

GÖRME OPTİĞİ VE REFRAKSİYONUN TEMEL BİLGİLERİ VE KUSURLARI

EL KİTABI

Doç. Dr. Cüneyt KARAARSLAN

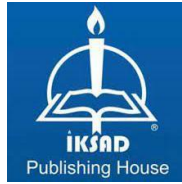


İKSAD
Publishing House

**GÖRME OPTİĞİ VE REFRAKSİYONUN TEMEL
BİLGİLERİ VE KUSURLARI
EL KİTABI**

Doç. Dr. Cüneyt KARAARSLAN

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14875883>



Copyright © 2025 by iksad publishing house
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced,
distributed or transmitted in any form or by
any means, including photocopying, recording or other electronic or
mechanical methods, without the prior written permission of the
publisher, except in the case of
brief quotations embodied in critical reviews and certain other
noncommercial uses permitted by copyright law. Institution of
Economic Development and Social
Researches Publications®
(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)
TÜRKİYE TR: +90 342 606 06 75
USA: +1 631 685 0 853
E mail: iksadyayinevi@gmail.com
www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics
rules.

Iksad Publications – 2025©

ISBN: 978-625-378-186-6

Cover Design: İbrahim KAYA

February / 2025

Ankara / Türkiye

Size: 14,8x21cm

ÖNSÖZ

Değerli Okuyucular, Görme, görme optiği ve refraksiyonun temel ilkeleri el kitabı, görme duyusu ve refraksiyonun karmaşık fakat çok önemli ilişki bağlamına, dikkat çekmek ve bu alan kapsamında öne çıkan bazı kusurlar hakkında bilgi vermek amacıyla hazırlanmıştır. Bölümler titizlikle hazırlanmış olup, okuyuculara pratik bilgiler ve klinik ipuçları sağlamayı hedeflemektedir. Görme optiği ve Refraksiyon alanında bilgi edinmek isteyen hekimler, öğrenciler ve araştırmacılar için kaynak niteliği taşıyan bu kitap, aynı zamanda multidisipliner bir bakış açısı sunarak farklı uzmanlık alanları arasında köprü kurmayı amaçlamaktadır. Kitabın içeriği, belirli bir akışta klinik bilgi ve deneyimler yanı sıra literatür bilgisi eklenerek oluşturulmuş olup, okuyucuların bilgiye ulaşımını kolaylaştırmak için açık ve anlaşılır bir dille yazılmıştır. Kitap her bölümde yer alan pratik ve teorik bilgilerin yanı sıra uygulamaya yönelik bir perspektif kazandırmayı hedeflemektedir. Bu kitabın alanında hızlı ve kolay ulaşılabilir bir başvuru kaynağı olması dileğiyle ve Saygılarımla,

Cüneyt Karaarslan

05/02/2025

ÖZGEÇMİŞ

Doç. Dr. Cüneyt Karaarslan 1988 yılında Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden birincilikle mezun oldu. Gaziantep Üniversitesi'nde ihtisas ve Marmara Üniversitesi İngilizce Tıp Fakültesi ile Fransa destekli Trahom hastalığı ve İmmünoloji üzerine uluslararası çalışmalar yaptı. ABD'de lazer teknolojileri ve tedavileri üzerine eğitim gördü. Adana SSK Hastanesi Başhekim Yardımcılığı görevini yürüttü. Sağlık Bakanlığı Sosyal ve Sağlık Hizmetleri Destek Programı kapsamında Kızıltepe'de çalışmalar gerçekleştirdi. İşçi ve işyeri güvenliği hekim eğitimi çalışmalarında bulundu. Adana Özel Aktif Lazer Göz Merkezi'nin kuruculuğunu ve başhekimliğini yaptı. Adana Dünya Göz Hastanesi'nin kuruluşu sırasında Başhekim yardımcılığı ile Excimer lazer birim sorumluluğu görevlerini üstlendi.

Çok sayıda tıbbi çalışma yürüttü, birçok ödül kazandı. Türkiye dışında Afrika ve Balkan ülkelerinde TİKA çatısında birçok çalışmada görev aldı. Yurt içi ve yurt dışında pek çok bilimsel ve sosyal kuruluşa üye olan Cüneyt Karaarslan'ın ulusal ve uluslararası

düzeyde çok sayıda kitap ve makalesi bulunuyor. Hekimlik ve sağlık yöneticiliğinin yanı sıra işletme yüksek lisans ve doktora diploması, hukuk diploması olan Cüneyt Karaarslan yamaç paraşütü, karate ve bisiklet sporlarıyla da ilgilidir. Dr. Cüneyt Karaarslan hâlen Adana Dünyagöz Hastanesi Başhekimliği görevini sürdürmektedir.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
ÖZGEÇMİŞ	ii
İÇİNDEKİLER.....	v
IŞIK	9
IŞIĞIN ÖZGÜN DAVRANIŞ ÖZELLİKLERİ	13
ABERASYONLAR (KUSURLAR)	15
GÖRME AYGITI OLARAK GÖZ VE GÖZÜN OPTİK ÖZELLİKLERİ	17
GÖRME FİZYOLOJİSİ	20
GÖRME KALİTESİ VE GÖRME KESKİNLİĞİ	21
GÖZÜN REFRAKTİF DURUMU VE REFRAKSİYON KUSURLARI	25
EMETROPİ	25
AMETROPİ	26
AMETROPİ TÜRLERİ.....	27
REFRAKTİF KUSURLARIN TESPİT EDİLMESİNDE OBJEKTİF MUAYENE YÖNTEMLERİ	29
RETİNASKOP	32
KERATOMETRE NEDİR ?.....	32
BİYOMİKROSKOP NEDİR ?.....	34

DUOKROM TESTİ	35
SİKLOPLEJİ NEDİR?	36
ABERASYON	39
WAVEFRONT TEKNOLOJİSİ:	39
YAKIN GÖRME KUSURLARI (AKOMODASYON VE KONVERJANS ANORMALLİKLERİ).....	41
MİYOPİDE GÖZLÜK	44
HİPERMETROPİ VE DÜZELTİLMESİ	46
ANİZOMETROPİ	47
ANİZOFORİ	48
ANİZOKONİ	49
PRESBİYOPI	49
NÖRO-OFTALMOLOJİ, GÖRME ALANI VE GÖRME MERKEZİ	50
REFRAKSİYON KUSURLARININ LAZER VE CERRAHİ YÖNTEMLER İLE DÜZELTİLMESİ	55
FOTOREFRAKTİF KERATEKTOMİ (PRK)	55
LASIK (LAZER ASSISTED STROMAL INSITU KERATOMILEUSIS) VE I LASIK	56
SMILE (SMALL INCISION LENTICULE EXTRACTION)	57
REFRAKSİYON KUSURLARIN GÖZİÇİ CERRAHİ YÖNTEMLER İLE DÜZELTİLMESİ.....	57

GÖRME OPTİĞİ VE REFRAKSİYONA ÖZEL 3	
ÖNEMLİ KISA NOT	59
ÖRNEK SORULAR	60
KAYNAKÇA	73

Bedenin müziğe göre hareket ve davranışlarına dans denir.

Gözün ışığa göre algı ve duyularına da görme denir.

Görme için yeterli ışık ve sağlıklı göz, uygun fiziksel ortam ve optik kurallar, özelleşmiş sinir ağı ve merkezi sinir sistemi gerekli ve şarttır.

