



# Sıvı Sıcaklığının Kornea Endotel-Descemet Membranı Rulo Formasyonu Üzerine Etkisi Var mıdır? İn Vitro Çalışma

## Does Fluid Temperature Affect Corneal Endothelium-Descemet Membrane Scroll Formation? An In Vitro Study

Yusuf Koçluk\*, Emine Alyamaç Sukgen\*, Selim Cevher\*\*

\*Adana Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Hastalıkları Kliniği, Adana, Türkiye

\*\*Ereğli Devlet Hastanesi, Göz Hastalıkları Kliniği, Konya, Türkiye

### Öz

**Amaç:** Descemet membran (DM) greft rulo formasyonunun açılma zamanının çeşitli sıvı sıcaklıklarında değişim gösterip göstermediğini araştırmaktır.

**Gereç ve Yöntem:** Çalışma prospektif, *ex vivo* ve deneyseldir. Çalışma Haziran 2014 - Haziran 2015 tarihleri arasında Adana Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde kornea bölümünde üçüncü basamakta yürütülmüştür. DM'ler başlangıçta aldığı rulo formasyonu sıklığına göre 4 kategoriye ayrılmış ve dört farklı BSS sıcaklığı (8, 16, 23 ve 36 °C) kullanılarak dört farklı grupta yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan 16 donör kornea hastanenin göz bankasından elde edilmiştir.

**Bulgular:** Hazırlanan DM rulo oluşumları, alınan verici korneanın durumuna göre değişebilir. Bazıları sıkı bir rulo oluştururken bazıları daha açık rulo oluşturabilir. Tüm gruplarda, 5. ve 10. dakikalarda farklı dengelenmiş tuz çözeltisi (BSS) sıcaklıklarına konan DM rulolarında herhangi bir fark gözlenmemiştir. Tüm gruplarda, DM rulo oluşumlarında sıkılaşma veya açılma gözlenmemiştir.

**Sonuç:** Bu çalışmada farklı BSS sıcaklıklarının, açılma zamanı üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Descemet membran endotelial keratoplasti, Descemet membranı, dengeli tuz solüsyonu, Descemet membranı açılma zamanı, donör kornea

### Abstract

**Objectives:** To investigate whether unfolding time of Descemet membrane (DM) graft rolls changes at various fluid temperatures.

**Materials and Methods:** The study was prospective, *ex vivo*, and experimental. The study was conducted at the tertiary center for corneal disease in Adana Numune Training and Research Hospital between June 2014 and June 2015. DMs were divided into 4 categories according to baseline roll tightness and these were distributed among 4 different groups using 4 different balanced salt solution (BSS) temperatures (8, 16, 23, and 36 °C). Sixteen donor corneas were obtained from the hospital eye bank.

**Results:** DM roll formations may vary according to the donor cornea received. Some form tighter rolls while others can form a more open roll. No differences in roll tightness were observed in any of the DM rolls after 5 or 10 minutes in the different BSS temperatures. In all groups, neither tightening nor opening was observed in DM roll formations.

**Conclusion:** Different BSS temperatures were found to have no effects on DM unfolding time in this study.

**Keywords:** Descemet membrane endothelial keratoplasty, Descemet membrane, balanced salt solution, Descemet membrane unfolding time, donor cornea

**Yazışma Adresi/Address for Correspondence:** Dr. Selim Cevher, Ereğli Devlet Hastanesi, Göz Hastalıkları Kliniği, Konya, Türkiye

Tel.: +90 555 814 77 90 E-posta: s.cevher@hotmail.com ORCID-ID: orcid.org/0000-0002-7968-4876

**Geliş Tarihi/Received:** 10.12.2017 **Kabul Tarihi/Accepted:** 15.04.2018

Bu çalışma, Avrupa Katarakt ve Refraktif Cerrahlar Derneği'nin XXXIV Kongresinde bir e-poster olarak sunulmuştur.

## Giriş

Descemet membran endotelial keratoplasti (DMEK) ilk olarak Melles ve ark.<sup>1,2</sup> tarafından hastalıklı endotel ve descemet membranının (DM), bağlı olduğu kornea stromasından uzaklaştırılarak izole edilen donör endotel DM tabakası kullanılarak replasmanı olarak tanımlanmıştır. Descemet soymalı otomatik endotelial keratoplasti (DSAEK) prosedürü iyi standardize ve tekrarlanabilir greft hazırlama ve açma yöntemi olsa da DMEK halen zorluklar içermektedir. Grefti posterior stromaya bağlamak için lamelin açıldığı prosedürün ana adımı özellikle zor olabilir. Greft manipülasyonlarının çoğu bu basamakta yapılmaktadır.<sup>3</sup>

DMEK, DSAEK'ya göre daha hızlı ve daha eksiksiz bir görme rehabilitasyonu sağlar.<sup>4,5,6</sup> Ancak, greft hazırlanması ve açılması adımları daha az standartlaşmıştır. DMEK'de greft hazırlama fazı, DM'nin ön kamaraya enjeksiyonu ve ön kamarada gerçekleşen tüm açılma aşamaları sıvı bir ortamda gerçekleştirilir. Sıvı ortam sıcaklığının greft açılmasını etkilebileceğini varsaydık.

