

DERLEMELER

Fakoemulsifikasyon Cerrahisinde Ultrason Gücünün Kullanım Modaliteleri

Süleyman Kaynak (*), Lider Çelik (**), Gül Arıkan (***), Nilüfer Koçak (***), Aylin Yaman (***), Necdet Cinhüseyinoğlu (****)

ÖZET

Katarakt cerrahisinde, ultrason gücünün nukleus fragmantasyonu için kullanılabileceği Kelman tarafından 70'li yıllarda oftalmoloji dünyasına tanıtıldıktan sonra fakoemulsifikasyon yöntemi giderek daha yaygın kullanım alanı bulmuş ve bugün standart teknik halini almıştır. Teknolojik gelişmeler eşliğinde, cihaz çeşitliliği artmış ve ultrason gücünün oküler dokulara aktarımı için farklı modaliteler gündeme gelmiştir. Bu yazıda, son yıllarda fakoemulsifikasyon cihazlarında gelişen teknolojileri ve değişik ultrason modalitelerini irdelemeye çalıştık.

Anahtar Kelimeler: Fakoemulsifikasyon, lineer fako, pulse fako, burst fako, microburst fako, soğuk fako

SUMMARY

Ultrasonic Power Delivery Modalities During Phacoemulsification Surgery

After introduction of the ultrasonic power for the removal of cataractous crystalline lens into the ophthalmic surgery by Kelman during 70's, phacoemulsification gained wide acceptance and has been the standart technic of today. The diversity of phaco machines increased with technical improvements and various methods of ultrasound delivery modalities were introduced. In this review, we tried to discuss the latest innovations in phaco machines and backgrounds of the various ultrasound delivery systems.

Key Words: Phacoemulsification, linear phaco, pulse phaco, burst phaco, microburst phaco, cold phaco

FAKOEMÜLSİFİKASYON İŞLEMİNDE TEMEL FİZİKSEL BİLGİLER

Fakoemulsifikasyon ile katarakt cerrahisinde kullanılan yöntem, özel piezoelektrik kristallerin yardımı ile oluşturulan ultrason gücünün, fako ucunda meydana ge-

tirdiği osilatuar hareketler sayesinde, nukleusun parçalanması ve aspire edilmesidir (1-3).

Piezoelektrik kristaller, eksternal mekanik stres uygulanması ile voltaj oluşturabilen maddelerdir. "Piezin" Eski Yunan dilinde sıkıştırmak/sıkmak anlamındadır.

(*) Prof. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi Göz Hastalıkları A.D., İzmir

(**) Op. Dr., Retina Göz Merkezi, İzmir

(***) Op. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi Göz Hastalıkları A.D., İzmir

(****) Op. Dr., SSK Okmeydanı Eğitim Hastanesi, Göz Kliniği, İstanbul

Yazarların adı geçen tıbbi cihaz ve malzemeler ile ticari bir ilişkisi yoktur. Kamu veya özel sektöre ait maddi destek kullanılmamıştır.

Yazışma adresi: Op. Dr. Lider Çelik, Retina Göz Merkezi, 1488 Sk. No: 3, 35220 Alsancak-İzmir E-posta: lidercelik@retina-gm.com

*Mecmuaya Geliş Tarihi: 02.11.2004
Düzeltilmeden Geliş Tarihi: 08.02.2005
Kabul Tarihi: 14.07.2005*

Fakoemulsifikasyon elciğinde ise bu piezoelektrik kristallerden geçirilen belirli voltajdaki elektrik akımı, ters piezoelektrik etki ile ultrasonik frekansta mekanik vibrasyona dönüştürülmektedir. Bu şekilde üretilen ultrasonik güç, fako ucuna iletilerek osilasyonlar elde edilmektedir.

Ultrasonik frekansta vibrasyonu sağlanan fako ucu ile elde edilen güç, ön kamarada nükleusu parçalamak için kullanılır. Nükleusun parçalanabilmesini sağlayan bu güç birkaç farklı etki ile çalışır. Bunlardan ilki "jack-hammer" etkisi olarak adlandırılan ve çekiç darbelerinin etkisine benzer şekilde nükleusu kıran mekanik etkidir.