Optik, ops: göz, optos:görünen gibi kök sözcüklerden türemiş ve gözle yada görünenle ilgili anlamında kullanılan fizik ana bilim dalının bilimsel bir yan dal kavramıdır.

Işığın fizik biliminin temel ilkeleri doğrultusunda davranış özelliklerini ve bu özelliklerin görme fizyolojisindeki yeri ve önemini inceleyen bilim dalı ise görme optiği'dir.

IŞIK

Işık, elektromanyetik spektrumun insan gözü tarafından algılanabilen kısmındaki radyasyondur. Radyasyon ise bir ortamda yayılan ya da taşınan enerjidir. Dolayısıyla ışık elektromanyetik spektrumun görünen dalga boyundaki yani 400-700 nanometre dalga boyu aralığındaki bir enerji türüdür.

Işık, foton adı verilen kütsesiz parçacık paketlerinden oluşur ve böylece hem dalga ve hem de tanecik ya da parçacık özellikleri gösterir. Görünür ışık hem kendi görünür hem de nesnelere görünmesini sağlar.

Böyle bir ışık kaynağından çıkan ışınlar, nesnelere çarparak veya yansıyarak gözümüze ulaşır. Işığın hızı yani saf hava boşluğunda vakumda yaklaşık 299,792 km/s'dir.

Işığın parçacık özellikleri, fotonlar aracılığıyla ortaya çıkar. Fotonlar, elektromanyetik radyasyonun temel birimlerini temsil eder ve kütsesizdirler, bu nedenle ışık hızında hareket ederler. Elektrik yükleri yoktur ve diğer parçacıklarla etkileşime girebilirler. Fotonlar hem dalga hem de parçacık özellikleri gösterir; bu durum "dalga-parçacık ikiliği" olarak adlandırılır. Enerjileri, frekansları ile doğru orantılıdır frekans ise dalga boyu ile ters orantılıdır.

Fotonlar doğası gereği emilebilir, yansıyabilir, kırılabilir, saçılabilir, yok olabilir yada uygun kaynaklardan ortaya çıkabilir. Etki ettikleri yerde ısıya yada kimyasal reaksiyonlara sebep olabilir.

Işık görülebilen, görülemeyen özelliklere sahip olarak çok değişik dalga boyu ve renklerde elektromanyetik spektrumda yer alır.

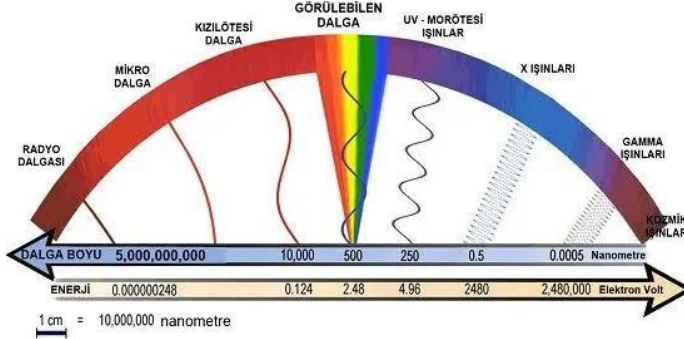
Kızılötesi Işık (Infrared), görünür ışıktan daha uzun dalga boylarına sahip elektromanyetik radyasyondur ve genellikle 750 nm ile 1 mm arasında yer alır. İnsan gözüyle görülemez, ancak ısıtma ve termal görüntüleme gibi uygulamalarda kullanılır. Kızılötesi ışık, cisimlerin sıcaklıklarına bağlı olarak yayılır ve bu nedenle ısıtıcılar ve gece görüş cihazları gibi teknolojilerde önemli bir rol oynar. Isıtmak gibi bir fiziksel etki gösterebilir.

Ultraviyole Işık (UV) ise görünür ışıktan daha kısa dalga boylarına sahip olup 10 nm ile 400 nm arasında bulunur. UV ışığı, ciltte yanıklara neden olabilir, DNA hasarına yol açabilir ve güneşten gelen zararlı etkileri içerir. Protein yıkımı gibi kimyasal ve kanserojen etkileri olabilen UV ışığı aynı zamanda tıpta sterilizasyon ve dezenfeksiyon işlemleri için de kullanılmaktadır.

Aslında dalgalar enerji taşıyan titreşimlerdir ve beynimiz görünür bölgedeki ışıkları, dalga boylarına göre farklı renklerde algılar. Kırmızı görebildiğimiz en düşük enerjiye sahip ışık iken, mor görebildiğimiz en yüksek enerjiye sahip ışıktır. Bu sınırlar ötesindeki ışıkları gözümüzle göremeyiz.

Elektromanyetik tayfın bir ucunda, görünür bölge ışıklarının dalga boylarından oldukça büyük dalga boyuna sahip radyo dalgaları bulunurken, diğer bir ucunda ise görünür bölge ışıklarının dalga boylarından oldukça küçük dalga boyuna sahip gama ışınları bulunur. Bu tayfta dalga boyları arttıkça dalgaların enerjileri azalır. Yani radyo dalgaları en düşük enerjiye, gama ışınları ise en yüksek enerjiye sahiptir. Bu iki uç nokta arasında (radyo dalgaları ve gama ışınları): Mikrodalga, kırmızıöte, moröte (ultraviyole) ve röntgen (X) ışınları bulunur.

ELEKTROMANYETİK SPEKTRUM



Frekans = 1/dalga boyu

IŞIĞIN ÖZGÜN DAVRANIŞ ÖZELLİKLERİ

Refraksiyon (kırılım), ışığın farklı yoğunluktaki ortamlara geçerken hızının değişmesi sonucu yön değiştirmesidir. Bu olay, ışığın bir ortamdan diğerine geçerken dalga boyunun değişmesiyle gerçekleşir ve Snell Yasası ile tanımlanır.

Difraksiyon (kırınım), ışığın dar yarıklardan veya engellerden geçerken yayılmasıdır. Dalgaların kenarlardan sapmasıyla aydınlık ve karanlık çizgiler oluşur, böylece derinlik algısı artar ama keskin görüş yada kontrast hissi azalır (ışığın dalga özelliği nedeniyle).

Yarığın darlığı difraksiyon farklılıklarına ve netliğin azalmasına neden olabilir.

Koherens (girişim-evreuyumluluk), iki veya daha fazla dalga kaynağının faz ilişkisini ifade eder. Koherent dalgalar, belirli bir faz farkıyla birbirleriyle etkileşebilir ve bu durum girişim desenleri oluşturur.

Refleksiyon (yansıma), ışığın karşılaştığı ortamın fiziksel özellikleri neticesinde geldiği ortama geri dönmesidir. Işık bu özgün özelliklerini daha çok Mercekler vasıtasıyla ortaya koyar.

Mercek, ışığa yön veren yön değiştiren optik bir aygıttır ve temelde ışık ışınlarını toplayan, yaklaştıran yakınsak, ince kenarlı (konveks) yada dağıtan, uzaklaştıran, ıraksak, kalın kenarlı (konkav) mercekler olarak incelenebilir.

İnce kenarlı, ortası kalın mercekler görüntüyü büyütür. Bu mercek türü büyüteç, mikroskop, teleskop ve hipermetrop gözlükleri olarak kullanılabilirler.

