



Tekrarlayan Retina Dekolmanı Cerrahisinde Subretinal Boya Kullanılarak Gizli Retina Yırtıklarının Tespiti

Detection of Occult Retinal Breaks Using Subretinal Dye in Recurrent Retinal Detachment Surgery

© Sabahattin Sül, © Sema Tamer Kaderli, © Elchin Osmanlı, © Ahmet Kaderli

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Tıp Fakültesi, Oftalmoloji Anabilim Dalı, Muğla, Türkiye

Öz

Amaç: Kliniğimizde nüks regmatojen retina dekolmanı (RRD) nedeniyle opere olan, ameliyat öncesi ve ameliyat sırasında gizli küçük retina yırtıklarını tespit edilememiş olgularda intraoperatif subretinal dual boya destekli tekniğin sonuçlarını ve etkinliğini değerlendirmeyi amaçladık.

Gereç ve Yöntem: Retrospektif gözlemsel bu çalışmaya kliniğimizde nüks RRD nedeniyle opere olan, ameliyat öncesi ve intraoperatif muayenelerinde retina yırtığı tespit edilmeyen 11 hasta dahil edildi. 41 gauge kanül ile uygulanan modifiye subretinal MembraneBlue-Dual® (trypan mavisi %0,15 + Brilliant Blue G %0,025 + PEG %4) boya yöntemi ile opere olan hastaların verileri incelendi. Ameliyat sonrası sonuçlar analiz edildi.

Bulgular: Olguların %38,4'ünde retinal yırtıklar, önceki lazer retinopeksi skarının arka kenarında yer alıyordu. %30,7'sinde daha önce lazer uygulanmış bir retinal yırtığın kenarından, %30,7'sinde yeni bir yırtıktan boya sızıntısı görüldü. Bir yıllık takipte tüm olgularda anatomik başarı, kalıcı retinal yatışıklık sağlandı. Bir yılda en iyi düzeltilmiş görme keskinliği, $2,0 \pm 0,3$ minimum rezolüsyon açısının logaritmasından (logMAR) $0,7 \pm 0,1$ logMAR'a iyileşme gösterdi.

Sonuç: Subretinal boya destekli teknik kullanımı ile tekrarlayan RRD'lerde tespit edilemeyen gizli küçük retinal yırtıklar başarıyla tespit edebilir.

Anahtar Kelimeler: Subretinal boya, retina dekolmanı, retinal yırtık, regmatojen retina dekolmanı, vitrektomi

Abstract

Objectives: To evaluate the results and effectiveness of the intraoperative subretinal dual dye-assisted technique in patients treated in our clinic for recurrent rhegmatogenous retinal detachment (RRD), where small hidden retinal tears could not be detected before or during surgery.

Materials and Methods: This retrospective observational study included 11 patients who underwent surgery in our clinic for recurrent RRD and in whom no retinal tears were detected during either preoperative or intraoperative examinations. Data from patients who underwent surgery using the modified subretinal MembraneBlue-Dual® (trypan blue 0.15% + Brilliant Blue G 0.025% + PEG 4%) dye method applied with a 41-gauge cannula were examined. Postoperative outcomes were analyzed.

Results: In 38.4% of patients, retinal tears were located at the posterior edge of a previous laser retinopexy scar. Dye leakage was seen from the edge of a previously lasered retinal tear in 30.7% and from a new tear in 30.7%. At 1-year follow-up, anatomical success and permanent retinal reattachment were achieved in all of the patients. At postoperative 1 year, best corrected visual acuity had increased from 2.0 ± 0.3 logarithm of the minimum angle of resolution (logMAR) to 0.7 ± 0.1 logMAR.

Conclusion: Occult small retinal tears that are undetectable in recurrent RRD can be successfully identified using the subretinal dye-assisted technique.

