

DERLEME

REVIEW

Arka Segment Oküler Travmaları ve Katarakt: Tedavi Stratejileri ve Güncel Yaklaşımlar**Posterior Segment Ocular Trauma and Cataract: Treatment Strategies and Contemporary Approaches**¹Çağatay ÇAĞLAR / ORCID No: 0000-0003-4391-2571¹Prof. Dr., Maltepe Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye**Geliş Tarihi/Received:** 20/06/2025 **Kabul Tarihi/Accepted:** 01/08/2025 **DOI:** 10.37783/CRJ-0499**Yazışma Adresi/Address for Correspondence:** Feyzullah Cad. No: 38 Maltepe/İstanbul**Tel./Phone:** +905324013637 **E-posta/E-mail:** doktorcagatay@gmail.com**ÖZ**

Arka segment oküler travması, oftalmolojide görme kaybının en ciddi nedenlerinden biridir ve çoğu zaman travmatik katarakt ile birliktelik gösterir. Bu olgularda tedavi, multidisipliner yaklaşım gerektirir ve cerrahi planlama, travmanın tipi, arka segmentin durumu ve görsel prognoz üzerine etkili olan faktörlerin dikkatli analizine dayanır. Bu derleme, arka segment travmalarına eşlik eden kataraktlarda tanı yöntemleri, cerrahi stratejiler, intraoküler lens seçimi ve güncel teknolojik yaklaşımlar ışığında detaylı bir inceleme sunmayı amaçlamaktadır.

Anahtar kelimeler: Arka segment travması, intraoküler lens, travmatik katarakt, vitrektomi

Abstract

Posterior segment ocular trauma is one of the most serious causes of vision loss in ophthalmology, often accompanied by traumatic cataract. Management of these cases requires a multidisciplinary approach and surgical planning based on the analysis of trauma type, posterior segment status, and visual prognosis. This review aims to provide a comprehensive overview of diagnostic methods, surgical strategies, intraocular lens options, and novel technological approaches in the context of traumatic cataract associated with posterior segment trauma.

Keywords: Posterior segment trauma, intraocular lens, traumatic cataract, vitrectomy

Giriş

Oküler travmalar, dünya genelinde önlenabilir görme kaybının önemli nedenlerinden biridir ve özellikle çocuk ve genç yaş grubunda travmaya bağlı oluşan körlüklerin başlıca sorumlusudur.¹ Göz travmalarının gerek travma anında gerekse de sonraki dönemde oluşturduğu görme problemleri ve sosyoekonomik yönleri nedeniyle hastaya ve topluma olan etkileri fazladır. Tüm vücut yaralanmalarının yaklaşık %7'si, göz hastalıklarının %10 kadarını göze ait travmalar oluşturmaktadır.² Göze gelen travmanın şiddetine ve tipine

bağlı olarak gözün ön ve arka segmenti birlikte ya da ayrı ayrı etkilenebilir. Literatürde arka segment travmalarının tüm oküler travmaların %30-50'sini oluşturduğu bildirilmiştir. Erkeklerde ve 30 yaş altı bireylerde daha sık görülür. Tarım, sanayi ve inşaat sektörlerinde çalışan bireylerde risk belirgin olarak yüksektir.³ Arka segmentin etkilendiği birçok göz travması, şiddetli olduğu için beraberinde birçok ön segment yapısı da etkilenmekte ve travmatik katarakta gelişebilmektedir. Arka segment oküler travmaları retina,

vitreal, optik sinir ve makula gibi yapıları etkileyerek kalıcı görme kayıplarına yol açabilecek ciddi sonuçlar doğurabilir. Eşlik eden travmatik kataraktın cerrahi yönetimi, travmanın etkisine bağlı ön ve arka segment patolojileriyle birlikte olduğunda oldukça karmaşık hale gelmektedir. Travmaya bağlı olarak gelişen eş zamanlı diğer bulgular da prognoz açısından önem taşımaktadır. Künt travmayla birlikte katarakt, vitre içi hemoraji, koroid rüptürü gibi durumlar oluşabilir. Santral iris hasarında sfinkter yırtığı, periferik iris hasarında ise iridodiyaliz gözlenir. Yine anterior silyer cismin hasarında açılı resesyonu, göz içi basınç artışı ve sonrasında glokom oluşabilir. Ayrıca trabeküler ağda yırtıklar, zonüler yırtıklarla birlikte lenste subluksasyon ve retinanın ora serratadan ayrılmasıyla retinal diyaliz oluşabilir.⁴

Bütün bu durumlardan dolayı travmatik olgularda yapılacak cerrahi müdahalelerin zamanlaması, uygulanacak teknikler ve intraoküler lens (İOL) seçimi gibi faktörler, hem anatomik hem de fonksiyonel sonuçları doğrudan etkiler.⁵ Bu nedenle arka segment travmalarına eşlik eden katarakt olgularının multidisipliner yaklaşım ve ileri düzey cerrahi beceri gerektirdiği açıktır.

Bu derlemede, arka segment oküler travmalarıyla ilişkili katarakt; tanı yöntemleri, tedavi stratejileri ve güncel cerrahi yaklaşımlar ışığında ele alınacaktır. Ayrıca günümüzde kullanılmakta olan minimal invaziv vitreoretinal cerrahi teknikleri ve yapay zeka destekli tanı yöntemlerine de kısaca değinilecektir.

Arka Segment Travmalarının Sınıflandırılması ve Epidemiyoloji

Arka segment oküler travmaları, direkt ya da indirekt olarak penetran ya da non-penetran travma sonrası oluşan hasar sonucu vitreal, retina ve optik siniri etkileyen lezyonlardır. Travmanın tipine göre oluşan şok dalgasının şiddetine göre çeşitli retinal patolojiler oluşabilir. Travmatik kataraktlarla birlikteliğinde bu sınıflamanın bilinmesi önemlidir. Sınıflandırma, travmanın şekline ve etkilenen yapıya göre aşağıdaki şekilde yapılabilir:

- **Penetran/perforan travmalar:** Göz küresini delici travmalardır. Retinada direkt hasara neden olabilirler.
- **İntraoküler yabancı cisim (İOYC):** Özellikle genç erkeklerde metalik cisimlerin neden olduğu travmalarda sık görülür. Retina toksisitesine neden olabilir.
- **Travmatik retina dekolmanı:** Genellikle posterior vitreal dekolmanı ve retinal yırtıklarla birlikte travma esnasında ya da sonrasında aylar/yıllar içinde gelişir. Yırtıklı retina dekolmalarının (RD) %10'u travmaya

bağlı gelişmektedir ve travmatik RD'lerin büyük kısmı künt yani kapalı göz travmalarına bağlıdır.⁶ Künt travma gözde şok dalgasına, negatif basınca ve eylemsiz harekete yol açar.⁷ Özellikle travmadan daha sık etkilenen erkek ve genç grupta oluşur.⁸

- **Vitreus hemorajisi:** Retina yırtığı, neovaskülarizasyon ya da direkt travmaya bağlı olarak ortaya çıkabilir.
- **Maküler travmalar:** Berlin ödemi (kommosyo retina), maküler delik veya makülada kistik değişiklikler şeklinde olabilir. Maküler delik anteroposterior ve tanjansiyel vitreoretinal traksiyondan kaynaklanır ve aylar boyunca kademeli olarak gelişen idiyopatik deliklerin aksine genelde travmadan hemen sonra oluşur.⁹
- **Optik sinir hasarı:** Direkt travma veya orbital kompresyona bağlı gelişebilir. Travma sonucu optik sinirde kompresyon doğrudan hasara bağlı ödem ve vasküler yapıda spazma bağlı olarak iskemi ve enfarkt nedeniyle retina ganglion hücrelerinin ve sinir lifi aksonlarının hasarı sonucu oluşmaktadır.¹⁰ Optik sinir travması olan olgularda tipik olarak kafa travması öyküsü genelde vardır ve bu tanıda gecikmelere neden olabilir. Görme genellikle 1/10 civarında olup, diğer önemli bulgular relatif afferent pupil defektinin (APD) varlığıdır ve renk görme bozulmuştur. Erken dönemde papil ödem, geç dönemde optik atrofi gelişebilir. Ancak ağır optik sinir hasarında bile papillanın başlangıçta normal görünümde olabileceği unutulmamalıdır.¹¹

