

# Oftalmolojide Prizmaların Güncel Kullanımı

## Current Use of Prisms in Ophthalmology

 Esra ŞAHLI<sup>a</sup>,  Aysun İDİL<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları ABD, Görme Araştırmaları ve Az Görme Rehabilitasyonu Birimi, Ankara, TÜRKİYE

**ÖZET** Prizma, tepe noktasında kesişen iki yüzeyin oluşturduğu kırıcı bir ortamdır. Prizmaların pozisyonu tabanlarına göre adlandırılır. Prizmalar, ışığı tabanlarına doğru kırarlar ve görüntü prizmanın tepesine doğru yer değiştirir. Prizmaların gücünün belirlenebildiği üç temel pozisyon vardır. Bunlar, prentice pozisyonu, minimum sapma ve frontal düzlem pozisyonudur. Prizmalar tanısalla amaçla binoküler tek görmenin değerlendirilmesinde, kayma miktarının ölçülmesinde, retinal uyumluluğun değerlendirilmesinde ve simülasyon yapan hastanın belirlenmesinde kullanılır. Ayrıca; biyomikroskop, aplanasyon tonometresi, foropter ve indirekt oftalmoskop gibi cihazların içinde bulunur. Tedavi amacıyla kullanılan prizmalar, klasik cam prizmalar ya da fresnel prizmalar şeklinde olabilir. Cam prizmaların gücü arttıkça kalınlığı, ağırlığı ve aberasyonları artar. Bu nedenle ancak 8Δ'ye kadar gözlük camına monte edilebilirler. Fresnel prizmalar, aynı kırma açısına sahip birbirine paralel küçük prizmaların oluşturduğu plastik bir membran şeklindedir. Gözlük camına kolayca yapıştırılabilirler. Prizmaların tedavi amacıyla kullanım alanları heteroforyalar, diplopi, anizometri ve anormal baş boyun pozisyonu varlığıdır. Az gören hastalarda da tercih edilen retinal alan relokasyonu amacıyla, yüksek dioptrili yakın gözlükleriyle birlikte ve alan genişletici olarak prizmalardan faydalanılabilir. Homonim hemianopsi, tünel görme ve monoküler görmesi olan hastalar için geliştirilmiş çeşitli prizmatik gözlük tasarımları mevcuttur.

**ABSTRACT** A prism is defined as a portion of refracting medium bordered by two plane surfaces which are inclined at a top. When prescribing a prism the orientation is indicated by the position of the base. When the prisms refract the light towards its base, the image is moved toward its top. There are 3 primary position in which the power of a prism may be specified. These are the position of minimum deviation, the prentice position and the frontal plane position. Prisms are used for assessment of binocular single vision, measurement of squint, assessment of retinal correspondance, and assessment of simulated blindness. There are prisms in several optical instruments such as bio microscope, applanation tonometer, phoropter, and indirect ophthalmoscope. The types of therapeutical prisms are classical glass prisms, and Fresnel prisms. As the strength of the glass prisms increases, the thickness, weight and aberrations increase. For this reason, they can only be mounted on the eyeglass up to 8Δ. Fresnel prisms consist of plastic sheets of parallel tiny prisms of identical refracting angle. They can be easily adhered to the glass. Therapeutical prisms are used for treatment of heterophoria, diplopia, and anisometropia and in the presence of abnormal head neck position. Prisms can be utilized in preferred retinal locus relocation, in hyperopic near glasses, and as a field expansion in patients with low vision. There are several designs of prism glasses developed for homonim hemianopia, tunnel vision, and monocular vision.

**Anahtar Kelimeler:** Prizma; heteroforya; diplopi; alan genişletici prizmalar

**Keywords:** Prism; heterophoria; diplopia; prisms for field expansion

## PRİZMALARA GENEL BAKIŞ

Prizma, tepe noktasında kesişen iki yüzeyin sınırladığı kırıcı bir ortamdır. Bu iki kırıcı yüzeyin arasında kalan açığa tepe açısı, tepe açısının ortasından geçen eksene prizmanın ekseni ve tepe açısının karşısındaki kenara prizmanın tabanı denir. Prizmaların pozisyonu

tanımlanırken tabanı kullanılır (Tabanı yukarıda, tabanı aşağıda, tabanı içeride ve tabanı dışarıda olarak adlandırılır). Prizmaya gelen ışığın düzlemi ile kırılarak çıkan ışığın düzlemi arasındaki açığa sapma açısı denir, her bir yüzeyin oluşturduğu sapmaların toplamı kadardır. Bir prizmanın sapma açısını belirleyen faktörler; prizmanın yapıldığı materyalin kırıcı

**Correspondence:** Esra ŞAHLI

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları ABD, Görme Araştırmaları ve Az Görme Rehabilitasyonu Birimi,

Ankara, TÜRKİYE/TURKEY

**E-mail:** esracansizoglu@gmail.com



Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Ophthalmology.

**Received:** 07 Jul 2019

**Received in revised form:** 16 Sep 2019

**Accepted:** 30 Sep 2019

**Available online:** 11 Oct 2019

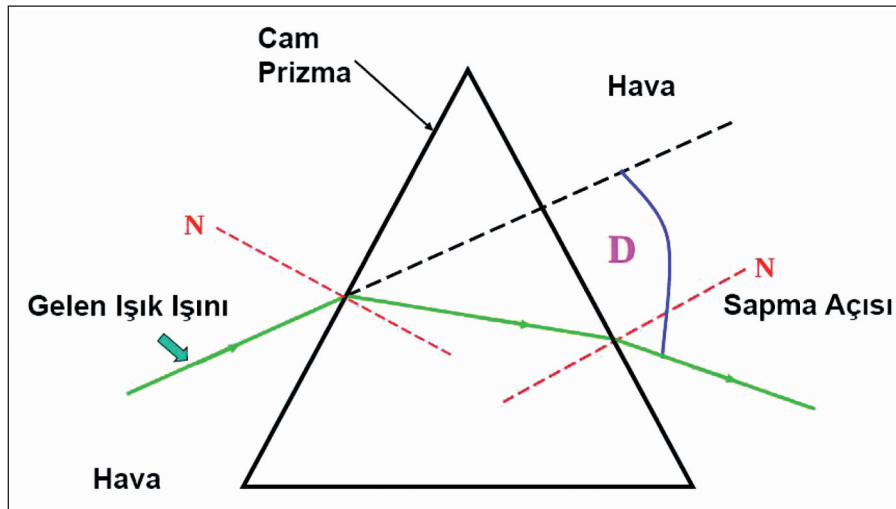
2146-9008 / Copyright © 2020 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

cılık indeksi, tepe açısı, prizmaya gelen ışının geliş açısı ve dalga boyudur. Prizmalar ışığı tabanlarına doğru yönlendirerek kırarlar. Bu da görüntünün prizmanın tepesine doğru yer değiştirmesine neden olur (Şekil 1). Prizma tarafından oluşturulan görüntü düz ve sanaldır.<sup>1-3</sup>

