



Az Görme Re/Habilitasyonunda Son Yaklaşımlar

Current Approaches to Low Vision (Re)Habilitation

© Deniz Altınbay*, **, © Şefay Aysun İdil****, *****

*Özel Niv Göz Merkezi, Göz Hastalıkları Kliniği, Adana, Türkiye

**Ankara Üniversitesi Görme, Yapay Görme ve Az Görenlerin Rehabilitasyonu Tezli Yüksek Lisans Öğrencisi, Ankara, Türkiye

***Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

****Ankara Üniversitesi, Görme Araştırmaları ve Az Görme Rehabilitasyon Merkezi, Ankara, Türkiye

Öz

Az görme re/habilitasyonu, doğumda beklenen yaşam ümidinin artması ve özellikle yaşa bağlı maküla dejenerasyonunun görülme sıklığının yükselmesi ile günümüzde daha önemli bir hal almıştır. Az görme polikliniğine gelen bir hastaya rehabilitasyon ve tedavi seçeneklerini sunarken zeminde yatan hastalığın tanısı, uzak ve yakın görme keskinliği başta olmak üzere görsel işlevler, görme kaybının merkezi ya da periferik olması, yaşı, hastalığının progresif olup olmaması, eğitim seviyesi ve bizden beklentisi çok önemlidir. Az gören hastalar, doğru yaşlarda, uygun endikasyonlarla ve gerçekçi beklentilerle doğru merkezlere yönlendirilmeli ve rehabilitasyon süreci multidisipliner bir şekilde yapılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Az gören, az görme re/habilitasyonu, güncel yaklaşımlar, LVA

Abstract

With increased life expectancy at birth and especially the rising incidence of age-related macular degeneration, low vision (re)habilitation is becoming more important today. Important factors to consider when presenting rehabilitation and treatment options to patients presenting to low vision centers include the diagnosis of the underlying disease, the patient's age, their existing visual functions (especially distance and near visual acuity), whether visual loss is central or peripheral, whether their disease is progressive or not, the patient's education level, and their expectations from us. Low vision patients must be guided to the right centers at the appropriate age, with appropriate indications, and with realistic expectations, and the rehabilitation process must be carried out as a multidisciplinary collaboration.

Keywords: Low vision, low vision (re)habilitation, Current approaches, LVA

Giriş

Az görme re/habilitasyonunda görme kayıpları, ortam kısırlılığına bağlı görme kaybı, merkezi görme kaybı ve periferik görme kaybı şeklindedir. Bu gruplar arasında, hastalarda merkezi görme kaybına sebep olan yaşa bağlı maküla dejenerasyonu (YBMD), az görme polikliniğine başvuran hastalar arasında en sık görülen tanıdır.^{1,2,3,4,5,6,7}

Az gören bir hastaya yapılacak olan rehabilitasyon, hastanın görme keskinliğine, yaşına, sosyokültürel durumuna ve özellikle tanısına göre değişkenlik göstermektedir. YBMD nedeni ile santral skotomu olan bir hastaya yaklaşımla, retinitis pigmentosa

nedeni ile tünel görüşü olan bir hastaya yaklaşım birbirinden oldukça farklıdır. Bazen diyabetik retinopati ile birlikte diyabetik makülopatisi olan, periferik retinasına argon lazer yapılan bir hastada olduğu gibi hem merkezi hem de periferik görme alan kaybının birlikte olduğu durumlar da görülebilir.

Az görme rehabilitasyonunda amaç, hastanın kalan görmesini en etkin ve en verimli bir şekilde kullanmak, kişinin kendine yeten, bağımsız ve üreten bir birey olarak yaşamasını sağlamak, hayatını kolaylaştırmak ve yaşam kalitesini yükseltmektir. Az görenlerin rehabilitasyonu sadece teleskopik gözlük, büyüteç vb. önermek değildir. Asıl önemli olan bu cihazları kullanma eğitimi ve rehabilitasyon sürecidir. Rehabilitasyon, göz hekimi

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Dr. Deniz Altınbay, Özel Niv Göz Merkezi, Göz Hastalıkları Kliniği, Adana, Türkiye

Tel.: +90 505 759 38 58 E-posta: denizaltinbay01@gmail.com **ORCID-ID:** orcid.org/0000-0002-3976-4361

Geliş Tarihi/Received: 05.09.2018 **Kabul Tarihi/Accepted:** 19.10.2018

©Telif Hakkı 2019 Türk Oftalmoloji Derneği
Türk Oftalmoloji Dergisi, Galenos Yayınevi tarafından basılmıştır.

önderliğinde, uğraşı terapisti, psikolog, sosyal hizmet uzmanı gibi pek çok meslek grubunun içinde bulunduğu bir ekip işidir.

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı Görme Araştırmaları ve Az Görme Rehabilitasyon Merkezi, ülkemizde görme rehabilitasyonu konusunda üniversite bünyesinde yapılandırılmış ilk merkezdir ve bugüne kadar 5500 az gören bireyin rehabilitasyon programı tamamlanmıştır. Merkezde konu ile ilgili olarak göz hekimlerine yönelik bir tezli yüksek lisans programı da yürütülmektedir.

Az Görme Güncel Re/Habilitasyon-Tedavi Yöntemleri Nelerdir?

- Periferik görme alanı kayıplarında alan genişletici prizmalar,
- Mikroperimetri,
- Teleskopik göz içi mercekler,
- Teleskopik kontakt lensler,
- Argus II epiretinal protez (biyonik göz),
- Beyin kapısı (Brainport),
- Kök hücre tedavisi,
- Plateletten zengin plazma (PRP) ve elektriksel stimülasyon,
- Gen tedavisi.

Periferik Görme Alan Kaybı Olgularında Alan Genişletici Prizmalar

Az görenlere yardım ve rehabilitasyonda asıl amaç magnifikasyondur. Karşıdaki obje büyütülür ve/veya yaklaştırılır. Bu yöntem merkezi görme alan kaybı olan hastaların rehabilitasyonunda, özellikle okuma faaliyetinde oldukça yüz güldürücü sonuçlar verir. Ancak retinitis pigmentosa, glokom gibi periferik görme alan kaybı (PVL) olan hastalarda görme alanı çok daralmışsa büyütme, yararlı olmanın aksine hastanın olan görmesinin daha da azalmasına sebep olabilir. Bu durumda görme alanını genişletici teleskoplar (ters teleskoplar) kullanılabilir. Fakat bu durumda da hastanın görme keskinliği azalacaktır. 0,5X bir teleskop hastanın görme alanını 2 kat arttırır, ancak görme keskinliğini 2 kat azaltır, bu yüzden hastalar tarafından çok tercih edilmeyen bir yöntemdir.

Periferik görme alan kaybı olan hastalarda teleskoplardan çok, alan genişletici prizmalardan faydalanmak daha uygundur. Nörolojik sebeplerden dolayı homonim hemianopsi meydana gelen hastalarda Peli'nin alan genişletici prizmaları kullanılabilir. Bu durumlarda prizmalar etkilenen tarafa (sol homonim hemianopside sol göze) ve prizmanın tabanı, alan defektinin olduğu tarafa (sol homonim hemianopside sol göze ve tabanı dışarıda) doğru yerleştirilir. Prizma monokülerdir, camın arka yüzüne, ortada santral açıklık kalacak şekilde üst ve alt kadrana



Resim 1. ML Peli prism/Multilens alan genişletici periferik Fresnel prizma (Prof. Dr. Şefay Aysun İdil'in arşivinden)

olmak üzere ve tabanı defekt yönüne doğru yerleştirilir. Santral açıklık 12 mm'dir. Horizontal ve oblik olan çeşidi vardır (Resim 1, oblik Peli prizma). Hastaya bu yüksek diyoptrili (D) prizmalar ile alan defekt yönünde, alan genişlemesi sağlanmış olur. Fresnel prizmalar ile ilk uygulama yapıldıktan sonra hastaya eğitim çalışmaları verilir. Hasta rahatsa ve görme alan genişlemesine adapte olmuşsa, prizmalar kalıcı olarak cama yerleştirilir.⁸ Bu prizmalar merkezimizde uygulanmaktadır.