Travma Sonrası Katarakt Gelişimi

Travmatik katarakt, göz travmalarının sık rastlanan bir komplikasyonudur ve arka segment hasarları ile birlikte olduğunda cerrahi yönetimi daha karmaşık hale gelir. Kataraktın oluşum mekanizması, travmanın tipi (penetran veya kontüzyon), şiddeti, lens kapsülünün bütünlüğü ve eşlik eden intraoküler patolojilere göre değişiklik gösterir.¹² Kapsülün yırtılması, kapsül içinde osmotik basıncın artması, zonüler destek kaybı veya diyalizi gibi durumların tespiti bu durumlarda yapılacak olan katarakt cerrahisinin sağlığı açısından önemlidir. Lens hasarı, penetran, künt elektirik/yıldırım çarpması, radyasyon ve termal travmaya bağlı oluşabilir.¹³ Künt travmada gözün arka-ön çapı aniden kısalarak ekvator da gerilme yapar ve vitreal retinayı kuvvetli çekerek retinal yırtık ya da maküler deliklere neden olabilir. Künt travma sonrası lense sıvı girişi ve lens fibrillerinde şişme lens ön kapsülü altında opaklaşma ve genelde travmaya özgü çiçek-rozet şeklinde

travmatik katarakt yapabilir. Lens ön kapsül yüzeyinde iris pigmentinin dairesel tarzda birikmesinin neden olduğu Vossius halkası ve devamında arka subkapsüler katarakt gelişebilir. Ayrıca künt travma lense yaptığı darbe etkisiyle sadece katarakt değil lensi asıcı zonüllerde hasar yaparak lens sublüksasyonu ve dislokasyonuna sebep olabilir. Bunun preoperatif belirlenmesi için travmatik katarakt olan tüm gözlerde dikkatli biyomikroskopik göz muayenesi ile lens değerlendirilmelidir.¹⁴ Sublüksasyon sağlam kalan zonüller tarafına doğru olur. Göz hareketiyle iridodenezis ve fakodenezis izlenebilir. Hasta bir gözünde diplopi ve astigmattan dolayı bulanık görme tanımlayabilir. Zonüler ayrılmanın olduğu kısımda lensin arkaya doğru rotasyonu ile derin ön kamara ve vitreus inkarasyonunun görülmesi zonül hasarını gösterir.¹⁵ Lens dislokasyonu tüm zonüllerin kopmasıyla lensin ön kamaraya ya da vitreus boşluğuna doğru yer değiştirmesidir. Eğer penetran travma lensin kendisine kadar ulaşırsa ön kapsülde rüptür oluşur. Eğer lens ön kapsülündeki rüptüre bağlı açıklık küçük ise lens içine hızlı sıvı girişi lokalize bir lens opasitesine yol açarken, büyük yırtıklarda tüm lens hızlıca opaklaşır. Rüptür olan ön kapsülden çıkan lens proteinleri ön kamaraya geçerek trabekülumu tıkar ve travmanın etkisiyle oluşacak trabeküler ağ ödemi ile birlikte göz içi basıncı artışı ve enflamasyon oluşur. Bu durum fakoantijenik glokom adı verilen duruma yol açabilir.^{16,17} Travmatik katarakt olgularında, sadece lens opasitesini temizlemek yeterli değildir. Arka segmentin durumu, cerrahi sırasında karşılaşılabilecek zorluklar ve İOL yerleştirilecek uygun bir destek yapının varlığı gibi unsurlar tedavi planını doğrudan etkiler. Zonül yetmezliği, vitreus kaybı, eşlik eden retina dekolmanı veya vitreus hemorajisi gibi durumlar cerrahi sonuçları etkiler.¹⁸

Tanı Yöntemleri ve Görsel Değerlendirme

Arka segment travmalarına eşlik eden katarakt olgularında tanı süreci, sadece lens opasitesinin değerlendirilmesiyle sınırlı değildir. Travmatik katarakt cerrahisine karar vermeden önce göz içindeki diğer yapıların durumunun mümkün olan en detaylı şekilde değerlendirilmesi, cerrahi planlama ve prognoz açısından belirleyici olduğundan, multimodal görüntüleme yöntemlerinin kullanımı önemlidir. Özellikle ortamın opak olduğu durumlarda, noninvaziv ve objektif tanı araçlarına ihtiyaç duyulur.¹⁹

Klinik Muayene

Görme keskinliği: Tanının ilk basamağını oluşturur. 2000'li yılların başında geliştirilen Oküler Travma Skoru (OTS), oküler travmadan sonra görme keskinliğini tahmin etmek için geçerli bir skorlama sistemidir. OTS'de görme

keskinliği prognozu için kullanılan değişkenler ilk görme, glob rüptürü, endoftalmi, delici yaralanma, retina dekolmanı ve APD'dir. OTS'yi belirlemek hastaların uzun vadeli görsel prognozlarını ve görmeye yönelik beklentilerinin belirlenmesinde yardımcı olur.²⁰ Travma sonrası APD'nin varlığı optik sinir hasarının veya ciddi retina patolojisinin önemli bir göstergesidir.

Biomikroskopik muayene: Ön segment değerlendirmesiyle kapsül yırtığı, iris diyalizi, hifema ve lensin yer değiştirmesi (sublüksasyon veya luksasyon) belirlenebilir. Lens opasitelerinin morfolojik özellikleri ve arka kapsül bütünlüğü hakkında bilgi sağlar.²¹

Tonometri: Sekonder glokom veya hipo/hipertoni tanısı açısından önemlidir. İOYC, hemoraji, lens materyali veya inflamatuvar reaksiyonlar göz içi basıncını etkileyebilir.

Gonyoskopi: Açık yaralanmalarda hem ön kamara açısını değerlendirmek hem de açıda yer alan yabancı cisimleri tespit etmek için uygulanır. Oküler travma sonrası oluşabilecek korneal katlantılar, bulanık, opak ortam ve dar ön kamara gonyoskopiye zorlaştırabilir. Penetran glob yaralanmalarında gonyoskopinin globa baskısı ön kamara yapılarının prolabe olmasına ve ön kamaranın boşalmasına neden olacağından gonyoskopi kullanılmaması gerekir. Travmatik hifemalı olgularda, hemorajinin açıda yapıların görünürlüğünü azaltacağından dolayı gonyoskopinin travmadan 5-6 gün sonra yapılması uygundur.²²

Görüntüleme Yöntemleri

B-mode ultrasonografi (B-scan USG): Yoğun katarakt ya da vitreus hemorajisi nedeniyle ortamın opak olduğu arka segmentin direkt oftalmoskopik değerlendirmesinin mümkün olmadığı durumlarda tercih edilir. RD, arka vitreus dekolmanı, vitreus hemorajisi ve yabancı cisimlerin varlığı tespit edilebilir. Özellikle RD ya da İOYC tespit edilirse cerrahi acil bir şekilde yapılmalıdır. Sadece vitreus hemorajisinin olduğu durumlarda beklenebilir. Travmatik olgularda sensitivitesi oldukça yüksektir (%85-95).²³

Optik koherens tomografi (OCT): Travmatik makülopatinin değerlendirilmesi için ideal bir yöntemdir. Maküler ödem, Berlin ödemi, maküler delik ve epiretinal membran gibi travmaya bağlı patolojiler saptanabilir. Katarakt yoğun değilse veya cerrahi sonrası dönemde makulanın takibi için kullanılabilir. Göz içi yabancı cisimlere veya silikon yağa bağlı görüntüleme kısıtlı olabilir.²⁴

Ultrason biomikroskopi (UBM): Travmatik zonül hasarı, arka kapsül yırtığı, silier cisim travması gibi durumların değerlendirilmesinde kullanılır. Travmatik sublüksasyon ve kapsüller bütünlüğün ayrıntılı olarak görüntülenmesine olanak sağlar. Ortamın opak olduğu, ön kamara, lens ve açının tam değerlendirilemediği

durumlarda büyük fayda sağlar. Ön segment travmalı gözlerin %42,9'unda UBM'de gizli zonüler hasar tespit edilmiştir. Bu durum, cerrahi sırasında vitreus prolapsusu ve lensin vitreusa düşmesi riskinin daha yüksek olmasına neden olabilir. Travmatik katarakt cerrahisi öncesi UBM yapılması faydalıdır.²⁵ Arka kapsülün değerlendirilmesi için Scheimpflug görüntüleme de kullanılabilir.

Fundus fluorescein anjiyografi (FFA): Retina damar yapılarının değerlendirilmesi, iskemik alanların tespiti ve neovaskülarizasyon açısından yapılabilir. Retina pigment epiteli (RPE) hasarı veya travmaya bağlı koryoretinal değişikliklerde yardımcıdır. Periferde farkedilmeyen bazı lezyonları gösterebilir.

Görsel fonksiyon testleri; elektroretinografi (ERG) ve visual uyarılmış potansiyel (VEP): ERG, retina fonksiyonunun objektif değerlendirilmesinde kullanılır. Travma sonrası retina atrofi, dejenerasyon veya toksisite şüphesinde değerlidir. VEP, optik sinir iletimi hakkında bilgi verir.²⁶

Bilgisayarlı tomografi (BT): İOYC'lerin varlığını, yerini ve sayısını belirlemek için kullanılan kontrastsız bilgisayarlı tomografi taraması, ister ön ister arka segmentte olsun, yabancı cismin boyutu, şekli ve lokalizasyonu hakkında çok daha güvenilir bilgi sağlar.²⁷

Tedavi Stratejileri

Arka segment travmalarına eşlik eden katarakt olgularında tedavi, yalnızca kataraktlı lensin çıkarılmasından ibaret değildir; retina, vitreus, zonül yapısı ve lens kapsül bütünlüğü gibi birçok faktörün birlikte değerlendirilmesi gerekir. Tedavide multidisipliner bir yaklaşım şarttır ve çoğu zaman vitreoretinal cerrahinin katarakt cerrahisiyle entegre şekilde yürütülmesi gerekir.