Bazı hastaların DMEK ameliyatlarını sırasında açılması zor olan sıkı DM rulolarının spontan olarak açıldığını gözlemledik ve bunun mikroskop ışığından kaynaklanan ısınmaya bağlı olabileceğini düşündük. DMEK ameliyatı uzarsa, mikroskop ışığının termal etkisi olabilir. DM'deki ana protein tip IV kollajendir. Isı ile meydana gelen güçlü osilasyonlar moleküller arasındaki bağları kırarak kollajen yapısında bozulmaya neden olur ve bu da DM açılma süresini etkileyebilir.<sup>7</sup> Sıcaklık değişiminin DM rulo sıklılığını etkileyebileceğini gösteren hiçbir hayvan modeli veya çalışma bulunmadığından, laboratuvar koşullarında normal vücut sıcaklığına kadar sıcaklıkların DM ruloları üzerindeki etkisini araştırdık.

Bu deneysel çalışmada, pozitif seroloji nedeniyle kullanılamayacak olan kornea DMEK greftlerin çeşitli sıvı sıcaklıklarında açılma süresinin değişip değişmediği araştırıldı.

## Gereç ve Yöntem

Bu çalışma prospektif, *ex vivo* ve deneysel olarak planlandı. Etik onay çalışmanın yapıldığı Adana Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nden alındı. Çalışma Haziran 2014 - Haziran 2015 tarihleri arasında kornea hastalıkları için bir tersiyer merkez olan Adana Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi Göz Bankası'ndan alınan 16 donör kornea kullanılarak gerçekleştirildi. Donörlerin yaşları kaydedildi. Donör kornealar, serolojik testler (HbsAg+ veya antiHCV+) pozitif sonuç verdiği için implantasyona uygun değildi.

Korneoskleral doku eksize edildi ve 14 gün süre ile 4 °C'de Eusol-C (Alchimia, Viale Avusturya, İtalya) içeren bir kornea saklama kabında saklandı. DM dokularında biyomikroskopik inceleme ile endotel patolojisi olmadığı görüldü (korneal endotelial distrofi ya da katlantı bulgusu ve intraoküler cerrahi öyküsü yoktu). Ölümünden sonra doku soğuk ortamda korunmaya alınmadan önce geçen süre 12 saatten kısaydı ve doku çıkartıldıktan sonra 7 gün içinde kullanıldı.

## Donör Hazırlığı

Tüm dokular ameliyathanede, daha önce tarif edilen şekilde, değerlendirmeden hemen önce daldırılmış kornea tekniği kullanılarak tek bir cerrah (Y.K.) tarafından hazırlandı.<sup>8</sup> Korneoskleral doku, DM hazırlanması sırasında kaymayı önlemek için Barron vakumlu panç (Katena Products, Inc., New Jersey, ABD) üzerine yerleştirildi. Tüm DM greftlere, DMEK cerrahisinde en çok tercih edilen çaplardan biri olan 8,0 mm'lik panç ile yüzeysel trefinasyon yapıldı. DM kenarları %0,06 tripan mavisli solüsyonu ile boyandı ve donör rim 23 °C dengelenmiş tuz çözeltisi (BSS) ile dolduruldu. Soyma işlemi bu ortam içinde, kenardan merkeze doğru, bağlama pensisi kullanılarak gerçekleştirildi ve DM çıkartıldı. DM rulosu daha sonra 60 saniye boyunca tripan mavisli ile yeniden boyandı (Resim 1).

## DM Ruloları

DM greftleri rulonun ilk sıklılık derecesine göre 4 kategoriye ayrıldı. Buna göre 1/4 DM rulo çok sıkıydı (yaklaşık 1-2 mm genişlikte), 2/4 DM rulo yaklaşık 3-4 mm genişlikte, 3/4 DM rulo yaklaşık 5-6 mm genişliğinde ve 4/4 DM rulo neredeyse tamamen açıldı (yaklaşık 7-8 mm genişliğinde).

Bağlama forsepsi kullanılarak hazırlanan DM ruloları, farklı sıcaklıklarda BSS içeren kapalı cam kaplara yerleştirildi. DM rulolarının yapı ve boyutlarındaki değişiklikler, başlangıçta, 5. ve 10. dakikada oftalmik cerrahi mikroskop ile gözlemlendi ve fotoğraflandı.

