

Göz İçi İrrigasyon Solüsyonları ve Viskocerrahi Ajanları

Tamer Demir*, Fatih Ulaş*, Ülkü Çeliker*

*Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları AD, Elazığ

İrrigasyon solüsyonları ve viskocerrahi ajanlarının göz içi cerrahisinde kullanımı ideal cerrahi sonucun alınması için gereklidir. İrrigasyon solüsyonları hüner aköze yapı olarak ne kadar benzer ise cerrahi o denli iyi sonuç vermektir. Bunun için kabul edilebilir bir irrigasyon solüsyonunun yapısında bikarbonat tamponu, glukoz, glutatyon, kalsiyum içeriğinin bulunması gerekmektedir. Ayrıca pH ve ozmolaritenin de aköze yakın olması istenen bir durumdur. Viskocerrahi ajanları kornea endotelinin ve epitelinin mekanik travmaya karşı korunmasında, ön kamarada hacminin idamesinde ve stabilizasyonunda, kapsül açıklığı ve gerginliğinde etkili olan cerrahi ajanlardır.

Gerek irrigasyon solüsyonlarının gerekse viskocerrahi ajanlarının kullanım amacına uygun olarak yan etkileri ve toksik etkileri en az düzeyde olmalıdır. Cerraha uygun ameliyat ortamı sağlarken, hastaya zarar vermemelidir. Bu makalede irrigasyon solüsyonları ve viskocerrahi ajanların genel özellikleri, çeşnileri, yan etkileri, kullanım tercihleri irdelenmiş ve genel bir bakış sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: İrrigasyon Solüsyonları, Viskocerrahi Ajanları

Intraocular Irrigation Solutions and Viscoelastic Agents

Irrigation solutions and viscoelastic agents used in the ophthalmic intraocular procedures are essential for ideal surgical results.

Corneal endothelium and other intraocular tissues are best protected when bathed with solutions similar to the chemical composition of aqueous humor. It is important to note that the ideal irrigation solution should contain bicarbonate buffer, glucose, glutathione and calcium. Osmolarity and pH of the irrigation solutions are also important. Viscoelastic agents protect corneal endothelium and epithelium from mechanical trauma, maintain and stabilize both the anterior chamber and capsular bag volumes.

Both the irrigation solutions and viscoelastic agents must have lesser drawbacks, and ensure suitable surgical space for surgeon.

In this study we have reviewed general properties, clinical uses, and complications of the irrigation solutions and the viscoelastic agents.

Key Words: Irrigation solutions , Viscoelastic agents

Aköz hüner içeriği kornea, lens, trabeküler ağ gibi avasküler dokuların metabolik ihtiyaçları nedeniyle ön ve arka kamarada değışkenlik gösterir. Aköz, plazmadan biraz daha hiperosmotik iken, ön ve arka kamarada ozmolaritesi arasında belirgin fark yoktur.^{1,2} Klor konsantrasyonu aközde daha yüksek, kalsiyum ve bikarbonat konsantrasyonu daha düşüktür.^{3,4} Plazma glukozunun yaklaşık %80'i düzeyinde glukoz içerir.⁵ Ön kamarada arka kamaraya ve plazmadan daha yüksek düzeyde laktat bulunmaktadır.⁶ Ön kamarada sürekli polarografik metod ile ölçülen oksijen değeri 30-40 mmHg arasındadır.⁷ Aközün protein içeriği düşük moleküler ağırlıklı proteinlerin (albumin, β-globulin), eser miktarda bulunan yüksek moleküler ağırlıklı proteinlere (β-lipoprotein, immunoglobulin) göre daha yüksek konsantrasyonda olmasıyla plazmaya göre farklılık göstermektedir.⁸ Ayrıca aköz askorbat, aminoasit, lipid, hyaluronik asit, sialik asit, trivalan kromium iyonları, vitamin B12, endojen kortikosteroid, monoamin metabolitleri içermektedir.⁹⁻¹¹

