



Mini-Monovizyon Tekniği ile Enhanced Monofokal (Mono-EDOF) Göz İçi Lens Uygulaması Klinik Sonuçlarının Trifokal Göz İçi Lens Uygulamalarıyla Karşılaştırılması

Clinical Outcomes of Enhanced Monofocal (Mono-EDOF) Intraocular Lenses with the Mini-Monovision Technique versus Trifocal Intraocular Lenses: A Comparative Study

İzzet Can¹, Hasan Ali Bayhan²

¹Serbest Hekim, Ankara, Türkiye

²Yozgat Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Yozgat, Türkiye

Öz

Amaç: Enhanced monofokal göz içi lensleriyle (GİL) mini-monovizyon (MMV) ve trifokal GİL uygulamaları klinik sonuçlarının karşılaştırması ve MMV grubunda gözler arası farklılıkların değerlendirilmesi amaçlandı.

Gereç ve Yöntem: Retrospektif gözlemsel çalışmada, presbiyopi tedavisi amaçlanan toplam 24 hastanın, 48 gözünde yapılan katarakt ameliyatlarının sonuçları değerlendirildi. Ameliyatlar, Grup I'de MMV için, RayOne EMV GİL ile dominant gözlerde emetropi (Grup IA), non-dominant gözlerde (Grup IB) -0,70 diyoptri (D) miyopi hedeflenerek, Grup II'de AcrySof® IQ PanOptix™ TNFT00 GİL kullanılarak emetropi hedefiyle gerçekleştirildi. Gruplarda ameliyatlar sonrası düzeltilmemiş ve düzeltilmiş uzak, ara ve yakın mesafe görme keskinlikleri, kontrast duyarlılık ölçümleri yapıldı ve defokus eğrileri saptandı. Subjektif değerlendirme VFQ-25 ("National Eye Institute Visual Function Questionnaire"-NEI) ile yapıldı. Gruplar istatistiki olarak karşılaştırıldı.

Bulgular: Postoperatif refraksiyon ortalama sferik eşdeğer Grup IA'da $-0,25 \pm 0,22$ D, Grup IB'de $-0,67 \pm 0,33$ D, Grup II'de $-0,16 \pm 0,31$ D oldu. Düzeltilmemiş uzak görmeye Grup IA, yakın görmeye Grup IB lehine istatistiki farklılık saptandı ($p < 0,05$). Grup I ve II'de bilateral düzeltilmemiş görmeler için fark bulunmadı ($p > 0,05$). Kontrast duyarlılık tüm uzaysal frekanslarda Grup I'de daha iyi ($p < 0,05$) bulunurken, defokus eğrisinde Grup IA'da uzakta, Grup IB'de yakın mesafede daha iyi görme sağlandı. Binoküler değerlendirmede Grup I ve II'nin yakın sonuç verdiği görüldü. Subjektif değerlendirmede, 6. ayda NEI-VFQ-25 testiyle Grup I'de $94,1 \pm 4,2/100$, Grup II'de $91,5 \pm 3,0/100$ sonuç alındı ($p > 0,05$). Disfotopsik yakınmaların Grup II'de belirgin derecede fazla olduğu görüldü.

Sonuç: MMV tekniği ile enhanced monofokal lenslerle her mesafe için trifokal lensler kadar iyi görme keskinliği, daha iyi görme kalitesi ve daha

az disfotopsik semptomlar görüldü. Buna karşılık gözlükten bağımsızlık sağlamada trifokal lenslerin daha iyi sonuç verdiği görüldü.

Anahtar Kelimeler: Presbiyopi düzelten göziçi lensleri, mini-monovizyon tekniği, enhanced monofokal göz içi lensler, mono-EDOF göz içi lensler

Abstract

Objectives: It was aimed to compare the clinical results of the mini-monovision technique (MMV) with enhanced monofocal intraocular lens (IOL) and trifocal IOL applications and to evaluate the intereye differences in the MMV group.

Materials and Methods: This retrospective observational study evaluated the results of cataract surgeries performed on 48 eyes of 24 patients. Surgeries in Group I were performed for MMV using the RayOne EMV IOL targeting emmetropia in dominant eyes (Group IA) and -0.70 diopter (D) myopia in non-dominant eyes (Group IB), while those in Group II were performed with the AcrySof® IQ PanOptix™ TNFT00 IOL targeting emmetropia. After the surgeries, uncorrected and corrected distance, intermediate, and near distance visual acuities, contrast sensitivity measurements, and defocus curves were determined. Subjective evaluation was made with the National Eye Institute Visual Function Questionnaire (NEI VFQ-25). The groups were compared statistically.

Results: Postoperative refraction mean spherical equivalent was $-0,25 \pm 0,22$ D, $-0,67 \pm 0,33$ D, and $-0,16 \pm 0,31$ D in the three groups, respectively. A statistical difference was identified in favor of Group IA for uncorrected distance vision and in favor of Group IB for near vision ($p < 0,05$). There was no difference in bilateral uncorrected visions in Groups I and II ($p > 0,05$). While contrast sensitivity was better in Group I at all spatial frequencies ($p < 0,05$), better vision was achieved in the defocus curve at distance in Group IA and at near in Group IB. In the binocular evaluation, it was seen that Groups I and II had similar results. In the subjective evaluation, NEI-VFQ-25 scores were $94,1 \pm 4,2/100$ in Group I and $91,5 \pm 3,0/100$ in Group II at 6 months ($p > 0,05$). Photoc complaints were significantly more common in Group II.

Conclusion: With the MMV technique, it was observed that enhanced monofocal lenses provided better visual acuity at all distances and less dysphotopsia than trifocal lenses, whereas trifocal lenses were better at providing independence from glasses.

Keywords: Presbyopia-correcting intraocular lenses, mini-monovision technique, enhanced monofocal IOLs, mono-EDOF IOLs

Cite this article as: Can İ, Bayhan HA. Clinical Outcomes of Enhanced Monofocal (Mono-EDOF) Intraocular Lenses with the Mini-Monovision Technique versus Trifocal Intraocular Lenses: A Comparative Study. Turk J Ophthalmol. 2024;54:190-197

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: İzzet Can, Serbest Hekim, Ankara, Türkiye