Prizmaya gelen ışının sapma miktarı prizmaların tutulma pozisyonuna göre değişir. Prizmalar için 3 primer pozisyon tanımlanmıştır. Işığın birinci yüzeye dik geldiği ve bu yüzeyde kırılmadığı pozisyon prentice pozisyonu olarak adlandırılır. Cam prizmalarda sıklıkla kullanılır. Geniş sapma açısı elde edilir. Hata oranı düşüktür. Minimum sapma pozisyonunda, gelen ışının prizma içindeki eksenine prizmanın eksenine diktir ve ışık her bir yüzeyde eşit olarak kırılır. Diğer pozisyonlarda elde edilen sapma açısı her zaman bu açıdan büyüktür. Elde edilmesi zordur. Plastik prizmalar minimum sapma pozisyonuna göre

kalibre edilirler. Frontal düzlem pozisyonu, prizmanın frontal kemiğe paralel tutulduğu pozisyonudur. Minimum sapma pozisyonuna yakın bir sapma elde edildiğinden, pratikte minimum sapma pozisyonunun yerine kullanılır (Şekil 2). Prizmaların yanlış tutulması ölçümde büyük hatalara yol açabilir. 40D'lik bir cam prizma frontal düzlemde tutulursa 32D'lik bir etki elde edilirken, 40D'lik plastik prizma prentice pozisyonunda tutulursa 72D'lik bir etki oluşturur.<sup>2,4</sup>

Prizmaların gücü "prizm dioptri" cinsinden ölçülür. Bir prizma dioptri, prizmadan geçen ışığın prizmadan 1 m uzaklıktaki yer değiştirme miktarının cm cinsinden değeridir. Prizm dioptri cinsinden sapma miktarı ile derece cinsinden sapma miktarı arasında trigonometrik bir ilişki vardır. 45°'nin altındaki değerler için  $2\Delta$  yaklaşık 1°'ye eşit kabul edilir. Ancak 45°'nin üstünde durum farklıdır. 90°'ye yaklaştığında



ŞEKİL 1: Prizmada ışığın kırılması.



ŞEKİL 2: Prizmalar için 3 primer pozisyonun gösterimi.<sup>4</sup>

derece başına prizma dioptri değeri sonsuza uzanır.<sup>1</sup> Prizma gücünü gösteren bir diğer ölçü birimi 'sentrad'dır. Prizmadan 1 m uzaklıkta 1 ark boyunca ışığın cm cinsinden yer değiştirme miktarıdır. Prizma dioptriye göre biraz daha yüksek sapma açısı verir, ancak fark önemsizdir.

Prizmalar, daha fazla güç elde etmek için kombine edilebilir, ancak oluşan güç prizmaların güçleri toplamına eşit değildir. Örneğin; 40D'lik bir prizmaya 10D'lik prizma eklenirse 100D'den yüksek bir güç elde edilir. Bunun nedeni, prizmalar üst üste tutulduğunda birinci prizma doğru şekilde tutulsa da ikinci prizmanın kalibre edildiği pozisyonda olamamasından kaynaklanır. Geniş açılı bir kayma ölçülürken oluşacak hata payını azaltmak için prizmalar her iki gözün önüne ayrı ayrı tutulabilir. Vertikal ve horizontal kayma varlığında kayma miktarı ölçülürken prizmalar kombine edilebilir.<sup>4</sup>

Sferik camlar da optik eksenleri dışında her noktada prizmatik etki gösterirler. İnce kenarlı mercekler (artı camlar) taban tabana birleşmiş prizma gibi fonksiyon görür ve ışınları optik eksene doğru kırarken, kalın kenarlı mercekler (eksi camlar) ise tepe tepeye birleşmiş prizmalar gibi fonksiyon görür ve ışınları optik eksenenden uzaklaşacak şekilde kırarlar. Sferik camlarda optik merkezin kayması ile oluşan prizmatik etki, prentice kuralı ile hesaplanır. Buna göre, camın bir noktasında oluşan prizmatik etkinin gücü (D) optik merkezden uzaklıkla (cm) camın dioptri değerinin (D) çarpımına eşittir. Bu prizmatik etki nedeni ile hastalar gözlük camlarında optik merkezin kayması durumunda rahatsızlık duyarlar.<sup>5,6</sup>

## OFTALMOLOJİDE PRİZMALARIN KULLANIM ALANLARI

Oftalmolojide prizmalar tanı ya da tedavi amacıyla kullanılırlar. Bunun dışında, oftalmoloji pratiğinde sıklıkla kullanılan yarıklı lamba biyomikroskop, indirekt oftalmoskop, aplanasyon tonometresi, keratometre ve foropter gibi cihazlarda prizmaların etkisinden faydalanılmaktadır.

### A. PRİZMALARIN TANISAL AMAÇLA KULLANIMI

Tanısallama amacıyla kullanılan prizmalar, tekli çerçevesiz prizmalar şeklinde, gözlük camı deneme setindeki

**TABLO 1: Prizmaların tanısallama amaçla kullanıldığı başlıca durumlar.**

|   |
|---|
| 1. Binoküler tek görmeyi değerlendirilmesi<br>Tabanı dışarıda 20Δ testi<br>Tabanı dışarıda 4Δ testi<br>Verjans amplitüdünün ölçülmesi                           |
| 2. Kayma miktarının değerlendirilmesi<br>Prizma refle testi (Krimsky testi)<br>Alternan prizma kapama testi ile kayma açısının ölçülmesi<br>Maddox çubuğu testi |
| 3. Siklodeviasyonların ölçülmesi<br>Maddox çift çubuk testi   |
| 4. Kaymanın düzeltilmesi<br>Prizma adaptasyon testi   |
| 5. Retinal korrespondans testleri<br>Vertikal prizma kırmızı filtre testi<br>Süpresyon skotomunun değerlendirilmesi   |
| 6. Simülasyon yapan hastanın belirlenmesi   |

çerçevesiz prizmalar şeklinde ya da prizma çubukları şeklinde olabilir. Prizmaların tanısallama amaçla pratikte sıklıkla kullanıldığı durumlar Tablo 1'de özetlenmiştir.