Keywords: Subretinal dye, retinal detachment, retinal tears, rhegmatogenous retinal detachment, vitrectomy

Cite this article as: Sül S, Tamer Kaderli S, Osmanlı E, Kaderli A. Detection of Occult Retinal Breaks Using Subretinal Dye in Recurrent Retinal Detachment Surgery. Turk J Ophthalmol. 2026;56:41-46

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Sema Tamer Kaderli, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Tıp Fakültesi, Oftalmoloji Anabilim Dalı, Muğla, Türkiye

E-posta: sematamerkaderli@hotmail.com

ORCID-ID: orcid.org/0000-0003-4851-6527

Geliş Tarihi/Received: 29.06.2025

Revizyon Talebi/Revision Requested: 18.09.2025

Son Revizyon Alınma/Last Revision Received: 22.09.2025

Kabul Tarihi/Accepted: 17.11.2025

Yayın Tarihi/Publication Date: 18.02.2026

DOI: 10.4274/tjo.galenos.2025.91043

Giriş

Pars plana vitrektomi (PPV), regmatojen retina dekolmanı (RRD) için yaygın olarak yapılan bir cerrahidir.^{1,2} Sıvı girişini önlemek ve retina adezyonunu sağlamak için sıklıkla gaz ve silikon yağı gibi tamponadlar kullanılır.^{1,3,4} Bu müdahalelere rağmen, retina dekolmanı ameliyatları bazen yeni veya gözden kaçan retina kırıkları, önceki yırtıkların yeniden açılması veya proliferatif vitreoretinopati (PVR) gibi faktörler nedeniyle başarısız olur.^{5,6} Bu nedenle, bu sorunların belirlenmesi ve çözülmesi başarılı cerrahi sonuçlar elde etmek için çok önemlidir.



Başarılı bir retina dekolmanı onarımı için retina deliklerinin veya yırtıklarının saptanması kritik öneme sahiptir. Ancak bu, daha önceki ameliyatlarda yapılan modifikasyonlar nedeniyle zor olabilir. Gizli retina yırtıklarını tespit etmek için boya destekli teknik, daha önce tespit edilmemiş retina yırtıklarının tanımlanmasını basitleştiren, anatomik ve fonksiyonel başarıyı artıran umut verici bir yöntemdir. Literatürde yer alan olgu sunumlarında 180° endolazer retinopeksi ile birlikte veya tek başına yapılan tripan mavisi veya MembraneBlue-Dual® gibi subretinal boya enjeksiyonlarının etkinliği gösterilmiştir.^{7,8}

Bu çalışma, preoperatif veya intraoperatif muayenede retina yırtığı tespit edilemeyen RRD'li hastalarda gizli retina yırtıklarını tespit etmek için subretinal MembraneBlue-Dual® boya enjeksiyonunun etkinliğini ve güvenliğini değerlendirmeyi amaçlamıştır.

Gereç ve Yöntem

Bu retrospektif çalışmaya tekrarlayan RRD nedeniyle bölümümüze başvuran, preoperatif ve ilk intraoperatif muayenelerinde retina yırtığı saptanmayan ve sonrasında subretinal boya enjeksiyonu yapılan hastalar dahil edildi. Çalışma Helsinki Bildirgesi'ne uygun olarak yürütüldü ve Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Tıbbi Bilimler Etik Kurulu'ndan onay alındı (protokol no: 241048, karar no: 127, tarih: 22.11.2024) alındı. Çalışmanın retrospektif olması nedeniyle onam alınması gerekli görülmedi.

Ocak 2018 ile Ocak 2023 tarihleri arasında yırtık saptanamayan rekürren RRD için PPV yapılan hastaların tıbbi kayıtları analiz edildi. Ameliyat sırasındaki yaş, cinsiyet, lateralite, geçirilen ameliyatlara, geçirilen ameliyat tipi, eşlik