Kalın kenarlı ve ortası ince olan mercekler ise görüntüyü küçültür. Miyop gözlükleri, dürbünler ve bazı fotoğraf makineleri bunlara örnek gösterilebilir.

Diyoptri, bir merceğin optik gücünü gösterir. Odak mesafesinin tersi şeklinde ifade edilir ($D=1/F$). Büyütme gücü 5 diyoptri olan bir merceğe paralel gelen ışık huzmesini $1/5m = 20$ cm'ye odaklar.

Sferik mercekler olan ince kenarlı mercekler pozitif, kalın kenarlı mercekler de negatif diyoptri değerlerine sahiptir.

Silindirik mercekler:

Astigmat veya torik mercekler olarak da bilinirler ve ışığı tüm eksenlerde eşit diyoptride kırmadıkları için astigmat bir göz noktasını nokta şeklinde göremez.

ABERASYONLAR (KUSURLAR)

Aberasyon, merceğin geometrik şekline ve büyüklüğüne göre oluşan bazı bozuklukları ifade eder. Değişik tipleri vardır.

- Sferik aberasyon:

Merceğin kenar noktalarına gelen ışık demetleri optik merkeze gelenlere göre daha çok kırılırlar. Gözde bu durum pupilla (gözbebeği) geniş (midriyatik) iken önemlidir. Buna bağlı olarak göze gelen ışık demeti geniş

olur. Periferde (çevre görmede) görece bir gece miyopisi oluşur.

- Distorsiyon:

Özellikle yüksek diyoptrili merceklerde köşeli yapılar distorsiyona uğrar. Kon- veks bir mercekle kare şeklindeki bir cisim iğne yastığı, konkav bir mercekle fiçı görünümü alabilir.

- Kromatik aberasyon:

Işığın bir mercek tarafından kendini oluşturan renklere (dalgaboylarına) ayrılmasıdır. Bu nedenle miyop göz kırmızı ışığı daha net görürken hipermetrop göz yeşil ışığı daha net görür.

Prizmatik mercekler:

Işığın birbirine paralel olmayan (kesişen) iki düzlem arasında ve farklı yönde kırılmasına yol açarlar. Buna bağlı olarak da cisimler prizmanın tepesine doğru tabanına zıt olarak yer değiştirmiş gibi görülür. Bir metre uzaklıktaki bir cismin görüntüsünü 1 cm yer değiştiren

prizmanın kırıcılığı 1 prizmatik diyoptridir ve 10D şeklinde gösterilir.

GÖRME AYGITI OLARAK GÖZ VE GÖZÜN OPTİK ÖZELLİKLERİ:

Göz yaklaşık 22-26 mm çapında, asferik bir yapıya sahip bir organdır. Kafatasının en önünde ve kemiklerden oluşan orbita adlı bir çukurcuğun içinde yer alır.

Esas olarak üç tabakadan oluşur.

1. Dış (sert) tabaka:

Gözün en dış kısmını oluşturur. Gözün bütünlüğünün korunmasında önemli rolü vardır. Önde yer alan saydam kornea, hemen korneanın etrafından başlayıp gözü tümüyle çevreleyen beyaz renkli skleradan oluşur. Kornea gözün en kırıcı optik ortamıdır.

2. Orta (damarsal) tabaka:

Uvea tabakası olarakta bilinir. İris, siliyer cisim ve koroidden ibarettir.

3. İç (sinirsel) tabaka

Görme için özelleşmiş sinir liflerinin bulunduğu retina tabakasından ve görme siniri başı bölgesinden oluşur. Ayrıca gözde sıvı dinamiğine sahip iki ayrı odacık ve retinayı tamponlayan visköz bir oluşum bulunur.

Bunlar önden arkaya doğru sırasıyla;

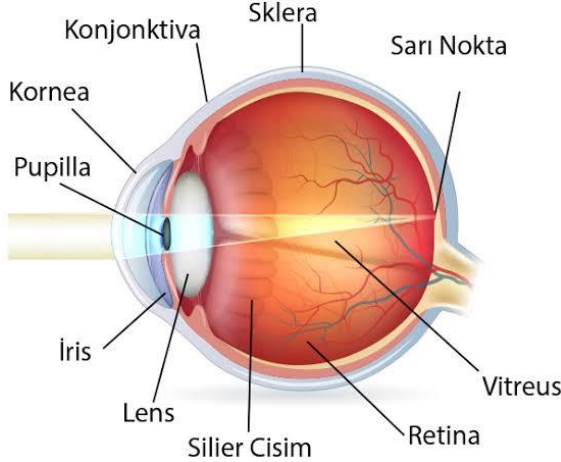
Ön kamara: İris ile korneanın arka yüzü arasındadır. Aköz hümör adı verilen sıvı ile doludur.

Arka kamara: Önde iris, arkada lens ve zonüllerle sınırlandırılmıştır. Arka kamara da aköz hümör ile doludur. Ön kamara ve arka kamara birbirleri ile pupilla aracılığıyla ilişki halindedir. Arka kamarada üretilen aköz hümör pupilla yoluyla ön kamaraya geçer.

Vitreus : Lens ve zonüllerin arkasında kalan ve retinaya komşu olan bölümdür. Vitreus bölümü %98,5 oranında sudan oluşmuş, kollajen fibriller, protein ve hiyaluronik asit içeren, jel kıvamında vitreus adı verilen visköz sıvı ile doludur.

Arka kamara ile vitreus bölümü arasında gözün ikinci büyük kırıcılığa sahip yapısı olan lens bulunur ve orta tabakaya aittir.

Lens disk şeklinde bir yapı olup, zonül ismi verilen ince liflerle çepeçevre siliyer cisime asılı durumdadır. Siliyer cisim içinde yer alan kasların kasılıp gevşemesi ile lens kalınlığında değişiklik olur. Lens kalınlığının artması ile kırıcılığı artar, azalması ile kırıcılığı azalır. İstirahat halindeki lens en ince konumdadır.



GÖRME FİZYOLOJİSİ

Gözün en iç tabakası olan retinanın fonksiyonu ışık enerjisi ve görüntüyü alıp, beyindeki görme merkezi tarafından kabul edilebilecek elektrokimyasal enerjiye dönüştürerek iletmektir.

Retina bu işlevi yerine getirebilen çeşitli hücre ve hücre tabakalarından oluşmuştur. Aslında ana işlem ve işlev fotoreseptörlerdedir. Fotoreseptörler başlıca karanlıkta görmeden sorumlu rod ve aydınlıkta görmeden sorumlu olan koni isimli hücrelerden oluşur. Retinada yaklaşık 120 milyon rod, 8 milyon koni bulunur. Rod ve konilerin dış bölümlerindeki çeperleri boyunca vitamin A bağlantılı özel bir protein, görmenin elektro-foto-kimyasal çatisal işleyişinde temel bir işleve sahiptir.

Normal bir gözde yaklaşık olarak;

- Kornea kalınlığı: 0,5 mm
- Ön kamara derinliği: 3,2mm
- Lens kalınlığı : 3,8 mm

Kırılma indisi 1,33 olarak ve kırma gücü toplamda ortalama + 61 diyoptridir. Bunun +40.0 ı, korneaya ve +21.0 diyoptrisi lense aittir.