İRRİGASYON SOLÜSYONLARI

İrrigasyon solüsyonlarının göz içi cerrahi esnasında kornea endotel hünerlerinin ve diğeri göz içi dokuların canlılığını sürdürmesi, hünerlerin pH değışimlerinden korunması, uygun elektrolit konsantrasyonlarının idamesi gibi

fonksiyonları yerine getirmesi gerekmektedir. İntraoküler dokular ile uzun süreli temas nedeniyle bikarbonat tamponu, glukoz, glutasyon, kalsiyum içeren daha fazla fizyolojik dengeli solüsyon kullanmak gerekmektedir.¹² İrrigasyon solüsyonlarının fonksiyonlarından biri de cerrahi esnasında globun normal basınç-hacim ilişkisinin sürdürülmesidir.¹³

Göz içi cerrahisinde kullanılan başlıca irrigasyon solüsyonları şunlardır:

1. NaCl (%0.9): İntraoküler dokulara toksiktir, kornea ve trabeküler endotel hücre fonksiyonun idamesi için gerekli esansiyel iyonları içermez.¹³ Edelhauser ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada bir saat içerisinde endotel hasarına yol açtığı gösterilmiştir.¹⁴

2. Plasmalyte-148: Fakoemülsifikasyonda stabil pH'ı nedeniyle kullanılan ilk solüsyondur fakat kalsiyum içermemesi nedeniyle endotel hücreler arasındaki bağlarda kırılma meydana gelmekte ve belirgin kornea ödemeine yol açmaktadır.¹⁵

3. Ringer laktat: İntravenöz solüsyon olarak formüle edilmiştir. Yüksek laktat içeriği metabolik stres altında kalp için enerji substratı sağlar, fakat intraoküler dokular laktatı majör substrat olarak kullanmaz.¹³ Ayrıca Ringer laktat pH'ı 6.0 ile 7.2 arası gibi geniş bir aralıkta değişkenlik gösterebilir.¹³ Matsuda ve arkadaşları vitrektomiye takiben Ringer laktat ile %31, BSS plus^R ile %7'lik endotel hasar olduğunu rapor etmişlerdir.¹⁶ Puckett ve arkadaşları dekstrozu ve bikarbonatlı Ringer laktat solüsyonu ile BSS plus'ı karşılaştırdıkları çalışmalarında standard ekstrakapsüler katarakt cerrahisinde iki solüsyonun endotel hücre büyüklüğü üzerindeki etkileri açısından klinik olarak belirgin bir fark saptamadıklarını bildirmişlerdir.¹⁷

4. BSS (Balanced salt solution): BSS plus için çift kör cerrahi denemeler yapıldığı dönemde (1974-1979) kullanılmıştır. BSS ile irrigasyon sonrası 15, 30'uncu dakikalarda ve 1, 2 'inci saatlerde yapılan ölçümlerde endotel hücre dansitesinde belirgin değişiklik olmamış, fakat birinci saat sonrası kornea kalınlığında belirgin artış gözlemlenmiştir.¹⁸ BSS hücre alanı varyasyonu (polymegethism) ve hegzagonal hücre yüzdesi (pleomorphism) gibi endotel hücre göstergelerinde belirgin artışa neden olmaktadır.¹³ BSS intraoperatif olarak glokom cerrahisi kanamasında düşük konsantrasyondaki epinefrin ile birlikte veya epinefrin kullanılmaksızın uygulanmakta olup, soğuk BSS'in bir çok dakika boyunca

damlatılması ile genellikle kanama durdurulabilmektedir.

5. SMA2 (citrate acetate bicarbonate solution): Formülasyon olarak BSS'ye benzerdir. SMA2'nin temel içeriği bikarbonat iyonu ve glukozdur. İki solüsyon arasındaki fark SMA2'nin sodyum asetat ek olarak sodyum sitrat tamponu içermesidir. SMA2 kalsiyum içermesine rağmen endotel hücreler arasındaki bağlarda içerdiği sitratın, kalsiyum ile bağlanması sonrası kırılmaya neden olmaktadır. Günümüzde yaygın kullanım alanı bulamamıştır.¹²

6. BSS plus: BSS ve SMA2'ye üstünlüğü, içerdiği glutasyon ile oksidatif hasarın önlenmesi sayesinde. Aköze olan kimyasal benzerliği nedeniyle normal endotel yapı ve fonksiyonu korur.^{18,19} Endotel hücre fonksiyonu BSS plus içerisinde 15 dakikadan, birkaç saate kadar korunabilir.¹⁶ BSS plus'taki bikarbonat tamponu sodyum asetat ve sodyum sitrat tamponlarından daha üstündür.¹³ BSS plus'ın diğer tüm irrigasyon solüsyonlarından korneal endoteli üzerine etkisi bakımından klinik olarak daha üstün olduğu bir çok çalışmada bildirilmektedir.^{20,21}

7. Aqsia: Formülasyon olarak BSS'ye benzerdir. Aqsia'nın diğer irrigasyon solüsyonları ile karşılaştırıldığı çalışmalar henüz bildirilmemiştir.

