

# Perflorokarbon Sıvıları

Gökhan GÜRELİK<sup>1</sup>

Perflorokarbon sıvıları (PFK) ilk olarak oksijen taşıyıcı özelliklerinden dolayı kan yerine geçmek üzere geliştirilmişlerdir. Bu amaçla en sık kullanılan PFK sıvıları perflorotributilamin, perflorodekalin ve perfloropropilamin karışımları içermektedir. Oftalmolojide ise ilk olarak perflorotributilamin ve perflorometildekalin tavşanlarda deneysel alt yarı yırtıklarında vitreus yerine konmak amacıyla kullanılmıştır<sup>1,2</sup>. İnsanlarda ise PFK sıvılarını ilk kez Chang<sup>3</sup> kullanmıştır. PFK sıvılarının kimyasal ve fiziksel özellikleri vitreoretinal cerrahide çok önemli bir yardımcı haline gelmesini ve geniş bir kullanım alanı sağlamıştır.

## **PFK SIVILARINI KİMYASAL VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ;**

PFK sıvıları karbon-fluorin bağı içeren tamamen florlanmış sentetik hidrokarbon analoglarıdır. Renksiz ve kokusuz olan bu bileşikler yüksek dansiteye sahiptirler (1.6 - 2.1 arası). Viskoziteleri ise 2 -3 centistokes arasında, oldukça düşük değerlerdedir.

Doymuş PFK sıvılarında Karbon-Fluorin bağının stabilitesi sıvının 400-500 C° gibi

yüksek sıcaklıklarda dahi biyolojik olarak inert ve stabil kalmasını sağlar. Bundan dolayı sadece Karbon ve Flor atomlarından oluşan PFK sıvıları Azot, Oksijen ve Hidrojen içerenlere göre daha fazla biyolojik stabiliteye sahiptir. PFK sıvısındaki Hidrojen atomları inkomplet flor bağlarına ve bu da PFK sıvısının emülsifikasyona meyline, lipoprotein ve protein gibi molekülleri absorbe etmesine neden olur.

Suya göre yüksek olan spesifik gravitesi, retina dekolmanı cerrahisinde dekole retinanın PFK sıvısının ağırlığıyla arka kutuptan başlayarak yatıştırılırken retina altı sıvısının da anteriora itilerek periferik yırtıklardan boşalmasını sağlar. Tamponad kuvveti florlu silikondan 6 kat fazladır ve retinayı 3. bir el gibi stabilize ederek membran soyulması ve delaminasyonunda büyük kolaylık yaratır.

PFK sıvıları optik olarak şeffaftır ve refraktif indeksleri de salinden çok az farklıdır. Bu özellik konvansiyonel kontakt lens sistemlerinin herhangi bir optik aberasyon olmadan cerrahide kullanılabilmesini sağlar. Perfloro-n-oktanın refraktif indeksi 1.27 olup aközden biraz farklıdır ve iki sıvı yüzeyi arasında görülebilir bir interface olur.

1 Doç. Dr.; Gazi Üniv. Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı

Perflorofenantrende ise refraktif indeks 1.33 olduğundan bu interface kolaylıkla izlenemez. Suyla karışabilme özelliği perfloro-n-oktanda en azdır ve bu nedenle cerrahi sırasında hemorajilerle karışmadan, silikonla karışmadan PFK-silikon değişimleri yapılabilir.

Düşük yüzey gerilimi ve buna karşılık gelen yüksek interfacial gerilime sahip olmaları tek bir damla olarak kalmalarına yardımcı olur ve yırtıklardan subretinal alana geçmelerini zorlaştırır. Düşük viskozitede olmaları ise (+25 C°'de 0.8-8.03) küçük çaplı kanüllerle göziçine kolaylıkla verilip alınabilmelerine olanak tanır.

Yüksek kaynama sıcaklıklarına sahip olmalarının getirdiği avantaj ise endolazer uygulamalarında buharlaşma ve kimyasal bozunma olmamasıdır.