GÖRME KALİTESİ VE GÖRME KESKİNLİĞİ

Retinaya düşen görüntünün kalitesi bir takım faktörlere bağlıdır. Bunlar;

- Kornea faktörü:

Yüzey düzensizlikleri, saçılma ve aberasyonları,

- Pupilla faktörü:

Pupilla çapının artması kromatik ve sferik aberasyonu artırır.

- Lens faktörü:

Yaş arttıkça lensin ışığı geçirmesi, kontrast algısı azalır, kromatik aberasyon ve ışığın saçılması gibi olumsuzluklar artar.

Görme kalitesi derinlik algısı, kontrast algısı ve ayırt etmesi (sensitivitesi), renk ayırt etme, hareket yönü, yanıp

sönen ışık ayırt etme gibi çok faktörlü bir algılama sistemi gerektirir.

Görme keskinliği aslında görme oranı ve aynı zamanda zemin ile nesne arasındaki ton, parlaklık gibi frekans farklılıklarını uzaysal boyutta ayırt edebilme yeteneğinin toplam bir sonucudur.

Bu fonksiyonların foveada bulunan fotoreseptör koni hücrelerinin birim alandaki yoğunluğuna ve performanslarına bağlı olduğu düşünülmektedir.

Günümüzde artık Snellen eşelli görseller ile görme oranını ve ayrıca yanı sıra kontrast algısını ölçebilen bütünleşik chart projektörlü otomatik foropterler kliniklerde kullanılmaktadır.

Snellen eşelinde kontrastın en üst düzeyde olması için zemin beyaz, optotipler siyah renklidir. Harflerden veya rakamlardan oluşan değişik tipleri vardır. Eşel, harf boyunun 5 dakika, harf ayrıntısının ise 1 dakika olduğu optotiplerden oluşturulmuştur. Göze geliş açısının farklı mesafeler için 5 dakika olduğu çeşitli sıralar vardır. Yani 20 metre mesafeden bakıldığında 5 dakikalık açığa denk

gelen sıra, 40 metre mesafeden bakıldığında 5 dakikalık açığa denk gelen sıra, 60 metreden bakıldığında 5 dakikalık açığa denk gelen sıra gibi değişik boyutlarda optotiplerin oluşturduğu çeşitli test sıralarını içerir.

Test sırasında bütün optotipleri içeren eşel yaklaşık 6 metre'den okutularak görme keskinliği ölçülür. Test mesafesi arttıkça optotip'in aynı açığa denk gelebilmesi için boyutu artmalıdır.

İki nokta ayırımının yapılabilmesi için, en az iki fotoreseptör hücresinin bu iki nokta tarafından uyarılması ve bu iki hücre arasındaki boşluğun da üçüncü bir fotoreseptör tarafından algılanması gerekmektedir. Foveada yer alan koni hücrelerinin çapları 1,5 mikrondur. Bu durumda en az 2 mikron büyüklüğündeki bir görüntü, bir fotoreseptörü ve komşuluk eden bir diğer fotoreseptörü birlikte uyarabilir.

Snellen eşeli görme açısını ifade edecek şekilde düzenlenmiş olmakla birlikte, klinik uygulamalarda görme açısından çok, görme mesafesi önemlidir. Kişinin 6 metre'den okuyabildiği sıra değerlendirilerek görme

düzeyi tespit edilir. Örneğin en üstteki bir sırayı okuyabiliyorsa görme düzeyi 0.1 dört sırayı okuyabiliyorsa görme düzeyi 0.4'tür. Bütün sıralar yani on sıra da okunabiliyorsa görme düzeyi

6/6 (tam) olarak değerlendirilir.

Bazı ülkelerde eşel mesafesi için 20 footluk mesafe kullanılır ve görme değerlendirmesi de buna göre 20/20 (tam) olarak yapılır.

20 footluk mesafe de aslında yaklaşık 6 metredir.

Görme eşellerindeki optotip büyüklüklerindeki değişim oranının aritmetik veya geometrik olarak değerlerinin standartizasyonu minimum rezolüsyon acısının (MAR) logaritmik değerinin (LogMAR) kullanılması ile sağlanır. Bu parametre, test mesafesinden ve test basamakları arasındaki farklılıktan etkilenmez. Modern eşelerde (Bailey-Lovie, ETDRS, PERK) bir sıradan diğerine geçişte de görme keskinliğindeki değişim eşit logaritmik basamaklar şeklindedir.

Her bir standart Snellen sırası değişim, görme açısının 0.1 LogMAR ünite değişmesine denktir.

Ancak aritmetik dizilimi esas alan ondalık sisteme ait eşellerde test sıraları birbirlerinin katı değil, normal görme düzeyi olarak kabul edilen 1 dakikalık görme açısına olan oranlarının, 1/10'luk dilimleri halinde düzenlenmesi ile oluşturulmuşlardır. İşte bu nedenle, aritmetik dizilim gösteren ondalık sisteme ait eşeller ile geometrik dizilim gösteren modern eşellerde, sıra aralıkları birbirine denk değildir. Bu farklılık özellikle düşük görme keskinliği düzeylerinde daha ayrıntılı bir değerlendirmeyi mümkün kılar.

GÖZÜN REFRAKTİF DURUMU VE REFRAKSİYON KUSURLARI

EMETROPİ

Normal Göz

Akomodasyon (uyum) yapmadan, sonsuz olarak nitelendirilen 6 metreden uzaktaki bir görüntüyü retina üzerine odaklayan göz emetrop gözdür. Başka bir deyişle emetrop gözde sonsuzdan optik eksene paralel olarak gelen ışınlar retinada odaklanır.

AMETROPI

Akomodasyon yapmayan bir gözde 6 metreden uzaktaki bir objeden gelen paralel ışık ışınlarının retina düzlemi dışında bir düzlemde odaklanmasıdır. Işıkların retinanın önünde bir noktaya odaklanması durumuna miyopi, arkasında odaklanması durumuna hipermetropi denirken, ışıkların noktasal olarak odaklanamaması durumuna ise astigmatizma denir. Astigmatizma kendi içeri- sinde, ışıkların retinanın önünde veya arkasında odaklanamama durumuna göre miyopik veya hipermetropik astigmatizma olarak alt gruplara ayrılır.

Ametropi;

- Gözün ön arka uzunluğundaki farklılıklar
- Kırıcı yüzeylerin eğimindeki farklılıklar
- Lensin yerleşiminde farklılıklar veya
- Yukarıdaki faktörlerden birkaçının bir araya gelmesi sonucu gelişebilir.

AMETROPİ TÜRLERİ

Ametropiler şu şekilde sınıflandırılabilir:

Sferik ametropiler

- Hipermetropi

- Miyopi

Asferik (silindirik) ametropiler

- Astigmatizma

Basit astigmatizma

- Hipermetropik - Miyopik

Bileşik Karışık astigmatizma

Olarak karşımıza çıkmaktadır.

Doğumda gözün ön arka çapı yaklaşık 18 mm'dir. Bu değer 3 yaşında 23 mm'ye çıkar. 3-14 yaşlar arasında ise ön arka uzunluk, yılda ortalama 0,1 mm artar. Daha sonra normal şartlarda gözün uzunluğunda bir değişiklik olmaz. Yeni doğanlarda siklopleji yapılarak saptanan refraksiyon sonuçları ortalama (+2,00) D olarak bulunmuştur.

