

Facoemulsificación Usando el Modo Burst Doble Lineal con Micropulsos

JULIO FERNÁNDEZ MENDY

RESUMEN

OBJETIVO: Analizar el Modo Burst Doble Lineal utilizando diferentes técnicas de facoemulsificación: stop and chop y quick chop, con diversos seteos en la cirugía de diversos tipos de catarata.

MÉTODOS: Se estudiaron retrospectivamente 235 casos de cataratas operadas por el mismo cirujano con el modo Burst Doble Lineal del Millennium Microsurgical System. La edad media de los pacientes fue 72 años. La mediana de la dureza de los núcleos fue 2. Se dividieron las cataratas en blandas (0+ a 2+) y duras (3+ y 4+); 93 fueron operadas con una duración del burst de 80 ms y el poder en 50% o más (grupo A); 75 con 40 ms y poder en 40 % o menos (grupo B) y 67 con duración del Burst de 4 ms y el poder variable dependiendo de la dureza del núcleo entre 20 y 80% (Grupo C). Analizamos el tiempo de ultrasonido y el poder; la agudeza visual a las 48 hs, la frecuencia de complicaciones (ruptura capsular, edema corneal, pliegues en Descemet y células en cámara anterior).

RESULTADOS: El tiempo promedio de los 3 grupos tomados en su totalidad fue de $26,0 \pm 18,6$ y el poder $36,4\% \pm 9,03$; en el grupo A: 29,2 segundos con un poder de 43,2 %; en el B: 26,5 segundos con 31,7 % y en el grupo C 22,4 segundos con 34,2%. En núcleos blandos el tiempo fue de 14,3; 13,4 y 16,4; en los duros 39,0; 41,87 y 32,4 segundos respectivamente. La agudeza visual al segundo día fue de 0,74; 0,73 y 0,83. Durante la emulsificación del cristalino no se produjo ninguna ruptura de cápsula posterior.

CONCLUSIONES: El modo Burst Doble Lineal con micropulsos de 4 ms reduce el tiempo de ultrasonido a un nivel muy bajo, reduciendo las complicaciones y mejorando la AV inmediata. *OFTALMOL CLIN EXP 2007;3: 21-25*

PALABRAS CLAVES: facoemulsificación, burst, micropulse, pulse, dual linear, cirugía de catarata.

Phacoemulsification Using the Double-Lineal Burst Mode

ABSTRACT

PURPOSE: To evaluate the advantages of using Burst Dual-linear Mode of phacoemulsification in cataract surgery.

METHODS: We analyzed retrospectively 235 eyes operated on by one surgeon. Under topical anesthesia a clear corneal phacoemulsification procedures (Stop & Chop, or Quick Chop) were performed in all cases with the Burst Mode Dual Linear (Millenium Microsurgical System). In 93 eyes burst width was set at 80 ms and ultrasound (US) power at 40% or higher (group A); in 75 eyes: 40 ms and 40% or lower (group B), and in 67 eyes: 4 ms and US power depending on nuclear hardness (between 20% and 80%). Analyzed variable included: US time, best corrected visual acuity at day 2, and the incidence of complications (posterior capsule rupture, corneal edema, Descemet's membrane folds and cells in the anterior chamber).

RESULTS: The US time in all groups together was 26.2 ± 18.62 sec and US power 36.36 ± 9.03 ; In a group A 29.16 sec; US power 43.12 %; group B 26.47 sec at 31.74 % and grup C 22.41 sec, 34.21%. Soft nucleus US time was 14.29; 13.35 y 16.36; and in hard nucleus 39.0; 41.87 y 32.38 seconds, respectively. The median visual acuity at day 2 was 0.74; 0.73 and 0.83 respectively. No complications were observed.

