

DERLEME

REVIEW

Vitreoretinal Cerrahide Perflorokarbon Sıvılarıyla İlgili Komplikasyonlar

Complications Related to Perfluorocarbon Liquids in Vitreoretinal Surgery

¹ Mehmet ÖNEN/ ORCID No: 0000-0001-8797-9634

² Muzaffer ŞAHİN / ORCID No: 0000-0003-2160-2126

¹⁻² Uzman Doktor, Ankara Bilkent Şehir Hastanesi, Göz Hastalıkları Kliniği, Ankara, Türkiye

Geliş Tarihi/Received: 31/06/2023 **Kabul Tarihi/Accepted:** 31/08/2023 **DOI:** 10.37783/CRJ-0412

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Mehmet Önen, Ankara Bilkent Şehir Hastanesi, Üniversiteler 1604. Cd. No:9 06800 Çankaya/Ankara **Tel./Phone:** +90 (532) 652 9468, **E-posta/E-mail:** mehmetonen@hotmail.com

ÖZ

Vitreoretinal cerrahide perflorokarbon sıvılarının (PFKS) kullanım endikasyonlarının genişlemesi ile kullanımı da artmaktadır. Gerçek tamponadlardan farklı olarak, ağır sıvılar intraoperatif bir araçtır ve vitrektomiden sonra tutulmaya uygun değildir. Perflorokarbon sıvıları, birçok endikasyonda ‘üçüncü el’ olarak son derece kullanışlıdır, fakat potansiyel komplikasyonları nedeni ile aşırı kullanılmamalıdır. Perflorokarbon sıvıları ile ilgili komplikasyonlar, retina toksisitesi, göz içinde kalması, göze enjeksiyonu sırasında retinal arter tıkanıklığı, yapışkan silikon yağı oluşumu ve operasyon sırasında buharlaşması olarak sayılabilir. Yanlışlıkla subretinal boşluğa geçen bir PFKS kabarcığı potansiyel olarak toksiktir. Maküla altında olmadığı sürece sadece kabarcığı çıkarmak için ameliyat yapılması doğru değildir.

Anahtar kelimeler: Perflorokarbon sıvılar, Retina toksisitesi, Komplikasyonlar, Buharlaşma.

Abstract

The use of perfluorocarbon liquids (PFCLs) in vitreoretinal surgery is increasing with the expansion of the indications. Unlike true tamponades, heavy fluids are an intraoperative tool and are not suitable to be retained after vitrectomy. Perfluorocarbon Liquids are extremely useful as ‘third hand’ in many indications, but should not be overused because of their potential complications. Complications related to perfluorocarbon liquids are retinal toxicity, retention in the eye, retinal artery occlusion during injection into the eye, sticky silicone oil formation and evaporation during the operation. A PFCL bubble inadvertently left in subretinal space is potentially toxic. Unless it is under the macula, it is not justified to perform surgery just to remove the bubble.

Key words: Perfluorocarbon liquids, Retinal toxicity, Complications, Evaporation.

Giriş

Perflorokarbon sıvıları (PFKS), retina dekolmanında subretinal sıvının drenajı için ilk kez 1987 yılında Chang tarafından kullanılmıştır.¹ PFKS, optik olarak saydam ve silikon yağına benzer yüksek özgül ağırlıklı ve düşük viskoziteli sıvılardır. Bu özellikleri ile dekolle retinayı yatıştırma ve proliferatif membranların soyulmasını kolaylaştırmaktadır. Vitreoretinal cerrahide, adeta ‘üçüncü el’ gibi kullanılan PFKS, son zamanlarda kullanım endikasyonlarının gelişmesi ile kullanımı artmaktadır. Vitreoretinal cerrahide retina dekolmanı yanında, yabancı cismin veya düşen nukleusun makülayı travmatize etmesini engellemek için, makülayı korumak amacı ile kullanıldığı gibi, maküla deliklerinde serbest ya da temporalden katlanan iç limitan membran (İLM) flep cerrahisinde de kullanılmaktadır. Yine

diyabetik traksiyonel membranların soyulmasında, suprakoroidal kanamanın boşaltılması ve kanama kontrolünde de kullanılmaktadır. Bu listeyi çok daha uzatmak mümkündür.

Vitreoretinal cerrahide kullanılan PFKS, birçok faydası yanında birtakım komplikasyonlara da sebep olabilmektedir. PFKS kullanımı ile ilişkili en önemli komplikasyon, vitrektomi sonrası submaküler PFKS kalması sonucu geri dönüşü olmayan retinal toksisite ve buna bağlı merkezi skotom oluşmasıdır.^{2,3} Bunun yanında PFKS’ları ile ilişkili komplikasyonlar, retina toksisitesi, göz içinde kalması, vitrektomi sırasında PFKS’nın buharlaşması, standart silikon yağının PFKS ile etkileşimi sonucu ‘yapışkan yağ’ (‘sticy oil’) oluşumu ve göz içine enjeksiyonu sırasında optik disk başı retinal arterial dolaşımının kesilmesi olarak sayılabilir. Bu derlemenin amacı, PFKS ile ilişkili komplikasyonları gözden geçirmenin yanında, komplikasyonların önlenmesi ve çözülmesini de sunmaktır.