Ameliyathanenin ve odada bulunan sıvıların (göreceli olarak) sıcaklığı, ameliyat sırasında 22 ila 24 °C arasında değişebilir.<sup>9</sup> Mevcut çalışmanın yapıldığı ameliyathanede ortam sıcaklığı ~23 °C idi. Bir başka çalışmada, ön kamarada ortalama sıcaklığın 23,6 °C olduğu saptanmıştır.<sup>10</sup> Bu nedenle, 23 °C DM grefti soyulurken kullanılacak BSS sıcaklığı için mantıklı bir değerdir. Bu çalışma için 8 °C (4-8 °C arasında donör dokusunun saklanma sıcaklığıdır) ile 36 °C (insan vücudu sıcaklığı) arasındaki sıcaklık aralığı dikkate alındığında, DM greftleri için optimal BSS sıcaklığını belirlemek için 8, 16, 23 ve 36 °C'lik sıcaklıkları değerlendirdik.

Çalışma dört farklı BSS sıcaklığının kullanıldığı dört farklı grup ile gerçekleştirildi. Buna göre 3 (%20,0) DM grefti 8 °C BSS (Grup 1), 4 greft (%26,7) 16 °C BSS (Grup 2), 4 greft (%26,7) 23 °C BSS (Grup 3) ve 4 greft ise 36 °C BSS içine (%26,7) (Grup 4) kondu. Tüm gruplardaki BSS sıcaklıkları bir termometre ile kontrol edildi ve 10 dakikalık gözlem süresi boyunca sabit tutuldu. Farklı sıcaklıklardaki BSS içinde DM greftlerinin katlanma sıklılıkları 10 dakika boyunca gözlemlendi. DMEK cerrahisinde endotel kaybının azaltılması ve iyi postoperatif prognoz sağlanması için DM grefti açılma zamanının kısa olması istenmektedir. Bu nedenle bu çalışmada, BSS sıcaklığının DM greftlerinin 10 dakika içinde açılma süresine olan etkisi gözlemlendi ve kaydedildi.

## İstatistiksel Analiz

Verilerin analizinde SPSS sürüm 16.0 yazılımı (SPSS, Inc., Chicago, IL) kullanıldı. Analizde parametrik olmayan testler kullanıldı. Tanımlayıcı istatistikler medyan ve aralık veya ortalama ± standart sapma (SD) olarak verildi. Oranların

dağılımı ki-kare dağılımı kullanılarak analiz edildi. P değerinin 0,05'in altında olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

### Bulgular

Medyan donör yaşı (8 donörün 16 korneası) 69 yıl (aralık, 65-71 yıl) idi. Erkek/kadın oranı 6 (%37,5)/10 (%62,5) idi. Gruplar arasında yaş ve cinsiyet açısından anlamlı bir fark yoktu (sırasıyla,  $p=0,114$ ,  $p=0,362$ ).

Ölümden sonra kornea çıkarılmasına kadar geçen medyan süre 7 saat (aralık, 5-9 saat) iken, cerrahiye kadar geçen medyan saklama süresi 5,5 gündü (aralık, 5-7 gün). Gruplar arasında ölümden kornea çıkarılmasına veya ameliyattan önce saklama süresi açısından istatistiksel anlamlı fark yoktu (sırasıyla  $p=0,687$ ,  $p=0,887$ ).