CONCLUSIONS: In this preliminary study, the Burst Mode Dual Linear Mode with 4 ms micro pulse seems to decrease the US time at a very low level, reducing complications and improving the results in BCVA in the short term. *OFTALMOL CLIN EXP 2007;3: 21-25*

KEY WORDS: cataract surgery, phacoemulsification, Burst Mode Dual Linear Mode

La facoemulsificación con ultrasonido continúa siendo, en la actualidad, el método de elección en la cirugía de cataratas.¹ Aunque han habido muchos progresos tecnológicos en cuanto a la emisión y liberación del ultrasonido (US) su utilización durante la facoemulsificación puede producir algunas complicaciones corneales. Estas son fundamentalmente la disminución de células endoteliales y las quemaduras en la

incisión,²⁻⁴ que si bien son hoy mucho menos frecuentes, continúan produciéndose cuando el ultrasonido no es aplicado adecuadamente.

La emulsificación de los fragmentos nucleares se logra mediante la aplicación del ultrasonido, básicamente de dos formas: continua en el modo continuo, o discontinua en el modo pulsátil y el modo *burst*. En el primero, el cirujano debe mantener el pedal en la posición 2 para tomar las masas nucleares del cristalino y

Recibido 5/01/08
Aceptado 31/01/08
Dr. Julio Fernandez Mendy
Instituto de la Visión
Marcelo T. de Alvear 2261
Ciudad de Buenos Aires
jofemendy@gmail.com

una vez que se ocluye la punta del faco, se aplica la energía ultrasónica continuamente, mientras el pedal se encuentra en la posición 3, emulsificando de esta manera los fragmentos en contacto con la punta del tip. En el modo pulsátil, mientras el cirujano presiona en la posición 3 se alternan una fase de facoemulsificación (*On Time*) con otra de sólo irrigación y aspiración (*Off Time*). Tanto el *On Time*, como el *Off Time*, son de igual duración de tiempo para cada frecuencia preseleccionada. El poder del ultrasonido se incrementa en forma lineal según la posición del pedal en la posición 3, desde el mínimo, cuando está “entrando” en posición 3, hasta lograr el máximo del poder preseleccionado al “fondo” de la posición 3.

El modo *burst* es un sistema de emisión del US en el que se pueden modular los ciclos de actividad con gran versatilidad. El cirujano puede variar tanto el *On Time* como el *Off Time*. Todos los *bursts* (es decir, períodos *On Time*) tendrán las mismas características en cuanto a poder y duración seteadas en el panel de la máquina por el cirujano. La duración de cada *burst* (*burst width*) puede variar entre 4 y 600 ms en el Millennium Microsurgical System (MMS) (Bausch & Lomb). En cuanto al ciclo de reposo (*Off Time*) puede ser modificado con el pedal por el cirujano. A medida que se presiona el pedal en posición 3, el *Off Time* varía de 1,2 segundos en el Millennium Microsurgical System (MMS) y 2,5 segundos en el Alcon Legacy Series 20000 (ALS) (Alcon, TX, EEUU) al inicio, hasta desaparecer al final de la posición 3, donde desaparece por completo el *Off Time* entregando el US sin interrupciones, como en el modo continuo.

En el Modo Burst Doble Lineal del Millennium Microsurgical System (Bausch & Lomb), el US puede ser entregado en modo *burst* como explicamos anteriormente, preseleccionando un *burst width* de 4 a 600ms, según la elección del cirujano, pero la posición 3 se logra moviendo el pedal lateralmente hacia la derecha, en cualquier altura de la posición de aspiración (2) en que se encuentre. Quiere decir que no se necesita llegar al fondo de la posición 2 para pasar a la 3; en cualquier nivel de la posición 2 se puede tener ultrasonido. Esta variante brinda una combinación de vacíos y US muy versátil.

El objetivo de este trabajo fue analizar las ventajas del modo *burst*, comparándolo con los modos lineales, evaluando los beneficios reales, las complicaciones y las desventajas en los diferentes pasos del procedimiento, tratando de obtener ventajas de los avances tecnológicos de los equipos utilizados en la actualidad.