PFKS İle İlişkili Retina Toksisitesi

Çeşitli PFKS'lerin oküler toksisitesi, bir dizi hayvan çalışmasında değerlendirilmiştir. Bu çalışmalar, PFKS'lerin klinik kullanımıyla ilişkili oküler komplikasyonlarına odaklanmıştır. PFKS'lerin toksisitesine genellikle hidrojen içeren bileşikler ve doymamış karbon bağları neden olmaktadır. En toksik yapı, nitrojen bağı olan bileşikler ve hidrojen florür içeren bileşikler olarak saptanmıştır.⁴ PFKS'lerin subretinal boşluğa kaçması veya PFKS'lerin uzun süreli kullanımı, retina dejenerasyonunun yanı sıra retina pigment epitelini veya fotoreseptör hasarına yol açabilir.^{5,6} Düşük viskoziteli sıvıların mekanik etkileri sonucunda da retina hasarı oluşabilmektedir.⁷

Deney hayvanlarında yapılan elektoretinogram (ERG) çalışmaları, 48 saat boyunca göz içinde tutulan PFKS'nın a ve b dalga amplitüdlerinde değişikliklere yol açtığını göstermiştir.⁴ PFKS'ların olası retina toksitesini değerlendirmek için, insan retinasında da deneysel çalışmalar yapılmıştır. Bunlardan bir tanesi, PFKS'ları ile deneysel olarak retinadaki histolojik değişiklikleri değerlendirmek için, Stolba ve arkadaşlarının tamponad olarak retinada iki farklı perfluorophenantrene (Vitreon) konsantrasyonunun (0.8 cc ve 0.2 cc) etkisini inceledikleri çalışmalarıdır.⁸ Tamponattan bir hafta sonra inferior retinada herhangi bir değişiklik olmadığını gözlemlemişlerdir. İki hafta sonra, tamponadın 0,8 cc konsantrasyonundaki gözlerde hafif değişiklikler (fotoreseptör tabakasına iç nükleer ve dış pleksiform tabakada düzensizlikler veya her iki nükleer tabakada hücre azalması) görülmüştür. Oysa 0.2 cc konsantrasyonla tedavi edilen gözler belirgin bir değişiklik izlenmemiştir. Vitreon'dan dört hafta sonra 0,8 cc konsantrasyonla tedavi edilen gözlerde orta düzeyde değişiklikler saptanmıştır (hem nükleer hem de fotoreseptör katmanlarında hücre kaybı, dış pleksiform katmanda incelleme alanları, dış retina katmanlarında kırışma, artan nükleer bozulma, küçülmeler ve alt retinada Müller hücre hipertrofisi). Oysa 0.2 cc konsantrasyonla tedavi edilen gözlerde sadece hafif değişiklikler oluşmuştur. Ameliyattan sekiz hafta sonra, 0.8 cc Vitreon ile tedavi edilen gözlerde, tüm retinal katmanlarda düzensizlik, hücre kaybı, artan sayıda nükleer düşüş ve fotoreseptör hücre sayısında azalma dahil ciddi değişiklikler saptanmıştır. Öte yandan 0,2 cc Vitreon uygulanan gözlerde retina dokusunda sadece hafif değişiklikler gözlenmiştir. Yazarlar, Vitreon'un yüksek oranda saflaştırıldığında bile retina hasarına neden olabileceği sonucuna varmışlardır. Farklı Vitreon konsantrasyonları, farklı şiddet seviyelerinde retina hasarına yol açmaktadır. Yazarlar, PFKS'lerin yüksek özgül ağırlığının ciddi retina intoleransında potansiyel bir faktör olduğunu ifade etmişlerdir.⁸

Bir başka çalışmada, alt kadran retina dekolmanı ve proliferatif vitreoretinopati (PVR) tedavisinde, kısa süreli tamponad (1 hafta) olarak PFKS'lerinin kullanımının etkinlik ve yan etkileri araştırılmıştır.⁹ Komplike alt kadran retina patolojileri için kısa süreli PFKS tamponadı ile tedavi edilen 17 gözün retrospektif analizini gerçekleştirilmiştir. Kısa süreli PFKS tamponadın, zorlu retina patolojilerini yönetmek için kullanıldığında %76 'lık sabit bir yeniden bağlanma oranına ulaştığı sonucuna varılmıştır. Takip döneminde ortaya çıkan komplikasyonlar arasında katarakt (%60), epiretinal membran (%35), yüksek göz içi basıncı (%29), üst kadrandan yeniden ayrılma (%24), kalan PFKS (%24), kornea kusurları (%24), atrofik maküler değişiklikler (%12) ve PVR (%12) yer almaktadır. Bunların bir kısmı PVR'li retina dekolmanının başarısızlığı ile ilişkilendirilmiştir.

Intraoperatif veya kısa süreli vitreus tamponadı olarak perflouphenanterene (Vitreon) kullanılan prosedürlerde uygulanan 700 hastalık bir çalışma olan 'Vitreon Collaborative Study'de postoperatif komplikasyonlar değerlendirilmiştir.¹⁰ Postoperatif en yaygın beş komplikasyon, PVR'li veya PVR'siz tekrarlayan retina dekolmanı (%11.28), makülada epiretinal membran (%5.85), fibrinöz reaksiyon (%4) kalıntı Vitreon (%3.85) ve vitreus kanaması (%2.57) olarak ifade edilmiştir. Diğer komplikasyonlar geçici veya kalıcı göz içi basıncı artışı, geçici veya kalıcı hipotoni, ilerleyici katarakt oluşumu ve geçici hifema olarak bildirilmiştir.¹⁰