### II.A.a. Tabanı Dışarıda 20Δ Prizma Testi

Koopere olmayan hastalarda ya da 6 aylıktan itibaren bebeklerde uygulanır. 20Δ tabanı dışarıda prizma bir gözün önüne yerleştirilir ve bir fiksasyon objesi veya ışık kaynağına baktırılır. Bu retinal görüntünün temporale yer değiştirmesine ve diplopiye neden olur. Önünde prizma olan gözde addüksiyon diğer gözde abdüksiyon hareketi görülür. Sonra prizma konulmayan gözde bir refleksiyon hareketi olur. Prizma kaldırılınca her iki göz prizma konan göz yönünde hareket eder. Prizma konmayan gözde dışa doğru füzyonel hareket olur. Periferal füzyonun değerlendirilmesinde yüksek öngörü değerine sahip olduğu bildirilmiştir.<sup>7</sup>

### II.A.b. Tabanı Dışarıda 4Δ Testi

Mikrostrabismus (monofiksasyon sendromu) olan hastalarda 1°-2°'lik santral süpresyon skotomunun varlığı bu test ile ortaya konabilir. 4PD'lik bir prizma tabanı dışarıya gelecek şekilde bir gözün önüne yerleştirildiğinde, görüntü foveadan parafoveal temporal bölgeye kayar. Bunun sonucunda, her iki gözde

prizmanın tepesine doğru hareket, sonrasında prizma konmayan gözde içe refleksiyon hareketi gerçekleşir. Her iki gözde prizmanın tepesine doğru hareket olup, prizmasız gözde refleksiyon olmuyorsa prizma konmayan gözde; hiç hareket olmuyorsa prizma konan gözde santral süpresyon skotomu vardır denilir.<sup>8,9</sup>

#### II.A.c. Verjans Amplitüdünün Ölçülmesi

Diverjans amplitüdünün ölçülmesi için tabanı içeride prizma çubuğu tek gözün önüne yerleştirilir. Uzak (6 m) ve yakın (33 cm) mesafeden fiksasyon objesine ya da eşle bakarken düşük güçten başlanarak her bir prizmada füzyon yapmasına izin vererek çubuk kaydırılır, hastadan diplopi olduğunda söylemesi istenir. Diplopinin geliştiği, yani artık füzyonun yapılamadığı değer kaydedilir. Sonra prizma çubuğu gücü azalacak şekilde kaydırılırken hastanın binoküler görmeyi tekrar kazandığı değer kaydedilir.

Konverjans amplitüdünün ölçülmesi için de tabanı dışarıda prizma ile işlem tekrarlanır. Kaydedilen değerlerin toplamı füzyon amplitüdünü verir. Konverjans amplitüdünün normal değerleri uzakta 20-25D, yakında 30-35D; diverjans amplitüdünün normal değerleri uzakta 6-8D, yakında 8-10D'dir.<sup>10</sup>

#### II.A.d. Prizma Refle Testi (Krimsky Testi)

Prizma fiksasyon yapan gözün önüne tutulur ve pupillalardaki ışık refleleri gözlenir. Reflenin normal yerine geldiği değer kayma açısını verir. Fiksasyon gerektirmez. Bu nedenle derin ambliyoplarda dahi kullanılabilir. Ekzantrik fiksasyonda yaklaşık bir kayma değeri elde edilir. Dezavantajları, kesin ölçüm vermemesi ve kappa açısının yanlış değerlere neden olabilmesidir.<sup>8</sup>

#### II.A.e. Alternan Prizma Kapama Testi ile Kayma Açısının Objektif Ölçülmesi

Test ile horizontal ve vertikal düzlemde latent ve manifest kaymalar ölçülebilir. Torsiyonel kaymalar da faydasızdır. Muayene esnasında iki göz aynı anda açık kalmayacak şekilde sırayla kapatılır. Alternan kapama ile füzyon tam olarak ortadan kaldırılır. Kapama her göze 2 sn'den daha az yapılmamalı ve her bir gözün hedefi fikse etmesi için yeterli süre tanınmalıdır. Prizmanın tepesi kaymanın olduğu yöne

doğru tutulur. Kapamanın kaldırıldığı gözde kaymanın aksi yönde bir hareket görülür. Bu hareket prizmanın kuvveti artırılarak ortadan kaldırılmaya çalışılır. Hareketin olmadığı noktadaki prizma değeri kayma miktarıdır. Prizma örtme testi yakında, uzakta ve 9 diagnostik bakış yönünde yapılmalıdır. Prizma örtme testinin yapılabilmesi için foveal fiksasyon, fiksasyon objesini görebilecek kadar görme ve kooperasyon gerekir. Hızlı ve objektif ölçüm sağlar, ancak büyük kaymalarda optik aberasyonlar nedeni ile sonuçlar yanlış olabilir. Nistagmus varsa güvenilirliği azdır. Derin ambliyoplarda fiksasyon zorluğu nedeni ile güvenilir değildir. Dört dioptrinin üzerindeki gözlüklerin prizmatik etkisinden dolayı hipermetrop camla kayma olduğundan daha az, miyop camla ise daha fazla ölçülür.<sup>8,10</sup>

#### II.A.f. Maddox Çubuk Testi

Heteroforyaların tespitinde kullanılır, ancak heteroforya ile tropyaların ayırımını sağlamaz. Bu nedenle, bu test öncesinde kapama testiyle manifest kayma varlığı kontrol edilmelidir. Maddox camı beyaz fiksasyon ışığını kırmızı bir çizgiye dönüştürür. Horizontal ve vertikal kaymayı ölçmek için cam sırasıyla vertikal ve horizontal bir çizgi oluşturacak şekilde bir gözün önüne konulur. Çubuklar horizontal tutulduğunda kırmızı çizgi vertikal, vertikal tutulduğunda horizontal olarak görülür. Hasta ışık kaynağına bakarken ışık kaynağından gelen noktasal ışığı ve maddox camından kaynaklanan kırmızı çizgiyi görür. Çizgi ve noktasal ışık kesişiyorsa kayma yoktur. Çizgi noktanın sağında ya da solunda ise gözün önüne tabanı kaymanın tersi yönünde olacak şekilde konulan prizmanın gücü artırılarak çizgi noktasal ışığın ortasına getirilmeye çalışılır. Noktasal ışığın ve kırmızı çizginin kesiştiği prizma değeri kayma miktarını verir.<sup>8,10</sup>

#### II.A.g. Maddox Çift Çubuk Testi

Sağ göz önüne kırmızı, sol göz önüne beyaz maddox camları 90° aksta yerleştirilir. Hasta ışık kaynağına bakarken gördüğü horizontal çizgileri dissosiyeye etmek için bir tarafa 4Δ vertikal prizma eklenir. Çizgilerden biri eğik görünüyorsa hastadan camı çevirerek paralel hâle getirmesi istenir. Camın çevrilme miktarı torsiyonel kayma açısını verecektir.<sup>8,10</sup>

### II.A.h. Prizma adaptasyon testi

Kısmi akomodatif ezotropyalı hastada cerrahi düzeltme miktarını belirlemek için uygulanır. Gereken tashih yapıldıktan sonra prizma kapama testiyle saptanan vertikal ve horizontal kayma açısını düzelterek prizma üzerine eklenir. Uzak ve yakına bakışta diplopi devam ederse prizma dioptrisi tek görme sağlanana kadar düşürülür. Bulunan prizma değeri her iki göze eşit olarak bölünür. On beş dk aralarla alternan kapama testi tekrarlanarak açı sabitlenir. Prizmalarla duyuşal testler tekrarlanarak test sonlandırılır.<sup>11</sup>

### II.A.i. Vertikal Prizma Kırmızı Filtre Testi

Kayan gözün önüne 15Δ kırmızı vertikal prizma yerleştirilir. Beyazın üstünde kırmızı olacak şekilde iki vertikal olarak yer değiştirmiş görüntü görülmesi anormal retinal korrespondans olarak yorumlanır.