2-6 yaş grubunda % 80 hipermetropi, % 5 miyopi, % 15 emetropi vardır.

Yetişkin yaşlarda başlayan miyopi nedeninin ön arka uzunluktaki artış olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle gözün erken çocukluktaki büyümesi haricinde yetişkin yaşlarda da yeniden büyüme potansiyeline sahip olduğu düşünülmektedir.

Yapılan çalışmalarda göze ışık gelmesinin engellenmesi, iyi aydınlatma olmayan ortamlarda özellikle yakına uzun süre bakma göz küresinde ön arka eksen artmasına, miyopiye ve miyopinin artmasına neden olabildiği görülmüştür.

Miyopi gelişme nedeninin, ışıkla uyarılmayan retinada birtakım maddelerin yapımının azalmasına bağlı olarak gözün büyümesi üzerindeki frenleme mekanizmalarının ortadan kalkması olduğu düşünülmektedir. Sonuç olarak gözün ekseninde uzama meydana gelmekte ve miyopi gelişmektedir.

Yeni doğanlarda kapatılan gözde miyopi gelişmiş ve bu gözlerde yapıları ön kamara derinliği ve lens kalınlığının

normal olduğu; lens arka yüzü ile retina arasındaki mesafesinin anlamlı ölçülerde arttığı gösterilmiştir.

Aşırı akomodasyonun da miyopinin gelişimini hızlandırdığı düşünülmektedir. Yoğun bir şekilde yakın çalışma yapan kişilerde miyopide bir artış söz konusudur.

Göz bebeğini büyüten, sikloplejik (midriyatik) etki gösteren bazı damlalarla kişinin akomodasyon (uyum) gücünün geçici olarak ortadan kaldırılması da miyopinin ilerlemesini yavaşlatabilmektedir.

REFRAKTİF KUSURLARIN TESPİT EDİLMESİNDE OBJEKTİF MUAYENE YÖNTEMLERİ

. Oftalmoskopi:

Normal şartlar altında göz dibi muayenesi için kullanılır. Hastanın gözdibini net görüldüğü ana kadar aletin lens sistemi değiştirilerek tahmini bir değer elde edilir.

Oftalmoskop göz dibinin (retina) muayenesinde kullanılır. Göz dibindeki oluşumlar ve rahatsızlıkları incelemekle birlikte gözün kırma gücünü ve dolayısı ile kırma (refraksiyon) kusurlarını belirlemede de kullanılmaktadır.

Düşük diyoptrili kırma kusurlarını tespit edememesi yanında hekimin kırma kusurundan ve hastanın akomodasyonundan etkilenmesi, daha çok sferik kırma kusurları hakkında bilgi vermesi nedeniyle pek başvurulmaz.

. Keratometri:

Kornea eğriliğinin ölçülmesinde kullanılır. Kontakt lens muayenesi, refraktif cerrahi ve göz içi lensi gücünün belirlenmesinde önemlidir. Korneanın merkezi eğriliğini ölçer.

Ultrasonografik biyometri: Günümüzde katarakt cerrahisi öncesinde, yerleştirilecek göz içi lens'in gücünün belirlenmesinde kullanılır.

. Otoprefraktometri:

Günümüzde refraksiyon muayenesinde en çok kullanılan yöntemdir. Ölçüm için kızılötesi (infrared) ışınlar kullanılır. Hastanın göz dibine gönderilen ışınlar retinadan yansiyarak cihaza geri döner. Bu yansıyan ışınları değerlendiren bilgisayar sistemi hastanın refraksiyon kusurunu verir. Otoprefraktometreler belli değerler

arasındaki ölçüm-leri yapabilmektedir. Bu sınırlar sferik için genellikle (-20.00) D ile (+20.00) D arası, silindirik değerler içinde (-10.00) D ile (+10.00) D arasındadır. Ölçümün yapılabilmesi için pupillanın çok küçük (miyotik) olmaması gerekir. Çünkü çok küçük pupillalarda ölçüm yapılamaz. Hastanın akomodasyonundan dolayı yanlış sonuçlar ortaya çıkabilir. Otrefraktometre ile sikloplejisiz yapılan ölçümlerde özellikle çocuk yaş grubunda doğru olmayan düşük hipermetropi, yüksek miyopi değerleri alınabilmektedir. Ayrıca

ölçümde kızılötesi ışınların kullanılması görünür ışıkla oluşan refraksiyondan farklı çıkabilir. Bu fark (+0.75) ila (-1.50) D'lik hataların ortaya çıkmasına neden olabilir.

Otrefraktometre zaman tasarrufu sağlar fakat saptanan değerlerin subjektif yöntemlerle kontrol edilmesi şarttır.

RETİNASKOP

Skiyaskopinin gelişmiş, objektifleşmiş halidir. Gözün pupillasına tutulan retinaskop ışığı retinadan geri yansıtılarak göz merceği ve daha sonra da kornea tarafından kırılır ve gözden dışarıya çıkar.Gözü terk eden ışınların emetrop, miyop ve hipermetrop gözlerde farklı şekilde gözü terk etmeleri önemlidir. Buhareket emetrop ve akomodasyon yapmayan bir gözde aynı yönde olur,hipermetrop göz içinde retinoskoptan gelen ışın demeti ile reflesin hareketleri aynı yönlüdür.

KERATOMETRE NEDİR ?

Keratometre korneanın kırma gücünü ve ön yüzeyinin eğrilik yarıçapını ölçen bir alettir.

Ultrasonografik Biyometri: Günümüzde katarakt cerrahisi öncesinde, yerleştirilecek göz içi lens'in gücünün belirlenmesinde kullanılır. Refraksiyon muayenesinde katarakt ameliyatı olup göz içi lens konulmamış afak hastalarda (özellikle konjenital katarakt nedeniyle ameliyat edilmiş gözlerde) pupilla alanındaki düzensizlikler ve opasiteler nedeni ile retinoskopi sağlıklı

olarak yapılamayabilir. Ön arka uzunluğun ölçümü ise mümkündür. Afak bir gözün tek kırıcı yüzeyi korneadır. Gözün total diyoptrik gücü'nden (Kırılma indis / metre cinsinden ön arka uzunluk) kornea kırıcılığı diyoptri olarak çıkarılınca kırma kusuru bulunmuş olur.

Otorefraktometri:

Ölçüm için kızılötesi (infrared) ışınları kullanılır. Hastanın gözdibine gönderilen ışınlar retinadan yansyarak alete geri döner. Bu yansyan ışınları değerlendiren bilgisayar sistemi hastanın refraksiyon kusurunu verir. Bazı modellerde subjektif muayene ünitaleri de eklenmiştir. Otorefraktometreler belli değerler arasındaki ölçümleri yapabilmektedir. Bu sınırlar sferik için genellikle (-20.00) D ile (+20.00) D arası, silindirik değerler içinde (-10.00) D ile (+10.00) D arasındadır. Ölçümün yapılabilmesi için pupillanın çok küçük (miyotik) olmaması gerekir. Çünkü çok küçük pupillalarda ölçüm yapılamaz. Hastanın akomodasyonundan dolayı yalancı sonuçların ortaya çıkmaması için siklopleji yapılması uygundur. Otorefraktometreler ile sikloplejisiz olarak yapılan

ölçümlerde özellikle çocuk yaş grubunda , yalancı düşük “ + “ ve yalancı yüksek “ - “ değerlerin elde edildiği bilinmektedir. Ancak yetişkinlerde siklopleji ile yapılan ölçümlerde anlamlı bir fark bulunmamıştır. Otorefraktometre yönteminin belki de en büyük avantajı zaman tasarrufu sağlaması ve hastaya güven vermesidir. Yalnız hastanın iletişiminin iyi olması, uyumlu olması ölçümün güvenilirliğinde önemlidir. Aletlerin belli aralıklarla kalibrasyonunun yapılması da ihmal edilmemelidir. Otorefraktometrelerin en önemli yararı, gözlük ihtiyacı hakkında doktora kısa sürede bir fikir vermesidir. Otorefraktometre ile elde edilen sonuçlar daima %100 doğru demek değildir. Yani elde edilen sonuç her zaman için hastanın kullanabileceği gözlük olmayabilir. Saptanan değerlerin subjektif yöntemlerle kontrol edilmesi ile en sağlıklı olanıdır.