E-posta: izzetcan@yahoo.com ORCID-ID: orcid.org/0000-0002-5810-3104

Geliş Tarihi/Received: 18.04.2024 Kabul Tarihi/Accepted: 24.07.2024

DOI: 10.4274/tjo.galenos.2024.27805



Giriş

Günümüzde katarakt cerrahisi hem kataraktın tedavisi hem de presbiyopi tedavisi için yoğun olarak kullanılır hale gelmiştir. Önceleri monofokal göz içi lensleri (GİL) ile katarakt tedavisi birçok yönden sorunsuz sürdürülürken,^{1,2} konu presbiyopi tedavisine geldiğinde ancak monovizyon tekniği ile kısmen sonuç alınabilmekteydi.³ Bu nedenle presbiyopi tedavisine yönelik olarak önce bifokal daha sonra trifokal GİL yaygın kullanım alanı buldu. Trifokal GİL'lerin yakın, ara ve uzak mesafelerde çok başarılı görme keskinlikleri sağladığı, çok yüksek oranda gözlükten bağımsızlığa imkân tanıdığı tanımlanmakla beraber, aynı zamanda anlamlı disfopsi yakınmaları ve kontrast duyarlılık kaybı gibi nedenlerle endikasyon alanlarını, hastaların özellikle yaşam stillerine ve eşlik eden oküler hastalıklarına bağılı olarak sınırladığı görüldü.^{4,5,6} Daha sonra odak derinliğini artıran ("enhanced depth of focus"- EDOF) grubu lensler presbiyopi tedavisine girdi. Ancak bunların ilk ortaya çıkan grubu olan, odak derinliği artışının multifokal optik özelliklerle kombine edildiği, hibrit EDOF GİL'lerinin presbiyopi tedavisinde yeterli bir çözüm getirmediği gibi trifokal lenslerin yukarıda bahsedilen sorunlarını da neredeyse aynı oranda klinik alana taşıdığı tespit edildi.^{7,8} Takiben odak derinliği artıran bir başka alt grup lens "monofokal plus" ya da "monofokal enhanced" adı altında kullanılmaya başlandı. Özellikle sferik aberasyon (SA) kullanılarak odak derinliği artıran pür EDOF (non-difraktif, non-refraktif) olarak da isimlendirilebilen⁹ bu grupta disfopsi ve kontrast duyarlılık kaybı gibi sorunların anlamlı derecede ortadan kalktığı görülse de yakın görmeye trifokal lenslerde olduğu kadar mükemmeliyete ulaşamadığı görüldü.¹⁰ Bu son problemin de giderilmesi için bu grup lenslerin "mini-monovizyon tekniği" (MMV) ile yani dominant göz için emetropi hedeflenirken, non-dominant göz için, -0,25 diyoptri (D) ila -1,00 D miyopik ayarlama yapılarak kullanılması önerildi.^{11,12}

Sonuçta, pseudofakik presbiyopi tedavisi için, günümüzde iki popüler GİL grubu ve yaklaşımı ön plana çıkar görünmektedir. Bunlar; 1) MMV tekniği ile pür EDOF veya diğer bir isimlendirme ile enhanced monofokal (mono-EDOF) GİL kullanımı ve 2) bilateral emetropi yaklaşımıyla trifokal GİL uygulamalarıdır. Bu çalışmada bahsedilen bu iki grup karşılaştırılmaya çalışılmıştır. Çalışmanın iki ayrı amacı vardır ilki her iki yaklaşımla elde edilen klinik sonuçları ortaya koymak ve karşılaştırmak, ikincisi MMV tekniğinin iki göz arasında yarattığı farklılığı işlevsellik ve güvenilirlik yönünden araştırmaktır.

Gereç ve Yöntem

Çalışma Tasarımı ve Hastalar

Retrospektif gözlemsel çalışma, iki ayrı merkezde iki ayrı cerrah (İ.C. ve H.A.B.) tarafından yapılan bilateral katarakt ve şeffaf lens cerrahisi olgularının değerlendirilmesini içermektedir.

Çalışma protokolü Yozgat Bozok Üniversitesi Etik Kurulu tarafından onaylandı (karar no: 2024-GOKAEK241_241_2024.03.27_12, tarih: 27.03.2024) ve Helsinki Deklarasyonu prensiplerine uyularak

gerçekleştirildi. Ameliyatlar hastaların her iki gözünde 7-21 gün ara ile yapıldı.

Çalışmaya dahil edilen hastalar 50 yaş üzeri, katarakt nedeni ile görme azalması olan ya da kataraktı olmayan ancak presbiyopik yakınmalarının giderilmesi ve gözlük bağımsızlığı talepleri olan hastalardır. Şiddetli oküler patoloji, kontrolsüz diyabet ve diyabetik retinopati, yaşa bağılı makula dejenerasyonu, diğer retinal ve maküler hastalıklar, uveit, pupillaya etkili hastalıklar, şiddetli kuru göz, glokom, şaşılık ve ambliyopi olan hastalar çalışmaya alınmadı. Ayrıca aksiyel uzunluğu 21,5-26,00 mm aralığı dışında olan ve korneal astigmatizması 0,75 D'den fazla olan hastalar çalışma dışı bırakıldı. Tüm hastalara ameliyat öncesinde makuler optik koherens tomografi incelemesi Optovue RTVue (Optovue, Fremont, CA, ABD) cihazı ile yapıldı ve retinal hastalıkları ekarte edildi. Kaydedilen tüm hastalar çalışma hakkında bilgilendirildi ve onam formu alındı.

Çalışma için 2 ayrı grup oluşturuldu. Birinci grupta (Grup I) enhanced monofokal, RayOne EMV GİL (Rayner Intraocular Lenses Limited, Worthing, Birleşik Krallık), hastaların dominant gözlerinde (Grup IA) emetropi, non-dominant gözlerinde (Grup IB) -0,70 D miyopi hedeflenerek kullanıldı. İkinci grupta (Grup II) AcrySof® IQ PanOptix™ TNFT00 (Alcon Laboratories Inc., Fort Worth, TX, ABD) GİL her iki gözde emetropi planlanarak implante edildi. Her iki grupta da 12 hastanın 24 gözü yer aldı. Ameliyatlar öncesinde tüm hastaların detaylı göz muayeneleri yapıldı, monoküler ve binoküler düzeltmeli ve düzeltmesiz görme keskinlikleri, manifest refraksiyonları, kornea keratometrik değerleri, göz içi basınçları, Lenstar LS 900 (Haag-Streit, ABD) cihazı ile biyometrik ölçümleri yapıldı. Dominant ve non-dominant gözleri belirlendi. Göz yaşı fonksiyonları Schirmer testi ve break-up time testleri ile değerlendirildi. GİL gücü hesaplamalarında Barrett-II formülü kullanıldı.

Ameliyatlar, standart pupil dilatasyon rejimi uygulamasını takiben, topikal anestezi altında tüm olgularda aynı cerrahi fakoemulsifikasyon protokolü uygulanarak, dik keratometri ekseninde ya da temporal yaklaşımla, 2,2 mm genişlikteki ana kesiden, Centurion Vision System cihazı (Alcon Inc., Fort Worth, TX, ABD) kullanılarak gerçekleştirildi ve tüm GİL'leri kapsül içine yerleştirildi. Postoperatif olarak hastalara topikal moksifloksasin (Vigamox oftalmik damla, Novartis, Basel, İsviçre) 1 hafta, prednisolon 3 hafta uygulandı.

Göz İçi Lensleri

RayOne EMV, tek parçalı, %26 su içeriğe sahip hidrofilik akrilik yapılı bir lensdir. Optik çapı 6,0 mm, tüm çapı 12,5 mm'dir ve optik şekli bikonveksdir. Kırma indeksi 1,46, Abbe sayısı 56'dır. Ön yüzeyi asferikdir. Kapalı looplu anti-vaulting teknolojisine sahip haptikleri vardır. Lens preloaded enjektörle implante edilmektedir.

PanOptix TNFT00, hidrofobik akrilik materyale sahip, tek parça, 6,0 mm optik ve 13,0 mm tüm çaplı, iki open-loop modifiye L haptikli bir lensdir. On-beş difraktif halkalı 4,5 mm'lik merkezi apodize olmayan difraktif bölgeye ve 4,5 ila 6,0 mm arasında periferik bir refraktif bölgeye sahiptir. Kırma indeksi 1,55 ve Abbe sayısı 37'dir. Lensin negatif asferisitesi -0,10 µm'dur.

