

41

Los viscoelásticos en la cirugía moderna de las cataratas

Steve A. Arshinoff

INTRODUCCIÓN

Los productos oftálmicos viscoquirúrgicos (OVD, en la literatura anglosajona, de *Ophthalmic Viscosurgical Devices*) son fluidos seudoplásticos utilizados para crear un entorno óptimo que permita al cirujano superar obstáculos físicos, tanto ordinarios como extraordinarios, surgidos en la cirugía de las cataratas, al tiempo que se protegen de forma simultánea los delicados tejidos intraoculares ante posibles daños colaterales provocados por el proceso quirúrgico.

A medida que avanza la cirugía de las cataratas, el microentorno quirúrgico creado varía de forma progresiva, de forma que los cirujanos deben adaptar el uso de los viscoelásticos a la nueva realidad quirúrgica. Aunque a todos nos gustaría contar con uno perfecto, existen diferentes clases con diferentes características, y ninguno es válido para todo. El viscoelástico dispersivo de baja viscosidad nos permite dividir un espacio físico único en varios espacios quirúrgicos activos, protegidos y aislados. La llegada de los viscoadaptativos y otros viscoelásticos más recientes nos permite ampliar el uso combinado de dos o más viscoelásticos, con el objetivo de crear entornos de mayor complejidad capaces de dar respuesta a prácticamente cualquier dificultad quirúrgica imaginable.

Hemos llegado a un punto en que la cirugía de cataratas rutinaria, por facoemulsificación e implante de lente intraocular, se percibe como un procedimiento rápido y relativamente sencillo. Sin embargo, si nos paramos a descomponer y analizar el procedimiento en sus fases secuenciales, no tardaremos en comprender que cada maniobra es el resultado de numerosos años de meticulosa investigación y ensayos, y que se compone de una acción inicial de estabilización del entorno quirúrgico, seguida de una acción quirúrgica específica en el mismo. Los viscoelásticos se han convertido en la principal herramienta quirúrgica de los oftalmólogos para crear los entornos necesarios para poder realizar maniobras intraoculares en un entorno controlado.

Desde la introducción de Healon® en 1979¹, el uso de los productos oftálmicos viscoquirúrgicos se ha extendido hasta convertirlos en herramientas indispensables de la cirugía del segmento anterior para crear espacios, equilibrar la presión de las cámaras anterior y posterior, estabilizar los tejidos y proteger las células endoteliales corneales ante traumas quirúrgicos, radicales libres y otros riesgos quirúrgicos².

Comprendiendo los factores que deben controlarse en la cirugía y las propiedades de los viscoelásticos disponibles, el

cirujano estará en condiciones de ofrecer un rendimiento de máximo nivel y de hacer que su cirugía, realizada en entornos creados y controlados, parezca más sencilla y natural a ojos de los observadores.

La evolución de la cirugía de cataratas por facoemulsificación durante la última década ha consistido básicamente en un movimiento gradual hacia entornos más controlados e incisiones de menores dimensiones. Antes de abordar los problemas espaciales específicos existentes en algunas situaciones difíciles y cómo resolverlos, es importante comprender las propiedades de los diferentes viscoelásticos disponibles y cómo es posible integrarlos en la cirugía moderna de cataratas. El objetivo, más que aprender a realizar maniobras difíciles y complejas para lograr el mismo objetivo en un entorno no controlado, debe ser siempre crear un entorno en el que poder realizar con facilidad una acción determinada.

NATURALEZA DE LOS VISCOELÁSTICOS

Los viscoelásticos son soluciones seudoplásticas de biopolímeros. La seudoplasticidad implica que, al trazar una viscosidad de cizalla cero (la viscosidad en reposo) en relación con la velocidad de cizallamiento (un indicador de la presión a que está expuesto el viscoelástico en un reómetro estándar), la viscosidad de una solución seudoplástica desciende radicalmente con el aumento de la velocidad de cizallamiento, aunque con un valor tope de descenso de esta última.

Se reconocen cuatro tipos de comportamiento de las soluciones reológicas al realizar estas mediciones (Fig. 1):

1. Soluciones newtonianas, fluidos que poseen una viscosidad constante independiente de la velocidad de cizallamiento.
2. Plásticas, cuya viscosidad aumenta tendiendo al infinito a medida que la velocidad de cizallamiento se reduce (haciendo de esta forma que se comporten como sólidos con una velocidad de cizallamiento cero o muy reducida).
3. Seudoplásticas, con «curvas de seudoplasticidad» similares a las de las plásticas, pero con una viscosidad limitada con un cizallamiento reducido, por encima de la cual la viscosidad deja de aumentar a medida que se reduce la velocidad de cizallamiento hasta llegar a cero, permaneciendo así como fluidos con velocidades de cizallamiento muy reducidas, al contrario que las soluciones plásticas.

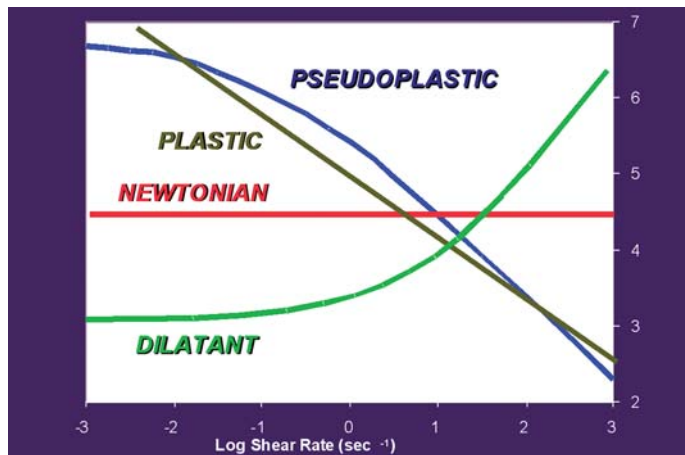


Fig. 1. Diferentes pautas del comportamiento reológico de los fluidos.

