anterior que después se ha centrado, al recentrar el saco cristaliniño con un anillo de Cionni de fijación escleral (54). En nuestra experiencia quirúrgica en este tipo de ectopia lentis (55-59), la capsulorrexis debe estar

inicialmente desplazada para que quede finalmente centrada al colocar el anillo de tensión capsular. Si utilizamos FLACS hay que «engañar» al sistema del ordenador del LFS, editando un borde pupilar ficticio para que la capsulorrexis anterior se realice en el sentido de la subluxación, para que una vez recentrado el saco capsular mediante la técnica quirúrgica que deseemos emplear *ad hoc* [anillo de Cionni, segmento de Ahmed, *cow-hitch* (60,61), etc...] después de la facoemulsificación, la capsulorrexis anterior quede finalmente centrada en el saco capsular refijado (fig. 14).

## CONCLUSIONES

Aunque hay muchas maniobras quirúrgicas que necesitan enteramente de las manos del cirujano, la práctica diaria ayuda a dejar un hueco a la tecnología LFS en casos de catarata cada vez más complejos, para los que era impensable su utilización cuando comenzó su andadura quirúrgica hace sólo 14 años.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Hashemi, H, Pakzad, R, Yekta, A, et al. Global and regional prevalence of age-related cataract: a comprehensive systematic review and meta-analysis. *Eye* 2020; 34: 1357-1370.
2. Abell, RG, Vote, BJ. Cost-effectiveness of femtosecond laser-assisted cataract surgery versus phacoemulsification cataract surgery. *Ophthalmology* 2014; 121: 10-16.
3. Piñero, A, Kanclerz, P, Barraquer, RI, et al. Evaluación de la cirugía de la catarata asistida con láser femtosegundo tras 10 años de aplicación clínica. *Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología* 2020; 95: 528-537.
4. George DS, Ainslie-Garcia MH, Ferko NC, et al. Successful Implementation of Femtosecond Laser-Assisted Cataract Surgery: A Real-World Economic Analysis. *Clin Ophthalmol* 2021; 15: 923-929.
5. Davis G. The Evolution of Cataract Surgery. *Missouri Medicine* 2016; 113: 58-62.
6. Nagy Z, Takacs A, Filkorn T, et al. Initial clinical evaluation of an intraocular femtosecond laser in cataract surgery. *J Refract Surg* 2009; 25: 1053-1060.
7. Nagy ZZ, McAlinden C. Femtosecond laser cataract surgery. *Eye Vis (Lond)* 2015; 2: 11.
8. Vasavada VA, Vasavada S, Vasavada AR, et al. Comparative evaluation of femtosecond laser-assisted cataract surgery and conventional phacoemulsification in eyes with a shallow anterior chamber. *J Cataract Refract Surg* 2019; 45: 547-552.
9. Friedman NJ, Palanker DV, Schuele G, et al. Femtosecond laser capsulotomy. *J Cataract Refract Surg* 2011; 37: 1189-1198.
10. Kránitz K, Takacs A, Miháltz K, et al. Femtosecond laser capsulotomy and manual continuous curvilinear capsulorhexis parameters and their effects on intraocular lens centration. *J Refract Surg* 2011; 27: 558-563.
11. Nagy ZZ, Kránitz K, Takacs A, et al. Comparison of intraocular lens decentration parameters after femtosecond and manual capsulotomies. *J Refract Surg* 2011; 27: 564-569.
12. Rizzo S, Bacherini D, Faraldi F, et al. Femtosecond laser-assisted cataract in vitreoretinal surgery. *Eur J Ophthalmol* 2017; 27: 565-568.
13. Bali SJ, Hodge C, Chen S, Sutton G. Femtosecond laser assisted cataract surgery in phacovitrectomy. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2012; 250: 1549-1551.
14. Gómez-Resa M, Nieto I, Corcóstegui B. Combined 23-gauge vitrectomy and femtosecond laser-assisted cataract surgery. *Ophthalmic Res* 2014; 52: 141-146.
15. Yılmaz S, Avcı R, Yildiz AM. Combined Femtosecond Laser-Assisted Cataract Surgery and 27-Gauge Transconjunctival Sutureless Vitrectomy. *J Ophthalmol* 2020; 2020: 7651941.
16. Moya Romero JO, Ochoa Máñez GA, Cantero Vergara MA, et al. Femtofacoemulsificación. Serie de casos y descripción de la técnica. *Arch Soc Esp Oftalmol* 2016; 91: 461-468.
17. Moya Romero JO, Ochoa Máñez GA, Cantero Vergara MA, et al. Anillo de Malyugin para miosis intraoperatoria en femtofacoemulsificación. *Arch Soc Esp Oftalmol* 2015; 90: 435-438.
18. Ma LY, Rong A, Jiang Y, et al. Effects of Femtosecond Laser-Assisted Cataract Surgery on Macular and Choroidal Thickness in Diabetic Patients. *Ophthalmol Ther* 2021; 10: 137-150.
19. Takács AI, Kovács I, Miháltz K, et al. Central corneal volume and endothelial cell count following femtosecond laser-assisted refractive cataract surgery compared to conventional phacoemulsification. *J Refract Surg* 2012; 28: 387-391.
