

DERLEME

REVIEW

Vitrektomi Cihazlarında Fakofragmatomlar ve Entegre Fakoemülsifikasyon Özellikleri

Phacophragmatomes and Integrated Phacoemulsification Features in Vitrectomy Devices

¹ Esin Tunca KIRIKKAYA / ORCID No: 0000-0003-1004-9492

¹ Doçent Doktor, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, İzmir Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Hastalıkları Kliniği, Türkiye

Geliş Tarihi/Received: 23/06/2023 **Kabul Tarihi/Accepted:** 31/08/2023 **DOI:** 10.37783/CRJ-0418

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: 2040/4 Sok No:7 Daire:67 Mavişehir/Karşıyaka/İzmir/Turkey

Tel./Phone: +90 (532) 395 7240, **E-posta/E-mail:** kesintunca@yahoo.com

ÖZ

Lens fragmanlarının vitreus boşluğuna posterior dislokasyonu, katarakt cerrahisinin nadir görülen bir komplikasyonudur. Bu komplikasyonun bir sonucu olarak kalıcı göz içi enflamasyon, sekonder glokom, kornea ödemi, kistoid maküler ödem ve retina dekolmanı gibi görmeyi tehdit eden sekeller ortaya çıkabilir. Bu nedenle, disloke lens parçalarının çıkarılmasında komplikasyon riskini azaltmak için intraoperatif ve postoperatif mantıklı yönetimler kullanılmalıdır. Pars plana vitrektomi (PPV) ile disloke nükleustan vitreus yapışıklıklarının serbestleştirilmesi, ardından fakofragmatom veya vitrektomi probu kullanılarak disloke lens parçalarının çıkarılması en etkili çözümdür. Bu durum genellikle ön ve arka segment cerrahilerinin iş birliğini gerektirir.

Anahtar kelimeler: fakofragmatom, katarakt cerrahisi, pars plana vitrektomi, posterior dislokasyon.

Abstract

Posterior dislocation of lens fragments into the vitreous cavity is a rare complication of cataract surgery. As a result of this complication, vision-threatening sequelae such as permanent intraocular inflammation, secondary glaucoma, corneal edema, cystoid macular edema, and retinal detachment may occur. Therefore, judicious intraoperative and postoperative management should be used to reduce the risk of complications in the removal of dislocated lens fragments. Release of vitreous adhesions from the dislocated nucleus with pars plana vitrectomy (PPV), followed by removal of dislocated lens fragments using a phacophragmatome or vitrectomy probe is the most effective solution. This usually requires the cooperation of anterior and posterior segment surgeons.

Key words: phacophragmatome, cataract surgery pars plana vitrectomy, posterior dislocation.

Giriş

Fakoemülsifikasyon ve göz içi lens implantasyonu, katarakt ekstraksiyonu için en sık uygulanan cerrahi prosedürdür. Lens parçalarının vitreusa posterior dislokasyonu, katarakt cerrahisinin nadir, ancak potansiyel olarak görmeyi tehdit eden bir komplikasyonudur.

Yüksek riskli olgular arasında ileri yaş, korneal opasite, zayıf pupil dilatasyonu, katarakta rubra, hipermatür katarakt, fakodonezis, lens dislokasyonu, travmatik katarakt, psödoeksfolyasyon sendromu, arka polar katarakt, artmış aksiyel uzunluk, floppy iris sendromu ve vitrektomize gözler yer almak-

tadır. Marfan sendromu, homosistinüri ve Weill-Marchesani sendromu gibi sistemik hastalıkları olan hastalarda ve belirgin anormallik olmayan gözlerde de kristalin lens dislokasyonu görülebilir. Daha az cerrahi deneyimi olan cerrahların ellerinde intraoperatif lens luksasyonu riski yüksektir. Böyle olgular tecrübeli ön segment cerrahları tarafından veya vitreoretinal cerrah varlığında opere edilmelidirler.¹⁻⁵

Vitreusa disloke lens fragmanları, yüksek göz içi basıncı (GİB), üveit, regmatojen retina dekolmanı (RRD) ve diğer sekeller nedeniyle kötü görsel sonuca neden olabilir.⁶⁻¹⁰ Nükleus dislokasyonu insidansı %0,3 ile %1,1 arasında değişmektedir.^{4,11} Küçük lens parçalarına genellikle konservatif yaklaşırlar. Daha büyük parçalar ise, cerrahi olarak çıkarılmayı

gerektirir.¹²⁻¹³ Pars plana vitrektomi (PPV) ile disloke nükleus vitreus yapışıklıklarının serbestleştirilmesi, ardından fakofragmatom veya vitrektomi probu kullanılarak disloke lens parçalarının çıkarılması en etkili çözümdür.¹⁴ Genellikle, lens fragmanı disloke olan gözlerin çoğunda vitrektomiden sonra görsel sonuç iyidir.^{6,15}

Bununla birlikte, posteriora disloke lens fragmanı olan hastalarda, vitreus traksiyonuna neden olan lens fragmanlarını almak için girişimlerde bulunulduğu zaman, kötü sonuca yol açan bazı komplikasyonların meydana geldiği de saptanmıştır.^{7,12} Önceki raporlara göre vitrektomi öncesinde, vitrektomi esnasında ve vitrektomi sonrasında kümülatif retina dekolmanı oranı %15,6'dır.¹⁵⁻¹⁶ Vilar ve arkadaşları, çalışmalarında eşlik eden retina dekolmanı oranını %17,5 olarak bildirmiştir.¹⁴

Lensin çıkarılması; (1) lensin ön kamaraya disloke olması ile beraber GİB yükselmesi varsa (2) lens opasitesi görme-yi azaltıyorsa (3) lense bağlı üveit veya glokom mevcut ise, (4) vitröz kavitede tam lens luksasyonu varsa (5) lens eksenî pupil alanının dışında olduğu için azalmış görme keskinliği refraksiyonla düzeltileniyor ise endikedir.^{5,8}