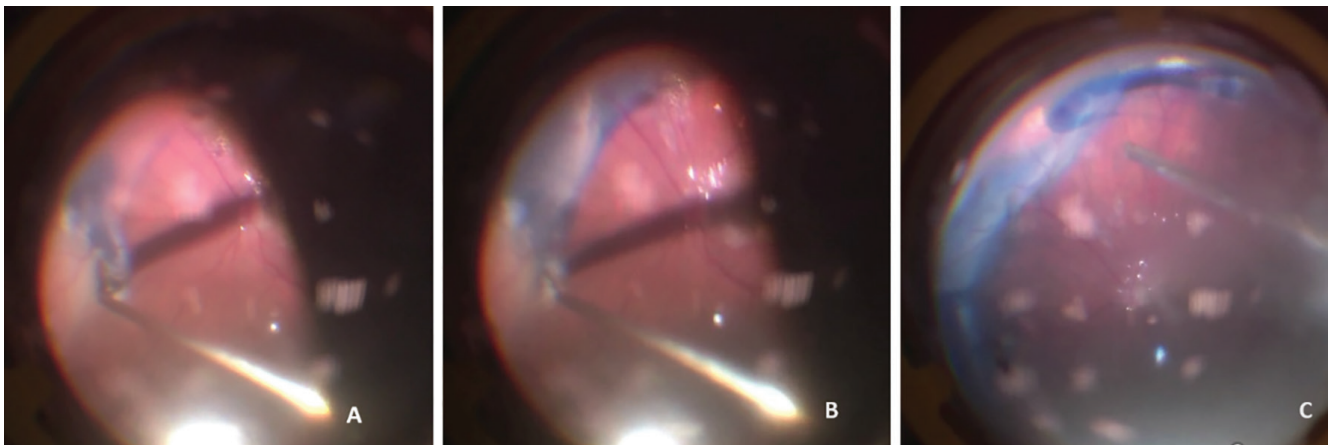
eden oküler bozukluklar, en iyi düzeltilmiş görme keskinliği (EİDGK), göz içi basıncı değerleri, biyomikroskopik ön segment ve fundus muayene bulguları, optik koherens tomografi (OKT) ve PPV'den önce ve 6 ay ile 1 yıl sonra Optos 200Tx sistemi (Optos plc, Dunfermline, İngiltere) ile çekilen ultra geniş alan görüntüleri, komplikasyonlar ve hastalık seyri verileri toplandı.

Dahil edilmeme kriteri, preoperatif veya intraoperatif olarak skleral indentasyon ile retina yırtığı tespit edilmeyen RRD idi. Dışlama kriterleri primer retina dekolmanı, vitrektomi ile kombine skleral toka cerrahisi öyküsü ve preoperatif veya intraoperatif retina yırtıklarının saptanması olarak belirlendi.

Cerrahi işlemler aynı uzman vitreoretinal cerrah (S.S.) tarafından yapıldı ve tüm hastalara yapılan işlemler benzerdi ([Şekil 1](#)). İşlemlere retina ve optik diskin arka kutbunu olası boya toksisitesinden korumak için perflorokarbon ağır sıvı enjeksiyonu ile başlandı. MembraneBlue-Dual® (%0,15 trypan mavisi + %0,025 Brilliant Blue G + %4 PEG) daha sonra 41 gauge kanül kullanılarak subretinal boşluğa enjekte edildi. Subretinal sıvıyı retina periferine doğru kaydırmak için ek perflorokarbon ağır sıvı enjeksiyonu yapıldı. Göz döndürülerek boyanın mini yırtıktan çıkmasına izin verildi. Böylece yırtığın tanımlanması kolaylaştırıldı. PPV için cerrahi başarı, postoperatif en az 1 yıl boyunca nörosensoriyel retinanın yatışık kalması olarak tanımlandı.

İstatistiksel Analiz

Hasta demografik verileri, cerrahi geçmişi ve elde edilen sonuçlar tanımlayıcı istatistikler kullanılarak analiz edildi. Yaş, ameliyatlara arası süre gibi sürekli değişkenler ortalama $\pm$ standart deviasyon (SD) olarak ifade edildi.