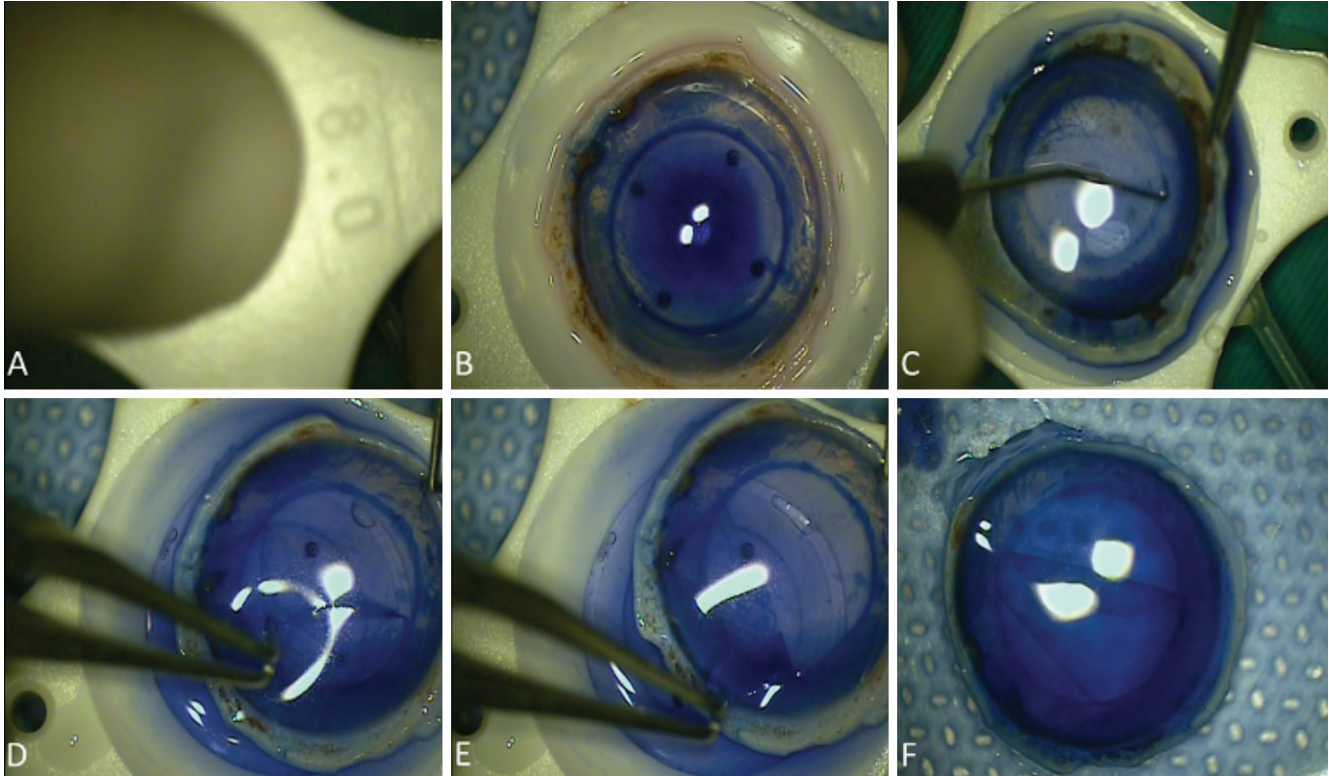
Ölüm nedeni 3 donörde serebrovasküler hastalık, 2 donörde miyokard enfarktüsü ve 3 donörde kronik böbrek hastalığıydı. Ölüm nedeninin DM rulo oluşumunu etkileyeceği düşünüldü. Ancak gruplar arasında donörlerin ölüm nedenleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ( $p=0,238$ ).

Tüm dokular ameliyathanede soyuldu ve değerlendirmeden hemen önce hazırlandı. Medyan DM soyma süresi 7,0 dakika (aralık, 5-20 dakika) idi ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p=0,946$ ). On altı korneadan sadece bir tanesinde DM rulosu (Grup 1'de) elde edilemedi. Bu lasere DM çalışmadan çıkarıldı.

Hazırlanan DM rulo formasyonları donör korneaya göre değişiklik gösterebilmektedir. Bu çalışmada, bazı dokular daha sıkı rulo oluştururken, diğerleri daha gevşek bir rulo oluşturdu. Toplama anında, 23 °C BSS'de ( $p=0,273$ ) DM rulo sıklığı açısından gruplar arasında istatistiksel bir fark yoktu (Tablo 1). Farklı BSS sıcaklıklarında 5 ve 10 dakika sonra DM rulo oluşumu ve doku genişliklerinde hiçbir grupta bir fark gözlenmedi. Sıcaklığı 23 °C olan BSS içinde hazırlanan DM greft ruloları, BSS sıcaklığının 10 dakika süre ile artırılması veya azaltılmasından etkilenmedi. Grupların hiçbirinde DM rulo oluşumlarında sıkışma veya açılma gözlenmedi. Resim 2'de DM rulolarının 0. ve 10. dakikadaki görüntüleri gruplar şeklinde gösterilmektedir.

### Tartışma

DMEK hazırlığı bazı sistemik hastalıklardan etkilenebilir. Çalışmalar, diabetes mellitus hastası (özellikle hastalık uzun süreli ise) donörlerden ve hiperlipidemik veya obez hastalardan alınan dokulardan hazırlanan DMEK preparatının daha yüksek başarısızlık oranlarına sahip olabileceğini göstermektedir. Diabetes mellitus veya hiperlipidemik veya obez donörlerden alınan dokuların elimine edilmesiyle başarısızlık oranının azaltılabileceği bildirilmiştir.<sup>11</sup> İlgili literatür, genel başarısızlık oranının %5,2 olduğunu belirtmektedir.<sup>8,12</sup> Bizim çalışmamızda sadece bir donör korneadan (%6,25) DM grefti elde edilemedi.