Pacientes y Métodos

Se revisaron de manera retrospectiva los protocolos quirúrgicos de pacientes operados de catarata mediante fa-

coemulsificación por córnea clara y con anestesia tópica. Se estudiaron retrospectivamente 235 casos de cataratas operadas por el mismo cirujano con el modo *Burst Doble Lineal*. La edad media de los pacientes fue 72 años; 134 fueron mujeres y 101 hombres. La dureza del núcleo fue clasificada entre 1 y 4+ de acuerdo con su color, excluimos los núcleos de dureza 0, que se operaron con faco aspiración.⁵ La mediana de la dureza de los núcleos fue de 2.

Se analizaron estadísticamente los siguientes datos: dureza del núcleo, modo de US utilizado en la emulsificación, tiempo de US utilizado, agudeza visual con corrección a las 48 hs, incidencia de tyndall en cámara anterior, pliegues en la membrana de Descemet, edema de córnea y ruptura de la cápsula posterior del cristalino.

Los casos agrupados con MMS se dividieron en tres grupos: A, 93 casos con modo *burst* utilizando un preajuste del *burst width* en 80 ms (el mínimo disponible en esta máquina en ese momento) y el poder de US en 50% o mayor; B, 75 ojos con *burst width* de 40 ms y poder 40 % o menor, y C: 67 ojos utilizando un *burst width* de 4 ms y poder variable según la dureza del núcleo. Los resultados fueron comparados con 84 casos divididos en dos grupos de *burst lineal*: A: 47 con un preajuste de 100ms y B: 37 con *burst* preajustado en 50 ms; ambos con 50% de poder.

Técnica quirúrgica

La facoemulsificación se realizó con los equipos Millennium Microsurgical System (Bausch & Lomb) y Alcon Legacy Series 20000 (Alcon, TX, EEUU). La técnica de facoemulsificación fue *Stop & Chop* o *Quick Chop*,⁶ utilizando siempre modo Burst en todos los pasos quirúrgicos, con variantes según la dureza del núcleo. Para la aspiración de los cuadrantes, se seteo el Millennium en Modo Burst Doble Lineal, el poder de US en 40% o más, 325 mmHg de vacío y un *burst width* en 80 ms en el grupo A. 40% o menos de poder, 325 mmHg de vacío, y 40 ms de *burst width* en el grupo B y de 4 ms de *burst width*, 325 mmHg de vacío y poder variable de acuerdo a la dureza del cristalino en el grupo C.

En el Legacy se seteo en modo *burst lineal*, con el poder de US en 40%, el *flow rate* en 40 cc/min, el vacío en 400 mmHg y el *burst width* en 100 ms en el grupo A y 50 ms en el B. Luego de la aspiración de masas corticales con técnica bimanual, se implantó un lente intraocular plegable en todos los casos. Los datos fueron analizados con el programa Excel 2003 (Microsoft, Seattle, U.S.A). Se consideró una diferencia significativa para un valor de $P < 0.05$.

Resultados

El tiempo de ultrasonido utilizado en el grupo doble

lineal fue de $26,02 \pm 16,62$ segundos; $29,16 \pm 18,70$ segundos en el grupo A; $26,47 \pm 18,19$ segundos en el B, y $22,41 \pm 11,71$ segundos en el C. En el grupo lineal, fue de 43,4 segundos; 47 segundos en el grupo A y 38 segundos en el B. En cuanto al poder del US utilizado en el grupo Doble Lineal fue de $36,36 \pm 7,12\%$; $43,12 \pm 18,70\%$ en el grupo A; $31,74 \pm 9,23\%$ en el B y $34,21 \pm 8,09\%$ en el C. En el grupo Lineal del Legacy el poder es presentado en forma diferente y fue de 9,8 en el grupo A y 9,63 en el B.