Postoperatif Değerlendirme

Hastalar Kasım 2021-Mayıs 2023 tarihleri arasında opere edildi ve ameliyatlar sonrasında en az 6 ay ortalama $12 \pm 4,8$ ay takip edildi. Hastaların postoperatif, 1. gün, 1. hafta, 1, 3 ve 6. aylarda muayeneleri yapıldı. Her muayenede manifest refraksiyonları kaydedildi takiben monoküler, binoküler, düzeltmeli ve düzeltmesiz, uzak (4 m), ara mesafe (66 cm) ve yakın (40 cm) görme keskinlikleri uzak için *Early Treatment Diabetic Retinopathy Study* (ETDRS) eşeli ile ara mesafe ölçümleri Colenbrander mixed contrast card seti ile (Precision Vision, IL, ABD), yakın mesafe Jaeger eşeli ile fotopik ortamda yapıldı. 35 cm ve 63 cm için tasarlanmış chartların minimum rezolüsyon açısının logaritması (logMAR) değerleri, kullanılan mesafe 40 cm ve 66 cm'ye göre düzeltildi.¹³

Postoperatif 6. ayda defokus eğrileri tespit edildi. Uygulama birinci grupta dominant ve non-dominant gözlerde ayrı ayrı ve binoküler olarak yapılırken, ikinci grupta binoküler olarak, sırasıyla, -0,50 D camlar eklemek suretiyle 4 m mesafeden +2,0 ile -4,0 D arasında fotopik koşullarda yapıldı.

Kontrast duyarlılık testleri postoperatif 6. ayda uygulandı. Ölçümler, CSV-1000 (Vector Vision Co, Ohio, USA) cihazı ile fotopik ortamda (85 cd/m^2) glareli ve glaresiz olarak gerçekleştirildi. 3, 6, 12, ve 18 cycles per degree (cpd) uzaysal (spasyal) frekanslarda kaydedildi ve logCS'ye Vector Vision tarafından verilen tablo üzerinden çevrildi.¹⁴

Subjektif Değerlendirme ve Yan Etkilerin Değerlendirilmesi

Ameliyatların yarattığı tatmin düzeyini belirlemek için *National Eye Institute Visual Function Questionnaire* (NEI VFQ-25) testi postoperatif 3. ve 6. ayda iki kez yapıldı.¹⁵ Bu test 12 alt gruptaki sorulardan oluşmaktadır. Alt ölçekler genel görme, yakın görme, uzak görme ve sürüş, periferik görme, renkli görme, oküller ağrı, genel sağlık ve görmeye özgü zorlukları, bağımlılık, sosyal işlev ve ruh sağlığından oluşmaktadır. En yüksek puan 100'dür ve en iyi fonksiyonel durumu temsil eder. Bu çalışmada, ikinci göz ameliyatından 3 ve 6 ay sonra hastalara halo (ışığın etrafındaki halkalar), glare (parlak ışık veya karşıdan gelen farlar nedeniyle sokak tabelalarını görmede sorun, kamaşma), çift görme ve gölgelenme (ghosting) ve renk

görme ile ilgili ek sorular soruldu. Hastalara fotik fenomenlerin örneklerini gösteren standart fotoğraflar gösterildi. Cevap evet ise, semptomun türü not edildi ve hastalardan bu semptomların günlük yaşamlarını ne ölçüde etkilediğini derecelendirmeleri istendi. Gece araba kullanma eylemi özellikle sorgulandı ve hastalara ayrıca yakın, orta ve uzak görüş için gözlük bağımsızlığı ve aynı GİL'ini ve uygulamayı ailelerine ve arkadaşlarına tavsiye edip etmeyecekleri soruldu. MMV grubunda ilaveten günlük yaşamda binoküler durumda iki göz arasındaki görsel farklılığı fark edip etmedikleri soruldu. Bu ek sorulara verilen yanıtlar NEI VFQ-25 anketinden bağımsız olarak değerlendirildi.

İstatistiksel Analiz

Tüm veriler SPSS yazılımı (sürüm 22,0, IBM Corp., Armonk, NY, ABD) kullanılarak analiz edildi. Gruplar arası karşılaştırmalar için Wilcoxon paired samples testi, ki-kare testi ve Mann-Whitney U testleri kullanıldı. Değerlendirmeler %95 güven aralığında yapıldı ve p değeri <0,05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Ankette evet cevabı verilen ilave sorular yüzde ile değerlendirildi.

Bulgular

Çalışmaya 24 hastanın, 48 gözü dahil edildi ve takipleri tamamlandı. Grup I'deki 12 hastanın yaş ortalaması $65,75 (\pm 9,98)$, Grup II'de $63,25 (\pm 7,46)$ yıl idi. Gruplara ait demografik özellikler ve preoperatif veriler [Tablo 1](#)'de yer almaktadır. Gruplar arası istatistiki fark yoktu.

Ameliyatların tamamı sorunsuz gerçekleştirildi. Ameliyatta kullanılan ortalama enerji (*cumulative dissipated energy*) Grup I'de $4,20 \pm 2,41$, Grup II'de $4,95 \pm 3,05$ saniye bulunurken Grup I'de implante edilen lenslerin ortalama gücü $21,2 \pm 2,49$ D, Grup II'de $21,1 \pm 2,04$ D oldu. Gruplar arasında cerrahi parametreler yönünden fark yoktu.

Görsel Sonuçlar

Ameliyatlar sonrası 3. ve 6. aylarda elde edilen görme ve refraksiyon sonuçları kaydedildi, çalışmada 6. ayda elde edilen son değerler kullanıldı. Ortalama sferik eşdeğer (SE) değerleri; Grup IA'da $-0,25 \pm 0,22$ D, Grup IB'de $-0,67 \pm 0,33$ D iken, Grup II'de $-0,16 \pm 0,31$ D bulundu. Grup I'de, dominant ve non-dominant

Tablo 1. Hastaların demografik özellikleri, ameliyat öncesi ve ameliyat verileri

Parametre	RayOne EMV grubu	PanOptix grubu	p değeri
Ortalama yaş (yıl)	$65,75 \pm 9,98$	$63,25 \pm 7,46$	0,246*
Cins (kadın/erkek)	6/6	6/6	1,000**
Dominant gözler (sağ/sol)	4/8	6/6	0,670**
Ortalama düzeltilmiş uzak görme keskinliği (logMAR)	$0,12 \pm 0,22$	$0,16 \pm 0,31$	0,567*
Ortalama korneal torisite (D)	$0,48 \pm 0,23$	$0,43 \pm 0,29$	0,212*
Ortalama kappa açısı (mm)	$0,20 \pm 0,22$	$0,22 \pm 0,19$	0,809*
Ortalama aksiyel uzunluk (mm)	$23,53 \pm 1,10$	$23,22 \pm 1,99$	0,555*
Ameliyatta kullanılan ortalama enerji (CDE) (saniye)	$4,20 \pm 2,41$	$4,95 \pm 3,05$	0,460*
Uygulanan ortalama GİL gücü (D)	$21,2 \pm 2,49$	$21,1 \pm 2,04$	0,784*