PFKS'lar, uzun süreli göz içi tamponad amacı ile kullanılmaktadır. Öte yandan, dev yırtığı ve alt kadran yırtığı olan retina dekolmanlarında göz içi tamponadı olarak kısa süreli (1 hafta) göz içinde bırakılmasının güvenli olduğuna dair yayınlar da mevcuttur.¹¹⁻¹³ Bununla birlikte, uzun süreli göz içi PFKS, istenmeyen sonuçlar yarattığı için, ameliyatın sonunda tamamen çıkarılması önerilmiştir. PFKS'lerin uzun süreli tamponad ajanları olarak kullanılmasının olumsuz etkileri, retina toksisitesi veya mekanik hasarla sonuçlanan çeşitli deneysel çalışmalarla gösterilmiştir. Anatomik ve fonksiyonel sonuçları değerlendirmek ve ayrıca PFKS'lerin uzun vadeli göz içi toleransını araştırmak için vitrektomize hastalar üzerinde birçok çalışma yapılmıştır. Çalışmaların çoğu, uzun süreli tamponadların emülsifikasyon, göz içi basıncında yükselme, retina üzerinde membran oluşumu gibi komplikasyonların yanı sıra patolojik ve elektrofizyolojik değişikliklerle ilişkili olduğunu göstermiştir. PFKS'lerin uzun vadeli uyumluluğunu iyileştirmek ve klinik uygulama sayısını artırmak için, hidrofluorokarbon sıvıları (HFKS) ve HFKS-oligomerler gibi geliştirilmiş göz içi uyumluluk ve stabilizeye sahip modifiye PFKS'ler geliştirilmiştir. Bu ajanlarla ilgili ilk çalışmalar, bunların uygun uzun vadeli vitreus tamponadları olacağını düşündürmektedir.

Son zamanlarda komplike olmayan retina dekolmanında subretinal sıvı drenajında intraoperatif PFKS'lerinin kullanımının, fonksiyonel sonuçlarının daha kötü olduğuna dair ka-

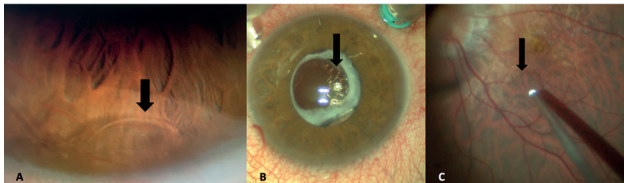
nıtlar çıkmaktadır.¹³ PFKS'ların kullanımı ile optik koherans tomografide elipsoid zon, fotoreseptör dış tabaka defektleri ve kistoid maküla ödemi ile ilişkili bulunmuştur.¹³

Öte yandan, subretinal sıvının drenajında PFKS'ları ve posterior retinotominin karşılaştırıldığı, randomize kontrollü bir diğer çalışmada, anatomik ve fonksiyonel bir fark bulunmamıştır.¹⁴ Kullanılan PFKS'nin tipi ve intraoperatif kullanım süresinin retinal toksisitede de etkili olduğu bildirilmektedir.¹⁴ Randomize prospektif çalışmalar ile elde edilecek kanıtlar, PFKS'ların intraoperatif kullanımının güvenliği ile ilgili daha sağlıklı bilgiler verebilir.

Bir diğer çalışmada hem PFKS hem de subretinal sıvı drenajı (PFKS olmaksızın) ile, retinanın yeniden yatışması ve fonksiyonel iyileştirme açısından mükemmel sonuçlar elde edilmiştir ve her iki yöntem de güvenilir bulunmuştur.¹⁵ PFKS grubunda biraz daha yüksek ek ameliyat oranı bulunmuştur.¹⁵ Bu bulgular, PFKS'nin yırtıklı retina dekolmanı için rutin vitrektomide gerekli olmadığını, çünkü PFKS olmadan subretinal sıvı drenajı ile elde edilen sonuçları iyileştirmediklerini ve daha yüksek ek ameliyat maliyet oranları nedeniyle, daha az maliyet etkin olabileceğini göstermektedir. Bu da maliyet etkinlik açısından akılda soru işaretlerine yol açmaktadır.¹⁵ Dekolman ameliyatlarında maliyetin artması ile elde edilen sonucun tatmin etmemesi nedeni ile, subretinal sıvı drenajında posterior retinotomi önerilmektedir. Öte yandan posterior retinotomi, sekonder epiretinal membran sıklığını artırdığı için, bir miktar subretinal sıvı bırakarak primer yırtıktan internal drenaj yapılması da akla yatkın gelmektedir.

PFKS'nın Göz İçinde Kalması

Vitrektomi sırasında kullanılan PFKS'larının göz içinden tamamen alınmaması durumunda PFKS sıvıları önce arka segmente ve sonrasında ön segmente izlenebilir (Şekil 1). Vitreoretinal cerrahi sonrası göz içinde istenmeyen PFKS kalması sonrası göz içi basınç artışı ve oküler inflamasyon gelişebileceği gösterilmiştir. Bu komplikasyonlar, kalan PFKS'nın miktarı ve kaldığı süre ile ilişkilidir.¹⁶



Şekil 1: 44 yaşında erkek hasta retina dekolmanı nedeni ile operasyondan 1 ay sonra ön kamerada altta aç bölgesinde PFKS damlacığı (Siyah Ok) (A). Ameliyat sırasında ön kamarada aç bölgesindeki PFKS damlacıkları göz içi lensi üzerine (Siyah Ok) yöneliyor (B). Aynı hastanın retinasında da PFKS damlacığı intraoperatif alınması esnasında retina üzerindeki (Siyah Ok) görünümü (C).

Özellikle afak ve psödoafak hastalarda, vitrektomi sonrası PFKS damlacıkları, arka kamaradan ön kamaraya geçebilir. PFKS'lerin potansiyel bir komplikasyonu, ağır sıvı ile temas alanındaki endotel hücrelerine zarar veren kornea toksisitesidir. Konjonktiva hiperemisi ve kornea bulanıklığı da tarif edilmiştir.¹⁷

Ön kamarada kalan PFKS'nın alınması sırasında, PFKS'nın arka kamaraya özgül ağırlığı nedeni ile yönleneceği unutulmamalıdır. Bu neden ile ön kamaradaki PFKS'nın alınması sırasında, PFKS'nın arka segmente yönelmesi nedeni ile, retina üzerindeki PFKS'nın alınması için, üç port pars plana vitrektomi ile arka segmente de müdahale gerekebilir. Tekrarlayan ameliyatlardan kaçınmak için ön kamaradaki PFKS alımlarında mutlaka arka segment kontrolü de yapılmalıdır (Şekil 1).