Disloke bir lensi çıkarmak için çeşitli cerrahi teknikler uygulanmıştır. Modern kapalı vitreus cerrahisi, ciddi postoperatif komplikasyonlara yol açan intrakapsüler veya ekstrakapsüler tekniklerle karşılaştırıldığında, daha az komplikasyona yol açar ve daha olumlu bir görsel sonuç sağlar. Vitrektomi ve perflorokarbon sıvısının (PFKS) kullanımı ile vitreusa disloke lens veya lens parçalarının ekstraksiyonu sağlanır. Ultrason fakofragmentasyonu veya bir vitreus kesici/vakum tip kullanılarak, bimanuel kırma tekniği ile intravitreal olarak disloke bir lens daha küçük bir kesiden çıkarılabilir ve operasyon daha hızlı yara iyileşmesi ve daha az postoperatif astigmatizma ile sonuçlanır. Disloke sert bir nükleusun intravitreal olarak US ile parçalanması ve aspirasyonu, vitreus kesici/vakum tip kullanılarak çıkarılmasından daha etkilidir.¹⁷⁻²⁴

Rover, vitröz kavitede fakoemülsifikasyon için özel bir US tipi kullandığını bildirmiştir. Standart katarakt cerrahisinde yaygın olarak kullanılan bir fakoemülsifikasyon aspirasyon cihazının vitreusa disloke bir kristalin lensi emülsifiye etmek için kullanıldığı bir tekniği açıklamıştır.²⁴

Vitreusa disloke, geleneksel vitreus kesici ile çıkarılamayacak kadar büyük veya çok yoğun olan bir nükleusun yönetimi, bir arka segment fakoemülsifikasyon enstrümanı kullanımı (örn. Fragmatom; Alcon, Inc., Fort Worth TX) veya fakoemülsifikasyon handpiece kullanımı için 20 gauge sklerotomi açılmasını gerektirir.²⁵⁻²⁶ Fragmatom, longitudinal fakoemülsifikasyon (40 kHz) aracılığıyla ultrasonik enerji sağlar. Genellikle, fragmatomun verimli kullanımı, her ileri harekette çekirdeğin tipten uza-

ğa itilmesine neden olan bir itme etkisi üreten bu longitudinal hareketle sınırlıdır. Bu, türbülansa ve küçük lens parçacıklarının dağılmasına neden olur. Buna karşılık, ön segment cerrahileri için OZil (Alcon Laboratories, Fort Worth, TX) adı verilen, torsiyonel fakoemülsifikasyon platformunu da içeren daha gelişmiş ve etkili fakoemülsifikasyon teknolojisi mevcuttur. OZil handpiece, Infinity fakoemülsifikasyon cihazı (Alcon Labs) ile kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Geleneksel longitudinal fakoemülsifikasyona ek olarak, OZil handpiece, lens materyalini "tıraş eden" burulma salınımları (32 kHz) yoluyla enerji sağlar ve bu da daha verimli fakoemülsifikasyonla sonuçlanır.²⁷⁻³² OZil handpiece ile arka segmentte fakoemülsifikasyon yakın zamanda yeni bir cerrahi teknik olarak tanımlandı.³³

I. Ön Segment Cerrahi için Dikkat Edilmesi Gerekenler

Arka kapsül rüptürü (AKR) ve/veya zonülopatinin erken tanınması katarakt cerrahi için kritik öneme sahiptir. Bu, kapsüller yırtığın daha fazla yayılmasını, vitre prolapsusunu ve lens parçalarının arka kutuba migrasyonunu önleyebilir. AKR'nin belirtileri arasında anlık pupiller dilatasyon veya daralma, ön kamaranın anlı derinleşmesi, fakoemülsifikasyon iğnesi ile lentiküler fragmanların tutulmasında zorluğa yol açabilen ön kamarada değişen akım ve nükleer fragmanların fakoemülsifikasyon iğnesinden uzağa migrasyonu yer alabilir.^{12,33,34}

AKR fark edildikten sonra, ön segment cerrahi fakoemülsifikasyon probunu ana kornea insizyonundan refleksi olarak geri çekmemelidir. Bunun yerine, vitre prolapsusuna neden olabilecek ani basınç ve hacim değişikliklerinden kaçınmak için irrigasyon veya şişe yüksekliği düşürülmelidir. İkinci alet parasentez kesisinden çekilmeli ve bir viskoelastik ajan, tercihen bir dispersif viskoelastik, AKR alanında viteusu kaplamak ve tamponlamak için enjekte edilmelidir. Viskoelastik bir tamponad olmadan, fakoemülsifikasyon probunun çıkarılması, vitreoretinal traksiyon riskini artırarak vitreus ön doğru daha fazla yer değiştirmesine ve hatta vitreus inkarserasyonuna neden olabilir. Vitreusa yeterli tamponad sağlandıktan sonra fakoemülsifikasyon probu geri çekilebilir ve durum daha kapsamlı bir şekilde değerlendirilebilir.³⁴⁻³⁵

Lens parçalarının geriye doğru yer değiştirmedeği ve vitreus ön kamaraya prolapsusu olmayan bir AKR durumunda, kalan nükleer parçalar fakoemülsifikasyonla ya da ana kesi genişletilerek manuel olarak dikkatli bir şekilde çıkarılabilir. Cerrah vitreusa traksiyon uygulamamaya dikkat etmelidir.

Ön kamarada vitreus görülürse, rezidüel lens materyali çıkarılmadan önce ön vitrektomi yapılmalıdır. Vitreusun görünürlüğüne yardımcı olması için triamsinolon asetonid gibi

bir vital boya ile boyanması yararlıdır. Aşağı doğru yönlendirilmiş bir infüzyon, lens parçalarını vitröz kaviteye daha fazla itebilir. Fakoemülsifikasyon tipi ile vitreusun aspirasyonu, vitreusun sürüklenmesine ve/veya vitreus tabanında traksiyona neden olarak retina yırtılması veya ayrılması riskini arttırabileceğinden, yeterli vitreus tamponadı sağlanmadan veya öne göç etmiş vitreus temizlenmeden fakoemülsifikasyona devam edilmesi tehlikeli olabilir.³⁶

