

T.C.
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
Göz Hastalıkları Anabilim Dalı

**FAKOEMÜLSİFİKASYON VE MİNİ-NUK TEKNİKLERİ İLE
YAPILAN KATARAKT CERRAHİLERİNİN KORNEA
ENDOTELİNE OLAN ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

TIPTA UZMANLIK TEZİ
Araş. Gör. Dr. İsmail DİRİ

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Süleyman Sami İLKER

Manisa, 2020

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan,
güler yüzlü ve hep sabırla beni dinleyen, hayat tecrübesinden faydalandığım,
her zaman minnetle hatırlayacağım saygıdeğer tez hocam
Prof. Dr. Süleyman Sami İlker'e,

Bu süre içerisinde bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen değerli
hocalarım Prof. Dr. Özcan Kayıkçıoğlu'na, Prof. Dr. Emin Kurt'a, Dr. Öğr.
Üyesi Hüseyin Mayalı'ya ve Öğr. Gör Dr. Muhammed Altınışik'a

Tezimin hazırlanma ve değerlendirmesinde katkı ve desteklerini sunan
Ege Üniversitesi Tıp Fakóltesi Göz Hastalıkları ABD Öğretim Üyesi
Doç. Dr. Melis Palamar Onay'a

Birlikte çalıştığım halen asistanlığı devam eden ve uzman olup ayrılan
tüm çalışma arkadaşlarıma,

Ameliyathanede, poliklinikte ve birimlerde birlikte çalıştığımız, ATT
Yunus Atıcı, kornea teknisyenleri Mustafa Durmuş, Hakan Çavdar'a olmak
üzere tüm hemşire ve sekreter arkadaşlarıma,

Birlikte çalıştığımız tüm yardımcı personel arkadaşlarıma şükranlarımı
sunarım.

Dr. İsmail DİRİ

Manisa, 2020

İÇİNDEKİLER TABLOSU

sayfa

TEŞEKKÜR.....	I
İÇİNDEKİLER TABLOSU	II
KISALTMALAR.....	III
1.GİRİŞ	1
2.GENEL BİLGİLER.....	3
2.1 LENS ve KATARAKT	3
2.1.1 Lens Anatomi ve Fizyolojisi	3
2.1.2. Yaşla Birlikte Lenste Meydana Gelebilen Değişiklikler	3
2.1.3. Katarakt Sınıflandırılması	4
2.2 KORNEA	5
2.2.1.Korneanın Tabakaları.....	6
2.2.2.Korneal Ödem.....	11
2.3.SPEKÜLER MİKROSKOPİ	12
2.3.1 Konan Cellchek XL.....	16
2.4. PAKİMETRİ.....	16
2.5. KATARAKT CERRAHİSİ.....	17
2.5.1.Katarakt Cerrahisinin Tarihçesi.....	17
2.5.2. Mini-Nuk Tekniği.....	19
2.5.3. Fakoemülsifikasyon Yöntemi	25
3.GEREÇ VE YÖNTEM	30
3.1.Cerrahi Yöntem.....	32
3.2. İstatistiksel Analiz	34
4.BULGULAR.....	35
5.TARTIŞMA	41
6.SONUÇLAR VE ÖNERİLER	49
7.ÖZET	50
8.İNGİLİZCE ÖZET.....	51
9.KAYNAKÇA	53

KISALTMALAR

FAKO: Fakoemülsifikasyon

EKKE: Ekstra Kapsüler Katarakt Ekstraksiyonu

İKKE: İntra Kapsüler Katarakt Ekstraksiyonu

CD: Kornea Endotel Hücre Sayısı (hücre/mm²)

CV: Varyasyon Katsayısı (%)

HEX: Altıgen Hücre Oranı (%)

SKK-PACH: Santral Kornea Kalınlığı-Pakimetri

ÖKKS: Ön Kamara Koruyucu Sistem

BSS: Dengeli Tuz Solüsyonu

GİL: Göz İçi Lens

OCT: Optik Koherans Tomografi

GİB: Göz İçi Basınç

mm: Milimetre

mm²: Milimetrekare

mmHg: Milimetre Civa

1.GİRİŞ

Katarakt ameliyatı göz cerrahları tarafından yapılan cerrahi uygulamaların başında yer almaktadır (1). Amaç; opaklaşan lens materyalinin çevre dokulara en az zarar verilerek alınması ve yerine yapay göz içi lenslerinin (GİL) konularak görme seviyesini en iyi düzeye ulaştırmaktır. Ameliyat sırasında ve sonrasında komplikasyonların en az düzeye indirilmesi, hastaların en kısa zaman içerisinde görsel rehabilitasyona kavuşması sağlamak için yapılan çalışmalarla cerrahinin bütün aşamaları devamlı gelişip güncellenmektedir (2).

Katarakt ameliyat yöntemlerinin ilerlemesiyle erken dönemde görme seviyesinin artırılması amacıyla daha küçük kesilerden ameliyatın gerçekleştirme ihtiyacını doğurmuştur. Böylelikle 10–12 mm'lik korneal kesilerden yapılan intrakapsüler lens ekstraksiyonu (İKKE) ile ekstrakapsüler lens ekstraksiyonun (EKKE) yerini daha küçük kesilerden yapılabilen fakoemülsifikasyon (FAKO) yöntemi almıştır (3).

Korneanın bütünlüğünün korunması ve saydamlığın devamı için endotel tabakasının önemli görevi bulunmaktadır. Ortalama endotel sayısı 2000 ile 2500 hücre/mm² aralığında olan normal yetişkin korneasında, bu sayı yaşla birlikte bir miktar azalmaktadır (4). Yapılan kesitsel çalışmalarda, kornea endotel hücrelerinin yıpranma oranının yılda %0.3 - 0.5 olduğu gösterilmiştir. Katarakt cerrahisinin eklenilmesiyle bu oran %20'lere kadar çıkmaktadır (5).

Katarakt ameliyatından sonra kornea saydamlığının korunması için korneal endotelin morfolojik stabilitesi ve fonksiyonel bütünlüğü gereklidir. Ön kamaraya girmeyi içeren tüm cerrahi girişimler, korneanın manipülasyonu ile endotel hücrelerine bir miktar zarar verir (6). Ameliyat sırasında endotele orta derecede hasar verilmesi kornea kalınlığında geçici bir artışa neden olabilir. Önemli endotel kaybı, kornea dekompansementine ve kornea saydamlığının kaybına yol açabilir.

FAKO cerrahisi sırasından ultrason enerjisi kullanılması nedeniyle diğer yöntemlere kıyasla daha fazla korneal endotel hasarı saptanmış, bunun uzun vadede sonuçları hesaba katılmamıştır (7). Klasik cerrahileri başında gelen mini-nuk yönteminde ultrason enerjisinin kullanılmaması nedeniyle korneal endotel sayısında asgari azalma görülür. Ancak mini-nuk cerrahisi sırasında endotele yakın, ön kamarada çalışılmaktadır. Mekanik travma nedeniyle endotel hasarı meydana gelmektedir. Oysa FAKO yönteminde kısmen kapsül içinde kısmen de ön kamarada çalışılmaktadır (8) .

Gelişmekte olan ülkelerde önemli sayıda katarakt ameliyatı yapılmaktadır; bu nedenle hangi tekniğin endotel için en güvenli olduğunu belirlemek önemlidir. Bu çalışmada fakoemülsifikasyon ve mini-nuk teknikleri ile yapılan katarakt cerrahilerinin korneal endotele olan etkilerinin kıyaslanması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 LENS ve KATARAKT

2.1.1 Lens Anatomi ve Fizyolojisi

Lens; vitreus, kornea ve humor aköz gibi refraktif dokulardan birisidir. Esas refraktif dokular kornea ve lenstir. Kornea sabit refraktif etkiye sahiptir. Lens ise sabit olmayıp değişebilen refraktif değerleri ile görüntünün retina üzerine düşmesini sağlamaktadır (9). Lens üstten basık yapıda, asimetrik ve sferoid bir şekle sahiptir. Ağırlığı 20-30 yaşlarında yaklaşık 0.170 gram, 80-90 yaşlarında ise 0.260 gram civarındadır. Horizontal çap 9.0 mm, sagittal çap 4.0-4.4 mm arasındadır (3).

Lensin anatomisinde, klinik ve cerrahi açıdan önemli sınıflandırma yapılmıştır. Yumuşak yapıdan oluşan ve aspirasyonla kolaylıkla gelebilen yüzeyel korteks en dışta bulunmaktadır. Yarı yumuşak yapıdan oluşan, aspirasyonla gelebilen veya doğurtulabilen ara tabakada epinükleus bulunmaktadır. En içte ise sert, parçalara ayrılabilen veya doğurtulabilen, kataraktın esas yapısını oluşturan nükleus tabakası bulunmaktadır (10).

2.1.2. Yaşla Birlikte Lenste Meydana Gelebilen Değişiklikler

Lens; ekvatoriyal eksenini boyunca, hayatın her dekkatında yaklaşık olarak 0,2 mm. kalınlaşmaktadır. Bu kalınlaşma yeni tabakaların yaşam boyunca lensin ağırlığına eklenmesi ile iç tabaklardaki liflerin sıkışmasından dolayı meydana gelmektedir. Lens ön kapsülünün doğumdaki ağırlığı 70 yaşında iki katına çıkmaktadır. Ayrıca lens hayat boyunca meydana gelen hücreleri barındırdığından yaşlılığın hücre yapısı üzerinde dejeneratif değişikliklere oldukça hassastır (11).

Lensin yaşlanmasıyla saydamlığının azalması şu nedenlere bağlıdır; (12).

- Lens yapısında bulunan çözünemeyen protein kısımlarının artması ve birikmesi,
- Foto-oksidatif stresin artması,
- Hücre zarındaki geçirgenliğin artması,

- Fibriller arası bağlantının bozulması,
- Fotosensitif ilaç kullanımı,
- Antioksidanların alımının yetersizliğine neden olan hastalıklar.

Bazı çalışmalarda üzüm çekirdeğindeki proantosiyanidin ekstresi ve fındığın antioksidan özelliğinden dolayı hayvan deneylerinde kataraktı önlediği gösterilmiştir (13). Başka bir hayvan deneyinde kafeikasit fenetilesterin katarakt gelişimini engellediği belirtilmiştir (14). Yine hayvan deneylerinde gebelik boyunca aşırı kafein tüketimi yenidoğanda kristalin lenste katarakt gelişmesine sebep olduğu gösterilmiştir (15).

2.1.3. Katarakt Sınıflandırılması

Katarakt, lensin opaklaşmasına denir ve görülme yaşı, etiyojisi veya opaklaşmanın lensteki yerine göre sınıflandırılma yapılmıştır (16).

- 1) Konjenital Katarakt
- 2) İnfantil Katarakt
- 3) Edinsel Katarakt
 - Presenil katarakt
 - Senil katarakt
 - Travmatik katarakt
 - İlaçlara bağlı katarakt
 - Göz ve sistemik hastalıklara bağlı gelişen katarakt

Kataraktın en sık görülen tipi senil kataraktır. Katarakt opaklaşmanın yerine göre sınıflandırılır;

- Ön kapsüler katarakt
- Arka subkapsüler katarakt
- Nükleer katarakt
- Kortikal katarakt

Nükleer katarakta yaşlılıkta nükleus sertleşmekte ve pigmentasyon artmaktadır. Biomikroskopide nükleusun lameller yapısında değişikliklerin olduğu ve sarımsı, kahverengi veya kırmızı bir renk aldığı görülür. Hastada miyopik refraksiyon kusuru gelişebilmektedir. Lensteki pigmentasyon seviyesi arttıkça daha opak hale gelebilmektedir (17).

Kortikal kataraktlar tek başlarına veya nükleer katarakt ile birlikte görülebilir. Başlangıçta vakuoller yapıda izlenir ve kortikal strialar arasında saydam alanlar bulunur. Bu alanlar yaşla birlikte opaklaşır ve su çekerek büyümeye başlar. Hastada hipermetrop refraksiyon kusuru gelişebilmektedir. Kapsülden nükleusa kadar tüm korteks tutulmasına ise matür katarakt denir (18).

Subkapsüler katarakta ise kesafet sıklıkla arka subkapsüler bölgede veya ön subkapsüler yerleşimdedir. Özellikle şeker veya uzun süreli kortizon kullanan hastalarda görülür. Biomikroskopide retroillüminasyon ile subkapsüler alanda ince parlak bir desen şeklinde tabaka oluştuğu görülür. Lensin kalan kısmı şeffaf da olabilir veya başka bir katarakt tipiyle birlikte bulunabilir (19).

2.2 KORNEA

Kornea; göz küresinin anterior kısmının 1/6'sını oluşturan şeffaf tabakadır. Vasküler yapısı yoktur. Optik sistemin refraksiyon oranı en yüksek olan dokudur. Kornea dış yüz vertikal çap ortalama 11 mm, horizontal çap ortalama 12 mm'dir. Kornea boyutları ortalama iki yaşında erişkin değerlerine ulaşmaktadır. Metabolik aktivitesi için ihtiyaç olan oksijenin büyük bir bölümünü gözyaşında çözülmüş havadaki oksijenden sağlamaktadır. Karbonhidrat, protein, vitamin, mineral gibi nutrisyonel moleküller limbustaki vasküler alandan sağlanır (10). Karbondioksit ve diğer atık ürünler göz yaşı ile, limbal vasküler yapılar üzerinden veya endotelden hümör aköze geçişi ile atılmaktadır (20).

Korneanın santral kalınlığının (SKK) ölçümüne pakimetri denir. Pakimetri sağlıklı bir korneanın değerlendirilmesinde ve korneal ödem açısından önemli bir parametredir (21). Korneal endotelin pompa fonksiyonunun dolaylı göstergesidir. SKK bireyler arasında fark gösterebilmektedir. Korneanın en ince kısmı genellikle santralinin 1.5 mm dış kısmıdır. Normal kişilerde SKK'nın değerlendirildiği bir çalışmada 410–625 µm aralığında değerler saptanmış ve periferde kalınlığın arttığı gösterilmiştir (22). Irklar arasında SKK açısından farklılık görülmektedir. Asyalı, Kafkas ve Amerikan ırklarının SKK'nı inceleyen bir çalışmada ortalama SKK 542.9 µm

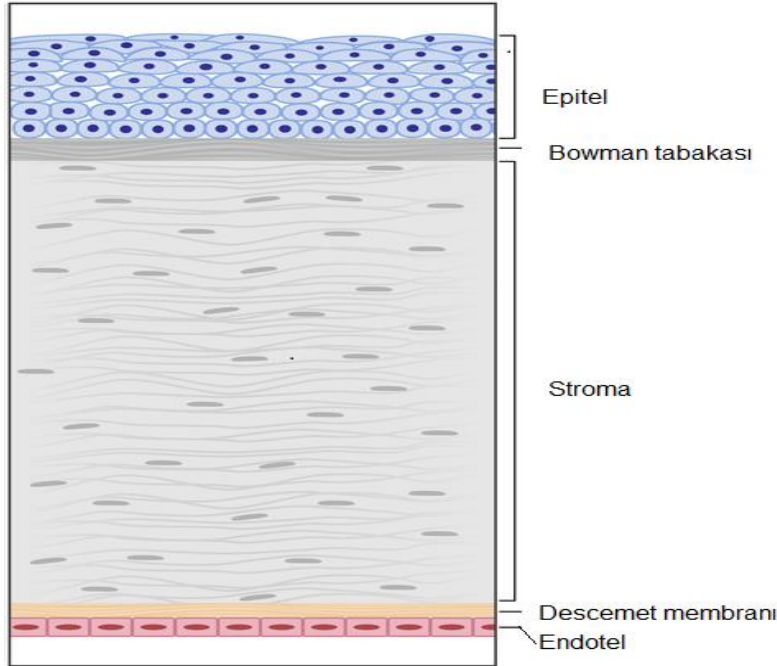
bulunmakla birlikte Amerikan ırkında diğerlerine göre daha ince olduğu bildirilmiştir (20).

SKK ölçümünde farklı yöntemler kullanılmaktadır. Korneaya temas ederek ölçüm yapan ultrasonik pakimetri en objektif bilineni olmakla beraber korneaya temas etmeden ölçüm yapan speküler mikroskopi, pentacam ve ön segment OCT ile ölçüm yapılabilmektedir (23). Speküler mikroskopi cihazı elektromekanik yöntem kullanarak SKK'nı ölçebilmektedir. Speküler mikroskopide ölçüm gözyaşı tabakası ile descemet membranının arka yüzeyi baz alındığından dolayı 20-30 µm hatalı sonuç verebilmektedir. Ayrıca kontakt speküler mikroskopi cihazında korneal temastan dolayı yanlış sonuç verebilmektedir (24) .

SKK ölçülen GİB değerlerini etkileyebilmektedir. İndentasyonla ölçülen yöntemlerde SKK'nın artması daha yüksek; SKK'nın ince olması daha düşük GİB değerlerin ölçülmesine sebep olabilmektedir. Bundan dolayı SKK korneanın yapısal değerlendirmesinin yanında glokom veya oküler hipertansiyonun tanısında ve takibinde değerli bir göstergedir (20, 21).

2.2.1.Korneanın Tabakaları

Kornea beş tabakadan meydana gelmektedir (Resim 1). En dış tabakası olan epitel epiderm, kalan diğer dört tabaka mezoderm kökenlidir (25).



Resim 1: Korneanın tabakaları

Epitel tabakası

En dış tabakadaki hücrelerin yüzeyindeki mikrovillus ve mikrofilamanlar, gözyaşı filminin epitelin yüzeyine tutunmasını sağlamaktadır. Epitel tabakasında bulunan miyelinsiz sinir lifler çoğunlukla bazal hücre tabakasında bulunmaktadır (23).

Bowman Membranı

Epitelin altında bulunan, kollajen liflerinin yoğunlaşmasıyla meydana gelen 8 -10 µm kalınlığındaki tabakadır. Rejenerasyon yeteneği bulunmamaktadır. Yapısındaki kollajen fibrillerin bozulması kalıcı korneal skara neden olmaktadır (23).

Stroma

Kornea yapısının % 90'ını oluşturur. Stromanın yaklaşık %78'i sudan oluşmaktadır. Stromanın esas kollajen tipi kollajen tip I'dir. Keratositler stroma hücrelerinin çoğunluğu oluşturmaktadır. Keratositler kollajen yapının lamelleri arasında dağılıp kollajenin sentezinde ve stromanın hücre dışı madde alışverişini sağlamaktadır. Stromal yaralanma sırasında keratositler hasarlı bölgeye göç edip fibroblastlara dönüşerek kollajen üretimini sağlar ve korneal haze oluşumuna sebep olur (23).

Fibrillerin arasını glikozaminoglikanlardan oluşan matriks doldurmaktadır. Glikozaminoglikan anyonik ortam oluşturup katyon ve su bağlanmasını sağlar. Stromal ödemde bu ara maddede su miktarı artmaktadır. Fibriller aralığının genişlemesine ve korneal kalınlıkta artışa sebep olmaktadır (23).