Oluşturulan ultrason gücünün, mekanik etkisi dışında bir de akustik etkisi vardır. Akustik etki iki şekilde kendini gösterir. Oluşturduğu kavitasyon etkisi ile nükleus materyalinin parçalanmasına yardımcı olur. Akustik kavitasyonun bazal stabil komponenti herhangi bir yıkım etkisi yaratmaz, kendi içinde küçük amplitüdü titreşimler gösterir. Nükleus parçalanmasının asıl kaynağı geçici (transient) akustik kavitasyondur ki büyük amplitüdü bir kavitasyonel genişleme ile basınç etkisi göstererek doku yıkımına-emulsifikasyonuna sebep olur. (Şekil 1a).

Akustik etkinin diğer komponenti ise türbülans etkisidir ve nükleus parçalanması açısından hiçbir işe yaramaz ancak dokulara hasarı açısından da önemsizdir.

Fako sistemlerinde ameliyat esnasında belirli süreler boyunca kullanılan ultrason gücünü ortaya çıkardığı enerjinin tamamı istenen etki olan nükleus parçalanması için kullanılamamaktadır. Hiç istenmeyen bir yan ürün olarak sürtünme sebebiyle ısı enerjisi ortaya çıkar ve fako ucu ile birlikte oküler dokuların ısınmasına ve hasar görmesine neden olur (4,5). (Şekil 1b)

Konu fiziksel kavram ve formüller ile irdelendiğinde şu konuların açıklığa kavuşturulması doğru olacaktır.

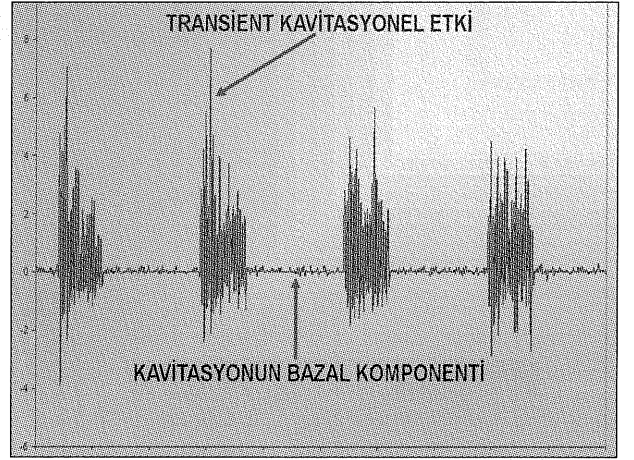
1. Güç: Ultrasonik güç - Power (P)
2. Zaman: Ultrason kullanma süresi - Time (t)
3. Enerji: Fakoemulsifikasyon için harcanan enerji - Energy (E)

Burada belirli bir zaman süreci içinde kullanılan güç ile ortaya çıkan enerji söz konusudur ve bu enerji bir işin yapılması için harcanacaktır. Enerji, harcanan güç ile kullanılan sürenin çarpımına eşittir. Yani:

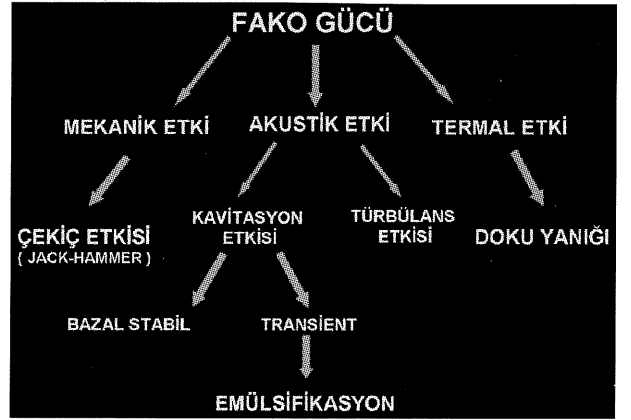
$$E = P \times t$$

Burada, mümkün olan en kısa zamanda, en çok kavitasyon enerjisi ile kısa sürede en sert nükleusu parçalama hedeflenirken, ısıya dönüşüm sürecinin de en aza indirilmesi gerekmektedir. İlk seçenek, enerjinin isten-