Çok sayıda PFK sıvısı vitreoretinal cerrahide kullanım amacıyla araştırılmıştır. Bunlar arasında perfloro-n-oktan (C8F18), perfloroetilsikloheksan (C8F16), perflorodekalin (C10F18), perflorooktilbromid, perflorofenantren (C14F24), foralkil AC-6, perflorotribütillamin (C12F27N) ve perflorotri-n-propilamin sayılabilir. Vitreoretinal cerrahide en çok kullanılan PFK sıvıları ve özellikleri tablo 1'de görülmektedir. Bunlar arasında özellikle perfloro-n-oktan en düşük viskozitede olması, diğerlerine göre sudan daha farklı refraktif indekse sahip olması, oldukça stabil bir bileşik olması ve son derece saf elde edilebilmesi nedeniyle daha çok tercih edilebilir<sup>4</sup>.

## **PFK SIVILARININ KULLANIM ENDİKASYONLARI**

### **Proliferatif Vitreoretinopati (PVR)**

PFK sıvıları şiddetli komplike retina dekolmanlarının tedavi başarısını anlamlı şekilde artırmıştır. PVR'li olgularda anatomik

başarı %84-96'ya kadar çıkmıştır. Bu olgularda PFK sıvıları ameliyat süresini kısaltarak, cerrahi manuplasyona bağlı retinal travmayı azaltarak, membranların çıkarılmasını kolaylaştırıp makulayı stabilize ederek bu başarıyı artırmaktadır.

### **Dev retinal yırtıklar**

Katlanmış dev retinal yırtıklarda retinayı travmatize etmeden yırtığın açılmasında çok yararlıdır. PFK sıvılarının cerrahide kullanımıyla cerrahi başarı % 90'ların üzerine çıkmıştır.

### **Oküler travma**

Penetran yaralanmalarla ortaya çıkan retina dekolmanları sıklıkla vitreus hemorajisi, opaklaşan lens, subretinal veya koroidal hemorajilerle komplike durumdadır. Vitrektomi sırasında retinanın çok hareketli olması iatrojenik retinal yırtık oluşumuna yol açabilmektedir. PFK sıvılarının kullanımıyla retina stabilize edilerek bu risk azaltılmaktadır.

Subretinal hemoraji varlığında PFK sıvıları bu hemorajileri öne doğru iterek periferel retinal yırtıklardan aspire edilebilmesini sağlamaktadır.

Yaralanma yerindeki subretinal veya preretinal proliferasyonların neden olduğu retina dekolmanlarında bu membranların temizlenmesinde de retinayı stabilize ederek kolaylık sağlamaktadır.

### **Disloke lensler**

Vitreusa disloke olan intraoküler lens, insan lensinin ya da fragmente lens parçalarının vitrektomi sonrası yüzdürülerek retinadan uzaklaştırılmasında kullanılmaktadır. Böylece retinaya hasar vermeden disloke lensler ortadan kaldırılabilir.

**Tablo 1:** PFK sıvılarının kimyasal özellikleri

| Özellikler               | Perfloro-n-oktan | Perflorodekalin | Perflorofenantren |
|--------------------------|------------------|-----------------|-------------------|
| Kimyasal formülü         | C8F18            | C10F18          | C14F24            |
| Molekül ağırlığı         | 438              | 462             | 624               |
| Spesifik gravite         | 1.76             | 1.94            | 2.03              |
| Yüzey gerilimi(Dyne/cm)  | 14               | 16              | 16                |
| Refraktif indeks         | 1.27             | 1.31            | 1.33              |
| Buharlaşma basıncı(mmHg) | 50               | 13.5            | <1                |
| Viskozite (centistokes)  | 0.8              | 2.7             | 8.03              |

### Suprakoroidal hemorajiler

Suprakoroidal hemorajilerin primer tedavisinde posterior sklerotomilerle hemoraji drenajı yer almaktadır. PFK sıvıları verildiğinde aynı hemoraji drenajı anterior sklerotomilerden yapılabilmektedir.