Büyük nükleer fragmanlar çıkarıldıktan sonra, ön kamara yı stabilize etmek için ana kesi sütüre edilerek kapatılmaktadır. Daha sonra dispersif bir viskoelastik diğer parçaların posteriora migrasyonunu önlemek ve daha küçük nükleer ve epinükleer parçaları ön kamara açısına doğru hareket ettirmek için enjekte edilebilir. Bimanuel anterior vitrektomi, ya iki ayrı limbal insizyon yoluyla veya bir anterior infüzyon ve içinden vitrektörün yerleştirilebileceği pars planadan bir port ile gerçekleştirilebilir. Vitrektörün pars planada (limbusun 3,5 ile 4,5 mm arkası) port içine yerleştirilmesinin, vitreusun hacminin küçültülmesine yardımcı olduğu ve özellikle posterior basıncın arttığı gözlerde vitreusun öne doğru migrasyonunu sınırlandırabilen ön-arka basınç ilişkisini koruduğu düşünülmektedir. Ayrıca vitreusa daha iyi erişim sağladığı ve daha eksiksiz bir şekilde vitrektomi yapıldığı düşünülmüştür. Ön vitrektomi yapılırken tüm rezidüel vitreusun uzaklaştırılması ve herhangi bir vitreus traksiyonunun ortadan kaldırılması için düşük şişe yüksekliği, düşük vakum hızı ve yüksek kesme hızları kullanılmalıdır. Vitreusu boyamak ve ön segmentte ve korneal kesilerde vitreus olup olmadığından emin olmak için koruyucu içermeyen triamsinolon asetonid kullanılabilir.³³

Ön kamara prolabe vitreustan temizlendikten sonra, arka kapsülün önünde kalan nükleer veya epinükleer parçalar çıkarılabilir. Fragmanların arkasına dispersif viskoelastik enjeksiyonu ile fragmanlar iris düzlemine getirilebilir. Yumuşak lens materyali ve kalan kortikal materyal, vitrektör aspirasyon modundayken çıkarılabilir. Daha büyük nükleer parçalarını güvenli bir şekilde çıkarmak ve ön kamara hacmi ve basınç dalgalanmalarını önlemek için düşük aspirasyon ve irrigasyon hızları, düşük şişe yükseklikleri, düşük vakum ve kısa burst ultrason gücü kullanılır ve fakoemülsifikasyon ile çıkarılabilir. Fakoemülsifikasyon için çok büyük ya da çok yoğun olan nükleer parçalar, korneal kesi genişletilerek axtakapsüller olarak çıkarılabilir.³⁴

Tüm lens fragmanları iris düzleminin üzerinde veya hizasında olduğunda, lens fragmanlarının daha fazla arkaya migrasyonunu ve vitreusun öne migrasyonunu önlemek için bir Sheet glide yerleştirilebilir. Kumar ve arkadaşları tarafından açıklanan IOL iskele tekniği; AKR sonrasında, IOL'nin nükleer parçalar ile vitreus boşluğu arasında bir bariyer görevi görmesi ve lens parçalarının arkaya migrasyonunu önlemesi için de kullanılabilir.³⁷

Bu teknikte, üç parçalı katlanabilir IOL nükleer parçaların altına enjekte edilir. Öndeki haptik iris, arkadaki haptik ise kesi bölgesine yerleştirilir; optik, pupiller bölgeyi bloke edecek şekilde konumlandırılır. Lens materyalinin çıkarılması tamamlandıktan sonra, göz içi lens (GİL) siliyer sulkusa yerleştirilir.³⁷ GİL sulkusa yerleştirildikten sonra, göz bebeğini küçültmek ve parasentez kesisi veya ana kesiden gözbebeğine uzanan vitreus fibrilleri olmadığından emin olmak için bir miyotik ajan kullanılmalıdır.

Nükleer fragmanların kısmen ön vitreusa disloke olduğu durumlarda posterior yardımcı levitasyon (PYL) tekniği uygulanabilir. PYL tekniği, başlangıçta tanımlandığı gibi, bir pars plana sklerotomi içinden bir siklodiyaliz spatülünün yerleştirilmesini ve nükleer fragmanları ön kamaraya kaldırma girişimlerini içerir. Bu teknik daha sonra modifiye edilmiş ve lens parçalarını arka kapsülün üstünden ön kamara doğru kaldırmak için pars plana sklerotomi içinden dispersif bir viskoelastik enjekte edilmiştir.

Lens parçalarını ön kamaraya daha da yükseltmek için kanülle ek manipülasyon kullanılabilir. Lens materyali daha sonra fakoemülsifikasyon probu ile emülsifiye edilir veya büyütülmüş bir kornea kesisi yoluyla manuel olarak çıkarılır. Havaya kaldırılan lens parçalarının arkaya migrasyonunu önlemesi ve mekanik bir bariyer görevi görmesi için genellikle pupiller bölge üzerine bir Sheet glide yerleştirilebilir.³⁶ Nükleusu çıkarmak için önerilen diğer teknikler, bir Vectis halkası³³ ve bimanual çubuk tekniğidir. Kornea insizyonu yoluyla biri kornea insizyonundan, diğeri pars planadan olmak üzere iki sinskey kancası kullanarak disloke nükleusu çıkarmak veya arkaya doğru disloke nükleusun öne doğru irrigasyonunu sağlamak mümkündür.³⁸⁻³⁹

Bununla birlikte, bu ön segment yaklaşımlarının tümü, periferik küçük retina yırtıklarına yol açan vitreoretinal traksiyon, dev retina yırtıkları veya retina dekolmanları, suprakoroidal kanama ve ayrıca iris veya kornea hasarı gibi ciddi komplikasyonlarla ilişkilendirilmiştir.^{33,36}

II. Arka Segment Cerrahi için Dikkat Edilmesi Gerekenler

Lens materyali posterior vitreusa veya retinaya düştüğünde, nükleer ve/veya kortikal materyal ön segment cerrahi tarafından güvenli bir şekilde alınamadığında sıklıkla vitreoretinal cerrahi gerekir.⁴⁰ Disloke lens materyalinin tipini ve miktarını değerlendirmek önemlidir. Nükleus gözde iyi tolere edilemez; bununla birlikte epinükleus ve kortikal materyal daha iyi tolere edilir.²⁵ 2 mm'den küçük lens fragmanları sıklıkla topikal, subtenon veya oral kortikosteroidlerle birlikte göz içi basıncı düşürücü damlalar dahil olmak üzere tıbbi te-

davi ile çözülebilir. Bununla birlikte, sekonder fakoantijenik üveit, glokom veya kornea dekompanseasyonunu saptamak için hastanın yakından izlenmesi gerekir; bu da uygun cerrahi müdahaleyi gerektirir.⁴¹⁻⁴² Fragmanların boyutu 2 mm'den büyük olduğunda veya tüm lens/kapsül kompleksi posteriora düştüğünde, vitreoretinal müdahale genellikle gereklidir.¹⁸