4. El cuarto tipo, los fluidos dilatantes, se caracterizan por una viscosidad creciente a medida que las velocidades de cizallamiento aumentan (de forma opuesta a los seudoplásticos).

Los viscoelásticos útiles para la cirugía oftálmica deben poseer una viscosidad reducida a velocidades elevadas de cizallamiento para poder inyectarlos a través de cánulas de poco calibre, y deberían poseer una viscosidad elevada a velocidades de cizallamiento reducidas a fin de mantener los espacios quirúrgicos y estabilizar la cámara anterior, permitiendo maniobras quirúrgicas delicadas. Los viscoelásticos cuya utilidad ha quedado demostrada hasta la fecha poseen un comportamiento reológico seudoplástico (Tabla I).

Los viscoelásticos difieren en cuanto a sustancia(s) polimérica(s) reológicamente activa(s) (hasta la fecha se han utilizado el ácido hialurónico, el sulfato de condroitina y la hidroxipropilmetilcelulosa), concentración(es) y longitud(es) de cadena. Estos factores determinan la viscosidad, elasticidad y cohesión de los viscoelásticos, afectando asimismo de forma significativa a otras propiedades fisicoquímicas³.

Clasificación

La clasificación es fundamental para poder desarrollar técnicas quirúrgicas que saquen el mayor partido a su uso. En un primer momento, toda la viscoscirugía de cataratas se realizaba con Healon®. Al aparecer Viscoat® y la hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC), algunos años después, los cirujanos se dividieron en aquellos que preferían trabajar con cohesivos de viscosidad

Tabla I. Comportamiento de las soluciones reológicas

1. Newtonianas
2. Plásticas
3. Seudoplásticas
4. Dilatantes

más elevada (Healon® y otros posteriores), y los que preferían dispersivos de viscosidad inferior (Viscoat® o HPMC).

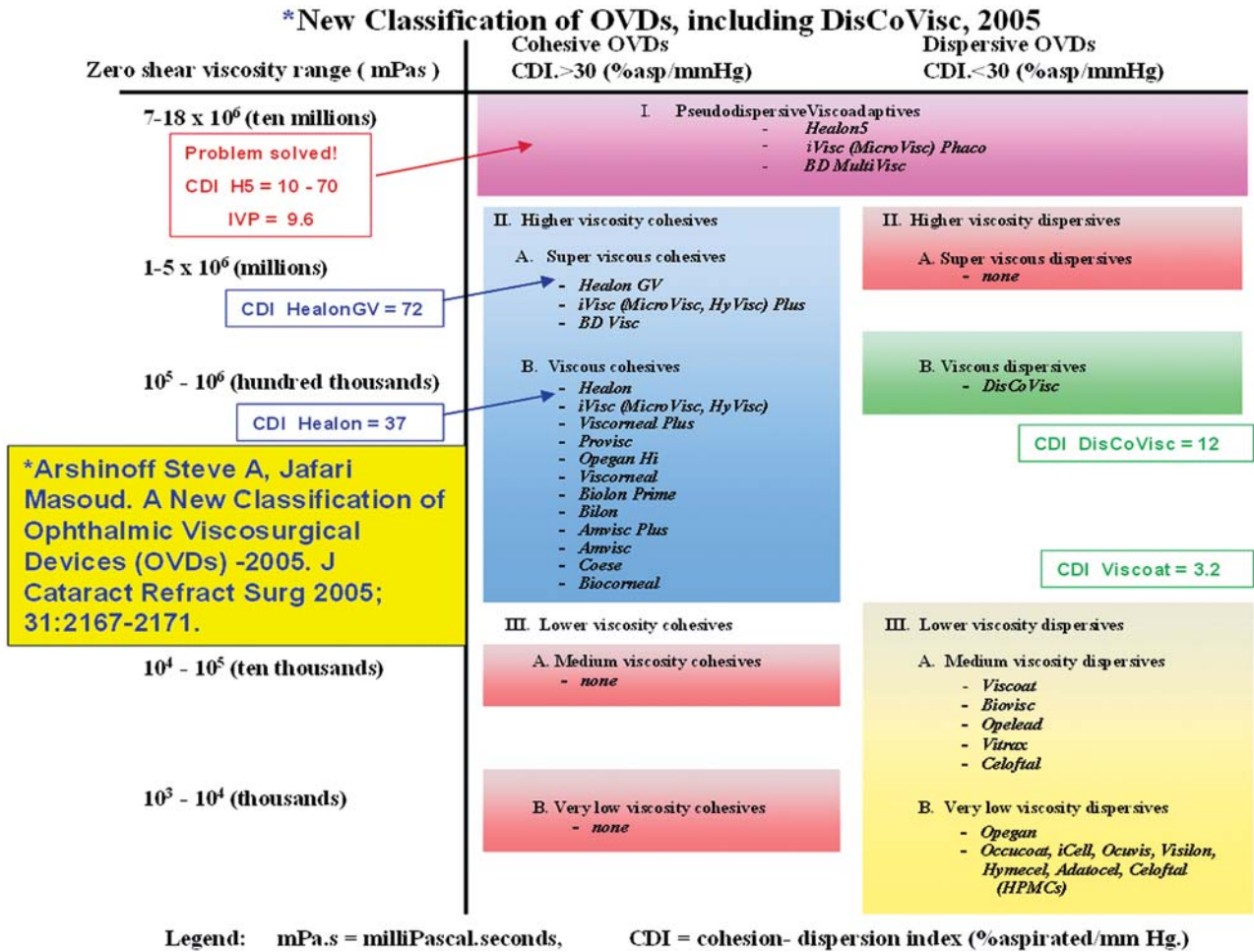
La asombrosa cantidad de viscoelásticos comercializados desde 1990 incrementó la importancia de su clasificación para proporcionar al cirujano una base lógica que le permitiese comprender sus mecanismos de acción, y a partir de la cual seleccionar uno para cada aplicación específica. La clasificación óptima de los viscoelásticos para su uso en cirugía oftálmica debería basarse en las propiedades físicas más importante en la cirugía de cataratas, a saber, la viscosidad y la cohesión. Por este motivo, se han utilizado estas dos propiedades para su clasificación. Existe una correlación acusada entre la viscosidad de cizalla cero de un viscoelástico basado en hialuronato y su cohesión. La mayor parte de los viscoelásticos oftálmicos tienen ácido hialurónico como polímero reológico. Por ello, las primeras clasificaciones se basaban únicamente en la viscosidad de cizalla cero.