Şekil 1. Cerrahi prosedür: A) boya 41 gauge kanül kullanılarak subretinal boşluğa enjekte edildi; B) boya, subretinal sıvıyı retina periferine doğru kaydırır; C) daha sonra boya çok küçük bir yırtıktan çıkana kadar vitreus kavitesine ek perflorokarbon ağır sıvı enjekte edildi

Cinsiyet dağılımı ve kullanılan tamponad tipi gibi kategorik değişkenler frekans ve yüzde olarak gösterildi. Postoperatif üçüncü ve altıncı ayda görme keskinliği sonuçları ortalama $\pm$ SD olarak verildi. Örneklem büyüklüğünün küçük olması göz önüne alındığında, çıkarımsal istatistiksel testler yapılmadı ve sonuçlar tanımlayıcı olarak yorumlandı.

Bulgular

Toplam 11 hasta dosyası çalışmaya dahil edildi. Ortalama yaş $52,6 \pm 12,5$ yılı. Hastaların 8'i (%72,7) kadın, 3'ü (%27,3) erkekti. PPV ameliyatları arasındaki ortalama süre $65 \pm 11,3$ gündü. İşlemler açısından 3 göze (%27,3) pnömatik retinopeksi, 7 göze (%63,6) gaz tamponadı ve PPV, 1 göze silikon yağı ve PPV yapıldı. Olguların 6'sında (%54,5) travma öyküsü mevcutken, 5'inde (%45,5) periferik dejenerasyon vardı. Sadece bir olguda remnant vitreus tabanı çevresinde inferior kadranda PVR izlendi. Ancak bu alan yataşıktı, önünde daha önce yapılan lazer tedavilerinin spotları mevcuttu ve rekürren retina yırtığı o alandan uzaktaydı. Boya ile tespit edilen yeni retina yırtığı önceki lazer retinopeksi skarının kenarında farklı bir kadranda yerleşmişti. Kohortumuzda PVR ilişkili dekolman görülen hasta yoktu ve tüm olgularda tekrarlayan RRD gizli yırtıklara bağlıydı. Hastaların demografik ve başlangıç özellikleri [Tablo 1](#)'de özetlenmiştir.

Subretinal boya ile her olguda klinik olarak tanımlanamayan en az bir retina yırtığı tespit edildi. Bu yırtıkların %38,4'ü daha önce yapılan lazer retinopeksiye

ait skarın arka kenarında ve %30,7'si daha önce lazer uygulanmış bir retinal yırtığın kenarında yer alıyordu. %30,7'si ise yeni yırtıklardı ([Şekil 2](#)). Tamponad için beş olguda silikon yağı ve altı olguda C3F8 kullanıldı. On bir hastanın tamamında persistan retinal yatışma sağlandı.

Silikon yağının uzaklaştırılması ve gaz tamponadının absorbe edilmesinden sonra 1 yıllık takipte retinalar yatışık kaldı ([Tablo 2](#)). EİDGK, $2,0 \pm 0,3$ minimum rezolüsyon açısının logaritmasından (logMAR) postoperatif 3. ayda $0,8 \pm 0,1$ logMAR'a ve postoperatif 6. ayda $0,7 \pm 0,1$ logMAR'a iyileşme gösterdi.

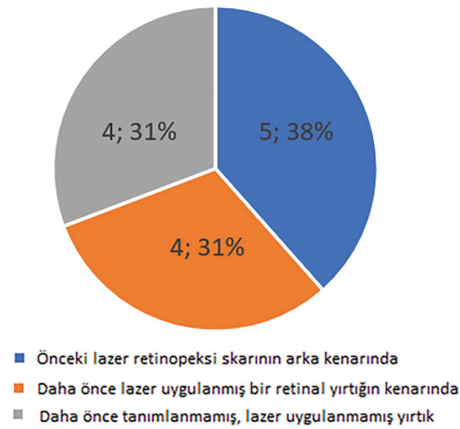
Postoperatif 6. ayda iki hastada minimal kistoid maküla ödemi (KMÖ) izlendi ve sub-Tenon triamsinolon asetonid enjeksiyonu yapıldı. Sub-Tenon enjeksiyondan üç hafta sonra her iki hastada da KMÖ geriledi. Sadece bir hastada temporal parafoveal alanda dış limitan membran ve elipsoid zonda fokal hasar mevcuttu. Ortalama RSLT kalınlığı postoperatif 6. ay ve 1. yılda sırasıyla $94,2 \pm 9,7$ ve $91,9 \pm 7,6$ μ m idi. Bir yıllık takipte ortalama EİDGK $0,7 \pm 0,1$ logMAR'da sabit kaldı. Postoperatif başka komplikasyon gelişmedi.