Yapılan çalışmaların bir kısmında BSS plus ile SMA2 karşılaştırılmış ve BSS plus'a göre SMA2 'nin belirgin hücre kaybına neden olduğu rapor edilmiştir.^{13,21} Ayrıca irrigasyon solüsyonlarına antibiyotik eklenmesi ile ilgili yapılan çalışmalarda değişik sonuçlar verilmektedir. Gritz ve arkadaşları yaptıkları çalışmada antibiyotikli irrigasyon solüsyonlarının endoftalmiye neden olan mikroorganizmalar üzerine hiçbir etkisinin olmadığı gösterilmiştir.²² Kadry ve arkadaşları ise antibiyotik eklenmesinin Staphylococcus epidermidis üzerine etkili olduğunu belirtmişlerdir.²³ İrrigasyon sıvılarını oda ısısında kullanmak yeterlidir, intraoküler dokular 20-22°C'ye kadar ısıları metabolizmalarını düşürerek tolere edebilir fakat irrigasyon solüsyonu ısı 37°C üzerine çıkarılırsa hücre proteinleri denatüre olarak intraoküler hasar oluşabilir.¹³ Findl ve arkadaşları 10°C'ye soğutulmuş intraoküler irrigasyon solüsyonu kullanılarak katarakt cerrahisinde oda sıcaklığında kullanılan irrigasyon solüsyonlarına nazaran geçici olarak postoperatif birinci günde inflamasyonda azalma olduğunu saptamışlardır.²⁴ Günümüzde yaygın olarak BSS, BSS plus ve Aqsia kullanılmaktadır. İrrigasyon solüsyonları ve aközün içerik özellikleri tablo 1'de verilmiştir.

Tablo1: Aköz ve irrigasyon solüsyonlarının içerik özellikleri

	Aköz	Plasmalyte 148	Ringer Laktat	BSS	SMA ₂	BSS plus	Aqsia
Sodyum (mmol/l)	163	136	130	155.7	145	160	156
Potasyum (mmol/l)	2.2-3.9	5	5.4	10.1	4.8	5	10
Kalsiyum (mmol/l)	1.8	0	1.8	3.3	0	1	3
Magnezyum (mmol/l)	1.1	1.5	0	1.5	1.2	1	1
Klorür (mmol/l)	132	9.2	111.6	128.9	119.3	130	130
pH	7.4	9.2	6.0-7.2	7.4	7.4	7.4	7.2
Osmolarite (mOsm/kg H ₂ O)	304	299	277	305	290	305	305

OFTALMİK VİSKOCERRAHİ AJANLARI

Viskocerrahi ajanlar, kornea endoteli ve epiteli mekanik travmaya karşı korur, ön kamarada hacminin idamesini sağlar, kapsüloze için ön kamarayı stabilize eder, katlanabilir İOL implantasyonu için kapsülü açık ve gergin tutar. Bu özellikler cerrahi bir alet niteliği kazandırdığı için viskoelastikler olarak da bilinen bu ajanlar viskocerrahi ajanları olarak isimlendirilmektedir.

Viskocerrahi ajanlarında olması gereken ideal özellikleri arasında şunlar sayılabilir:

- Şeffaf olmalı, cerrahi görüntüyü engellememeli,
- Alerjik olmamalı,
- Enflamatuar olmamalı,
- Kataraktöz olmamalı,
- Karsinojenik olmamalı,
- Toksik olmamalı,
- Kanülle kolayca verilmeli ve alınabilmeli,
- Göz içi sıvı dinamiğini değiştirmemeli,
- Uygulama sırasında kimyasal ve fiziksel değişikliğe uğramamalı,
- Göz içinde hacim oluşturmalı ve uygulama esnasında göz içi hacmi korumalı,
- Dokuların birbirinden ayrılması gerektiği durumlarda dokulara zara vermeden ayrıştırma yapabilmeli,
- Hücreleri mekanik ve kimyasal hasara karşı koruyabilmeli,
- Osmolarite, pH ve diğer kimyasal özellikleri göz dokularına zarar vermemelidir.