Tras analizar las diversas propiedades fisicoquímicas y evaluar las más pertinentes para su uso en cirugía oftálmica, Arshinoff elaboró un esquema basado en la viscosidad de cizalla cero, aunque dando cuenta de la elevada correlación existente entre esta y el nivel relativo de cohesión o dispersión^{4,5}. Los cohesivos de viscosidad más elevada eran perfectos para crear espacios y mantener la presión, mientras que los dispersivos de menor viscosidad podían dividir espacios y recubrir tejidos. Cada uno de los grupos manifestaba un rendimiento insuficiente en las acciones en que el otro grupo descollaba, de forma que los cirujanos se veían obligados a tratar de elegir un viscoelástico en función del tipo de complicación que estimasen que podría surgir en cada caso específico. La aparición de los viscoadaptativos en 1998 requirió la ampliación del esquema (Tabla II)⁶, y la reciente introducción de otro viscoelástico nuevo, DisCoVisc™, que no encaja en la clasificación anterior, ha requerido una nueva modificación, de mayor alcance, del citado esquema, que ha pasado de ser una simple lista a convertirse en una tabla bidimensional (Tabla III)⁷.

Tabla II. Clasificación de viscoelásticos (1998)

The Classification of OVDs (Arshinoff 1990 -2000) (Primary parameter is zero shear viscosity)		
OVD class	Zero shear viscosity	(mPaS)
✦ Viscoadaptives	7- 24 x 10 ⁶	(10Ms)
✦ Higher viscosity cohesives	10 ⁵ - 5 x10 ⁶	
• Super viscous cohesive OVDs	1 - 5 x 10 ⁶	(Ms)
• Viscous cohesive OVDs	10 ⁵ - 10 ⁶	(100Ks)
✦ Lower viscosity dispersives	10 ³ - 10 ⁵	
• Medium viscosity dispersives	10 ⁴ - 10 ⁵	(10Ks)
• Very low viscosity dispersives	10 ³ - 10 ⁴	(Ks)

Tabla III. Clasificación de viscoelásticos (2005)



TÉCNICA DEL ESCUDO (SOFT SHELL TECHNIQUE) (SST) Y ÚLTIMA TÉCNICA DEL ESCUDO MEJORADA (ULTIMATE SOFT SHELL TECHNIQUE) (U-SST)

Desde entonces hemos asistido a la evolución de la «técnica viscoelástica en escudo dispersiva-cohesiva» (SST) y hemos visto la aparición de la «técnica en escudo mejorada» (U-SST), que dan cuenta del hecho de que, con dos fluidos con propiedades diferentes, es posible conseguir más efectos físicos que con un único fluido^{8,9}. Aunque siguen existiendo proyectos en el sentido de diseñar un único viscoelástico que pueda sustituir a las técnicas con varios de ellos (como por ejemplo DisCoVisc®), y a pesar del éxito cosechado por los mismos en casos rutinarios de cataratas, un único viscoelástico nunca podrá sustituir la capacidad que posee la técnica del escudo en casos más complicados para crear entornos físicamente diferentes en espacios adyacentes, separados únicamente por las características reológicas de los dos viscoelásticos. Puede argumentarse que, debido a las dimensiones cada vez menores de las incisiones, es posible sustituir al menos parcialmente la función creadora de espacio del visco-

elástico mediante la presurización de la cámara anterior con una pieza de mano de irrigación, o bien que el de viscosidad más reducida tenderá a escapar de una incisión más pequeña menos que de una incisión de mayores dimensiones, reduciendo de esta forma la ventaja presentada por un viscoelástico cohesivo de mayor viscosidad en comparación con uno dispersivo de viscosidad inferior. Si bien esto es cierto, es más sencillo practicar la cirugía en un entorno de turbulencia baja y la irrigación presurizada aumenta la turbulencia. En consecuencia, la mayoría de las técnicas con viscoelásticos diseñadas para abordar situaciones o complicaciones difíciles son variaciones de la técnica del escudo y de la última técnica del escudo. A continuación se presentan algunas.