No hubo diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la dureza nuclear entre los diferentes subgrupos (Fig. 1). En los núcleos blandos (+ y ++) el tiempo de US en el grupo Doble Lineal fue $14,64 \pm 8,64$ segundos en el grupo A; $13,35 \pm 9,33$ en el B y en el C $16,36 \pm 7,18$. En los núcleos duros (+++ y ++++): $39,0 \pm 10,93$ en el grupo A; $41,87 \pm 23,84$ en el B. y $32,38 \pm 12,56$ en el C. En el grupo Lineal el tiempo fue de 58 ± 23 segundos en el grupo A y de 51 ± 24 segundos en el B.

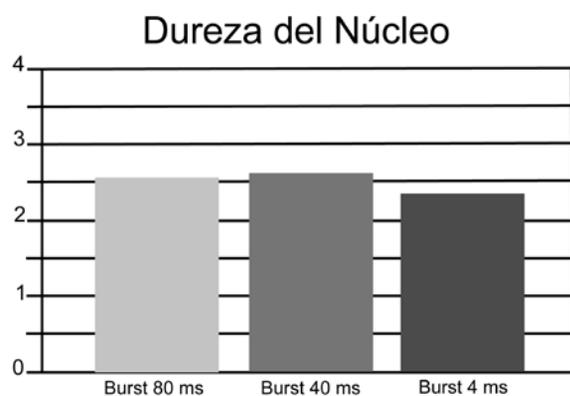


Figura 1: Dureza del núcleo en los tres grupos.

La agudeza visual en el grupo Doble Lineal al segundo día fue de $0,78 \pm 0,21$ en el grupo A, $0,74 \pm 0,23$ en el B y $0,83 \pm 0,19$ en el C. En el grupo lineal la AV fue de $0,69 \pm 0,13$ en el grupo A y de $0,71 \pm 0,21$ en el B. Dentro del grupo Lineal no se observaron diferencias estadísticamente significativas. Las diferencias entre estos grupos fué estadísticamente significativa entre el grupo C y A del doble lineal en el tiempo ($P=0,045$) y en el poder entre grupos A y C ($P<0,001$) y entre los grupos A y B ($P<0,001$). También fue significativa la diferencia de AV entre grupos B y C ($P=0,036$).

Cuando analizamos las diferencias estadísticas en la agudeza visual a las 48 hs. entre los grupos doble lineal y lineal, observamos diferencias significativas entre los grupos Doble Lineal C y Lineal A ($P<0,001$) y B ($P=0,014$) y también entre los grupos Doble Lineal A y Lineal A ($P=0,013$).

Discusión

El efecto térmico durante la facoemulsificación depende de muchos parámetros del ultrasonido.⁷⁻¹¹ Muchos trabajos concluyen que el poder más alto, el modo continuo de emisión del US y durante la oclusión, se genera más calor. Por otro lado el efecto térmico es menor con poderes más bajos, modos discontinuos y dentro de éstos es menor con el modo *burst* y aun menor utilizando *burst width* mas breves. Utilizando el MMS, que opera con una frecuencia menor del US: 28.5 Hz, se produce menos calor ya que el calor generado depende directamente de la frecuencia operada.⁹ Es por ello que se debe lograr la mayor eficacia en el uso del US, fundamentalmente al operar cataratas maduras o hiper maduras.

Habitualmente, la emulsificación de los fragmentos nucleares se realiza mediante el modo continuo o diferentes modos discontinuos (el pulsátil y el burst). En el primero, el cirujano debe mantener el pedal en la posición 2 para tomar los cuadrantes y una vez que el mismo ocluye la punta de faco se procede a la emulsificación del mismo llevando el pedal a la posición 3, repitiendo el procedimiento cuando se desocluye la punta. En el modo pulsátil, cuando el cirujano presiona la posición 3 se alternan una fase de facoemulsificación con otra de sólo irrigación y aspiración de igual duración de tiempo.