Cerrahi Zamanlaması: Primer vs Sekonder Müdahale

Travmatik kataraktın cerrahi zamanlaması, açık/penetran göz yaralanması ve arka segment patolojileri olan olgularda büyük önem taşır. Cerrahi, şu kriterlere göre planlanır:

Acil cerrahi gerektiren durumlar:

- Açık/penetran glob yaralanması
- Lens kapsülü yırtılması ve ön kamarada lens materyalleri
- İOYC varlığı
- RD veya masif vitreus hemorajisi
- Endoftalmi ya da yüksek riski (özellikle İOYC ile birlikteyse)

- Ciddi görme azlığı
- Görme aksının acil temizlenip arka segment ve optik disk patolojilerinin direkt olarak görüntülenmesi gereken durumlar
- Lensin şişmesi ve lense bağlı glokom
- Diğer gözde ciddi görme azlığı nedeniyle acil görme rehabilitasyonu

Sekonder müdahale için beklenebilecek durumlar:

- Kapsül bütünlüğü korunmuş, inaktif katarakt, görmesi iyi olan olgular
- Retina ve vitreusun travmasına rağmen arka segmentin stabil olması
- Zonül destekli gecikmeli İOL yerleştirilmesi planlanan olgular
- Kommosyo retina, koroid rüptürü gibi acil cerrahi gerektirmeyen retina patolojileri
- Purtscher's retinopatisi, travmatik optik nöropati gibi daha stabil retina patolojileri

Genellikle arka segment travmatik yaralanmasından bağımsız olarak travmatik katarakt cerrahisinin penetran göz yaralanması tamiri ile aynı seansta veya ikinci seansta yapıp yapılmaması kararında hasta yaşı, lensin durumu, patolojiye vitreusun eşlik edip etmediği, İOL hesabının kesinliği, cerrahin tecrübesi, ameliyathanenin şartları, ameliyat saati, ekip ve ekipmana göre karar verilir.¹²⁻²² Cerrahide görme aksının temizlenmesi arka segmentin ve optik diskin direkt olarak görüntülenmesine ve varsa bu segmentteki patolojilerinde tedavisine olanak sağlar. Küçük çocuklarda görme ekseninin kapalı olması kısa sürede bile ambliyopiye neden olabileceğinden aynı seansta cerrahi ya da erken sekonder cerrahi açısından değerlendirilmelidir.²⁸ Travmatik katarakt sonucu ambliyopi gelişme riski %6-51 arasında bildirilmiştir.²⁹

Arka Segment Yaralanmalarında Katarakt Cerrahisi

Travmatik kataraktlarda uygulanan teknikler, kapsül durumu, zonül desteği ve vitreus bütünlüğüne göre değişiklik gösterir. Temel olarak fakoemülsifikasyon ve pars plana lensektomi (PPL) kullanılır. Ama bazı durumlarla ekstra/intra kapsüler katarakt ekstraksiyonu ve MiniNük tekniği de kullanılabilir. Bir göz doktorunun yapabileceği en büyük hata, travmatik kataraktı olan bir gözü "sıradan" bir katarakt, yani yaşa bağlı bir lens opaklığı gibi tedavi etmesidir. Travmatik kataraktı olan gözlerin %48'i ek arka segment patolojisi içerir ve bu durumda görsel sonuç çoğunlukla retinanın durumu tarafından belirlenir. Lens yaralanması olan gözlerin yaklaşık 4'te 1'inde arka kapsül rüptürü olduğu tespit edilmiştir. Bu cerrahi sırasında büyük

bir ihtimalle vitreusla karşılaşılacağı anlamına gelir. Aslında tüm travmatik kataraktlara bakıldığında zaten arka kapsül intakt olsa bile olguların yaklaşık yarısında cerrahi sırasında vitreus prolapsusu olacaktır.³⁰ Arka kapsülün intakt olduğu durumlarda fakoemülsifikasyon, ekstra kapsüler katarakt ekstraksiyonu (EKKE) veya MiniNük uygulanabilir.

Fakoemülsifikasyon: Zonül ve arka kapsül bütünlüğü korunduysa, standart fako tekniği uygulanabilir. İnflamasyon riskine karşı minimal enerjili “phaco chop” veya “stop-and-chop” gibi teknikler önerilir. Lenste önceden başka bir durum tespit edilmese bile cerrahi travmanın bazı patolojileri tetikleyebileceği unutulmamalı ve cerrahi esnasında minimal doku travması prensibiyle nazik bir cerrahi yapılmasına özellikle önem gösterilmelidir.¹⁷ Fakoemülsifikasyon düşük akım hızı ve ultrason ayarlarının kullanılmasını gerektirir. Travmatik gözün zaten inflame olduğu unutulmamalı ve pre-postoperatif dönemde inflamasyon kontrolü uygun şekilde yapılmalıdır. Cerrahi ne kadar güzel geçerse geçsin inflamasyona bağlı istenmeyen komplikasyonların gelişebileceği unutulmamalıdır.³¹

Penetran yaralanma nedeniyle lens ön kapsülü rüptüre olmuşsa, ön kapsül devamlı ve kurvilineer bir kapsülöreksis haline getirilmelidir. Ön kapsülün düzensiz halde olması, implante edilecek intraoküler lensin dislokasyonuna neden olabilir.³² Preoperatif tespit edilememiş çeşitli zonül ve kapsül problemleri nedeniyle arka kapsül hasarı ve vitreus prolapsusu meydana gelme olasılığı unutulmadan cerrahiye devam edilmelidir. Eğer ön kamarada vitreus varlığından şüphe edilirse triamsinolon ile ön kamara kontrolü prolabe vitreusu belirleyebilir ve tam olarak çıkarılmasına olanak sağlar. Fakoemülsifikasyon sırasında oluşabilecek komplikasyonlar nedeniyle her an EKKE ya da PPL’ye dönülme olasılığından dolayı ekipman cerrahi öncesi buna göre hazırlanmalıdır.

Pars plana lensektomi: Arka kapsül rüptürü, zonül dializi, vitreus prolapsusu, kristalin lensin bir bölümünün ya da tamamının vitreus boşluğuna düşmesi gibi durumlarda PPL tercih edilir. 23 veya 25 gauge vitrektomi sistemleri ile kombine şekilde uygulanabilir. Katarakt cerrahisi için vitrektomi probunu kullanmanın bariz avantajı, vitreus olsun ya da olmasın, vitreus tabanında herhangi bir traksiyon uygulanmaması ve iatrojenik retina yırtığı riskini ortadan kaldırmasıdır.³³ Lensektomi kullanımının dezavantajı, bu teknikle arka kapsülü İOL’e destek olarak tutmanın neredeyse her zaman imkansız olması gerçeğinden kaynaklanmaktadır; arka kapsül, lens ile birlikte çıkarılır ve genelde ön kapsül kalır. Bu durumda sulkusa 3 parçalı lens, iris ya da skleral fiksasyonlu lensler kullanılabilir. Proliferatif vitreoretinopati (PVR) olasılığında ön kapsülde

alınmalıdır. Fakoemülsifikasyon lens sublüksasyonlarının bir kısmında, kullanılabilir. Beraberinde arka segment patolojisi, ciddi zonül travması ve ön kamarada yoğun vitreusun olduğu olgularda, PPL daha uygundur.³⁴ Böylece cerrahi sırasında 360° periferik retinanın yırtık açısından incelenmesi sağlanmış olur. Sublüksasyonlarda normalde lensin bulunduğu yerde vitrektomi probu ya da pars plana fakofragmentasyon probu ile lensektomi yapılabilir. Zonül travmasının çok olduğu gözlerde, lens vitreusa düşürülür, tam bir lüksasyon oluşturulup lens vitreusta da yenilebilir.³⁵ PPL yapılan arka kapsülü açık olgulara eğer ön kapsül desteği yeterli ise, sulkusa aynı seansta veya sonraki bir seansta sekonder İOL implantasyonu yapılabilir.³⁶

Oküler travmada kombine katarakt ve vitreoretinal cerrahi: endikasyonlar ve teknikler:

Bazı durumlarda fakoemülsifikasyon+PPV (pars plana vitrektomi) kombinasyonu ya da PPL+PPV kombinasyonu yapılabilir. Eğer travmatik kataraktla birlikte arka segment travmasına bağlı aşağıdaki patolojiler varsa kombine cerrahi tercih edilir.

- Yoğun vitreus hemorajisi
- Retina dekolmanı
- İOYC
- PVR
- Travmatik maküler delik
- Endoftalmi
- Lens lüksasyonu

Kombine cerrahi daha hızlı hasta iyileşmesine ve daha erken görsel rehabilitasyona olanak tanır.³⁷ Ama daha yoğun bir postoperatif inflamatuvar yanıtı yol açabilir. Ayrıca daha yüksek oranda posterior kapsül opaklaşması, posterior sineşi oluşumu, sıg ön kamara, açılı kapanması bildirilmiştir. Kombine cerrahide gaz gibi bir göz içi tamponadın kullanılması, pupilla yakalama ve lens desantralizasyonu gibi göz içi lenkle ilişkili komplikasyon riskini artırabilir. Dahası, İOL’ün öne doğru yer değiştirmesi, refraktif sonuçta miyop bir kaymaya neden olabilir.³⁷⁻⁴⁰ Sadece 23 değil, 25 veya 27 gauge minimal invaziv sistemler de kullanılabilir. Geniş açılı görüntüleme sistemleri ve endoilluminatörler ile cerrahi konfor artırılır. Retina yırtıklarında PPV ile birlikte laser fotokoagülasyon ya da intravitreal tamponad uygulanabilir. Tamponad olarak hava, silikon yağı veya gaz (C3F8, SF6) tercih edilebilir.