Descemet Membranı

Korneal endoteli tarafından oluşturulan bazal membrana denir. Periferde Schwalbe hattıyla sonlanır. Esnekliği oldukça fazla olup tip IV ve VIII kollajen, fibronektin, laminin ve trombospondin glikoproteinlerden oluşmaktadır. Doğumda yaklaşık 4 µm olup, hayat boyu kalınlaşarak 8. dekatta ortalama 10-15 µm düzeyindedir (26). Arka stromaya belirgin yapışıklığı veya bağlantısı olmadığından dolayı stromadan rahatlıkla

sıyrılabilir. Travma sonrası rejenerasyon yeteneği mevcuttur. Fuchs distrofisi, cerrahi travma gibi durumlarda bu tabakada kalınlaşma görülebilir (27) .

Endotel Tabakası

Endotel tabakası, nöral krestten köken alır. Tek katlı altıgen hücrelerin descement membranı üzerine yerleşmesiyle meydana gelmektedir. Dış yüzeyi ön kamara ile komşuluk içerisinde. Yenilenme kapasitesi olmayıp hayat boyunca hücre sayısında ve topografisinde değişiklik meydana gelmektedir. Yenidoğanda endotel hücre yoğunluğu ortalama 5 bin hücre/mm² dir (28). Hücreler yenidoğan döneminde büyük çekirdek, küçük sitoplazma, yuvarlak bir şekle sahipken, yaşam boyunca yüzey geriliminin düşmesiyle bal peteği görünümlü bir konfigürasyon halini alır (29).

Ortalama çapı yeni doğan döneminde yaklaşık 20 µm iken erişkin dönemde yaklaşık 40 µm olur. Hücre yoğunluğunda yaşla birlikte bir azalma görülmektedir. Azalma hızlı ve yavaş dönem olmak üzere iki şekilde oluşmaktadır. Doğumdan 20 yaşına kadar ortalama endotel hücre yoğunluğu hızlı azalma göstererek yaklaşık 3 bin hücre/mm²' ye kadar geriler. Sonrasında yıllık ortalama kayıp %0,5-2 civarındadır. Erişkin dönemde ortalama mm² de 2-3 bin civarındadır (10).

Irklar arasında, korneal endotel hücre sayısında farklılık görülebilmektedir. Japon ve Çin ırklarında Kafkas ırkına göre endotel hücre yoğunluğunun daha yüksek, Hintlilerde daha düşük olduğunu belirten çalışmalar mevcuttur (30). Türkiye'de yapılan bir çalışmada ortalama korneal endotel hücre yoğunluğu ortalama 2671 ± 356 hücre/mm² olarak bildirilmiş. Bu değerın literatüre göre Çin, Japon, Filipin ırklarına göre düşük, Hint ve İran ırklarına göre daha yüksek olduğu gösterilmiştir. Bu farklılık ırkların kornea çapı, hücre yüzey alanı farklılığı ve genetik faktörler nedeniyle oluştuğu savunulmuştur. Endotel hücre sayısının parasantral ve periferik alanlarının santrale göre daha yüksek sayıda olduğu bilinmektedir (21).

Endotel hücrelerinin yenilenme yetenekleri sınırlıdır. Bundan dolayı endotel hücrelerinde kayıp meydana geldiğinde dengeyi sağlayabilmek amacıyla komşu endotel hücreleri büyüyerek veya şekil değiştirerek boşluklu alanları doldurmaya çalışır. Bu durumda hücreler altıgen olan şekillerini kaybederler ve farklı şekiller alıp daha büyük alanlar kaplamaktadır. Bu şekildeki farklı hücre görünümüne pleomorfizm; farklı büyüklükte hücrelerin olmasına ise polimegatizm denilmektedir (31).

Endotel hücrelerinin korneal saydamlığının devamı ve kornea yapısının korunmasında önemli görevleri vardır (11). Bariyer ve pompa görevi saydamlığın korunmasında etkilidir (32). Bununla birlikte ön yüzündeki bazal membranı (descemet membranı) ve arka yüzündeki glikokaliks tabakasını oluşturmak da endotele ait diğer işlevlerdir (21).

Bariyer görevi

Endotel tabakasının bariyer görevi, korneanın arka yüzeyini kaplayacak yeterli sayıdaki hücre sayısına ve hücreler arasındaki tight junction adı verilen sıkı bağlantılara bağlıdır. Sağlıklı bir insanda bu bağlantılar humör aközden stromaya su geçişini önemli ölçüde engeller. Yaklaşık 2–4 nm'lik hücre dışı alanlardan besin maddeleri ve metabolitlerin stromaya geçişine olanak sağlar. Klinikte kornea endotelinin bariyer görevi speküler konfokal mikroskopi ile hücreler arası alanlar incelenip değerlendirilmektedir (26).

Endotelin bariyer fonksiyonunu bozabilen durum ve maddeler:

- Kalsiyum içermeyen veya glutatyon içeriği düşük olan solüsyonlar (geri dönüşümlü)
- Mekanik etki: Travma veya cerrahi girişimlere bağlı yaralanma
- Kimyasal etki: fizyolojik olmayan ya da toksik olan solüsyonlar, prezervan içeren maddeler

Aktif pompa görevi

Endotel hücrelerinin lateral membranında bulunan iyon taşıyıcıları ile Na^+ ve HCO_3^- iyonlarının stromadan humör aköze geçişini sağlamaktadır. Endotelin esas pompa görevi taşıma proteini olan $\text{Na}^+\text{-K}^+$ ATPaz enzimi ile

sağlanmaktadır (33). İyon transportu sayesinde oluşan ozmotik gradient ile stromadan hüme aköz su geçişi gerçekleştirilmektedir (34). Ozmotik gradientin oluşması için endotelin bariyer yeteneğinin sağlam olması gerekmektedir. Kornea kalınlığı için gerekli olan stromal su seviyesi oranını pompa sayesinde yaklaşık %75 civarında tutar. Klinik uygulamada endotel pompa fonksiyonu için kullanılan SKK, in-vivo bir yöntem olarak fikir verebilmektedir (10).

Pompa fonksiyonunu etkileyen bazı klinik durumlar ve farmakolojik ajanlar mevcuttur (35).

- Na⁺-K⁺ ATP az fonksiyonunun ouabain ile kısıtlanması
- Düşük sıcaklık seviyesi
- Bikarbonat eksikliği veya karbonik anhidraz inhibitörlerinin kullanımı
- Mekanik veya kimyasal hasar

Ekstraselüler matriks üretimi

Kornea endotelinin ikinci görevi ekstraselüler matriks salgılanmasıdır. Salgılanan matriks endotelin bazal yüzeyinde depolanır ve descemet membranını meydana getirmektedir (36).

Kornea endotelinin apikal yüzeyini kaplayan, $0,72 \pm 0,02 \mu\text{m}$ kalınlığındaki glikokaliks tabakasını salgılama yeteneği de mevcuttur. Özellikle ön segment cerrahisinde bu tabakanın endoteli koruma görevi olduğu düşünülmektedir (37).

Korneal saydamlık

Korneal saydamlık, gözyaşına karşı epitel ile sağlanan bariyer, gözyaşının kornea yüzeyinden buharlaşması, endotel tabakasının kornea–hümör aköz bariyeri ve pompa fonksiyonu ile sağlanmaktadır (21).

Epitel ve endotel tabakaları, su iyonlarının stromaya geçişini engelleyen bir bariyer oluşturmaktadır. Epitel tabakasının direnci endotel tabakasına göre daha yüksektir. Endotel–hümör aköz bariyeri sızdırmazlığı tam olmayıp suyun ve daha küçük moleküllerin korneanın daha derin tabakalarına ilerlemesini

sağlayıp, korneanın metabolik ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Yani endotelial bariyer sıvı sızdırması gerekmektedir (31).

Endotel bariyer ve pompa fonksiyonu normal olan bir korneada stromanın toplam sodyum konsantrasyonu 179 mEq/L (134,4 mEq/L serbest iken 44,6 mEq/L proteine bağlıdır) hümör aközün ise 142,9 mEq/L (tamamı serbest) dir. Klor aktivitesi ve stromal inbibisyon basıncı ile + 30,4 mmHg ozmotik gradient oluşur. Böylelikle stromadan hümör aköze su geçişi sağlanmış olur. Bu faktörlerden başka, kornea endotel hücrelerindeki karbonik anhidraz enzimi tarafından salgılanan HCO_3^- , hücre dışımatrikse difüzyon ile geçer veya $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$ iyon transportu ve iyon kanalları ile hümör aköze geçmektedir. Tüm bu faktörler ile stromanın su oranını %78, SKK'nın ise yaklaşık 550 μm düzeyinde tutulmasını sağlanmış olur (38).

Endotel hücre yoğunluğu ve fonksiyonunda, yaşa bağlı görülen azalmanın yanında travma, göziçi cerrahi, göziçi implantasyonlar, kronik üveit, iltihabi durumlar, kapalı açılı glokom, lazer uygulamaları, ultraviyole maruziyetinde de etkilenme görülebilmektedir. Bu tür durumlarda endotel hücre yoğunluğu yaşa göre normalin altına düşebilir. Endotel hücre yoğunluğu ortalama 800 hücre/ mm^2 altına düştüğünde endotelial yetmezlik gelişmekte ve korneal saydamlık bozulmaktadır (39).

2.2.2.Korneal Ödem

Kornea stromasının iç basıncı, iyon dengesizliğinde bir sonuç olarak görülmektedir. İyon dengesinde rol oynayan negatif yüklü veya anyonik yan zincirleri bulunan proteoglikanlar temel role sahiptir. Proteoglikanlara bağlı oluşan ozmotik basınç ile bu basınca karşı hümör aközü stromaya iten GİB arasındaki fark stromal şişme basıncını oluşturmaktadır. Bu değer sağlıklı bir korneada yaklaşık 55 mmHg civarındadır. Bu değerdeki GİB durumunda sağlıklı bir gözde kornea ödemi gelişirken, endotel işlevlerinin bozulduğu durumlarda küçük GİB artış değerinde de korneal ödem gelişebilmektedir (40).

Kornea ödemi klinikçiler tarafından genel tanım olarak kullanılsa da spesifik tanımı korneanın normalden (> %78) daha hidrate olması durumudur. Kornea ödemi kornea epitelinde ve stromasında yapısal bozukluklara nedeni olabildiği için klinikçiler açısından önemli bir konudur. Yapılan çalışmalarda stromal ödemin kollajen fibrilleri arasındaki mesafe artışı, ekstraselüler matriksin refraktif indeksinde azalma (41), keratositlerde hidrofilik dejeneratif değişiklikler ile proteoglikan kaybına neden olduğu gösterilmiştir (42).

2.3.SPEKÜLER MİKROSKOPİ

Speküler mikroskopi, korneaya düşen yarı ışığın, kornea endotel tabakası ile humör aköz arasındaki optik ara yüzeyinden yansıma ile görüntü sağlamaktadır. İlk defa 1968 yılında tavşan gözünde kornea arka yüzeyi görüntüleyen David Maurice tarafından bu şekilde isimlendirilmiştir (43).

Tarihçe

İlk kornea endotelial görüntüleme 1919 yılında Vogt tarafından speküler aydınlatma yönteminin biyomikroskopide uygulanması ile sağlanmıştır. 1968 yılında Maurice aynı prensiple tavşan gözünde korneanın laboratuvarında incelenmesini sağlayan speküler mikroskopu keşfetmiştir. İn-vivo görüntüleme ilk 1975'te Laing tarafından gerçekleştirilmiştir. Mevcut kullanılan şekli ise Holm, Brown ve Mc Corey tarafından geliştirilip speküler mikroskop halini almıştır (44).

Günümüzde speküler mikroskopi alanındaki gelişmeler sayesinde kontakt veya non-kontakt yüksek çözünürlükte görüntüleme sağlanmaktadır. Otomatik, yarı-otomatik ölçüm ve endotel tabakasına ait birçok parametreye ulaşmak mümkün olmaktadır (45).

Çalışma prensibi

Korneaya düşen ışık, farklı oranlarda yansıtılır, saçılım gösterebilir veya absorbe olur. Farklı optik ara yüzeylerden geçen ışığın bir bölümü yansır, bir bölümü de korneanın derin tabakalarına ve humör aköz ile aralarındaki ara yüzeyine ulaşır. Speküler mikroskop ile korneal arka yüzeye slit ışığı düşürülür. Korneal saydamlık ile kornea-humör aköz refraktif indekslerinin farkı az olması

sebebiyle düşürülen ışığın az bir kısmı kornea-hümör aköz bileşkesinden yansımaktadır. Yansıyan ışık ile görüntü elde edilmektedir (45). Işık kaynağının açısı ayarlanarak incelenmek istenen alan genişletilebilir. Her mikrofotoğrafta 0,08 mm² lik bir alan incelenmektedir (46). Endotel hücrelerine düşerek yansıyan ışık daha aydınlık görüntü oluşturur. Hücreler arası sınırlara düşen ışığın aletin kolektör optiğine geri yansımamasından dolayı karanlık görünmektedir. Stromal ve epitelyal ödemin olduğu durumlarda bu tabakalardan yansıyan ışınlar saçılım gösterip görüntülerin iç içe geçmelerine ve kontrastın azalmasına neden olur ve böylelikle görüntü kalitesi bozulmuş olur (47).

Hücre yüzeylerindeki birikim veya hasar nedeniyle oluşan düzensizlikler ışığın farklı açılarda yansımaya sebep olur. Hücre içinde koyu noktacıklar veya çizgilenmeler şeklinde görüntülenir. Fuchs distrofisindeki endotel hücre yükseltilerinde ışınlar dağıldığı için bu alanlar daha koyu görülmekte ve biyomikroskopik muayenede çok daha erken distrofik bulgular saptanabilmektedir. Hücre içinde görülen parlak noktalar özellikle stres altındaki endotelial tabakada izlenir ve hücre çekirdeğini yansıttığı savunulmaktadır. Hücre içinde görülebilen küçük, sınırları keskin, koyu noktaların endoteldeki siliayı yansıttığı, daha geniş, sınırları silik hücre içi karanlık alanların ise vakuoller veya blebler nedeniyle olduğu düşünülmektedir. Geçirilmiş üveitik hastalarda saptanan ve birbirine benzeyen boyutlarda hücre içi yerleşimli koyu noktaların lökosit birikimlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir (48).

Speküler mikroskop cihazının kontakt ve nonkontakt olmak üzere iki çeşidi bulunmaktadır. Kontakt tipinde ölçüm öncesi topikal anestezi kullanımı gerekmekte olup ölçüme bağlı yüzeysel epitel hasarı oluşabilmektedir. Non-kontakt tipinde ise ölçüm sırasında göz kuruluşunun olmaması gerekmektedir. Speküler mikroskop nitelik (kalitatif) ve nicelik (kantitatif) analiz yapabilmektedir (48).

Nitelik (Kalitatif) analiz:

Hücrenin şekli, sınırı ve korneanın arka yüzeyi değerlendirilmektedir. Normal endotel hücreleri altıgen şekilli, birbirlerine bitişik, bal peteği

şeklinde. Birbirleriyle kesişen sınırları eşit uzunluktadır. Hücrelerin kavşak açısı yaklaşık 120 derecedir (49). Yaşlanma veya endotelial stres yaratan durumlarda bu özellikler değişime uğrayabilir. Hücre boyutlarındaki değişiklik ve hücre sınırlarındaki anormallikler saptanabilir. Hücre sınırındaki anormallikler ve kesişim noktalarındaki değişkenlik, termodinamik instabilite göstergesi olarak kullanılmaktadır (50).

Arka korneal yüzey silüetinin düzgün olup olmadığı speküler mikroskop sayesinde değerlendirilmektedir. Kornea guttatada yüzeyin düzensiz olduğu izlenebilmektedir (51).

Nicelik (Kantitatif) analiz:

Görüntülerin kantitatif analiziyle endotel hücre yoğunluğu, hücre şekli ve varyasyon katsayısı gibi sayısal değerler elde edilir. Otomatik veya manuel yapılabilmektedir.

Kantitatif analiz ile endotel hücre tabakasında birçok bilgiye ulaşılabilmektedir (31) (44). Bunlar;

- Hücre yoğunluğu (CD): 1 mm² alandaki hücre sayısıdır.
- Değerlendirme alanında sayılan endotel hücre sayısı
- Değerlendirme alanının genişliği
- Hücre alanı: Değerlendirme alanının sayılan hücre yoğunluğuna oranı ile elde edilen değerdir. Normal erişkinlerde 150–350 mm² dir.
- En küçük hücre alanı (MIN).
- En büyük hücre alanı (MAX).
- Değişkenlik katsayısı (Varyasyon) (CV) : Hücre alanları arasındaki değişkenliği (varyasyonu) gösteren polimegatizm oranıdır. Standart sapmanın, ortalama hücre alanına oranındaki değerdir. Erişkindeki normal değer %30 ve altıdır. (CV: (SD/AVE×100)).
- Hekzagonalite (HEX): Altıgen hücre sayısının diğer farklı şekildedeki hücre sayısına oranıdır. Sağlıklı korneada %100 olmakla birlikte, endotel tabakasında bu oran %50 civarındadır. Düşük oran pleomorfizm göstergesidir.

Ölçüm modlar:

Speküler mikroskopla otomatik veya manuel ölçüm yapılmaktadır (32).

Otomatik ölçüm:

Bilgisayar programı sayesinde hücre sınırı ve hücre yüzeylerindeki kontrast farkı kullanılarak endotel tabakanın bir haritasını çizilebilir. Endotel tabakasına ait parametreleri bu harita sayesinde hesaplanarak sonuç elde edilir (43).

Yarı-otomatik ölçüm:

Bilgisayar programıyla otomatik analizdeki gibi oluşturulan haritada, eksik ya da fazla hücre sınırları kullanıcıyla yeni bir endotel haritası oluşturulur ve bu şekilde yeni bir harita oluşturularak analiz yapılır (44).

Merkez tekniği:

1990'lı yılların sonlarında (Konan Medikal, Kaliforniya, ABD) tanıtılan bir yöntemdir. Birbirleriyle komşu olan endotel hücre merkezleri işaretlenmekte ve morfometrik analizde bu hücreler kullanılmaktadır. Güvenilir sonuçlar elde etmek için en az 100 hücre işaretlemek gerekmektedir (44).

Sabit alan tekniği:

Alanı bilinen bir dörtgen içindeki hücreler kullanıcı tarafından manuel işaretlenir ve analiz sayılan hücreler ile yapılmaktadır (44)

Değişken alan tekniği:

Konan tarafından geliştirilmiştir. Merkezi ile sabit alan tekniklerinin avantajlarını birleştiren bir ölçüm yöntemidir. Hücre sayımı, yapılmak istenen alanın sınırını belirlemek için hücre köşelerine işaretleme yapılmakta ve belirlenen alandaki hücreler manuel sayılarak analiz yapılmaktadır (44).