### II.A.j. Süpresyon Skotomunun Değerlendirilmesi

Hasta 6 m uzaklıktaki ışığa fiksasyon yaparken Risley dönen prizma kayan gözün önüne yerleştirilir (Resim 1). Giderek artırarak önce yukarı ve aşağı, sonra içeri ve dışarı prizmalar çevrilir. Çift gördüğü an söylemesi istenir. Süpresyon skotomunun dışına çıkıldığında diplopi olur. Skotomun ölçüsü derece olarak belirlenir, Δ'ye çevrilir.<sup>9</sup>

### II.A.k. Simülasyon Yapan Hastanın Belirlenmesi

Prizma gören gözün önüne konulduğunda gözde refiksasyon hareketi olacaktır. Böylelikle simülasyon yapan hasta ayırt edilebilir.

## B. PRİZMALARIN TEDAVİ AMACIYLA KULLANIMI

Klasik cam prizmalar şeklinde ya da Fresnel prizmaları şeklinde olabilir. Cam prizmaların gücü arttıkça kalınlığı ve ağırlığı artar, yansıma ve optik aberasyonlar daha fazla görülür. Bir gözlük camına 8Δ'ye kadar eklenebilir. Fresnel prizmaları, aynı kırma açısına sahip birbirine paralel küçük prizmaların oluşturduğu plastik tabakalardır (Resim 2). Toplam prizmatik etkisi aynı güçteki tek büyük prizmayla aynıdır. Cam prizmadan çok daha hafif ve incedir (1 mm). Cam prizmalardan daha ucuzdur. Elastik yapısı sayesinde kolayca kesilebilir ve gözlük camına yapıştırılabilir. Fresnel prizmaların kullanımı büyüklük farklılıklarını oldukça azaltır. Bir gözlük camında 15-20Δ'ye kadar kullanılabilir. Ancak, 10Δ'den yüksek



RESİM 1: Elde tutulan Risley prizmasının görünümü.



RESİM 2: Fresnel prizmasının gözlük camında görünümü.

güçlerde oluşan optik aberasyonlar nedeni ile görme keskinliği düşebilir, kontrast duyarlılık azalabilir. Temizlenmeleri zordur. Prizma oluklarının gözlükten fark edilir olması kozmetik olarak rahatsız edici olabilir.<sup>12</sup> Bu sınırlılıklar nedeni ile tek göze; görmeyi azaltıcı etkisi nedeni ile nondominant göze uygulanması önerilir.<sup>13</sup> Dördüncü veya 6. sinir felci gibi diplopinin geçici olabileceği durumlarda; kaymanın uzak ve yakında farklı olduğu durumlarda, gereken prizmatik düzeltmeden tam emin olunamaması hâlinde ya da kalıcı prizmalı gözlük verilecek geniş açılı kayma varlığında deneme amaçlı tercih edilebilir.<sup>12,14</sup>

Hastaların horizontal ve vertikal yönde prizmatik düzeltme ihtiyacı olması durumunda, yüksek güçlü bir prizma oblik şekilde yerleştirilebilir. Oblik olarak çaprazlaşmış iki prizmanın kombine uygulamasına Risley prizmaları (döner prizmalar) denilir. Uçaklarda radar, lazer gibi sistemlerde optik ışınların yönlendirilmesi amacıyla kullanılırlar. Taban yönleri aynıdır, fakat prizmalar döndürüldüğünde tabanları ters yöne eşit derecede hareket eder. Anormal retinal korrespondans hastalarında haftalık taban yönünü çevirerek uygulama önerilir. Prizmaların tedavi amacıyla kullanıldığı durumlar Tablo 2'de özetlenmiştir.

### II.B.a. Konverjans Yetmezliği

Semptomatik ekzoforya ve intermitan ekzotropyaların tedavisinde prizmalardan faydalanılabilir. Hasta-



**TABLO 2:** Prizmaların tedavi amacıyla kullanıldığı başlıca durumlar.

|   |
|---|
| 1. Konverjans yetmezliği  |
| 2. Diverjans yetmezliği   |
| 3. Diplopi  |
| 4. Anizometri   |
| 5. Anormal baş pozisyonları   |
| 6. Az gören hastalarda prizmaların kullanımı                                    |
| a) Santral skotomu olan hastalarda tercih edilen retinal alan (PRL) relokasyonu |
| b) Az gören hastalarda yüksek dioptrili yakın gözlüklerde prizma kullanımı      |
| c) Az gören hastalarda görme alanını genişletmek amacıyla prizmaların kullanımı |
| - Homonim hemianopsi  |
| - Tünel görme   |
| - Monooküler görme  |

ların baş ağrısı, astenopi, diplopi, okuma ve yakın ödevlerde zorlanma şikâyetleri vardır. Yakın konverjans noktası 10 cm'nin üzerindedir, artmış eforla yavaş sıçrayıcı hareketler görülebilir, süre uzayınca ekzodeviasyon gelişir. Tedavisinde kalemle yapılan egzersizler, ortoptik tedavi, vizyon terapi ve tabanı içeride prizmalı okuma gözlükleri verilebilir. Ortoptik egzersizler sırasında da tabanı dışarıda prizmalar kullanılabilir.<sup>15</sup> Tabanı içeride prizma tedavisi, artan konverjans ihtiyacını azaltarak etki eder. Sık kullanılır, ancak etkisi kesin değildir. Sürekli kullanılmaz. Konverjans Yetmezliği Tedavi Çalışması'na göre, çocuklarda konverjansın yakın noktasında ve yakında pozitif füzyonel konverjansta değişiklik saptanmamış ve etkisiz olduğu bildirilmiştir. Yaş aralığı 9-12 yaş olan çocuklarda ise semptom ve bulguların düzeltilmesinde etkili olduğu gösterilmiştir.<sup>16,17</sup> Ancak, presbiyopik yaş grubunda tabanı içeride prizma tedavisinin semptomların düzeltilmesinde etkili olduğu, konverjans yetmezliği semptom survey skorunda 10,24 puan düşme elde edildiği bildirilmiştir.<sup>18</sup>