Sol hemianopili bir hastada sol göze takılan 40Δ D tabanı dışarda horizontal prizma, 20 derecelik alan genişlemesi sunarken, 40Δ D üst segmentte tabanı dışarda ve tabanı aşağıda, alt segmentte tabanı dışarda ve tabanı yukarda oblik prizma 30 derecelik alan genişlemesi sunar.

Tünel görüşü olan hastalar da az görme rehabilitasyonu için zor bir hasta grubudur. Retinitis pigmentosa ve koroideremi gibi hastalıklarda, hastada özellikle tüm kadranda periferik görme alan kaybı olur. Bu durumlarda hastalara Trifield prizma önerilebilir. Trifield prizmada, prizmalar gözlük camına, temporal kadranda tabanı dışarda ve nazal kadranda tabanı içeride olarak yerleştirilmiştir, monokülerdir, diğer gözle de santral görme sağlanır. Hastada üç alan mevcut olur, tüm bakış yönlerinde alan genişlemesi sağlanmış olur. Eğitimi çok önemlidir. Prizmalar renklidir, bu şekilde çift görmelerin ve konfüzyonun azaltılması amaçlanmıştır.⁹

Bu bahsedilen alan genişletici prizmalarla, defekt olan alanın farkındalığı sağlanmış olur, görme alan kayıpları tedavi edilemez.¹⁰

Mikroperimetri

Geleneksel görme alanı testleri, test süresi boyunca hastanın fiksasyonunu santral ve stabil olarak kabul ettiği için, primer olarak santral görmenin etkilendiği, ektrafoveal ve unstabil fiksasyonlu maküla hastalarında görme alanı testinin güvenilirliği düşmektedir. Görme düzeyi çok azalmış hastalarda da standart görme alanı ile küçük skotomlar tespit edilememekte ve güvenilir sonuçlar elde edilememektedir. Bu yüzden maküla hastalarında geleneksel görme alanı testleri yetersiz kalmaktadır. Yapılan çalışmalarda ileri evre maküla olgularında stabil olmayan fiksasyondan dolayı maküla hassasiyet ölçümlerinde güvenilir test sonuçları almanın zor olduğu bildirilmiştir.^{11,12} Mikroperimetrik inceleme sayesinde ciddi derecede görme kaybı olan olgularda bile retinal hassasiyetin tespit edilebildiği, aynı zamanda fiksasyon özelliklerinin değerlendirilebildiği gösterilmiştir.¹³

Retina duyarlılığını göstermede mikroperimetri cihazının, en az standart görme alanı kadar değerli olduğu, erken dönem görme kayıplarını göstermede ise standart görme alanı testlerinden daha değerli olduğu bildirilmiştir.^{14,15}

Mikroperimetri cihazı, görme alanı sonuçlarını, fundus görüntüsü üzerine yerleştirerek, morfolojik ve fonksiyonel incelemenin bir arada yapılabilmesine olanak sağlamaktadır. Maküla hastalarında fiksasyonun yerini, stabilitesini ve skotomun yerini de belirleyebilmektedir. Retina üzerinde istenen bölgenin retinal hassasiyetini desibel (dB) cinsinden rakamsal olarak, şematik olarak ya da renk skalası ile gösterebilir. Çekime

başlarken infrared fotoğraf olarak referans nokta işaretlenmekte, işlem bittiği zaman, renkli fundus fotoğrafı alınmakta ve görme alanı bu fotoğraf üstüne yerleştirilerek maküladaki patoloji ve skotom arasındaki bağlantı izlenmektedir. Mikroperimetri cihazındaki göz takip sistemi ile ilerleyen dönemlerde hastanın fiksasyon özellikleri değişse bile kontrol çekimlerinde ilk muayenedeki referans noktalarından ölçüm alınabilmekte ve güvenli bir sonuç verebilmektedir.

YBMD, gelişmiş ülkelerde özellikle 65 yaş ve üzerinde ciddi derecede görme kaybı ve yasal körlük yapan nedenlerin başında gelmektedir. İleri dönemde oluşan santral skotomlar, merkezi görme kaybına ve günlük aktivitelerini yapmada yetersizliklere neden olur ve hastaların yaşam kalitesi düşer. AMD'de oluşan görme fonksiyonundaki bozulmanın, mikroperimetride fiksasyon stabilitesinde azalma, santral fiksasyon kaybı ve retinal hassasiyet kaybı şeklinde olduğu gösterilmiştir.¹⁶ Bu hastalarda fonksiyonunu yapamayan foveanın yerine daha sağlıklı retina bölgelerinde ekzantrik lokalizasyonlar oluşur (preferred retinal locus, PRL ya da tercih edilen retinal alan, TERA). Santral skotomlu hastalarda yaşamsal aktivitelerin yapılabilmesi açısından fiksasyonun özellikleri ve tercih edilen retinal alanın önemi büyüktür. Bu alan, mikroperimetri ile tespit edilebilir. Skotomun yerinin ve büyüklüğünün belirlenmesi, fiksasyonun yeri ve stabilitesinin bilinmesi, az görme rehabilitasyonu açısından çok önemlidir.

Bazen hastanın tercih ettiği retinal alan uygun yerde olmamaktadır. Bu oluşan yeni lokalizasyonu hasta için daha uygun ve retinal hassasiyetin daha yüksek olduğu yere taşımak gerekir. Mikroperimetri cihazının biyofeedback özelliği kullanılarak, bu alan, PRL taşıma egzersizleri (Trained Retinal Locus, TRL) ile daha sağlıklı retina bölgelerine kaydırılabilmektedir.¹⁷

Az görme merkezine refere edilen hastaların yaklaşık %60'ı okumada zorluk nedeni ile başvurmaktadır. Fiksasyon yeri ve stabilitesi, hastanın görme kalitesini ve özellikle okuma performansını en çok etkileyen faktörlerdendir. Giacomelli ve ark.¹⁸ yaptığı bir çalışmada hafif-orta az gören (0,3-1,0 LogMAR arası) diyabetik retinopati ve YBMD olan hastalar çalışmaya dahil edilmiş ve okuma performansını en çok etkileyen faktörün fiksasyon instabilitesi ve kontrast hassasiyet kaybı olduğu gösterilmiştir. Yine başka bir çalışmada da fiksasyon stabilitesi ile okuma hızı arasında güçlü bir ilişki tespit edilmiştir.¹⁹

Bu hasta grubunda mikroperimetri cihazı ile yapılan takip ve rehabilitasyon ile hastaların okuma performansları artabilecek ve dolayısı ile hastaların yaşam kalitesi artabilecektir.

Mikroperimetri, sadece YBMD nedeni ile az gören hastalarda değil aynı zamanda retinitis pigmentosa, Stargardt, diyabetik retinopati, glaukom gibi nedenlerle az gören hastaların rehabilitasyonunda da kullanılır. Mikroperimetrinin, ABCA4 ile ilişkili retinanın dejeneratif hastalıklarında (Stargardt ve kon-rod distrofisi) ve gece körlüğü olgularında da makülanın fonksiyonları hakkında değerli bilgiler verdiği bildirilmiştir.²⁰

Mikroperimetride Değerlendirilen Parametreler

PRL-high: İlk 10 saniyede, uyarın verilmeden önce, fiksasyon noktasına odaklanmışken elde edilen noktaların merkezi,

PRL-low: Test süresi sonunda hesaplanan tüm fiksasyon noktalarının merkezi,

P1'de 1 derecelik alan, P2'de 2 derecelik alan değerlendirilir.