Vitreoretinal cerrahinin zamanlaması tartışmaya açıktır. Çalışmalar, vitreoretinal müdahalenin erken (1 hafta içinde) veya geç (katarakt ameliyatından sonraki 1 haftadan sonra) uygulanabileceğini göstermiştir.⁴³ Komplike katarakt ameliyatı sırasında bir pars plana vitrektomi (PPV) gerçekleştirmek, ameliyat sonrası enflamasyonun azalmasına izin verebileceği, ikinci bir ameliyat ihtiyacını ortadan kaldırmaya yardımcı ve hasta memnuniyetsizliğini azaltabileceği için genellikle optimaldir. Bununla birlikte, bir vitreoretinal cerraha acil erişim gereklidir ve lojistik olarak zor olabilir. Birkaç çalışmada, aynı gün vitrektomi yapılan hastalarda görme keskinliğinde artış ve sekonder glokom veya retina dekolmanında daha düşük komplikasyon oranları bildirilmiştir.⁴³⁻⁴⁶ Diğer çalışmalar, nihai görme keskinliği açısından erken ve geç vitrektomi arasında fark olmadığını öne sürmüştür.^{42,47,48} PPV gecikirse, hasta retina dekolmanı gelişimi açısından klinik olarak ve/veya ultrasonografi ile yakından izlenmelidir.

Düşen nükleer parçaların alınması için standart bir 3 portlu PPV kullanılır. 20-, 23-, 25- veya 27- gauge sistemi kullanılabilir. Daha küçük çaplı sistemler, daha hızlı görsel iyileşme ve daha az ameliyat sonrası enflamasyon sağlarken, orta büyüklükteki veya daha yoğun lens parçalarının çıkarılmasını engelleyebilir.⁴⁹⁻⁵⁰ Küçük nükleer, epinükleer ve kortikal parçaların çıkarılması için daha küçük çaplı vitreus kesicileri düşük kesim hızı ve yüksek vakum ayarları kullanılabilir. Bununla birlikte, daha büyük lens fragmanları için bir fakoemülsifikasyon probu veya 20 veya 23 gauge fragmatom gerekebilir.⁵¹ Bu gibi durumlarda, 25 ya da 27 gauge PPV kurulumunun süperotemporal sklerotomisi, fragmatom için genişletilebilir veya ayrı bir dördüncü sklerotomi oluşturulabilir. Fako-fragmatom, vitreusun yeterince uzaklaştırılmadığı olgularda vitreusun fragmatom ucuna çekilmesine ve retinal yırtıklara yol açabilir. Vitrektomi probunun yetersiz kaldığı sert lensler için mutlaka fragmatom hazırda tutulmalıdır.

Düşen lens materyali ve retinal yüzey etrafındaki vitreus yapışıklıklarını veya fibrillerini serbest bırakmak için, arka vitreus dekolmanının indüklendiği bir kor vitrektomi gerçekleştirilir. Retina çevresinde kalan vitreus fibrillerinin görüntülenmesini kolaylaştırmak için koruyucu içermeyen triamsinolon, kullanılabilir. Nükleus ve periferik vitreus çıkarıldıktan sonra, lens materyalinin çıkarılmasına dikkat edilmelidir. Fragmanları vitrektör veya fragmatom ile birleştirmeden önce nükleer materyali retina yüzeyinden uzaklaştırmak için Perflorokarbon sıvısı kullanılabilir. Perflorokarbon sıvısı, maküler bölgeyi korur ve orta vitreus boşluğundaki fragmanların çıkarılmasını

kolaylaştırır. Oküler toksisiteyi önlemek için vakanın bitiminde Perflorokarbon sıvısı titizlikle çıkarılmalıdır. Perflorokarbon kullanılmıyorsa, glob, fakoemülsifikasyon esnasında maküler bölge ile minimum temas olacak şekilde döndürülmelidir. Ayrıca operasyon bitmeden önce retina yırtıkları için dikkatli inceleme yapılmalı ve yırtık varsa hemen tedavi edilmelidir.

Transkonjonktival vitrektomide skleral kesinin doğru oluşturulması sızdırmazlık açısından en önemli aşamadır. 20-gauge fako-fragmatom için uygun sklera-kanül sistemi bugün için mevcuttur. Güncel en ince fragmatomlar 23-gauge kalınlıktadır ve 23-gauge kanüllerin içinden geçmezler (geçse bile ısınma ile birlikte sıkışma olmaktadır). Bu nedenle 23-gauge kanül yerinden çıkartıldıktan sonra aynı skleral keşiden göz içine sokularak kullanılırlar. Kesi yerinin sızdırmazlığı için güncel yaklaşım konjonktivanın kaydırılması, skleral tünelin önce 15-30° açıyla skleranın içinde yaklaşık 1-2 mm ilerledikten sonra biraz daha dik bir açıyla göz içine girilmesi veya baştan sona oblik kesi yapılması şeklindedir. Fragmatom kullanılacak olgularda konjonktivanın kaydırılmaması daha uygundur. Böylece 23-gauge kanül yerinden çıkartılsa bile kesi yerinden gelen sıvı doğrudan yüzeye akar ve kemozise yol açmaz. Ayrıca skleral kesi girişini bulmak çok daha kolay olmaktadır. İkinci dikkat edilecek nokta ise skleral kesinin biraz daha dik açıya yakın yapılmasıdır. Böylece fragmatomun giriş çıkışı daha kolay olmakta ve fragmatomun ısınmasına bağlı skleral yanık ihtimali azalmaktadır. İhtiyaç olan olgularda ameliyat sonunda sütür koymaktan çekinilmemelidir. 23-gauge fragmatom ile birlikte yüksek infüzyon ve aspirasyon yapabilen güncel vitrektomi cihazlarının kullanılması daha uygundur. Aksi durumda sıvı akımı yetersizliğine bağlı geçici hipotoni oluşabilir veya aspirasyon yetersizliğine bağlı lensin uzaklaştırılması uzun sürebilir. Birlikte retina dekolmanının olduğu olgularda, lens parçalarının yenilmesinden önce retina mutlaka ağır perfluorokarbon ile stabilize edilmiş ve vitreus uzaklaştırılmış olmalıdır.