### II.B.b. Diverjans Yetmezliği

Uzaktan yakından daha fazla olan ezoforya ve ezotropyya varlığında diverjans yetmezliği düşünülür, ancak yetişkinlerde eşlik edebilecek nörolojik hastalıklar ekarte edilmelidir. "Benign nonnörolojik diverjans yetmezliği ezotropyası" diye adlandırılan bu grupta, kayma açısı çok geniş değilse ( $10-12\Delta$ 'nin

altı) tabanı dışarıda prizmalar iyi tolere edilir.<sup>19</sup> Heteroforya tedavisinde prizmalar tabanı kayma ile aynı yönde olacak şekilde de (örneğin; ezoforyalarda  $1-2\Delta$  tabanı içeride, ekzoforyalarda  $3-4\Delta$  tabanı dışarda) uygulanabilir. Ters prizma uygulamasının amacı füzyonel verjans kontrolünü artırmaktır.

### II.B.c. Diplopi

Diplopi varlığında prizma gözlükler ışık ışınlarının yönünü değiştirerek görüntüyü foveaya taşırlar. Füzyon ve stereopsisi sağlarlar. Tedavi başarısı primer pozisyonda diplopinin çözülmesiyle elde edilse de okumanın devam ettirilebilmesi için aşağı bakıştaki diplopi de düzeltilmelidir. Diplopili hastada kalıcı tedavi olarak ya da cerrahi öncesi geçici olarak uygulanabilirler. Gözlüğe tek taraflı olarak uygulanması (tercihen nondominant göze ya da az gören göze) önerilir.

Dört ve 6. sinir felçleri, skew deviasyonlar ve dekompanze heteroforyalarda prizmatik düzeltmeyle başarı oranı %80-100 düzeyindedir. Dördüncü sinir felçleri vertikal füzyon amplitüdlerinin düşük olması nedeni ile yetişkinlerde daha rahatsız edicidir ve total kayma miktarının büyük kısmının prizmayla düzeltilmesi gerekir. Altıncı sinir felcinde füzyonel diverjanstan dolayı prizmatik düzeltme ihtiyacı kayma miktarından daha düşüktür.<sup>12,14</sup> Tiroid oftalmopatiye alt ve iç rektus tutulumu sıktır. Alt rektusun geriletilmesi aşağı bakışta diplopiye yol açar. Prizmatik düzeltmeyle memnuniyet oranı düşüktür. Bifokal gözlük kullanan tiroid oftalmopati hastalarda bifokal segmente Fresnel ya da slab-off prizma ilavesinin (daha yüksek eksi ya da daha düşük artı gözlük camının alt yarısına tabanı yukarıda prizma ilavesi) iyi tolere edilemediği, ayrı prizmalı yakın gözlüğü kullanımının, nondominant gözün bifokal segmentinin kapatılmasının ya da progresif gözlüklerin tercih edilmesinin daha başarılı sonuçlar verdiği bildirilmiştir.<sup>20</sup> Blow-out fraktüründe kas sıkışması, kas ve yumuşak doku ödemi, kas fibrozisi veya kranial sinir felcine bağlı %80 oranında diplopi görülür. Kas sıkışması varsa 48 saat içinde kasın serbestleştirilmesi ve fraktür onarımının yapılması gerekir. Diplopi %80 oranında fraktür onarımıyla düzelir. Periorbital doku iyileşmesi, ekstraoküler kas ödemi ve hemorajisinin iyileşmesi için şaşılık cerrahisi or-

talama 10 ay ertelenir. Bu süre sonunda hastaların çoğunda diplopi kendiliğinden geriler, diplopinin devam etmesi durumunda prizmatik gözlükler şaşılık cerrahisine iyi bir alternatif olabilir.<sup>21</sup> Diplopsi olan hastalarda prizma kullanma başarısı geniş açılı kaymalarda düşüken, ileri yaşta daha yüksektir.<sup>12</sup>

#### II.B.d. Anizometri

Anizotropik hastalarda gözlük camının farklı yerlerinden bakarken oluşan prizmatik etki farklı bakış yönlerinde rahatsızlık hissine yol açabilir. Bu, horizontal bakış yönlerinde başını çevirme ile tolere edilebilirken, vertikal bakış yönlerinde özellikle okuma gibi ödevler sırasında oluşan diplopi gözlük camlarından birinin alt kısmına vertikal prizma ilavesi (slab-off prizmalar) ile düzeltilebilir. Prizma yüksek miyop ya da düşük hipermetrop olan cama; miyoplarda camın arkasına, hipermetroplarda önüne uygulanır. Hastanın rahat okuyabildiği değere kadar deneme yoluyla belirlenir.

#### II.B.e. Anormal Baş Boyun Pozisyonları

Yoked (yöndeş) prizmalar kullanılır. Baş pozisyonu geliştirmiş nistagmuslu hastalarda baş pozisyonu yönünde uygulama önerilir. Sağa ya da sola baş çevirme varlığında konjuge horizontal prizmalar, sağ veya sol omuza baş eğme durumunda konjuge oblik prizmalar verilir. Ankilozan spondilit benzeri durumlarda tabanı yukarıda uygulama önerilir. Konverjansla nistagmusun önlenmesi amacıyla tabanı dışarıda prizmalar denenebilir. Yüksek aberasyona bağlı görmeyi azaltıcı etkisi önemli bir dezavantajdır.

#### II.B.f. Santral Skotomu Olan Hastalarda Tercih Edilen Retinal Alan Relokasyonu

Santral skotomu olan hastaların parasantral nonfoveal bir noktadan fikse etmeyi öğrenmesi gerekir. Hastaların fiksasyon için tercih ettikleri bu nokta tercih edilen retinal alan [preferred retinal locus (PRL)] olarak adlandırılır. Santral skotomu olan hastaların %95,6'sı en az bir gözünde PRL geliştirir. Ancak, bu PRL'lerde fiksasyon stabilitesi sıklıkla değişkendir.<sup>22</sup> Tabanı yukarıda prizmalı gözlüklerle görüntü retinada daha fonksiyonel bir alana taşınarak görme ve özellikle okuma fonksiyonunda iyileşme sağlanabilir. Prizmalı gözlükler sosyal ortamlarda ekzantrik bakışa bağlı oluşan hoş olmayan görünümü de en-