Fiksasyon stabilitesi: $P1 > \%75$ ise stabil fiksasyon, $P1 < \%75$ ve $P2 > \%75$ ise rölatif stabil fiksasyon ve $P2'de < \%75$ ise stabil olmayan fiksasyon olarak adlandırılır.

Fiksasyon lokalizasyonu: Fiksasyon noktalarının %50'den fazlası santral standart fiksasyon alanındaysa baskın santral fiksasyon, %50-25'i santral standart fiksasyon alanı içindeyse zayıf santral fiksasyon, %25'den azı santral standart fiksasyon alanındaysa baskın ekzantrik fiksasyon olarak adlandırılır.

Maküler bütünlük [macular integrity index (MII)]: Yaşla eşleştirilmiş veri ortalamasını verir. Kayıp, %40'ın altındaysa normal, %40-%60 arasındaysa şüpheli, %60'ın üstünde ise anormal olarak değerlendirilir.

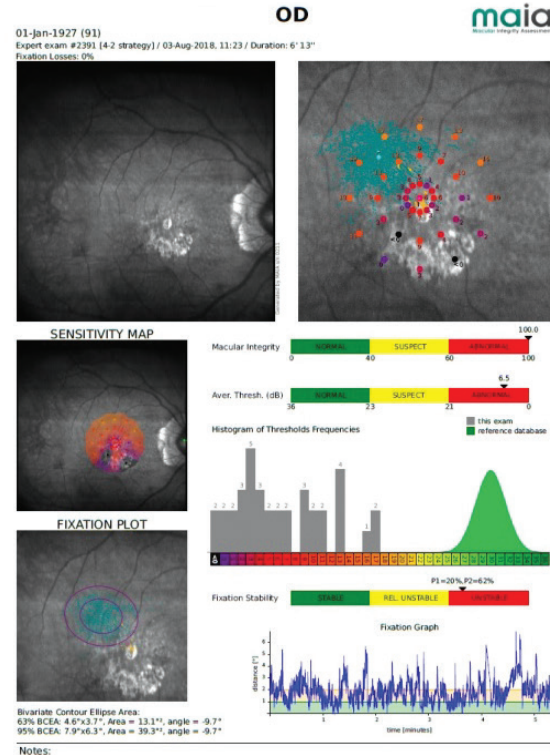
Ortalama retinal hassasiyet: Sonuçlar 0-36 dB arasındadır. 0-23 dB ise anormal, 23-25 dB ise şüpheli, 25-36 dB ise normal olarak değerlendirilir.

BCEA (bivariate contour ellips area): Fiksasyonel göz hareketlerinin kapladığı majör ve minör aksların eliptik alanını gösterir.

Bu bahsedilen parametreler cihazın çıktısında gösterilmektedir (Resim 2).

Mikroperimetrinin Yorumlanması (Resim 2)

- Sağ göz, 91 yaş, Atrofik tip YBMD hastası,
- PRL, atrofik sahanın üst temporalinde, bu bölgede retinal hassasiyet 11-17 dB arasında,



Resim 2. Mikroperimetri çıktı örneği (Prof. Dr. Şefay Aysun İdil'in arşivinden)
OD: Sağ göz

- Mod: Expert test, strateji: 4-2,
- Otuz yedi nokta, santral 10°,
- Ortalama hassasiyet: 6,5 dB,
- MII: 100,
- Fiksasyon Stabilitesi: Unstable (P1=%20, P2=%62),
- BCEA: %63=4,6°x3,7°, 13,1° BCEA: %95=7,9°x6,3°, 39,3°²
- Fiksasyon lokalizasyonu (PRL): Üst-temporal,
- Test süresi: 6'13",
- Santral skotom, fiksasyonu stabil değil ve ektrafoveal.

Maküla hastalıklarında mikropereometri, fiksasyon stabilitesinde düşme, santral fiksasyon kaybı ve retinal hassasiyet kaybı görülür. Bu örneğimizde YBMD olan hastada fiksasyon stabilitesinin düştüğü (P1=%20, P2=%62), santral fiksasyon kaybı olduğu (üst-temporal fiksasyon) ve ciddi derecede retinal hassasiyet kaybı (ortalama 6,5 dB) olduğu görülmektedir.

Mikropereometrinin TRL (training retinal locus) modu: Mikropereometrinin TRL modu ile hastada oluşmuş olan PRL'nin lokalizasyonu iyi ise stabilitesi artırılır. Unstabil PRL'si (P1 %8, P2 %35) olan bir maküla hastasının, PRL eğitimi öncesi ve sonrası mikropereometreleri Resim 3 ve Resim 4'te gösterilmiştir. Mikropereometreler karşılaştırıldığında, PRL eğitimi sonrası hastanın PRL'sindeki stabilite artışı (P1 %68, P2 %99, Rölatif stabil PRL) dikkat çekicidir (Resim 3, Resim 4).

Hastada oluşan PRL'nin lokalizasyonu iyi değilse, hasta için daha uygun alana taşınır. PRL Training modu ile özellikle santral skotomlu ve unstabil fiksasyonlu az gören hastalarda işitsel ve görsel biyo-feedback sinyallerle, ekzantrik bakış tedavisi ile rezidual görmelerinin daha iyi kullanılması sağlanabilir. Yeni PRL seçerken, retinal duyarlılığın en yüksek olduğu, foveaya en yakın ve hastanın kendi PRL sine en yakın yer seçilmelidir.

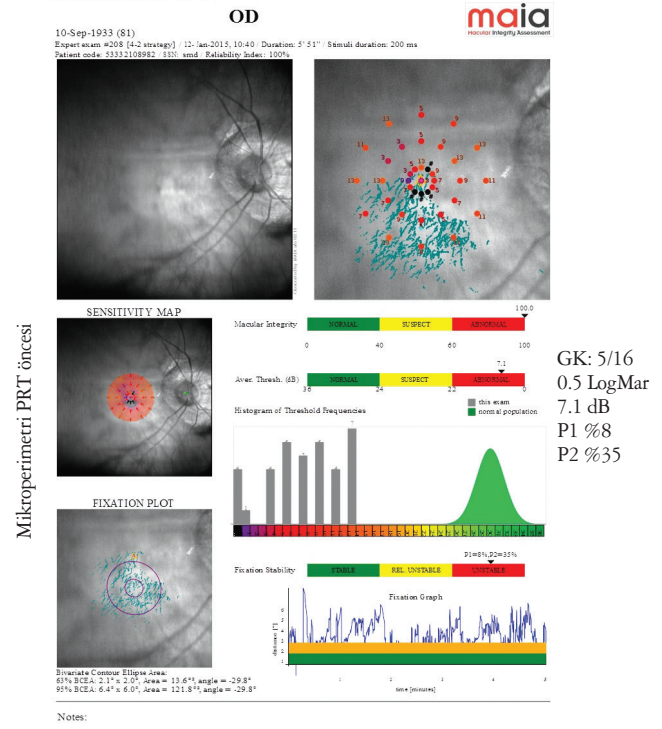
Az görme rehabilitasyonunda mikropereometri kullanılmasıdaki amaç, az gören hastanın kalan görmesini en verimli şekilde kullanmaktır. Rehabilitasyonda mikropereometri cihazı ile hastanın PRL'si hasta için uygun yerdeyse ancak istenilen oranda stabil değilse fiksasyon stabilitesini sağlamak, PRL'si uygun yerde değilse, retina hassasiyeti daha yüksek olan yeri tespit etmek ve TRL çalışma seansları ile PRL'yi taşımak ve yeni yerin stabilitesini artırmak amaçlanmaktadır.