INTERVENCIONES RUTINARIAS, ESPECIALES Y COMPLICADAS

En intervenciones rutinarias de facoemulsificación con implantación de lente intraocular de cámara posterior, sin complicaciones, la mayoría de los viscoelásticos comercializa-

Tabla IV. Composición química del DisCoVisc comparada con Viscoat

DisCoVisc™	
• 1.6% NaHa - MMW (1.7MD)	
• 4.0% CDS – 25KD	
Viscoat™	
• 3.0% NaHa – LMW (500KD)	
• 4.0% CDS – 25KD	

dos serán suficientes. No hay ningún motivo para preocuparse siempre que, la cámara anterior sea lo suficientemente profunda, no exista presión vítrea y la capsulorrexis no se desgare, así como que el nivel de células endoteliales y la morfología celular sean excelentes, las zónulas estén íntegras y fuertes, etc.

Las técnicas han sido diseñadas para superar cualquier problema que pueda surgir en la cirugía de las cataratas y siguen siendo una opción excelente para los casos rutinarios. Sin embargo, muchos cirujanos prefieren utilizar tan solo un viscoelástico en este tipo de intervenciones. Esta es una alternativa razonable siempre que en el quirófano pueda dis-

ponerse de forma rutinaria de los viscoelásticos necesarios pidiéndolos con poca antelación, en el caso de que surja alguna complicación en casos rutinarios. Existen viscoelásticos más recientes diseñados para proporcionar una viscosidad de cizalla cero razonable con el objetivo de superar los posibles problemas de creación de espacio y mantenimiento en intervenciones rutinarias, y que al mismo tiempo son lo suficientemente dispersivos para proteger de forma óptima las células endoteliales. DisCoVisc® es un ejemplo de este tipo y su composición se muestra en la Tabla IV, comparándola con Viscoat®. Alcon tuvo que aumentar la viscosidad de cizalla cero de DisCoVisc® a fin de que fuese adecuado para mantener espacios sin perder dispersión. Esto se consiguió reduciendo la concentración de NaHa en DisCoVisc® y aumentando su peso molecular, mientras que la concentración y peso molecular del sulfuro de cadmio seguían siendo idénticos a los de Viscoat®. El resultado fue un viscoelástico con la viscosidad de cizalla cero de Healon® y el carácter dispersivo de Viscoat® (Fig. 2).

En los últimos años han surgido necesidades especiales en relación con los viscoelásticos. Dos casos similares, en lo que concierne a su selección, son las lentes intraoculares fáquicas de cámara anterior. Para implantar una lente de cámara anterior, el cirujano necesita una cámara profunda, a pesar de que haya una incisión abierta, si puede ser con un iris plano para que al implantarse la lente no enganche el iris. Healon5 parece fantástico para esta aplicación, si no fuese porque su retirada suele ser problemática. Healon GV, que puede fracturarse con facilidad inyectando BSS con una cánula en palo de *hockey* para retirarlo de forma sencilla, constituye una opción mucho mejor. Del mismo modo, muchos cirujanos prefieren las hidroxipropilmetilcelulosa para las lentes fáquicas, por su fácil eliminación con poca irrigación que reduce la probabilidad de contacto con la lente y una eventual inducción de la catarata durante esta delicada maniobra.

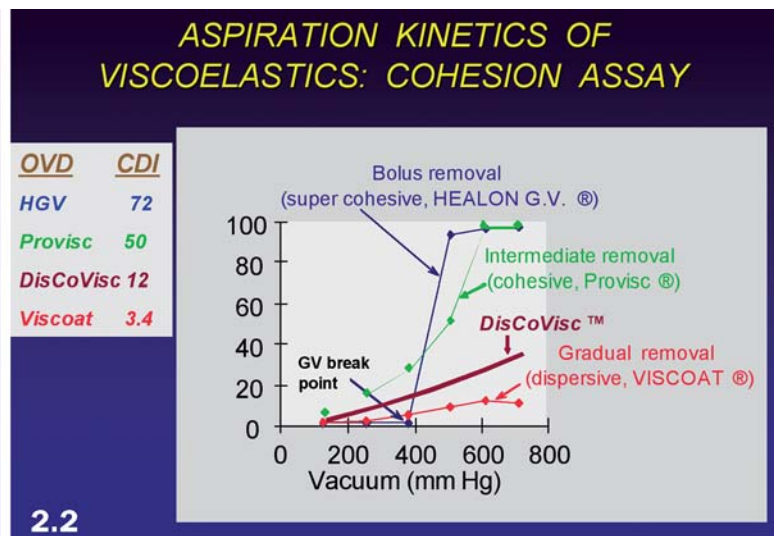
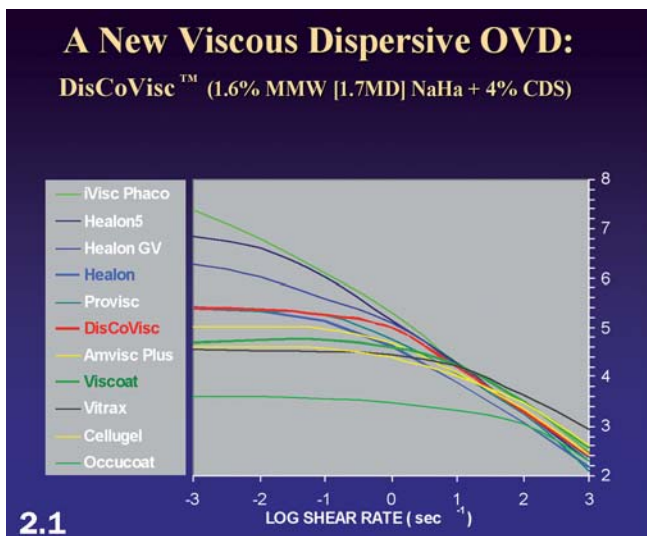