Bazı arka segment travmalarında kombine cerrahi:

Travma sonucu İOYC varlığında travmatik katarakt cerrahisi ve PPV

İOYC’nin neden olduğu göz travmasına sıklıkla kornea veya skleranın penetran yaralanması, hifema, travmatik katarakt, vitreus hemorajisi, retina yırtığı veya dekolmanı

ve hatta endoftalmi eşlik edebilir. Travmatik katarakt, İOYC hastalarında yaygın bir komplikasyondur ve bildirilen insidans %44-66'dır.⁴¹ Arka segmentin açıkça görülebilmesi için bu vakalarda kataraktın çıkarılması gereklidir. Ancak vakaların yaklaşık yarısında, lenste küçük bir hasar lokal ilerleyici olmayan lens opaklığına yol açabilir ve cerrahi müdahale gerektirmeyebilir.⁴² Travmatik katarakt lokalize ise ve görsel eksen kapsamıyorsa, yabancı cisim lens koruyucu bir prosedür kullanılarak çıkarılabilir.⁴³ Katarakt cerrahisinin sonraki seansa bırakılması birtakım zorluklar getirir. Önceki vitrektomi sırasında oluşabilecek zonüler ve lens hasarı ve vitreus desteğinin olmaması sonraki seansta yapılan katarakt cerrahisini zorlaştırır.⁴⁴ İOYC ve travmatik katarakt ile ilişkili travmatik göz yaralanmalarının prognozu, travma ile İOYC çıkarılması arasındaki zaman, ilk görme keskinliği, giriş yarasının yeri, İOYC materyali, İOYC'nin yeri, ameliyat öncesi retina dekolmanı, vitreus hemorajisi varlığı, endoftalmi varlığı, İOYC çıkarılmasıyla birlikte birincil cerrahi onarım ve ameliyat sonrası komplikasyonların ortaya çıkması gibi bir dizi faktöre bağlı olarak büyük ölçüde değişir.⁴⁵⁻⁴⁷ PPV'nin en önemli aşaması olan posterior hyaloidin kaldırılması, genç hastalarda zordur. Travmatik İOYC vakalarında PPV'nin iatrojenik retina yırtıkları, suprakoroidal hemoraji, hipotoni, koroid dekolmanları, yara sızıntıları, vitreus sıkışması ve makulaya yabancı cisim düşmesi gibi çeşitli potansiyel komplikasyonları bildirilmiştir.⁴⁸ Ön kamarada lens-vitreus karışımı, zonüler ayrılma kanıtı veya büyük posterior kapsül yırtık varlığında fakoemülsifikasyon probu aşırı vitreus traksiyonuna neden olup retinayı yırtabileceğinden bu tür olgularda fakoemülsifikasyon yerine pars plana lensektomi yapılabilir.⁴⁹ PPV şu anda arka segment İOYC'lerini çıkarmak için birincil cerrahi yöntemdir. Son yıllarda, minimal invaziv vitreoretinal cerrahi aletlerinin ve tekniklerinin geliştirilmesiyle, mikrocerrahi vitrektomi daha yüksek kesme verimliliği ve daha stabil göz içi basıncı kontrolü sağlayarak ikincil komplikasyonların sıklığını azaltabilir.⁵⁰ İOYC çıkarılması ve IOL implantasyonu ile birlikte katarakt ve vitreus cerrahisinin birleştirilmesi, yalnızca daha hızlı görsel rehabilitasyon sağlamakla kalmaz, aynı zamanda hastanede kalış süresini de azaltır.⁵¹ Katarakt cerrahisiyle birlikte PPV ile İOYC çıkarılırken çeşitli yöntemler literatürde tanımlanmıştır. Çoğu cerrah, genişletilmiş sklerotomi yoluyla İOYC'yi çıkarır, ancak sklerotominin genişletilmesi, hipotoni, vitreus hemorajisi, periferik vitreusun intraoperatif olarak yaraya sıkışması ve postoperatif olarak retina dekolmanı açısından önemli bir risk taşır. Bu durumların yaşanmaması için korneanın hemen üstünden skleral tünel açılarak fakoemülsifikasyon ve İOYC çıkarılması aynı keşiden gerçekleştirilebilir.⁵² Ayrıca küçük

ferröz İOYC'nin harici manyetik ekstraksiyonla primer olarak çıkarılması ve ardından sekonder katarakt çıkarılması ve IOL implantasyonu uygun bir seçim olabilir. Minimal invazif cerrahi, seçilmiş hastalarda komplikasyonsuz iyi görsel sonuçlar elde edebilir.⁵³ Son zamanlarda tanımlanan İOYC blokaj tekniğinde ise travmatik katarakta uygulanan fakoemülsifikasyon sonrası arka kapsülün üst ortasında bir açıklık oluşturularak burdan İOYC çıkarılarak önce ön kamaraya alınmış sonra ana kornea kesiden kolayca çıkarıldığı gösterilmiştir.⁵⁴ Nadirde olsa İntralentiküler İOYC olabilir. Lens bazı durumlarda opak olmayabilirken, metalik İOYC varlığı lensin çıkarılmasını gerektirir. Bazı senaryolarda, İOYC'yi çıkarmak için manyetik bir cihaz kullanarak kristalin lensi korumak mümkün olabilir.⁵⁵ Ancak, İOYC'nin çıkarılmasıyla birlikte katarakt ameliyatı da gerekiyorsa, fakoemülsifikasyon sırasında sıvı dinamiğinin neden olabileceği İOYC hareketi komplikasyonlara neden olabileceğinden, İOYC en erken zamanda çıkarılmalıdır.

Travmatik retina dekolmanı varlığında travmatik katarakt cerrahisi ve PPV

Kesif lensin ya da kataraktın alınması VRC sırasında yeterli görüntülemenin sağlanabilmesi için gereklidir hatta retina net izlenemiyorsa zorunludur. Aynı zamanda var olan kataraktın alınması postoperatif görsel seviyelerin daha iyi olmasını sağlar. Özellikle travmatik RD'li hastalarda periferik retinanın net izlenmesi gereklidir. Dev yırtıklı olgularda hasta genç olsa dahi katarakt az olsa dahi lensektominin yapılması anterior periferdeki vitreusun eksizyonunu, arka retinal flebin repozisyonunu, sıvı-gaz değişimini, ameliyat sırası ve sonrası lazer uygulamasını kolaylaştırır. Kombine cerrahinin yapılmasıyla ikinci bir cerrahiye ihtiyaç kalmayacaktır. Bu durum hem maliyeti azaltan hem de hasta konforunu arttıran bir durumdur.⁵⁶ Katarakt cerrahisinden sonra PPV'ye geçilmesiyle özellikle periferik retinayı görmek için yapılan indentasyonlar sonucunda zaten travmadan dolayı hassas ya da yaralanmış olan globun manipulasyonunu artıracak ve bunun sonucunda perforan yaralanma varsa burada ya da korneal kesiden yara ayrılmasına sebep olabilecektir. Bu yara ayrılmaları ön kamarada ani kollaplara neden olursa göz içi basıncı birden düşerek PPV sırasında komplikasyonlara yol açabilir. Bu durumu engellemek için katarakt cerrahisinden sonra korneal yara yerine geçici sutur atılabilir. Bu sutur cerrahi tamamlandıktan hemen sonra ya da cerrahiden birkaç hafta sonra alınabilir. RD'de kırmızı refleks azalmış olması kapsüllozeksis sınırlarının görülmesinde zorluklara yol açabilir. Bu tür vakalarda ön kapsülün tripan mavisile boyanması gerekebilir. Sonrasında hem korneal ödem ve desme dekolmanı oluşup korneal saydamlılığı bozmaması için, hem de iris travması sonucu

inflamasyon ve pupil miyozisinin oluşmaması için nazikçe ve dikkatli bir şekilde fakoemülsifikasyon yapılır. Çok fazla fako gücü kullanılmamalı ve bunun içinde kesif lensi en hızlı ve pratik şekilde parçalayacak yöntemler cerrahın tecrübesine göre kullanılmalıdır. Endoteli korumak için kapsuloreksis öncesi dispersif viskoelastikler verilerek korneal ödem riski azaltılabilir.⁵⁷ İOL implantasyonu, PPV'den önce ya da sonra yapılabilir. Bu cerrahın seçimine bağlıdır. Sıvı gaz değişimi, gaz tamponadı ve silikon yağı tamponadı yırtık ve dekolman lokalizasyonuna göre yapılır. Tamponad, postoperatif ön kamara iltihabını şiddetlendirme eğilimindedir ve İOL cerrahisinin kalitesini kötüleştirir. Bununla birlikte, ameliyat sonrası görme keskinliği de dahil olmak üzere ameliyat sonrası seyri üzerinde çok az etkiye sahiptir. Kombine cerrahide kullanılacak bir başka yöntem PPL'dir. Lens, pars planadan girilerek alınır, ön kapsuloreksis yapılarak İOL sulkusa konulur ya da skleraya fiks edilir. Sulkusa konulacak İOL 3 parçalı olarak tercih edilmelidir. Bu yöntemden sonra tamponad olarak silikon yağı kullanılacaksa, silikonun ön kamaraya geçip korneal endotel yetmezliği yapma şansı vardır. Silikon kullanılacaksa, periferik iridektomi pupil bloğunu önlemek için yapılmalıdır.⁵⁸ Arka segmentini etkileyen penetran yaralanmalarda, yaralanma yerinde retina yırtılmasına veya vitreus, retina ve koroidin sıkışmasına neden olabilir. Retina sıkışmışsa, retinanın sürüklenmesini ve traksiyonel veya sekonder regmatojen retina dekolmanını önlemek için retinektomi gerekebilir. Başka bir cerrahi yaklaşım, PPV ile çevreleyici skleral çökertme kombinasyonunu kullanmaktır, bu yöntem retinanın sıkıştığı yerdeki çekişi hafifletebilir ve retina yırtıklarını destekleyebilir.⁵⁹