Vitrektomi sonrasında, PFKS'nın tamamının alınması, çok önemlidir. Bu amaç ile, teknik olarak dekolman cerrahilerinde PFKS ile hava değiştirilmektedir. Sonra hava altında retina üzerinde kalan PFKS'nın alınması için, göz içine 3-4 damla sıvı verilerek, kalan PFKS'nın tamamen alınması mümkün olmaktadır. Gerekirse bu işlem tekrarlanabilir.

Dengeli tuz sıvısı (BSS) ile yetersiz intravitreal yıkamaya bağlı olarak yetersiz PFKS alınması meydana gelebilir. PFKS-hava değişiminden sonra vitreus boşluğunun yıkanması, bu komplikasyonun önlenmesi için önemli bir adımdır.

Subretinal veya Submaküler PFKS Alana Hapsolmesi

PFKS, subretinal sıvının merkezden çevreye doğru yer değiştirmesini kolaylaştıran benzersiz kimyasal ve fiziksel özelliklere sahiptir ve hareketli retinanın intraoperatif yeniden yatışmasına ve drenaj retinotomisi yapılmadan ayrılan retinanın ön kısmının yatırılmasına olanak tanır. Bu avantajlara rağmen, PFKS damlacıkları yanlışlıkla subretinal veya submaküler alanda hapsolabilirler.

Retina altına hapsolan PFKS damlacıkları, daha çok dev yırtıklı, ekvatorun gerisindeki büyük yırtıklı ve 360 derece retinektomi yapılan PVR'lı retina dekolmanlarında karşımıza çıkmaktadır. Bu olgularda retina altı PFKS'nın hapsolmesinde, retinanın yeterince serbestleştirilmemesi ve PFKS sıvılarının tek bir habbe şeklinde verilememesi etkilidir. Retina üzerindeki ve altındaki membranların temizlenmesi sonrası, tek bir habbe halinde PFKS'nın verilmesi, olası subretinal PFKS komplikasyonunu engelleyecektir.

Maküla altındaki PFKS, görmeyi önemli ölçüde etkileyebilir ve cerrahi olarak çıkarılmasını gerektirebilir.¹⁸ Periferik subretinal PFKS genellikle görme üzerine olumsuz bir etki yapmadığı için takip edilebilir. Öte yandan bu damlacıkların makülaya doğru göçü de meydana gelebilir. Ancak göçün

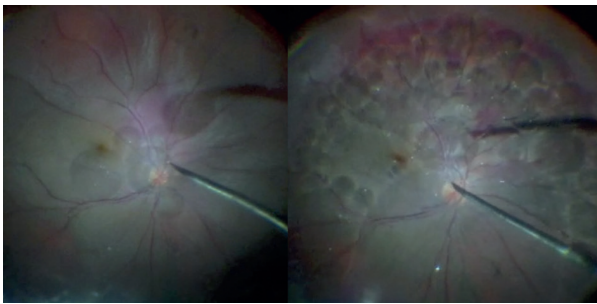
mekanizmaları hala bilinmemektedir.¹⁹ Subfoveal PFKS'nin herhangi bir cerrahi müdahale olmaksızın kendiliğinden düzeldiği nadiren bildirilmiştir.²⁰

Maküladan uzak subretinal PFKS takip edilebilir, fakat burada PFKS'nin miktarı fazla ise alınması düşünülmelidir. Burada subretinal PFKS'nin olası toksisitesinden çok, maküla altına doğru ilerlemesi bir risk oluşturmaktadır.

Submaküler PFKS'nin uzun dönem takibin araştırıldığı bir çalışmada, submaküler PFKS migrasyonu, vakaların yaklaşık %1'inde görülmüştür.²¹ Ekvatora yakın veya büyük yırtıklı retina dekolmanı vakalarında izlenmiştir. Perfloro-n-oktan veya perflorodekalin kullanmanın istatistiksel olarak bir farkı bulunmamıştır.²¹ Submaküler PFKS damlacıklarının farklı davranışları gözlenmiştir. İki olguda submaküler PFKS'nin maküla deliğine yol açarak kaybolduğu izlenmiştir. Öte yandan, bazı küçük submaküler PFKS damlacıkları vakaları, uzun süre makul seviyede görme keskinliğini korumuşlardır.²¹

Maküladan uzak subretinal küçük ve yer değiştirmeyen PFKS'nin damlacıklarının alınması gereksizdir. Fakat maküla altına yerleşimli PFKS'nin alınması retina toksisitesi nedeni ile önerilmektedir. Subretinal PFKS'nin transretinal alındığı ve İLM soyulduğu olgu serisinin uzun dönem takip sonuçlarında, %40'ında elipsoid zonda hasar tespit edilmiştir.²² Hastaların neredeyse yarısında toksik etki izlenmiş olması maküla altındaki PFKS'nin alınmasının ne kadar doğru olduğunu göstermektedir. Burada retina toksisitesini azaltmak için hızlı cerrahi önemlidir.

PFKS'nin küçük balık yumurtası kabarcıkları, retina yırtıkları yoluyla kolayca subretinal boşluğa geçebilir (Şekil 2). Bu sorunu önlemek için 25 gauge çift yollu kanül (dual kanül) kullanılabilir. Bu kanül yardımı ile, PFKS'nin küçük balık yumurtası gibi birçok baloncuk olmasının önüne geçilerek, tek büyük bir damlacık şeklinde göz içine enjekte edilebilir.