Speküler mikroskopi, travma, penetran keratoplasti (12), Fuch's distrofisi, lattice korneal distrofi, posterior polimorföz korneal distrofi, iridokorneal endotel sendromu, iridosiklit (52), ameliyat öncesi ve sonrası, topikal ilaç kullanımı (53), kontakt lens kullanımı (54), diyabetes mellitus,

glokom ve yaşa bağlı değişiklikler gibi birçok klinik durumun endotele etkisini saptamak için kullanılabilir (44).

2.3.1 Konan Cellchek XL

Konan CellChek XL (Konan Medical ABD, Inc.) Konan Medikal tarafından geliştirilmiş non-kontakt bir speküler mikroskop cihazıdır. Otomatik olarak görüntü alanını yakalayıp, odaklar ve yüksek çözünürlükte mikrofotografılar kaydeder. Beş sabitleme noktasından (santral bölge ve periferik dört bölge) görüntüleme yapabilir. Aynı zamanda beş farklı hedef bölgeden non-kontakt pakimetri özelliği de mevcuttur. Bilgisayar sistemi ve analiz yazılımı ile entegredir. Ölçümler otomatik, yarı-otomatik, merkezi teknik ve değişken merkezi teknik ile analiz yapılabilir. Merkezi teknik, speküler parametreler için altın standart teknik olarak tanımlanmaktadır. Her mikrofotografıda 0,24 x 0,4mm alan incelenir. Speküler mikroskopik parametrelerin elde edilmesinin yanında endotelyal yoğunluk için trend analizi de yapmak mümkündür (55).

2.4. PAKİMETRİ

Korneanın santral kalınlığının ölçümüne pakimetri denir. Normal korneal kalınlık santralde ortalama 0,52 mm, parasantral (0,52- 0,57 mm) ve periferik doğru gittikçe (0,63-0,67 mm) kalınlaşmaktadır. Kornea kalınlığının en ince olduğu yer genellikle santralinin 1,5 mm temporal kısmıdır (22).

İlk defa korneal kalınlık ölçümü, Maurice ve Giardini tarafından 1951 yılında biyomikroskopik pakimetri ile yapılmıştır. Günümüzde SKK, ölçümü ultrasonik pakimetri, speküler mikroskopi, optik koherens tomografi, konfokal mikroskopi, Orbscan ve Pentacam gibi aletlerle yapılabilir (56).

SKK ölçümü için kullanılan optik pakimetreler, optik çiftleme ya da optik odaklama yöntemlerine bağlı çalışmaktadır. Optik çiftleme yönteminde keratometri ya da aplanasyon tonometrisine benzer şekilde korneal görüntüyü çiftleyen bir prizma ve biyomikroskop birlikte kullanılmaktadır. Biyomikroskop ile korneanın üzeri slit ışıkla aydınlatılıp ön ve arka korneal yüzlerde oluşan

Purkinje-Sanson arasındaki uzaklığı ölçmek üzere prizmalar kullanılır ve görüntüler üst üste geldiğinde korneal kalınlık elde edilmektedir (23).

Spekuler mikroskopide ise optik odaklama yöntemi kullanılır. Optik odaklama ile endotele odaklanıp sıfır noktasına göre SKK otomatik olarak ölçülür. Ultrasonik dalgaların korneal geçiş hızı hesaplanarak korneal kalınlık saptanır. Genellikle ultrasonik pakimetreler, optik pakimetrelerle göre daha kolay ve doğru ölçümler yapmaktadır (23).

SKK'nın kornea endotel fonksiyonun saptanmasındaki önemi:

Endotel hücreesindeki hasar, endotel tabakasının fonksiyon bozukluğuna ve korneal kalınlığının artışına neden olur. Bundan dolayı kornea kalınlığının ölçümü endotel fonksiyonuyla ilgilil dolaylı şekilde bilgi verir (54).

Katarakt ameliyatı sonrası endotel tabakasındaki hasar ve fonksiyon bozukluğu SKK artışında temel öneme sahiptir. Özellikle ameliyat sonrası ilk gündeki SKK artışının endotelyal kayıp ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (57). Hasarlanmamış endotel hücrelerinin korneal ödemi kompanse görevini üstlenmesiyle, hücrelerin pompa fonksiyonları ameliyattan bir hafta sonra artar. Bundan dolayı fizyolojik sınırların aşılmadığı kayıplarda ödem azalarak SKK birkaç ay içinde eski değerine dönebilir (58).

Orta seviyede endotelyal hasarı olan ve sağlıklı hücrelerin korneal dehidratasyonu sağlandığı korneada, pakimetrik ölçüm endotelyal fonksiyonunu gerçek anlamda yansıtmamaktadır. Fuch's endotel distrofisi ya da göz içi cerrahi gibi nedenlerle anlamlı düzeyde endotel disfonksiyonu olduğunda, ameliyat öncesi endotel pompa fonksiyonunu saptamak için pakimetri değerli olabilir (59).

2.5. KATARAKT CERRAHİSİ

2.5.1.Katarakt Cerrahisinin Tarihçesi

Katarakt cerrahisi yazılı olarak yaklaşık 2000 yıl öncesine dayanmaktadır (60). Milattan önce 25-50 yıllarında yazılmış Celsus yazıtlarında milattan önce 300 yıllarında Philoxen denilen cerrahların kataraktı

tedavi ettikleri yazılmış ancak teknik hakkında bilgiye ulaşamamıştır. Katarakta lensin pupilden gözün içine düşürülerek afaki sağlayan yöntem hakkında ilk yazılı bilgi milattan önce 600'lü yıllarda yaşamış Susruta adındaki Hintli cerraha aittir. Bu teknik yaklaşık 20 yüzyıl kullanılmıştır. 1753'de ilk kez Jacques Daniel tarafından modern katarakt cerrahisinin miladı kabul edilen insizyonel katarakt cerrahisini uygulanmıştır (61).

1753'de Jacques Daniel ile Samuel Sharp intrakapsüler katarakt ekstraksiyonu (İKKE) olarak adlandırılan yöntem ile lensin kapsülü ile birlikte göz dışına çıkarılması ile gerçekleştirmişlerdir. GİL'in kullanımıyla arka kapsül ve zonüller yapıların sağlam olması gerekliliği nedeniyle EKKE cerrahisi gündeme gelmiştir. 1949'de Harold Ridley, ilk yapay GİL'i göz içine yerleştirmiştir. 1960'lı yıllarda çocuk ve genç erişkinlerde yumuşak kataraktın iğne ile aspirasyon yöntemi Harold Scheie tarafından yapılmıştır (61). 1965-1972 yıllarında Cornelius Binkhorst GİL'e destek olması için arka kapsülün intakt olması gerektiğini belirtmiştir. 1980'li yıllarda ise ameliyatta ön kamaranın devamlılığı için hiyaluronik asiti viscoelastik olarak kullanıma girmesi ile EKKE yaygınlaşmıştır. Yine 1980'li yılların sonunda İsrail'den Blumenthal, mini-nük tekniğini keşfetmiştir (61).

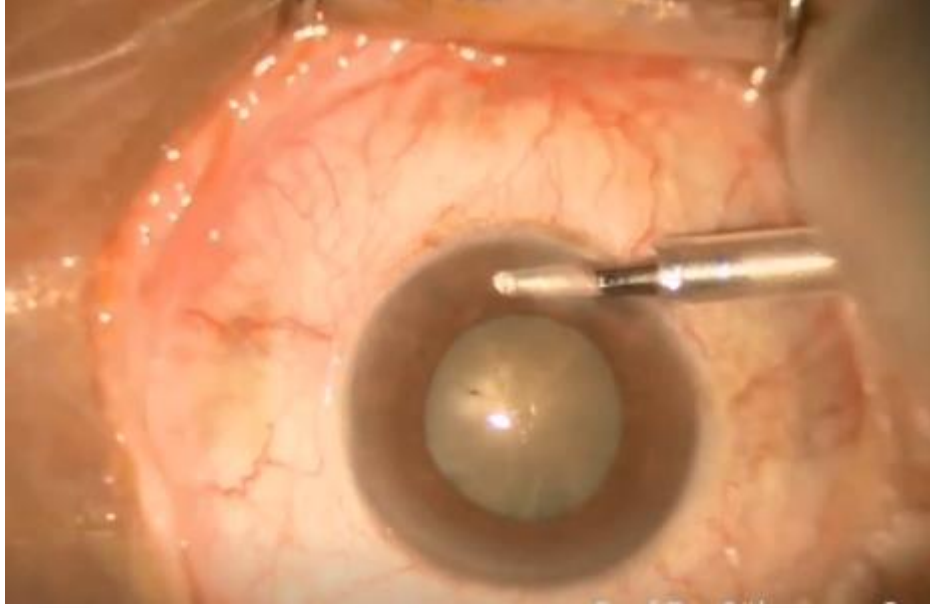
FAKO yöntemiyle ilgili çalışmalar ilk kez Charles Kelman ile başlatılmıştır. Kelman ilk kez 1963'de kataraktlı lensi parçalamak amacıyla hayvan modelinde hızlı dönen bir matkabı denemiş fakat kornea endotel hasar ile karşılaşmıştır. İlk kez 1967'de Kelman insanda 76 dakika süren ameliyat ile fakoemülsifikasyon yönteminin uygulamıştır. Kelman'ın tariflediği teknikte nükleus ön kamaraya alınarak emülsifiye edilmektedir. Ancak buna bağlı endotelyal hücre kaybı ve ameliyat sonrası kornea ödemi görüldüğü için o yıllarda bu teknik talep görmemiştir. 1980'lerde Gimble tarafından kapsüloreksis, bag içi fakoemülsifikasyon yöntemini uygulamıştır ve bu teknik reğabet görmüştür. 1980'lerin sonlarında Gimble ile bu teknik güncellik kazanmıştır. Bu teknikte Gimble kapsüloreksis ve kapsül içi fakoemülsifikasyon yöntemi uygulamıştır (62). 1991'den sonra fakoemülsifikasyon yöntemi Türkiye'de uygulanmaya başlanmış ve halen en sık yöntem olarak birçok merkezde kullanılmaktadır (1).

2.5.2. Mini-Nuk Tekniği

1980'li yılların sonunda Blumenthal tarafından geliştirilen "küçük kesili manuel EKKE (Mini-Nük) tekniği", küçük kesili dikişsiz bir katarakt cerrahisi olup, tekniğin isim kökeni mini-nükleusa dayanmaktadır. Bu cerrahi teknik, hem modern katarakt cerrahisinin tüm gereklerini içermektedir, hem de oldukça ekonomiktir (63). Ayrıca ileri ve pahalı teknik donanım gerekliliği yoktur ve bundan dolayı da itibarı artmaktadır. Ancak, Türkiye'de, tıbbi cihaz üreten ve satan özellikle yabancı şirketlerin, kazanç kaynaklı müdahaleci stratejileri ile onca güzelliğine rağmen, bu cerrahi yöntem giderek unutulma seyri göstermektedir. Nükleusun dışarı çıkarılması ve yerine GİL'in konulabilmesi için skleradan korneaya uzanan bir tünel hazırlanıp ameliyat boyunca kapalı sistem olanağı sağlayan ön kamara koruyucu sistem (ÖKKS) ile çalışılmaktadır (64). Mini-nük cerrahisi başlangıçta her ne kadar Blumenthal'in tekniği ile başlasa da ameliyatın bazı basamaklarında bu tekniği uygulayan cerrahlar tarafından bir kısım değişiklikler yapılmıştır.

Uyguladığımız Mini-nuk cerrahisi şu basamaklardan oluşmaktadır:

1. ÖKKS'nin yerleştirmesi: ÖKKS ameliyat edilecek gözün saat 6'da temporalden şeffaf korneada iris düzlemine paralel şekilde yerleştirilir (Resim 2). Temporalden yerleştirilmesindeki amaç, burun engeli ile ÖKKS' in stabilitesinin bozulabilme ihtimalini ortadan kaldırmaktır. ÖKKS için yapılan yan girişin boyu ÖKKS'in metal ucundan daha küçük tutulmalıdır. Uzun tünel stromal hidrasyona ve bölgesel lokal ödeme, kısa tünel ise sıvı kaçağına neden olur. ÖKKS mini-nük cerrahisinin temel taşıdır. ÖKKS yerleşiminden sonra tercihe göre ringer laktat veya dengeli tuz solüsyonuyla ön kamara derinliği artırılır (65).

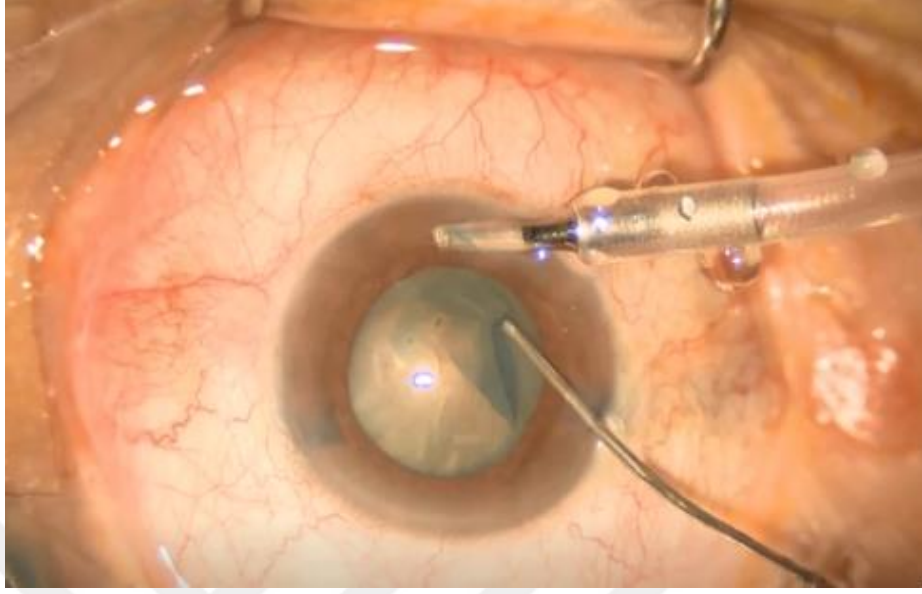


Resim 2: ÖKKS'nin saat 6'da temporalden iris düzlemine paralel yerleştirilmesi

2. Yan girişlerin açılması: Yeri ameliyat edilen göze ve cerrahın kullandığı eline göre değişen bazen bir, bazen de sonraki basamaklarda hidrodiseksiyon ve korteks temizliğinde kullanılmak üzere iki tane yan giriş açılır. Yan girişler yine ÖKKS yerleştirmedeki aynı gerekçelerle şeffaf korneadan açılır. Yan girişlerdeki temel özellik, dış ağzın iç ağza göre biraz daha geniş tutulmaya çalışılmasıdır. Bu işlem kapsüloreksisten sonra yapılır. Amaç, kanül hareketleri ile iç ağzın düzensiz yırtılıp, valf özelliğini kaybetmemesidir (66).

3. Kapsüloreksis: Bu aşamada tripan mavisi kullanılır. Tripan mavisi kullanımı sırasında sıvı kapatılır ve öncesinde endotelin korunmasına yardımcı olması açısından hava verilir. Ön kamarada yeterli basınç sağlayabilmek için, sıvı yüksekliği geçici süreliğine maksimum yüksekliğe alınır ve kistotom ile kapsüloreksise geçilir. Geçici olarak, sıvı yüksekliğinin artırılması pozitif basıncı artırıp iris-lens diyaframını daha geriye alacak, böylece hem kapsüloreksis kolaylaşacak hem de çevreye uzanmalar önlenebilecektir. Mini-nük cerrahisinde kapsüloreksisteki temel amaç lensin ön kamaraya alınması için olabildiğince geniş olması gerektiğidir. Kapsüloreksis, kapsül flebinin

Charleux (Şarlo) gibi bir kanül yardımıyla negatif emme basıncı ile manuel olarak gerçekleştirilir (67) (Resim 3).

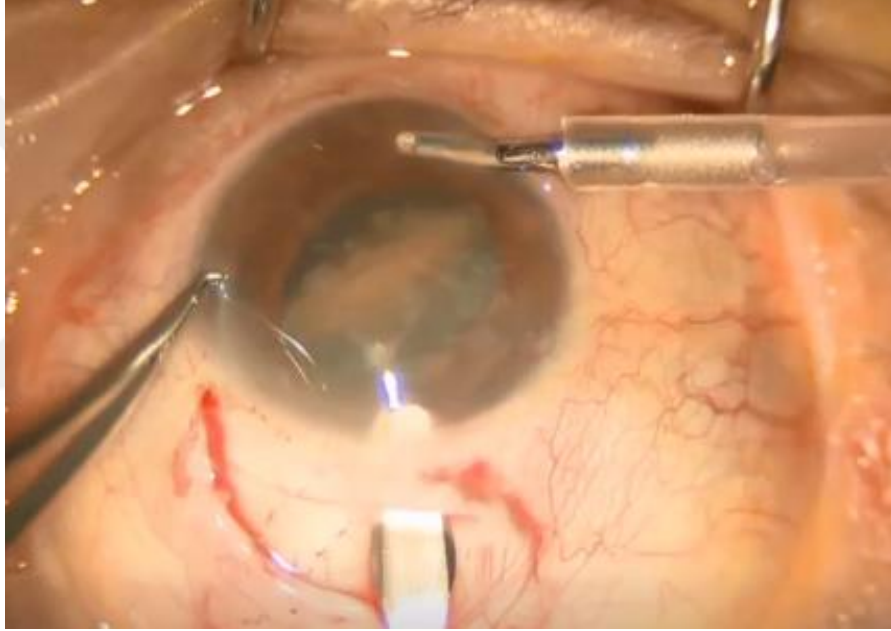


Resim 3: Kapsül flebinin kanül yardımıyla negatif basıncı ile gerçekleştirilmesi

4. Hidrodiseksiyon ve Hidrodelinasyon: Sıvı yüksekliği eski durumuna (60-80 cm) getirilir. Kapsül-korteks arasına (hidrodiseksiyon) ve epinükleus-nükleus arasına (hidrodelinasyon) sıvı verilir. Nükleusu tamamen hareketlendirene kadar işlem devam ettirilir. Nükleus çapı olabildiğince küçültülmelidir ve böylece kapsülotomi ve skleral insizyon genişliklerinin de küçük tutulmasına yardımcı olabilmek amaçlanır. Bu basamaktan sonra ortaya çıkan bir miktar korteks temizlenebilir (63).