gellerler. Genellikle prizma gücü 6-10Δ, yönü tabanı yukarıda olacak şekilde uygulanırlar. Faydası hâlen tartışmalıdır. PRL relokasyonu amacıyla tabanı yukarıda prizma uygulamasında PRL'de kayma miktarı prizma gücü ile orantılı değildir. Kullanımının kolay olması ve hastanın kognitif fonksiyonlarından bağımsız olması avantajlarıdır. Ancak, kromatik aberasyonu artırarak görmeyi daha kötüleştirebilirler.<sup>23</sup> İki yüz yirmi beş yaşa bağlı maküla dejenerasyonlu hastanın dâhil edildiği bir çalışmada, prizma kullanımıyla görme keskinliği, okuma hızı, kritik baskı boyutu ve yaşam kalitesi ölçeklerinde anlamlı bir iyileşme olmadığı gösterilmiştir.<sup>24</sup> Tabanı yukarıda prizma kullanımı aşağı bakışı daha rahat hâle getirdiğinden okumada faydası oluyor olabilir. Santral skotomu olan hastalarda PRL relokasyonunda diğer bakış eğitimi yöntemleriyle kombine edilmesinin daha uygun olacağı düşünülmektedir.

#### II.B.g. Az Gören Hastalarda Yüksek Dioptrili Yakın Gözlüklerde Prizma Kullanımı

Görme keskinliğinin 0,3'ün altında olduğu az gören hastalarda yakın gözlük ilavesinin artırılması ve mesafenin ayarlanması yoluyla okuma sağlanabilir. Yakın ilavesi değeri ve okuma mesafesi uzak tashihi sonrası Kestenbaum kuralına göre hesaplanabilir. Buna göre, görme keskinliğinin ondalık değerinde, pay ve payda yer değiştirildiğinde elde edilen değer denemeye başlayacağımız artı cam dioptrisini verir. Bu ilave 1M büyüklüğündeki materyali rahat okuduğu dioptriye kadar giderek artırılır. +10 dioptriden yüksek değerler binoküler tolere edilemezler. Binoküler görmenin monoküler görmeden daha iyi olduğu hastalarda, akomodatif konverjansa yardımcı olmak için yakın gözlüğüne tabanı içeride prizmalar ilave edilir (Resim 3). İlave edilecek prizma gücünün hesaplanmasında değişik görüşler olsa da basit olarak gözlüğün dioptri gücünün 2 fazlası güçte prizma tabanı içeride olarak her iki göze verilebilir.<sup>25</sup>

#### II.B.h. Az Gören Hastalarda Alan Genişletmek Amacıyla Prizmaların Kullanımı

##### Homonim hemianopside prizmatik alan genişleticiler

Homonim hemianopside alan kaydırmak amacıyla bilateral yoked prizmalar denemiştir. Alan kazandırmazlar. Yirmi Δ'ye kadar tolere edilebilirler. Daha

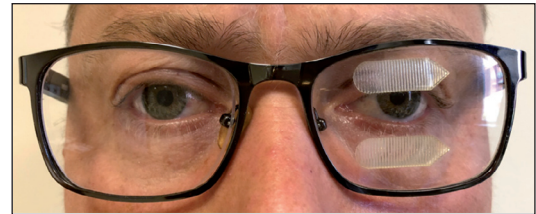


**RESİM 3:** Az gören hastalar için yüksek dioptrili prizma ilaveli yakın okuma gözlükleri.

yüksek güçte ağır ve kalın oldukları için ve görüntü kalitesi kötü olduğu için tolere edilemezler. Daha sonra denenen bilateral sektör prizmalarda prizma gözlük camının yarısına, tabanı alan kaybı olan tarafta olacak şekilde yerleştirilmiştir. Çoğu bakış pozisyonunda fark oluşmaz, sadece alan defekti olan tarafa bakışta alanı genişletmeden alanı kaydırır. Yirmi  $\Delta$ 'den güçlü prizmalar tolere edilemez. Bilateral sektör prizmalı gözlükleri kullanırken en önemli sorun, apikal skotom yaratmasıdır. Apikal skotom gözlük camından sapmaya uğramayan son ışınla prizmanın tepesinden sapmaya uğrayan ilk ışın arasında oluşan görüntüdeki atlamaya denir. Apikal skotomdan kaynaklanan dezavantaj, unilateral sektör prizmalı gözlüklerle aşılmaya çalışılmıştır. Prizma, sadece alan defekti olan göz tarafına uygulanır. Çoğu bakış pozisyonunda değişiklik oluşmaz. Defektin olduğu yöne bakıldığında diplopiyle birlikte alan genişletici etki oluşur. Yani santralde apikal skotom oluşmaz ama santral konfüzyon yaratır. Homonim hemianopside denenmiş bir diğer prizma sistemi "Görme Alanı Farkındalık Sistemi" olarak adlandırılan tasarlayan kişinin adıyla Gottlieb ya da  $18,5\Delta$ 'lik düğme şekli nedeni ile Button lens olarak bilinen sek-

tör prizmalardır. Ağırlığı ve kalınlığı azaltılmış yüksek güçte prizmalar gözlükte pupil hizasına, prizmanın ön kenarı limbus sınırında olacak şekilde periferde yerleştirilmiş optik olarak kaliteli cam prizmalardır. Alan defekti olan tarafa tek cama takılır. Görme alanında genişleme sağlarlar. Devamlı diplopi ya da konfüzyona yol açmazlar. Hastaların mobilitelerinde ve periferik farkındalıklarında artış bildirilmiştir.<sup>26,27</sup>

Son dönemde Peli ve ark. tarafından geliştirilmiş, Peli periferik prizmaları homonim hemianopsili hastaların gözlüğüne kolayca uygulanan 2 adet  $40\Delta$ 'lik Fresnel prizmadan oluşur.  $8 \times 22$  mm'lik iki segment pupilin 6 mm süperior ve inferioruna gelecek şekilde gözlük camının arkasına yapıştırılır. Doğru yere yerleştirilebilmesi için uygulama şablonu ile birlikte gelir. Görme alanı defekti olan tarafa monoküler olarak ve tabanı defekt olan yönde olacak şekilde yerleştirilir. Hasta her zaman santraldeki prizmasız alandan bakar, bu sayede santral diplopi olmaz (Resim 4). Net santral tek görme ile birlikte periferik diplopi, konfüzyon ve skotom yaratarak primer pozisyonda parasantral alanda  $15-20^\circ$ 'lik alan genişletici etki gösterir. Daha sonra geliştirilen  $57\Delta$ 'lik periferik prizmalarla  $30^\circ$ 'lik alan genişlemesi elde edilmiştir. Periferle sınırlı diplopi ve apikal skotom etkisi görülür. Hastaların uyum sağlayabilmesi ve alan genişletici etkiden faydalanabilmesi için uygun eğitimin verilmesi gerekir. Bu eğitimi almış hastalarda periferik gözlük kullanım oranının erken dönemde %74, 1 yılın sonunda %49 olduğu bildirilmiştir. Yeni tasarım oblik periferik prizmalarla Amerika Birleşik Devletleri'nde homonim hemianopsili hastalara araba kullanabilme olanağı sağlanmıştır. Prizmaların tabanı  $25^\circ$  orta hatta doğru eğiktir, böylelikle santralde görme alanı genişlemesi elde edilmiştir. Kırk  $\Delta$ 'lik prizmayla santral  $22^\circ$ ,  $57\Delta$