BİYOMİKROSKOP NEDİR ?

Gözün ön bölgelerini incelemede kullanılır. Biyomikroskoba çeşitli aksesuarlar eklenerek gözün arka bölgeleri de incelenebilir. Farklı eklemeler kullanılarak göz içi basıncı, kornea eğriliği, kornea kalınlığı, kornea ve

lens arasındaki mesafe, ön kamara hacmi, lensin görünümü ve ortam bulanıklıkları değerlendirilebilir. Bazı biyomikroskoplara fotografik kayıt için kameralar eklenebilir. Biyomikroskoplar incelenen gözde istenen herhangi bir kısma lazer demeti göndermede de kullanılabilir.

Subjektif Görme Muayene Yöntemleri Refraksiyon kusuru objektif testlerle belirlendikten sonra subjektif testlerle düzeltme yapılmalıdır.

DUOKROM TESTİ

Kromatik aberasyon temeline dayanır. Sferik düzeltmenin keskinleştirilmesi için kullanılır. -2.0D cam uygulanmış bir hastaya Duokrom testi yaparken kırmızı rengi daha net görüyorsa diyoptriye biraz daha artırmak yani (-2.25) D cam kullanmak, yeşil rengi daha net görüyorsa diyoptriye biraz daha azaltmak yani (-1.75) D cam kullanmak gerekebilir. Kırmızı ışık en uzun dalga boyuna sahiptir ve en az kırılan renktir. Mavi ışık en kısa dalga boyuna sahiptir ve en çok kırılan renktir. Bu testte kırmızı renk ve mavi renge yakın spektrumda yeşil renk kullanılır.

Miyop bir kişi kırmızıyı daha net görürken hipermetrop bir kişi yeşil rengi daha net görecektir.

SİKLOPLEJİ NEDİR?

Gözde akomodasyon yani uyumdan sorumlu olan kaslardan olan siliyer kasın muayene ve tedavi amaçlı olarak kısa süreliğine göz damlaları kullanılarak felç edilmesi durumudur.

Siklopleji konusunun ayrıntılı bir şekilde anlaşılması için akomodasyon konusunun incelenmesi gerekmektedir. Akomodasyon kısaca gözün uyum sağlamasıdır. Gözde yakındaki bir cisme bakıldığı zaman retinanın düzgün bir şekilde cismi odaklayabilmesi için gözün lens kısmında şekilsel bir değişiklik meydana gelir. Bu değişiklikten sonra lenste kırıcılık artar ve göz yakın cisme uygun bir şekilde odaklanır. Özellikle göz muayenelerinden önce kullanılan sikloplejik damlalar ile gözün bu uyum işlevi kısa süreliğine durdurulur. Böylece muayeneden daha doğru bir sonuç elde edilebilir. Yakına bakarken her iki göz birbirine yaklaşarak ve toplanarak görüntünün elde edilmesine katkıda sunarlar. İşte bu işlem konverjans

işlemdir. Konverjans ve miyozis gibi durumlar genelde akomodasyon eyleminin ayrılmaz birer parçalarıdır. Akomodasyon refleksi, gözlerimizin sağlıklı bir şekilde odaklanmasına ve nesnelerin net bir şekilde görülmesine yardımcı olan bir tıbbi süreçtir. Bu refleks, göz merceğinin şeklinin değişmesi yoluyla gerçekleşir. Akomodasyon refleksi, yaşla birlikte değişiklik gösterebilir ve bazı göz problemlerinin belirtilerinden biri olabilir. Akomodasyon, göz merceğimizin şeklini değiştirerek yakını veya uzağı farklı mesafelerdeki nesnelere net bir şekilde görebilmemizi sağlar. Genellikle bu refleks, gözümüzün uzak nesnelere net bir şekilde görmemesi durumunda devreye girer. Gözümüz, sahip olduğumuz odaklama yeteneği sayesinde, farklı mesafelerdeki nesnelere bakarken uyum sağlamamızı sağlar. Akomodasyon refleksini daha iyi anlamak için, göz merceğimizin yapısına bir göz atalım. Göz merceği, şeffaf ve esnek bir yapıya sahip olup, gözümüzün arkasında, iris ve kornea arasında bulunur. Göze gelen ışık, korneadan geçerken mercek tarafından kırılır ve retina üzerinde odaklanır. Göz merceği, görüş mesafesine bağlı olarak şeklini ayarlayarak

odaklama yapar. Göz merceğinin şekli, bir kas sistemi olan siliyer kas tarafından kontrol edilir. Siliyer kas, merceği gevşek veya gerererek şeklini değiştirebilir. Uzaktaki nesnelere görmek için, bu kas gevşer ve mercek daha düzdür. Ancak yakını görmek için, siliyer kas gerginleşir ve mercek daha bükülmüş bir şekli alır. Akomodasyon refleksi, çoğunlukla bilinçsiz olarak gerçekleşir ve genellikle kişinin farkında olmadan ortaya çıkar. Fakat bazı durumlarda, bu refleks bozulabilir veya etkilenebilir. Örneğin yaşla birlikte, göz merceği esnekliğini kaybedebilir ve odaklama yeteneği azalabilir. Buna presbiyopi veya yaşa bağlı yakını görememe denir. Özet olarak, akomodasyon refleksi, gözlerimizin yakın ve uzak mesafelerde net bir şekilde odaklanabilmesini sağlar. Göz merceğinin şeklinin değişmesine ve görsel netliği sağlamaya yardımcı olan bir tıbbi süreçtir. Ancak yaşlanma ve bazı göz problemleri, bu refleks etkileyebilir. Bu durumlarda görme düzeltmeleri kullanılarak normal görme işlevselliği geri kazanılabilir.

ABERASYON

Bir optik sistemde ışığın ideal görüntü oluşturacak pozisyonundan sapmasına aberasyon (sapınç) denilmektedir. Aberasyonlar düşük sıralı aberasyonlar (defokus: sferik ve silindirik refraktif kusurlar) ve yüksek sıralı aberasyonlar (koma, trefoil, kuadrofoil, tetrafoil ve pentafoil) olarak iki alt gruba ayrılmaktadır. Aberasyonlar yaşla birlikte artmaktadır. Gençlerde kornea yüzeyi pozitif sferik aberasyonlara, lens ise negatif sferik aberasyonlara neden olarak birbirini kompanse etmekte ve böylece sferik aberasyonlar sıfırlanmaktadır. Yaşlılarda kornea yüzeyi de lens yüzeyi de pozitif sferik aberasyonlara neden olarak total aberasyon miktarında artışa neden olmaktadır.