### PVR olmayan regmatojen retina dekolmanları

### Submakuler hemorajiler

### PFK SIVILARININ KOMPLİKASYONLARI

PFK sıvılarının intraoperatif kullanımı güvenli olmasına karşın oküler toksisite ve küçük damlalara ayrılması nedeniyle uzun süre gözde bırakılmamalıdır. Küçük damlalara ayrılma oranı türbülans, viskozite ve çözünürlükle ilişkilidir. Tavşanlarda 7 gün içinde geliştiği gösterilmiştir. Bu durum optik ortamı bulandırmakla birlikte oluşan küçük damlacıklar yırtıklardan retina altına da geçebilmektedir. Aynı zamanda bu damlacıkları fagosite eden makrofajlar trabeküler ağı tıkeyabilmektedir.

Kimyasal toksisite bileşim içinde hidrojen varlığı gibi saflığın az olduğu durumlarda

ortaya çıkmaktadır. Bu durumda lipoprotein ve proteinlerin absorpsiyonu artmakta, bu da fibroblastik reaksiyonu tetikleyerek preretinal membranların gelişimine neden olmaktadır. Bu tip toksisite saflık oranı en yüksek olan perfloro-n-oktanda (%99.9) en az iken perflorotribütülaminde oldukça fazla ortaya çıkmaktadır. Perflorofenantrende ise siklik moleküler yapısı nedeniyle saflık oranı çok net saptanamamakla birlikte primatlardaki çalışmalarda 6 ay süreyle göz içinde kalmasına rağmen belirgin retinal toksisite oluşturmadığı gösterilmiştir.

Afak gözlerde görülebilen diğer bir komplikasyon ise ön kamaraya geçen PFK sıvısının kornea endoteline mekanik temasıyla gelişen kornea endotel toksisitesidir. Tavşan gözlerinde KE teması olduğunda belirgin korneal toksisite gözlenmektedir. Özellikle perfloropolieterin perfloro-n-oktandan çok daha toksik olduğu gösterilmiştir. Perfloro-n-oktanda göz içine verilmesinden 2 hafta sonra tipik bir bulgu olarak yarı-ışık mikroskopide küçük damlacıklara ayrılması "balık yumurtası" fenomeni ortaya konmuştur. Aynı zamanda perfloro-n-oktanın endotel içinde de biriktiği de saptanmıştır. Perflorofenantrenin de ön kamarada parçalanmasıyla "balık yumurtası"

fenomeni izlenmektedir. Bu fenomen insan gözünde 3 haftadan sonra ortaya çıkmakta ve zamanla giderek fazlalaşmaktadır<sup>5</sup>. Perflorofenantrenin insan kornea endotelinde oluşturduğu speküler mikroskopi ile tanımlanabilen değişiklikler speküler yansıma paterninin tersine dönmesi, hücreler arası mesafenin genişlemesi ve hücre nükleuslarındaki parlak yansımalar olarak tanımlanmıştır ve bu değişikliklerin kollajen yapımına bağlı geliştiği düşünülmektedir. Kornea hasarının temelinde mekanik etkenler rol oynamaktadır<sup>5</sup>.

**KAYNAKLAR**

- 1- Haidt SJ, Clark LC, Ginsberg J: Liquid perfluorocarbon replacement of the eye. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1982; 22:233-238.
- 2- Zimmerman NJ, Faris D: The use of N-perfluorocarbon amines in complicated retinal detachments. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1984; 25:258-65.
- 3- Chang S: Low viscosity liquid fluorochemicals in vitreous surgery. *Am J Ophthalmol* 1987;103: 38-43.
- 4- Kwun RC, Chang S: Perfluorocarbon liquids in vitreoretinal surgery. In Ryan SJ: *Retina*. The Mosby Inc. St. Louis, 2001, Vol 3 p: 2162-2172.
- 5- Gürelik G, Akata F, Bilgihan K ve ark.: Effects of perfluorophenanthrene on the human corneal endothelium. *Int Ophthalmol* 2000; 22:377-83.