Şekil 2: Retina dekolmanı olan bir olguda 27 gauge vitrektomide (dual kanül olmadığı için) PFKS'nin tek bir baloncuk şeklinde verilememesi nedeni ile, balık yumurtası (fish egg) şeklinde PFKS kabarcıklarının intraoperatif görünümü.

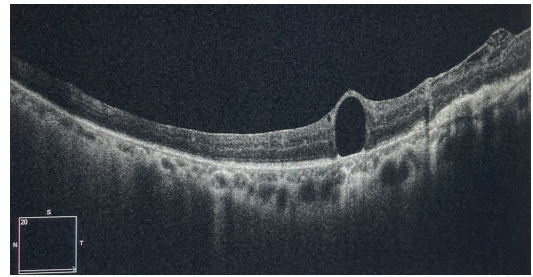
Diğer çalışmalarda, büyük bir PFKS baloncucu foveadan aşağı doğru kendiliğinden yer değiştirmiştir veya retina altı bir PFKS damlacığı daha sonra merkezi foveadan kaybolarak reti-

na yapısının iyileşmesine yol açmıştır.²³ Ayrıca, PFKS damlacığının, damlacığın üzerindeki incelterek retina kendiliğinden oluşan geçici bir delikten boşaldığını ve daha sonra makülayı düz ve atrofik bırakarak kapandığını öne sürülmüştür.²⁴

Silikon yağı tamponadı, düşük yüzdürme etkisi ve yırtık kenarında tutulan PFKS kabarcıkları nedeniyle postoperatif erken dönemde retina yırtığı kenarını yükselterek bu komplikasyon oranını artırabileceği vurgulanmıştır.²⁵ Göz içi tamponadı olarak silikon yağı tercih edilecek olgularda, PFKS-Silikon yağı değişimi yerine, PFKS-Hava değişimi sonrası göz içi tamponadı olarak silikon yağın verilmesi olası komplikasyonu önleyecektir.

Maküladan uzak bölgedeki subretinal PFKS, görmeyi etkilemez, ancak subfoveal PFKS görmede belirgin azalmaya neden olabilir. Subfoveal PFKS'nin izlendiği ve ilginç bir şekilde görmenin korunduğu ile ilgili birkaç vaka raporu vardır. Altı ay boyunca 20/400 değişmeyen görme keskinliği olan bir subfoveal PFCL vakası bildirilmiştir.²⁶

Optik koherans tomografi, viskozite, yoğunluk ve yüzey gerilimi farklılıkları nedeniyle özellikle retina altına hapsolan sıvı, silikon yağı, yapışkan silikon yağı ve PFKS'nin ayırıcı tanısında önemlidir. Hapsolmuş PFKS baloncucu, belirgin bir sınıra sahiptir ve retina'ya Yunanca omega (Ω) harfinin şekline uyum sağlar (Şekil 3). Bu neden ile, PFKS balonunun tabanındaki RPE ile nörosensoryel retina arasındaki açı keskindir. Tüm retina sıkıştırıldığı için, PFKS damlacığı üzerinde retinal katmanlar tanımlanamaz. Koroidde yüksek yansıtıcı gölge vardır. Subretinal sıvı, tabanında RPE ile nörosensoryel retina arasında geniş bir açılı ile retinanın kubbe şeklinde bir yükselme sağlar ve sıvının üzerindeki retinal katmanlar kolayca tanımlanabilir. Subretinal silikon yağı geniş bir alana yayılır ve sığ bir yükselti oluşturur. Yapışkan silikon yağda, vitreustan daha yoğun olduğundan ve retina yüzeyi üzerinde hiporeflektif globüler lezyon olarak görüldüğünden OKT görüntülemeye retina görüntüsünün kaymasına neden olur.^{27,28}



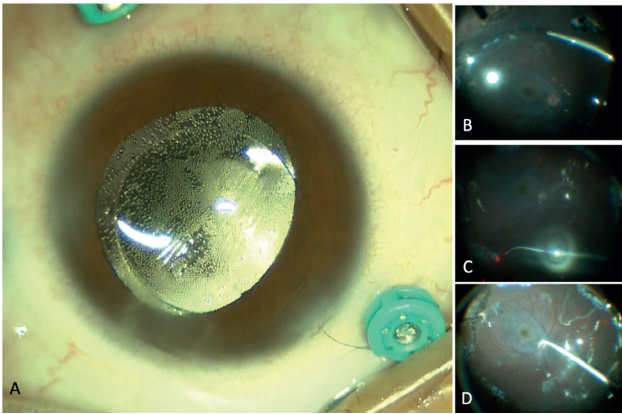
Şekil 3: Optik koherans tomografide maküladan uzak subretinal yerleşimli PFKS görünümü.

Maküla altı yerleşimli PFKS alınması için, transretinal 41 gauge kanül kullanılmaktadır. Bunun alınmasından sonra oluşabilecek epiretinal membran ve maküla deliği oluşumunun önüne geçmek için, iç limitan membranın soyulmasının önemli olduğu gösterilmiştir.²²

Submaküler yerleşimli PFKS'nın alınmasında kullanılan bir diğer teknik, 41 gauge iğne ile subretinal alana verilen sıvı ile, PFKS'nın maküla altından yer değiştirmesi sonrasında almak ya da uzaklaştırmaktır. Bu yer değiştirme ile, foveadan uzaklaştırılan PFKS subretinal alandan yine aynı iğne ile alınabilir. Fovea altından uzaklaştırılan PFKS alınmadan da izlenebilir. Bu teknik ile makülanın daha az travmatize olduğu ifade edilmektedir.