**RESİM 4:** Homonim hemianopsi tedavisinde periferik prizma uygulaması (Hastamızın izniyle kullanılmıştır).



prizmayla santral 30° alan genişlemesi ile araba kul lanma için gereken horizontal alan devamlılığı sağ lanabilmiştir.<sup>28-30</sup>

### Tünel görmede prizmatik alan genişleticiler

Retinitis pigmentosa, koroideremi ve ileri glokom gibi bazı hastalıklarda tünel görmeye yol açan periferik görme alanı kaybı görülür. Bu da hastalarda oryantasyon, tarama ve tehlikeleri farkındalıkta güçlükler nedeniyle mobilitenin azalmasına, düşme riskinde artışa, bağımlılığa ve yaşam kalitesinde azalma yol açar. Hastalar genellikle görme alanları 40°'nin altına düştüğünde fark ederler. Bilindiği gibi 10°'nin altı yasal körlük olarak kabul edilir. Tünel görmede ters teleskoplar, amorfik lens ters teleskoplar ve elde tutulan (-) camlar kullanılmışsa da hiçbiri kendine özgü dezavantajları nedeniyle hastalar tarafından tercih edilmemiştir. Tünel görmede görme alanını genişletmede en çok bilinen binoküler sektör prizma tasarımı Inwave Channel prizmalardır. Santralde yer alan, hastanın rezidü görme alanı genişliğine göre ayarlanan prizmasız kanal primer pozisyonda gözlüğün etkisiz olmasını sağlar. Yanlarda 12Δ tabanı nazale ve temporale bakan prizmalar ve altında 8Δ tabanı aşağıda prizma bulunur. Yan bakışlarda görüntüde santrale kayma etkisi ile alan genişletmeden çok kaydırma etkisi gösterirler. Dezavantajları, prizma gücünün mobiliteyi iyileştirmek için çok düşük olması ve apikal skotom yaratmasıdır. Geçtiğimiz yıllarda geliştirilen Trifield prizma tasarımı, nondominant ya da az gören gözün önünde 2 tepe tepeye vermiş prizma, diğer gözde klasik gözlük camından oluşur. Prizmalı gözde laterale kaymış bir görme alanı, diğer gözde gerçek görme alanıyla görme alanında genişleme sağlanır. Hasta karşıya bakarken bir prizmasız gözün gördüğü ve iki prizmalardan gelen lateralden kayan görüntüden oluşan 3 görüntü görür. Kombine algı görsel konfüzyona yol açar. Hastanın prizmadan gelen görüntüyü ayırabilmesi için sağ prizma kırmızı, sol prizma yeşil renkte üretilmiştir. Apikal skotom yaratmaz ama görsel konfüzyon nedeni ile adaptasyon zordur. Yüksek prizma gücü nedeniyle görme keskinliğini azaltır, uzaysal distorsiyona yol açar. Okuma güçlüğüne neden olur. Alt görme alanını genişletecek segment içermediğinden, mobilizasyonda zorluk yaratır.

Renkli prizmaların düşük ışık şartlarında negatif etkisi olabilir. Eğitim verilmeden kullanılamaz. Bütün bu dezavantajları nedeniyle ile hasta uyumunun çok düşük olduğu bildirilmiştir.<sup>31,32</sup>

Çok yakın zamanda Peli ve ark.nın tünel görme için geliştirdiği periferik prizmalı gözlüklere homonim hemianopside kullanılabilecek şekilde 57Δ oblik Fresnel prizmalar yerleştirilmiştir. Yapılan çalışmada, santral 20° kalıntı görme alanı olduğu varsayılan hastalarda santralde vertikal 10° açık kalacak şekilde bir camda üst, diğerinde alt parasantrale yerleştirilen prizmalarla simülasyon sistemi aracılığıyla hastaların çevreyi fark edebilmesi değerlendirilmiştir. Park benzeri bir açık alanın canlandırıldığı bir sistemle hastaların çevrelerindeki yayaları fark etme oranlarının arttığı, fark etme süresinin kısaldığı ve çarpışma sıklığının azaldığı gösterilmiştir. Henüz kullanıma girmemiştir.<sup>33</sup>

### Monooküler görmede prizmatik alan genişleticiler

Monooküler kişilerin prizmalarla görme alanlarının genişletilmesinde en önemli sorun, apikal skotom ve total iç yansıma etkisidir. Skotom prizma gücü arttıkça genişler. Cros-Vision camlar düşük güçte tam alan iç bükey prizmalardan oluşur. 5-10° nazal görme alanı genişlemesi sağlar. Burun üstü klipsli yüksek güç prizma uygulaması ile 35-45°'ye kadar alan genişlemesi elde edilebilmiştir. En önemli dezavantajı, apikal skotoma neden olmasıdır. Multiplexing prizmalar arka arkaya prizmalı ve düz kısım içeren segmentlerden oluşan özel bir tasarımdır. Prizmalar, tabanı içeride 40Δ ya da 57Δ gücünde olabilir. Apikal skotom yaratmaz. Monooküler konfüzyon yaparak alanı genişletir. Total iç yansıma en önemli sorundur.<sup>34</sup>

## SONUÇ

Prizmalar oftalmolojide tanı ve tedavi alanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Tedavi amacıyla sıklıkla diplopinin düzeltilmesinde kullanılsa da son yıllarda görme alanını genişletme amacıyla kullanımı da yaygınlaşmaktadır.

### Finansal Kaynak

*Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet,*

gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

### Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, her-

hangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

### Yazar Katkıları

**Fikir/Kavram:** Esra Şahli, Aysun İdil; **Tasarım:** Esra Şahli, Aysun İdil; **Denetleme/Danışmanlık:** Aysun İdil; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Esra Şahli; **Analiz ve/veya Yorum:** Aysun İdil; **Kaynak Taraması:** Esra Şahli, Aysun İdil; **Makalenin Yazımı:** Esra Şahli; **Eleştirel İnceleme:** Aysun İdil.