Tartışma

Bu çalışmada klinik olarak saptanamayan retina yırtıklarını tanımlamak için literatürde bildirilen şekilde subretinal boya tekniği kullanılmış ve klinik sonuçlar özetlenmiştir. Bu teknikte, retina altına çift mavi boya

Tablo 1. Hastaların başlangıçtaki demografik verileri ve klinik bulguları (n=11)

Yaş (yıl), (ortalama $\pm$ SD)	52,6 $\pm$ 12,5
Cinsiyet (kadın/erkek), n	8/3
Lateralite (sağ/sol), n	7/4
GİB (mmHg), ortalama $\pm$ SD	7,2 $\pm$ 1,2
PPV'ler arasındaki süre (gün) ortalama $\pm$ SD	65,0 $\pm$ 11,3
Önceki tedavi, n (%)	
Pnömatik retinopeksi	3 (27,2)
PPV + gaz tamponadı	7 (63,6)
PPV + silikon yağı	1 (9,1)
Travma öyküsü, n (%)	6 (54,5)
Periferik dejenerasyon varlığı, n (%)	5 (45,4)
PVR varlığı, n (%)	1 (9,1)
RD'nin konumu (üst/alt/total), n	3/4/4
Maküla dahil/hariç RD, n	3/8
SD: Standart deviasyon, GİB: Göz içi basıncı, PPV: Pars plana vitrektomi, PVR: Proliferatif vitreoretinopati, RD: Retina dekolmanı	



Şekil 2. Tespit edilen gizli yırtıkların konumları

Tablo 2. Postoperatif klinik özellikler (n=11)				
	Başlangıç	Postoperatif 3. ay	Postoperatif 6. ay	Postoperatif 1. yıl
EİDGK (logMAR), ortalama $\pm$ SD	2,0 $\pm$ 0,3	0,8 $\pm$ 0,1	0,7 $\pm$ 0,1	0,7 $\pm$ 0,1
GİB (mmHg), ortalama $\pm$ SD	7,2 $\pm$ 1,2	14,0 $\pm$ 3,2	13,5 $\pm$ 2,3	12,5 $\pm$ 1,8
SMK (μ m), ortalama $\pm$ SD	-	342 $\pm$ 45	321 $\pm$ 52	311 $\pm$ 48
RSLT (μ m), ortalama $\pm$ SD	-	101,0 $\pm$ 8,9	94,2 $\pm$ 9,7	91,9 $\pm$ 7,6
KMÖ varlığı, n (%)	-	1 (9,1)	2 (18,1)	-
ELM hasarı varlığı, n (%)	-	1 (9,1)	1 (9,1)	1 (9,1)
EZ hasarı varlığı, n (%)	-	1 (9,1)	1 (9,1)	1 (9,1)

EİDGK: En iyi düzeltilmiş görme keskinliği, logMAR: Minimum rezolüsyon açısının logaritması, SD: Standart deviasyon, GİB: Göz içi basıncı, SMK: Santral maküla kalınlığı, RSLT: Retina sinir lifi tabakası, KMÖ: Kistoid maküla ödemi, ELM: Eksternal limitan membran, EZ: Elipsoid zon

enjekte edildikten sonra gizli retina yırtıklarını ortaya çıkarmak için perflorokarbon ağır sıvılar kullanılır. Bu yaklaşım tüm hastalarda retina yırtıklarını başarılı bir şekilde göstermiştir.