İOL İmplantasyonu ve Seçimi

Travmatik kataraktlarda İOL yerleştirme, en karmaşık kararlardan biridir.^{60,61} İmplantasyon kararında kapsül bütünlüğü, zonül desteği ve vitreusun durumu esas alınır. Aslında kapsül intakt ya da desteği yeterliyse herhangi bir sorun yoktur, arka kamara İOL kapsüller kese içine konulabilir. Yine ön kapsül desteği varsa sulkusa 3 parçalı ya da arka kapsül desteği olup generalize zonüler zayıflık hatta sublüksasyon varsa bile kapsül germe halkası ile birlikte İOL implantasyonu yapılabilir. Eğer zonül kaybı 6 saat kadranının altındaysa fiksasyonsuz, 6 saat kadranının üstündeyse Cionni ve Ahmed segmenti gibi skleraya fiksasyonlu kapsül germe halkası kullanılabilir. 6 ila 8 saatlik zonul ayrılması mevcut olduğunda tek fiksasyonlu kapsül germe halkası, 9 ila 12 saatlik zonul ayrılması mevcutsa çift fiksasyonlu kapsül germe halkası kullanılması yeterli İOL sentralizasyonu sağlayabilir.⁶¹ Esas problem ön ve arka kapsül desteğinin olmadığı olgularda yaşanır.

İOL implantasyonunun, dioptri hesabını etkileyen parametrelerin stabilleştiği dönemde hesaplanıp sekonder cerrahiye bırakılması, penetran travma reperasyonu ile aynı seansta diğer gözün biyometrisiyle hesaplamaya göre daha güvenilir sonuçlar vermektedir.⁶² Eğer penetran travma sonucu lens hasarı çok fazla değilse, kornea tamir edilirken lens cerrahisi ikinci seansa bırakılabilir. İkinci seansta lens cerrahisinin ya da sekonder İOL implantasyonunun avantajları daha az inflamasyon, planlı bir cerrahi metod ve sürprizlere daha az açık olması, İOL implantasyon zamanının tespiti, daha doğru İOL gücü hesaplanması yapılabilmesidir.^{63,64} Sen ve ark.⁶⁵ geniş bir retrospektif vaka serisinde, hem birincil hem de sekonder İOL implantasyon yaklaşımlarının tatmin edici ve karşılaştırılabilir görsel ve refraktif sonuçlara sahip olduğunu bulmuşlardır.

Güncel bir meta analizde açık/penetran göz yaralanmalarında en önemli prognostik faktörlerin görme keskinliği ve yaralanma bölgesi olduğu bulunmuştur. Diğer önemli prognostik faktörler arasında retina dekolmanı/arka segment tutulumu, relatif afferent pupil defekti, vitreus hemorajisi, vitreus prolapsusu, yaralanma türü, hifema, lens tutulumu ve penetran yaralanmadan vitrektomiye kadar geçen süredir. Görüldüğü gibi travmatik katarakt açık göz yaralanmalarında bir prognostik faktör sayılmaktadır ve bundan dolayı implante edilecek doğru İOL'ün seçimi çok önemlidir.⁶⁶

Aşağıda hangi durumlarda hangi lensin seçileceği özetlenmiştir:

Kapsül/zonüller sağlam: Arka kamara İOL

Zonül desteği sınırlı: Sulkusa 3 parçalı İOL/kapsül germe halkası destekli arka kamara İOL

Kapsül yok, zonül yetersiz: Skleral fiksasyonlu İOL/iris fiksasyonlu İOL/anterior kamara İOL

Skleral fiksasyonlu İOL'lerde son yıllarda küçük korneal kesiden yapılan flepsiz, sütürsüz (Yamane tekniği) gibi yöntemler popüler hale gelmiştir. Teknik zordur; komplikasyonlar arasında İOL desentralizasyonu ve endoftalmi riski sayılabilir. Buna alternatif olarak 3 parçalı lenslerin ya da katlanabilir sklera fiksasyonlu lenslerin haptikleri suturle skleraya fiks edilebilir. İris fiksasyonlu İOL, iris desteği iyi olan ancak kapsüller desteği olmayan olgularda uygulanabilen başarılı bir yöntemdir. İris arkası teknikler daha fizyolojik yerleşim sağlar. Kapsülün olmadığı olgularda yöntem seçimi cerrahın tecrübesi ve skleranın/irisin travmaya bağlı olan hasar miktarıyla direkt ilişkilidir.⁶⁷ İOL içeren yapay iris implantları, travmaya bağlı kataraktlarla birlikte olan yaygın travmatik iris defektlerinin tedavisi için etkili bir yöntemdir ve kozmetik açıdan tatmin edici ve iyi fonksiyonel sonuçlar sağlar. Ancak deneyim

gerekmesi ve glokom gibi ciddi komplikasyonlara yol açabileceği için dikkatle yapılması ve takip edilmesi gereken bir cerrahidir.^{68,69}

Postoperatif Komplikasyonlar

Travmatik olgularda, inflamatuvar yanıt agresif olabileceğinden, postoperatif uzun süreli steroid ve sikloplejik kullanımı gerekir. Operasyon öncesi topikal antiinflamatuvar profilaksisi özellikle KMÖ açısından yapılabilir. Antibiyotik profilaksisi de özellikle İOYC ya da kontamine yaralanmalarda şarttır. Sık görülen komplikasyonlar aşağıdaki gibidir:

Travmatik Katarakt Cerrahi Sonrası Takip ve Prognoz

Hastalar cerrahi sonrası 1. gün, 1. hafta ve 1 ay sonra yapılan muayeneler sırasında yakın takip edilir. Hastalara topikal oftalmik antibiyotikler ve steroidlerle birlikte topikal NSAİD damlalarlar reçete edilir. GİB yükselirse antiglokomatöz ilave edilir. Genç hastalardaki inflamatuvar yanıtlar, agresif perioperatif steroid rejimleriyle yönetilebilen fibrinöz üveite neden olabilir.

Ameliyat sonrası ambliyopi riski taşıyan pediatrik hastalarda kapama tedavisi çok önemlidir. Pediatrik hastalarda, tedavi edilmezse ambliyopiye yol açabilen posterior kapsüler opasite gelişme riski vardır.⁷⁰ Bu nedenlerden dolayı çocuk hastaların takibi sadece yapılan cerrahinin takibi değil, ambliyopi riskini önlemek için yapılan görsel rehabilitasyonunda dikkatli takip edilmesidir.^{71,72} Bu çocukları uzun yıllar boyunca refraksiyon kusuru ve ambliyopi riski açısından aktif takip edilmesi gerekir.

OTS, oküler travmadan sonra uzun dönemli görme keskinliğini tahmin etmek için geçerli bir araçtır.²⁰ Arka segmenti etkileyen travmalara bağlı kataraktlarda görsel ve anatomik sonuçlar, birçok faktöre bağlı olarak değişkenlik gösterir. Travmanın tipi, şiddeti, zamanında müdahale edilip edilmediği, cerrahi teknik ve eşlik eden oküler patolojiler,

prognozun belirlenmesinde önemli rol oynar.⁷³ Penetran göz travması sonrası arka segment yaralanması olan hastalarda katarakt cerrahisi ve sekonder IOL implantasyonundan sonra görsel prognozun bozulmasına katkıda bulunan komplikasyonlar arasında önceki retina dekolmanı, maküler pucker gelişimi, İOL dislokasyonu ve sekonder glokom yer almaktadır.⁷⁴ Açık göz küresi yaralanması sonrasında enfeksiyon ve endoftalmi yaygındır.⁷⁵ Daha önce penetran göz yaralanmaları geçirmiş hastaları inceleyen geniş serimizde 814 gözün 64'ünde (%8) endoftalmi görülmüştür. Endoftalmi bu tür vakalarda prognozu kötü etkiler.⁷⁶

Güncel Yaklaşımlar ve Yeni Teknolojiler

Minimal İnvaziv Vitreoretinal Cerrahi Sistemleri

27 gauge vitrektomi sistemleri ile özellikle travmatik olgularda küçük giriş yerleri, daha az konjonktival manipülasyon ve daha hızlı iyileşme süreci olur. Daha düşük akım hızları sayesinde retina mobilizasyonu sırasında yırtık oluşturma riski düşer. Son jenerasyon vitreus kesicileri (10.000 cpm üzeri) ile hem cerrahi süresi kısalmış hem de retinaya yakın çalışmada güvenlik artmıştır.⁷⁷ Geniş açılı görüntüleme sistemleri BIOM (binocular indirect ophthalmomicroscope) ve RESIGHT gibi sistemlerle periferik retina detaylı şekilde görüntülenebilir. Travmatik retinal yırtıkların veya perfore alanların eksiksiz tespiti sağlanır. 3D heads-up cerrahi sistemleri, cerrahın mikroskoptan bağımsız olarak yüksek çözünürlükle monitör üzerinden işlem yapmasını sağlar. Daha geniş görüş açısı ve eğitim açısından interaktif bir ortam sunar.^{78,79}