Teleskopik Göz İçi Mercekler

Son yıllarda teknolojinin ve dolayısı ile göz içi merceklerin gelişmesi ile az gören yaşa bağlı maküla hastalarında cerrahi yöntemlerle magnifikasyon sağlanması amaçlanmıştır.

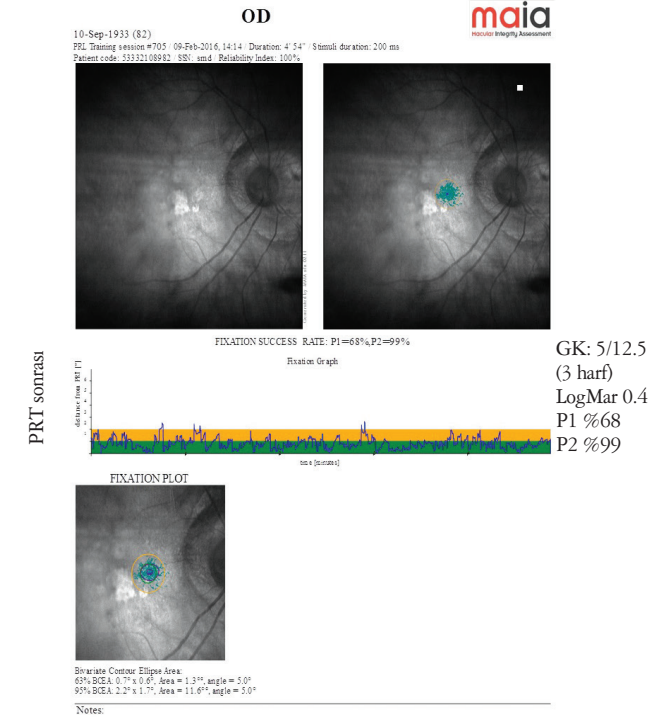
YBMD hastalarında yedi tip intraoküler mercek tanımlanmıştır. Hiçbir teleskopik mercek şu an için ideal değildir ve kısa süreli sonuçları yayınlanmıştır. Bunlar implante edilebilir minyatür teleskop (IMT), IOL-VIP sistem, Lipshitz maküler implant (LMI), sulkusa implante Lipshitz maküler implant (LMI-SI), Fresnel prizma intraoküler lens, iolAMD ve Scharioth maküla lensidir. Merceklerin büyüme güçleri İolAMD lensinde 1,2X, IMT'de 2,5X, IOL-VIP Sistemde 1,3X, LMI 2,5X ve Fresnel prizma intraoküler lenste 1X gücündedir.

IMT, implante edilebilen diğer teleskopik merceklerden büyüktür. Büyük kesi gerektirir. İmplantasyondan sonra fundus görüntülemesinde bazı zorluklar yaşanabilmektedir.²¹



Resim 3. Fiksasyonu stabil olmayan bir maküla hastasının PRL (Preferred retinal locus)-training öncesi mikropereometrik değerleri (Prof. Dr. Şefay Aysun İdil'in arşivinden)

OD: Sağ göz



Resim 4. Aynı hastanın PRL (Preferred retinal locus)-training sonrası fiksasyonundaki stabilite artışının mikropereometrik olarak gösterilmesi (Prof. Dr. Şefay Aysun İdil'in arşivinden)

OD: Sağ göz

LMI ve LMI-SI kullanılan mercekler Cassegrain teleskop konfigürasyonunda iki minyatür aynaya sahip olan ve retinaya yansıyan görüntüyü 2,5 kez büyüten merceklerdir.²² Parlama nedeni ile fundus görüntülemesinde zorluklar olabilir. LMI, kapsüller bağ içine implante edilirken, LMI-SI, psödo-fak hastaya, SI edilebilir.

Fresnel prizma intraoküler lenste, amaç magnifikasyon değil skotomun yerinin değiştirilmesidir. Merceğin optik kısmının arka yüzeyinde Fresnel prizma mevcuttur.²³

iolAMD, akriliktir. -49 D ve +63 D merceklerle Galilei teleskopik etki oluşturulması amaçlanmaktadır. Bu mercekte dezavantaj, takılacak olan mercek gücünün gözün aksiyel uzunluğuna göre ayarlanamamasıdır.²⁴

IOL-VİP sistem teleskopik göz içi mercekler: IOL-VİP sistemde, -66 D bikonkav ve +55 D bikonveks mercek kullanılır. 1,3X büyütme yapar. Mutlaka cerrahi öncesi simülasyon yapılmalıdır. IOL-VİP Revolution'da, tansiyon ring ile iki tane mercek kapsül içine yerleştirilerek teleskopik etki oluşturulur. Aynı zamanda prizmatik etki (yaklaşık 10 prizma D) ile görüntünün hastalıklı retinadan daha sağlıklı retina bölgesine kaydırılması amaçlanmaktadır. Komplike bir görsel rehabilitasyon süreci vardır.²⁵

Endikasyonları

- Atrofik YBMD,
- Görme keskinliğinin 0,3'ün altında olması,
- Simülatör ile görme keskinliğinin artması,
- Hastanın istekli olması,
- Rehabilitasyon programı (6 hafta) yapıldıktan sonra.

Kontrendikasyonları

- Eksüdatif tipte YBMD,
- Glokom, retinitis pigmentosa, diyabetik retinopati gibi progresif görme alan kaybı olan hastalar,
- Kornea guttata, endotel sayısı 1600 hücrenin altında olduğu olgular,
- Küçük göz,
- External simülatör ile görme artmıyorsa,
- Genç hasta (ameliyat yapılırsa hastanın akomodasyon gücü kaybedilmiş olur).

SML lensleri (Scharioth macula lens) teleskopik göz içi mercekler: Psödo-fak hastaya takılır. Akriliktir. Lensin merkez kısmında +10,00 adisyonu mevcuttur (Resim 5).²⁶ Amaç hastanın yakın okumasını sağlamaktır. Uzak görüşü bozmadan yakın okuma sağlar. Hastaya mutlaka ameliyattan önce, ameliyat sonrasında okuma mesafesinin yakın olacağı (10-15 cm) bilgisi verilmelidir. SML takılan 8 hastanın 6 aylık sonuçlarının açıklandığı bir çalışmada hastaların okuma hızı ve okuma mesafesi ile ilgili sıkıntıları olduğu, ancak okuma egzersizleri ile bu sorunların azaldığını ve ameliyat yapılan 8 hastadan birindeki atrofik tipteki makülanın, ameliyattan 3 ay sonra ıslak tipe döndüğü bildirilmiştir.²⁷

Endikasyonları

- Elli beş yaş üstü, psödo-fak hasta,
- Görme keskinliği $\leq 0,32$,

- Ameliyat öncesi, +6,00 adisyon ile 15 cm'den okuma yaptırıldığında yakın okumada 3 sıranın üstünde artış elde edilebiliyorsa,

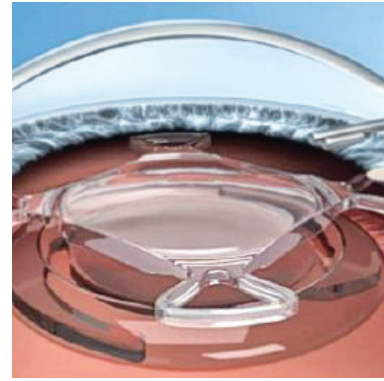
- Özellikle atrofik tip AMD, stabil eksüdatif tip AMD,
- Monoküler ve iyi gören göze takılmalı,
- Hasta istekli olmalı,
- Katarakt ameliyatı için adaysa, ameliyattan 3 ay sonra takılmalı.