Chakrabarti y col, mediante el uso del modo pulsátil reportan un tiempo de US promedio de 3,05 minutos en la facoemulsificación de cataratas hiper maduras.¹² Utilizando el modo *burst*, obtuvimos una significativa reducción en el tiempo de US al operar cataratas con núcleos 1+ y 2+, mientras que redujimos tanto el tiempo como el poder utilizado en cataratas de 3+ y 4+. Llamativamente, para emulsificar núcleos de distintas durezas en el modo *burst* no se encontraron diferencias significativas en los valores de US utilizados.

La punta de la pieza de mano del Legacy vibra a una frecuencia de 40.000 ciclos por segundo. En el modo continuo la punta vibra sin interrupciones.¹³ En el Millennium la frecuencia de la vibración de la punta de la pieza de mano es 28.500 ciclos por segundo.

La energía total de US entregada en el ojo es la suma de dos factores: la potencia o poder y el tiempo de aplicación. Sin embargo, la energía de US se puede dosificar en pulsos, alternándose un período de entrega de US (*On time*, OnT) con un tiempo de reposo, donde sólo se produce la irrigación y la aspiración (*Off time*, OffT). Se denomina ciclo de actividad (CA) a la relación existente entre el OnT y la suma entre el OnT y el OffT ($CA = OnT/(OnT+OffT)$). En el modo pulsátil se dosifica la energía a intervalos regulares, siendo el tiempo de actividad de US igual al de reposo (Fig. 2). De esta forma, el ciclo de actividad es de 50%.¹³ Por ejemplo, al setear 4 pulsos/segundo se obten-

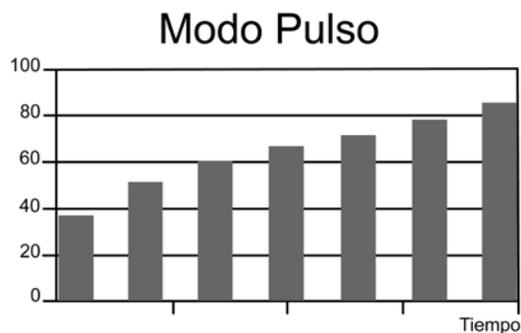


Figura 2: Modo pulsátil seteado con una frecuencia de 4 pulsos/seg. y P de US del 80%. Se observa cómo cada pulso de US (columnas grises) dura la misma cantidad de tiempo (125 ms) que el período I/A que lo separa del siguiente, y cómo el poder de US depende del trayecto en la posición 3 en la que se encuentra el pedal.

drán dos ciclos compuestos por 125 ms de US y 125 ms de reposo. A su vez el poder de US de cada pulso es manejado por el cirujano desde el pedal en posición 3. Al comienzo de la misma, el poder es cero, mientras que al final la potencia de US será igual al máximo que el cirujano seteo en el panel (Fig. 3).

El modo *burst* es un sistema de US en el que se pueden modular los ciclos de actividad. En el mismo, el cirujano puede variar tanto el OnT como el OffT. Todos los Burst de US (es decir, períodos OnT) tendrán las mismas características en cuanto a poder y duración, y serán seteadas en el panel del equipo por el cirujano. La duración de cada *burst* (*burst width*) puede variar entre 30 y 500 ms en el Alcon Legacy y entre 4 y 300 ms en el Millennium. En cuanto al ciclo de reposo (OffT) el cirujano puede modificar la duración del mismo a medida que presiona el pedal de la máquina en la posición 3. Al inicio de la posición 3, el OffT dura 2,5 segundos, mientras que al final de la misma desaparece por completo. De esta forma, el US es entregado sin interrupciones como en el modo continuo (Fig. 3).