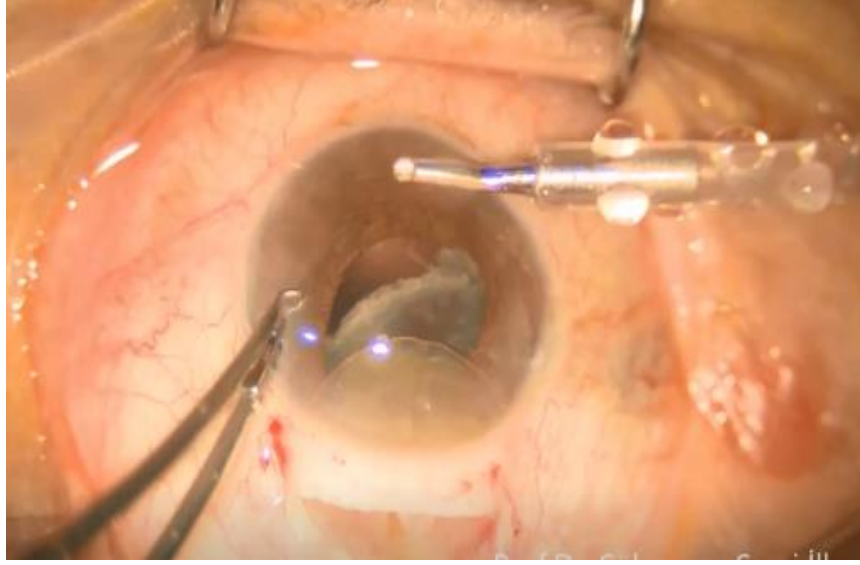
5.Sklerokorneal tünel hazırlanması: Mini-nuk cerrahisinin temelini oluşturmaktadır. Uygulanacak cerrahi kadrana göre forniks tabanlı konjonktiva ve tenon açılır. Yüzeysel damarlar koterize edilir. Daha sonra limbustan 1,5-2 mm geriden yaklaşık 1/3 sklera kalınlığında, nükleusun ve mevcut göz içi lensinin büyüklüğüne göre 6-6,5 mm büyüklüğünde insizyon yapıp tünel bıçağı ile diseksiyona geçilir (Resim 4). Burada önemli olan iki husustan birisi ilk insizyonun ne sığ ne de derin olması gerektiğidir ki, sığ dış insizyon yüzeysel flep delinmesi, derin dış insizyon ise iris prolapsusuna neden olur (68). İkinci husus ise diseksiyon planının tek olması gerekliliğidir. Tünel şeffaf korneada

1-1,5 mm ilerleyene kadar devam ettirilir. Yalnız şeffaf korneaya gelindiğinde skleral tünel diseksiyonuna göre tünel bıçak ucu daha da dikleştirilmelidir. Şeffaf korneada diseksiyon iç tünel ağzı dış ağza göre %25-%30 fazla olacak şekilde yapılır. 3,2 mm bıçakla ön kamaraya girilir ve her iki yöne geniş testerevari hareketlerle iç tünel ağzı tamamlanır. Bu aşama sonrası tünel iç ağzının genişliği mutlaka kanül ile kontrol edilmelidir. Herhangi ayrı bir plan veya artık doku nükleusun dışarıya çıkmasına izin vermeyecek ve nükleus endotel etkileşimine sebebiyet verebilecektir. Tamamlanmamış iç ağız mutlaka tünel bıçağı ile aynı planda tamamlanır. Çünkü bu aşamada kullanılacak 3,2 mm bıçak ayrı bir kesi planına neden olabilir.



Resim 4:Tünel bıçağı ile diseksiyon aşaması

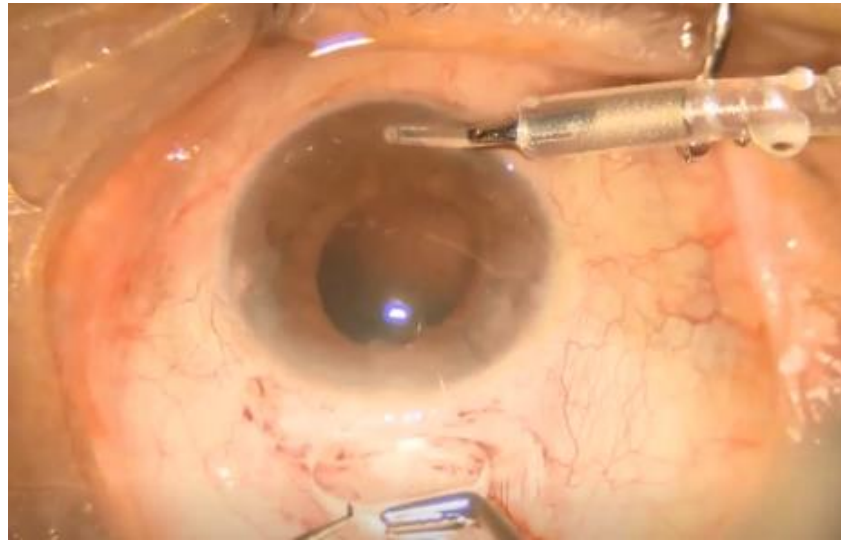
6. Nükleus çıkarılması: Buradaki en önemli nokta nükleusun ön kamaraya doğru kaldırılmasıdır. Bu özel üretilmiş kanüller veya ön kamara kanülleriyle yapılabilir. Daha sonra ans veya 3,2 mm bıçakla dış tünel ağzına bastırılarak nükleus çıkarılır (Resim 5).



Resim 5: Nüklesun doğurtulması

7.Korteks temizliği: Yan girişlerden aspirasyon kanülü ile diğer katarakt cerrahisi tekniklerindeki genel korteks temizleme prensiplerine uyularak yapılır. Burada önemli olan sklerokorneal tünelin valf özelliğini bozmaması için korteks temizliği için kullanılmamasıdır.

8. GİL'in yerleştirilmesi: Uygun kapsül desteğinde GİL'in boyutlarına da bağlı olarak kapsül içine veya sulkusa yerleştirilir (Resim 6). Kılavuz (glide) yardımcı alet olarak kullanılabilir. GİL kılavuzun altından kaydırılarak yerleştirilir.



Resim 6: GİL'in tünelden yerleştirilmesi

9. Kesi kapatılması: Sıvı kaçağı olmayan tünel ağzına sûtür konmadan konjonktiva 8-0 vicryl sûtürle kapatılır. Yan girişlere stromal hidrasyon yapılarak sızdırmazlık kontrol edilir.

Mini-nuk cerrahisi kapalı sistem cerrahisidir ve kapalı sistemin getirdiği bazı avantajlara sahiptir (69). Bunlar şöyle sıralanabilir;

- Skleral tünelin avantajları: Ameliyat sonrası yara yeri açılması, iris prolapsusu veya ön sineşi gibi durumlarla karşılaşılması daha nadirdir. Korneal sûtürasyona gerek kalmamaktadır. Küçük kesi nedeniyle ameliyat sonrası erken dönemde astigmatizma oranı daha azdır.
- Pozitif basınç altında çalışmanın avantajları: Anatomi korunmuş ve daha kontrollü bir göziçi cerrahi sağlanmış olur. Endoftalmi, koroid efüzyonu gibi komplikasyonların oranı daha düşüktür. Daha az iris manüplasyonu, daha iyi korteks temizliği yapılabilir. Ön kamaradan dışarıya sıvı akışı nedeniyle kan, pigment, korteks bakiyeleri, inflamatuvar mediyatörler ve muhtemel bakteriyel kontaminasyonun yıkanması nedeniyle daha az inflamasyona neden olur.
- Kapsüloreksisin avantajları: Tam kapsül içi implantasyona fırsat verir. Böylece GİL ile silier cisim ve iris temasının daha az olması sebebiyle ameliyattan sonra daha az inflamasyona neden olur. Daha az inflamasyon ise, bazı komplikasyonların azalmasını sağlamaktadır.
- Ekonomik ve pratik avantajlar: Viskoelastiklere çok özel durumlar dışında gerek yoktur. Dengeli tuz solüsyonu çok az miktarda (50-60cc) kullanılır. Cerrahi alet donanımı için yüksek bedellere gerek yoktur.

Mini-nuk tekniğinde kullanılan kapalı sistem özelliği veren ÖKKS'in belirli avantajları vardır (70). Bunlar şöyle sıralanabilir;

- Devamlı ön kamaraya sıvı akışı olmakta ve ameliyatın hiçbir basamağında ön kamara sığ hale gelmemektedir.

- Sürekli sıvı akışı ile gözden dışarı doğru bir akım olmakta ve korteks, kan, pigment parçacıkları göz dışına devamlı akımla çıkmakta, bu ise ameliyat sonrası inflamasyon daha az görülmektedir.
- Ön kamarada daha az dalgalanma ve türbülans olmakta, inflamatuvar medyatörlerin salınımının azalmasını sağlamaktadır. Böylece ameliyat sonrası inflamasyon ve endotel hasarı daha az görülmektedir. .
- Devamlı sıvı akışı sayesinde göze giren bakteri sayısı azalmakta ve endoftalmi daha az görülmektedir.
- Pozitif basınç yardımıyla lens-iris diyaframının geriye itilmesine bağlı pupil dilatasyonu olmakta, zonüllerin gevşemesiyle daha başarılı kapsülörektis yapılabilir.
- Normal bir GİB altında eğer istenirse dikiş atıldığından, yara yeri apozisyonu daha iyi olmakta ve ameliyat sonrası astigmatizma daha az görülmektedir.
- Kan-aköz bariyeri ameliyat süresince ÖKKS'in sağladığı pozitif basınç sayesinde bozulmamakta bu da ameliyat sonrası inflamasyon ve koroid efüzyon ihtimalini azaltmaktadır (71).

2.5.3. Fakoemülsifikasyon Yöntemi

Fakoemülsifikasyon, ultrason enerjisi kullanılarak katarakt nukleusunun parçalanıp emülsifiye edilerek temizlenmesini sağlayan cerrahi yöntemdir. Günümüzde primer katarakt ekstraksiyon yöntemi FAKO yöntemidir. FAKO cerrahisinin, klasik EKKE cerrahiyle ile kıyaslandığında birçok avantajı mevcuttur. FAKO'nun avantajları şu şekilde sıralanabilir (72);

- Ameliyat süresi daha kısa
- Daha küçük kesi nedeniyle astigmatizma oranının daha az olması
- Daha erken zamanda görsel iyileşme
- Derin ön kamara ile FAKO probunun endotel, iris ve arka kapsüle teması daha az
- Daha hızlı ve iyi korteks aspirasyonu imkanı

- GİB'in normal olduğu durumlarda arka kapsülün yırtılma riskinin az olması
- Ameliyatta iris prolapsusu, kanama, koroidal effüzyon riskinin daha az olması
- Postoperatif retinal dekolman ve makuler ödem riskinin daha az olması
- Endoftalmi riskinin daha az olması
- Yara yerinin daha erken iyileşmesi

Bunların yanında tekniğin daha az deneyimli cerrahide göreceli zor olması, öğrenim döneminde komplikasyon ihtimalinin yüksek olması, görece diğere yöntemlere göre pahalı olması dezavantajlarıdır (62).

FAKO aletleri esas üç temel sistemden oluşmaktadır. İlk sistem ultrason enerjisidir. Ultrason enerjisi, kataraktı emülsifiye edip kırmak için kullanılır. Yaklaşık 10 mm büyüklüğündeki nükleusun küçük parçacıklara ayrılmasını sağlayarak 2-3 mm'lik kesiden temizlenmesine olanak sağlamaktadır. İkinci sistem askılı şisedir. Bu sistemle ultrason enerjisinin etkisiyle oluşan parçacıklar emülsifiye edilirken ön kamaranın derinliği sağlanmış olur. Üçüncü sistem ise aspirasyon sistemidir. Aspirasyon, ultrason enerjisinin itme etkisiyle parçalanmış nükleusun elciğinin ucundan ayrılmasını önler. Sistemlerin tümü ayak pedalı ile kontrol edilmektedir (1).

FAKO aletinde, yıkama (irrigasyon), emme (aspirasyon) ve parçalama özellikleri bulunmaktadır (1).

Yıkama (İrrigasyon)

Devamlı irrigasyon ile ön kamara derinliğinin korunması yanında irrigasyon sıvısının soğutucu etkisiyle FAKO esnasında ortaya çıkan termal etki ile endotele hasar vermesi önlenmektedir (1).

Emme (Aspirasyon)

Üç farklı aspirasyon pompası bulunmaktadır. Bunlar;

- **Peristatik Pompa:** Eğilebilen tüp boyunca hareketi sağlayıp sıvıyı tüpe ilerleten ve FAKO ucunda vakum oluşturan bir set silindirden oluşmaktadır. Vakum cevap süresi bu pompada daha hızlıdır. Silindirin hızı yükseldikçe lineer kontrol sağlanmış olur.
- **Venturi Pompası:** Ventüri ilkesine göre vakum oluşturmaktadır. Gazın akış hızı ile orantılı olarak vakum yaratır.
- **Diyafram Pompası:** Dış ve iç kısımlarında tek taraflı kapakları bulunan sıvı kamarası ve eğilebilen diyaframdan oluşur. Diyafram çıkış kapağını kapatan boşlukta kısmi vakum oluşur ve sıvının boşlukta akmasını sağlamaktadır. Diyafram içeri doğru hareket ettiğinde kamaranın basıncı artar ve çıkış kapağını açıp giriş kapağını kapatır. Bu pompa tipinde vakumda daha yavaş bir artış sağlanmaktadır. Aspirasyon çıkışının sürekli tıkanması ile artan bir şekilde giderek yükselen bir vakum oluşmaktadır (73).

Parçalama

FAKO gücü ile şok dalgaları, kesme gücü, kavitasyon ve FAKO ucundaki termal etki ile nukleus parçalanması sağlanır. Fakat FAKO ucunun klasik uzunlaması nukleus parçalarını aspirasyon ile çekse de uzaklaştırma eğilimindedir. Devamlı FAKO, aralıklı FAKO'dan enerji olarak daha az verimlidir. Üretilen mekanik enerji ile lens parçalarının emülsifikasyonu sağlanır. FAKO gücünün daha verimli dağıtılması için kesintili (pulse) ve patlama (burst) gibi modlar geliştirilmiştir (1).

Fakoemülsifikasyonda cerrahi teknikler

FAKO cerrahisinin yaygınlaşıp sonuçların irdelenmesiyle, korneal endotel hasarının emülsifikasyon sırasında harcanan enerji seviyesiyle orantılı olduğu kanaati oluşmuştur. Yapılan çalışmalarda ameliyat sonrası komplikasyonların daha az görülmesi ve daha hızlı iyileşme için, cerrahi sırasında kullanılan toplam ultrason enerjisinin azaltılmasının önemli olduğu savunulmuştur (74).

FAKO'nun ilk dönemlerinde sert nukleusun emülsifiye edilebilmesi için yüksek enerjinin kullanıldığı tıraşlama sırasında belirgin korneal endotel hasarı

gözlenmiştir (75). Bundan dolayı çeşitli cerrahlar tarafından, sert nükleusun emülsifiye edilmesinde, daha düşük enerjinin kullanıldığı ve daha az manüplasyonun hedeflendiği yöntemler tarif edilmiştir (76).

Birbirlerinin varyasyonu kabul edilen bu yöntemler temel iki bölümde incelenir;

-Nükleus Kırma Teknikleri: Gimbel FAKO probu ile ultrasonik enerjiyi kullanarak merkezi bir oluk açılmasını tariflemiştir. Dört kadran (in-situ) ve bölme ve tüketme (divide and conquer) nükleusun kırılma yöntemlerinin başlıcalarıdır. Dört kadran kırma yönteminde kapsüler cep içinde FAKO probu ile nükleusa artı şeklinde oluk açılıp, künt bir alet ile bimanuel parçalara ayrılır. Daha sonra bu parçalar merkeze çekilip kapsüloreksis aralığında emülsifiye edilir. Bölme ve tüketme tekniğinde ise derin bir oluk açılıp nükleus iki parçaya ayrılır. Probon ucu parçalara vakum ile gömülüp kırılır (77).

-Nükleus Yarma (kesme ve koparma) Tekniği: Tekniğin temelini Nagahara'nın tariflediği phaco-chop yöntemi oluşturmaktadır. Bu yöntemde kapsüloreksis alanındaki epinükleus vakumlama veya düşük ultrasonik güçle temizlenir. FAKO tipi nükleus merkezine gömülerek yüksek akım kullanılır ve stabil biçimde nükleus tip ucunda tutulur. Daha sonra nükleus chopper yardımıyla mekanik olarak lens periferden merkeze doğru bölünür. Bu iki parça aynı teknikle yumuşak nükleus olduğunda dört parçaya, sert nükleusta daha küçük parçalara ayrılır. Oluşan bu küçük parçalar düşük FAKO gücüyle emülsifikasyon yapılır (78). Stop and chop tekniğinde ise ultrasonik enerji kullanılarak nükleusta oluk açılıp nükleus ikiye bölünür. Sonra oluşan nükleus yarımı phaco-chop yöntemine benzer şekilde FAKO ucunda tutulur. Chopper yardımıyla nükleusun periferine gömülüp merkeze çekilmesiyle kesme ve küçültme işlemi yapılır (79).

FAKO'da endotelial hasar oluşum mekanizmaları:

1.Termal Hasar: FAKO tipinin yüksek titreşimi ve irrigasyon kılıfına sürtünmesi ile meydana gelen termal enerji soğutulmadığında korneal endotelde direk hasara yol açabilmektedir (80). Korneada oluşan termal hasar, epitel ve endotelde koagülasyon nekrozuna neden olduğu, hasarlı epitelin dökülüp iyileştiği, endotelde ise sağlam kalan hücrelerin genişlemesiyle

fonksiyonel bir tabaka meydana getirmeye çalışıldığı gözlenir. Stromada oluşturduğu etki ise cerrahi travmanın şiddetine bağlıdır. Tam iyileşme olabilmekle birlikte sekel de bırakabilir. Sadece kollajendeki disulfid bağların gerilmesi söz konusuysa desme kırışıklıkları oluşur ve bu durum geri dönüşlüdür. Bu bağların kopmasıyla kollajen uçlu sarmal yapı bozulursa korneanın saydamlığını geri dönüşümsüz olarak kaybetmiş opak bir stroma izlenir (58). Uzun FAKO süresi, eksik viskoelastik temizliği, küçük tünel kesisinde çalışmak, aspirasyon-irrigasyon tıkanması, FAKO probunun yanlış kullanımı ile kılıfın kesi yerinde sıkışması termal hasarın önemli nedenleri olarak sayılabilir (80).

2.Mikro Habbeciklerin Oluşturduğu Hasar: FAKO sırasında irrigasyon sıvısında oluşan mikro hava baloncukları endotel yüzeyinde birikerek yüzey gerilimini artırır ve korneal endotelyal hasara yol açabilir (81).

3.Serbest Hidroksil Radikallerinin Oluşturduğu Kimyasal Hasar: Kavitasyon etkisiyle irrigasyon solüsyonlarında oluşan hidroksil radikalleri apoptozisi uyardığı, hücre içi organel yıkımına, DNA zincir kırılmalarına yol açarak korneal endotel kaybına neden olduğu düşünülmüştür. Yapılan bazı çalışmalarda irrigasyon sıvısına antioksidan (A,C,E vitamini ve glutatyon) eklenmesiyle korneal endotel kaybının daha az olabileceği düşünülmüştür (82).