Retina yırtıklarının tanımlanması RRD'nin onarımında çok önemlidir.^{7,9} Tipik olarak, retina yırtıkları Lincoff kuralları ve ameliyattan önce ve ameliyat sırasında dikkatli değerlendirme ile tanımlanır. Sıvı perflorokarbon kullanılan cerrahilerde subretinal sıvının vitreus boşluğuna geçmesi yırtıkların saptanmasını kolaylaştırabilir. Ancak, preoperatif ve intraoperatif kapsamlı değerlendirmeye rağmen küçük retina yırtıkları gözden kaçabilir. Bu yırtıklar gözden kaçırılırsa, subretinal boşluğa transretinal sıvı akışına yol açarak yeniden dekolmana ve cerrahi başarısızlığa neden olabilir.^{7,8,9,10}

Daha önce yapılan çalışmalarda tespit edilemeyen retina yırtıklarının vital boyalar kullanılarak tespit edilebildiği ve bazı tekniklerin çok başarılı olduğu gösterilmiştir. Gupta ve ark.⁹ subretinal sıvının en derin olduğu bölgeye trans-skleral Vision Blue® enjeksiyonu yapmışlardır. Ancak hipotoni ve hemoraji gibi olası komplikasyonlar

nedeniyle bu tekniğin kullanımı sınırlıdır.^{9,11} Jackson ve ark.⁷ ve Wong ve ark.¹² tarafından yapılan olgu serilerinde, MembraneBlue®, geleneksel yöntemlerin başarısız olduğu karmaşık retina dekolmanı olan gözlerde gizli yırtıkları başarıyla göstermiştir. Daha yakın zamanda yapılan bir çalışmada, Khanduja ve ark.¹³ tripan mavisini kullanarak modifiye subretinal boya ekstrüzyon tekniği (MORE-DETECH) ile silikon yağı endotamponadı çıkarıldıktan sonra retina dekolmanında gizli retina yırtıklarının başarılı bir şekilde saptandığını bildirmiştir. Yaptıkları çalışmada bu tekniğin yırtıkları tespit etme başarısının %90,4 olduğu ve en sık lazer retinopeksi skarlarının arka kenarında olan yırtıkların saptandığı bulunmuştur. Berarducci ve ark.¹⁴ benzer şekilde kromofor destekli yöntem ile (MembraneBlue-Dual® kullanarak) gizli retina yırtıklarının tespit edilebildiğini ve retina dekolmanı cerrahisinde karşılaşılan zor durumları yönetmek için değerli bir cerrahi teknik olduğunu bildirmişlerdir.

Bununla birlikte, boya kullanımı, boya ile ilgili toksisite ve iyatrojenik retina deliklerinin oluşması gibi riskler nedeniyle tartışma konusu olmaya devam etmektedir.

ve yazarlar bu komplikasyonları en aza indirmek için dikkatli olunması gerektiğini vurgulamışlardır.^{7,12,15,16,17,18} Çalışmamızda ikili boya enjeksiyonundan önce arka kutbu korumak için perflorokarbon ağır sıvı uygulandı. Bulgularımız subretinal boyanın etkinliğini destekleyen raporlarla uyumludur.^{7,17} Daha önceki çalışmalarda belirtilen komplikasyonların ortaya çıkmaması^{7,12} bu modifiye yaklaşımın daha güvenli bir yöntem olabileceğini düşündürmektedir.

Boya seçimi önemlidir. Brilliant Blue tipik olarak iç limitan membranı görselleştirmek için kullanılır ve toksisitesinin daha düşük olması nedeniyle daha güvenlidir.¹⁸ Ancak, geride kalan vitreus veya membranın daha iyi görülmesine olanak sağladığı için bu çalışmada MembraneBlue-Dual® kullanmayı tercih ettik. Bu karar, tripan mavisinin %0,04'ün üzerindeki konsantrasyonlarda doza bağlı nörotoksositeye neden olabileceğini öne süren sıçan modellerinde yapılan araştırmalara rağmen verilmiştir.¹⁸ Klinik bulgular ve OKT verilerine göre retina toksisitesi gözlenmemesine rağmen, boya yardımcı vitrektomiye takiben hafif fonksiyonel değişikliklerin saptanmasında etkili olan elektrofizyolojik testler veya mikropometri yapmadığımız için subklinik toksisite ile ilgili kesin çıkarımda bulunulamamıştır.^{19,20,21}