*Mann-Whitney U testi, **Ki-kare testi, logMAR: Minimum rezolüsyon açısının logaritması, D: Diyoptri, CDE: *Cumulative dissipated energy*, GİL: Göz içi lens

gözlerin SE değerleri arasında Wilcoxon paired samples testi ile karşılaştırma yapıldığında istatistiki anlamlı fark tanımlanırken ($p=0,022$), Grup IA ile Grup II arasında anlamlı fark bulunmadı ($p=0,101$). Grup I'de sadece bir hastanın non-dominant gözünde $-1,0$ D miyopik sonuçla karşılaşıldı. Ameliyatlardan sonrasi 6. ayda ölçülen ortalama son görme keskinlikleri [Tablo 2](#)'de yer almaktadır. İstatistiki değerlendirmeler, RayOne EMV grubu, dominant ve non-dominant gözleri arasında monoküler olarak ve RayOne EMV grubu ve PanOptix grupları arasında binoküler olarak yapıldı. Grup I'de, dominant ve non-dominant gözler arasında düzeltilmemiş uzak görme keskinliği açısından dominant gözler lehine, düzeltilmemiş yakın görme keskinliği yönünden de non-dominant gözler lehine farklılık bulundu. Non-dominant gözlerin refraksiyon kusurları düzeltilindiğinde gruplar arasında anlamlı fark kalmadığı saptandı ([Tablo 2](#)).

RayOne EMV MMV uygulamasında her türlü düzeltilmemiş binoküler görme keskinliği ölçümü ile binoküler PanOptix grubu ölçümleri arasında fark olmadığı da saptandı ($p>0,05$).

Defokus eğrileri incelendiğinde, Grup I'de dominant ve non-dominant gözler kıyaslandığında uzak görmeye karşılık gelen $+2,00$ ile $0,00$ D'ler arasında dominant gözlerle daha iyi görme keskinliği sağladığı, yakın görmeye karşılık gelen $-1,50$ ile $-4,0$ D'ler arasında non-dominant gözlerin daha

iyi sonuç verdiği, binoküler ölçümlerdeyse her iki alt grubun eksik kaldığı alanların anlamlı derecede düzeldiği görüldü ([Şekil 1A](#)). RayOne EMV ve PanOptix binoküler defokus eğrisinin birbirine çok yakın sonuç verdiği izlenirse de uzakta RayOne EMV MMV grubunun hafifçe daha iyi sonuç verdiği, ara mesafe ve yakında fark olmadığı görüldü ([Şekil 1B](#)).

Kontrast duyarlılık ölçümleri sonuçları [Tablo 3](#)'te görülmektedir. Gerek glareli, gerek glaresiz yapılan ölçümlerde RayOne EMV MMV grubu lehine anlamlı farklılık görülmektedir ($p<0,05$).

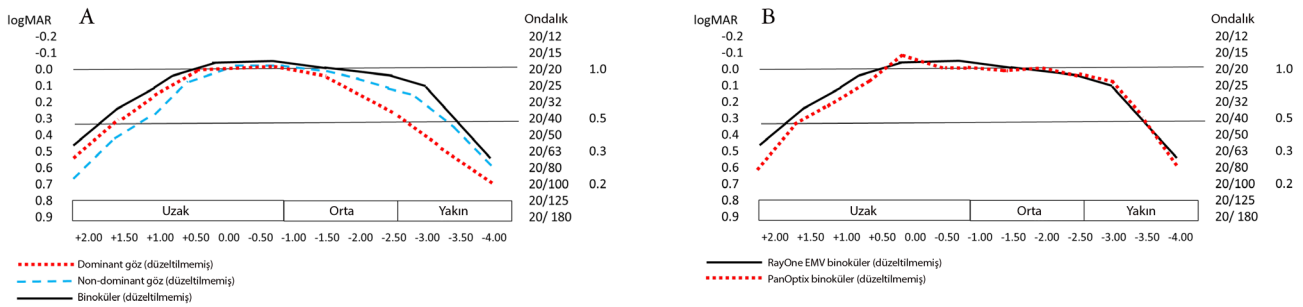
Subjektif Değerlendirme, Disfotopsi ve Gözlükten Bağımsızlık

Subjektif değerlendirme için kullanılan VFQ-25 testi 6. ay değerlendirmesinde Grup I'de; 100 üzerinden $94,1\pm 4,2$ (3. ve 6. ayda değişmeksizin), Grup II'de 3. ayda da $89,9\pm 5,6$, 6. ayda $91,5\pm 3,0$ bulunmuş olup aradaki fark anlamlı değildi ($p=0,234$). Ayrıca halo, glare, starburst, ghosting türü problemler hastalara tarif edilerek ve resimleri gösterilerek sorulduğunda RayOne EMV grubunda 3. ve 6. ay testlerinde bir hastanın bir gözünde (non-dominant göz) (%4,1) glare tanımlandı. Aynı soru PanOptix grubunda sorulduğunda 2 hastada (%16,6) halo, 2 hastada glare (%16,6), 1 hastada starburst (%8,3), toplam 5 hastada her iki

Tablo 2. Postoperatif görme keskinliği sonuçları (logMAR)

Görme keskinlikleri	Grup I (RayOne EMV MMV) Monoküler			Grup I (RayOne EMV MMV) binoküler	Grup II (PanOptix) binoküler	p değeri**
	Grup IA Dominant gözler	Grup IB Non-dominant gözler	p değeri*			
UDVA	0,00±0,03	0,05±0,08	0,019	0,00±0,03	0,01±0,10	0,789
UIVA	0,03±0,06	0,01±0,04	0,231	0,00±0,02	0,00±0,11	0,504
UNVA	0,04±0,06	0,01±0,04	0,045	0,01±0,02	0,02±0,05	0,231
CDVA	-0,01±0,02	-0,01±0,03	0,713	-0,01±0,03	0,02±0,13	0,546
DCIVA	0,02±0,04	0,01±0,04	0,812	0,00±0,01	0,01±0,11	0,812
DCNVA	0,05±0,06	0,04±0,07	0,433	0,00±0,03	0,00±0,15	0,909

*RayOne EMV grubu dominant ve non-dominant gözlerin VA karşılaştırılması; Wilcoxon paired samples testi, **RayOneEMV MMV ve PanOptix grupları binoküler VA karşılaştırılması; Mann-Whitney U testi. logMAR: Minimum rezolüsyon açısının logaritması, MMV: Mini-monovizyon, UDVA: *Uncorrected distance visual acuity* (Düzeltilmemiş uzak görme keskinliği), UIVA: *Uncorrected intermediate distance visual acuity* (Düzeltilmemiş ara mesafe görme keskinliği), UNVA: *Uncorrected near visual acuity* (Düzeltilmemiş yakın görme keskinliği), CDVA: *Corrected distance visual acuity* (Düzeltilmiş uzak görme keskinliği), DCIVA: *Distance-corrected intermediate distance visual acuity* (Uzak düzeltilmiş ara mesafe görme keskinliği), DCNVA: *Distance-corrected near visual acuity* (Uzak düzeltilmiş yakın görme keskinliği). Sonuçlar ortalama ve standart sapma olarak verildi. Anlamlı farklılıklar bold edilmiştir