Fig. 2. Reología de DisCoVisc. Propiedades físicas de DisCoVisc. **2.1.** Curvas de pseudoplasticidad de DisCoVisc, mostrando viscosidad de cizalla 0 similar al Healon. **2.2.** Índice de cohesion-dispersión (CDI) de DisCoVisc similar a Viscoat.

Otra aplicación especial es el mantenimiento de la cámara anterior tras la facotrabeculectomía o la trabeculectomía. El viscoelástico de baja viscosidad desaparece a través de la filtración creada en menos de 24 horas, generando así la necesidad de un medio alternativo para mantener una cámara anterior profunda (sutura, etc.). Puede utilizarse Healon5 para llenar la cámara, y si se deja en el lugar, no generará ningún aumento de la presión intraocular, sino que mantendrá la cámara formada durante más de 5 días, debido a la gran lentitud con que se mezcla con el medio acuoso.

A pesar de las aplicaciones descritas, la mejor solución para tratar casos en que se prevean complicaciones sigue siendo el uso de variaciones de técnicas de escudo (SST).

Distrofia endotelial de Fuchs

La mejor opción en casos de distrofia endotelial de Fuchs es el uso de variaciones de técnicas del escudo. La idea es colocar en primer lugar un viscoelástico dispersivo en la superficie lenticular y, a continuación, desplazarlo hacia el endotelio corneal inyectando un viscoelástico cohesivo (SST) o viscoadaptativo (USST) debajo. En ésta, a continuación se inyecta una capa adicional de BSS sobre la superficie lenticular, debajo del viscoelástico. Durante la faco, un cirujano experto y con experiencia puede conservar la capa de viscoadaptativos, mientras que el viscoelástico cohesivo (SST) probablemente se aspirará. Al final de la intervención debe retirarse el viscoadaptativo o cohesivo residual, mientras que el dispersivo se deja en el ojo para proteger el endotelio. El mejor tratamiento para el ojo consiste en un agente hipotensivo ocular colinérgico, ya sea carbacol intracameral (preparación comercial) o carbacol tópico (yo uso uno al 0,2% tópicamente) para evitar picos de presión intraocular en la fase postoperatoria. En caso necesario, puede añadirse un análogo tópico de la prostaglandina, aunque todos los agentes que reduzcan la producción acuosa por parte del cuerpo ciliar retrasan el lavado del viscoelástico y son totalmente ineficaces a la hora de reducir o evitar picos de presión provocados por el viscoelástico en la fase postoperatoria¹⁰.

Deficiencia zonular

No es raro encontrarse con una situación postraumática, un paciente con el síndrome de Marfan u otra causa de pérdida de una parte significativa zonular. Las técnicas de escudo han simplificado en gran medida estas intervenciones. En primer lugar, la zona de deficiencia zonular se cubre con un viscoelástico dispersivo. A continuación, se inyecta un cohesivo (SST) o viscoadaptativo (USST) bajo el dispersivo para presurizar la cámara anterior y obligar a que la mayor parte del prolapso vítreo, junto a una parte del viscoelástico dispersivo, vuelva a su posición detrás del cristalino. Se añade BSS

en la superficie lenticular (USST) y se comienza la faco. Al primer indicio de inestabilidad, se inserta un anillo de tensión capsular, un anillo de Cionni o un segmento de Ahmed, también pueden utilizarse ganchos de Grieshaber o de otro tipo según se considere necesario. Al no haber vítreo en cámara anterior, estas intervenciones suelen progresar de forma relativamente rutinaria, con el anillo de tensión capsular colocado (puede ser necesario una variación de Cionni o un segmento de Ahmed en caso de existir un defecto zonular de mayores dimensiones).

Tinción capsular en cataratas blancas y negras

La primera técnica propuesta para la tinción capsular con azul tripán, descrita por Melles, consistía sencillamente en llenar la cámara anterior con Vision Blue®, dejarlo en el interior durante un minuto, y a continuación lavarlo y continuar la cirugía con una inyección de viscoelástico seguida de una capsulorrexia.

Como consecuencia de las preocupaciones generadas en torno a la cantidad de colorante utilizada en la técnica de Melles, muchos han utilizado Vision Blue® bajo una burbuja de aire, reduciendo de forma radical la cantidad necesaria y el contacto endotelial con el colorante.