Kontrendikasyonları

- Görme keskinliği $< 0,1$,
- Eksüdatif tip AMD, afaki,
- Zonüler zayıflık, px, lens sublüksasyonu varsa,
- Fotopik pupil çapı $< 2,5$ mm ise, dar açılı ($< \text{grade } 2$),
- Kronik üveit, rubeozis iridis, retina dekolmanı, ciddi göz travması varsa,
- Progresif glokom, görme alan defekti fazlaysa,
- Korneal hastalıklar vb. fundus net seçilemiyorsa.

Teleskopik Kontakt Lensler

Günümüzde teleskopik kontakt lensler üzerinde çalışmalar devam etmektedir. İlk defa 2013 yılında Tremblay ve ark.²⁸ tarafından deneysel olarak optomekanik bir göz modeli üzerinde, 3D gözlüklerle ve elektriksel polarizasyonla normal ve büyütülmüş görüntü arasında geçiş sağlanan teleskopik kontakt lens tasarlanmıştır. 2,8 kat büyütme sağlanmıştır.



Resim 5. Scharioth maküla lensi (KMDT Kesin Mümessillik ve Dış Ticaret Ltd. Şti. ve Mediconur Türkiye temsilcisi broşüründen)



Resim 6. Teleskopik skleral kontakt lens

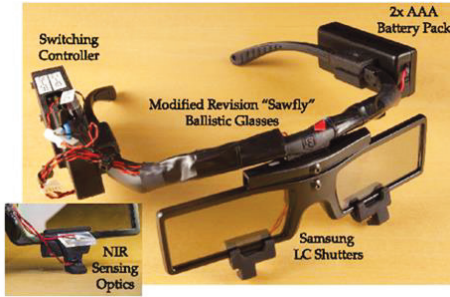
1,6 mm kalınlığında skleral kontakt lens olarak tasarlanan teleskopik kontakt lenslerde, lensin uzun süreli kullanımında korneanın oksijenasyonu sorun olmuş ve bunun çözümü için çalışmalar önerilmiştir.²⁹ Daha sonra yapılan bir çalışmada ise göz kırpması ile polarizasyonun değişebildiği, normal görüntü ile büyütülmüş görüntü arasında değişimin sağlandığı skleral teleskopik kontakt lens çalışmasından bahsedilmiştir (Resim 6).³⁰ Bu teleskopik sistem, kontakt lensi tamamlayan LCD teknolojinin kullanıldığı, bataryalı bir çift gözlük camı ile birlikte kullanılmaktadır (Resim 7).³⁰

Geleneksel gözlüğe monte edilen teleskoplara göre, teleskopik kontakt lenslerin psikososyal faydaları yanında, ağırlık, maliyet ve görme alanının daha geniş olması gibi avantajları vardır.³¹

Argus II Epiretinal Protez (Biyonik Göz)

İleri derecede fotoreseptör hücre kaybı olan hastalarda uygulanır. Retinitis pigmentosa ve YBMD hastalarında fotoreseptör hücre kaybı olmakla birlikte şu anda Argus için primer endikasyon ilerlemiş seviyedeki retinitis pigmentosa hastalarıdır. Gıda ve İlaç İdaresi tarafından onaylanmış ilk ve tek retina protezidir, iç retinal hücreleri doğrudan uyarır. Argus II cihazı ile retinanın gangliyon hücrelerine elektriksel stimülasyon verilerek, fosfenler olarak adlandırılan ışık noktaları oluşturulur. Kullanıcılar bu görsel algıları yorumlamayı öğrenir, böylece hastalarda bir miktar görme sağlanmış olur.^{32,33} Sağlanan görme, yapay görmedir. Bu ameliyat, ülkemizde ve dünyada endoskop destekli olarak ilk defa Ankara Üniversitesi'nde Özmert ve ark.³⁴ tarafından yapılmıştır.

Argus II epiretinal protezin, intraoküler ve ekstraoküler olmak üzere iki kısmı vardır. Ekstraoküler kısım, ortasında kamera bulunan bir gözlük, verici ve video işlemciden oluşur, takılıp çıkartılabilir (Resim 8), intraoküler kısımdan



Resim 7. Teleskopik skleral kontakt lensle birlikte takılan gözlük



Resim 8. Argus II ekstraoküler kısım (<http://second sight.com/photos.html>. Erişim tarihi: 18.08.2018)

bağımsızdır. İntraoküler kısım 60 elektrottan oluşmuş bir panel, alıcı bobin, elektronik kutu ve skleral banttan oluşur (Resim 9). Elektrotlardan oluşmuş bu panel, vitrektomi ile epiretinal olarak maküla üzerine yerleştirilir ve retinaya çivilenir (Resim 10, Resim 11).³⁵

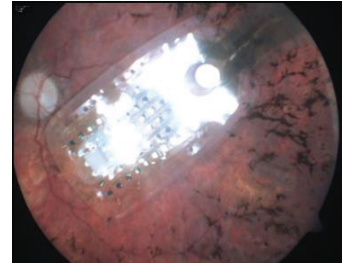
Argus Epiretinal Protez ile Hastalar Nasıl Görüyor?

Gözlüğün önündeki kamera, nesnelerin görüntüsünü yakalayarak, bele takılan video işlemciye bilgiyi iletmektedir. İşlemci, görüntüyü elektronik sinyallere dönüştürmekte ve sinyali gözlükte bulunan vericilere iletmektedir. Elektronik sinyaller gözdeki alıcıya gönderilir. Veriler küçük bir kablo ile retinaya implante edilmiş panele gider. Elektrik sinyalleri optik sinirler tarafından beyne iletilir. Görüntü şu anda siyah beyazdır, yapay görmedir ancak renkli olması için çalışmalar devam etmektedir.

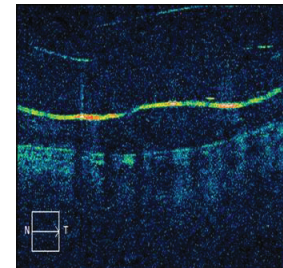
Cerrahiden sonra hastanın bu yeni yapay görme sistemine adapte olabilmesi için yaklaşık 1 yıl süren bir rehabilitasyon desteği gereklidir. Merkezimizdeki Argus rehabilitasyon odası, rehabilitasyon süresince yapılan alıştırmaya ve eğitime göre özel olarak tasarlanmıştır (Resim 12, Resim 13).



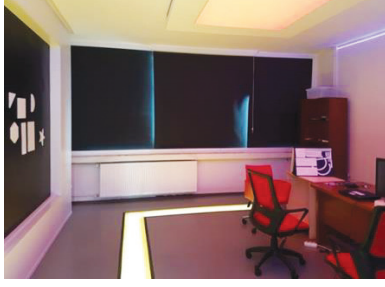
Resim 9. Argus II intraoküler kısım (<http://second sight.com/photos.html>. Erişim tarihi: 18.08.2018)



Resim 10. Argus epiretinal protezin, elektrot panelinin maküla üzerine implante edilmiş hali (Prof. Dr. Emin Özmert'in arşivinden)



Resim 11. Maküla üzerine implante edilmiş elektrotların, gölgelerinin optik koherens tomografide görünüşü (Prof. Dr. Emin Özmert'in arşivinden)



Resim 12. Argus rehabilitasyon odası (Görme Araştırmaları ve Az Görme Rehabilitasyon Merkezi'nden)



Resim 13. Argus rehabilitasyon hastalarının yürüme alıştırmaları için tasarlanmış ışıklı yol (Görme Araştırmaları ve Az Görme Rehabilitasyon Merkezi'nden)

ARGUS II Epiretinal Protez Endikasyonları

- Yirmi beş yaş ve üstü,
- İleri derecedeki dış retinal hücre harabiyeti (geç evre retinitis pigmentosa, geografik atrofi),
- Aksiyel uzunluk 20-26 mm,
- Işık hissinin olması ve kamera flaş testinde pupilla ışık reaksiyonunun olması,
- Görme tecrübesine sahip olmak, daha önceden şekil görmüş olması,
- Gerçekçi beklenti,
- Hasta ve yakınlarının rehabilitasyona uygun olmasıdır.