**Resim 1.** Descemet membranı (DM) rulolarının elde edilmesi; (A) endotel tarafında yüzeysel trefinasyon; (B) DM kenarlarının tripan mavisi ile boyanması; (C) Sinskey kancasını ile DM kenarının bulunması; (D) bağlama forsepsi kullanarak merkeze doğru soyma; (E) DM soyma işleminin tamamlanması; (F) tripan mavisi ile DM rulosunun tekrar boyanması

Stromal yüzeyin sıkı kohesif doğasından kaynaklanan laserasyonlar vardı. Bu donörün ölüm sebebi, diabetes mellitus ve kronik böbrek hastalığıydı ve bu literatürdeki bilgilerle uyumludur.<sup>11</sup>

Donör yaşı, sistemik hastalıklar ve ölüm sebebinin DM greft hazırlığı, doku eldesi sırasındaki komplikasyonlar ve DM rulo oluşumu üzerinde etkisi olabilir.<sup>3,11,13</sup> Çalışmamızda preoperatif bulgular benzerdi ve gruplar arası farklar istatistiksel olarak anlamlı değildi. Bu nedenle, bu çalışmada sadece farklı BSS sıcaklıklarının DM rulo formasyonu üzerindeki etkilerini araştırabildik.

Göreceli erken postoperatif endotelyal hücre kaybı ve açılma süresi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bildirilmiştir.<sup>3</sup> Açılma süresi uzadıkça endotel hücre kaybı artmaktadır. Başka bir çalışmada 49 yaşından büyük olan donörlerde, donör kornea özellikleri ile greft lamelinin açılma zorluğu derecesi arasında bir korelasyon olmadığı bulunmuştur. Aynı çalışmada, greft açılmasının daha zor olması ile greft dekolmanı ve endotel hücre kaybı oranları arasında anlamlı bir ilişki olduğu bildirilmiştir.<sup>14</sup> DMEK cerrahisinde greft oryantasyonunun canlı intraoperatif optik koherens tomografi ile görüntülenebileceği ve değerlendirilebileceği bildirilmiştir. Ayrıca, ciddi kornea ödemi varlığında daha az greft manipülasyonu ile greftin daha hızlı yerleştirildiği bildirilmiştir.<sup>15</sup> Graft açılmasını kolaylaştırmak için farklı yöntemler halen aranmaktadır.

DMEK greft kornea stromasından ayrıldığında, içte DM ve dışta endotelin olduğu bir rulo oluşturur. Bu oluşum DM'de bulunan tip 4 kollajen ve korneadan ayrıldıktan sonra endotel hücrelerinin davranışları ile ilişkilidir. Graft özelliklerinin greft açılma süresini nasıl etkilediğini inceleyen daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Sıcaklık değişiminin DM rulo sıklığı üzerine

etkisi olup olmadığını gösteren herhangi bir hayvan modeli veya başka çalışma bulamadık.

Postoperatif dönemde prognoz geri kalan endotel hücrelerinin sayısına bağlı olduğu için DMEK cerrahisi ve DM açılma süreleri önemlidir. DM rulosu, ön kamarada en az endotel kaybı ile açılmalı ve alıcı stromaya eklenmelidir. Yakın zamanda, DMEK greftlerinin atravmatik olarak açılması için bazı manevralar tanımlanmıştır.<sup>16,17,18</sup> Bir *in vitro* çalışmada, endoteli içte olacak şekilde DMEK dokusunun üçe katlanarak aktarılmasının, donör hücrelere cerrahi travmayı azalttığı ve spontan açılmayı kolaylaştırdığı gösterilmiştir.<sup>17</sup> Bununla birlikte, manevralar geliştirilmesine rağmen, postoperatif başarıyı etkileyen standart bir greft açılma yöntemi yoktur ve bazı olgularda DM açılma süresi uzayabilir. Ayrıca, DM açılma süresini etkileyen faktörler bilinmemektedir. DM açılması için kullanılan mevcut yöntemler, grefte doğrudan veya dolaylı mekanik travma ile sonuçlanmaktadır ve bu da endotel hasarına neden olabilir. Bu nedenle, daha az travmatik yöntemlerin geliştirilmesi gerekmektedir.

DM açılmasında zorluk yaşadığımız bazı durumlarda, greftin zamanla spontan açıldığını gözlemledik. Bunun mikroskop ışığı altında ısınma ile ilişkili olabileceğini varsayarak, bu çalışmadan elde edilen DM rulolarını farklı sıcaklıktaki BSS'ler içine koyduk ve bunların kendiliğinden açılıp açılmadığını gözlemledik. Açılmayı etkileyecek tüm manevralardan kaçındık ve sadece sıcaklığın etkisini araştırdık. Ancak, 8 °C, 16 °C, 23 °C (rutin olarak kullandığımız BSS sıcaklığı) veya 36 °C BSS sıcaklıklarında DM rulolarında 10 dakikalık süre içinde hiçbir değişiklik gözlenmedi.