4. Mekanik Travmaya Bağlı Hasar: Cerrahi aletlerin, lens parçalarının ve GİL'lerinin endotele teması, korneal kesinin doğrudan mekanik etkisi korneal endotel hücre kaybına neden olduğu saptanmıştır. Ayrıca irrigasyon solüsyonun oluşturduğu türbülansın mekanik etkisiyle endotel hücre kaybı oluşturabilmektedir (83).

5.İrrigasyon Solüsyonuyla Oluşan Hasar: İrrigasyon solüsyonları; sıcaklık artışını engeleyerek, ön kamara derinliğini koruyarak, korteks bakiyeleri ve toksik atıkların atılmasını sağlayarak, endotel hasarını azaltır (80). Bazı çalışmalarda kullanılan irrigasyon sıvı miktarı ve süresinden daha çok sıvının yapısındaki bazı kimyasallar endotel hasarında etkili olabileceği bulunulmuştur. Bikarbonat, glutatyon ve adenozin molekülleri içeren solüsyonlar kullanıldığında endotel üzerinde pozitif sonuçlar alınabileceği belirtilmiştir (84).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmaya Aralık 2017-Ekim 2019 tarihleri arasında Manisa Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Hafsa Sultan Hastanesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı'na az görme nedeniyle başvuran ve muayenesinde katarakt saptanıp belirlenen kriterleri karşılayan 30 hastanın 30 gözüne mini-nük tekniği (Grup 1), 30 FAKO yöntemi (Grup 2) uygulanmış toplam 60 hastanın 60 gözü dâhil edildi. Çalışmadaki tüm hastaların ameliyat öncesi, ameliyat sonrası 1. ay ve 3. ay speküler mikroskop ile korneal endotel sayımları ve aynı cihazla non-kontakt pakimetrik ölçümleri yapıldı.

Çalışmaya dâhil edilme kriteri olarak hastaların;

- 40 yaşın üzerinde olması
- Senil kataraktı olması
- Ameliyat sonrası düzenli takibe gelmiş olması

Çalışmadan dışlanma kriteri olarak ise hastalarda;

- Katarakt dışında görmeyi düşüren herhangi bir göz hastalığının olması
- Daha önce göz ameliyatı geçirmiş olması
- Glokom veya oküler hipertansiyon tanısının olması
- Oküler travma öyküsünün olması
- Korneanın yapısını bozacak enfeksiyöz keratit sekelinin olması
- İnflamatuvar, distrofik ve dejeneratif kornea hastalıklarının bulunması
- Diyabetes mellitus tanısının olması
- Sekelli veya aktif üveit bulgularının olması
- Katarakt cerrahisi sırasında komplikasyon gelişmiş olması gibi şartlara sahip olmaları gerektiği belirlenmiştir.

Ameliyat öncesinde tüm hastaların tashihsiz ve tashihli görme keskinliği alındı. Biyomikroskop ile ön segment muayenesi, speküler mikroskopi ile korneal endotel hücre analizi ve SKK ölçümü, air-puff tonometre ile GİB ölçümü ve arka segment muayenesi yapıldı.

Kontrol muayeneleri ise ameliyat sonrası birinci gün, birinci hafta, birinci ay ve üçüncü ayda yapıldı. Speküler mikroskopik analiz ameliyat sonrası birinci ay ve üçüncü aydaki kontrol muayenelerinde yapıldı.

Biyomikroskopik inceleme:

Detaylı biyomikroskopik muayenede, özellikle katarakt dışında görmeyi düşürebilecek patolojiler aranmış; korneal endotel hücre analizini etkileyebilecek inflamatuvar, distrofik ve dejeneratif kornea hastalıklar açısından değerlendirildi.

Speküler mikroskopi ile endotel hücre analizi ve pakimetrik ölçümünün yapılması:

Ameliyat öncesi ve sonrası speküler mikroskopi (Konan CellChek XL, Konan Medikal, ABD) kullanılarak tüm hastaların korneal endotel hücre analizi ve pakimetrik ölçümleri yapıldı (Resim 7). Ölçüm yapan cihaz non-kontakt olup, korneal izlem ve endotelyal görüntülenmeyi otomatik yapmaktadır. Bununla birlikte optik odaklama prensibine dayanarak SKK'nı otomatik olarak vermektedir (55).



Resim 7: Konan CellChek XL non-kontakt speküler mikroskopi cihazı

Ölçümlerin tümü aynı kullanıcı tarafından primer bakış pozisyonunda otomatik yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir.

Cihazın karşısına oturan hastanın çenesi ve alını uygun şekilde yerleştirilir ve açık kalmaya bağlı gözyaşı tabakasının bozulmaması gözetilerek, korneanın merkezine ait net görüntüler elde edilmeye çalışılmıştır. Speküler mikroskopik inceleme ile CD, CV, HEX ve SKK değerleri kaydedilmiştir.

Cerrahi Öncesi Hazırlık:

Ameliyattan önce pupil %2,5 'luk fenilefrin ve %1'lik tropikamid ile dilate edilerek dilatasyon sağlanmıştır. Ameliyat öncesi profilaksi için herhangi bir medikasyon kullanılmamıştır.

3.1.Cerrahi Yöntem

- Anestezi 3 ml %2'lik lidocain (1/100000'lik adrenalin içeren) ve 2 ml %0,5'lik bupivakainin karıştırılması ile lokal (retrobulber alan yaklaşık 3-4 ml verilerek) olarak yapıldı.
- Cerrahi alan temizliği povidür iyodin (%10) ile yapıp, blefarosta takıldıktan sonra forniksler %5'lik povidon iyodür ile yıkandı.

Her iki grupta ameliyat edilecek gözde cerrahın alıştığı tekniğe göre 20G MVR bıçak ile saat 6,2,10 pozisyonlarında olmak üzere üç adet şeffaf korneal yan giriş açıldı. Saat 6 hizasındaki üçüncü yan girişe ÖKKS takıldı. Kapsuloreksis, her iki grupta parasentezlerden birinden girilerek kistotom ve Charleux (Şarlo) kanülü kullanılarak tamamlanıp, hidrodiseksiyon ile hidrodelineasyon sonrası nükleus çevirme işlemi yapıldı.

Grup 1'de saat 12 yönünde nükleusun üst kenarı ön kamaraya çıkarıldı. Cerrahi kadrana göre forniks tabanlı konjonktival flep hazırlandı. Belirgin skleral damarlar koterize edildi. Limbusun 1,5 mm gerisinden 1/3 sklera kalınlığında (yaklaşık 0,3 mm) 5-6 mm düz kesi yapıldı. Sklerokorneal tünel, tünel bıçağı (crescent) saydam korneanın içinde 1,5 mm ilerleyecek şekilde yapıldı. Tünelin iç kısmı, dış ağzın yaklaşık 1/3'ü kadar geniş olacak şekilde yapılandırılıp, 3,2 mm bıçakla ön kamaraya girildi. 3,2 mm bıçakla testere tarzı

hareketlerle sağ ve sol yönlerde kesi genişletildi. Dış ağız kesi bölgesinde skleraya bastırılarak nükleusun dışarı doğması sağlandı. Ardından korteks temizliği aspirasyon kanülü yardımıyla manuel yapıldı. Viskoelastik madde (%1,6 hyalonurik asit-%4,0 kondroitin sülfat) ile ön kamara ve kapsül içi dolduruldu. Katlanabilir GİL, sklerokorneal tünelden kapsüloreksis ve arka kapsül bütünlüğü bozulmayan olgularda plastik kılavuz (glide) yardımıyla kapsül içine, bu şartların sağlanamadığı durumlarda sulkusa yerleştirildi. Sklerokorneal tünel ve yan giriş sızdırma yönünden değerlendirilip, çok az olguda dikiş kondu. Diğer olgularda stromal hidrasyon yapıldı. Konjonktiva 8/0 vicryl sütün ile kapatıldı.

Grup 2'de kapsüloreksis sonrasında saat 12 hizasından 2,2 mm bıçak girilerek saydam korneal tünel kesisi oluşturuldu. Devamlı irrigasyon modu açılarak, ucuna standart boyutta (dış çap 1,1 mm, iç çap 0,9 mm) ve 30 derece eğimli FAKO tipi takılmış FAKO elciği ile tünelden ön kamaraya girilip yüzeysel korteks temizliği yapıldı. Sürekli ÖKKS altında FAKO, stop and chop tekniği kullanılarak tamamlandı. Kalan korteks materyalinin temizliği tek yan girişten manuel kontrol edilen bir aspirasyon kanülü ile yapıldı. Viskoelastik madde (%1,6 hyalonurik asit-%4,0 kondroitin sülfat) ile ön kamara ve kapsül içi doldurulup, 2,2 mm'lik kesiden lens implantasyonu için tasarlanmış kartuş ile katlanabilir GİL kapsül içine implante edildi. Ön kamaradan manuel aspirasyon ile viskoelastik maddenin aspirasyonu yapıldı. Yara yeri stromal hidrasyon ile kapatılıp sızdırmadığı kontrol edildi.

- Tüm olgulara subkonjonktival 0,5 ml gentamisin (40 mg/ml) ve 0,5 ml deksametazon (4 mg/ml) ilaç enjeksiyonu yapıldıktan sonra göz koruyucu ve spanç yardımıyla göz kapatıldı ve operasyon sona erdirildi.
- Ameliyat sonrası 4 hafta boyunca %1,5'lük prednizolon sodyum fosfat ve %0,5'lik moksifloksasin göz damlaları topikal olarak günde 8 kez tek damla kullanıldı.

Çalışma öncesinde Manisa Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Bilimsel Araştırma Etik Kurulu'na başvurularak 27.11.2019 tarihli 20.478.486 numaralı kararıyla onay alınmıştır.

3.2. İstatistiksel Analiz

Çalışmanın istatistiksel analizi SPSS 24.0 (SPSS, Inc. Chicago, IL, ABD) paket programı ile yapıldı. Verilerin analizinde tanımlayıcı istatistiksel veriler ortalama±standart sapma olarak hesaplanmıştır. Hasta grupları arasındaki speküler mikroskobik değışiklikler bağımsız T testi (Independent T testi) ile karşılaştırıldı. Grup verileri ameliyat öncesi, ameliyat sonrası 1. ay ve 3. ay speküler mikroskobik değerler Çift Örneklemeli T testi (Paired Samples T-Testi) ile karşılaştırıldı. $P < 0,05$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.



4. BULGULAR

Çalışmaya 60 hastanın 60 gözü dahil edildi. Otuz hastanın 30 gözüne Mini-nuk tekniği (Grup 1), diğer 30 hastanın 30 gözüne ise FAKO yöntemi (Grup 2) uygulandı. Çalışmaya alınan hastaların ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası 1.ay, 3.ay, Konan Speküler Mikroskopi ile korneal endotel analizi ve aynı cihazla non-kontakt pakimetrik ölçümleri yapıldı.

Grup 1'de ortalama yaş $64,83 \pm 9,47$ (56–86 yaş) idi. Otuz hastanın 12'si erkek (%40), 18'i kadın (%60) idi. Ameliyat edilen gözlerden 14'ü (%46,7) sağ, 16'sı sol (%53,3) idi. Üç hastada (%10) guttata mevcuttu. Grup 2'de ise ortalama yaş $64,17 \pm 9,57$ (45–80 yaş) idi. Otuz hastanın 12'si erkek (%40), 18'i kadın (%60) idi. Ameliyat edilen gözlerden 16'sı (%53,3) sağ, 14'ü (%46,7) sol göz idi. Dört hastada (%13,3) guttata mevcuttu (Tablo 1).

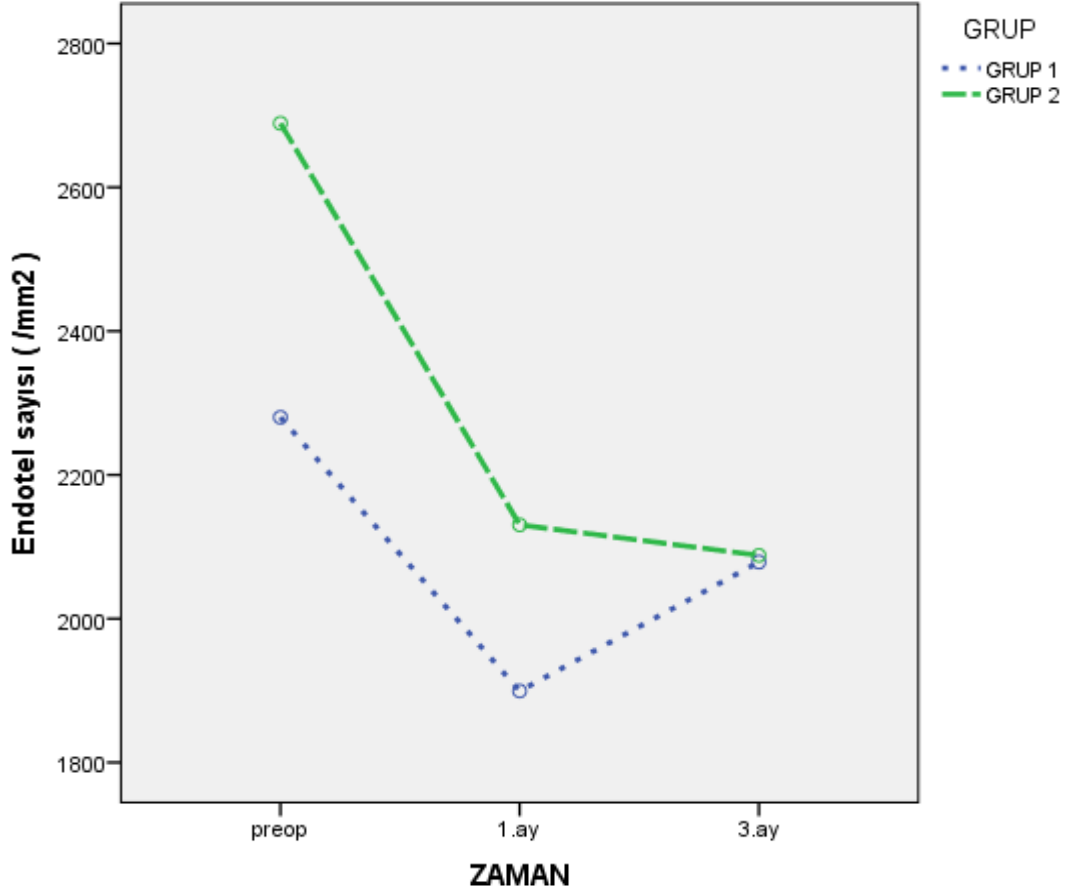
Tablo 1: Demografik ve Klinik Özellikler

		GRUP							
		GRUP 1(n:30)			GRUP 2(n:30)				
		Standart	Yüzde		Standart	Yüzde			
		Ortalama	Sapma (\pm)	Sayı	(%)	Ortalama	Sayı	Sapma (\pm)	(%)
Yaş		64,83	$\pm 9,47$			64,17		$\pm 9,57$	
Cinsiyet	Erkek			12	40,0%		12		40,0%
	Kadın			18	60,0%		18		60,0%
Göz	Sağ			14	46,7%		16		53,3%
	Sol			16	53,3%		14		46,7%
Guttata	Var			3	10,0%		4		13,3%
	Yok			27	90,0%		26		86,7%

Grup 1'de CD değeri ameliyat öncesi ortalama $2280,13 \pm 563,93$ hücre/mm², ameliyat sonrası 1.ay $1899,47 \pm 528,08$ hücre/mm², 3.ay ise

2078,8±576,46 hücre/mm² idi. Ameliyat öncesi CD değeri ameliyat sonrası 1. ay ve 3. ay ile kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı (p<0.001, p<0.001) (Tablo 3). CD değerinde ameliyat öncesi, ameliyat sonrası 1.aya göre % 16,26 azalma, 3. aya göre ise % 8,91 azaldığı saptandı (Grafik 1).

Grafik 1: Endotel Hücre Sayısındaki Değişim



Grup 1'de CV değeri ameliyat öncesi %37,73±7,86, ameliyat sonrası 1. ay %36,73±8,23, 3. ay ise %36,63±7,37 idi. Ameliyat öncesi CV değeri ameliyat sonrası 1. ay ve 3. ay ile kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (p: 0,426 p: 0,323) (Tablo 3). CV ameliyat öncesi değerinin ameliyat sonrası 1. aya göre %1,38 azalma, 3. aya göre ise %1,68 azalma olduğu görüldü.

Grup 1'de HEX oranı ortalaması ameliyat öncesi $44,57 \pm 11,79$, ameliyat sonrası 1. ay $42,87 \pm 12,17$, 3. ay ise $44,73 \pm 12,17$ idi. Ameliyat öncesi HEX ameliyat sonrası 1.ay ve 3.ay ile kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p:0,236$ $p:0,934$) (Tablo 3). HEX ameliyat öncesi değerlerin ameliyat sonrası 1. aya göre % 2,33 azalma, 3. aya göre ise %3,92 artma olduğu görüldü.

Grup 1'de SKK ortalaması ameliyat öncesi $541,6 \pm 53,68$ μm , ameliyat sonrası 1. ay $575,27 \pm 54,68$ μm , 3. ay ise $554,2 \pm 54,77$ μm idi. Ameliyat öncesi SKK'da ameliyat sonrası 1. ay ve 3. ay ile kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı ($p < 0,001$ $p: 0,002$) (Tablo 3). SKK ameliyat öncesi değerinde ameliyat sonrası 1. aya göre %6,38 artma, 3. aya göre ise %2,39 artma olduğu görüldü (Tablo 3).