PFKS'ların İntraoperatif Buharlaştırması

Hava-sıvı değişimi yapılması sırasında, göz içindeki PFKS buharlaşmaktadır. Özellikle GİL arkasındaki kapsül, vitrektomi kesicisi ile alındığında, GİL arkasında hava-sıvı değişimi sırasında ciddi PFKS'a bağlı buharlaşma oluşabilir. GİL varlığında, hava-sıvı değişimi sırasında sisli hale gelen bir GİL nedeni ile, vitreoretinal görüntüleme sistemi ile retinayı görmek imkansız hale gelebilir. Böylesi bir durumda PFKS yerine, bazen posterior retinotomi tercih edilebilir.²⁹ Oluşan buharlaşma, vitreoretinal cerrahinin yapılmasını zorlaştırır, hatta imkansız kılar (Şekil 4). Böylesi bir buharlaşmada, GİL arkasındaki buhar alınsa da, göz içindeki PFKS nedeni ile tekrar tekrar buharlaşma oluşabilir. Çözüm olarak GİL arkası buharlaşma, kesici veya ışık yardımı ile mekanik olarak alınabilir. Ama retinada PFKS varlığında buharlaşma yine tekrarlayacaktır.



Şekil 4: 16 y kadın hasta nüks retina dekolmanı nedeni ile opere edilirken alınan görüntülerde, göz içi lensi arkasında PFKS'na ait buharlaşma (A). Hava-sıvı değişimi başlangıcında arkada kutupta PFKS göz içine verilir iken intraoperatif fundus görünümü (B). Yetersiz irrigasyon nedeniyle PFKS'nın buharlaşması ile hava altında endolazer yapar iken intraoperatif fundus görünümü (C). Göz içi irrigasyon ile PFKS'nın tamamının alınması sonrası buharlaşmanın kalkması ile intraoperatif fundus görünümü (D).

Afak olgular da kornea endotelindeki buharlaşmanın temizlenmesi nerede ise imkansızdır. Böylesi bir durumda beklemek ya da ön kamarayı viskoelastik ile doldurmak bir çözüm olabilir. Yine fakik olgularda lens arkasında oluşan buharlaşmanın temizlenmesi, lense değme riski nedeni ile müm-

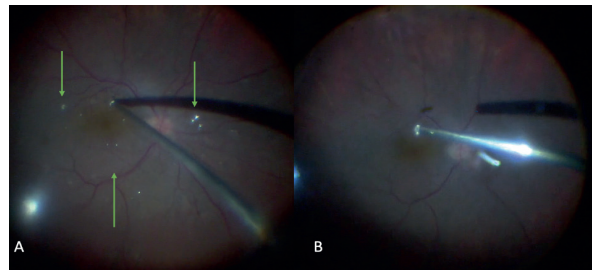
kün olamamaktadır. Fakik olgularda, buharlaşma nedeni ile, göz içindeki havadan tekrar sıvıya geçerek posterior retinotomi yapmak çözüm olabilir.

PFKS ilişkili Yapışkan Silikon Yağı Oluşumu

Standart silikon yağı (SY) kullanılan birçok hastada yapışkan SY bileşiği tespit edilmiştir. Retinaya güçlü bir şekilde yapışan yapışkan, şeffaf, jel benzeri bir maddedir. Bu yapışkan maddede gaz kromatografisine bağlı kütle spektroskopisi analizleri ile, PFKS'da var olan kısmen florlu karbonlar gösterilmiştir.^{30,31}

Yapışkan SY oluşumu daha çok ağır SY kullanılan olgularda karşılaşılan bir komplikasyondur. Ağır silikon, düşük oranda (yaklaşık %17-16) PFKS içermesi, yapışkan SY oluşumuna yol açmaktadır. PFKS ve standart SY'nın uzun süreli göz içi birlikteliği, yapışkan SY (YSY) oluşumunu içeren komplikasyonlara yol açabilir.^{32,33} YSY kalıntılarının retinaya yapışması, fotoreseptör toksisitesine ve görme bozukluğuna yol açabilir.³⁴

YSY'nın çıkarılması teknik olarak oldukça zor olmaktadır ve koroid kanamaları ve periferik retina yırtığı gibi ciddi iyatrojenik komplikasyonlara yol açabilmektedir.³¹ Bazen olası ciddi komplikasyonların önüne geçebilmek için, YSY'nın çıkarılması için çok ısrar edilmemeli ve ikinci bir operasyon ile YSY alınmalıdır. Bir ya da iki hafta sonra tekrar ameliyat edilen olgularda, zaten ayrılan yapışkan silikon parçacıkları hava-sıvı değişimi ile kolayca alınabilir (Şekil 5). Yine maküladaki YSY damlacıkları, 'İLM sarma ve soyma tekniği' ile alınabilmektedir.³⁵ YSY retina-ya yapıştığı yerde, ince bir tabaka halinde PFKS tabakası nedeni ile, retinaya tutunduğuna inanılmaktadır. Bu neden ile İLM'in soyulmasının önemli olduğunu düşünülmektedir.³⁵



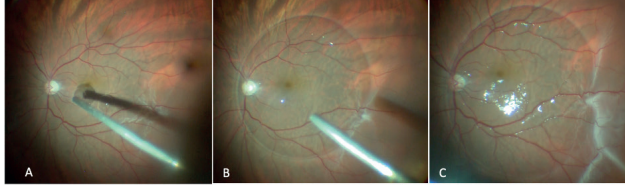
Şekil 5: A: 55 y retina dekolmanı nedeni ile standart silikon yağı verilen hastada silikon yağı alımı sırasında yapışkan silikon yağı maküla ve arka kutupta (Yeşil ok) izlenmekte (A). İki hafta sonrasında yapışkan silikon yağı retinadan ayrılmış olması ile hava sıvı değişimi ile kolayca temizleniyor (B).