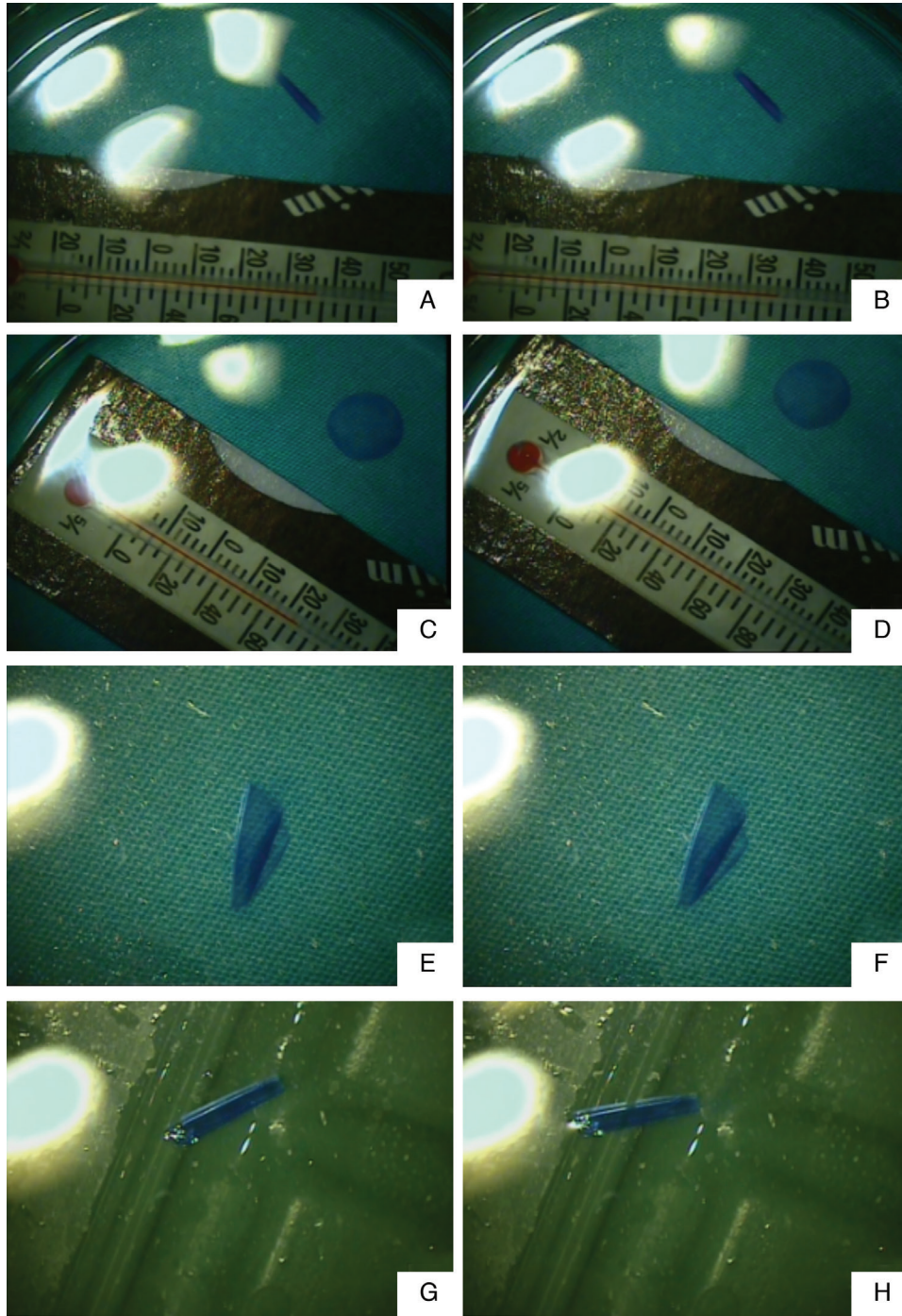
Çalışmamızda DM rulolarında sıkılaşma veya açılma meydana gelmedi. Normal fizyolojik vücut ısısı olan 36 °C'nin,