Tablo3: Grup 1'deki Ameliyat Öncesi ve Sonrası Speküler Mikroskopi Parametrelerinin Karşılaştırılması

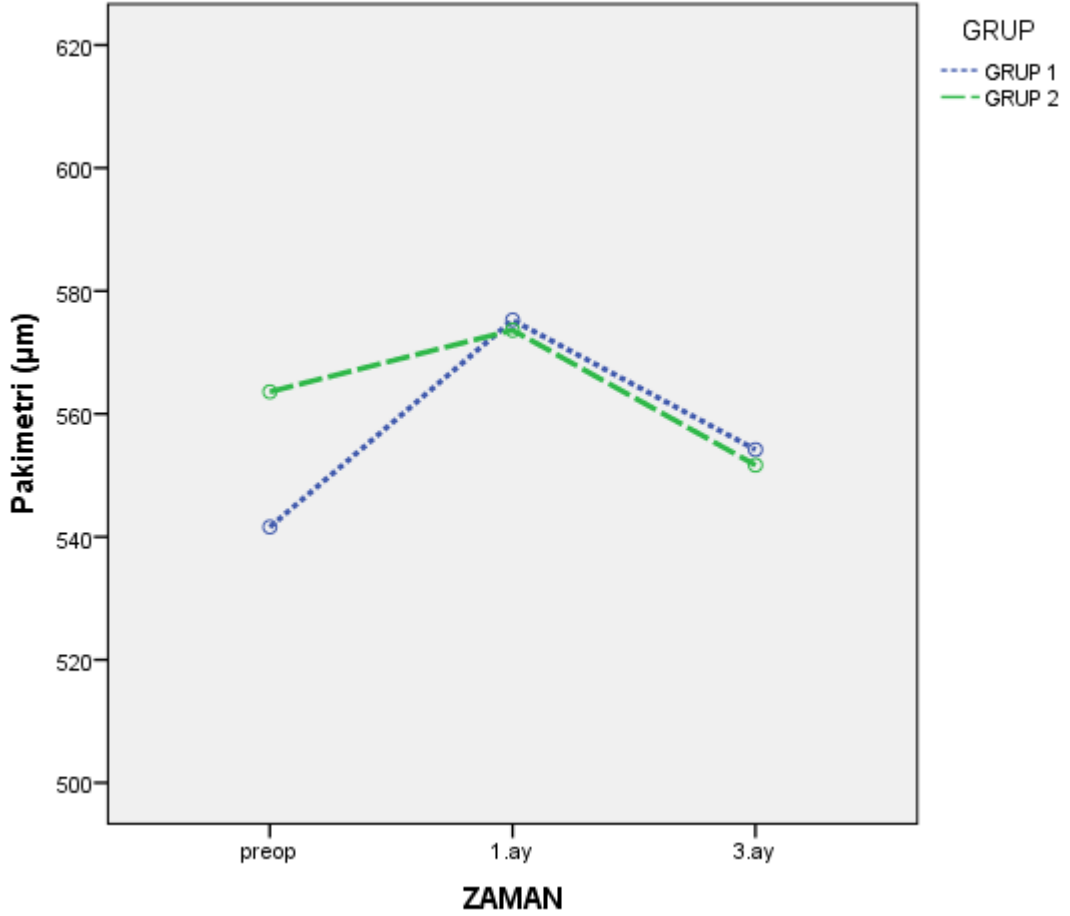
		Ortalama	Standart Sapma	p değeri
CD (/mm ²)	Preop	2280,13	563,931	--
	Postop 1. ay	1899,47	528,086	<0,001
	Postop 3. ay	2078,8	576,469	<0,001
CV (%)	Preop	37,73	7,865	--
	Postop 1. ay	36,73	8,238	0,426
	Postop 3. ay	36,63	7,379	0,323
HEX (%)	Preop	44,57	11,796	--
	Postop 1. ay	42,87	12,17	0,236
	Postop 3. ay	44,73	11,588	0,934
SKK (μm)	Preop	541,6	53,682	--
	Postop 1. ay	575,27	54,688	<0,001
	Postop 3. ay	554,2	54,771	0,002

CD: Endotel Hücre Yoğunluğu, CV: Değişkenlik Katsayısı,
HEX: Hekzagonal Hücre Oranı, SKK: Santral Korneal Kalınlık

Grup 2'de CD değeri ortalaması ameliyat öncesi $2689,03 \pm 308,81$ hücre/mm², ameliyat sonrası 1. ay $2130,5 \pm 560,24$ hücre/mm², 3. ay ise $2088,13 \pm 620,58$ hücre/mm² idi. Ameliyat öncesi CD değeri ameliyat sonrası

1. ay ve 3. ay ile kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı ($p<0.001$, $p<0.001$) (Tablo 4). CD ameliyat öncesi değerinde ameliyat sonrası 1. aya göre %21,08 azalma, 3. aya göre ise %23,09 azalma olduğu görüldü (Tablo:4) (Grafik: 1).

Grafik 2: Santral Korneal Kalınlığındaki Değişim



Grup 2'de CV değeri ameliyat öncesi $32,57 \pm 4,56$, ameliyat sonrası 1. ay $37,6 \pm 8,02$, 3. ay ise $36 \pm 6,24$ idi. Ameliyat öncesi CV değeri ameliyat sonrası 1. ay ve 3. ay ile kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı ($p:0,003$, $p:0,008$) (Tablo 4). CV ameliyat öncesi değerinde ameliyat sonrası 1. aya göre %17,04 artma, 3. aya göre ise %12,02 artma olduğu görüldü (Tablo:4).

Grup 2'de HEX oranı ameliyat öncesi %32,57±4,56, ameliyat sonrası 1. ay %41,8±9,65, 3. ay ise %41,57±9,85 idi. Ameliyat öncesi HEX oranı ameliyat sonrası 1. ay ve 3.ay ile kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (p:0,081, p:0,087) (Tablo 4). HEX oranı ameliyat öncesi değerinde ameliyat sonrası 1. aya göre %6,62 azalma, 3. aya göre ise %6,64 azalma olduğu görüldü.

Grup 2'de SKK ortalaması ameliyat öncesi 563,6±45,04 µm, ameliyat sonrası 1. ay 573,63±45,04 µm, 3. ay ise 551,67±53,18 µm idi. Ameliyat öncesi SKK ameliyat sonrası 1. aya göre kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (p:0,132). Ameliyat öncesi SKK ameliyat sonrası 3. aya göre kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı (p:0,026) (Tablo 4). SKK'de ameliyat öncesi değer ameliyat sonrası 1. aya göre %1,84 artma, 3. aya göre ise %2,13 azalma olduğu görüldü.

Tablo4: Grup 2'deki Ameliyat Öncesi ve Sonrası Speküler Mikroskopi Parametrelerinin Karşılaştırılması

		Ortalama	Standart Sapma	p değeri
CD (/mm ²)	Preop	2689,03	308,816	--
	Postop 1. ay	2130,5	560,246	<0,001
	Postop 3. ay	2088,13	620,586	<0,001
CV (%)	Preop	32,57	4,569	--
	Postop 1. ay	37,6	8,02	0,003
	Postop 3. ay	36	6,242	0,008
HEX (%)	Preop	32,57	4,569	--
	Postop 1. ay	41,8	9,65	0,081
	Postop 3. ay	41,57	9,853	0,087
SKK (µm)	Preop	563,6	45,041	--
	Postop 1. ay	573,63	55,057	0,132
	Postop 3. ay	551,67	53,189	0,026

CD: Endotel Hücre Yoğunluğu, CV: Değişkenlik Katsayısı,
HEX: Hekzagonal Hücre Oranı SKK: Santral Korneal Kalınlık

İki grubun ameliyat sonrası 1. ay ve 3. ay speküler parametrelerindeki değişim yüzdeleri birbiriyle kıyaslandı. CD'de 1. ayda istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (p:0,626). Üçüncü ayda istatistiksel olarak anlamlı fark vardı

(p:0,002). CV'de 1. ayda ve 3. ayda istatistiksel olarak anlamlı fark vardı (p:0,001, p:0,010). HEX'de 1. ayda ve 3. ayda istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (p: 0,209 p: 0,117). SKK'da 1. ayda ve 3. ayda istatistiksel olarak anlamlı fark vardı (p: 0,004, p: 0,001) (Tablo 5).

Tablo 5: İki Grubun Speküler Mikroskopi Parametrelerindeki Değişimi

		YÜZDE DEĞİŞİM		
		GRUP 1 (%)	GRUP 2 (%)	p değeri
CD (/mm ²)	Postop 1. ay	-16,26	-21,08	0,626
	Postop 3. ay	-8,91	-23,09	0,002
CV (%)	Postop 1. ay	-1,38	17,04	<0,001
	Postop 3. ay	-1,68	12,02	0,010
HEX (%)	Postop 1. ay	-2,33	-6,62	0,209
	Postop 3. ay	3,92	-6,64	0,117
SKK (µm)	Postop 1. ay	6,38	1,84	0,004
	Postop 3. ay	2,39	-2,13	<0,001

CD: Endotel Hücre Yoğunluğu, CV: Değişkenlik Katsayısı,

HEX: Hekzagonal Hücre Oranı, SKK: Santral Korneal Kalınlık

5.TARTIŞMA

Katarakt cerrahisi göz hekimlerinin uyguladığı cerrahi girişimlerin ilk sıralarında yer almaktadır. Cerrahinin amacı opaklaşan lens materyalinin dokulara asgari zarar verilerek alınması ve yerine yapay GİL'nin konularak mümkün olan en iyi görme keskinliğine ulaşılmasıdır. İntraoperatif ve postoperatif komplikasyonların azaltılması, hastaların kısa zamanda görsel rehabilitasyona kavuşması amacıyla yapılan çalışmalarla cerrahinin bütün aşamaları sürekli olarak gelişip güncellenmektedir.

Korneanın bütünlüğünün korunması ve saydamlığın devamı için endotel tabakasının önemli görevi bulunmaktadır. Ortalama CD, mm²'de 2000 ile 2500 hücre aralığında olan normal yetişkin korneasında, bu sayı yaşla birlikte bir miktar azalmaktadır (4). Yapılan kesitsel çalışmalarda, kornea endotel hücrelerinin yıpranma oranının yılda %0,3-0,5 olduğu gösterilmiş ve katarakt cerrahisinin eklenilmesiyle bu oran %20'lere kadar çıktığı bildirilmiştir (85).

Katarakt ameliyatından sonra kornea saydamlığının korunması için korneal endotelin morfolojik istikrarı ve fonksiyonel bütünlüğü gereklidir. Ön kamaraya girilen tüm cerrahi girişimler, korneanın manipülasyonu ile endotel hücrelerine bir miktar kayıp oluşmaktadır (86). Ameliyat sırasında endotele orta derecede hasar verilmesi kornea kalınlığında geçici bir artışa neden olabilir. Önemli endotel kaybı, kornea yetmezliğine ve kornea saydamlığının kaybına yol açabilir (87).

Kornea endotel tabakasının, kornea bütünlüğünün korunması ve saydamlığında önemli görevi vardır (88). Tüm katarakt cerrahilerinde pek çok faktör korneal endotel hasarına yol açabilmektedir (58). Speküler mikroskopi, dünya çapında kullanılan endotel hücre analizinin standart bir yöntemi haline gelmiştir.

Endotelial değişiklik cerrahi travmanın önemli bir göstergesi olarak kabul edilir ve cerrahi tekniğin güvenliğini tahmin etmek için gereklidir. Katarakt ameliyatından sonra, endotel hücre yoğunluğu, sağlıklı, müdahale edilmemiş kornealara göre daha fazla oranda azalır (31).

Cerrahi tekniklerden en güncel olanı FAKO yöntemi olmakla birlikte, bu yöntemdeki ekipman maliyeti ülkemiz gibi ekonomik koşulları kısıtlı olan yerlerde her zaman mümkün görünmemektedir. FAKO yönteminin hem kontrollü kapalı sistem cerrahisi, güvenli GİL'in merkeziliği, hızlı görsel iyilik, düşük astigmatizma, en az göz iritasyonu gibi avantajlarının hepsini sağlayabilen, hem de maliyet bakımından ekonomik görünen mini-nuk cerrahisi modern katarakt cerrahisinde alternatif olarak gündeme gelmiştir (89).

Mini-nuk tekniği, gelişmekte olan ülkelerde büyük ölçekli katarakt yönetimi için hızlı, teknik olarak da popülerliği devam etmektedir. Mini-nuk tekniğinin FAKO tekniği kadar kornea endoteli için güvenli olduğu gösterilmiştir (90). Bununla birlikte, FAKO ve mini-nuk yöntemlerinin ameliyat sonrası görme keskinliği ve komplikasyon oranları benzerdir (91).

Bizim çalışmamızda, Mini-nuk grubunda CD'de 1.ayda 380,66 hücre/mm² (%16,26), 3. ayda 201,33 hücre/mm² (%8,91) azalma vardı. Ameliyat öncesi ortalama CD, ameliyat sonrası 1. ay ve 3. aylardaki ortalama ile kıyaslandığında bu fark istatistiksel olarak anlamlıydı (p<0,001, p<0,001).

Literatürde korneal endotel distrofili hastalarda skleral tünel kesisinin daha güvenli olduğunu belirtilmiş, skleral tünel kesisinin endotel hücre sayısı yaklaşık 1.200 hücre/mm² ve daha az olan hastaların sadece %25'inde %10'un üzerinde endotel kaybına neden olduğu bildirilmiştir (92). Korneal endotel distrofili hastaların yanısıra katarakt ameliyatının büyük kısmının uygulandığı yaşlılarda, yaşla azalan kornea endotel sayısı da düşünülürse mini-nuk tekniğinin diğer bir avantajı da görülmüş olmaktadır. Mini-nuk tekniğinin çeşitli modifikasyonları (nükleusun viskoelastik madde yardımıyla

doğurtulması, GİL implatasyonu sırasından kullanılan yüksek yoğunluklu viskoelastikler) endotel hücre kaybını önemli ölçüde azaltmaktadır (93).

Mini-nuk tekniği, esas olarak ön kamarada kornea endoteline yakın cerrahi işleme ve ön kamaradan nükleusun doğurtulması sırasında endotel travmasına sebep olur ve endotel hücre kaybı riski taşır (94). Nükleusun doğurtulması sırasındaki işlemler (skleral tünel yaklaşımı) ile endotel kaybı artmaktadır (95). Bizim çalışmamızda ÖKKS kullanımı, lensin ön kamaraya alınması, viskoelastiğin sadece GİL implatasyonu sırasında kullanılması, GİL implatasyonu sırasında mekanik travma oluşması endotel yoğunluğunda azalma nedenleri olarak sayılabilir.

FAKO, ultrason enerjisi kullanılarak katarakt nükleusunun parçalara ayrılmasını ve bu parçaların emülsifiye edilerek temizlenmesini sağlayan cerrahi yöntemdir (72). FAKO'nun, ameliyat süresinin daha kısa olması, kesinin küçük olması nedeniyle daha az astigmatizma, daha erken görsel iyilik, derin bir ön kamara ile FAKO probunun endotel, iris ve arka kapsül temasının daha az teması, daha hızlı korteks aspirasyonu, GİB normal sınırlarda tutulduğunda daha az arka kapsül yırtılması riski gibi birçok avantajı bulunmaktadır (82).

FAKO sırasında serbest radikallerin oluşumu, ultrasonik ısı hasarı, yıkama sıvısı ile ilişkili türbülans, yıkama sıvısı volümü, yıkama sıvıları, uzun FAKO zamanı, yüksek FAKO gücü, mikro habbeciklerin oluşumu, cerrahi aletlerin veya GİL'in yerleştirilmesi sırasında meydana gelen mekanik travma, implante edilen GİL tipi, nükleusun sertliği, nükleus kırma tekniği, tünelin şekli ve boyutu, kullanılan intrakamaral enjeksiyonlar, viskoelastik ajanlar, operasyon sonrası inflamasyon, cerrahın tecrübesi ve daha birçok etken endotel hasarına neden olan, cerrahiye bağlı olumsuz etkiler olarak sayılabilir (84) (95) (80).

FAKO ile yapılan operasyonlarda bildirilen endotelial kayıp %4-%25 arasında değişmektedir ve artmış ameliyat sonrası endotelial hücre kaybı süresi bilinmemektedir. Endotel hücre kaybı ameliyattan hemen sonra başlar,

ameliyat sonrası en az 10 yıl devam eder ve hastanın ömrü boyunca devam edebilir (86).

FAKO grubunda CD'de 1. ayda 558,53 hücre / mm² (% 21,08), 3. ayda 600,9 hücre/mm² (%23,09) azalma vardı. Ameliyat öncesi ortalama CD, ameliyat sonrası 1. ay ve 3. aylardaki ortalama CD ile kıyaslandığında bu fark istatistiksel olarak anlamlıydı (p<0,001, p<0,001). Çalışmamızda FAKO ile yapılan ameliyat yönteminde literatüre kıyasla endotel kayıp oranı daha yüksek bulunmuştur. Cerrahinin başlangıç aşamasında viskoelastik madde kullanılmaması, ÖKKS'de ön kamarada sıvı sirkülasyonunun fazla olması, korneal endotel hücre kayıp oranını artırdığı düşünülmektedir. Ayrıca korneal endotel hücre kaybının FAKO grubunda literatüre göre fazla olmasının olası sebebi, FAKO yönteminde kliniğimizde stop and chop yöntemi kullanıldığından oluk açma ve nukleus parçalarının emülsifikasyonu sırasında uzun süreli ve fazla miktarda ultrason enerjisi kullanılmış olabilir.

Çalışmamızda iki grup birbirileriyle kıyaslandığından ortalama CD'de 1. ayda istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (p:0,626). Birinci ayın sonunda ortalama endotel sayısındaki kayıp oranı Mini-nuk ve FAKO'da birbirine yakındı (sırasıyla %16,26 ve %21,08). Ancak 3. ayda korneal endotel hücre kaybı Mini-nuk grubunda %8,91, FAKO grubunda %23,09 idi ve istatistiksel olarak anlamlı idi (p:0,002).

Literatüre baktığımızda FAKO ve EKKE'yi karşılaştıran bir çalışmada, her iki grupta endotel hücre sayısında %10'luk bir azalma olduğu bildirilmiştir (96). Başka bir çalışmada EKKE, Mini-nuk ve FAKO yöntemlerinde korneal endotel hücre sayıları, üç grupta sırasıyla %4,72, %4,21 ve %5,41 azalmıştır (97).

Ganekal ve Nagarajappa FAKO ile Mini-nuk yöntemlerinde morfolojik ve fonksiyonel korneal endotel değişikliklerini karşılaştırmış ve 6 haftanın sonunda endotel değişikliklerinin iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bildirmişlerdir. Mini-nuk'te endotel hücre sayısında azalmaya rağmen endotel hücrelerin fonksiyon ve morfolojisinin etkilenmediği

sonucuna varmışlardır (98). Bu nedenle Mini-nuk gelişmekte olan ÷lkelerde güvenli bir seçenek olmaya devam etmektedir.

Başka bir çalışmada FAKO ve EKKE cerrahileri değerlendirilmiş. Ortalama endotel h÷cre kaybının FAKO grubunda %11,8, EKKE grubunda %12,8 olduğu bildirilmiştir. Yine aynı çalışmada ameliyat sırasında arka kaps÷l r÷pt÷r÷ ve vitreus kaybının endotelial h÷cre kaybına yol açabileceği belirtilmiştir (99). Çalışmamızda kaps÷l r÷pt÷r÷ olan t÷m olguları dışladığımız için bu fakt÷r mevcut çalışmamızın sonuçlarını etkilemedi.