Şekil 1. (A) RayOne EMV mini-monovizyon grubu: Dominant gözler, non-dominant gözler ve binoküler ortalama defokus eğrileri. (B) RayOne EMV ve PanOptix grupları ortalama binoküler defokus eğrileri. logMAR: Minimum rezolüsyon açısının logaritması

Tablo 3. Kontrast duyarlılık ölçümleri (logCS)

Uzaysal frekanslar		RayOne EMV MMV grubu	PanOptix grubu	p değeri*
Glaresiz	3 cpd	1,96±0,16	1,77±0,11	0,045
	6 cpd	1,99±0,23	1,71±0,56	0,031
	12 cpd	1,59±0,15	1,39±0,23	0,009
	18 cpd	1,21±0,19	1,01±0,09	0,013
Glareli	3 cpd	1,81±0,15	1,55±0,17	0,022
	6 cpd	1,84±0,23	1,59±0,28	0,017
	12 cpd	1,41±0,07	1,25±0,19	0,044
	18 cpd	1,15±0,20	1,00±0,24	0,034

*Mann-Whitney U testi, cpd: Cycles per degree. Sonuçlar ortalama ve standart sapma olarak verildi. Anlamlı farklılıklar bold edilmiştir

gözde disfotopsi (%41,6) görüldü. Bunların şiddetinde 3 ve 6 ay arasında hafifleme olduğu hastalar tarafından belirtildi. Hastalara bu ameliyatı yakınlarına tavsiye edip etmeyecekleri sorulduğunda her iki grupta da %100 oranında olumlu cevap alındı. Gözlükten bağımsızlık açısından Grup I'de non-dominant gözü -1,0 D miyopik sonuçlanan hasta uzak görmede gözler arasındaki farkı fark ettiğini söylemiş, özellikle televizyon seyredirken kullanması için önce uzak gözlüğü verilmiş, takiben postoperatif 4. ayda korneal refraktif cerrahi yapılarak miyopisi -0,50 D indirilmiş ve sorun çözülmüştür. Yakını J1 seviyesinde iyi gören bir başka hasta da çok küçük yazıları okumak için yakın gözlüğü talep edilince +0,50 D bir yakın gözlüğü verilerek problem giderilmiştir. Sonuçta 12 hastanın ikisine (biri uzak, diğeri yakın için) gözlük reçete edilmiş, toplamda gözlükten bağımsızlık oranı %83,3 olmuştur. Grup II'de ise gözlükten bağımsızlık %100 oranında sağlanmıştır.

Hastaların 6. ay kontrollerinde her iki grupta da GİL tilt ve desantrasyon, arka kapsül kesafeti gibi ya da diğer oküler eşlik eden bir sorunla karşılaşmamıştır.

Tartışma

Bu çalışmada sorgulanmaya çalışılan iki ana konu vardır. İlki, MMV yaklaşımı ile uygulanan enhanced monofokal lenslerle elde edilen görsel sonuçların, trifokal lenslerle elde edilenlerle karşılaştırılması ve ayrıca enhanced monofokal grubu lenslerin, trifokal lenslerle sık görülen yan etkilere ne kadar çözüm getirdiğinin görülmesi, ikincisi, MMV uygulaması ile iki göz arasında yaratılan refraktif farklılığın görsel objektif ve subjektif sonuçlarının araştırılmasıdır.

Literatürde trifokal lenslerle yakın, ara ve uzak mesafeler için mükemmel sayılabilecek düzeyde düzeltmesiz görme keskinliklerinin elde edildiğine dair çok sayıda yayın ve metaanalizi görmek mümkündür.^{4,5,16,17} Bu yayınlarda ortalama binoküler düzeltilmemiş uzak görme keskinliğinin -0,02 ile 0,00 logMAR arasında, binoküler düzeltilmemiş ara mesafe görme keskinliğinin (80 cm) 0,00 ile 0,11 arasında, binoküler düzeltilmemiş yakın görme keskinliğinin (40 cm) 0,00 ile 0,18 arasında değerlerde elde edildiği, gözlük bağımsızlığı içinse farklı sonuçlar bildirilmekle birlikte %100'e yakın sonuçlar alındığını görebilmekteyiz. Ancak aynı çalışmalarda disfotopsi

oranlarının çok yüksek düzeyde rapor edildiğini de görmekteyiz. Örneğin; Kohnen ve ark.'nın⁴ PanOptix lensleri ile trifokal çalışmasında olguların %93'ünde disfotopsi (%89 halo, %11 glare, %7 çift görme, %4 ghosting ve %4 distorsiyone görme) rapor edilmiştir. Mencucci ve ark.'nın⁵ yayınladığı metaanalizde ise trifokal lenslerle halo %70, glare %50 gibi yüksek oranlarda görülmektedir. Kontrast duyarlılık kaybı da trifokal lenslerde önemli bir diğer sorundur. Rosen ve ark.'nın¹⁸ meta analizinde incelenen 195 çalışmanın 2/3'ünde multifokal lenslerle anlamlı kontrast azalmasının bildirildiği rapor edilmektedir. Yine Mencucci ve ark.'nın⁵ iki ayrı trifokal lensle yaptığı çalışmada, normal değerlere göre yüksek uzaysal frekanslarda (18 cpd) daha belirgin olmak üzere anlamlı düşüş bildirmektedir.

Multifokal lenslerle tatminsizlik nedenleri araştırıldığında, disfotopsi bulanık görmenin ardından en önemli ikinci neden olarak tanımlanmıştır.^{19,20} Ayrıca cerrahi GİL değişim nedenleri arasında da yine disfotopsi kontrast duyarlılık kaybını takiben ikinci önemli neden olarak saptanmıştır.²¹ Bahsedilen iki önemli yan etki ve ayrıca önemli oküler komorbiditelerde endikasyon alanlarının sınırlı oluşu çok iyi görsel sonuçlarına rağmen trifokal lenslerin üzerine yeni arayışların olmasına yol açmıştır. Ortaya atılan ilk seçenek, odak derinliğini artıran EDOF grubu lensler olmakla birlikte refraktif ya da difraktif optik özellikleri ile kombine edilmiş olan ve sonradan hibrit EDOF olarak isimlendirilecek⁹ olan lenslerin trifokallerle hemen aynı derecede disfotopsi ve kontrast kaybı yarattıkları ve hatta yakın görmede trifokal lensler kadar yeterli olmadıkları ortaya konmuştur.^{7,22,23} Birçok lensin markette EDOF olduğu iddiasıyla ortaya çıkması sonrasında, American Academy Task Force Concensus raporları,^{24,25} EDOF tanımını sınırlayan dört standart ölçüt ortaya koymuştur. Bu şekilde EDOF lenslerinin monofokal lenslerle olan farklılığı belirlenmek istenmişse de özellikle çok geniş karşılaştırmalı çalışma gerektirdiği için *American National Standards Institute* (ANSI)-III ölçütü (median uzak düzeltilmiş monoküler ara mesafe (66 cm) görme keskinliği en az 0,2 logMAR olmalıdır) karşılanamamaktadır. Bu yüzden önemli derecede odak derinliği sağlamış olan birçok lens EDOF kapsamında değil, enhanced monofokal veya monofokal plus olarak klasifiye edilmektedir. Klasifikasyonda ortaya çıkan bu yetersizlik ve akıl karışıklığı karşısında yeni yaklaşımlar ortaya konmuş, hibrit EDOF lensler (refraktif veya difraktif özellik

taşıyan EDOF lensler) ile pür EDOF lenslerini (pinhole veya SA bazlı) EDOF lensler ayrı sınıflandırılmışlardır. Burada Kanclerz ve ark.'nın⁹ tanımlamalarına göre, lens kromatik aberasyon kullanıyorsa, difraktif fiziksel özellikleri varsa, veya refraktif olup yakın görmeyi artırmak için ilave dioptrik güç kullanıyorsa pür EDOF değildir. Daha sonra yayınlanan yeni bir klasifikasyonda, merkezi zonda yapılan modifikasyonlarla merkezden periferde değişim sağlayarak odak derinliği artıran non-difraktif özellikli lenslerin aynı grupta toplandığını (yayında type 5 grubu) ve ilgili grupta odak derinliğinin özellikle SA ilavesi ile sağlandığını görüyoruz.²⁶