Şekil 1a. Ultrason gücünün oluşturduğu akustik etkinin kavitasyonel komponenti



Şekil 1b. Fakoemulsifikasyon sırasında ultrason gücünün dönüştüğü enerji formları



meyen formlara dönüşmesini önleyip amaca yönelik olarak daha etkin kullanılmasını sağlamaktır. Böylece, daha az güç ile daha kısa sürede daha az enerjiyi kaybederek toplam enerjinin olabildiğince yüksek kesimini, asıl amaç olan parçalama etkisini yaratmakta kullanmak mümkün olacaktır. Elbette henüz bunu yeterince başarmış değiliz.

Isı enerjisinin doku üzerindeki zararını azaltmanın yollarından birisi de ısının, dokulara yansımalarını azaltacak yollar bulunmasıdır. Bu iki şekilde sağlanmaya çalışılmıştır. Birincisi, fako ucunun çevresine silikon bir kılıf geçirilmesidir. Böylece, kılıfın içinden ön kameraya geçen sıvının, ısınmakta olan fako ucunun soğumasına katkısı olur. Ayrıca silikon kılıfın kendisi de fako ucu ile doku arasında bir bariyer olarak ısının dokuya yansımalarını azaltmaktadır. Bu noktada, aspirasyon yolu olarak kullanılmakta olan fako ucunun iç lümeninden içeri alınan sıvının da ucun soğumasında önemli payı vardır.

Örneğin sert nukleus tıkaçlarının, yetersiz fako gücü kullanılarak yenmeye çalışılması sırasında, aspirasyonun tıkanmaya bağlı olarak durması, fako yanıklarının önemli nedenlerinden birisidir. Bu nedendir ki, fako yanıklarının önlenmesinde özellikle aspirasyon akımının kesilmesine yol açacak lens tıkaçlarının oluşmasını önlemek için, yanık yapacak kadar ısı üretmeden, sert tıkaçları emülsifiye etme çabası ile değişik fako modaliteleri yaratılmaya çalışılmıştır.

FAKOEMÜLSİFİKASYONDA ÇEŞİTLİ GÜÇ AKTARIM MODALİTELERİ:

Fako uygulamasında, ortaya çıkan bu iki temel enerjiden, kavitasyonel enerjiyi, lensin emülsifiye edilmesi yönünde artırmak, buna karşılık da, termal enerjiyi, yanık yapmamak için olabildiğince düşürmek en az yan etkili cerrahiye ortaya çıkaracaktır. Bu enerji dengesini yaratmaya çalışırken değişik fako modelleri ortaya çıkmıştır. Bir yandan da, fako ucunda oluşan sıcaklık değerlerinin, yanık oluşturma değerlerinin oldukça altına indiği görülmüştür. Bu nedenle, kılıfın fako ucundan yayılan ısı enerjisini, dokuya yansıtması gibi gereklilik ortadan kalkmış, kılıf içinden yani fako ucunun çevresinden ön kameraya girmekte olan ve böylece fako ucunun soğumasına katkıda bulunan koaksiyel sıvı akımına da "soğutma" açısından gerek kalmamıştır. Bunun anlamı, kılıfsız cerrahiye geçiş demektir ki bu aynı zamanda, kesilerin küçültülmesini sağlayan bir süreçtir. Böylece mikroinsizyonel cerrahi- Micro-Incisional Cataract Surgery (MICS)- (6) diye tanımlanan evreye geçilmiştir.

Kesinin küçültülmesindeki temel amaç, cerrahi astigmatizmanın azaltılması ve hatta tam olarak ortadan kaldırılmasıdır (7-13). Bu, görme kalitesinin esasını oluşturan unsurlardan birisi olarak her geçen gün daha da önem kazanmaktadır. Bu anlamda zaten katarakt cerrahisi korneal mimariyi olabildiğince koruyarak, bir anlamda refraksiyon cerrahisine dönüşmüş görünmektedir. Kesinin küçük olması tünel insizyon yaratılması ile birlikte, ameliyat sırasında derin ve stabil bir ön kamera sağlanması, yara iyileşmesinin daha kısa sürede tamamlanması, enfeksiyon riskinin azalması gibi avantajlar sağlamaktadır (14-16).