Desde que empecé a utilizar por primera vez Vision Blue® a finales de 1999, he utilizado una variación de la técnica del escudo mejorada (véase más adelante) de la que he hablado en numerosos congresos¹¹. Marques, Marques & Osher publicaron su técnica en tres pasos, que difiere de mi técnica en la inversión de los dos últimos pasos¹². El azul tripán está clasificado como un carcinógeno en el Índice Merck. Yetil¹³ pudo teñir con éxito la cápsula anterior con tan solo 0,1 ml de azul tripán al 0,0125% (1/4 de la concentración comercial), y la tendencia general consiste en utilizar la menor cantidad posible de una sustancia extraña, para la tinción capsular, por si acaso posteriormente resulta ser peligrosa, como ocurrió con el verde de indocianina (ICG).

La técnica de tinción capsular de escudo mejorada (USSCDT) funciona como sigue:

1. Llenar la cámara anterior al 80-90% con viscoelástico viscoadaptativo, teniendo cuidado de no inyectar inicialmente en la incisión, porque la bloqueará y provocará retención de acuoso detrás de la barrera viscoadaptativa.
2. Pintar la cápsula con azul tripán, utilizando tan solo una gota diminuta expulsada sobre la superficie capsular mediante una cánula de palo de hockey de calibre 27 G, unida a una jeringa de insulina con azul tripán (Fig. 3.1). A continuación, se pinta la superficie capsular con la gota de azul tripán utilizando la «hoja» distal del palo de hockey. Actualmente Vision Blue® se suministra en su propia jeringa; aunque esta jeringa presenta una dificultad de uso considerablemente mayor a la de una jeringa de insulina, tras un poco de

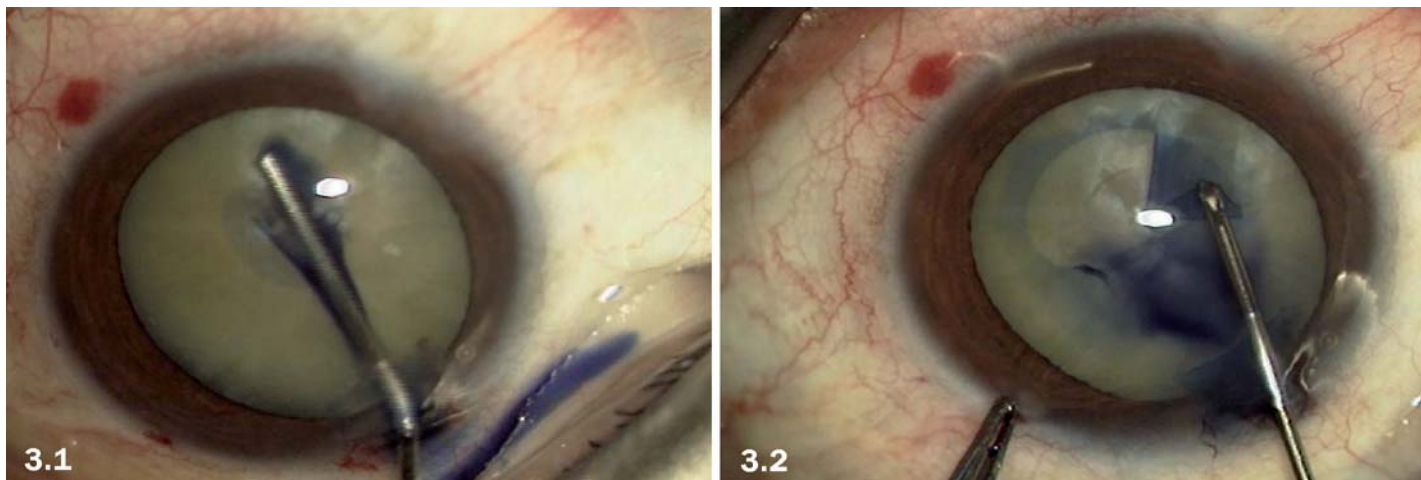


Fig. 3. The Ultimate Soft Shell Capsular Dye Technique (USSCDT) (técnica de tinción en escudo mejorada). Fig. 3.1. Uso de azul tripán en la técnica USSCDT. Tinción. Tras rellenar el 90% de la cámara anterior con un viscoadaptativo, se pinta la cápsula anterior con azul tripán por debajo del viscoelástico. Fig. 3.2. Uso de azul tripán en la técnica USSCDT. Capsulorrexis. La técnica USSCDT proporciona extrema visualización para la capsulorrexis en cataratas maduras.

práctica es posible utilizarla; de forma alternativa, puede transferirse el contenido de la jeringa a una jeringa de tuberculina.

3. Inyectar lentamente BSS® bajo el viscoadaptativo sobre la superficie capsular, manteniendo el extremo de la cánula de inyección cerca de la incisión, utilizando una jeringa de 10 cc y una cánula de palo de hockey de calibre 27 G, similar a la utilizada con Vision Blue«. Al efectuar la inyección de forma lenta, no se desplazará la masa viscoadaptativa circundante y se lavará el azul tripán excedente. A continuación, mover la cánula distalmente, a través de la cámara anterior, y aumentar de forma brusca la velocidad de la inyección a un «pulso», inyectando en una zona alejada de la incisión, con la apertura de la cánula colocada sobre la superficie cap-

sular, cerca del margen más alejado de la pupila, muy lejos de la incisión. De esta forma se obligará al viscoadaptativo a moverse arriba y abajo, en dirección a la incisión, con el objetivo de bloquear la incisión y presurizar el ojo. La Fig. 3.2. ilustra la capsulorrexis realizada a continuación y muestra la perspectiva de la cápsula visible que se produce como resultado, facilitando en gran medida la capsulorrexis.