Yapay Zekâ ve Karar Destek Sistemleri

Görüntü analizi ile tanı desteği: Retina ve vitreus yapılarının AI destekli analizleri, OCT ve B-scan görüntülerinde patoloji saptamada klinisyenlere destek sağlamaktadır. Özellikle travma sonrası retina dekolmanı, epiretinal membran, vitreus hemorajisi gibi bulgular otomatik sınıflandırılabilir.^{80,81}

Tablo: Antibiyotik profilaksisi de özellikle İOYC ya da kontamine yaralanmalarda sık görülen komplikasyonlar

Komplikasyon	Açıklama
Retina dekolmanı	En ciddi ve görmeyi tehdit eden komplikasyonlardan biridir. Özellikle vitreus hemorajisi, retina yırtığı veya İOYC varlığında daha sık görülür.
PVR	Özellikle geç dönemde cerrahi yapılan olgularda sık görülür. RD'nin tekrarına yol açabilir.
Kistoid makula ödemi	Katarakt cerrahisi sonrası en sık görsel kısıtlılık nedenidir. Özellikle travmaya bağlı iris travması olanlarda risk artar.
İOL dezentralizasyonu veya dislokasyonu	Zonül desteği zayıf olan veya fiksasyon tekniği yeterli olmayan olgularda görülür.
Endoftalmi	Travmatik olgularda kontaminasyon riski yüksektir. Özellikle İOYC'de dikkatli takip gerekir.
Sekonder glokom	Açık açılı veya açılı kapanmasına bağlı olabilir. Travmatik hifema, lens partikülleri, inflamasyon ve silikon yağı sorumlu olabilir.

İOYC: İntraoküler yabancı cisim, PVR: Proliferatif vitreoretinopati, RD: Retina dekolmanı

Cerrahi karar destek algoritmaları: Geliştirilen bazı modeller, travmanın tipi, zamanlaması, yaş ve görüntüleme bulgularına göre cerrahi zamanlama ve teknik önerileri sunabilmektedir. Henüz rutin klinik kullanımda olmasa da, gelecekte multidisipliner “akıllı konsültasyon sistemleri”ne dönüşmesi beklenmektedir.⁸²

Otomatik skorlama sistemleri: Oküler ve Glob travma skoru gibi sistemlerin AI versiyonları geliştirilmiştir. Bu sistemler, travmatik olgularda görme prognozu öngörüsünü objektif hale getirmeyi amaçlamaktadır.^{83,84}

Retina Onarımı için Hücresel Tedaviler

Travmaya bağlı fotoreseptör kaybında kullanılmak üzere RPE ve nöral retina hücrelerinden türetilen kök hücre uygulamaları deneysel aşamada umut verici sonuçlar göstermektedir. Özellikle subretinal enjeksiyon teknikleriyle entegre çalışabilen cerrahi sistemlerin prototipleri mevcuttur.⁸⁵

Sonuç

Arka segment oküler travmalarına eşlik eden katarakt olguları, oftalmolojinin en karmaşık ve çok boyutlu tedavi alanlarından birini oluşturur. Bu hastalarda yalnızca lens opasitesiyle değil, retina, vitreus, zonüler yapı, optik sinir ve hatta orbital çevre dokularla ilişkili hasarlarla birlikte mücadele edilir. Tedavinin başarısı; travmanın tipi, zamanında müdahale, ileri görüntüleme tekniklerinin kullanımı ve multidisipliner cerrahi planlama ile doğrudan ilişkilidir. Modern vitreoretinal cerrahi sistemleri, minimal invaziv teknikler, kişiselleştirilmiş göz içi lens uygulamaları ve yapay zekâ tabanlı tanı destek sistemleri, bu alanda hem anatomik hem de fonksiyonel sonuçları önemli ölçüde iyileştirmiştir. Ayrıca biyomühendislik ve rejeneratif tıp alanındaki gelişmeler, gelecekte travmatik görme kayıplarının tedavisinde paradigmatik bir değişimi mümkün kılabilir. Travmatik arka segment olgularında başarının anahtarı; doğru zamanlama, doğru teknik ve güncel teknolojiyle entegre, bireye özel planlanmış cerrahidir. Her travma benzersizdir; bu nedenle tedavi algoritması da standart değil, kişiselleştirilmiş olmalıdır.

Klinik pratik için öneriler:

- Cerrahi zamanlaması, anatomik bütünlüğü sağlama ve komplikasyonları önlemede en kritik adımdır. Acil cerrahi gerektiren durumlar hızla tanınmalı ve müdahale edilmelidir.
- Multimodal görüntüleme, arka segment patolojilerinin ortaya konmasında temel teşkil eder. Ortamın opak olduğu durumlarda B-scan USG ve UBM gibi araçlardan vazgeçilmemelidir.

- Kombine cerrahiler, uygun hastalarda operasyon sayısını azaltır ve görsel prognozu olumlu etkiler. Ancak retinanın durumuna göre tek veya iki aşamalı yaklaşımlar dikkatle planlanmalıdır.
- Yeni nesil İOL sistemleri ve fiksasyon teknikleri sayesinde, kapsül desteği olmayan olgularda dahi stabil ve görsel olarak etkili sonuçlar mümkündür.

Kaynaklar

1. Negrel AD, Thylefors B. The global impact of eye injuries. *Ophthalmic Epidemiol.* 1998;5(3):143-169. doi:10.1076/oep.5.3.143.8316
2. Thylefors B. Epidemiological patterns of ocular trauma. *Aust NZ J Ophthalmol.* 1992;20(1):95-98. doi:10.1111/j.1442-9071.1992.tb01464.x
3. Çağlar Ç, Çinal A, Yaşar T, Demirok A. Künt oküler travmaya bağlı oluşan hifemalarda klinik özellikler. *Ege Tıp Dergisi.* 2009;48(2):95-99. doi:10.31832/EgetipD.116245
4. Kuhn F, Morris R, Witherspoon CD, Mester V. The Birmingham eye trauma terminology system (BETT). *J Fr Ophthalmol.* 2004;27(2):206-210. doi:10.1016/S0181-5512(04)96240-0
5. Kılıç A, Çağlar Ç, Çinal A, Yaşar T, Demirok A, Gül A. Yetişkinlerde travmatik katarakt cerrahisi sonuçlarımız. *Tıp Araştır Derg.* 2007;5(3):125-128. doi:10.123/Tader.2007.40.305
6. Hoogewoud F, Chronopoulos A, Varga Z, Souteyrand G, Thumann G, Schutz JS. Traumatic retinal detachment-the difficulty and importance of correct diagnosis. *Surv Ophthalmol.* 2016;61(1):156-163. doi:10.1016/j.survophthal.2015.09.005
7. Liu X, Wang L, Wang C, Sun G, Liu S, Fan Y. Mechanism of traumatic retinal detachment in blunt impact: a finite element study. *J Biomech.* 2013;46(1):1321-1327. doi:10.1016/j.jbiomech.2012.10.050
8. Erdurman FC, Sobaci G, Acikel CH, Ceylan MO, Durukan AH, Hurmeric V. Anatomical and functional outcomes in contusion injuries of posterior segment. *Eye (Lond).* 2011;25(1):1050-1056. doi:10.1038/eye.2011.40
9. Budoff G, Bhagat N, Zarbin MAJ. Traumatic macular hole: diagnosis, natural history, and management. *Ophthalmol.* 2019;126(1):e032-e038. doi:10.1016/j.ophtha.2018.07.021
10. Bennett NP, Eddie CH. Neuroinflammation, microglia and implications for retinal ganglion cell survival and axon regeneration in traumatic optic neuropathy. *Front Immunol.* 2022;13:860070. doi:10.3389/fimmu.2022.860070
11. Yu-Wai-Man P. Traumatic optic neuropathy-clinical features and management issues. *Taiwan J Ophthalmol.* 2015;5(1):3-8. doi:10.1016/j.tjo.2015.01.003
12. Shah M, Shah S, Upadhyay P, et al. Controversies in traumatic cataract classification and management: a review. *Can J Ophthalmol.* 2013;48(4):251-258. doi:10.1016/j.cjco.2013.03.010
13. Çağlar Ç. Travmanın retina ve lens üzerine etkileri. *Hitit Med J.* 2025;7(1):109-117. doi:10.52827/hititmedj.1551949
14. Kuhn F. Traumatic cataract: what, when, how. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2010;248(1):1221-1223. doi:10.1007/s00417-010-1387-9
15. Shah MA, Shah SM, Shah SB, et al. Morphology of traumatic cataract: does it play a role in final visual outcome? *BMJ Open.* 2011;1(1):e000060. doi:10.1136/bmjopen-2010-000060
16. Çağlar Ç, Yener Hİ, Gül A, Yaşar T. Penetran korneal travma sonrası korneası suture edilmeden iyileşmiş olgularda travmatik katarakt cerrahisi sonuçları. *Türk Oftalmol Derg.* 2010;40(4):222-226. doi:10.4274/tod.40.222