Fako güç yoğunluğu, bir cerrahi süresi içinde, nukleusu parçalayıp emülsifiye etmek için gereken fako güç toplamı olarak tanımlanabilir. Fakoda güç yoğunluğunu belirleyen üç önemli faktör vardır. Bunlardan iki tanesi, fako güç yüksekliği ve diğeri de fako güç süresidir. Üçüncü faktör, fako uygulamasındaki yazılım çeşitlemeleridir. Bu son faktör, özel olarak bazı firmaların ürettiği

spesifik fako uygulama çeşitlemeleri olduğu için, burada sadece ilk iki faktör ele alınacaktır. Bu iki faktörün bir arada ele alınması ile sonuçta toplam fako enerjisinin ifadesi olarak, optimal bir fako güç yoğunluğu ortaya konmaya çalışılmaktadır.

Fako gücünün kullanımı ile ilgili modeller 5 kısımda ele alınabilir:

1. Lineer fako modeli.
2. Pulse fako modeli
3. Burst fako modeli
4. Soğuk fako modeli
5. Mikroburst modeli

LİNEER FAKO MODALİTESİ

Lineer fako modeli, aslında temel fako uygulamasında en sık kullanılan modeldir. Burada, pedalın basısı arttıkça, fako gücü lineer olarak artmaktadır ve bu zamanın bir fonksiyonu olarak düşünülebilir. (Şekil 2a)

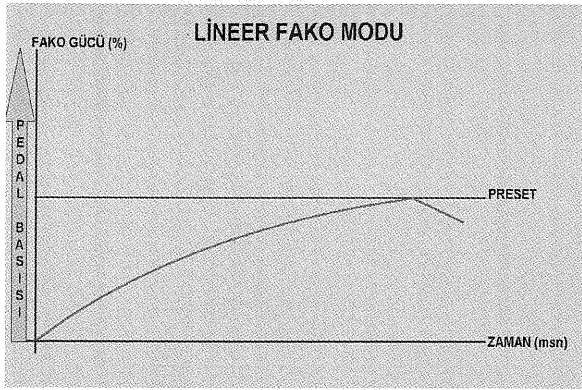
Bu uygulamada, özellikle sert kataraktlarda, yüksek fako gücü gerektiğinde, ucun soğumasına zaman kalması ve bu sırada korneal yanık veya endotel kaybı vb. korneal komplikasyonlar ortaya çıkabilir. Lineer fako modelinde, ortaya çıkan iş ve ona paralel olarak dönüşümle ortaya çıkan ısının, kornea dokusuna ve diğer çevre dokulara zarar vermeyecek düzeyde kalması için, fako gücü çok yükseltilmemeli, ayrıca, toplam fako güç yoğunluğu da olabildiğince düşük tutulmalıdır. Ancak sert bir nukleusta, düşük fako gücü ile uzun süre ya da yüksek fako gücü ile daha kısa süre uygulama gerekecek ancak bunların çarpımı olarak ortaya çıkan toplam enerji miktarı aynı olduğu için yanık olma olasılığı hep mevcut olacaktır. Bu nedenle özellikle sert nukleuslarda lineer fako çok kullanışlı görünmemektedir.

PULSE FAKO MODALİTESİ

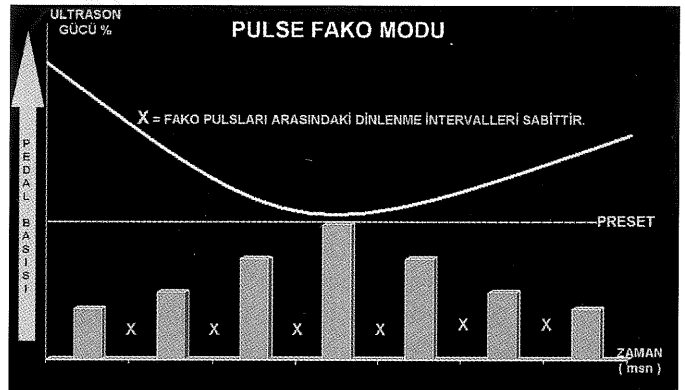
Burada fako gücü sürekli kullanılmamakta, belli aralıklar ile susmaktadır. Fako atakları arasındaki suskun dönemlerin süresi cihaz üzerinden preset edilmektedir. Bu zaman dilimi, bundan böyle tüm işlem boyunca sabit kalmakta ve fako atakları arasında sabit bir soğuma süresi yaratmaktadır. (Şekil 2b)