Viskocerrahi çağı 1980'de sodyum hyaluronat (Healon[®]) ile başlamıştır. Miller %1'lik sodyum hyaluronatın tavşan endotelini koruduğunu göstermiş ve 1981'de ilk olarak insanda İOL implantasyonunda kullanılmıştır.²⁵ Sodyum hyaluronatın elde edilmesinin zor olması nedeniyle Fechner pahalı olmayan %1'lik metilselülozün da göz içi lens implantasyonunda endoteli koruduğunu göstermiştir.²⁶ Tüm viskocerrahi ajanları düşük konsantrasyonda uzun biyopolimer zinciri (genellikle hyaluronik asid veya hidroksipropilmetilselüloz) içerir

ve hepsi psödoplastiktir.²⁷ Viskocerrahi ajanları elastisite (stres sonrası orijinal şekline geri dönme), viskozite (akıma direnç), kohezivite (yüzey kaplayıcılığı), plastisite (basınç altında sıvı hale transformasyon) gibi fiziksel özelliklere sahiptir.²⁸

Sodyum hyaluronat doğal bir glikozaminoglikandır, glukronik asid ve N-açilglikozaminin disakkarit bağlarıyla oluşturduğu bir zincirdir. Bakteriyal fermentasyonla, sentetik polimer olarak veya horoz ibiğinden elde edilmektedir. Protein içeriği %1'den azdır, hem viskoz, hem de elastiktir. Ön kamarada metabolize edilmez yaklaşık 2-7 gün arasında ön kamaradan temizlenir.

Kondroitin sülfat bir glikozaminoglikan olup, tekrarlayan glukronik asid ve galaktozamin disakkarit birimlerinden oluşmaktadır. Köpek balığı kıkırdığından elde edilmektedir. Moleküler ağırlığı formülasyonuna bağlıdır. %20'lik kondroitin sülfatın viskozitesi sodyum hyaluronat'tan (%1'lik) daha düşüktür. En büyük özelliği lens yüzeyine yapışıp, kaplamasıdır. Kondrotin sülfatın (-) yükü nedeni ile (+) yüke sahip kornea endotelini daha iyi koruyabildiği bilinmektedir. Kondrotin sülfat sodyum hyaluronat karışımı ile birlikte kullanılmaktadır. Ön kamarada metabolize edilemez yaklaşık 3 gün içerisinde ön kamaradan temizlenmektedir.

Metilselüloz daha önceleri kuru göz tedavisinde, aynalı kontakt lens muayenesinde kullanılmaktaydı. Selüloz bağı ile bağlanmış iki glukoz molekülünün tekrarlanması ile oluşur, değişik yan zincirler eklenerek çok sayıda türevi elde edilmektedir (karboksi metilselüloz, hidroksi metilselüloz gibi). Yan grup eklenmesi ile suda çözünürlüğü artmaktadır. Pamuk veya odun gibi bitki liflerinden elde edilir. Cerrahi kullanıma en uygun olanı hidroksipropilmetilselülozdur. Elastik özelliği pek yoktur, visközdür (viskoaderan). Fizyolojik değildir, ön kamarada metabolize edilmez yaklaşık 24-30 saat arasında ön kamaradan temizlenmektedir.

Poliakrilamid sentetik bir poliakrilamid polimeridir. Akrlamid tek başına reaktif ve toksiktir. Poliakrilamid 2 saatten kısa bir sürede ön kamaradan temizlenmektedir. Diğer viskocerrahi ajanları buzdolabında 2-8°C arasında saklanırken, hidroksipropilmetilselüloz buzdolabında saklanamaz ve 5-50°C arası ıslarda muhafaza edilmesi gerekir.

Ticari preparat olarak sodyum hyaluronat (Healon, Healon GV, Domivisc phaco, Biolon), kondroitin sülfat (Amvisc), sodyum hyaluronat ve kondroitin sülfat karışımı (Amvisc plus, Viscoat), hidroksipropilmetilselüloz (Biogel VH, Occucoat, Celoftal), poliakrilamid (Orcolon) bulunmaktadır.