La eficacia del modo *burst* se basa en que al modular el ciclo de actividad permite el uso de menor cantidad de energía ultrasónica y el mejor aprovechamiento de la *fluidica* del equipo. Esto se debe a que durante el OffT se construye un vacío tal que atrae y sostiene firmemente en la boca de la punta el pedazo nuclear que se desea emulsificar. Luego en el OnT se libera un "golpe" de energía ultrasónica con alta potencia (la que el cirujano setea en el aparato) que emulsifica con facilidad el pedazo nuclear. Este mecanismo de oclusión con alto vacío y "golpe" de US también es muy útil para empalar los pedazos nucleares, fundamentalmente en cataratas duras. En la actualidad existen dos modos *burst*, el modo fijo en donde se producen emisiones de US de 4 a 600 ms, y el modo de *múltiples burst*, en donde se pueden fijar la duración del on y off time.

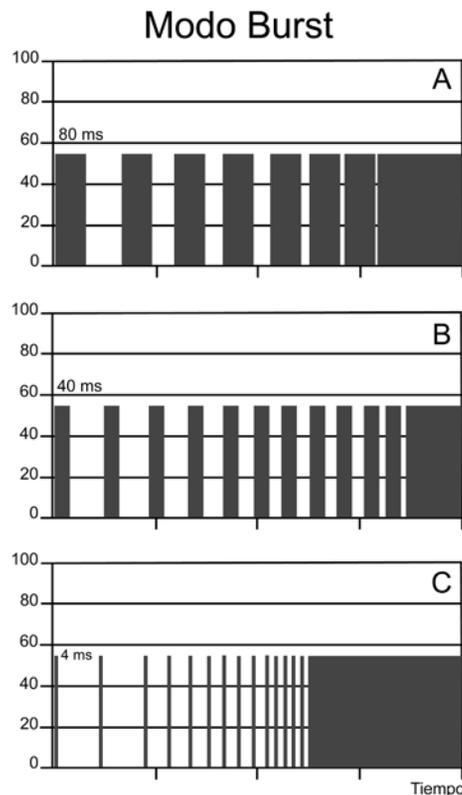


Figura 3: A, Modo Burst (A), P de US al 60% y burst width de 80 ms. Se observa como el OffT disminuye a medida que se presiona el pedal en la posición 3, desde 2,5" al inicio de la misma hasta desaparecer al final de la posición 3, donde el US se emite en forma continua. Se observa que el P de US y el burst width son iguales en todos los Burst de US. B, Modo Burst, P de US al 50% y burst width de 40 ms. Se observa como el OffT disminuye a medida que se presiona el pedal en la posición 3, desde 2,5" al inicio de la misma hasta desaparecer al final de la posición 3, donde el US se emite en forma continua. Se observa que el P de US y el burst width son iguales en todos los Burst de US. C, Modo Burst, P de US en este caso al 50% y burst width de 4 ms. Se observa como el OffT disminuye a medida que se presiona el pedal en la posición 3, desde 2,5" al inicio de la misma hasta desaparecer al final de la posición 3, donde el US se emite en forma continua. Se observa que el P de US y el burst width son iguales en todos los Burst de US.

Los equipos MMS y AL utilizan una bomba venturi no peristáltica, generando vacío sin oclusión, facilitando la velocidad de aspiración, de acuerdo a la decisión del cirujano.

En el modo Burst Doble línea, se puede trabajar la aspiración y el US de manera separada, es decir línea la aspiración y línea el US (en modo continuo, pulsátil, o burst). En este modo cuando el pedal se oprime en posición 2 la aspiración aumenta linealmente, pero a diferencia del modo convencional, donde a continuación del final de la aspiración viene la posición 3, en el doble línea el US se logra girando el pedal a la derecha en el plano horizontal donde estemos, es decir en el nivel de vacío que queramos, no es necesario llegar al máximo preseteado para recién comenzar a tener US. Se puede hacer US con poco vacío,

medio o el máximo, pero no es necesario tener que llegar al máximo para comenzar con US. También es menos peligroso, pues si necesitamos sólo vacío, podemos presionar el pedal a fondo sin el riesgo de que aparezca el US, ya que este se libera girando a la derecha el pedal.