WAVEFRONT TEKNOLOJİSİ:

Korneal aberasyonların (sapınçların) tespiti ve tedavisinde kullanılan topografik haritalamaya ek bir teknolojidir. Sadece pupilladan değil tüm yüzeyden geçen yansıyan kırılan ve sapan ışıkların değerlendirilmesini sağlar. Standart lazerde refraksiyon kusuru düzeltilirken amaç yalnızca gözdeki dereceyi yok etmek olsa da

WaveFront tekniğinde aynı zamanda amaç görme kalite ve seviyesini daha da arttırmak ve gece görüş problemlerini azaltmaktır.

Wavefront teknolojisi yıllardır astronomide uzaydan alınan görüntüleri teleskopla daha net alabilmek için kullanılmaktadır. Gözümüze giren ışık dalgaları paralel girer ancak geri dönerken gözümüzdeki vitre, lens, kornea gibi ortamlardan geçtiği için burada ışık dalgalı olarak geri döner ve sapmalara (aberrasyonlara) yol açar.

Wave Front haritaları, parmak izi gibi her şahısta farklı olduğu için tedavi de hastaya özel olmaktadır. Cihaza göre farklı isimler alabilmektedir. Örneğin İntralase ve Visx cihazı ile yapılan tedaviye İLasik denmektedir. TENEEO cihazında ise bu tedavi ZY-Optix diye adlandırılır.

Wavelight Allegretto ise sadece gözlük derecelerini değil, kornea eğimi, kalınlığı ve şeklini de göze alarak bir tedaviyi yapar, böylece gece görüş bozukluklarını da elimine eder, görüş kalitesini artırır. Cihazın standart tedavi olarak yapabildiği bu tedavi birçok excimer laser cihazında ancak wavefront ile yapılabilmektedir.

YAKIN GÖRME KUSURLARI (AKOMODASYON VE KONVERJANS ANORMALLİKLERİ)

Emetrop ve dinlenme halindeki bir gözde, uzaktaki bir cisimden göze paralel gelen ışınlar retina üzerinde odaklanırken, altı metreden daha yakındaki cisimden gelen ışınlar retinanın arkasında odaklanır ve cisim bulanık görülür. Yakındaki cisimlerin net görülebilmesi lensin eğriliğinin ve kırma gücünün artması yani uyum ile mümkündür. Uyum refleksinin afferent ve efferent yolağı nedeni ile uyuma konverjans ve miyozis eşlik eder. Kırk yaşından sonra lensin elastisitesinin azalmasına bağlı olarak uyum cevabının kademeli olarak azalması "presbiyopi" olarak adlandırılır.

Presbiyopi fizyolojik bir süreç olmasına rağmen uyum spazmı, uyum felci, uyum yetersizliği gibi durumların etiyojisinde daha çok patolojik sebepler bulunmaktadır. Ayrıca uyumun her diyoptrisi için sabit artımlı gelişmesi beklenen uyum konverjansı oranındaki anormallikler, fuzyon mekanizmaları üzerinde olumsuz rol

oyunarak astenopiye (gözyorgunluğu) veya şaşılığa neden olabilir.

Uyum (akomodasyon); göz içindeki merceğimizin kalınlığının arttığı ve böylece yakındaki cisimlere odaklanmamızı sağlayan mekanizmadır.

Gözümüze 6 metreden daha kısa mesafedeki tüm cisimlere ancak uyum yaparak (akomodasyon) ile odaklanılabilir ve net bir şekilde görebiliriz. Bu yakına odaklanma esnasında; gözlerin doğrultusu birbirine doğru bir miktar yaklaşır (konverjans) ve göz bebekleri de küçülür (miyozis).

Uyum yada akomodasyon spazmı günlük yaşamının çoğunu yakın mesafede çalışan kişilerde görülür. Yoğun ve uzun saatler boyunca ara vermeden telefon ve tablet kullanan kişiler yalancı veya artan miyopi geliştirmeye iyi birer adaydırlar. Uzun süre yakına çalışma sonrasında, uzaktaki cisimlere odaklanma zorluğu gelişir ve uzaktaki cisimlere bakıldığında bulanık görülür. Çalışırken Mutlaka Gerçek Bir Ara Verilmesi Gerekir. Çalışma Arasında Telefon veya Yine Bilgisayarda Sosyal Medyayı Takip Etmek Gözleri Gerçek Anlamda

Dinlendirmez. Bu yalancı miyopide ölçümde miyop değerleri ortaya çıkar ancak muayenede bu miyop değerlerinin görmeye katkısı fazla değildir. Ayrıca göze sikloplejik damla damlatılıp göz kasları geçici olarak felce uğratıldığında numaralar sıfırlanır. Yani ilk bilgisayar ölçümündeki değerler gözdeki kasların spazm veya kramp şeklinde kasılı kalması nedeniyle oluşmuştur. Hatta pratikte sikloplejik muayenede hipermetropiye geçiş dahi görülebilir. Bu tarz ağrı ve yalancı miyopiden korunmak için her 20 dakikada bir en az 20 saniye ara vermek ve en az 20 feet (6 metre) uzağa bakarak gözleri dinlendirmek, 10-15 saniye boyunca uzaktaki (en az 6 metre) bir cisme odaklanmak açık havada vakit geçirmek, olabilirse kuş gözlemlemek gibi aktiviteler yapmak gerekir. Gözlük camının diyoptrisinin tespitinde gözlük camının verteks uzaklığı da önemlidir. Merceğin arka noktası ile korneanın ön noktası arasındaki uzaklık olan verteks uzaklığı (-/+ 3 D den büyük merceklerde merceğin gücünü anlamlı olarak etkiler. Bu nedenle yüksek diyoptrili ametropilerde muayenenin yapıldığı verteks uzaklığı reçeteye mutlaka belirtilmelidir.

MİYOPİDE GÖZLÜK

Miyopide (-) diyoptrili, konkav mercekler kullanılır. Bunlar göze ne kadar yaklaşırsa etkileri o kadar artar. Miyop bir kişi kontakt lens takacağı zaman gözlüğünden daha düşük bir diyoptrili kontakt lens takacaktır.

Ayrıca pupilla'nın genişleyerek lensin daha kenarlarının da fonksiyon gördüğü loş ışık, akşam saatleri gibi koşullarda difraksiyon nedeni ile miyopi artacaktır. Bu yüzden hastalar gündüz net gördüğü gözlükleriyle gece araba kullanırken bulanık gördüklerini söyleyeceklerdir.

Miyopide hafif aşırı düzeltme gençlerde tolere edilirken presbiyopik yaşlarda sorun oluşturmaktadır. Bu nedenle presbiyopik yaşlardaki miyopide hafif eksik düzeltme yapılır.

Yüksek miyoplarda kalın kenarlı mercekler estetik olarak rahatsızlık verebilir. Bunlarda verteks uzaklığını azaltmak bir miktar fayda sağlar. Merceğin tipi de önemlidir, yüksek

miyopide en avantajlısı planokonkav merceklerdir. Yüksek miyopili bir kişi kontakt lens kullanmaya

başladığında bir miktar konverjans yetmezliği ve diverjans oluşabilir.