Última técnica del escudo en el síndrome del iris flácido intraoperatorio

El síndrome del iris flácido intraoperatorio (IFIS) es un problema cada vez más habitual como consecuencia del uso de antagonistas α -A1 en la hipertrofia prostática benigna, de los cuales la tamsulosina parece ser el peor, aunque también puede darse con otros, así como con algunos fármacos psiquiátricos. Ya he descrito una técnica con viscoelástico para tratar el IFIS, que puede utilizarse por sí sola o combinándola con ganchos de iris o un anillo de Malyugin, dependiendo de la gravedad del caso¹⁴.

La técnica modificada del escudo por Ifis (SST-USST) se realiza como sigue (Fig. 4):

1. A fin de establecer por anticipado la gravedad prevista durante la cirugía, todos los pacientes que tomen tamsulosina deben someterse a un test de dilatación preoperatoria una semana antes de la cirugía: se les administran 2 gotas de tropicamida 1%, con una separación de 5 minutos, y 1 gota de fenilefrina 2,5%. Después de 20 minutos se miden las pupilas. Si las pupilas superan los 6,5 mm, sobre todo si el paciente tiene los ojos marrones, no cabe prever ninguna dificultad específica durante la cirugía. Durante la cirugía, se inyecta en cámara anterior 0,5 cm³ de fenilefrina intracameral (5 cm³

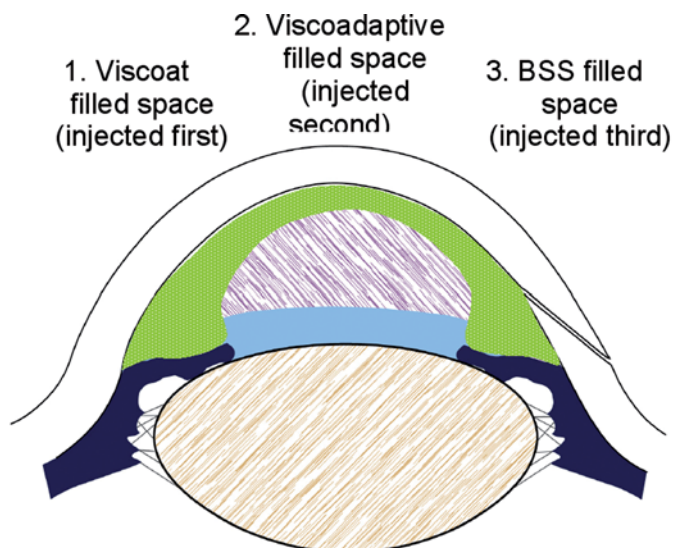


Fig. 4. Técnica SST-USST para el IFIS.

- de BSS® mezclados con 0,3 cm³ en total de una fenilefrina como mínimo al 10%, en una jeringa de 6 cm³, diluido hasta el 0,57%) después de la xilocaína intracameraral, por la paracentesis, y se espera un minuto antes de realizar la incisión principal y comenzar la cirugía. Aunque se utilice esta técnica, en general no se reduce el flujo. Si las pupilas son de aproximadamente 6 mm, surgirán algunas dificultades y debe utilizarse la técnica modificada del escudo de forma adicional a la fenilefrina intracameraral, con flujos reducidos. Si las pupilas son menores a 5,5 mm, y especialmente si el iris del paciente es azul, se utiliza la fenilefrina intracameraral y la técnica modificada del escudo con flujos de 15 cm³/m, y se añade un anillo de Malyugin.
2. Tras realizar una paracentesis de 1 mm con el bisturí de hoja de diamante Arshinoff para paracentesis (Diamond Surgical Products, Thornville, Ohio) y presurizar el ojo con lidocaína isotónica sin conservantes al 1%, se practica la incisión principal de faco en córnea clara con el bisturí de hoja de diamante con soporte blando Arshinoff de 2,7 mm (Diamond Surgical Products, EEUU), tratando de alargar el túnel de forma que la entrada interna corneal sea ligeramente central con respecto al margen pupilar. El ancho del bisturí es importante porque ambas incisiones deben ser intencionadamente estrechas para evitar pérdidas incisionales y prolapso del iris.
 3. A continuación se llena la cámara anterior hasta el 70% con Viscoat (Alcon Laboratories, EEUU), a través de la incisión de faco. Hecho esto, se inyecta Healon5 sobre la superficie anterior de la cápsula, en el centro de la cámara anterior, de forma que avance, empujando el Viscoat hacia arriba y hacia fuera, hasta que la pupila deje de dilatar. Es importante que la frontera entre el Healon 5 y el Viscoat se encuentre en el margen pupilar. Posteriormente, esta frontera hará las veces de límite de fractura y contribuirá a mantener el iris estable y la pupila dilatada durante toda la cirugía. En este punto, la cámara anterior debería estar llena en más del 90% con el viscoelástico y el ojo debería parecer ligeramente firme. Este paso constituye una variación de la técnica del escudo.
 4. A continuación se inyecta lentamente el BSS o la lidocaína o fenilefrina sin conservantes bajo la capa de Healon 5, sobre la superficie capsular, con la apertura de la cánula situada en el mismo centro de la cápsula anterior para elevar el colchón formado por el viscoelástico creado, según lo indicado anteriormente, alejándolo de la superficie del cristalino, así como para crear una bolsa de agua sobre la superficie lenticular, confinada a esta, sin que se vierta sobre la superficie del iris. Esto constituye una variación de la última técnica del escudo.
 5. En este punto se practica una capsulorrexia rutinaria utilizando una aguja curva, empezando en el centro de la lente y asegurándose de que el diámetro de la capsulorrexia sea en todo momento más pequeño que el diámetro de la pupila. De esta forma, posteriormente se confinará el flujo de fluido a una zona más pequeña que la pupila, evitando que la turbulencia afecte al iris y a la capa de Viscoat, lo que permitiría que la pupila se contraiga.
 6. A continuación se practica una hidrodisección con BSS® en una jeringa de 10 cm³ con una cánula de palo de hockey de calibre 27, utilizando pulsos cortos y reducidos. Siempre que los anteriores pasos y la colocación de la cánula se hayan efectuado de forma cuidadosa, el BSS® debería poder circular alrededor de la lente y fluir fuera del ojo, detrás del colchón de viscoelástico, sin alterarlo. En el supuesto de que, en este paso, se altere el colchón de viscoelástico y se pierda parte de él, antes de continuar deberá reinyectarse Healon 5 y, a continuación, BSS® debajo de éste.
 7. Los parámetros de la máquina Alcon Infiniti (u otra similar de carácter peristáltico) deben ajustarse como sigue: flujo ≤20 cm³/m, vacío ≤350 mm Hg, altura de la botella 75-80 cm sobre el ojo del paciente, modo de pulso variable lineal. El procedimiento debe realizarse haciendo uso de *Phaco Slice & Separate* u otra técnica similar de *chopping*, asegurándose de mantener la punta del faco en la capsulorrexia o por debajo de ésta, y confinando el flujo de fluido al saco capsular. Todo el trabajo debe realizarse dentro del saco capsular, tratando de utilizar el faco en las posiciones 1, 2 o 3 únicamente cuando éste esté en el saco y tan solo se trabaje sobre una parte del núcleo. Debe evitarse cualquier irrigación innecesaria de la cámara anterior.
- Si se siguen los pasos indicados anteriormente, prestando especial atención a la medición preoperatoria de las pupilas y la práctica de incisiones estrechas, las intervenciones con tamsulosina se convierten en procedimientos relativamente rutinarios.