Lineer fako modelinde fako 1 dakika çalıştı ise etkin fako süresi gerçekten 1 dakikadır. Fakat pulse fakoda kullanım, örneğin süre açısından %50 atak-%50 dinlenme şeklinde olduğunda, pedalın basılı olduğu süre örneğin 1 dakika ise, etkin fako süresi aslında 30 saniye-

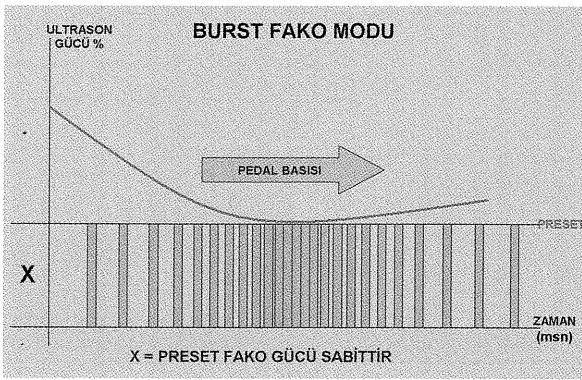
Şekil 2a, b, c, d. Farklı fako modlarında pedal basısı ile fako gücü, zaman ve ortaya çıkan enerji ilişkisi, e. Whitestar (r) kalıpları



A



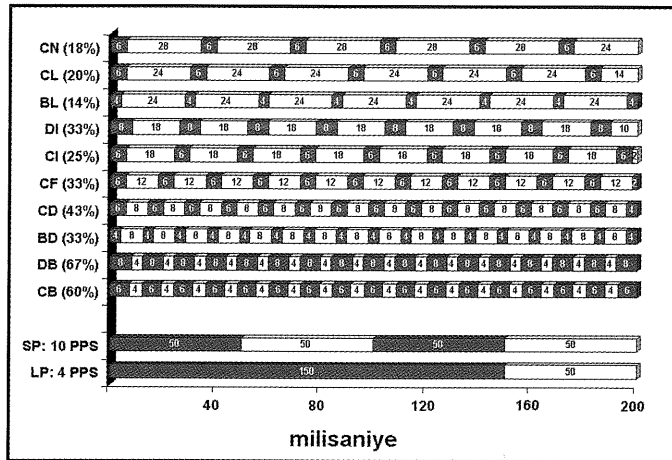
B



C



D



E

dir. Sonuçta da, fako gücü x zaman faktörü dikkate alındığında etkin fako yoğunluğu, aynı şartlardaki lineer fako modeline göre %50 azaltılmış olmaktadır.

Pulse fako modelinde, pedalın basısı ile bu ara süreler değişmemektedir. Bu ara suskunluk süresi baştan

preset edilerek sabitlenir. Pedal, pulse fako ataklarının gücünü planlamaktadır. Maksimum bir preset değeri, fako atakları için konmaktadır. Pedal en sona kadar basıldığında bu preset değerine ulaşan seri fako atakları ortaya çıkmaktadır.

Dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, preset değerlerinin uyumlu olmasıdır. Yani, fako pulse preset değeri ne kadar yüksek planlanır ise, aradaki suskun dönemlerin de o denli uzatılmasında yarar vardır. Zira uç ısınması, aradaki dinlenme sürelerinde tam bir soğumaya dönüşmemekte, bir sonraki pulse atağında ortaya çıkan yeni termal etki ile sıcaklık düzeyi biraz daha artmaktadır.