Değişik ticari preparatlar ile ilgili endotel koruyuculuğu, postoperatif intraoküler basınç üzerine etkileri, cerrahi sırasında görüntüye etkileri bakımından çalışmalar yapılmıştır. Dua ve arkadaşları yaptıkları çalışmada in vitro olarak sodyum hyaluronat ve hidroksipropilmetilselülüzün BSS'e göre endoteli daha iyi koruduklarını savunmuşlardır.²⁹ Mc Dermott ve arkadaşları ise in vitro tavşan modelinde fakoemülsifikasyonda sodyum hyaluronat ve kondroitin sülfat karışımının sodyum hyaluronata göre korneal koruyuculuğunun daha iyi olduğunu bildirmişlerdir.³⁰ Morgan ve Skuta yaptıkları çalışmada kullanılan viskoelastik ajanlarının tümünün geçici göz içi basınç artışına neden olduğu, fakat nadiren yüksek düzeylerde basınç artışı görülebileceğini belirterek, viskoelastik ajanların bu etkilerinin ön kamaraya lavajı ve oküler antihipertansif ajan kullanımı ile ekarte edilebileceğini belirtmektedir.³¹ Hutz ve arkadaşları fakoemülsifikasyonda yüksek moleküler ağırlıklı sodyum hyaluronatın hidroksimetilselüloz, kondroitin sülfattan daha üstün olduğunu rapor etmişlerdir.³²

İdeal şartlar göz önüne alınırsa, bu şartlara en yakın viskocerrahi materyali sodyum hyaluronattır, hidroksipropilmetilselüloz da ideal bir viskocerrahi materyaldir. Hidroksipropilmetilselüloz visközdür, elastik özelliği pek yoktur, en önemli tercih nedeni ucuz olmasıdır fakat fakoemülsifikasyonda görüntüyü olumsuz yönde etkilediği için pek tercih edilmez. Hidroksipropilmetilselülozda purifikasyon öncesi dönemlerde bitki lifi varlığı rapor edilmiştir fakat purifikasyon sonrası bu durum ortadan kaldırılmıştır.^{25,33} Kondroitin sülfatın hacim oluşturacak viskoziteye ulaşması için konsantrasyon olması gerekmektedir fakat yüksek konsantrasyonda endotele toksiktir. %20'lik konsantrasyonda bile %1'lik sodyum hyaluronat kadar visköz değildir,

hacim oluşturucu etkisi daha düşüktür. Kondroitin sülfatın avantajı göz içi lensi yüzeyine iyi bir şekilde yapışması ve kaplamasıdır, bu nedenle hem sodyum hyaluronat, hem de kondroitin sülfatın avantajlarını bir araya getirmek amacı ile karışımları imal edilmiştir.

Klinikte ön segment cerrahisinde endotel hasarı ön kamaraya girildikten sonraki tüm aşamalarda olabilir. Viskocerrahi ajanları endotel hasarının önlenmesi amacıyla, intraoküler olarak kanamanın mekanik kontrolünde, ön kamaraya hacminin korunmasında, iris ve diğer intraoküler dokuların manüplasyonunda kullanılabilir.^{34,35} Sodyum hyaluronat ile ilk ekstrakapsüler katarakt ekstraksiyonu Stegmann ve Miller tarafından yapılmıştır.²⁴ İntra oküler lens (İOL) implantasyonu ve İOL implantasyonu sonrası tüm manipülasyonlar (iridektomi, İOL pozisyonu, sütürasyon) ön kamarada viskocerrahi ajan varlığında yapılır. Ameliyat bitiminde viskocerrahi ajanlar mümkün olduğunca ön kamaradan yıkama ile alınmalıdır. Viskocerrahi ajanları vitreusa benzese de klinik ayrımları kolaydır. Viskocerrahi ajanlar sponca yapışıp uzamaz, ayrıca aspire edilirken pupil şekli değişmez. Arka kapsüldeki küçük yırtıklar viskocerrahi ajanlar ile kapatılarak vitreus kaybı önlenir, iris veya açıdan hemoraji olursa hemostatik olarak kullanılır, mekanik işlemler boyunca pupillayı dilate tutar. Ayrıca endokapsüler implantasyon yapılacaksa ön ve arka kapsülü birbirinden ayırarak kapsüler yatak oluşturmakta kullanılırlar.