İtalya'da yapılan bir çalışma bizim çalışmamızı destekleyici niteliktedir. Skleral t÷nel insizyonu ile yapılan Mini-nuk ile temiz korneal kesi ile yapılan FAKO y÷ntemleri arasındaki endotel h÷cre hasarı karşılaştırılmış, skleral t÷nellerin ameliyat sonrası temiz kornea kesilerine g÷re daha az endotelial h÷cre hasarına yol açtığı sonucuna varılmıştır. Mini-nuk skleral t÷nel insizyonu ile yapıldığı için, açık bir kornea t÷nel insizyonu yoluyla yapılan FAKO'dan daha az endotel h÷cre kaybına neden olmuş olabileceği bildirilmiştir (100).

Ameliyat modu aynı olsa bile (÷rn. Mini-nuk) eşitli çalışmalar arasında endotelial h÷cre kaybında geniş bir varyasyon vardır. Bu, farklı dahil etme ve dışlama kriterleri, farklı katarakt dereceleri, Mini-nuk'teki n÷kleusun farklı doğurtulma teknikleri, ÖKKS'de kullanılan farklı sıvı t÷rleri ve viskoelastikler gibi çeşitli fakt÷rlerden kaynaklanmaktadır.

Literat÷rde yapılan birçok çalışmada korneal endotel h÷cre kayıp oranı farklı değerlerde bulunulmuştur. Literat÷r÷n bu şekilde farklı sonuçlar vermesi endotel hasarının standart edilemeyen birçok ameliyat öncesi, sırası ve sonrası nedene bağlı olmasıyla açıklanabilir (7). Ayrıca spek÷ler mikroskopinin h÷cre yoğunluğunu \pm %5 standart deviasyonla verdiği göz önünde bulundurulmalıdır (44).

Kornea ödemi, kornea şeffaflığıının korunmasında önemli bir rol oynayan ve dolayısıyla görsel rehabilitasyon için hayati önem taşıyan korneal endotel fonksiyonunun dolaylı bir göstergesidir (31). Korneal ödemin takibinde

SKK dolaylı bir yöntem olarak kullanılabilir. Kornea kalınlığı ve endotelial hücre işlev bozukluğundaki değişimi karşılaştıran çeşitli çalışmalar yayınlanmıştır.

Lundberg ve ark. yaptıkları çalışmada, ameliyat sonrası 1. günde merkezi kornea ödeminin 3. ayda merkezi kornea endotel hücre kaybı ile güçlü bir şekilde ilişkili olduğu ve ameliyat sonrası 1. günde pakimetri farkının kornea üzerindeki etkilerin değerlendirilmesinde yararlı bir yol olduğu sonucuna varmışlardır (101).

Cheng ve ark. ameliyattan hemen sonraki kornea kalınlığındaki artış ile ameliyattan 1. ve 6. aylardaki hücre kaybı yüzdesi arasında anlamlı bir ilişki bulmuşlardır. Sonuçlar kornea kalınlığının endotelial hücre kaybının yararlı bir klinik göstergesi olabileceğini düşündürmektedir (102).

Mencucci ve ark. FAKO ile Mini-nuk tekniklerinin kornea endotel üzerine etkilerini incelemişler. Gruplar arasında 1.ve 3. ay sonunda kornea kalınlığı, kornea endotel hücre kaybı veya endotel morfolojisi arasında fark olmadığı sonucuna varmışlardır (103).

Bizim çalışmamızda Mini-nuk grubunda ameliyat öncesi ortalama SKK değeri ameliyat sonrası 1. ayda 33,67 μm (%6,38), 3. ayda ise 12,6 μm (%2,39) artma oldu. Mini-nuk grubundaki SKK'daki artış literatörle uyumluydu. Birinci ayda korneal ödeme bağlı SKK daha kalın olduğu 3. ayda ise kalınlık artışının azaldığı görülmektedir. Ancak kornea kalınlığının ameliyat öncesi değerine ulaşması için daha uzun süre gerektiği düşünülmektedir.

Başka bir çalışmada Mini-nuk cerrahisi sonrası kornea kalınlığında geçici bir artış olduğunu ve 3.aya doğru kalınlıkta progresif azalma olduğunu ve 6. ayda ameliyat öncesi değerine gerilediği ortaya konmuştur. Bu anlamda erken dönemde korneal manipülasyona bağlı olarak korneanın ödemlendiği ve zamanla ameliyat öncesi değerine yakın kalınlığa ulaştığı görülmektedir (102).

Çalışmamızda FAKO grubunda ameliyat öncesi ortalamaSKK değerinde ameliyat sonrası 1. ayda 10,03 μm (%1,84) artma, 3. ayda ise 11,93 μm (%2,39) azalma oldu. İki grubun ameliyat öncesi SKK değeri, ameliyat sonrası 1. ay ve 3. ay ile kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı ($p < 0,001$, $p: 0,002$). FAKO yöntemindeki SKK değerinde ameliyat sonrası Mini-nuk'ten anlamlı olarak daha az artış göstermiştir. Bu farkın ana nedeni, FAKO'da nükleusun tüm manevralarının tehlikeye girmiş endotelden uzakta olduğuna inanıyoruz. Ayrıca mini-nuk tekniğinde kesinin daha büyük olması, mekanik travmanın daha fazla olması kornea kalınlığındaki artışa neden olduğu düşünülmektedir.

Karşılaştırmalı 108 göz üzerinde Mini-nuk ve FAKO ile yapılan bir çalışmada, Mini-nuk ve FAKO grubunda SKK'nın sırasıyla 9 μm ve 70 μm arttığı bulunmuştur (104).

Orta sertlikteki kataraktlarda Mini-nuk ve FAKO ile yapılan karşılaştırmalı bir çalışmada Mini-nuk grubunda SKK'da % 5.33 artış (28 μm artış) ve hücre kaybı %6,32 iken, FAKO grubunda SKK'da %10,4 artış (53 μm) ve endotel kaybı %8,2 bulunmuştur (105).

Tai ve ark. dört farklı pakimetri cihazını karşılaştırmış ve optik koherens reflektometri, Pentacam ve ultrasonografik pakimetri değerlerinin birbiri ile ilgili olduğunu, speküler mikroskopi (Topcon SP3000P) cihazının ise diğer cihazlara göre daha düşük SKK değerleri verdiğini bildirmişlerdir (106). Luft ve ark. dört farklı speküler mikroskop ile yapılan ölçümlerde Konan CellChek XL ile ölçülen değerlerin altın standart yöntem ile korele olduğunu belirtmişlerdir (107). Çalışmamızda tüm vakalarda pakimetrik ölçümler aynı cihazla yapıldığı için bildirilen ölçüm farklılıklarının analiz sonuçlarını etkilemediği düşünülmektedir.

Bourne ve ark. yaptıkları çalışmada katarakt cerrahisi geçiren hastaların postoperatif 1. haftada HEX'nin düşmesine rağmen 1. ayda yükseldiğini, 3. ayda preoperatif değerlere döndüğünü yayınlamışlardır (108). Diaz ve ark. yaptıkları çalışmada HEX değerlerinin postoperatif 3. ayda preoperatif

değerlere döndüğünü bildirmişlerdir (109). Çalışmamızda mini-nuk grubunda elde edilen postoperatif 1. ve 3. ay, HEX yüzdeleri bu bağlamda literatüre benzerdi. (HEX sırasıyla preop: %44,57 1. ay: %42,87 3. ay: %44,73). İstatistiksel olarak anlamlı fark yoktu. Grup 2'de de bulgular benzerdi ve istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (HEX sırasıyla preop: % 32,57 1.ay: %41,8 3.ay: % 41,57).

Çalışmamız kısa süreli bir izlemdir. Takipten çıkabilecek hasta sayısını azaltmak için takip süresi 3 ay olarak belirlendi. Bununla birlikte, ABD'de fakiklerin uzun süreli güvenliğini (5 yıl) değerlendiren prospektif bir çalışmada, endotel hücre kaybı oranının zamanla azaldığını bulunmuştur (110). Bu kısa vadeli çalışmalarda, uzun çalışmalara göre endotel hücre kaybı daha yüksek bir orana sahip iken kayıp zamanla azalır. Endotelyal hücre kaybı, cerrahi travma sonrası kornea endotelyal hücre iyileşmesi yaşa bağlı hücre kaybından daha fazladır. Farklı FAKO tekniklerinin kornea endotel hücreleri üzerindeki etkisini karşılaştıran bir çalışmada, ameliyat sonrası 3. ayda ve 1. yılda benzer sonuçlar bulunmuş (111). Bu sonuca dayanarak, kısa vadeli izlemenin uzun vadeli sonuçları tahmin etmek için yararlı olduğunu düşünmekteyiz.

Mini-nuk tekniğinin ÖKKS ile daha güvenli, daha ekonomik, alet gereksiniminin daha az olduğu ve mükemmel görsel sonuçlar verdiğini bildiren önceki raporları doğrulamaktadır (2). Tüm katarakt cerrahisi türlerinin belirli bir kornea endotel hücreleri kaybıyla bağlantılı olduğu unutulmamalıdır, ancak modern ekipman ve cerrahi tekniklerin kullanımı ile bu kayıp yüksek değildir.

Mini-nuk tekniği FAKO cerrahisinin uygulanamadığı durumlarda (teknik ekipman yetersizliği veya kataraktın özelliği ile ilgili olabilir) tercih edilmesi gereken bir yöntemdir ve göz hastalıkları eğitiminde tercih edilebilecek cerrahi teknik olarak öğretilmesi gereklidir.

6.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Katarakt tedavisinde modern teknolojilerdeki ilerlemelere rağmen, alanımızdaki en büyük zorluk gelişmekte olan ülkelerde katarakta bağlı körlük oranı yüksek seyretmekte ve giderek artmaktadır. Herhangi bir katarakt ameliyatında önemli endotel hücre kaybı, kornea dekompanseasyonuna ve kornea saydamlığının kaybına yol açabilir, bu nedenle endotel hücre kaybı ve görme keskinliği açısından hangi cerrahi tekniğin daha güvenli olacağını bilmek gerekmektedir.

Ameliyat sonrası 3 aylık çalışmamızda FAKO ile Mini-nuk arasında endotelyal hücre kaybında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı. Özellikle korneal endotel sayısı mm^2 'de 1200 hücrenin altında olan hastalarda endotel kayıp riski açısından Mini-nuk tekniğinin daha uygun olduğunu düşünmekteyiz.

Mini-nuk daha ekonomik ve FAKO'dan daha az teknolojiye bağımlı olduğundan, gelişmekte olan ülkelerde katarakt tedavisi için uygun cerrahi girişim olabilir. Açık bir korneanın korunması için uygun vaka seçimi, özenli cerrahi ve yeterli ameliyat sonrası bakım şarttır.

Keza, FAKO cihazı bulunmayan sağlık merkezleri ve cihaz arızası durumlarda, kornea guttata gibi endotel hücre azlığı ve benzeri sorunu olan gözler ve kırmızı-kahverengi sert kataraktlarda, çalışmamızla kanıtlanan bulgu, sonuç ve karşılaştırmaların ışığında Mini-nuk yöntemi iyi bir seçenek olabilir. Bu sebeple, hiç olmazsa, her hastanede bir göz hekiminin bu yöntemi biliyor olması, söz konusu vakalar için iyi bir çözüm yolu olacaktır. Göz hastalıkları eğitiminde FAKO yöntemine ilave olarak öğretilmesi gereklidir.

7.ÖZET

Amaç: Fakoemülsifikasyon ve mini-nuk teknikleri ile yapılan katarakt cerrahilerinin kornea endotelinde morfolojik (hücre yoğunluğu, varyasyon katsayısı ve hexagonalite) ve fonksiyonel (santral kornea kalınlığı) etkilerinin değerlendirilmesi

Gereç ve Yöntem: Az görme nedeniyle başvuran ve muayenesinde katarakt saptanıp belirlenen kriterleri karşılayan 30 Mini-nük tekniği (Grup 1), 30 Fakoemülsifikasyon yöntemi (Grup 2) uygulanmış toplam 60 hasta dâhil edildi. Çalışmadaki tüm hastaların preoperatif, postoperatif 1. ve 3.ay non-kontakt speküler mikroskopi (Konan CellChek XL) ile muayene yapıldı. Endotel hücre yoğunluğu (CD) (hücre/mm²), varyasyon katsayısı (CV) (%), heksagonalite oranı (HEX) (%) ve santral kornea kalınlığı (SKK) (µm) değerleri kaydedildi. Tüm parametreler gruplar arasında istatistiksel olarak karşılaştırıldı ve p<0,05 değerler anlamlı kabul edildi.

Bulgular: Grup 1'de ortalama yaş 64,83±9,47 (56–86 yaş), grup 2'de ise 64,17±9,57 (45–80 yaş) idi. İki grup birbirileriyle kıyaslandığından ortalama CD'de 1. ayda istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (p:0,626). Birinci ayın sonunda ortalama CD'deki kayıp oranı iki grupta birbirine yakındı (sırasıyla %16,26 ve %21,08). Ancak 3. ayda birbirileriyle kıyaslandığında iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı (p:0,002). Üçüncü ayında sonundaki CD kaybı mini-nuk grubunda daha azdı (%8,91 karşın %23,09). Ameliyat öncesi ortalama SKK değeri ameliyat sonrası grup 1'de 1. ayda 33,67 µm (%6,38), 3. ayda ise 12,6 µm (%2,39) artma, grup 2'de 1.ayda 10,03 µm (%1,84) artma, 3. ayda ise 11,93 µm (%2,39) azalma oldu. Gruplar arasında ameliyat öncesi SKK ameliyat sonrası 1. ay ve 3. ay ile kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı (p<0,001, p:0,002).

Sonuç: Mini-nuk tekniği FAKO yöntemine göre endotel yoğunluğunun korunması açısından daha güvenilir bir yöntemdir. Özellikle endotel sayısı 1200 hücre/mm² olan olgularda Mini-nuk tekniği uygulanabilir. SKK, Mini-nuk tekniğinde daha uzun zamanda, FAKO grubunda ise 1. ayda ameliyat öncesi değerine ulaştığı görüldü.

Anahtar kelimeler: Mini-nuk, Fakoemülsifikasyon, Endotel, Pakimetri, Ön kamara koruyucu

8.İNGİLİZCE ÖZET

ABSTRACT

Evaluation of the effects of cataract surgery on the cornea endotel by Phacoemulsification and Mini-nuc techniques

Aim: Evaluate the morphological (cell density, coefficient of variation and hexagonality) and functional (central corneal thickness) effects of cataract surgeries performed by Phacoemulsification (PHACO) and Mini-nuc techniques in the corneal endothelium.

Material and Method: A total of 60 patients who were admitted for low vision and underwent 30 Mini-nuc technique (Group 1) and 30 Phacoemulsification methods (Group 2) were included in the examination. Preoperative and postoperative first and third month non-contact specular microscopy (Konan CellChek XL) was performed in all patients. Endothelial cell density (CD) (cell/mm²), coefficient of variation (CV) (%), hexagonality (HEX) (%) and central corneal thickness (CCT) (µm) were recorded. All parameters were compared statistically between groups and p<0.05 was considered significant.

Results: The mean age was 64.83±9.47 (56–86 years), years in group 1 and 64.17±9.57 (45–80 years) years in group 2. There was no statistically significant difference in the mean CD at 1 month because the two groups were compared with each other (p:0,626). At the end of the first month, the mean CD loss rate was similar in the two groups (16.26% and 21.08%, respectively). However, there was a statistically significant difference between the two groups at 3 months (p:0.002). At the end of the 3rd month, CD loss was less in the mini-nuc group (8.91% vs. 23.09%). The mean preoperative CCT value was 33.67 µm (6.38%) in the first month and 12.6 (2.39%) 3.m in the first month, and 10 in the first month in group 2. There was an increase of 10.03 µm (1.84%) and a decrease of 11.93 (2.39%) in the third month. There was a statistically significant difference between the groups when preoperative CCT was compared to the postoperative 1st and 3rd months (p<0.001, p: 0.002).

Conclusion: Mini-nuc technique is a more reliable method to maintain endothelial density than PHACO method. Especially in cases with endothelial number of 1200 cells/mm², mini-nuc technique can be applied. On the other hand, pachymetry reached the preoperative value in the mini-nuc technique in a longer time and in the PHACO group it reached preop value in the first month.

Key words: Mini-nuc, Phacoemulsification, Endothelium, Pachymetry, anterior chamber maintainer



9.KAYNAKÇA

1. Özçetin H. Guncel katarakt cerrahisi. Katarakt ve tedavisi. 1.baskı. İstanbul SCALA yayıncılık 2005;299-390. .
2. Yılmaz SO, Yalçın E, Cinhüseyinoğlu N, Arslan MO. Mini-nükleus skleral tünel tekniği ile yapılan PEKKE-GİL Uygulamalarında İntraoperatif Komplikasyonlar. MN Oftalmoloji 2000;4:341-343.
3. Kanski J (Çeviri: Orağlı K): konjonktiva hastalıkları. Kanski J (Ed). Klinik Oftalmoloji. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevi 2001;55–90.
4. Yee RW, Matsuda M, Schultz RO, et al. Changes in the normal corneal endothelial cellular pattern as a function of age. Curr Eye Res 1985; 4: 671–678.
5. Hayashi K, Hayashi H, Nakao F, Hayashi F: Risk factors for corneal endothelial injury during phacoemulsification. J Cataract Refract Surg 1996; 22:1079-84.
6. Miyata K, Maruoka S, Otani S et al. Corneal endothelial cell protection during phacoemulsification. J. Cataract Refract Surg 2002; 28:1057-59.
7. Beesky RD, Olson RJ, Brady SE. The effects of prologed phacoemulsification time on corneal endothelium. Arch Ophtalmol.1975 ;93:648–657. .
8. Ruit S, Tabin G, Chang D, Bajracharya L, Kline DC, Richheimer W, et al. A prospective randomized clinical trial of phacoemulsification vs manual sutureless small-incision extracapsular cataract surgery in Nepal. Am J Ophthalmol 2007;143:32-8. .
9. Hogan MJ, Alavarado JA, Weddell E. Cornea; The Limbus. In: Histology of the Human Eye. An Atlas and Textbook. Philadelphia, WB Saunders 1971;55–182.7.