Çok sert lenslerde veya 23-gauge fragmatom olmadığı durumlarda klasik skleral kesi ve 20-gauge fragmatom kullanılabilir. Birçok olguda dik 23-gauge skleral kesiden doğrudan veya kesinin biraz genişletilmesi ile 20-gauge fragmatom yerleştirmek mümkün olabilmektedir. Benzer şekilde 25-gauge sistemin kullanıldığı olgularda tek sklerotominin genişletilmesi ile 20- veya 23-gauge fragmatomun girişi mümkün olabilmektedir.

Yine ön segment fako elciğinin plastik kılıfı olmadan skleral kesiden sokulması ile arka segmentte torsiyonel fakoemülsifikasyon ile lensin aspirasyonunun mümkün olduğu bildirilmiştir.²⁷⁻³³ Torsiyonel fakoemülsifikasyon ile lens parçalarının geri püskürtülmesi gibi istenmeyen bir etkinin daha az olduğu ifade edilmektedir.

Bazı durumlarda, çok sert lens parçalarının manuel çıkarılması gerekebilir. Lens parçaları, suction kullanılarak orta vitreusa getirilir ve ardından kısa bir ultrasonik burst ile

fragmatom ucuna sabitlenir, ardından büyütülmüş bir kornea insizyonu yoluyla ekstrakapsüler olarak çıkarılabilir. Watana-be ve arkadaşları disloke sert bir nükleus için, konvansiyonel PPV'ye kıyasla daha güvenli ve daha az invaziv bir teknik olarak bimanuel fakoemülsifikasyon ile transkorneal vitrektomi uygulanmasını önerdiler. Bu teknikte, ilk katarakt ameliyatı için kullanılan kornea kesilerinden vitrektomi yapılır, ardından disloke lens nükleusu perflorokarbon sıvısı üzerinde ön kamara yüzürlür ve bimanuel fakoemülsifikasyon kullanılarak ön kamaradan çıkarılır. Nakasato ve arkadaşları lens boyutunun dörtte birinden daha küçük disloke nükleer fragmanlarını almak için, pars plana insizyonunun aksine, katarakt cerrahisi

için kullanılan sklerokorneal insizyon yoluyla yeni bir yöntem bildirdiler. Kor vitrektomi için 27 gauge avize endoillüminatör-lü bir ön vitreus kesici kullanılır ve başka bir 27-gauge avizeli endoillüminatör ile bir fragmatom, daha büyük disloke nükleer parçaları ön kamaraya taşımak için kullanılır.⁵²⁻⁵³

Vitreoretinal cerrahlara lens parçalarını çıkarma sırasında stabilize etmede yardımcı olmak için bazı cihazlar da üretilmiştir. “Frag Bag”, nitinolden yapılmış geri çekilebilir bir sepet olan ve lens materyalinin orta vitreusta geri alınmasına ve stabilize edilmesine, ayrıca nükleer materyalin yumuşamasına izin veren bir cihazdır. Materyal daha sonra vitreus kesici ile vitreus yüzeyinden uzağa güvenli ve verimli bir şekilde çıkarılabilir.⁵⁴⁻⁵⁵

Tablo 1: Güncel beş ana vitrektomi cihazı ve sahip olduğu özellikleri⁵⁶

Cihaz Adı ve Firması	Constellation ALCON	EVA DORC	Stellaris PC Bausch & Lomb	R-Evolution CR VSY	VersaVit 2.0 Synergetics
Gauge	20/23/25/27	20/23/25/27	20/23/25	20/23/25	20/23/25/27
Kesi hızı	7500 kesi/dk	8000 kesi/dk (ikiz görev döngüsü- TDC- sistemi le 16000 kesi/dk)	5000 kesi /dk	6000 kesi/dk (ikiz görev döngüsü- Twedge prob- sistem ile 12000 kesi/dk)	6000 kesi/dk
Katarakt Cerrahisi	- Mümkün - Ozil sistemi kullanan elciği ile - 20G fakofragmatom mevcut	- Mümkün, - Aynı elcikle fakoemülsifikasyon fakofragmantasyon - 20 G ve 23G fakofragmatomu mevcut	- Mümkün, - 20 G ve 23G fakofragmatomu mevcut	- Mümkün, - Aynı elcikle fakoemülsifikasyon ve fragmantasyon - 20 G fakofragmatomu mevcut	Mümkün değil, Ön segment için kullanılamıyor, 20G fakofragmatomu mevcut
Cihaz Ekranı	Dokunmatik	Dokunmatik	Dokunmatik	Dokunmatik	Tuşlarla kontrol
Üstün Özellikleri	- Otomatik gaz dolum sistemi - Dinamik göz içi basınç kontrol sistemi - Fakoda Ozil Sistem	- Yüksek kesim hızı ve ikiz görev döngüsü sistemi - Ventüri ve peristatik pompa kombinasyonlu VacuFlow Vti sistemi - Sarı ışık içeriği ayarlanabilir LED aydınlatma - Aynı elcikle fakoemülsifikasyon ve fragmantasyon	- Valvleri değiştirilebilen ergonomik enstrümanlar (Valv kapaklar isteğe bağlı sökülebilir takılabilir özellikte) - Farklı firmaların bazı enstrümanları ile kullanılabilme avantajı - Farklı tipte filtreler içeren xenon/xenon mercury aydınlatma - 20G ve 23G seçenekleri sunan fakofragmatom	- Yüksek kesim hızı ve ikiz görev döngüsü sistemi - Farklı tipte filtreler içeren Xenon HID aydınlatma - Ventüri ve peristatik pompa kombinasyonu - Aynı elcikle fakoemülsifikasyon ve fragmantasyon	- Kolay taşınabilen küçük ve hafif cihaz - Çabuk kurulum (30 saniye içinde) - Uygun fiyat
Dezavantajlar	- Daha yüksek fiyat - Sadece 20G fakofragmatom mevcut - İkiz görev döngü sistemi yok - Sadece ventüri pompa - İnfüzyon hattında hava baloncukları oluşabilmekte - Kontrolsüz reflü görülebilmekte	- Amerika'da henüz patent alabilmiş değil - Otomatik gaz dolum özelliği yok	- 27 G vitrektomi mümkün değil - Daha düşük kesim hızları - İkiz görev döngüsü sistemi yok - Sadece ventüri pompa - Otomatik gaz dolum özelliği yok - Göz içi basınç telafi sistemi yok	- 27 G vitrektomi mümkün değil - Sadece 20G fakofragmatom mevcut - Otomatik gaz dolum özelliği yok - Göz içi basınç telafi sistemi yok	- Entegre olmayan lazer - Ön segment için uygun değil - Ekran dokunmatik değil - Sadece ventüri pompa - Otomatik gaz dolum özelliği yok - Göz içi basınç telafi sistemi yok - Otomatik reflü özelliği mevcut değil