**Tablo 1. Başlangıçta gruplardaki Descemet membranı rulo oluşumu dağılımları**

|                         |          |                               | Gruplar       |                |                |                | Toplam |
|-------------------------|----------|-------------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|--------|
|                         |          |                               | Grup 1 (8 °C) | Grup 2 (16 °C) | Grup 3 (23 °C) | Grup 4 (36 °C) |        |
| Başlangıçta DM ruloları | 1/4 rulo | Sayı                          | 2             | 0              | 2              | 2              | 6      |
|                         |          | Başlangıç DM rulolarının %'si | %33,3         | %0             | %33,3          | %33,3          | %100,0 |
|                         |          | Grup içi %'si                 | %66,7         | %0             | %50,0          | %50,0          | %40,0  |
|                         | 2/4 rulo | Sayı                          | 1             | 2              | 1              | 2              | 6      |
|                         |          | Başlangıç DM rulolarının %'si | %16,7         | %33,3          | %16,7          | %33,3          | %100,0 |
|                         |          | Grup içi %'si                 | %33,3         | %50,0          | %25,0          | %50,0          | %40,0  |
|                         | 3/4 rulo | Sayı                          | 0             | 2              | 0              | 0              | 2      |
|                         |          | Başlangıç DM rulolarının %'si | %0            | %100,0         | %0             | %0             | %100,0 |
|                         |          | Grup içi %'si                 | %0            | %50,0          | %0             | %0             | %13,3  |
|                         | 4/4 rulo | Sayı                          | 0             | 0              | 1              | 0              | 1      |
|                         |          | Başlangıç DM rulolarının %'si | %0            | %0             | %100,0         | %0             | %100,0 |
|                         |          | Grup içi %'si                 | %0            | %0             | %25,0          | %0             | %6,7   |
| Toplam                  |          | Sayı                          | 3             | 4              | 4              | 4              | 15     |
|                         |          | Başlangıç DM rulolarının %'si | %20,0         | %26,7          | %26,7          | %26,7          | %100,0 |
|                         |          | Grup içi %'si                 | %100,0        | %100,0         | %100,0         | %100,0         | %100,0 |
| DM: Descemet membranı   |          |                               |               |                |                |                |        |

DM: Descemet membranı





**Resim 2.** Başlangıçta ve 10 dakika sonra farklı sıvı sıcaklıklarına bırakılan DM rulolarının açılma durumlarının gösterilmesi; (A) başlangıçta 36 °C BSS sıcaklığında DM rulosu; (B) 36 °C BSS sıcaklığında 10 dakika sonra DM rulosunun durumu; (C) başlangıçta 23 °C BSS sıcaklığında DM rulosu; (D) 23 °C BSS sıcaklığında 10 dakika sonra DM rulosu; (E) başlangıçta 16 °C BSS sıcaklığında DM rulosu; (F) 16 °C BSS sıcaklığında 10 dakika sonra DM rulosu; (G) başlangıçta 8 °C BSS sıcaklığında DM rulosu; (H) 8 °C BSS sıcaklığında 10 dakika sonra DM rulosu  
DM: Descemet membran, BSS: Dengeli tuz solüsyonu

DM rulolarının açılmasını destekleyeceğini düşünmüştük. Ancak böyle bir etki gözlemlemedik. BSS sıcaklığının DM ruloları üzerindeki etkisini moleküler düzeyde göstermememize rağmen, bu etkinin greftin açılma süresini değiştirmedeği

gözlenmiştir. Domuz kornea endotel hücrelerinin kullanıldığı bir çalışmada, buzdolabında saklanan göz irrigasyon çözeltisinin, kornea endotel hücrelerini, klimatizasyonu yapılan odada saklanan BSS'den daha fazla ısı hasarından koruduğu

bulunmuştur.<sup>19</sup> Sonuç olarak, DM grefti için daha düşük sıcaklıkta BSS tercih edilmesi avantajlı ve rasyonel olabilir çünkü BSS sıcaklığının daha yüksek olması DM grefti açılma süresi açısından yarar sağlamamaktadır.

#### Çalışmanın Kısıtlılıkları

Bu çalışmanın bazı kısıtlılıkları bulunmaktadır. İlk olarak, endotelial patolojiyi saptamak için biyomikroskopik inceleme yapıldı ve endotelial hücreler sayılamadı. Speküler mikroskopi yapma şansımız olsaydı, endotelial inceleme biyomikroskopik incelemeden daha değerli olurdu. İkincisi, ön kamaraya doku yerleştirilmesi simüle edilemedi.

#### Sonuç

Sonuç olarak, bu çalışmada farklı BSS sıcaklıklarının DM açılma süresi üzerinde etkisi olmadığı bulunmuştur. Endotel hücre kaybını azaltmak için daha az travmatik olan ve DM açılmasını kolaylaştıracak yöntemler araştırılmalıdır.

#### Etik

**Etik Kurul Onayı:** Adana Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi (174).

**Hasta Onayı:** Bu çalışma prospektif, *ex vivo* ve deneysel olarak planlanmıştır.

**Hakem Değerlendirmesi:** Editörler kurulu dışında olan kişiler tarafından değerlendirilmiştir.

#### Yazarlık Katkıları

**Cerrahi ve Medikal Uygulama:** Yusuf Koçluk, Konsept: Yusuf Koçluk, Emine Alyamaç Sukgen, Selim Cevher, Dizayn: Yusuf Koçluk, Emine Alyamaç Sukgen, Selim Cevher, Veri Toplama veya İşleme: Yusuf Koçluk, Analiz veya Yorumlama: Yusuf Koçluk, Emine Alyamaç Sukgen, Selim Cevher, Literatür Arama: Selim Cevher, Emine Alyamaç Sukgen, Yazan: Yusuf Koçluk, Selim Cevher.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar tarafından çıkar çatışması bildirilmemiştir.