Keratoplastide viskocerrahi ajanları alıcı gözde perifer iris ile kornea arasına verilerek grefte yastık görevi yapmaktadır.^{36,37} Korneası vaskülarize vakalarda ise yalnızca kanamayı tamponlamakla kalmayıp irisin korneaya yapışmasını önler. Perfore ülserli gözlerde keratoplasti irisin korneaya yapışıklığı nedeniyle zordur, bu durumda viskocerrahi ajanları adeta yumuşak sıvı spatül gibi kullanılarak ön kamaraya oluşturulur ve iris yapışıklığı açılır. Kornea perforasyonunda viskocerrahi ajanlar endoteli ve ön kamaraya hacmini koruyarak daha düzgün yara yeri onarımını sağlarlar.^{38,39} Glokomlu gözlerde keratoplasti ameliyatlarında postoperatif sıg ön kamaraya riskini azaltmak için de kullanılır. Böylece özellikle kritik olan ilk postoperatif günlerde viskocerrahi ajanın yavaş eliminasyonu neticesi ön kamaraya derinliği muhafaza edilmiş olur.

Glokom ameliyatı sırasında ve sonrasında viskocerrahi ajanlar kullanılarak ön kamaranın kollabe olması önlenir, trabeküler ağda bir miktar blok oluşturularak aköz trabekülektomi bölgesinden drenaja zorlanır, ayrıca erken postoperatif

skatrizasyonu önlemek için flep altına viskocerrahi ajanı verilebilir.⁴⁰ Gonyotomi, siklodializ, gonyosineşilizis, gibi glokom prosedürlerinde viskocerrahi ajanı kullanılarak ön kamara hacmi korunur, dokuların ayrılması ve hemostaz sağlanabilir.⁴¹ Ayrıca viskokanalostomi ameliyatlarında da viskocerrahi ajanlar kullanılmaktadır.

Viskocerrahi ajanları, başlangıçta arka segment cerrahilerinde vitreus replasmanı için geliştirilmiştir. Regnault ve Bregeat retina dekolmanı tedavisinde intravitreal Healon enjeksiyonu ile 38 hastanın 27'sinde başarı sağladıklarını rapor etmişlerdir.⁴² Vitreus hidrokripsipilmetüselülozu sodyum hyaluronat kadar iyi tolere edemez. Ayrıca çok fazla subretinal sıvı boşaltılacağı durumlarda gözün kollabe olmasını önlemek ve bulbus hacmini idame ettirmek için intravitreal sodyum hyaluronat enjeksiyonu önerilmiştir fakat günümüzde viskocerrahi ajanları arka segment cerrahilerinde yerlerini yeni geliştirilen ajanlara bırakmışlardır.

Viskocerrahi ajanlarının neden olduğu komplikasyonlar arasında en sık görüleni intraoküler basınç artışıdır (Healon blok glokom). Bu artış doza bağımlı ve geçicidir. Postoperatif ilk 6-24 saatte başlar ve 72 saat içerisinde spontan olarak düzelir. Yapılan çalışmalarda viskocerrahi ajanı kullanımı sonrası (PEKKE yapılan hastalarda) postoperatif ilk 24 saatte yapılan ölçümlerde kontrol gruplarına göre anlamlı bir yükselme saptanırken, viskocerrahi ajanları arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.⁴³⁻⁴⁵ Viskocerrahi ajanlarının visköz doğası ve elektrostatik yükü nedeniyle inflamatuvar hücreler ve alyuvarlar ön kamarada askıda kalır ve plastik anterior üveit görüntüsü verir. Viskocerrahi ajanlarının trabeküler ağdan temizlenmesi sonrası bu durum spontan olarak düzelir. Yeni formülasyon öncesi kondroitin sülfat içeren viskoelastiklerin intrakamaral uygulanımı neticesi kalsifik band keratopati rapor edilmiştir, fakat yeni formülasyon sonrası böyle bir durum gözlemlenmemiştir.^{46,47}