10. Farjo AA, Brumm MV, Soong HK. Corneal anatomy, physiology and wound healing. *Ophthalmology* 2014; 4.1, 163-167.e1.
11. Y. A. Akova, Ed., "Temel Göz Hastalıkları," in *Temel Göz Hastalıkları*, 3. baskı., Ankara: güneş kitabevi, 2015, pp. 145–180.
12. Vogt A, ed. *Textbook and Atlas of Slit Lamp Microscopy of the Living Eye*. Vol 1. 1981;Bonn,Germany,J.P. Wayenborgh.
13. Kaye GI, Tice LW. Studies on the cornea. V. Electron microscope localization of adenosine triphosphatase activity in the rabbit cornea in relation of transport. *Invest Ophthalmol* 1966; 5: 22–32.
14. Doğanay S, Turkoz Y, Everekliöglu C, ve ark. Use of of caffeic acid phenethyl ester to prevent sodium selenite–induced cataract in rat eyes. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:1457–1462. .
15. Kuszak KR, Deutch A, Brown HG. Anatomy of aged and senile cataractous lenses. *Principles and Practice of Ophthalmology*. Vol 1 (Eds) Albert DM, Jacobiec FA. W.B. Saunders Co. 1994;564. .
16. Nishida T, Saika S. Cornea and sclera: anatomy and physiology. *Cornea* Volume 1. 2005;Chapter 1:3-22.
17. Everekliöglu C, Güldür E, Alaşehirli B, ve ark. Excessive maternal caffeine exposure during pregnancy is cataractogenic for neonatal crystalline lenses in rats: A biomicroscopic and histopathologic study. *Acta Ophthalmol Scand* 2004;82:552–556. .
18. Garg A. Cataract. In Agarwal S, Agarwal A, Buratto L, Pandey SK (Eds), *Textbook of Ophtalmology*. Vol 3. 1st edition. New Delhi: Jaypee Brothers MP ltd 2002;1620–1659. .
19. Floyd RP. History of cataract surgery. *Principles and Practise of Ophtalmology*. Vol 1 (Eds) Albert DM, Jacobiec FA. W.B. Saunders Co. 1994;606–613.

20. Arffa RC: Anatomy. Grayson's Diseases of the Cornea. Kist K, Penny R, Casey J (eds.). St Louis Mosby 1991; 1:1-24.
21. Arıcı C, Aslan OS, Dikkaya F. Corneal endothelial cell density and morphology in healthy Turkish eyes. *J Ophthalmol* 2014;2014:852624.
22. Brugin E, Ghirlando A, Gambato C, et al. Central cornea thickness Z-ring corneal confocal microscopy versus ultrasound pachymetry. *Cornea* 2007;26:303–307.
23. Rapuano CJ, Fishbaugh JA, Strike DJ. Nine point corneal thickness measurements and keratometry readings in normal corneas using ultrasound pachymetry. *Insight* 1993;18:16–22.
24. Brugin E, Ghirlando A, Gambato C, et al. Central cornea thickness Z-ring corneal confocal microscopy versus ultrasound pachymetry. *Cornea* 2007;26:303–307.
25. Farjo AA, Brumm MV, Soong HK. Corneal anatomy, physiology and wound healing. *Ophthalmology* 2014; 4.1, 163-167.e1.
26. Arffa RC: Anatomy. Grayson's Diseases of the Cornea. Kist K, Penny R, .
27. Maurice DM. The cornea and sclera. In: Daveson, H. ed. *The Eye, Vol.1b, Vegetative Physiology and Biochemistry*. 3rd edition. Orlando: Academic Press;1984: 1–158.
28. Joyce NC. Proliferative capacity of corneal endothelial cells. *Exp Eye Res* 2012; 95(1): 16–23.
29. Committee on Ophthalmic Procedures Assesment. Corneal Endothelial Photography. *Ophtalmol* 1991 Sep;98(9):1464-68.
30. Aghaian E, Choe JE, Lin S, et al. Central Corneal Thickness of Caucasians, Chinese, Hispanics, Filipinos, African Americans, and Japanese in a glaucoma clinic. *Ophthalmology* 2014;111:2211–2219.

31. Amann J, Holley GP, Lee SB, et al. Increased endothelial cell density in the paracentral and peripheral regions of the human cornea. *Am J Ophthalmol* 2003;135:584–590.
32. Jurkunas UV, Colby K. Corneal Examination, Specular and Confocal Microscopy, UBM, OCT. *Albert & Jakobiec's Principles & Practice of Ophthalmology* 2008;chapter 42,485-496).
33. Bonanno JA, Giasson C. Intracellular pH regulation in fresh and cultured.
34. Kaye GI, Tice LW. Studies on the cornea. V. Electron microscope localization of adenosine triphosphatase activity in the rabbit cornea in relation of transport. *Invest Ophthalmol* 1966; 5: 22–32.
35. Stiemke MM, Roman RJ, Palmer M, et al. Na⁺ activity in the aqueous humor and corneal stroma of the rabbit. *Exp Eye Res* 1992; 55: 425–433.
36. Lim JJ. Na⁺ transport across the rabbit corneal epithelium. *Curr Eye Res* 1981; 1: 255–258.
37. Jentsch TJ, Korbmayer C, Janicke I, et al. Regulation of cytoplasmic pH.
38. Bourne WM. Corneal Endothelium—Past, Present, and Future. *Eye & Contact Lens* 2010;5: 310-314.
39. Matsumura KS, Takise S, Horiguchi S, et al. Morphological change in the corneal endothelium due to ultraviolet radiation in welders. *Br J Ophthalmol* 1984;68(8):544-8.
40. Kangas TA, Edelhauser HF, Twining SS, et al. Loss of stromal glycosaminoglycans during corneal edema. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1994; 31: 1994–2002.
41. Cosar B. Kornenin doku ozellikleri ve tanı yöntemleri. 27. Ulusal Oftalmoloji Kursu Kornea ve Kontakt Lens 2007; 247-58.

42. Yeh PC, Colby K: Corneal endothelial dystrophies. In: Foster CS, Azar DT, Dohlman CH, eds. *Smolin and Thoft's the cornea*. Philadelphia: Williams & Wilkins; 2005:849–874. .
43. Benetz BA, Gal RL, Rice C, et al. Dual grading methods by a central reading center for corneal endothelial image quality assessment and cell density determination in the Specular Microscopy Ancillary Study of the Cornea Donor Study. *Current Eye Res.* 2006;.
44. Benetz BA, Yee R, Bidros M, et al. Specular Microscopy. *Cornea*, Chapter 14. 2008;177-203.
45. Phillips C, Laing R, Yee Richard: Specular microscopy. Krachmer JH, Mannis MJ, Holand EJ (Eds.). *Cornea Volume 1*, 2nd ed. Philadelphia Elsevier Inc. 2005; 261-81.
46. Laing RA, Oak SS, Leibowitz HA: Specialized microscopy of the cornea. In: Leibowitz HM, Waring GO, eds. *Corneal disorders*. Philadelphia: W.B. Saunders; 1998:83–122.
47. Johns KJ, Feder RS, Hamil MB, Miller-Meeks MJ, Rosenfeld SI, Perry.
48. Gavet Y, Pinoli JC. Comparison and supervised learning of segmentation methods dedicated to specular microscope images of corneal endothelium. *Int J Biomed Imaging.* 2014;2014:704791.
49. Takahashi N, Sasaki K, Nakaizumi H, Konishi F. Specular microscopic findings of lattice corneal dystrophy. *Int Ophthalmol.* 1987;10(1): 47–53.
50. Laganowski HC, Sherrard ES, Muir MG. The posterior corneal surface in posterior polymorphous dystrophy: a specular microscopical study. *Cornea.* 1991;10(3):224–232.
51. Ullern M, Massin M, Pozzo JM, et al. Specular microscopy in the diagnosis of the iridocorneal endothelial syndrome. *J Fr Ophtalmol.* 1985;8(11):721–728.

52. Olsen T. Changes in the corneal endothelium after acute anterior uveitis as seen with the specular microscope. *Acta Ophthalmol (Copenh)*. 1980;58(2):250–256.
53. Lass JH, Khosrof SA, Laurence JK, et al. A doublemasked, randomized, 1 year study comparing the corneal effects of dorzolamide, timolol, and betaxolol. Dorzolamide Corneal Effects Study Group. *Arch Ophthalmol* 1998;116(8):1003-10.
54. Bonanno JA. Effects of contact lens-induced hypoxia on the physiology of the corneal endothelium. *Optom Vis Sci* 2001;78:783–90.
55. Konan Medical™, Inc., Greensboro,NC Spekuler Mikroskop Kullanım Kılavuzu Kitapçığı. Specifications: sayfa 10.
56. Cosar B: Kornenin doku özellikleri ve tanı yöntemleri. 27. Ulusal Oftalmoloji Kursu Kornea ve Kontakt Lens 2007; 247-58.
57. Hedbys BO, Dohlman CH. A new method for determination of the swelling pressure of the corneal stroma in vitro. *Exp Eye Res* 1963; 2: 122–129.
58. Beesky RD, Olson RJ, Brady SE. The effects of prolonged phacoemulsification time on corneal endothelium. *Arch Ophthalmol*.1975 ;93:648–657. .
59. Ytteborg J, Dohlman CH. Corneal edema and intraocular pressure. II.Clinical results. *Arch Ophthalmol* 1965; 74: 477–484.
60. Kelman CD The history and Development of Phacoemulsification. *International ophthalmology Clinics "Cataract Surgery"*.1994; 34: 2:1-12. .
61. Blumenthal M, Grinbaum A, Assia EI. Preventing expulsive hemorrhage using an anterior chamber maintainer to eliminate hypotony. *J Cataract Refract Surg* 1997;23:476-479.
62. Kelman CD The history and Development of Phacoemulsification. *International ophthalmology Clinics "Cataract Surgery"*.1994; 34: 2:1-12. .

63. Keskinbora HK. Mini-nuc technique. J Cataract Surg 2000;26:1107.
64. Özuysal İ. Mini-nük'te farklı deneyimler. Türk Oftalmoloji Derneği, Katarakt ve refraktif cerrahi bülteni 1998;2:3.
65. Blumenthal M, Grinbaum A, Assia E. Preventing expulsive hemorrhage using an anterior chamber maintainer to eliminate hypotony. J Cataract Refract Surg 1997; 23: 476-479.
66. Jaffe NS, Clayman HM. The pathophysiology of corneal astigmatism after cataract extraction. Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol 1975; 79:615-630.
67. Bayraktar Ş, Beştaş H, Uludoğan G. Mini-nük tekniği ile sütürlü ve sütürsüz katarakt ameliyatları. MN Oftalmoloji Dergisi 1998;5(3): 265-268.
68. Blumenthal M, Ashkenazi I, Assia E, Cahane M. Small incision manual extracapsular cataract extraction using selective hydrodissection. Ophthalmic Surg 1993; 24:135.
69. Özuysal İ. Mini-nük'te farklı deneyimler. Türk Oftalmoloji Derneği, Katarakt ve refraktif cerrahi bülteni 1998;2:3.
70. Blumenthal M, Assia E, Chan V, Avni I. Using an anterior chamber maintainer to control intraocular pressure during phacoemulsification. J Cataract Refract Surg 1994; 20:93-96.
71. Gills JP, Saunders DR. Use of small incisions to control induced astigmatism and inflammation following cataract surgery. J Cataract Refract Surg 1991;17: 740-7.
72. Kelman CD: Phacoemulsification and aspiration:a new technique of cataract removal. A Preliminary report. Am J Ophtalmol.1967; 64:23-35. .
73. Lens ve Katarakt Temel ve Klinik Bilimler Kursu Cilt 11, 1.basım, Bölüm 8 Editör Prof. O'Dwyer PA. Günes Tıp Kitabevi, Ankara, 2008-2009:104-13. .

74. Fishkind W, Bakewell B, Donnenfeld E, Rose A, Watkins A, Olson R: Comparative clinical trial of ultrasound phacoemulsification with and without the WhiteStar system. J Cataract Refract Surg 2006; 32:45-9. .
75. Sugar J, Mitchelson J, Kraff M: The effect of phacoemulsification on corneal endothelial cell density. Arch Ophthalmol 1978; 96:446-48.
76. Hayashi K, Hayashi H, Nakao F, Hayashi F: Risk factors for corneal endothelial injury during phacoemulsification. J Cataract Refract Surg 1996; 22:1079-84. .
77. Shepherd JR: İn situ(dort kadran) fako-kırma tekniği. Buratto L. (Ed.), Özdamar A, Devranoğlu K (Çeviri editorleri). Fakoemulsifikasyon prensipleri ve teknikleri. İkinci baskı. İstanbul Aksu Kitabevi 2005; 281-86.
78. Nagahara K: Kisisel fakoemulsifikasyon tekniği. Buratto L.(Ed.), Özdamar A, Devranoğlu K (Çeviri editorleri). Fakoemulsifikasyon prensipleri ve teknikleri. İkinci baskı. İstanbul Aksu Kitabevi 2005; 295-301.
79. Koch PS, Katzen LE. Stop and chop phacoemulsification. J. Cataract Refract Surg 1994; 20:566-570 .
80. Ernest P, Rhem M, McDermott et al. Phacoemulsification conditions resulting in thermal wound injury. J. Cataract Refract Surg 2001; 27:1829-39.
81. Kim K, Cristol SM et al: Viscoelastic protection from endothelial damage by air.
82. Hayashi K, Hayashi H, Nakao F, Hayashi F: Risk factors for corneal endothelial injury during phacoemulsification. J Cataract Refract Surg 1996; 22:1079-84.
83. Miyata K, Maruoka S, Otani S et al. Corneal endothelial cell protection during phacoemulsification. J. Cataract Refract Surg 2002; 28:1057-59.
84. Sugar J, Mitchelson J, Kraff M: The effect of phacoemulsification on corneal endothelial cell density. Arch Ophthalmol 1978; 96:446-48. .

85. Hayashi K, Hayashi H, Nakao F, Hayashi F: Risk factors for corneal endothelial injury during phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 1996; 22:1079-84.
86. O'brein P, Fitzpatrick P, Kilmartin D, Beatty S. Risk factors for endothelial cell loss after phacoemulsification surgery by a junior resident. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:839-43.
87. Miyata K, Maruoka S, Otani S, Nejima R, Samejima T, Amano S. Corneal endothelial cell protection during phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:1057-9.
88. Craig MT, Olson RJ, Mamalis N. Air bubble endothelial damage during phacoemulsification in human eye bank eyes: the protective effects of Healon and Viscoat. *J Cataract Refract Surg* 1990;16:597-602. .
89. Cinhüseyinoğlu N, Yılmaz E, Arslan MO. Mini-nük tekniği ile ameliyat edilen 526 PEKKE-GİM olgusunun uzun süreli takip sonuçları. *Göztepe Tıp Dergisi* 2000; 15(4): 222-224.
90. Gogate PM, Kulkarni SR, Krishnaiah S, Deshpande RD, Joshi SA, Palimkar A, et al. Safety and efficacy of phacoemulsification compared with manual small-incision cataract surgery by a randomized controlled clinical trial: Six-week results. *Ophthalmology* 200.
91. Gogate P, Ambardekar P, Kulkarni S, Deshpande R, Joshi S, Deshpande M. Comparison of endothelial cell loss after cataract surgery: Phacoemulsification versus manual small-incision cataract surgery: Six-week results of a randomized control trial. *J Catarac.*
92. Ganekal S, Nagarajappa A. Comparison of morphological and functional endothelial cell changes after cataract surgery: Phacoemulsification versus manual small-incision cataract surgery. *Middle East Afr J Ophthalmol* 2014;21:56-60.

93. Ravalico G, Tognetto D, Baccara F, Lovisato A. Corneal endothelial protection by different viscoelastics during phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg.* 1997;23:433–9.
94. Mencucci R, Ponchietti C, Virgili G, Giansanti F, Menchini U. Corneal endothelial damage after cataract surgery: Microincision versus standard technique. *J Cataract Refract Surg.* 2006;32:1351–4.
95. Balan R. A comparative study of endothelial cell loss in small incision cataract surgery and phacoemulsification. *Kerala J Ophthalmol* 2012;24:63-5.
96. Bourne RR, Minassian DC, Dart JK, Rosen P, Kaushal S, Wingate N. Effect of cataract surgery on the corneal endothelium; modern phacoemulsification compared with extracapsular cataract surgery. *Ophthalmology.* 2004;111:679–85.
97. George R, Rupauliha P, Sripriya AV, Rajesh PS, Vahan PV, Praveen S. Comparison of endothelial cell loss and surgically induced astigmatism following conventional extracapsular cataract surgery, manual small-incision surgery and phacoemulsification. *Ophtha.*
98. *Middle East Afr J Ophthalmol.* 2014 Jan-Mar;21(1):56-60. doi: 10.4103/0974-9233.124098.
99. Bourne RR, Minassian DC, Dart JK, Rosen P, Kaushal S, Wingate N. Effect of cataract surgery on the corneal endothelium; modern phacoemulsification compared with extracapsular cataract surgery. *Ophthalmology.* 2004;111:679–85.
100. Beltrame G, Salvetat ML, Driussi G, Chizzolini M. Effect of incision size and site on corneal endothelial changes in cataract surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2002;28:118–25.
101. Lundberg B, Jonsson M, Behndig A. Postoperative corneal swelling correlates strongly to corneal endothelial cell loss after phacoemulsification. *Am J Ophthalmol* 2005;139:1035-41.

102. Cheng H, Bates AK, Wood L, McPherson K. Positive correlation of corneal thickness and endothelial cell loss. Serial measurements after cataract surgery. *Arch Ophthalmol* 1988;106:920-2.
103. Mencucci R, Ponchietti C, Virgili G, Giansanti F, Menchini U. Corneal endothelial damage after cataract surgery: Microincision versus standard technique. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:1351-4.
104. Ruit S, Tabin G, Chang D, et al. A prospective randomized clinical trial of phacoemulsification vs. manual sutureless small-incision extracapsular cataract surgery in Nepal. *American Journal of Ophthalmology*. 2007;143:32–38.
105. Jain K, Mallik KP, Gupta S. Corneal status following modified Blumenthal technique of manual small incision cataract surgery (MSICS) compared to phacoemulsification in treatment of grade III or more nuclear sclerosis-cohort study. *Nepal J Ophthalmol*. 2015.
106. Tai LY, Khaw KW, Ng CM, et al. Central corneal thickness measurements with different imaging devices and ultrasound pachymetry. *Cornea*. 2013 Jun;32(6):766-71.
107. Luft N, Hirnschall N, Schuschitz S, et al. Comparison of 4 specular microscopes in healthy eyes and eyes with cornea guttata or corneal grafts. *Cornea*. 2015 Apr;34(4):381-6.
108. Bourne RRA, Minassian DC, Dart JKG, Rosen P, Kaushal S, Wingate N:Effect of cataract surgery on the corneal endothelium. Modern phacoemulsification compared to extracapsular cataract surgery. *Ophthalmology* 2004; 111:679-85.
109. Diaz-Valle D, Benitez del Castillo Sanchez JM, Castillo A, et al. Endothelial damage with cataract surgery techniques. *J Cataract Refract Surg* 1998; 24:951-5 .

110. Silva RA, Jain A, Manche EE. Prospective long-term evaluation of the efficacy, safety, and stability of the phakic intraocular lens for high myopia. *Arch Ophthalmol.* 2008;126:775–81.

111. Storr-Paulsen A, Norregaard JC, Ahmed S, Storr-Paulsen T, Pedersen TH. Endothelial cell damage after cataract surgery: Divide-and-conquer versus phaco-chop technique. *J Cataract Refract Surg.* 2008;34:996–1000.

112. Gills JP, Saunders DR. Use of small incisions to control induced astigmatism and inflammation following cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 1991;17: 740-744.