Bu lensler ANSI ölçütleri sonrasında enhanced monofokal olarak sınıflanmış lensler olmakla birlikte, grubun multifokal optik özellikler içermemesi ve önemli derecede odak derinliği sağladıkları düşünülürse “non-difraktif - non-refraktif EDOF” olarak isimlendirilmelerinin uygun olacağı ve bu konuda ANSI ölçütlerinin enhanced monofokal gruplarını tanımlamak için yeniden ele alınması gerektiğini düşünmekteyiz. En azından enhanced monofokal grubunun EDOF lensleri altında bir alt grup olarak sınıflandırılması daha doğru olacaktır. Çünkü mevcut isimlendirmede bu grup lenslerle sağlanan odak derinliği artışı göz ardı edilmektedir. Ayrıca birçok yayında bu grup lensler için “mono-EDOF” isminin de kullanıldığını görmekteyiz.^{27,28} Kanımızca dört ANSI ölçütünden üçünü karşılayan RayOne EMV lensi de bu çerçevede ANSI standartları tekrar ele alınana ya da enhanced monofokal lens grubu için standart tanımlamalar getirilene kadar non-difraktif EDOF olarak isimlendirilebilir ki lensin monoküler olarak odak derinliği, 1,49 D ve MMV ile (-1,0 D non-dominant gözde offset ile) 2,25 D olarak bildirilmektedir.^{27,28,29} Yine de bu çalışmada RayOne EMV lensinden enhanced monofokal veya mono-EDOF olarak bahsedilmiştir.

RayOne EMV GİL non-difraktif, pozitif SA bazlı bir lens olarak bu alanda yer alan, negatif SA ağırlıklı diğer Eyehance, Vivity, LuxSmart gibi aynı gruptaki GİL'leri ile birlikte trifokal lenslerin bilinen problemlerine bir çözüm olarak düşünölmektedir.

Her iki gözde emetropi planlanarak yapılan çalışmalarda, enhanced monofokal veya mono-EDOF lensleri olan Eyehance, Vivity ve RayOne EMV lensleri ile uzak ve ara mesafede -0,01 ile 0,00 logMAR aralığında mükemmel sonuçlar alındığını, Vivity ve RayOne EMV lensleriyle defoküs eğrisi -2,0 D seviyesinde 0,1 logMAR, başarılı ve tatminkar kabul edilebilecek bir yakın görme sağlandığı izlenmektedir.¹⁰ Aynı değer Eyehance lensi için 0,4 logMAR olarak daha yetersiz olarak görölmektedir.¹⁰ Oysa Kohnen ve ark.'nın⁴ PanOptix çalışmasında, yakın görme (40 cm) -2,0 D'de 0,00 logMAR olarak mükemmel görölmektedir. Kısaca yakın görmede enhanced monofokal lensleri oldukça iyi ve tatminkar sonuçlar vermekle birlikte trifokal lensler kadar mükemmeliyete ulaşamamaktadır. Aynı çalışmada halo ve glare görölmeyen olguların enhanced monofokal non-difraktif lens gruplarında %95-%100 arasında olduğu, kontrast duyarlılık sonuçlarının da monofokal lens grubu ile hemen tamamen aynı olduğu görölmektedir.

Hovanesian ve ark.⁸ da, halo ve glare bildirmeyen ya da çok az olduğunu söyleyen hastaların PanOptix grubunda %69, Vivity grubunda %85 olduğunu aradaki farkın anlamlı olduğunu bildirmişlerdir. Ancak aynı çalışmada gözlükten tam bağımsızlık durumu PanOptix grubunda %83 iken, Vivity grubunda %33 bulunmuştur ve fark istatistiki olarak çok anlamlıdır ($p < 0,0001$). Hasta tatmin sonuçlarına bakıldığında çok tatmin oldum diyen hasta grubu PanOptix grubunda %85 ve Vivity grubunda %57 oranında yine anlamlı farklılık göstermektedir.

Asena ve ark.'nın³⁰ bilateral emetropi planlayarak yaptıkları çalışmalarında, PanOptix-Vivity kıyaslamasında görsel farkın uzakta mono-EDOF, yakında trifokal lens lehine olduğunu görölmektedir. Bu çalışmada postoperatif SE sonucunun, Vivity grubunda -0,60 D, PanOptix grubunda -0,09 D olmasına rağmen yakın görmenin trifokal lens grubu lehine olması bu alanda trifokal lens üstünlüğünü, tersine uzak görmenin mono-EDOF grubu lehine olmasınansa non-difraktif lenslerin kontrast üstünlüğünden kaynaklandığına işaret ettiği düşünölebilir. Bu durumda enhanced monofokal lensleri ile geri kalan yakın görme keskinliği sorunu karşısında mükemmeliyeti sağlamak için non-dominant göze -0,25 ila -1,00 D miyopi hedefleyerek MMV uygulama önerisi çözüm olarak ortaya çıkmaktadır.

Çalışmamızda RayOne EMV GİL ile non-dominant gözde -0,70 D hedeflenerek gerçekleştirilen MMV uygulaması sonucu elde edilen binoküler düzeltmesiz görsel sonuçlara bakıldığında uzak mesafede $0,00 \pm 0,03$, ara mesafede $0,00 \pm 0,02$ ve yakında $0,01 \pm 0,02$ logMAR sonuçları ile PanOptix trifokal grubu ile elde edilen görsel sonuçlara istatistiki fark olmaksızın ulaşıldığını ($p > 0,05$) görüyoruz. Ayrıca MMV grubunda %95,9 oranında disfopsi görölmediği, glareli ve glaresiz kontrast duyarlılık sonuçlarının da PanOptix grubuna göre anlamlı olarak daha iyi olduğunu görüyoruz (Tablo 3).