Çalışmanın Kısıtlılıkları

Bu çalışmada ciddi bir yan etki gözlenmedi ve ameliyat sonrası görme keskinlikleri beklendiği gibi iyileşme gösterdi. Bununla birlikte, örneklem büyüklüğünün küçük olması, bulguların genellenebilirliğini kısıtlayabilir. Çalışmamızın bir diğer kısıtlılığı elektrofizyolojik testler ve mikropometri gibi ileri değerlendirmelerin yapılmamış olmasıdır. Ayrıca, subretinal boya ihtiyacı genellikle sadece ameliyat sırasında ortaya çıktığından başlangıç verilerinin toplanması zor olmuştur. Subretinal boyaların etkinliği ve güvenilirliği konusunda daha kesin sonuçlar elde etmek için gelecekte çok merkezli, daha büyük hasta popülasyonlarına sahip prospektif randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır. Ayrıca, hayvan çalışmaları, boya konsantrasyonlarının ve uygulama tekniklerinin optimize edilmesine yardımcı olacak ve olası uzun dönem toksisitenin değerlendirilmesine olanak sağlayacaktır.

Sonuç

Elde edilen sonuçlar, preoperatif ve intraoperatif muayeneler sırasında retina yırtıklarının tespit edilemediği zorlu durumlarda subretinal boya kullanımının yararlı olduğuna işaret etmektedir. Rutin kullanımı önermesek de, tekrarlayan retina dekolmanı veya başarısız retina dekolmanı cerrahisi öyküsü olan hastalar gibi spesifik popülasyonlarda değerli bir araç olabilir. PVR gelişme riski yüksek olan hastalar için subretinal boya uygulaması anatomik sonuçları iyileştirebilir ve klinik kararlar

verilirken akılda bulundurulmalıdır. Bununla birlikte, klinik uygulamada kullanılabilmesi için net kılavuzların oluşturulmasına olanak sağlayacak daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

Etik

Etik Kurul Onayı: Çalışma Helsinki Bildirgesi'ne uygun olarak yürütüldü ve Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Tıbbi Bilimler Etik Kurulu'ndan onay alındı (protokol no: 241048, karar no: 127, tarih: 22.11.2024) alındı.

Hasta Onayı: Retrospektif çalışma.

Beyan

Yazarlık Katkıları

Cerrahi ve Medikal Uygulama: S.S., S.T.K., Konsept: S.S., S.T.K., A.K., E.O., Dizayn: S.S., S.T.K., A.K., E.O., Veri Toplama veya İşleme: S.T.K., E.O., Analiz veya Yorumlama: S.T.K., S.S., E.O., Literatür Arama: S.T.K., A.K., S.S., Yazan: E.O., S.T.K.

Çıkar Çatışması: Yazarlar bu makale ile ilgili olarak herhangi bir çıkar çatışması bildirmemiştir.

Finansal Destek: Çalışmamız için hiçbir kurum ya da kişiden finansal destek alınmamıştır.