17. Soleimani M, Cheraqpour K, Salari F, et al. All about traumatic cataracts: narrative review. *J Cataract Refract Surg.* 2024;50(7):760-766. doi:10.1097/j.jcrs.0000000000001424
18. Shoshany TN, Torjani A, Zhang Q, Syed ZA. Management and outcomes of traumatic cataract during open globe repair. *Am J Ophthalmol.* 2024;266:248-254. doi:10.1016/j.ajo.2024.05.017
19. Blanch RJ, McMaster D, Patterson TJ. Management of open globe injury: a narrative review. *Eye (Lond).* 2024;38(16):3047-3051. doi:10.1038/s41433-024-03246-3
20. Kuhn F, Maisiak R, Mann L, Mester V, Morris R, Witherspoon C. Ocular trauma score (OTS). *Ophthalmol Clin North Am.* 2022;15:163-166. doi:10.1016/s0896-1549(02)00007-x
21. Tan SI, Hoskin AK, Khatri A, et al. Prognostic factors of open-globe injuries: a review. *Indian J Ophthalmol.* 2023;71(12):3587-3594. doi:10.4103/IJO.IJO_1496_23
22. González-Martín-Moro J, Contreras-Martín I, Muñoz-Negrete FJ, Gómez-Sanz F, Zarallo-Gallardo J. Cyclodialysis: an update. *Int Ophthalmol.* 2017;37(2):441-457. doi:10.1007/s10792-016-0282-8.
23. Rong AJ, Fan KC, Golshani B, et al. Multimodal imaging features of intraocular foreign bodies. *Semin Ophthalmol.* 2019;34(7-8):518-532. doi:10.1080/08820538.2019.1674894
24. Ahn SJ, Woo SJ, Kim KE, Jo DH, Ahn J, Park KH. Optical coherence tomography morphologic grading of macular commotio retinae and its association with anatomic and visual outcomes. *Am J Ophthalmol.* 2013;156(1):994-1001.e1. doi:10.1016/j.ajo.2013.06.023
25. Chan NSW, Lim JS, Mohanram LS, Chee SP. Ultrasound biomicroscopy in the management of complex cataract and intraocular lens: a review. *Clin Exp Ophthalmol.* 2024;52(1):186-206. doi:10.1111/ceo.14321
26. Azadi P, Movassat M, Khosravi MH. The value of the visual evoked potentials test in the assessment of the visual pathway in head trauma. *J Inj Violence Res.* 2021;13(1):1-4. doi:10.5249/jivr.v13i1.1525
27. Dass AB, Ferrone PJ, Chu YR, Esposito M, Gray L. Sensitivity of spiral computed tomography scanning for detecting intraocular foreign bodies. *Ophthalmology.* 2001;108(12):2326-2328. doi:10.1016/S0161-6420(01)00808-9
28. Sen P, Shah C, Sen A, Jain E, Mohan A. Primary versus secondary intraocular lens implantation in traumatic cataract after open-globe injury in pediatric patients. *J Cataract Refract Surg.* 2018;44(1):1446-1453. doi:10.1016/j.jcrs.2018.07.061
29. Khokhar S, Gupta S, Yogi R, et al. Epidemiology and intermediate-term outcomes of open- and closed-globe injuries in traumatic childhood cataract. *Eur J Ophthalmol.* 2014;24(1):124-130. doi:10.5301/ejo.5000342
30. May D, Kuhn F, Morris R, et al. The epidemiology of serious eye injuries from the United States eye injury registry. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2000;238(1):153-157. doi:10.1007/pl00007884.
31. Sridhar U, Tripathy K. Lens-induced inflammation. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025. doi:10.1016/S0039-6257(99)00022-3
32. Özbilen KT, Altinkurt E. Impact of the possible prognostic factors for visual outcomes of traumatic cataract surgery. *Int Ophthalmol.* 2020;40(1):3163-3173. doi:10.1007/s10792-020-01502-5
33. Du XH, Lou YT, Jiang FZ. Preserving anterior lens capsule on pars plana lensectomy-vitreotomy in ocular injury. *Zhejiang Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban.* 2003;32(1):72-74. doi:10.3785/j.issn.1008-9292.2003.01.019
34. Assi A, Bou Chacra C, Cherfan G. Combined lensectomy, vitrectomy, and primary intraocular lens implantation in patients with traumatic eye injury. *Int Ophthalmol.* 2008;28(6):387-394. doi:10.1007/s10792-007-9195-x
35. Avcı R, Yılmaz S. Lens yaralanmalarının tedavisinde pars plana vitrektomi. *Türk J Ophthalmol.* 2013;43(1):51-54. doi:10.4274/tjo.43.40427
36. Rumelt S, Rehany U. The influence of surgery and intraocular lens implantation timing on visual outcome in traumatic cataract. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2010;248(1):1293-1297. doi:10.1007/s00417-010-1378-x
37. Treumer F, Bunse A, Rudolf M, Roider J. Pars plana vitrectomy, phacoemulsification and intraocular lens implantation. Comparison of clinical complications in a combined versus two-step surgical approach. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2006;244(1):808-815. doi:10.1007/s00417-005-0082-5
38. Rahman R, Rosen PH. Pupillary capture after combined management of cataract and vitreoretinal pathology. *J Cataract Refract Surg.* 2002;28(1):1607-1612. doi:10.1016/S0886-3350(01)01093-6
39. Shioya M, Ogino N, Shinjo U. Change in postoperative refractive error when vitrectomy is added to intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg.* 1997;23(1):1217-1220. doi:10.1016/S0886-3350(97)00059-7
40. Hwang HS, Jee D. Effects of the intraocular lens type on refractive error following phacovitrectomy with gas tamponade. *Curr Eye Res.* 2011;36(1):1148-1152. doi:10.3109/02713683.2011.632107
41. Yuksel K, Celik U, Alagoz C, Dundar H, Celik B, Yazici AT. 23 gauge pars plana vitrectomy for the removal of retained intraocular foreign bodies. *BMC Ophthalmol.* 2015;15(1):75. doi:10.1007/s10792-012-9698-y
42. Han S, Wang T, Jia J, et al. Visual outcomes and prognostic factors of intralenticular foreign bodies in a tertiary hospital in North China. *J Ophthalmol.* 2019;13:2019:4964595. doi:10.1155/2019/4964595
43. Pieramici DJ, Capone A Jr, Rubsamen PE, Roseman RL. Lens preservation after intraocular foreign body injuries. *Ophthalmology.* 1996;103(1):1563-1567. doi:10.1016/S0161-6420(96)30043-1
44. Lam DSC, Tham CCY, Kwok AKH, Gopal L. Combined phacoemulsification, pars plana vitrectomy, removal of intraocular foreign body (IOFB), and primary intraocular lens implantation for patients with IOFB and traumatic cataract. *Eye.* 1998;12(1):395-398. doi:10.1038/eye.1998.93
45. Au ACK, Wong DHT, Li KKW. Updates on the clinical management of intraocular foreign body (IOFB). *Asia Pac J Ophthalmol (Phila).* 2025;14(3):100208. doi:10.1016/j.apjo.2025.100208
46. Batman C, Cekic O, Totan Y, Özkan SS, Zilelioglu O. Combined phacoemulsification, vitrectomy, foreign-body extraction, and intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg.* 2000;26(2):254-259. doi:10.1016/S0886-3350(99)00353-3
47. Öztas Z, Nalcaci S, Afrashi F, et al. Posterior segment intraocular foreign bodies: the effect of weight and size, early versus late vitrectomy and outcomes. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2015;21(6):496-502. doi:10.5505/tjtes.2015.03608
48. Palioura S, Elliott D. Traumatic endophthalmitis, retinal detachment, and metallosis after intraocular foreign body injuries. *Int Ophthalmol Clin.* 2013;53(4):93-104. doi:10.1097/HIO.0b013e31829ceee1
49. Hapca MC, Muntean GA, Nemeş-Drăgan IA, Vesa ŞC, Nicoară SD. Visual outcomes of traumatic lens dislocations and subluxations managed by pars plana vitrectomy and lensectomy. *J Clin Med.* 2023;12(22):6981. doi:10.3390/jcm12226981
50. Liu X, Ji MM, Jin L, Zeng AP. Microsurgical vitrectomy with pars plana incision for the removal of posterior segment intraocular foreign bodies. *J Ophthalmol.* 2024;2024:3270197. doi:10.1155/2024/3270197
51. Vatauvuk Z, Pentz A. Combined clear cornea phacoemulsification, vitrectomy, foreign body extraction, and intraocular lens implantation. *Croat Med J.* 2004;45(3):295-298. doi:10.1515/CAMJ.2004.45.3.295
52. Mahapatra SK, Rao NG. Visual outcome of pars plana vitrectomy with intraocular foreign body removal through sclerocorneal tunnel and sulcus-fixated intraocular lens implantation as a single procedure, in cases of metallic intraocular foreign body with traumatic cataract. *Indian J Ophthalmol.* 2010;58(2):115-118. doi:10.4103/0301-4738.61216