*Çıtırtık ve ark. yayınından alınmıştır⁵⁶

Kombine Vitrektomi ve Fakoemülsifikasyon Cihazı ile Sadece Fakoemülsifikasyon Yapan Cihazlarının Özellikleri ve Karşılaştırmaları

Alcon-Centurion Fakoemülsifikasyon Cihazı

Peristaltik pompa sistemi vardır. Tipin ucu boşta iken (ucunda nukleus yoksa) vakum değeri yaklaşık 150 mmhg seviyesine kadar yükselir. Tipin ucu nukleus ile tıkanınca vakum değeri yükselir. Dual segment kaset yapısı ve IOP sistemi cerrahi esnasında göz içerisinde surge olmasını engeller. Oklüzyon kırılımı sonrası IOP sistemi göz içi basıncını istenilen seviyede tutar.

Fakoemülsifikasyon özelliği; Ozil handpiece içerisinde bulunan 4 piezokristal ile sağlanır. Pedal 3 konumuna geçince cihaz handpiece'e enerji gönderir ve ultrasonik 32 +/- 2 Torsiyonel 42 +/-3 enerji üretir. Cerrahi ekran üzerindeki İP (intelligent phaco) özelliği ile ultrasonik enerjinin devreye girip girmeyeceği ayarlanabilir.

Centurion Active Sentry Handpiece; Handpiece içerisinde bulunan elektronik bir switch sayesinde oklüzyon kırılımını otomatik algılar ve REAL TIME olarak cihaza gönderdiği elektronik sinyali ile göz içi basıncını istenilen seviyeye yükseltir.

Hasta güvenliği için yine cihaz ayarlarından ultrasonik enerjinin torsiyonel hareket gücünün değerine göre yüzdesel olarak cerrahın güvenli gördüğü seviyeye yükselmesi sağlanır.

Alcon-Constellation Kombine Vitrektomi ve Fakoemülsifikasyon Cihazı

Venturi pompa sistemi vardır, yani ayak pedalına ne kadar basılırsa vakum gücü o kadar artacak veya azalacaktır. Cerrahi profil ekranında bulunan FLOW'a basılırsa sistem venturi değil peristaltik pompa gibi çalışmaya başlayacaktır.

Fakoemülsifikasyon özelliği; Ozil handpiece içerisinde bulunan 4 piezokristal ile sağlanır. Pedal 3 konumuna geçince cihaz handpiece'e enerji gönderir ve ultrasonik 32 +/- 2 torsiyonel 42 +/-3 enerji üretir. Cerrahi ekran üzerindeki İP (intelligent phaco) özelliği ile ultrasonik enerjinin devreye girip girmeyeceği ayarlanabilir.

Hasta güvenliği için yine cihaz ayarlarından ultrasonik enerjinin torsiyonel hareket gücünün değerine göre yüzdesel olarak cerrahın güvenli gördüğü seviyede yükselmesi sağlanabilir.

Ayrıca 20G endo fragmatom seçeneği mevcuttur. Aspirasyon akışı yokken fragmatasyon elciğinin kullanılması aşırı ısınmaya ve olası skleral yanıklara neden olabilir.

Fragmatasyon elciği, konsol kurulumuna bağlı olarak eş zamanlı vakum ve fragmatasyon ya da sadece vakum sağlamak üzere konfigüre edilebilir. Elcik, daha üstün güvenilirlik ve dayanıklılık için paslanmaz çelik korumaya sahiptir.

Dorc-Eva ve Eva Nexus Kombine Vitrektomi ve Fakoemülsifikasyon Cihazı

Her iki sistem de 40 kHz frekansta çalışan benzer teknik kullanılmaktadır. EVA Nexus platformu "Smart IOP" infüzyon sistemi ile daha dengeli bir göz içi basıncı kontrolü sağlamayı hedeflemektedir. "Smart IOP" etkinleştirildiğinde, aspirasyon nedeniyle gözdeki basınç değiştiğinde, istenen "Smart IOP" ayar noktasını korumak için irrigasyon basıncı sistem tarafından otomatik olarak değiştirilecektir.

Eva Upgraded ve Eva Nexus'ta pek çok fakoemülsifikasyon veya kombine cihazlarında olduğu gibi continuous, pulse, burst, multi burst mod ayrıca patent korumalı softsonik fako mod seçeneklerine sahiptir. Softsonik fako mod geliştirilmiş olan yazılım gereği kullanılan "Equi Phaco" tip setleri ile birlikte kullanıldığında set edilen ultrason değerinin sadece %50'sini kullanarak ödem ve yanık oluşmalarının önüne geçebilmektedir. Cihazlarda çok hafif, son derece ergonomik olan 4 piezokristale sahip titanyum elcik kullanılır, emülsifikasyon ve fragmatasyon işlemleri aynı elcik ile yapılmaktadır. Tek kullanımlık ve sınırlı sayıda steril edilme özelliğine sahip Equi fako tip seçenekleri, 20G ve 23G olarak endo fragmatom seçenekleri bulunmaktadır.