Kaynaklar

1. Zhou C, Qiu Q, Zheng Z. Air versus gas tamponade in rhegmatogenous retinal retinal detachment with inferior breaks after 23-gauge pars plana vitrectomy: a prospective, randomized comparative interventional study. *Retina*. 2015;35:886-891.
2. Zhou C, Gu C, Li B, Wang Y, Hu Y, She X, Shi Y, Ma M, Sun T, Qiu Q, Fan Y, Chen F, Wang H, Liu K, Sun X, Xu X, Zheng Z. The cause of redetachment after vitrectomy with air tamponade for a cohort of 1715 patients with retinal detachment: an analysis of retinal breaks reopening. *Eye Vis (Lond)*. 2023;10:9.
3. Sinawat S, Ratanapakorn T, Sanguansak T, Prompol S, Laopaiboon M, Yospaiboon Y. Air vs perfluoropropane gas in pneumatic retinopexy: a randomized noninferiority trial. *Arch Ophthalmol*. 2010;128:1243-1247.
4. Singh A, Boustani G, Michez M, Bali E. Routine use of air tamponade in pars plana vitrectomy for primary rhegmatogenous retinal detachment repair. *Ophthalmologica*. 2021;244:543-550.
5. Foster RE, Meyers SM. Recurrent retinal detachment more than 1 year after reattachment. *Ophthalmology*. 2002;109:1821-1827.
6. Quiram PA, Gonzales CR, Hu W, Gupta A, Yoshizumi MO, Kreiger AE, Schwartz SD. Outcomes of vitrectomy with inferior retinectomy in patients with recurrent rhegmatogenous retinal detachments and proliferative vitreoretinopathy. *Ophthalmology*. 2006;113:2041-2047.
7. Jackson TL, Kwan AS, Laidlaw AH, Aylward W. Identification of retinal breaks using subretinal trypan blue injection. *Ophthalmology*. 2007;114:587-590.
8. Papavasileiou E. New application of membrane blue-dual dye for retinal or iatrogenic break staining in retinal detachment surgery. *Hell J Nucl Med*. 2019;22:63-70.

9. Gupta D, Ong J, Burton RL. Trans-scleral dye injection during vitreous surgery to identify clinically undetectable retinal breaks causing retinal detachment. *Eye (Lond)*. 2011;25:1045-1049.
10. Lincoff H, Kreissig I. Extraocular repeat surgery of retinal detachment. A minimal approach. *Ophthalmology*. 1996;103:1586-1592.
11. Kim JH, Bertram KM, Quirk MT, Arroyo JG. Modified external needle drainage of subretinal fluid in primary rhegmatogenous retinal detachment: a prospective, consecutive, interventional, single-surgeon study. *Retina*. 2007;27:1231-1237.
12. Wong R, Gupta B, Aylward GW, Laidlaw DA. Dye extrusion technique (DE-TECH): occult retinal break detection with subretinal dye extrusion during vitrectomy for retinal detachment repair. *Retina*. 2009;29:492-496.
13. Khanduja S, Sinha S, Gogia V, Kakkar A, Vohra R. Modified subretinal dye extrusion technique (MORE-DETECH): subretinal diluted trypan blue for detecting occult retinal breaks in retinal detachment after endotamponade removal. *Int Ophthalmol*. 2013;33:729-732.
14. Berarducci A, Colasante M, Laborante A. Chromophore-assisted retinal break detection to manage challenging situations in retinal detachment redo surgery. *Case Rep Ophthalmol Med*. 2020;2020:1389434.
15. Jackson TL. Indocyanine green accused. *Br J Ophthalmol*. 2005;89:395-396.
16. Jackson TL. Vital staining and retinal detachment surgery. *Dev Ophthalmol*. 2008;42:126-140.
17. Fang Y, Yao XQ, Niu LL, Wu JH, Thee EF, Chen DF, Chen JY, Sun XH. Safety evaluation of subretinal injection of trypan blue in rats. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2018;22:2923-2933.
18. Farah ME, Maia M, Penha FM, Rodrigues EB. The use of vital dyes during vitreoretinal surgery - chromovitrectomy. *Dev Ophthalmol*. 2016;55:365-375.
19. Caporossi T, Finocchio L, Tartaro R, Franco F, Barca F, Rizzo S. New vital dye injection technique with vitrectomy probe. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina*. 2018;49:528-533.
20. Jun SY, Kong M. Microperimetric analysis of eyes after macular hole surgery with indocyanine green staining: a retrospective study. *BMC Ophthalmol*. 2023;23:430.
21. Chen IH, Li MS, Tseng CL, Tu HP, Sheu SJ. Analysis of retinal microstructure and electrophysiology in eyes following pars plana vitrectomy and membrane peeling for vitreomacular interface disorders. *BMC Ophthalmol*. 2025;25:235.