Dev yırtıklı retina dekolmanı olgularında PFKS ile silikon değişimi yapılmaktadır. Bu da standart silikon ile PFKS etkileşimini arttırmaktadır. Bu olgularda YSY ile karşılaşılması

artmaktadır. Bu neden ile silikon verilecek olgularda öncelik ile PFKS ile hava değişimi sonrası silikon verilmesi tercih edilmelidir. Böylece YSY oluşumunun önüne geçilebilir.

Optik Sinir Başı Arteriyel Dolaşımın Bozulması

Vitreoretinal cerrahi sırasında PFKS'nın göz içine enjeksiyonu ile göz içi basıncı (GİB) artmaktadır. Özellikle çift yollu kanüllerin kullanılmadığı durumda bu duruma sıklık ile rastlanır. Artan GİB, optik disk başı retinal arter dolaşımını bozabilir. Böylece retinal arter tıkanıklığı ortaya çıkabilir. Böylesi bir komplikasyonun önüne geçmek için, PFKS verilmesi sırasında optik disk arter dolaşımını izlemek gereklidir. Arterde pulsasyon başladığında PFKS verilmesine ara verilerek göz içi basıncı düşürülmelidir. Gerekirse PFKS verilmesi işlemine optik disk başı arterial dolaşımı izlenerek aralıklı olarak devam edilmelidir (Şekil 6).



Şekil 6: 75y trabekülektomi yapılmış retina dekolman olgusunda PFKS verilemeden önce optik disk başında arterial dolaşım izleniyor (A). PFKS verilince göz içi basıncının yükselmesi ile önce pulsasyon oluşuyor ve sonra da arterial dolaşım kesiliyor (B). Göz içi basıncı düşürülünce optik disk başında arterial dolaşım geri döndüğü izlenmekte (C).

Sonuç

PFKS'ları, esas olarak dekolman olan retinayı yeniden yatıştırmak ve stabilize etmek için intraoperatif olarak kullanılan, ancak aynı zamanda çeşitli retinal patolojilerde de kısa süreli postoperatif tamponad olarak kullanılan sudan ağır sıvılardır. Deneysel toksisiteyi tanımlanmış olmasına rağmen, uzun süredir devam eden submaküler PFKS'nın fotoreseptör işlevi üzerindeki etkileri belirsizdir. Çalışmalarda bildirilen sınırlı sayıda vaka nedeniyle, zamanlaması ve çıkarmanın yolu veya sadece takip hakkında karar verme, belirsizliğini korumakla birlikte, submaküler yerleşimli PFKS'larının çıkarılması olası görme kaybının önüne geçecektir. Vitrektomi sonrası göz içinde PFKS'nın kalmasını engellemenin en iyi yolu, PFKS'nın alınması sonrası, göz için yıkanmasıdır, böylece olası PFKS kalıntılarını tamamı alınabilir.

Retina dekolmanında PFKS kullanımının maliyet etkinliği, operasyon esnasında buharlaşma sorunu ve sonrasında retina toksisitesi nedeni ile tartışılır hale gelmiştir. Bu neden ile, dekol-

man olgularında subretinal sıvı drenajı, PFKS kullanımı yerine, primer yırtık yolu ile veya posterior retinotomi yolu ile yapılması akla daha yakın gelmektedir. Bir miktar kalan subretinal sıvının kalmasının fonksiyonel kazanımı etkilemediği düşünülmektedir. Öte yandan, olası komplikasyonlarına rağmen, günümüzde PFKS vitreoretinal cerrahide vazgeçilmez bir araçtır.

Açıklama

Derlemede adı geçen ürünler ile ilgili bir finansal ilintimiz yoktur.

Kaynaklar

1. Chang S. Low viscosity liquid fluorochemicals in vitreous surgery. *Am J Ophthalmol*. 1987;103(1):38-43.
2. Garcia-Valenzuela E, Ito Y, Abrams GW. Risk factors for retention of subretinal perfluorocarbon liquid in vitreoretinal surgery. *Retina*. 2004;24(5):746-752.
3. Shulman M, Sepah YJ, Chang S, et al. Management of retained subretinal perfluorocarbon liquid. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina*. 2013;44(6):577-583.
4. Peyman GA, Schulman JA, Sullivan B. Perfluorocarbon liquids in ophthalmology. *Surv Ophthalmol*. 1995;39:375-395.
5. Lesnori G, Rossi T, Gelso A. Subfoveal liquid perfluorocarbon. *Retina*. 2004;24:172-176.
6. Sakurai E, Ogura Y. Removal of residual subfoveal perfluorocarbon liquid. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2007;245:1063-1064.
7. Osterholz J, Winter M, Winkler J, et al. Retinal damage by perfluorocarbon liquids a question of specific gravity. Intraocular pressure peaks and shearing forces. *Klin Monatsbl Augenheilkd*. 2009;226:38-47.
8. Stolba U, Krepler K, Velikay-Parel M, et al. The effect of specific gravity of perfluorocarbon liquid on the retina after experimental vitreous substitution. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2004;242:931-936.
9. Drury B, Bourke RD. Short-term intraocular tamponade with perfluorocarbon heavy liquid. *Br J Ophthalmol* 2011;95(5):694-8.
10. Verma LK, Peyman GA, Wafapoor H, et al. An analysis of posterior segment complications after vitrectomy using the perfluorocarbon perfluoroperhydrophenanthrene (Vitreon). Vitreon Collaborative Study. *Ophthalmic Surg*. 1995;26:29-33.
11. Sheridan AM, Essex RW, Yeoh J, et al. Is post-operative perfluorocarbon liquid tamponade for macula-on giant retinal tear safer than silicone oil? *Eye*. 2019;33(4): 689-691.
12. Boden K, Januschowski K, Szurman P. Heavy liquids as intraoperative instrument in retinal surgery. *Ophthalmologe*. 2019;116(10):930-939.
13. McKay BR, Bansal A, Kryshtalskyj M, et al. Evaluation of Subretinal fluid Drainage Techniques During Pars Plana Vitrectomy for Primary Rhegmatogenous Retinal Detachment-ELLIPSOID Study. *American J Ophthalmol*. 2022;241:227-237.