Pulse fako modelindeki sorun, yine sert nükleuslarla ilgili olarak ortaya çıkar. Özellikle fako ucuna emilmiş sert bir parçanın yenmesi sürecinde, preset fako değerimiz yeterli gelemedi ise, toplam etkin fako süresini uzatacak şekilde tıkanmış uç ile çalışma olasılığı doğabilir. Yetersiz soğumada en önemli etken ise, fako ucunun içinden aspirasyon ile geçmekte olan sıvının soğutucu etkisinin, tıkanma nedeni ile kaybolmasıdır. Bir kere ısınmaya başlayan ucun, müteakip dinlenme sürelerinde yetersiz soğuması ve sonraki fako atağı sırasında olması gerekenden daha fazla ısınması sorunun kaynağıdır.

BURST FAKO MODALİTESİ

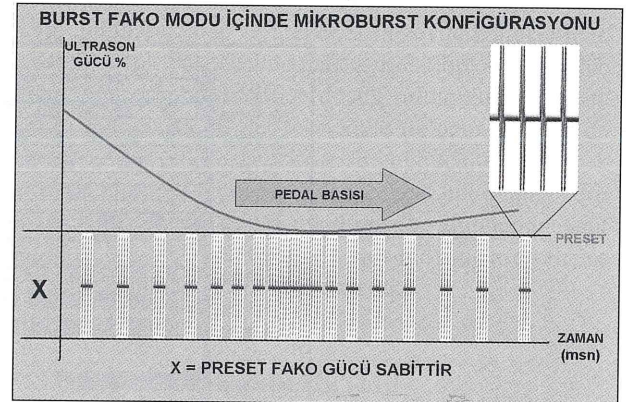
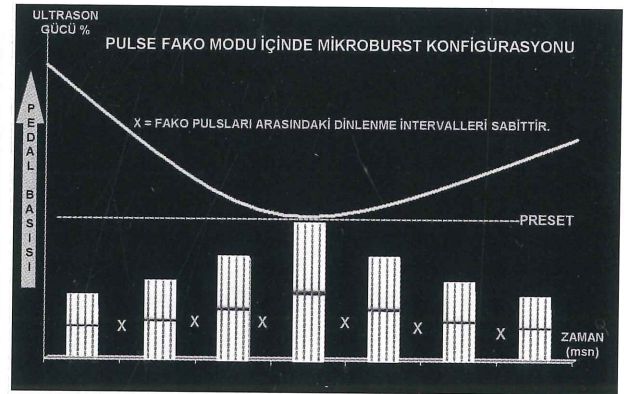
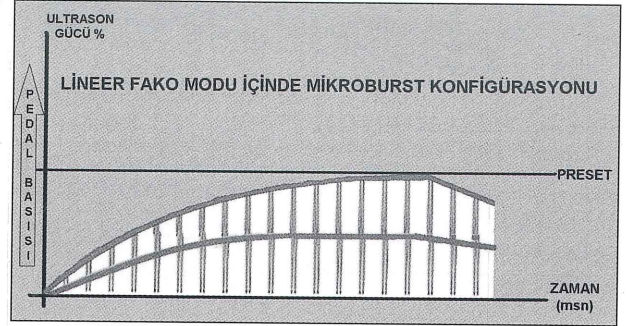
Burst modelinde, arada zaman dilimleri bırakılarak yapılan fako güç atakları düzenlenmiştir. Ancak preset edilerek sabit tutulan değer, fako gücünün miktarıdır. Yani pedala dokunulduğunda, önceden tespit edilmiş olan bu fako gücü, belli bir zaman dilimi içinde fako ucunda "tam preset değerinde başlayıp bitecek şekilde" açığa çıkmaktadır. Bu belli süre ve belli (preset edilmiş) fako atağına "burst" denmektedir. Ayak pedalı ile bu gücün miktarı kontrol edilemez, burst atakları arasında kalan zaman dilimleri kontrol edilir. (Şekil 2c) Ayak pedalına basıldıkça, fako atakları arasındaki zaman dilimi geometrik olarak kısalmakta ve sonunda fako atakları süreklilik kazanmaktadır. Yani pedalın son evresinde fako modeli lineer model ile benzeşmektedir.