MMV uygulamasının özellikle non-difraktif mono-EDOF olarak isimlendirdiğimiz enhanced monofokal gruplarında önemli bir kazanım sağladığını görmekteyiz. Örneğin Park ve ark.'nın¹¹ Eyehance GİL ile emetropi ve MMV grupları arası farkları araştırdıkları, MMV grubunda non-dominant gözlerde -0,75 D hedefleyerek yaptıkları çalışmalarında, binoküler UCVA'nın $0,33 \pm 0,13$ logMAR'dan $0,06 \pm 0,06$ 'ya yükseldiğini, yakın için gözlük gerekliliğinin de %80'den %20'ye indiğini bütün bunlar olurken disfopsi yönünden de gruplar arasında fark olmadığını görüyoruz. Bir başka çalışmada Solomon ve ark.¹² bu sefer Vivity lensi ile emetropi ve MMV gruplarını karşılaştırmışlardır. MMV grubunda postoperatif ortalama SE, -0,45 D, emetropi grubunda 0,01 D elde edilmiştir. Yakın görme emetropi grubunda 0,39, MMV grubunda 0,21 logMAR olarak bulunmuştur. Fark anlamlıdır ($p < 0,001$). Yine gruplar arası disfopsi farkı olmamıştır.

Çalışmamız literatürdeki diğer monofokal plus veya mono-EDOF lenslerle yapılan çalışmaları doğrulamaktadır ve bildiğimiz kadarı ile RayOne EMV lenslerinin MMV uygulaması ile ilgili bir başka yayın literatürde yoktur.

Aynı zamanda çalışmamız gözlükten bağımsızlık konusunda MMV uygulaması ile %83,3'e ulaşıldığını göstermektedir. Bu PanOptix ile elde edilen %100 rakamının yine de altındadır. Sonuçta çalışmamızın iki temel amacından biri olan enhanced monofokal lenslerle MMV uygulaması ve trifokal kıyaslamasında, gözlükten bağımsızlık gibi işlevsel alanda trifokal lenslerin hala daha üstün olduğu ancak buna karşın yan etkilerden uzak olma, hasta tatmini sağlama ve olası mutsuzlukları önleme konularında mono-EDOF lenslerinin MMV yaklaşımı ile uygulanmasının daha üstün bulunduğunu söyleyebiliriz.

İkinci önemli konu MMV ile karşılaşılabilecek sorunlardır. Örneğin; Vivity lensi ile yapılmış MMV uygulaması sonrasında, non-dominant gözde sadece -0,50 D miyopi sağlanmış olmasına karşın hasta intoleransı nedeni ile lens değişimine gidilmek zorunda kalındığına dair literatürde bir olgu bildirimimiz mevcuttur.³¹ Çalışmamızda dominant ve non-dominant gözlerin ayrı ayrı ve karşılaştırılarak incelenmesinin nedenlerinden biri budur. Buna göre düzeltilmesiz görme keskinlikleri sırasıyla uzak için dominant gözlerde ortalama $0,00 \pm 0,03$, non-dominant gözlerde $0,05 \pm 0,08$ ($p < 0,05$), ara mesafede $0,03 \pm 0,06$ ve $0,01 \pm 0,04$ ($p > 0,05$) ve yakında $0,04 \pm 0,06$ ve $0,01 \pm 0,04$ logMAR ($p < 0,05$) bulundu. Dolayısıyla uzak görmeye non-dominant göz aleyhine yakında da lehine anlamlı bir fark ortaya çıkmaktadır. Non-dominant gözlerde olgu grubumuzda elde edilen ortalama SE $-0,67 \pm 0,33$ D'dir. Hastalara postoperatuar ankette gözler arasında fark olup olmadığı sorulduğunda 12 hastadan sadece biri (postoperatif non-dominant göz refraksiyonu -1,00 D) gözler arası farkı fark ettiğini ve rahatsız olduğunu söylemiştir. MMV uygulamasında sorgulanması gereken önemli konulardan biri non-dominant gözde ne kadar miyopi hedeflenmesi gerektiğidir. Örneğin; van Amelsfort ve ark.'nın³² Vivity lensi kullanarak yaptıkları çalışmada, non-dominant gözde -0,25 D hedeflenip postoperatif ortalama SE -0,13 D elde edildiğinde binoküler yakın görmenin 0,23 logMAR düzeyinde kaldığını görüyoruz. Sonuçta non-dominant göze en az -0,50 D miyopik bir hedef koymanın binoküler yakın görmeyi artırmada etkin olduğunu, ayrıca bizim çalışmamızda olduğu gibi -1,00 D geçilmedikçe hastaların iki göz arası farkı hissetmediklerini, subjektif yakınma doğurmadığını ve gözlük ihtiyacı doğurmadığını bu çalışma ile tespit ettiğimizi söyleyebiliriz.

Çalışmanın Kısıtlılıkları

Çalışmamızın genel olarak sınırlayıcı tarafları; olgu sayısının azlığı, disfotopsi değerlendirmesinin halometer gibi daha kantitatif sonuçlar veren yöntemler yerine subjektif anket uygulamasına dayanması söylenebilir.

Sonuç

Enhanced monofokal (mono-EDOF) lenslerinin MMV yaklaşımı ile uygulandığında trifokal lenslerin önemli potansiyel problemleri olan disfotopsi ve kontrast duyarlılıktaki anlamlı azalma sorunlarına belirgin bir çözüm ürettikleri ve bu lenslerin emetropi planlanarak kullanıldıklarında görülen yakın görmeye trifokaller kadar etkin olamama sorunları karşısında da MMV yöntemi ile çözüm sağlandığını görmekteyiz.

Etik

Etik Kurul Onayı: Çalışma protokolü Yozgat Bozok Üniversitesi Etik Kurulu tarafından onaylandı (karar no: 2024-GOKAEK241_241_2024.03.27_12, tarih: 27.03.2024) ve Helsinki Deklarasyonu prensiplerine uyularak gerçekleştirildi.

Hasta Onayı: Alınmıştır.

Yazarlık Katkıları

Cerrahi ve Medikal Uygulama: İ.C., H.A.B., Konsept: İ.C., H.A.B., Dizayn: İ.C., H.A.B., Veri Toplama veya İşleme: İ.C., H.A.B., Analiz veya Yorumlama: İ.C., H.A.B., Literatür Arama: İ.C., H.A.B., Yazan: İ.C., H.A.B.