ARGUS II Epiretinal Protez Kontrendikasyonları

- Optik sinir hastalıkları,
- İnce konjktiva (başarısız cerrahi),
- Ciddi göz kaşıntısı,
- Genel anestezi alamama,
- İleri derecede maküler ödem, maküler skar, ciddi retinal incelme, arka stafilm,
- İleri derecede şaşılık ve nistagmus,
- Nörolojik, psikiyatrik hastalıklar.

Argus II Retina Protezi implante edilmiş olan 26 hasta, 18 ila 44 ay (ortalama 36 ay) takip edilmiş ve cihazın ON durumunda, OFF durumuna göre görme ile ilgili görevlerini tamamlama oranının önemli ölçüde arttığı bildirilmiştir (The Functional Low-Vision Observer Rated Assessment [FLORA] çalışması).³⁶

Argus II Epiretinal protez sayesinde, büyük harf görme, kısa kelime okuma (20/1262), hareketin yönünü ayırt etme, yön belirleme ve hareket edebilme, mobilite artışı, bağımsız hareket edebilme ve yaşam kalitesinde artma tespit edilmiştir.³⁵



Resim 14. Brainport kullanımı (Courtesy, Wicab, Inc.)

Beyin Kapısı (BrainPort)

Yapay görmedir. Mutlaka hastanın daha önce bir görme tecrübesine sahip olması gereklidir. BrainPort'ta gözlüğün içindeki 2,5 cm'lik kamera, kaydettiği görüntüyü elden bir kumandaya göndermekte ve görüntü düşük çözünürlüklü siyah-beyaz bir fotoğrafa dönüştürülmektedir. Daha sonra bu fotoğraf yüzlerce elektrot içeren ince bir tüp aracılığı ile dile gönderilmekte ve kullanıcı diline yansıyan şekli ve hareketleri hissedebilmektedir. Beyin, dil üzerindeki hissi görselleştirmekte, böylece kişi fotoğrafı görmeyi öğrenmektedir (Resim 14).^{37,38}

Az Gören Hastalarda Kök Hücre Tedavisi

Kök hücreler, öncül hücrelerdir. Yani kendi kendini yenileme ve matür hücrelere dönüşebilme yeteneği mevcut olan hücrelerdir. Kök hücre tedavisinde amaç, kök hücrelerden gelişen yeni retinal hücrelerin, retinadaki hasta hücrelerin yerine geçmesini sağlamaktır. Kök hücrelerin, yüksek çoğalma kapasitesi, immün sistemi düzenlemek, nörotrofik faktör salgılamak, nöronlara antiapoptotik etki göstermek gibi fonksiyonları vardır. Kök hücre tedavisi, retinitis pigmentosa, Stargardt maküla distrofisi ve YBMD gibi dejeneratif retina hastalıklarında umut vericidir. Faz I ve faz II çalışma sonuçları oldukça başarılıdır. Yapılan çalışmalarda sistemik yan etkiye rastlanmamıştır.³⁹

Embriyonik kök hücreler pluripotenttir, ancak kullanılması etik değildir ve Türkiye'de sağlık bakanlığı tarafından yasaklanmıştır. Az gören hastalarda en çok kullanılan kök hücre tipi, erişkin mezenkimal kök hücrelerdir. Multipotenttir. En çok yağ ve kemik iliği tercih edilir. Ayrıca indüklenmiş pluripotent kök hücreler, kordon kanı kök hücreleri ve amniyotik sıvı kök hücrelerinin de çeşitli hastalıklarda uygulanma alanları vardır.⁴⁰

Az gören hastalarda kök hücre tedavisi, dejeneratif retina hastalığı olan, 18 yaş üstü hastalara ve daha kötü gören göze uygulanabilir. Total vitrektomi ile subretinal mezenkimal kök hücre enjeksiyonu yapılır. Kök hücreler fonksiyonlarını kaybettiğinde işlem tekrarlanabilir. Amaç, görme alanını korumak ve hastalığın ilerlemesini engellemektir. Görme keskinliğinin düşmesi beklenmek zorunda değildir, görme alanı kaybı başladıysa bu tedavi uygulanabilir. Şu anda bu tedavi ile ilgili bazı soru işaretleri vardır. Hangi kök hücresinin, hangi dozda, hangi uygulama şekliyle kullanılacağı ve hastalığın hangi evresinde kullanılacağı tartışmalıdır. Öner ve ark.'nın⁴¹ yaptığı 11 retinitis pigmentozalı hastanın ele alındığı çalışmada sadece

1 hastada ERG'de iyileşme ve görme keskinliğinde ve görme alanında anlamlı iyileşme saptanmış olup uygulamanın oküler komplikasyonlara sebep olabileceği ve dikkatli bir şekilde uygulanması gerektiği bildirilmiştir.

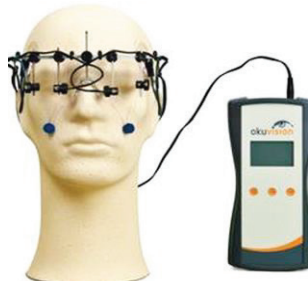
Kök hücre enjeksiyonlarının, intravitreal ve subretinal uygulamaları sonrası görülen vitreoretinal komplikasyonların suprakoroidal uygulamada daha az görüldüğünü bildirilmiştir.⁴²

Az Gören Olgularda Plateletten Zenginleştirilmiş Plazma Tedavisi ve Elektriksel Stimülasyon

PRP tedavisinde, hastadan alınan kan, santrifüj edilerek kandakinden 2-4 kat daha fazla trombosit elde edilir. PRP tedavisi otolog olarak uygulanan bir yöntemdir. Trombosit kaynaklı büyüme faktörleri (NGF, BDNF, BFGF, IL6) retinadaki fotoreseptör hücrelerin canlılığının devamını sağlamak için enjekte edilir. Amaç, uyku modundaki hücrelerin canlılığını devam ettirmektir. Hastalığın ilerlemesinde yavaşlama, görme alanında genişleme ve görme keskinliğinde artış amaçlanmaktadır. Kırk sekiz retinitis pigmentozalı hastanın 71 gözünün ele alındığı çalışmada 49 göze subtenon olarak otolog PRP uygulanmış, görme alanı, mfERG değerleri ve mikropereimetride istatistiksel olarak anlamlı gelişmeler olduğu ve görme keskinliğinde de olumlu sonuçlar görüldüğü bildirilmiştir. Hastalar 1 yıl süre ile takip edilmiştir. Uzun vadeli sonuçlar bilinmemektedir.⁴³ Etkinliğin süresini ve uygulama sıklığını belirlemek için daha uzun süreli takip ve daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Transkorneal Elektriksel Stimülasyon - Okuvizyon

Retina hücrelerine düşük dozda elektriksel uyarılar verilir. PRP ile birlikte uygulanabilir. Nöron koruyucu büyüme faktör salınımı ile retinada hücrelerinde koruma ve görme kaybında durma amaçlanmaktadır. Transkorneal olarak uygulanır. Korneaya elektrot yerleştirilir (Resim 15). Uygulama süresi 30 dakikadır. Haftada bir tekrar uygulanır, 6-8 hafta uygulamaya devam edilir. Korneaya temastan dolayı bazı sorunlar yaşanabilir. Bittner ve ark.⁴⁴ 6 haftalık transkorneal elektriksel stimülasyon (TES) tedavisi uyguladığı retinitis pigmentozalı hasta grubunda 7 olgunun 4'ünde görme keskinliğinde, hızlı kontrast duyarlılık fonksiyonunda ve/veya Goldmann görme alanında anlamlı iyileşmeler olduğu bildirilmiştir. Bu 4 hastanın 3'ü 29-35 ay takip edilmiş, elde edilen iyileşmede düşme görülmemiştir.