20. Conrad-Hengerer I, Al Juburi M, Schultz T, et al. Corneal endothelial cell loss and corneal thickness in conventional compared with femtosecond laser-assisted cataract surgery: three-month follow-up. *J Cataract Refract Surg* 2013; 39: 1307-1313.
21. Fan W, Yan H, Zhang G. Femtosecond laser-assisted cataract surgery in Fuchs endothelial corneal dystrophy: Long-term outcomes. *J Cataract Refract Surg* 2018; 44: 864-870.
22. Yong WWD, Chai HC, Shen L, et al. Comparing Outcomes of Phacoemulsification With Femtosecond Laser-Assisted Cataract Surgery in Patients With Fuchs Endothelial Dystrophy. *Am J Ophthalmol* 2018; 196: 173-180.
23. Abell RG, Kerr NM, Vote, BJ. Femtosecond laser-assisted cataract surgery compared with conventional cataract surgery. *Clin Exp Ophthalmol* 2013; 41: 455-462.
24. Zhu DC, Shah P, Feuer WJ, et al. Outcomes of conventional phacoemulsification versus femtosecond laser-assisted cataract surgery in eyes with Fuchs endothelial corneal dystrophy. *J Cataract Refract Surg* 2018; 44: 534-540.
25. Koo EH, Paranjpe V, Feuer WJ, et al. Refractive Outcomes in Fuchs' Endothelial Corneal Dystrophy: Conventional and Femtosecond Laser-Assisted Cataract Surgery. *Clin Ophthalmol* 2021; 15: 3419-3429.
26. Krarup T, Rose K, Mensah AMA, et al. Comparing corneal outcome between femtosecond laser-assisted cataract surgery and conventional phaco surgery in Fuchs' endothelial dystrophy patients: a randomized pilot study with 6mo follow up. *Int J Ophthalmol* 2021; 14: 684-692.
27. Popovic M, Campos-Möller X, Schlenker MB, et al. Efficacy and Safety of Femtosecond Laser-Assisted Cataract Surgery Compared with Manual Cataract Surgery: A Meta-Analysis of 14567 Eyes. *Ophthalmology* 2016; 123: 2113-2126.
28. Abell RG, Kerr NM, Howie AR, et al. Effect of femtosecond laser-assisted cataract surgery on the corneal endothelium. *J Cataract Refract Surg* 2014; 40: 1777-1783.
29. Chen H, Tian L, Le Q, et al. Femtosecond laser-assisted Descemet's stripping endothelial keratoplasty: a prospective study of 6-month visual outcomes, corneal thickness and endothelial cell loss. *Int Ophthalmol* 2020; 40: 2065-2075.
30. Li S, Liu L, Wang W, et al. Efficacy and safety of Descemet's membrane endothelial keratoplasty versus Descemet's stripping endothelial keratoplasty: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 2017; 12: e0182275.

31. Moshirfar M, Thomson AC, Ronquillo Y. Corneal Endothelial Transplantation. 2021 Jul 28. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan.
32. Cheng YY, van den Berg TJ, Schouten JS, et al. Quality of vision after femtosecond laser-assisted descemet stripping endothelial keratoplasty and penetrating keratoplasty: a randomized, multicenter clinical trial. *Am J Ophthalmol* 2011; 152: 556-566.
33. Chen H, Tian L, Le Q, et al. Femtosecond laser-assisted Descemet's stripping endothelial keratoplasty: a prospective study of 6-month visual outcomes, corneal thickness and endothelial cell loss. *Int Ophthalmol* 2020; 40: 2065-2075.
34. Jun JH, Bang SP, Yoo YS, et al. Efficacy of 0.015% intracameral epinephrine for significant miosis induced by photodisruption during femtosecond laser-assisted cataract surgery. *Medicine* 2018; 97: e11693.
35. Diakonou VF, Kontadakis GA, Anagnostopoulos AG, et al. Effects of Short-term Preoperative Topical Ketorolac on Pupil Diameter in Eyes Undergoing Femtosecond Laser-Assisted Capsulotomy. *J Refract Surg* 2017; 33: 230-234.
36. Yusef YN, Voronin GV, Yusef SN, et al. Prevention of intraoperative miosis in femtosecond laser-assisted phaco surgery. *Vestn Oftalmol* 2019; 135, 150-154.
37. Popiela MZ, Young-Zvandasara T, Nidamanuri P, et al. Factors influencing pupil behaviour during femtosecond laser assisted cataract surgery. *Cont Lens Anterior Eye* 2019; 42: 295-298.
38. Nagy ZZ. New technology update: femtosecond laser in cataract surgery. *Clin Ophthalmol* 2014; 8: 1157-1167.
39. Nanavaty MA, Bedi KK, Vasquez-Perez A. Small-pupil cataract surgery with/without hooks using femtosecond laser with fluid interface. *Can J Ophthalmol* 2018; 53: e124-e127.
40. Malyugin B. Cataract surgery in small pupils. *Indian J Ophthalmol* 2017; 65: 1323-1328.
41. Kránitz K, Takács AI, Gyenes A, et al. Femtosecond laser-assisted cataract surgery in management of phacomorphic glaucoma. *J Refract Surg* 2013; 29: 645-648.