CONCLUSIÓN

La cirugía moderna de las cataratas plantea retos asimismos modernos como consecuencia de los nuevos productos y métodos, así como del estatus médico del paciente y la toma de fármacos. Sin embargo, puede utilizarse la reología para crear cualquier entorno físico que podamos concebir, con la única limitación de nuestra imaginación. En realidad, la cirugía de cataratas no es más que una aplicación de la reología. Los únicos dos factores que diferencian la faceomuslificación de la reología son las modulaciones de potencia del faco y la manipulación de los parámetros de flujo (reología) en esta cirugía. Aunque todo el mundo coincide en que la reología es un ámbito de gran complejidad, si conseguimos comprender este campo y sus aplicaciones conseguiremos ser mucho mejores como cirujanos de cataratas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Balazs EA. Ultrapure hyaluronic acid and the use thereof. Patente estadounidense n° 4.141.973, 1973. 1979.
2. Arshinoff SA. Dispersive and cohesive viscoelastic materials in phacoemulsification. *Ophthalmic Pract* 1995; 13: 98-104.
3. Arshinoff SA. Dispersive-cohesive viscoelastic soft shell technique. *J Cataract Refract Surg* 1999; 25: 167-173.
4. Arshinoff SA. Comparative physical properties of ophthalmic viscoelastic materials. *Ophthalmic Practice* 1989; 7: 16-19, 36-37.
5. Arshinoff SA. Dispersive and cohesive viscoelastic materials in phacoemulsification. In: Solomon L, ed. *Ophthalmic Advisory Panel at the ASCRS, Boston 1994*. Montreal: Medicopea international; 1995: 28-40.
6. Arshinoff SA. Healon5 entering selected countries in Europe. *Ocular Surgery News, International Ed* 1998; 9: 9-12.
7. Arshinoff SA, Jafari Masoud. A new classification of Ophthalmic Viscoelastic Devices (OVDs). *J Cataract Refract Surg* 2005; 31: 2167-2171.
8. Arshinoff SA. Dispersive-cohesive viscoelastic soft shell technique. *J Cataract Refract Surg* 1999; 25: 167-173.
9. Arshinoff SA. Using BSS with viscoadaptives in the ultimate soft-shell technique. *J Cataract Refract Surg* 2002; 28: 1509-1514.
10. Arshinoff SA. FDA metaanalysis study of OVDs. Información registrada no publicada.
11. Arshinoff SA. Capsular dyes and the USST. *J Cataract Refract Surg* 2005; 31: 259-260.
12. Marques DM, Marques FF, Osher RH. Three-step technique for staining the anterior lens capsule with indocyanine green or trypan blue. *J Cataract Refract Surg* 2004; 30: 13-16.
13. Yetil H, Devranoglu K, Ozkan S. Determining the lowest trypan blue concentration that satisfactorily stains the anterior capsule. *J Cataract Refract Surg* 2002; 28: 988-991.
14. Arshinoff SA. Modified SST-USST for tamsulosin-associated intraocular floppy-iris syndrome. *J Cataract Refract Surg* 2006; 32: 559-561.
15. Arshinoff SA. Phaco slice and separate. *J Cataract Refract Surg* 1999; 25: 474-478.