53. Su Z, Ye P, Lin J, Zhang L, Huang X. Minimal surgery achieved good visual acuity in selected patients with magnetic intravitreal foreign body and traumatic cataract. *BMC Ophthalmol.* 2019;19(1):54. doi:10.1186/s12886-019-1065-6
54. Lin Z, Ke Z, Zhang Z. Intraocular lens-blocking technique for intraocular foreign body removal. *Indian J Ophthalmol.* 2022;70(6):2176-2179. doi:10.4103/ijo.IJO_2916_21
55. Abdi F, Momenaei B, Tabatabaei SA, et al. Metallic intralenticular foreign body removal without crystalline lens extraction: a case report. *J Int Med Res.* 2022;50(9):3000605221123667. doi:10.1177/03000605221123667
56. Roh JH, Sohn HJ, Lee DY, Shyn KH, Nam DH. Comparison of posterior capsular opacification between a combined procedure and a sequential procedure of pars plana vitrectomy and cataract surgery. *Ophthalmologica.* 2010;224(1):42-46. doi:10.1159/000234907
57. Çağlar Ç, Özışık GG. Kombine retina dekolmanı katarakt cerrahisi. In: Özçetin H, ed. Katarakt, GİL, FAKO, FEMTO. 1. Baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi; 2021:468-473. doi:10.1043/004337
58. Treumer F, Bunse A, Rudolf M, Roeder J. Pars plana vitrectomy, phacoemulsification and intraocular lens implantation: comparison of clinical complications in a combined versus two-step surgical approach. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2006;244(7):808-815. doi:10.1007/s00417-005-0082-5
59. Wei Y, Zhou R, Xu K, Wang J, Zu Z. Retinectomy vs vitrectomy combined with scleral buckling in repair of posterior segment open-globe injuries with retinal incarceration. *Eye (Lond).* 2016;30(5):726-730. doi:10.1111/aos.13037
60. Batur M, Çağlar Ç, Çinal A, Yaşar T. Sekonder göz içi lensi implantasyonları. *Türk Klin Oftalmol Derg.* 2013;22(3):141-149. doi:10.4274/tjo.22.3.141
61. Chee SP, Jap A. Management of traumatic severely subluxated cataracts. *Am J Ophthalmol.* 2011;151(5):866-871.e1. doi:10.1016/j.ajo.2010.10.035
62. Chuang LH, Lai CC. Secondary intraocular lens implantation of traumatic cataract in open-globe injury. *Can J Ophthalmol.* 2005;40(4):454-459. doi:10.1016/S0008-4182(05)80005-5
63. Baykara M, Doğru M, Özçetin H, Ertürk H. Primary repair and intraocular lens implantation after perforating eye injury. *J Cataract Refract Surg.* 2002;28(1):1832-1835. doi: 10.1016/s0886-3350(02)01274-9
64. Shah MA, Shah SM, Shah SB, et al. Comparative study of final visual outcome between open- and closed-globe injuries following surgical treatment of traumatic cataract. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2011;249(1):1775-1881. doi:10.1007/s00417-011-1732-7
65. Sen P, Shah C, Sen A, Jain E, Mohan A. Primary versus secondary intraocular lens implantation in traumatic cataract after open-globe injury in pediatric patients. *J Cataract Refract Surg.* 2018;44(1):1446-1453. doi:10.1016/j.jcrs.2018.07.061
66. Tan SI, Hoskin AK, Khatri A, et al. Prognostic factors of open-globe injuries: a review. *Indian J Ophthalmol.* 2023;71(12):3587-3594. doi:10.4103/IJO.IJO1496_23
67. Acar N, Kapran Z, Altan T, Küçüksümer Y, Ünver YB, Polat E. Secondary iris claw intraocular lens implantation for the correction of aphakia after pars plana vitrectomy. *Retina.* 2010;30(1):131-139. doi:10.1097/IAE.0b013e3181b32eef
68. Mayer C, Khoramnia R. Pupil reconstruction with an artificial iris. *Ophthalmologie.* 2022;119(1):3-12. doi:10.1007/s00347-021-01406-4
69. Gius I, Tozzi L, De Biasi CS, Pizzolon T, Parolini B, Frisina R. Artificial iris: state of the art. *J Cataract Refract Surg.* 2023;49(4):430-437. doi:10.1097/j.jcrs.0000000000001147
70. Trivedi RH, Wilson ME. Posterior capsule opacification in pediatric eyes with and without traumatic cataract. *J Cataract Refract Surg.* 2015;41(7):1461-1464. doi:10.1016/j.jcrs.2014.10.034
71. Zhu AY, Kraus CL. Pediatik travmatik kataraktların cerrahi tedavisinde uygulama modelleri. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus.* 2020;57(3):190-198. doi:10.3928/01913913-20200304-01
72. Eriksen JR, Bronsard A, Mosha M, Carmichael D, Hall A, Courtright P. Predictors of poor follow-up in children that had cataract surgery. *Ophthalmic Epidemiol.* 2006;13(4):237-243. doi:10.1080/09286580600672213
73. Chaudhary A, Singh R, Singh SP. Prognostic value of ocular trauma score and pediatric penetrating ocular trauma score in predicting the visual prognosis following ocular injury. *Rom J Ophthalmol.* 2022;66(2):146-152. doi:10.22336/rjo.2022.29
74. Chuang LH, Lai CC. Secondary intraocular lens implantation of traumatic cataract in open-globe injury. *Can J Ophthalmol.* 2005;40(4):454-459. doi:10.1016/S0008-4182(05)80005-5
75. Bohrani Sefidan B, Tabatabaei SA, Soleimani M, et al. Epidemiological characteristics and prognostic factors of post-traumatic endophthalmitis. *J Int Med Res.* 2022;50(2):3000605211070754. doi:10.1177/03000605211070754
76. Gül A, Yaşar T, Çağlar Ç, Esmer O. Van ve yöresinde delici göz yaralanmaları sonrası endoftalmi görülme sıklığı. *Türk Oftalmol Derg.* 2010;40(6):359-362. doi:10.4274/tjo.40.359
77. Doi Y, Muraoka Y, Tsujikawa A. Evaluation of the efficiency and safety of a 27-gauge 20 000 cuts/min vitreous cutter. *Clin Ophthalmol.* 2023;17:2037-2043. doi:10.2147/OPHTH.S418371
78. Dudani AI, Dudani A, Dudani K, Dudani A. Innovations in vitreoretinal surgery. *Indian J Ophthalmol.* 2020;68(10):2326-2327. doi: 10.4103/ijo.IJO_983_20
79. Chen YQ, Cheng D, Zhu L, et al. Combining robot-assisted surgical system and 3D visualization system for teaching minimally invasive vitreoretinal surgery. *Int J Ophthalmol.* 2022;15(2):255-260. doi:10.18240/ijo.2022.02.10
80. Poh SS, Sia JT, Yip MY, et al. Artificial intelligence, digital imaging, and robotics technologies for surgical vitreoretinal diseases. *Ophthalmol Retina.* 2024;8(6):633-645. doi:10.1016/j.oret.2024.01.018
81. Sanchez-Rodriguez G, Lou L, Pardue MT, Feola AJ. RetOCTNet: deep learning-based segmentation of OCT images following retinal ganglion cell injury. *Transl Vis Sci Technol.* 2025;14(2):4. doi:10.1167/tvst.14.2.4
82. Nespolo RG, Yi D, Cole E, Wang D, Warren A, Leiderman YI. Feature tracking and segmentation in real time via deep learning in vitreoretinal surgery: a platform for artificial intelligence-mediated surgical guidance. *Ophthalmol Retina.* 2023;7(3):236-242. doi:10.1016/j.oret.2022.10.002
83. Nulqiman M, Xu M, Sun Y, et al. Artificial intelligence in ophthalmic surgery: current applications and expectations. *Clin Ophthalmol.* 2023;17:3499-3511. doi:10.2147/OPHTH.S438127
84. Xue J, Wang Z, Chen N, et al. Evaluating multimodal ChatGPT for emergency decision-making of ocular trauma cases. *Front Cell Dev Biol.* 2025;13:1564054. doi:10.3389/fcell.2025.1564054
85. Luo L, Xing Z, Li Y, et al. Injective hydrogel encapsulating dental pulp stem cells for the treatment of traumatic optic nerve injury. *Front Bioeng Biotechnol.* 2025;13:1528749. doi:10.3389/fbioe.2025.1528749



Prof. Dr. Çağatay ÇAĞLAR

1981 yılında doğdu. 2009 yılında göz uzmanı ünvanı aldı. 2014'te yardımcı doçent, 2017'de doçent, 2022 yılında profesör ünvanı aldı. 2008 yılında Almanya Tübingen Eberhard Karls Üniversitesi Göz Kliniğinde 'Retina Hastalıklarında İntravitreal antiVegf Enjeksiyonları', 2013 yılında Avustralya Melbourne Üniversitesi Royal Victorian Eye and Ear Hospital Göz Kliniğinde 'Endotelial Keratoplastiler' ve 'Diyabetik Retinopati' üzerine çalışmalarda bulundu. Halen İstanbul Maltepe Üniversitesi Göz Kliniği Ana Bilim Dalı Başkanlığını yürütmektedir. Evli ve 2 çocuk babasıdır.