KAYNAKLAR

1. Kinsley VE. The chemical composition and the osmotic pressure of the aqueous humor and plasma of the rabbit. *J Gen Physiol* 1950; 34: 389-90.
2. Roeschke RR, Hetherington WA. Osmotic regulation between aqueous humor and plasma. *Am J Physiol* 1940; 130: 340-1.
3. Holland MG, Stockwell M. Sodium ion transport in the ciliary body in vitro. *Invest Ophthalmol* 1967; 6: 401-5.
4. Holland MG, Gipson CC. Chloride ion transport in the isolated ciliary body. *Invest Ophthalmol* 1970; 9: 20-7.
5. Reim M. Steady state levels of glucose in the different layers of the cornea, aqueous humor, blood, and tears in vivo. *Ophthalmologica* 1967; 154: 39-45.
6. Riley MV. Intraocular dynamics of lactic acid in the rabbit. *Invest Ophthalmol* 1972; 11: 600-4.
7. Stefansson E, Wolbarsht ML, Landers MB. The corneal contact lens and aqueous humor hypoxia in cats. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1983; 24: 1052-9.
8. Sjörschantz J, Uusitalo R, Palkama A. The aqueous proteins of the rat in the normal eye and after aqueous withdrawal. *Exp Eye Res* 1973; 16: 215-8.