## KAYNAKLAR

- Guyton DL, West CE, Miller JM, Wisnicki HJ. Ophthalmic Optics and Clinical Refraction. 2<sup>nd</sup> ed. Baltimore: Prism Press; 1999. p.172.
- Guyton DL, Miller JM, West CE. Optical pearls and pitfalls. In: Wright KW, Spiegel PH, eds. Pediatric Ophthalmology and Strabismus. 1<sup>st</sup> ed. New York: Springer-Verlag; 2003. p.18-9. [Crossref]
- Gutmark R, Guyton DL, Irsch K. Prescribing prisms. Focal points: clinical modules for ophthalmologists. Am Acad Ophthalmol. 2011;29:10.
- Irsch K. Optical issues in measuring strabismus. Mid East Afr J Ophthalmol. 2015;22(3): 265-70. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Thompson JT, Guyton DI. Ophthalmic prisms. Measurement errors and how to minimize them. Ophthalmology. 1983;90(3): 204-10. [Crossref] [PubMed]
- Geometric Optics. American Academy of Ophthalmology 2017-2018 Basic and Clinical Course Section 3. Clinical Optics; 2018. p.3-72.
- Kaban T, Smith K, Beldavs R, Cadera W, Oton RB. The 20-prism-dioptre base-out test: an indicator of peripheral binocularity. Can J Ophthalmol. 1995;30(5):247-50. [PubMed]
- Bowling B. Chapter 18: Strabismus. Kanski's Clinical Ophthalmology. A Systematic Approach. International Edition. 8<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Saunders (WB) Co Ltd; 2015. p.727-72.
- Mutluay AH. [Sensory tests in strabismus]. Şaşılık. Türk Oftalmoloji Derneği Eğitim Yayınları No: 7. 1. baskı. İstanbul: Epsilon Yayınevi; 2008. p.37-46.
- Kutluk S. [Ocular motor examination]. Şaşılık. Türk Oftalmoloji Derneği Eğitim Yayınları No: 7. 1. baskı. İstanbul: Epsilon Yayınevi; 2008. p.47-66.
- Véronneau-Troutman S. Prism adaptation test (PAT) in the surgical management of acquired esotropia. Arch Ophthalmol. 1991;109(6):765-6. [Crossref] [PubMed]
- Flanders M, Sarkis N. Fresnel membrane prisms: clinical experience. Can J Ophthalmol. 1999;34(6):335-40. [PubMed]
- Gunton KB, Brown A. Prism use in adult diplopia. Curr Opin Ophthalmol. 2012;23(5): 400-4. [Crossref] [PubMed]
- Tamhankar MA, Ying GS, Volpe NJ. Effectiveness of prisms in the management of diplopia in patients due to diverse etiologies. J Pediatr Ophthalmol Strabismus. 2012;49(4): 222-8. [Crossref] [PubMed]
- Lavrich JB. Convergence insufficiency and its current treatment. Curr Opin Ophthalmol. 2010;21(5):356-60. [Crossref] [PubMed]
- Scheiman M, Gwiazda J, Li T. Non-surgical interventions for convergence insufficiency. Cochrane Database Syst Rev. 2011;6(3): CD006768. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Scheiman M, Cotter S, Rouse M, Mitchell GL, Kulp M, Cooper J, et al. Randomised clinical trial of the effectiveness of base-in prism reading glasses versus placebo reading glasses for symptomatic convergence insufficiency in children. Br J Ophthalmol. 2005;89(10):1318-23. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Teitelbaum B, Pang Y, Krall J. Effectiveness of base-in prism for presbyopes with convergence insufficiency. Optom Vis Sci. 2009;86(2):153-6. [Crossref] [PubMed]
- Kirkeby L. Update on divergence insufficiency. Int Ophthalmol Clin. 2014;54(3):21-31. [Crossref] [PubMed]
- Kushner BJ. Management of diplopia limited to downgaze. Arch Ophthalmol. 1995;113(11): 1426-30. [Crossref] [PubMed]
- Biesman BS, Homblaw A, Lisman R, Kazlas M. Diplopia after surgical repair of orbital floor fractures. Ophthalmic Plast Reconstr Surg. 1996;12(1):9-17. [Crossref] [PubMed]
- Fletcher DC, Schuchard RA. Preferred retinal loci relationship to macular scotomas in a low vision population. Ophthalmology. 1997; 104(4):632-8. [Crossref] [PubMed]
- Lewerenz D, Blanco D, Ratzlaff C, Zodrow A. The effect of prism on preferred retinal locus. Clin Exp Optom. 2018;101(2):260-6. [Crossref] [PubMed]
- Smith HJ, Dickinson CM, Cacho I, Reeves BC, Harper RA. A randomized controlled trial to determine the effectiveness of prism spectacles for patients with age-related macular degeneration. Arch Ophthalmol. 2005;123(8): 1042-50. [Crossref] [PubMed]
- Rumney NJ. Spectacle magnifiers. In: Jackson AJ, Wolfsohn JS, eds. Low Vision Manual. 1<sup>st</sup> ed. PA; USA: Butterworth Heinemann Elsevier; 2007. p.223-40. [Crossref]
- Szyk JP, Seiple W, Stelmack J, McMahon T. Use of prisms for navigation and driving in hemianopic patients. Ophthalmic Physiol Opt. 2005;25(2):128-35. [Crossref] [PubMed]
- Gottlieb DD, Freeman P, Williams M. Clinical research and statistical analysis of a visual field awareness system. J Am Optom Assoc. 1992;63(8):581-8. [PubMed]
- Ross NC, Bowers AR, Peli E. Peripheral prism glasses: effects of dominance, suppression, and background. Optom Vis Sci. 2012;89(9): 1343-52. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Bowers AR, Keeney K, Peli E. Randomized crossover clinical trial of real and sham peripheral prism glasses for hemianopia. JAMA Ophthalmol. 2014;132(2):214-22. [Crossref] [PubMed] [PMC]

30. Shen J, Peli E, Bowers AR. Peripheral prism glasses: effects of moving and stationary backgrounds. *Optom Vis Sci.* 2015;92(4):412-20. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
31. Apfelbaum H, Peli E. Tunnel vision prismatic field expansion: challenges and requirements. *Transl Vis Sci Technol.* 2015;4(6):8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
32. Woods RL, Giorgi RG, Berson EL, Peli E. Extended wearing trial of trifield lens device for 'tunnel vision'. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2010;30(3):240-52. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
33. Qui C, Jung JH, Tuccar-Burak M, Spano L, Goldstein R, Peli E. Measuring pedestrian collision detection with peripheral field loss and the impact of peripheral prisms. *Trans Vis Sci Technol.* 2018;7(5):1. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
34. Peli E, Jung JH. Multiplexing prisms for field expansion. *Optom Vis Sci.* 2017;94(8):817-29. PMID: 28727615. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]