**Finansal Destek:** Yazarlar tarafından finansal destek almadıkları bildirilmiştir.

#### Kaynaklar

1. Melles GR, Ong TS, Ververs B, van der Wees J. Descemet membrane endothelial keratoplasty (DMEK). *Cornea*. 2006;25:987-990.
2. Melles GR, Ong TS, Ververs B, van der Wees J. Preliminary clinical results of Descemet membrane endothelial keratoplasty. *Am J Ophthalmol*. 2008;145:222-227.
3. Heinzlmann S, Hüther S, Böhringer D, Eberwein P, Reinhard T, Maier P. Influence of donor characteristics on descemet membrane endothelial keratoplasty. *Cornea*. 2014;33:644-648.
4. Guerra FP, Anshu A, Price MO, Price FW. Endothelial keratoplasty: fellow eyes comparison of descemet stripping automated endothelial keratoplasty and descemet membrane endothelial keratoplasty. *Cornea*. 2011;30:1382-1386.
5. Tourtas T, Laaser K, Bachmann BO, Cursiefen C, Kruse FE. Descemet membrane endothelial keratoplasty versus descemet stripping automated endothelial keratoplasty. *Am J Ophthalmol*. 2012;153:1082-1090.
6. Chaurasia S, Ramappa M, Sangwan VS. Clinical outcomes of non-Descemet stripping automated endothelial keratoplasty. *Int ophthalmol*. 2012;32:571-575.
7. Mita M, Kanamori T, Tomita M. Corneal heat scar caused by photodynamic therapy performed through an implanted corneal inlay. *J Cataract Refract Surg*. 2013;39:1768-1773.
8. Price MO, Giebel AW, Fairchild KM, Price FW Jr. Descemet's membrane endothelial keratoplasty; prospective multi-center study of visual and refractive outcomes and endothelial survival. *Ophthalmology*. 2009;116:2361-2368.
9. Romano MR, Romano V, Mauro A, Angi M, Costagliola C, Ambrosone L. The Effect of Temperature Changes in Vitreoretinal Surgery. *Transl Vis Sci Technol*. 2016;5:4.
10. Romano MR, Vallejo-Garcia JL, Romano V, Angi M, Vinciguerra P, Costagliola C. Thermodynamics of vitreoretinal surgery. *Curr Eye Res*. 2013;38:371-374.
11. Vianna LM, Stoeger CG, Galloway JD, Terry M, Cope L, Belfort R Jr, Jun AS. Risk Factors for Eye Bank Preparation Failure of Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty Tissue. *Am J Ophthalmol*. 2015;159:829-834.
12. Guerra FP, Anshu A, Price MO, Giebel AW, Price FW. Descemet's membrane endothelial keratoplasty: prospective study of 1-year visual outcomes, graft survival, and endothelial cell loss. *Ophthalmology*. 2011;118:2368-2373.
13. Gorovoy IR, Cui QN, Gorovoy MS. Donor tissue characteristics in preparation of DMEK grafts. *Cornea*. 2014;33:683-685.
14. Maier AK, Gundlach E, Schroeter J, Klamann MK, Gonnermann J, Riechardt AI, Bertelmann E, Jousen AM, Torun N. Influence of the difficulty of graft unfolding and attachment on the outcome in descemet membrane endothelial keratoplasty. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2015;253:895-900.
15. Saad A, Guilbert E, Grise-Dulac A, Sabatier P, Gatineau D. Intraoperative OCT-Assisted DMEK: 14 Consecutive Cases. *Cornea*. 2015;34:802-807.
16. Droutsas K, Bertelmann T, Schroeder FM, Papaconstantinou D, Sekundo W. A simple rescue maneuver for unfolding and centering a tightly rolled graft in Descemet membrane endothelial keratoplasty. *Clin Ophthalmol*. 2014;8:2161-2163.
17. Busin M, Leon P, Scoria V, Ponzin D. Contact lens-assisted pull-through technique for delivery of tri-folded (endothelium in) DMEK grafts minimizes surgical time and cell loss. *Ophthalmology*. 2016;123:476-483.
18. Parekh M, Ruzza A, Ferrari S, Ahmad S, Kaye S, Ponzin D, Romano V. Endothelium-in versus endothelium-out for Descemet membrane endothelial keratoplasty graft preparation and implantation. *Acta Ophthalmol*. 2017;95:194-198.
19. Uthaisang-Tanechpongamb W, Limtrakarn W, Reepolmaha S. The effect of temperature of eye irrigation solution to reduce corneal endothelial cell loss during phacoemulsification: an in vitro model study. *J Med Assoc Thai*. 2012;95(Suppl 12):83-89.