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

- Shah S, Peris-Martinez C, Reinhard T, Vinciguerra P. Visual Outcomes After Cataract Surgery: Multifocal Versus Monofocal Intraocular Lenses. *J Refract Surg.* 2015;31:658-666.
- Cao K, Friedman DS, Jin S, Yusufu M, Zhang J, Wang J, Hou S, Zhu G, Wang B, Xiong Y, Li J, Li X, He H, Chai L, Wan XH. Multifocal versus monofocal intraocular lenses for age-related cataract patients: a system review and meta-analysis based on randomized controlled trials. *Surv Ophthalmol.* 2019;64:647-658.
- Zhang F, Sugar A, Jacobsen G, Collins M. Visual function and patient satisfaction: Comparison between bilateral diffractive multifocal intraocular lenses and monovision pseudophakia. *J Cataract Refract Surg.* 2011;37:446-453.
- Kohnen T, Herzog M, Hemkepler E, Schönbrunn S, De Lorenzo N, Petermann K, Böhm M. Visual Performance of a Quadrifocal (Trifocal) Intraocular Lens Following Removal of the Crystalline Lens. *Am J Ophthalmol.* 2017;184:52-62.
- Mencucci R, Favuzza E, Caporossi O, Savastano A, Rizzo S. Comparative analysis of visual outcomes, reading skills, contrast sensitivity, and patient satisfaction with two models of trifocal diffractive intraocular lenses and an extended range of vision intraocular lens. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2018;256:1913-1922.
- Mendicutte J, Kapp A, Lévy P, Krommes G, Arias-Puente A, Tomalla M, Barraquer E, Rozot P, Bouchut P. Evaluation of visual outcomes and patient satisfaction after implantation of a diffractive trifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg.* 2016;42:203-210.
- Guo Y, Wang Y, Hao R, Jiang X, Liu Z, Li X. Comparison of Patient Outcomes following Implantation of Trifocal and Extended Depth of Focus Intraocular Lenses: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Ophthalmol.* 2021;2021:1115076.
- Hovanesian JA, Jones M, Allen Q. The Vivity Extended Range of Vision IOL vs the PanOptix Trifocal, ReStor 2.5 Active Focus and ReStor 3.0 Multifocal Lenses: A Comparison of Patient Satisfaction, Visual Disturbances, and Spectacle Independence. *Clin Ophthalmol.* 2022;16:145-152.
- Kanclerz P, Toto F, Grzybowski A, Alio JL. Extended Depth-of-Field Intraocular Lenses: An Update. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila).* 2020;9:194-202.
- Ferreira TB, Ribeiro FJ, Silva D, Matos AC, Gaspar S, Almeida S. Comparison of refractive and visual outcomes of 3 presbyopia-correcting intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2022;48:280-287.
- Park ES, Ahn H, Han SU, Jun I, Seo KY, Kim EK, Kim TI. Visual outcomes, spectacle independence, and patient satisfaction of pseudophakic mini-monovision using a new monofocal intraocular lens. *Sci Rep.* 2022;12:21716.
- Solomon KD, Sandoval HP, Potvin R. Visual outcomes, satisfaction, and spectacle independence with a nondiffractive extended vision intraocular lens targeted for slight monovision. *J Cataract Refract Surg.* 2023;49:686-690.

13. Egrilmez S, Egrilmez ED, Akkin C, Kaskaloglu M, Yagci A. A new Turkish near reading chart which covers international standards. *Turk J Ophthalmol.* 2004;34:404-412.
14. Chua BE, Mitchell P, Cumming RG. Effects of cataract type and location on visual function: the Blue Mountains Eye Study. *Eye (Lond).* 2004;18:765-772.
15. Mangione CM, Lee PP, Gutierrez PR, Spritzer K, Berry S, Hays RD; National Eye Institute Visual Function Questionnaire Field Test Investigators. Development of the 25-item National Eye Institute Visual Function Questionnaire. *Arch Ophthalmol.* 2001;119:1050-1058.
16. Sezgin Asena B. Visual and refractive outcomes, spectacle independence, and visual disturbances after cataract or refractive lens exchange surgery: Comparison of 2 trifocal intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2019;45:1539-1546.
17. Ribeiro F, Ferreira TB. Comparison of clinical outcomes of 3 trifocal IOLs. *J Cataract Refract Surg.* 2020;46:1247-1252.
18. Rosen E, Alió JL, Dick HB, Dell S, Slade S. Efficacy and safety of multifocal intraocular lenses following cataract and refractive lens exchange: Metaanalysis of peer-reviewed publications. *J Cataract Refract Surg.* 2016;42:310-328.
19. Woodward MA, Randleman JB, Stulting RD. Dissatisfaction after multifocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg.* 2009;35:992-997.
20. de Vries NE, Webers CA, Touwslager WR, Bauer NJ, de Brabander J, Berendschot TT, Nuijts RM. Dissatisfaction after implantation of multifocal intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2011;37:859-865.
21. Kamiya K, Hayashi K, Shimizu K, Negishi K, Sato M, Bissen-Miyajima H; Survey Working Group of the Japanese Society of Cataract and Refractive Surgery. Multifocal intraocular lens explantation: a case series of 50 eyes. *Am J Ophthalmol.* 2014;158:215-220.
22. Webers VSC, Bauer NJC, Saelens IEY, Creten OJM, Berendschot TTJM, van den Biggelaar FJHM, Nuijts RMMA. Comparison of the intermediate distance of a trifocal IOL with an extended depth-of-focus IOL: results of a prospective randomized trial. *J Cataract Refract Surg.* 2020;46:193-203.
23. Karam M, Alkhowaiter N, Alkhabbaz A, Aldubaikhi A, Alsaif A, Shareef E, Alazaz R, Alotaibi A, Koaik M, Jabbour S. Extended Depth of Focus Versus Trifocal for Intraocular Lens Implantation: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis. *Am J Ophthalmol.* 2023;251:52-70.
24. MacRae S, Holladay JT, Glasser A, Calogero D, Hilmantel G, Masket S, Stark W, Tarver ME, Nguyen T, Eydelman M. Special Report: American Academy of Ophthalmology Task Force Consensus Statement for Extended Depth of Focus Intraocular Lenses. *Ophthalmology.* 2017;124:139-141.
25. American National Standard for Ophthalmics. ANSI Z80.35-2018: extended depth of focus intraocular lenses. 2018. Available at: [https://webstore.ansi.org/standards/vc%20\(asc%20z80\)/ansiz80352018?gad_source=1&gclid=EAIaIQobChMIoOG48qTOhwMV5KmDBx0vIQafEAAAYASAAEgKbxfD_BwE](https://webstore.ansi.org/standards/vc%20(asc%20z80)/ansiz80352018?gad_source=1&gclid=EAIaIQobChMIoOG48qTOhwMV5KmDBx0vIQafEAAAYASAAEgKbxfD_BwE)
26. Megiddo-Barnir E, Alió JL. Latest Development in Extended Depth-of-Focus Intraocular Lenses: An Update. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila).* 2023;12:58-79.
27. Fernández J, Rocha-de-Lossada C, Zamorano-Martín F, Rodríguez-Calvo-de-Mora M, Rodríguez-Vallejo M. Positioning of enhanced monofocal intraocular lenses between conventional monofocal and extended depth of focus lenses: a scoping review. *BMC Ophthalmol.* 2023;23:101.
28. İabuz G, Son HS, Naujokaitis T, Yildirim TM, Khoramnia R, Auffarth GU. Laboratory Investigation of Preclinical Visual-Quality Metrics and Halo-Size in Enhanced Monofocal Intraocular Lenses. *Ophthalmol Ther.* 2021;10:1093-1104.
29. Rayner. RayOne EMV monovision enhanced. Accessed on August 17, 2022. <https://rayner.com/en/iol/monofocal/rayone-emv>
30. Asena L, Kırıcı Dogan İ, Oto S, Dursun Altınors D. Comparison of visual performance and quality of life with a new nondiffractive EDOF intraocular lens and a trifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg.* 2023;49:504-511.
31. Jandewerth T, Biller M, Kohlen T. Intolerance of a non-diffractive extended-depth-of-focus IOL with mini-monovision. *Am J Ophthalmol Case Rep.* 2022;29:101770.
32. van Amelsfort T, Webers VSC, Bauer NJC, Clement LHH, van den Biggelaar F, Nuijts R. Visual outcomes of a new nondiffractive extended depth-of-focus intraocular lens targeted for minimonovision: 3-month results of a prospective cohort study. *J Cataract Refract Surg.* 2022;48:151-156.