14. Kumari N, Surve A, Kumar V, et al. Comparative evaluation of outcome of drainage techniques in vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment. *Retina*. 2022;42(1):27-32.
15. Vidne O, Meirovitch BS, Rabina G, et al. Perfluorocarbon Liquid Vs. Subretinal Fluid Drainage during Vitrectomy for the Primary Repair of Rhegmatogenous Retinal Detachment: A Comparative Study. *Curr Eye Res*. 2018;43(11):1389-1394.
16. Sirimaharaj M, Balachandran C, Chan WC, et al. Vitrectomy with short term postoperative tamponade using perfluorocarbon liquid for giant retinal tears. *Br J Ophthalmol*. 2005;89(9):1176-1179.
17. Moreira H, de Queiroz JM Jr, Liggett PE, et al. Corneal toxicity study of two perfluorocarbon liquids in rabbit eyes. *Cornea*. 1992;11:376-379.
18. Shulman M, Sepah YJ, Chang S, et al. Management of retained subretinal perfluorocarbon liquid. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina*. 2013;44(6):577-583.
19. Tewari A, Elliott D, Singh CN, Garcia-Valenzuela E, Ito Y, Abrams GW. Changes in retinal sensitivity from retained subretinal perfluorocarbon liquid. *Retina*. 2009;29(2):248-250.
20. Yiu G, Fekrat S, Hahn P. Spontaneous peripheral migration of subfoveal perfluorocarbon. *Retina* 2014; 34(11):2315-2316.
21. Ghoraba HH, Ghoraba HH, Heikal MA, Elgouhary SM, Mansour HO, Abdelhafez MA, et al. Submacular perfluorocarbon liquid: long-term follow-up. *Int Ophthalmol*. 2022;40(5):1209-1219.
22. Ilhan C, Horozoglu TC, Cıtırık M, et al. Long-term Outcomes of Submacular Perfluorocarbon Liquid Removal with Internal Limiting Membrane Peeling and Transretinal Aspiration. *Klin Monbl Augenheilkd*. 2023; Jan 12. Online ahead of print.
23. Toth CA, Schneider EW, Folgar FA. Spontaneous peripheral migration of subfoveal perfluorocarbon. *Retina*. 2014; 34:2315-2316.
24. 23. Oellers P, Charkoudian LD, Hahn P. Spontaneous resolution of subfoveal perfluorocarbon. *Clin Ophthalmol*. 2015;9:517-519.
25. Valenzuela EG, Ito Y, Abrams GW. Risk factors for retention of subretinal perfluorocarbon liquid in vitreoretinal surgery. *Retina*. 2004; 24:746-752.
26. Saatci AO, Kocak N. Retained submacular perfluorodecalin. *Can J Ophthalmol*. 2003;38:293-296.
27. Soheilian M, Nourinia R, Shoeibi N, et al. Three-dimensional OCT features of perfluorocarbon liquid trapped under the fovea. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. 2010; 9:1-4.
28. Ghoraba HH, Zaky AG, Abd Al Fatah HM, El Gemai EEDM, Heikal MA. Sticky Silicone Oil. *Retina*. 2017; 37(8):1599-1606.
29. Charles S. Principles and techniques of vitreoretinal surgery. *Retina*. 2013:1696-1711.
30. Yu J, Zong Y, Jiang CH, et al. Comparison of repeated fluid-air exchange and passive drainage for removing residual emulsified silicone oil droplets. *J Ophthalmol*. 2020;2020:6495075.
31. Ghoraba HH, Zaky AG, Abd Al Fatah HM, et al. Sticky silicone oil. *Retina*. 2017;37(8):1599-1606.
32. Feltgen N, Hoerauf H. Current importance of heavy fluids as intraoperative aids in vitreoretinal surgery. *Ophthalmologie*. 2019;116(10):919-924.
33. Elsing SH, Fekrat S, Green WR, et al. Clinicopathologic findings in eyes with retained perfluoro-n-octane liquid. *Ophthalmology*. 2001;108(1):45-48.
34. Avitabile T, Bonfiglio V, Cicero A, et al. Correlation between quantity of silicone oil emulsified in the anterior chamber and high pressure in vitrectomized eyes. *Retina*. 2002;22(4):443-448.
35. Hai-Shuang Lin, Yong-Ping Tang, Lu Zhang, et al. New technique for removal of perfluorocarbon liquid related sticky silicone oil and literature review. *Int J Ophthalmol*. 2021; 14(12): 1903-1908.



Op. Dr. Mehmet ÖNEN

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları ABD'da 1999 yılında uzmanlık eğitimini tamamlamıştır. Ankara Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesinde 2002-2019 yıllarında ve 2019 yılından itibaren de Ankara Bilkent Şehir Hastanesinde Medikal ve Cerrahi Retina Biriminde çalışmaktadır. Retinanın vasküler hastalıkları ve 27 gauge küçük kesili vitreoretinal cerrahi özel ilgi alanlarıdır.