Burst modeldeki en önemli sorun, çok sert nükleusların yenmesinde pedalin sürekli basılı tutularak, dinlenme dilimlerinin yok edilmesi ve sonuçta basılı pedalda, lineer fako modeline dönüşmesi riskidir. Bu burst modelindeki en önemli yanık vb. doku hasarı nedeni olarak düşünülebilir.

SOĞUK FAKO MODALİTESİ

Burada, pulse modelindeki gibi, fako atakları arasındaki zaman dilimleri sabit tutulmuştur. Burst modeldeki gibi de, fako gücünün düzeyi sabit tutulmuştur. Böylece ortaya çıkan iş ya da enerjinin kaynağı olan çarpanlar sabitlendiği için, sonuçta doğan ısı da önceden yaklaşık olarak hesaplanarak, yanık eşiğinin altında tutulmaya çalışılmıştır.

Şekil 3a, b, c. Linear, pulse ve burst modları içine Whitestar (r) mikrobust kalıplarının yerleştirilmesi ile elde edilen pedal basısı, fako gücü ve ortaya çıkan enerji ilişkileri



Örnek vermek gerekirse, Oertli Catarhex'te®, %40 fako gücünün kullanıldığı sabit atakların etkin olduğu süre ile dinlenme süresi arasında 1/9'luk bir oran kurulduğunda, toplam fako yoğunluğundan kaynaklanan ısı, yanık eşiğinin altında kalmaktadır. Bu nedenle yapılmış olan programda, soğuk fako modeline geçildiğinde 1/9'luk çalışma dilimleri oluşmakta ve böylece kılıfsız olarak çalışma olanağı yaratacak yanık eşiği altında bir ısı oluşumu ile hiç değilse çok sert olmayan kataraktlar

parçalanabilmektedir. Burada verdiğimiz örnek aslında bu işlem için basit bir örnektir ama soğuk fako kavramının nasıl oluşup geliştirildiğine de iyi ve anlaşılabilir bir örnektir. (Şekil 2d)

MİKROBURST FAKO MODALİTESİ

Isınma sürecinin daha da azaltılması amacı ile mikroburst denilen model düşünülmüş ve bu şekilde daha kısa zamanda daha çok sert nukleus parçasının eritilebilirliği sağlanmaya çalışılmıştır. Buradaki özellik her burst atağının içinde daha kısa zamanlı ama sık fako atakları şeklinde "mikroburst" atakları bulunmasıdır. Bu nedenle daha yüksek bir preset değeri kullanılarak, daha kısa zamanda daha çok enerji kullanımı mümkün olmaktadır. Zira her ana burst atağı içindeki mikroburst atakları arasında, küçük dinlenme anları vardır ve bu ana burst atağı sürecindeki toplam ısı dönüşümünü azaltmaktadır. Ayrıca olağan burst modelinde olduğu gibi burada da ana burst paketleri arasında büyük soğuma aralıkları yer almaktadır.

Soğuk fako modelinin bu esasa dayalı özelliklerinin hareketle, Whitestar® modelleri geliştirilmiştir (17). Whitestar® aslında, bir soğuk fako programlar paketidir ve şu anda AMO firmasının Sovereign® adlı cihazı, bu software için adeta hardware ya da işlemci gibi kullanılmaktadır. Cihaza spesifik bir fako model paketi olmasına rağmen içerdiği değişik soğuk fako alternatifleri ile Whitestar®, bir markadan çok soğuk fako için kullanılan alternatif isimlerden birisi olarak yer etmiştir.

Whitestar® kalıpları, kısa ve uzun pulse mode diye tanımlanan temel iki format içine konarak şekillendirilebilir. Bu pulse formatların içine Whitestar® kalıplarından herhangi bir tanesi yerleştirilebilir. (Şekil 2e)

Ayrıca, diğer standart modalitelerin , yani lineer ve pulse modların içine de Whitestar® kalıpları yerleştirilerek kullanılabilir. Bu mikroburst paketlerin ısınma sürecinde sağladıkları avantaj ise fako ucunun fazla ısınmadan dinlenme perioduna geçme esasına dayanmaktadır. (Şekil 3a, b ve c)

YORUM

Efektif bir fako modeli olarak, pulse ve burst fako modellerindeki aralıklı soğutma fikri üzerinden yola çıkılmış ve ortaya çıkan ısı miktarı yani "iş" in, yanık yapmayacak ölçeklerde belli bir sınırdan tutulması hesaplanmıştır.