Kaynaklar

1. Nelson LB, Maumenee IH. Ectopia lentis. *Surv Ophthalmol* 1982; 27(3): 143-160.
2. Lee BL, Sternberg P Jr. Dislocation of the lens. In: Roy FH, ed, *Master Techniques in Ophthalmic Surgery*. Baltimore, MD, *Williams & Wilkins*, 1995; 792-796.
3. Scott IU, Flynn HW. Retained lens fragments after cataract surgery. *Ophthalmol Clin North Am*. 2001; 14(4): 675-679.
4. Aasuri MK, Kompella VB, Majji AB. Risk factors for and management of dropped nucleus during phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 2001; 27(9): 1428-1432.
5. Mahmood S, von Lany H, Cole MD, et al. Displacement of nuclear fragments into the vitreous complicating phacoemulsification surgery in the UK: incidence and risk factors. *Br J Ophthalmol* 2008; 92(4): 488-492.
6. Borne MJ, Tasman W, Regillo C, Malecha M, Sarin L. Outcomes of vitrectomy for retained lens fragments. *Ophthalmology* 1996; 103(6): 971-976.
7. Smiddy WE, Guerro JL, Pinto R, Feuer W. Retinal detachment rate after vitrectomy for retained lens material after phacoemulsification. *Am J Ophthalmol* 2003; 135(2): 183-187.
8. Rossetti A, Doro D. Retained intravitreal lens fragments after phacoemulsification: Complications and visual outcome in vitrectomized and non-vitrectomized eyes. *J Cataract Refract Surg* 2002; 28(2): 310-315.

9. Cohen SM, Davis A, Curkrowski C. Cystoid macular edema after pars plana vitrectomy for retained lens fragments. *J Cataract Refract Surg* 2006; 32(9): 1521-1526.
10. Pande N, Dobbs TR. Incidence of lens matter dislocation during phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 1996; 22(6): 737-742.
11. Regillo Carl HN, Johnson MW, Kaiser PK, Hermann DS, Richard Spaide. Basic and Clinical Science Course: Retina and Vitreous. In: McGuire A, editor. 2014 ed. San Francisco, California. *American Academy of Ophthalmology* 2014-2015: 358.
12. Karadag R, Aydin B. Management of the dropped nuclear fragments. *The British Journal of Ophthalmology* 2013; 97(1): 2-4.
13. Rofagha S, Bhisitkul RB. Management of retained lens fragments in complicated cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol* 2011; 22(2): 137-140.
14. Lambrou FH, Jr., Stewart MW. Management of dislocated lens fragments during phacoemulsification. *Ophthalmology* 1992; 99(8): 1260-1262.
15. Kim JE, Flynn HW Jr., Smiddy WE, et al. Retained lens fragments after phacoemulsification. *Ophthalmology* 1994; 101(11): 1827-32.
16. Gilliland GD, Hutton WL, Fuller DG. Retained intravitreal lens fragments after cataract surgery. *Ophthalmology* 1992; 99(8): 1263-1267.
17. Cross HE, Jensen AD. Ocular manifestations in the Marfan syndrome and homocystinuria. *Am J Ophthalmol* 1973; 75(3): 405-420.
18. Peyman GA, Raichand M, Goldberg MF, Ritacca D. Management of subluxated and dislocated lenses with the vitrophage. *Br J Ophthalmol* 1979; 63(11): 771-778.
19. Hakin KN, Jacobs M, Rosen P, Taylor D, Cooling RJ. Management of the subluxed crystalline lens. *Ophthalmology* 1992; 99(4): 542-545.
20. Hubbard AD, Charteris DG, Cooling RJ. Vitreolensectomy in Marfan's syndrome. *Eye* 1998; 12(3): 412-416.
21. Shapiro MJ, Resnick KI, Kim SH, Weinberg A. Management of the dislocated crystalline lens with a perfluoro carbon liquid. *Am J Ophthalmol* 1991; 112(4): 401-405.
22. Wong D, Briggs MC, Hickey-Dwyer MU, McGalliard JN. Removal of lens fragments from the vitreous cavity. *Eye* 1997; 11(1): 37-42.
23. Bessant DAR, Sullivan PM, Aylward GW. The management of dislocated lens material after phacoemulsification. *Eye* 1998; 12(4): 641-645.
24. Roover J. Phacoemulsification of a nucleus in the vitreous cavity. *J Cataract Refract Surg* 1997; 23(7): 985-989.
25. Ruiz-Moreno JM, Barile S, Montero JA. Phacoemulsification in the vitreous cavity for retained nuclear lens fragments. *Eur J Ophthalmol* 2006; 16(1): 40-45.
26. Soliman Mahdy M, Eid MZ, Shalaby KA, Hegazy HM. Intravitreal phacoemulsification with pars plana vitrectomy for management of posteriorly dislocated nucleus or lens fragments. *Eur J Ophthalmol* 2010; 20(1): 115-119.
27. Davison JA. Cumulative tip travel and implied followability of longitudinal and torsional phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 2008; 34(6): 986-990.
28. Zeng M, Liu X, Liu Y, et al. Torsional ultrasound modality for hard nucleus phacoemulsification cataract extraction. *Br J Ophthalmol* 2008; 92(8): 1092-1096.
29. Liu Y, Zeng M, Liu X, et al. Torsional mode versus conventional ultrasound mode phacoemulsification: randomized comparative clinical study. *J Cataract Refract Surg* 2007; 33(2): 287-292.
30. Berdahl JP, Jun B, DeStafeno JJ, Kim T. Comparison of a torsional handpiece through microincision versus standard clear corneal cataract wounds. *J Cataract Refract Surg* 2008; 34(12): 2091-2095.
31. Bozkurt E, Bayraktar S, Yazgan S, et al. Comparison of conventional and torsional mode (OZil) phacoemulsification: randomized prospective clinical study. *Eur J Ophthalmol* 2009; 19(6): 984-989.
32. Garg SJ, Lane RG. Pars plana torsional phacoemulsification for removal of retained lens material during pars plana vitrectomy. *Retina* 2011; 31(4): 804-805.
33. Arbisser LB, Charles S, Howcroft M, Werner L. Management of vitreous loss and dropped nucleus during cataract surgery. *Ophthalmology clinics of North America*. 2006; 19(4): 495-506.
34. Nordlund ML, Marques DM, Marques FF, Cionni RJ, Osher RH. Techniques for managing common complications of cataract surgery. *Current opinion in ophthalmology*. 2003; 14(1): 7-19.
35. Vajpayee RB, Sharma N, Dada T, Gupta V, Kumar A, Dada VK. Management of posterior capsule tears. *Survey of ophthalmology*. 2001; 45(6): 473-488.
36. Chang DF, Packard RB. Posterior assisted levitation for nucleus retrieval using Viscoat after posterior capsule rupture. *Journal of cataract and refractive surgery*. 2003; 29(10): 1860-1865.
37. Kumar DA AA, Prakash G, Jacob S, Agarwal A, Sivagnanam S. IOL scaffold technique for posterior capsule rupture. *J Refract Surg*. 2012; 28(5): 314-315.
38. Lal H, Sethi A, Bageja S, Popli J. Chopstick technique for nucleus removal in an impending dropped nucleus. *Journal of cataract and refractive surgery*. 2004; 30(9): 1835-1839.
39. Brazitikos PD, Androudi S, Alexandridis A, Ekonomidis P, Papadopoulos NT. Up-irrigation of dropped nuclear fragments during phacoemulsification with the bimanual irrigation-aspiration system. *Acta ophthalmologica Scandinavica*. 2003; 81(1): 76-77.
40. Murat Uyar O, Kapran Z, Akkan F, Cilsim S, Eltutar K. Vitreoretinal surgery for retained lens fragments after phacoemulsification. *European journal of ophthalmology*. 2003; 13(1): 69-73.
41. Fastenberg DM, Schwartz PL, Shakin JL, Golub BM. Management of dislocated nuclear fragments after phacoemulsification. *American journal of ophthalmology*. 1991; 112(5): 535-539.
42. Schaal S, Barr CC. Management of retained lens fragments after cataract surgery with and without pars plana vitrectomy. *Journal of cataract and refractive surgery*. 2009; 35(5): 863-867.
43. Vanner EA, Stewart MW. Vitrectomy timing for retained lens fragments after surgery for age-related cataracts: a systematic review and meta-analysis. *American journal of ophthalmology*. 2011; 152(3): 345-357.
44. Lai TY, Kwok AK, Yeung YS, et al. Immediate pars plana vitrectomy for dislocated intravitreal lens fragments during cataract surgery. *Eye (London, England)*. 2005; 19(11): 1157-1162.
45. Ho LY, Doft BH, Wang L, Bunker CH. Clinical predictors and outcomes of pars plana vitrectomy for retained lens material after cataract extraction. *American journal of ophthalmology*. 2009; 147(4): 587-594.
46. Merani R, Hunyor AP, Playfair TJ, et al. Pars plana vitrectomy for the management of retained lens material after cataract surgery. *American journal of ophthalmology*. 2007; 144(3): 364-370.