Resim 15. Transkorneal elektriksel stimülasyon - okuvizyon uygulanması (<https://www.retina-implant.de/en/-erişim> tarihi 18.08.2018. Retina İmplant şirketinin izniyle)

Transkraniyal Elektromagnetik Stimülasyon - Magnovizyon

Apoptozis kaskadının durması ve hücre ölümünün azalması amaçlanmaktadır. Manyetik stimülasyon kullanılır, stimülasyonlar TES'deki elektriksel stimülasyonlar gibi sadece retinaya lokalize değildir, uygulama santraldir. TES'de korneaya temas varken, Magnovizyon'da korneaya temas yoktur. PRP ile birlikte uygulanabilir. Magnovizyon ve PRP tedavisi ile uykudaki fotoreseptörlerde uyanma ve görme alanında genişleme amaçlanmaktadır.

Az Gören Hastalarda Gen Tedavisi

Bir fonksiyonu kodlayan genomun başka bir hücrenin genomuna eklenerek ya da eklenmeden o hücre içerisinde etkisini üretmesidir. Genler vektörler aracılığı ile taşınır. En çok adenovirüs ve lentivirüs kullanılır. Subretinal enjeksiyon şeklinde uygulanır. Otozomal resesif ve X'e bağlı geçen hastalıklarda kullanılabilir. Şu an en büyük sorun, hastalıklara neden olan çok fazla sayıda gen olması ve aynı gende oluşmuş olan mutasyonlardır.

Retina hastalıklarında 220'den fazla gen tanımlanmıştır. Retinitis pigmentozada 160'tan fazla gen ve aynı gende değişik mutasyonlar tanımlanmıştır. Gen tedavisinde en fazla çalışılan hastalık LEBER'in doğumsal körlüğü ve retinitis pigmentozadır. En çok çalışılan gen ise *RPE65* genidir.⁴⁵ Akromotopside *CNGA3* ve *CNGB3* geni, Stargardt'ta *ABCA4* geni çalışılmakta olan genlerdir.⁴⁶

LUXTURNTM-Spark (voretigene neparvovec-rzyl), gen tedavisinde Gıda ve İlaç İdaresi tarafından onaylanmış tek ilaçtır. Kalıtsal retinal hastalıkların tedavisinde kullanılma onayı verilmiştir.⁴⁷ Subretinal enjeksiyon olarak uygulanabilir. Bir yaş altı ve 65 yaş üstünde kullanılma izni yoktur.

Gen tedavisi uygulamak için, hastada anlamlı bir görme azalmasının olması, hastalıklı genin, vektör kapasitesi ile uyumlu olması, o gen ile ilgili insan çalışmalarının bitmiş olması ve gen tedavisi ile retinada onarılabilecek sağlam hücrenin kalmış olması gereklidir.

Sonuç

Az gören hastaların rehabilitasyonu ve tedavisi ile ilgili heyecan ve umut verici birçok gelişmeler olmaktadır. Ancak hastalara rehabilitasyon ve tedavi seçeneklerini sunarken hastanın yaşı, hastalığının tanısı, eğitim durumu ve sosyokültürel durumu göz önünde bulundurulmalı, az gören hastalarımızın doğru yaşlarda, doğru merkezlere ve en önemlisi gerçekçi beklentilerle yönlendirilmelidir.

Etik

Hakem Değerlendirmesi: Editörler kurulu dışında olan kişiler tarafından değerlendirilmiştir.

Yazarlık Katkıları

Cerrahi ve Medikal Uygulama: Deniz Altınbay, Aysun İdil, Konsept: Deniz Altınbay, Dizayn: Aysun İdil, Veri Toplama veya İşleme: Deniz Altınbay, Aysun İdil, Analiz veya Yorumlama: Deniz Altınbay, Aysun İdil, Literatür Arama: Deniz Altınbay, Yazan: Deniz Altınbay, Aysun İdil.

Çıkar Çatışması: Yazarlar tarafından çıkar çatışması bildirilmemiştir.

Finansal Destek: Yazarlar tarafından finansal destek almadıkları bildirilmiştir.