Sonuç olarak, dokulara başta termal zararlar olmak üzere diğer mekanik zararların azaltılması amacıyla orta-

ya konan değişik fako modelleri, dokuya yansıyan ısının azaltılmasını sağlamak sureti ile kılıfsız uygulamalara ve dolayısı ile daha küçük kesilerden cerrahi yapılmasına yani MICS' in ortaya çıkmasına yol açmıştır. Uygun intraoküler lens üretimini sağlayan teknolojik gelişmeler, yakın gelecekte katarakt cerrahisinin çok daha konforlu ve daha kapalı bir cerrahi şekline dönüşmesine yol açacaktır.

KAYNAKLAR

1. Fishkind WJ, Neuhann TF, Steinert RF: The Phaco Machine: The Physical Principles Guiding Its Operation. In: Steinert RF, editor. Cataract Surgery. 2nd Ed. Philadelphia: Saunders; 2004. Chapter 7; pp. 61-77.
2. Fishkind WJ: The Phaco machine: How It Acts And Reacts. In Agarwal S, Agarwal A, Agarwal A, editors. Phacoemulsification. 3rd Edition. New Delhi: Jaypee; 2004. Chapter 8; pp. 87-98.
3. Buratto L: The Physical Principles of Phacoemulsification. In Buratto L, editor. Phacoemulsification : Principles and Technics. Thorofare: Slack; 1998. Chapter 2; pp.21-32.
4. Beesley RD, Olson RJ, Brady SE: The effect of prolonged phacoemulsification time on the corneal endothelium. Ann Ophthalmol 1986;18:216-9, 222.
5. Cunha-Vaz JG, Travassos A: Breakdown of the blood retinal barriers and cystoid macular edema. Surv Ophthalmol 1984;28:485-92.
6. Tsuneoka H: MICS with Ultrasounds. Fundamentals and Basic Experimental Studies. In Alio JL, Prats JLR, Galal A, editors. MICS- Microincisional Cataract Surgery. Panama: Highlights of Ophthalmology; 2004. Chapter 2; pp.5-11.
7. El-Maghraby A, Anwar M, el Sayyad F et al: Effect of incision size on early postoperative visual rehabilitation after cataract surgery and intraocular lens implantation. J Cataract Refract Surg 1993;19:494-8.
8. Koch DD, Lindstrom RL: Controlling astigmatism in cataract surgery. Semin Ophthalmol 1992;7:224-33.
9. Kohnen T, Dick B, Jakobi KW: Comparison of the induced astigmatism after temporal clear corneal tunnel incisions of different sizes. J Cataract Refract Surg 1995;21:417-24.
10. Levy JH, Pisaccano AM, Chadwick K: Astigmatic changes after cataract surgery with 5.1 and 3.5 mm sutureless incisions. J Cataract Refract Surg 1994;20:630-3.
11. Martin RG, SandersDR, Miller JD, et al: Effect of cataract wound incision size on acute changes in corneal topography. J Cataract Refract Surg 1993; 19(Suppl): 170-7.
12. Neumann AC, McCarty GR, SandersDR, Raanan MG: Small incisions to control astigmatism during cataract surgery. J Cataract Refract Surg 1989;15:78-84.

13. Steinert RF, Brint SF, White SM, Fine IH: Astigmatism after small incision cataract surgery: a prospective, randomized, multicenter comparison of 4- and 6.5 mm incisions. *Ophthalmology* 1991;98:417-24. [published erratum in *Ophthalmology* 1997;104:1370]
14. Ernest PH: Cataract incision architecture. *Int Ophthalmol Clin* 1994;34:31-57.
15. Fine IH: Architecture and construction of a self-sealing incision for cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 1991;17:672-6.
16. Koch PS: Structural analysis of cataract incision construction. *J Cataract Refract Surg* 1991;17(Suppl):661-7.
17. Fine IH, Packer M, Hoffman RS: New phacoemulsification technologies. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:1054-60.