9. Linner E. Ascorbic acid as a test substance for measuring relative changes in the rate of plasma flow through the ciliary processes. *Acta Physiol Scand* 1952; 26: 1-7.
10. Reddy DVN, Rosenberg C, Kinsey VE. Steady state distribution of free amino acids in the aqueous humors, vitreous body and plasma of the rabbit. *Exp Eye Res* 1961; 1: 175-7.
11. Stephanik J, Averswald W, Doleschel W. On the problem of permeation of proteins and lipoproteins into the aqueous humor, Electrophoretic and sedimentation-flotation analysis studies on the aqueous humour of the cow. *Albrecht v Graefes Arch Ophthalmol* 1959; 161: 282-6.
12. Edelhauser HF, Van Horn DL, Schultz RO, et al. Comparative toxicity of intraocular irrigating solutions on the corneal endothelium. *Am J Ophthalmol* 1976; 81: 473-81.
13. Edelhauser HF. Intraocular irrigating solutions. *Clin Ophthalmic Pharmacology* 1987; 11: 431-44.
14. Edelhauser HF, Van Horn DL, Schultz RO, et al. Intraocular irrigating solution: Their effect on the corneal endothelium. *Arch Ophthalmol* 1975; 93: 648-57.
15. Edelhauser HF, Hyndiuk RA, Zeeb A, et al. Corneal edema and the intraocular use of epinephrine. *Am J Ophthalmol* 1982; 93: 327-33.
16. Matsuda M, Tano Y, Edelhauser HF. Comparison of intraocular irrigating solutions used for pars plana vitrectomy and prevention of endothelial cell loss. *Jpn J Ophthalmol* 1984; 28: 230-6.
17. Puckett TR, Peele KA, Howard RS, et al. A randomized clinical trial of balanced salt solution plus and dextrose bicarbonate lactated Ringer's solution. *Ophthalmology* 1995; 102: 291-6.
18. Glasser DB, Matsuda M, Ellis JG, et al. Effects of intraocular irrigating solutions on the corneal endothelium after anterior chamber irrigation. *Am J Ophthalmol* 1985; 99: 321-5.
19. Yee RW. Changes in the normal corneal endothelial cellular pattern as a function of age. *Curr Eye Res* 1985; 4: 671-675.
20. Kramer KK, Thomassen T, Evald J. Intraocular irrigating solutions: A clinical study of BSS plus and dextrose bicarbonate lactated Ringer's solution. *Ann Ophthalmol* 1991; 23: 101-5.
21. Matsuda M, Kinoshita S, Ohashi Y, et al. Comparison of effects of intraocular irrigating solutions on the corneal endothelium in intraocular lens implantation. *Br J Ophthalmol* 1991; 75: 476-9.
22. Gritz DC, Cevallos AV, Smolin G, et al. Antibiotic supplementation of intraocular irrigating solutions. An in vitro model of antibacterial action. *Ophthalmology* 1996; 103: 1204-8.
23. Kadry AA, Tawfik AF, Abu El-Asrar AA, et al. Elucidation of antibiotic effectiveness against *Staphylococcus epidermidis* during intraocular lens implantation. *Int J Antimicrob Agents* 2001; 18: 55-9.
24. Findl O, Amon M, Kruger A. Effect of cooled intraocular irrigating solution on the blood-aqueous barrier after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 1999; 25: 566-8.
25. Stegmann R, Miller D. Extracapsular cataract extraction with hyaluronate sodium. *Ann Ophthalmol* 1982; 14: 813-5.
26. Fechner PU, Fechner MU. Methylcellulose and lens implantation. *Br J Ophthalmol* 1983; 67: 259-63.
27. Arshinoff SA. Viscoelastic substances: Their properties and use when placing an IOL in the capsular bag. *Current Canadian Ophthalmic Practice* 1986; 4: 64-74.
28. Arshinoff SA. Comparative physical properties of ophthalmic viscoelastic materials. *Current Canadian Ophthalmic Practice* 1989; 4: 1-12.
29. Dua HS, Benedetto DA, Azuara-Blanco A. Protection of corneal endothelium from irrigation damage: a comparison of sodium hyaluronate and hydroxypropylmethylcellulose. *Eye* 2000; 14: 88-92.
30. Mc Dermott ML, Hazlett LD, Barrett RP, et al. Viscoelastic adherence to corneal endothelium following phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 1998; 24: 678-83.
31. Morgan RK, Skuta GL. Viscoelastic-related glaucomas. *Semin Ophthalmol* 1994; 9: 229-34.
32. Hutz WW, Eckhardt HB, Kohlen T. Comparison of viscoelastic substances used in phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 1996; 22: 955-9.
33. Richter AW, Ryde EM, Zetterstrom EO. Non-immunogenicity of a purified sodium hyaluronate preparation in man. *Int Arc Allergy Appl Immunol* 1979; 59: 45-8.
34. Myauchi S, Iwata S. Biochemical studies on the use of sodium hyaluronate in the anterior eye segment: The protective efficacy on the corneal endothelium. *Curr Eye Research* 1984; 3: 1063-7.
35. Myauchi S, Iwata S. Evaluations on the usefulness of viscous agents in anterior segment surgery: The ability to maintain the deepness of the anterior chamber. *J Oculat Pharm* 1986; 2: 267-76.
36. Gruber PF, Schipper I, Kern R. Use of Healon for corneal trephination in penetrating keratoplasty. *Ophthalmic Surg* 1984; 15: 773-8.
37. Steele AD. Viscoelastic materials in keratoplasty. *Trans Ophthalmol Soc UK* 1983; 103: 268-9.
38. Drews RC. Sodium hyaluronate (Healon) in the repair of perforating injuries of the eye. *Ophthalmic Surg* 1986; 17: 23-9.
39. Rashid ER, Waring GO. Use of Healon in anterior segment trauma. *Ophthalmic Surg* 1982; 13: 201-3.
40. Hung SO. Role of sodium hyaluronate (Healonid) in triangular flap trabeculectomy. *Br J Ophthalmol* 1985; 69: 46-50.
41. Campbell DG, Vela A. Modern goniosynechialysis for the treatment of synechial angle-closure glaucoma. *Ophthalmology* 1984; 91: 1052-60.
42. Regnault F, Bregeat P. Treatment of severe cases of retinal detachment with highly viscous hyaluronic acid. *Modern Problems in Ophthalmology* 1986; 12: 679-84.
43. Mac Rae SM, Edelhauser HF, Hyndiuk RA. The effects of sodium hyaluronate, chondroitin sulfate, and methylcellulose on the corneal endothelium and intraocular pressure. *Am J Ophthalmol* 1983; 95: 332-41.
44. Henry JC, Olander K. Comparison of the effect of four viscoelastic agents on early postoperative intraocular pressure. *J Cataract Refract Surg* 1996; 22: 960-6.
45. Anmarkrud N, Bergaust B, Bulie T. A comparison of Healon and Amvisc on the early postoperative pressure after extracapsular cataract extraction with implantation of posterior chamber lens. *Acta Ophthalmol Scand* 1996; 74: 626-8.

46. Binder PS, Deg JK, Kohl S. Calcific band keratopathy after intraocular chondroitin sulfate. Arch Ophthalmol 1987; 105: 1243-7.
47. Nevyas AS, Raber IM, Eagle RC. Acute band keratopathy following intracameral Viscoat. Arch Ophthalmol 1987; 105: 958-64.

Yazışma Adresi

Yrd. Doç. Dr. Tamer Demir
Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Göz Hastalıkları AD, 23200 Elazığ
Tel : 424 247 6987
E-Posta : tam_demir@yahoo.com