47. Scott IU, Flynn HW Jr., Smiddy WE, Murray TG, Moore JK, Lemus DR, et al. Clinical features and outcomes of pars plana vitrectomy in patients with retained lens fragments. *Ophthalmology*. 2003; 110(8): 1567-1572.
48. Modi YS, Epstein A, Smiddy WE, Murray TG, Feuer W, Flynn HW Jr. Retained lens fragments after cataract surgery: outcomes of same-day versus later pars plana vitrectomy. *American journal of ophthalmology*. 2013; 156(3): 454-459.
49. Scupola A, Abed E, Sammarco MG, et al. 25-Gauge Pars Plana Vitrectomy for Retained Lens Fragments in Complicated Cataract Surgery. *Ophthalmologica*. 2015; 234(2): 101-108.
50. Koh KM, Kim HS, Cho HJ, et al. Surgical outcomes of 23-gauge vitrectomy for the management of lens fragments dropped into the vitreous cavity during cataract surgery. *Saudi journal of ophthalmology*. 2014; 28(4): 253-256.
51. Chiang A, Garg SJ, Alshareef RA, et al. Removal of posterior segment retained lens material using the OZil phacoemulsification handpiece versus Fragmatome during pars plana vitrectomy. *Retina*. 2012; 32(10): 2119-2126.
52. Watanabe A, Gekka T, Tsuneoka H. Treatment of a dislocated lens by transcorneal vitrectomy and bimanual phacoemulsification. *Clinical ophthalmology*. 2014; 8: 1539-1542.
53. Nakasato H, Uemoto R, Kawagoe T, Okada E, Mizuki N. Immediate removal of posteriorly dislocated lens fragments through sclerocorneal incision during cataract surgery. *The British journal of ophthalmology*. 2012; 96(8): 1058-1062.
54. Berry DE, Walter SD, Fekrat S, Frag A. Bag for Efficient Removal of Dislocated Nuclear Material. *Ophthalmic surgery, lasers & imaging retina*. 2017; 48(12): 1006-1008.
55. Iannetta D, Engelbrecht L, Mura M. Nitinol basket-assisted pars plana vitrectomy for retained lens material removal. *Acta ophthalmologica*. 2018; 96(4): e434-e438.
56. Çıtırık M, Tekin K, Cankurtaran V, Şimşek M. Güncel Modern Vitrektomi Cihazları ve Yenilikler. *Ret-Vit*. 2015; 23(2): 106-114.

**Doç. Dr Esin Tunca Kırıkkaya**

FEBO, Göz Hastalıkları Uzmanı İzmir'de doğdum. İlk, orta, lise ve üniversite eğitimim İzmir Bornova'da geçti. Bornova Anadolu Lisesi İngilizce bölümünden mezunum. 1998 yılında Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden mezun oldum. İhtisasımı Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları'nda tamamladım. 2012 yılında Anadolu Üniversitesi Sağlık Kurumları İşletmeciliği'ni bitirdim. Uzman olduktan sonra 2009-2013 yıllarında Aydın Atatürk Devlet Hastanesi'nde, 2013-2017 yılları arasında İzmir Aliğa Devlet Hastanesi'nde çalıştım. 2018'den beri de SBÜ İzmir Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi Göz Hastalıkları Kliniği'nde çalışmaktayım.