Kaynaklar

- Humphry RC, Thompson GM. Low vision aids-evaluation in a general eye department. *Trans Ophthalmol Soc UK*. 1986;105:296-303.
- Temel A. Low vision aids (evaluation of 185 patients). *Ophthalmic Physiol Opt*. 1989;9:327-331.
- Van Rens GHMB, Chmielowski RJM, Lemmens WAJG. Results obtained with low vision aids. *Doc Ophthalmol*. 1991;78:205-210.
- Üretmen Ö, Yağcı A, Eğrilmez S, Kerci G, Ardiç K. Düşük görme yardımcıları ile klinik sonuçlarımız. *MN Oft*. 1999;6:261-65.
- Akyurt, Akın. Az görenlere yardım gerekliliği ve etkinliği. *Turk J Ophthalmol*. 2003;33:154-160.
- Tatlıpınar S, Kadayıfçılar S, Eldem B. Yaşa bağlı makula dejenerasyonu olgularında az görenlere yardım cihazı uygulamaları ve sonuçları. *Turkish Journal Geriatrics*. 2001;4:19-21.
- Altınbay D. Az görenlere yardım cihazı uygulamaları ve teleskopik gözlük kullanma oranları. *Turk J Ophthalmol*. 2013;43:427-431.
- Peli E, Bowers AR, Keeney K, Jung JH. High-Power Prismatic Devices for Oblique Peripheral Prisms. *Optom Vis Sci*. 2016;93:521-533.
- Apfelbaum H, Peli E. Tunnel Vision Prismatic Field Expansion: Challenges and Requirements. *Transl Vis Sci Technol*. 2015;4:8.
- Gall C, Sabel BA. Reading performance after vision rehabilitation of subjects with homonymous visual field defects. *PM R*. 2012;4:928-935.
- Rohrschneider K, Bültmann S, Springer C. Use of fundus perimetry (microperimetry) to quantify macular sensitivity. *Prog Retin Eye Res*. 2008;27:536-548.
- Kameda T, Tanabe T, Hangai M, Ojima T, Aikawa H, Yoshimura N. Fixation behavior in advanced stage glaucoma assessed by the MicroPerimeter MP-1. *Jpn J Ophthalmol*. 2009;53:580-587.
- Şentürk F, Karaçorlu SA, Özdemir H, Karaçorlu M, Uysal Ö. Klasik ve gizli koroid neovaskülarizasyonlarında mikroperimetrik değişiklikler. *Ret-Vit*. 2007;15:277-281.
- Oztürk F, Yavas GF, Küsbeci T, Ermiş SS. A comparison among Humphrey field analyzer, micro-perimetry and Heidelberg retinal tomograph in the evaluation of macula in primary open-angle glaucoma. *J Glaucoma*. 2008;17:118-121.
- Lima VC, Prata TS, De Moraes CG, Kim J, Seiple W, Rosen RB, Liebmann JM, Ritch R. A comparison between microperimetry and standard achromatic of the central visual field in eyes with glaucomatous paracentral visual-field defects. *Br J Ophthalmol*. 2010;94:64-67.
- Fujii GY, de Juan E Jr, Humayun MS, Sunness JS, Chang TS, Rossi JV. Characteristics of visual loss by scanning laser ophthalmoscope microperimetry in eyes with subfoveal choroidal neovascularization secondary to age related macular degeneration. *Am J Ophthalmol*. 2003;136:1067-1078.
- Vingolo EM, Cavarretta S, Domanico D, Parisi F, Malagola R. Microperimetric biofeedback in AMD patients. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2007;32:185-189.
- Giacomelli G, Virgili G, Giansanti F, Sato G, Cappello E, Cruciani F, Varano M, Menchini U. Clinical and microperimetric predictors of reading speed in low vision patients: a structural equation modeling approach. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2013;54:4403-4408.
- Calabrèse A, Bernard JB, Faure G, Hoffart L, Castet E. Clustering of Eye Fixations: A New Oculomotor Determinant of Reading Speed in Maculopathy. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2016;57:3192-3202.
- Cideciyan AV, Swider M, Aleman TS, Feuer WJ, Schwartz SB, Russell RC, Steinberg JD, Stone EM, Jacobson SG. Macular function in macular degenerations: repeatability of microperimetry as a potential outcome measure for ABCA4-associated retinopathy trials. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2012;53:841-852.
- Schlingens M, Fortin MJ, Joondeph BC. OCT imaging in eyes with an implanted telescope. *Retina Today*. 2015;10:51-52.
- Agarwal A, Lipshitz I, Jacob S, Lamba M, Tiwari R, Kumar DA, Agarwal A. Mirror telescopic intraocular lens for age-related macular degeneration: design and preliminary clinical results of the Lipshitz macular implant. *J Cataract Refract Surg*. 2008;34:87-94.
- Potgieter FJ, Claoue CM. Safety and efficacy of an intraocular Fresnel prism intraocular lens in patients with advanced macular disease: initial clinical experience. *J Cataract Refract Surg*. 2014;40:1085-1091.
- Hengerer FH, Artal P, Kohnen T, Conrad-Hengerer I. Initial clinical results of a new telescopic IOL implanted in patients with dry age-related macular degeneration. *J Refract Surg*. 2015;31:158-162.
- Khoramnia R, von Mohrenfels CW, Salgado JP, Schweiger B, Engel M, Hader J, Lohmann CP. The IOL-Vip system: Principles and clinical application. *Ophthalmologe*. 2010;107:274-280.
- Scharioth GB. New add-on intraocular lens for patients with age-related macular degeneration. *J Cataract Refract Surg*. 2015;41:1559-1563.
- Nekolova J, Rozsival P, Sin M, Jiraskova N. Scharioth Macula Lens: A new intraocular implant for low-vision patients with stabilized maculopathy-first experience. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub*. 2017;161:206-209.
- Tremblay EJ, Stamenov I, Beer RD, Arianpour A, Ford JE. Switchable telescopic contact lens. *Opt Express*. 2013;21:15980-15986.
- Arianpour A, Schuster GM, Tremblay EJ, Stamenov I, Groisman A, Legerton J, Meyers W, Amigo GA, Ford JE. Wearable telescopic contact lens. *Appl Opt*. 2015;54:7195-7204.
- Schuster GM, Arianpour A, Cookson S, Zhang A, Hendrik L, O'Brien T, Alvarez A, Ford JE. Wink-controlled polarization-switched telescopic contact lenses. *Appl Opt*. 2015;54:9597-9605.
- Vincent SJ. The use of contact lens telescopic systems in low vision rehabilitation. *Cont Lens Anterior Eye*. 2017;40:131-142.
- Yue L, Falabella P, Christopher P, Wuyuru V, Dorn J, Schor P, Greenberg RJ, Weiland JD, Humayun MS. Ten-year follow-up of a blind patient chronically implanted with epiretinal prosthesis Argus I. *Ophthalmology*. 2015;122:2545-2552.
- Ho AC, Humayun MS, Dorn JD, da Cruz L, Dagnelie G, Handa J, Barale PO, Sahel JA, Stanga PE, Hafezi F, Safran AB, Salzmann J, Santos A, Birch D, Spencer R, Cideciyan AV, de Juan E, Duncan JL, Elliott D, Fawzi A, Olmos de Koo LC, Brown GC, Haller JA, Regillo CD, Del Priore LV, Ardit A, Geruschat DR, Greenberg RJ, Argus II Study Group. Long-term results from an epiretinal prosthesis to restore sight to the blind. *Ophthalmology*. 2015;122:1547-1554.
- Ozmert E, Demirel S. Endoscope-Assisted and Controlled Argus II Epiretinal Prosthesis Implantation in Late-Stage Retinitis Pigmentosa: A Report of 2 Cases. *Case Rep Ophthalmol*. 2016;7:315-324.
- Humayun MS, Dorn JD, da Cruz L, Dagnelie G, Sahel JA, Stanga PE, Cideciyan AV, Duncan JL, Elliott D, Filley E, Ho AC, Santos A, Safran AB, Ardit A, Del Priore LV, Greenberg RJ, Argus II Study Group. Interim Results from the International Trial of Second Sight's Visual Prosthesis. *Ophthalmology*. 2012;119:779-788.
- Geruschat DR, Richards TP, Ardit A, da Cruz L, Dagnelie G, Dorn JD, Duncan JL, Ho AC, Olmos de Koo LC, Sahel JA, Stanga PE, Thumann G, Wang V, Greenberg RJ. An analysis of observer-rated functional vision in patients implanted with the Argus II Retinal Prosthesis System at three years. *Clin Exp Optom*. 2016;99:227-232.
- Ashwin Fale, Ajinkya Naik, Krishna Asegaonkar, Abhijeet Landge, Gaurav Atkare. Brainport Vision Technology. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*. 2016;3:475-483.
- Lee VK, Nau AC, Laymon C, Chan KC, Rosario BL, Fisher C. Successful tactile based visual sensory substitution use functions independently of visual pathway integrity. *Front Hum Neurosci*. 2014;8:291.
- Öner A. Retina Hastalıklarında Kök Hücre Tedavisi: Son Gelişmeler. *Turk J Ophthalmol*. 2018;48:33-38.
- Zarbin M. Cell-Based Therapy for Degenerative Retinal Disease. *Trends Mol Med*. 2016;22:115-134.

41. Oner A, Gonen ZB, Sinim N, Cetin M, Ozkul Y. Subretinal adipose tissue-derived mesenchymal stem cell implantation in advanced stage retinitis pigmentosa: a phase I clinical safety study. *Stem Cell Res Ther.* 2016;7:178.
42. Limoli PG, Limoli C, Vingolo EM, Scalinci SZ, Nebbioso M. Cell surgery and growth factors in dry age-related macular degeneration: visual prognosis and morphological study. *Oncotarget.* 2016;7:46913-46923.
43. Arslan U, Özmert E, Demirel S, Örnek F, Şermet F. Effects of subtenon-injected autologous platelet-rich plasma on visual functions in eyes with retinitis pigmentosa: preliminary clinical results. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2018;256:893-908.
44. Bittner AK, Seger K. Longevity of visual improvements following transcorneal electrical stimulation and efficacy of retreatment in three individuals with retinitis pigmentosa. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2018;256:299-306.
45. Dias ME, Joo K, Kemp JA, Fialho SL, da Silva Cunha A Jr, Woo SJ, Kwon YJ. Molecular genetics and emerging therapies for retinitis pigmentosa: Basic research and clinical perspectives. *Prog Retin Eye Res.* 2018;63:107-131.
46. Hohman TC. Hereditary Retinal Dystrophy. *Handb Exp Pharmacol.* 2017;242:337-367.
47. No Authors Listed. Voretigene neparvovec-rzyl (Luxturna) for inherited retinal dystrophy. *Med Lett Drugs Ther.* 2018;60:53-55.