En un trabajo previo,¹⁴ se ha mostrado la eficiencia del modo Burst, permitiendo emulsificar núcleos de cualquier grado de dureza con los mismos bajos niveles de T y P de US.⁹ En cambio, utilizando el modo pulsátil la energía de US utilizada para emulsificar los núcleos duros es mayor que en los núcleos blandos. Esto explicaría la disminución del edema corneal en las cataratas duras operadas con modo *burst*. Con el doble lineal se produce una reducción del tiempo de US al mismo nivel del micro burst (50ms) (Fernandez Mendy J; Badoza D. Facoemulsificación con modo Micro Burst. Presentado en el Congreso Argentino de Oftalmología. Rosario, 2003) y se reduce el número de bursts necesarios en cada procedimiento. Esto es probablemente una consecuencia del mejor aprovechamiento de la fluídica. La posibilidad que brinda el doble lineal en controlar, más precisamente la aspiración, es que al disponer separados el vacío y el ultrasonido, podemos armonizar bajos vacíos con alto ultrasonido y viceversa. En esta serie no se produjeron rupturas de la cápsula posterior en los casos de doble lineal, y se obtuvieron mejores agudezas visuales a las 48 horas, reduciendo aún más, los tiempos de ultrasonido. En conclusión, el modo Burst Doble Lineal con micropulsos armoniza la fluídica con la potencia de US, dando como resultado una emulsificación más eficiente, liberando menos energía ultrasónica en el ojo, y mayor

versatilidad en la combinación vacío-energía ultrasónica. Esto permitiría reducir la pérdida de células endoteliales y el riesgo de quemadura de la incisión.

Bibliografía

1. Leaming DV. Practice styles and preferences of ASCRS members--2000 survey. American Society of Cataract and Refractive Surgery. J Cataract Refract Surg 2001;27:948-55.
2. Polack FM, Sugar A. The phacoemulsification procedure. II. Corneal endothelial changes. Invest Ophthalmol Vis Sci 1976;15:458-69.
3. Sugar A, Schertzer RM. Clinical course of phacoemulsification wound burns. J Cataract Refract Surg 1999;25:688-92.
4. Wong T, Hingorani M, Lee V. Phacoemulsification time and power requirements in phaco chop and divide and conquer nucleofractis techniques. J Cataract Refract Surg 2000;26:1374-8.
5. Emery JM, Little JH. Phacoemulsification and aspiration of cataracts. Surgical technique, complications and results. Chapter 6. CV Mosby, St. Louis, 1979:45-49.
6. Koch PS, Katzen LE. Stop and chop phacoemulsification. J Cataract Refract Surg 1994;20:566-70.
7. 8. 9.5 10.5 Tsuneoka, H. Feasibility of ultrasound cataract surgery with a 1.4 mm incision. J cataract Refract Surg 2001;27:934-40.
11. Mackool R. Preventing incision burn during phacoemulsification surgery. J Cataract Refract Surg. 1994;20:367-8.
12. Braga-Mele, Rosa, Eugene Liu. Feasibility of sleeveless bimanual phacoemulsification with Millennium microsurgical system. J Cataract Refract Surg 2003;29:2199-2203.
13. Socia W, Howard JG, Olson R. Bimanual phacoemulsification through 2 stab insisions; a wound temperature study. J Cataract Refract Surg 2002;20:4-16.
14. Bissen-Miyajima H. et al. Thermal effect on corneal incision with different phacoemulsification ultrasonic tips. J Cataract Refract Surg 1999;25:60-4.
15. Chakrabarti A, Singh S, Krishnadas R. Phacoemulsification in eyes with white cataract. J Cataract Refract Surg 2000;26:1041-7.
16. Seibel BS. Phacodinamics. Mastering the tools and techniques of Phacoemulsification Surgery. Slack, incorporated, Teorofare, NJ. 2005:124.
17. Badoza, D; Fernandez Mendy, J; Ganly, M. Phacoemulsification using the burst mode. J Cataract Refract Surg. 2003 29;1101-5.