42. Yusef YN, Vvedenskiy AS, Alhumidi K, et al. Surgical treatment of hypermature cataract in patients with lens subluxation and small pupil. *Vestn Oftalmol* 2021; 137: 175-180.
43. Ascaso FJ, Huerva V, Grzybowski A. Epidemiology, Etiology, and Prevention of Late IOL-Capsular Bag Complex Dislocation: Review of the Literature. *J Ophthalmol* 2015; 2015: 805706.
44. Recalde PL, Larco C, Torres D, et al. Femtosecond laser assisted capsulotomy in the treatment of capsule contraction case report. *Am J Ophthalmol Case Reports* 2020; 20: 100893.
45. Sachers F, Goldblum D. Capsulorhexis Real-Life — Experienced Surgeon versus Femto Laser Assisted Cataract Surgery (FLACS) as Reported in Literature. *Klin Monbl Augenheilkd* 2018; 235: 409-412.
46. Abell RG, Darian-Smith E, Kan JB, et al. Femtosecond laser-assisted cataract surgery versus standard phacoemulsification cataract surgery: outcomes and safety in more than 4000 cases at a single center. *J Cataract Refract Surg* 2015; 41: 47-52.
47. Zhu Y, Chen X, Chen P, et al. Lens capsule-related complications of femtosecond laser-assisted capsulotomy versus manual capsulorhexis for white cataracts. *J Cataract Refract Surg* 2019; 45: 337-342.
48. Peng TT, Wang Y, Bao XY. Preliminary report on the application of femtosecond laser-assisted anterior capsulotomy in intumescent white cataract surgery. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi* 2017; 53: 281-287.
49. Schultz T, Dick HB. Laser-assisted mini-capsulotomy: a new technique for intumescent white cataracts. *J Refract Surg* 2014; 30: 742-745.
50. Al-Mohtaseb Z, He X, Yesilirmak N, et al. Comparison of Corneal Endothelial Cell Loss Between Two Femtosecond Laser Platforms and Standard Phacoemulsification. *J Refract Surg* 2017; 33: 708-712.
51. López-Romero Moraleda S, Barrajón Rodríguez A, Gálvez Martínez J, et al. Catarata Pediátrica. En: González del Valle F, Ruiz Miguel M. *Catarata y Retina*. Madrid: Sociedad Española de Cirugía Ocular Implanto Refractiva, 2017; 383-398.
52. Arias A, Zato MA, Carrero A. El láser de femtosegundo en la cirugía del cristalino. En: Arias Puentes A, Zato Gómez de Liaño MA (Ed.). *Cirugía del Cristalino con Láser de Femtosegundo*. Madrid: Sociedad Española de Oftalmología, 2012.
53. Nagy ZZ, Kránitz K, Takacs A, et al. Intraocular femtosecond laser use in traumatic cataracts following penetrating and blunt trauma. *J Refract Surg* 2012; 28: 151-153.
54. Schultz T, Ezeanosike E, Dick HB. Femtosecond laser-assisted cataract surgery in pediatric Marfan syndrome. *J Refract Surg* 2013; 29: 650-652.
55. González del Valle F, et al. Cirugía de ectopia lentis: sutura de anillo de Cionni y capsulorhexis posterior. 81º Congreso Nacional de la Sociedad Española de Oftalmología. Zaragoza, Septiembre 2005.
56. González del Valle F, et al. Anillo de Cionni asociado a captura óptica en capsulorhexis posterior en ectopia lentis. 21º Congreso de la Sociedad Española de Cirugía Implanto-Ocular y Refractiva (SECOIR). Oviedo, Mayo 2006.
57. González del Valle F, et al. Cionni Ring and Posterior Capsulorhexis in Ectopia Lentis. American Society of Cataract & Refractive Surgery (ASCRS) Symposium on Cataract, IOL and Refractive Surgery. San Francisco, Marzo 2006.
58. González del Valle F, et al. Cristalino sin respaldo. 27º Congreso de la Sociedad Española de Cirugía Implanto-Ocular y Refractiva (SECOIR). Sevilla, Mayo 2012.
59. González del Valle F, et al. Crystalline Lens Eclipse: Restoring the Anatomy and Visual Function in Pediatric Ectopia Lentis. American Society of Cataract and Refractive Surgery (ASCRS) Symposium on Cataract, IOL and Refractive Surgery. San Francisco, Abril 2013.
60. González del Valle F, Núñez Sánchez A, Celis Sánchez J, et al. The Cow-Hitch Suture Technique. In: Fishkind WJ. *Phacoemulsification and Intraocular Lens Implantation*. New York: Thieme, 2017; 249-256.
61. González del Valle F, Gálvez Martínez J, Mesa Varona D, et al. Luxación Tardía a Cámara Vítreo del Complejo Saco-LIO. En: González del Valle F, Ruiz Miguez M. *Catarata y Retina*. Madrid: Sociedad Española de Cirugía Implanto-Ocular y Refractiva, 2017; 233-240.