Anizometropik miyopide önemli bir sorunda farklı güçteki merceklerin sebep olduğu “anizokoni” dir. Anizokoni her iki göz retinasındaki görüntülerin büyüklük farklılığıdır. Bu durum özellikle yetişkinde belirgin problem yaratır. Bu tip durumlarda iki göz arasında belirgin bir refraksiyon kusuru farklılığı varsa hastaya gözlük denetilmeli ve rahatsız olup olmayışına göre tercihini kendi yapmalıdır. Anizokoni kırıcılık miyopisinden daha rahatsız edicidir. Bunlarda gözler arasında (-2.00) - (-2.50) D’ den daha fazla fark varsa kontakt lens veya refraktif cerrahi düşünülebilir.

Miyopi için kullanılan gözlük merceğinin kalın kenarları görme alanının daralmasına neden olabilir.

Gözün içe kaymalarında miyopi hafif düşük tashih edilmelidir. Dışa kaymalarda ise tam düzeltme, hatta bazen fazla düzeltme yapılmalıdır.

Miyopi düzeltilirken geçici yada unstabil miyopi nedeni olabilecek akomodasyon spazmı, diyabet gibi durumlar akılda tutulmalıdır.

HİPERMETROPİ VE DÜZELTİLMESİ

Hipermetropide (+) diyoptrili konveks mercekler kullanılır. Mercek göze ne kadar yaklaşırsa etkisi o kadar azalır ve diyoptrisi daha yüksek mercek kullanılması gerekir. Bu yüzden hipermetrop bir kişi kontakt lens takacağı zaman gözlüğünden daha yüksek bir diyoptrili kontakt lens takacaktır. Yine aynı nedenle presbiyopi çağındaki hipermetroplar uzak gözlüklerini burunları üzerinde aşağı doğru hareket ettirerek yakını da görürler.

Hipermetrop çocuklar özellikle ambliyopi (göz tembelliği) ve şaşılık açısından ayrı bir önem taşır ve ayrı bir özen gerektirir.



ANİZOMETROPİ

İki gözün refraksiyonlarının birbirinden farklı olmasıdır. Küçük çocuklarda bu durumla karşılaşıldığında ilk kaygı ambliyopi (göz tembelliği) riski olmalıdır. Çocuklar (4.0-5.0) D' ye kadar anizometropik düzeltmeye adapte olabilirler. Çocuk daha büyük ise ve zaten düzeltilemeyen ambliyopisi varsa kısmi düzeltme veya dengeli mercek kullanılır. Bu durum fonksiyonel olarak tam düzeltmeden aşağı değildir.

Anizometropi (3.00) D den az olsa da bir gözde iyi görme, diğer gözde ambliyopi olabilir.

Bu olgularda üç boyutlu görme bir dereceye kadar var olabilir. Kötü gören gözde santral supresyon vardır. Yani kişi kötü gören gözdeki görüntüyü baskılayarak yok

farzeder. Kötü gören bu göze tam düzeltme uygulanması kabul edilebileceği gibi rahatsızlığa da yol açabilir.

Daha büyük anizometropilerde ambliyopi ve supresyon daha derindir. Bu tür durumlarda ref- raktif tam düzeltme kesinlikle faydalıdır ve uygulanması zorunludur denilememektedir. Miyopik anizometri erken çocukluktan sonra geliştiği zaman her iki gözdeki görme keskinliği iyidir. Hasta daha yüksek miyop olan gözünü yakın için, daha düşük olan gözünü uzak için kullanır. Bunlarda iyi bir füzyon sağlamak için ambliyopi olmasa bile gözlük verilir.

Hipermetropik anizometropide ambliyopi daha sıktır.

Diğer bir takım sistemik nedenler dışında hatalı gözlükler anizokori ve anizoforiye neden olabilirler.

ANİZOFORİ

Yatay yada dikey eksenlerde her iki gözün farklı yönlere bakması, hareket etmesidir.

ANİZOKONİ

İki gözde oluşan görüntülerin aynı boyutta olmaması durumudur.

PRESBİYOPİ

Yaşa bağlı gelişen yakını görememe durumudur.

Presbiyopi ortalama 45 yaşlarında (+1,50)D yakın gözlük ihtiyacı ile kendini gösterir. Bu yakın gözlük ihtiyacı her 5 yılda bir ilave (+0.50) D kadar artış gösterir. 60 yaşından sonra yakın gözlük diyoptrisi sabitlenir.

Presbiyopinin tedavisinde kullanılan gözlükler hipermetropiden farklı olarak sadece yakın görmeyi gerektiren işlerde kullanılmalıdır. Çünkü 35-40 cm uzaklığı hedefleyerek verilen presbiyopi mercekleri, kişinin uzak görmesini bozar. Bunun yanı sıra diyoptri tespitinde yakın gözlük ihtiyacı duyan kişinin ağırlıklı olarak kullandığı mesafenin önemi büyüktür. Örneğin masa üstü çalışmaları için yakın gözlük ihtiyacı duyan bir kişide yaşa göre gereken ihtiyaçtan daha düşük gözlük

yeterli olabilecekken çok yakın çalışmalarla uğraşan kişilerde ise daha yüksek diyoptriler gerekecektir.

Kişinin miyopisi varsa, belli bir düzeye kadar yakın gözlük ihtiyacı hissetmeyip, uzak gözlüğü- nü çıkararak, rahatlıkla yakın işlerini görebilir. Refraksiyon kusuru olan kişilerde konveks mercek diyoptrisi sferik diyoptri üzerine eklenir. Gerekli hallerde astigmat mercek transpozisyon işlemi yapılır.

NÖRO-OFTALMOLOJİ, GÖRME ALANI VE GÖRME MERKEZİ

Nöro-oftalmoloji en başta göz hastalıkları nedeniyle oluşan baş ağrıları gibi göz ve sinir sisteminin ortak hastalıklarını inceleyen ve tedavi eden bir bilim dalıdır.

Görme alanı bir çok nörolojik (sinirle ilgili) ve oftalmolojik (gözle ilgili) hastalığın tanısında ve tedavisinin izlenmesinde oldukça önemli bir testtir.Gözlerden herhangi birisinin sabit bir noktaya bakarken görebildiği sahanın tümüne "Görme Alanı" adı verilir.Normal bir gözde görme alanının genişliği burun

tarafında (nazalde) 60°, altta 70°, üstte 50° ve kulak tarafında (temporalde) 90°dir.

Glokom (göz tansiyonu), kafa içi basınç artması ve tümörleri gibi bir çok neden görme alanı kayıplarına yol açabilir ve en nihayetinde kalıcı görme siniri hasarına ve körlüğe sebep olabilir.

Görme siniri görme alanında kör noktaya tekabül eder, ışığı en keskin gören alan ise makula denen özelleşmiş hücrelerin bulunduğu santral retinaya aittir.

Görme alanı testi karanlık bir odada hareketli ışık uyarılarının joy stick hünere ile işaretlenmesi ve bunu kaydının oluşturulması ile elde edilir.

Görme gözde başlar, görme siniri ile yol alarak merkezi sinir sisteminin occipital beyin korteksinde sonuçlanır.

Görme siniri (Optik sinir): Retinadaki gangliyon hücrelerinin aksonlarından oluşan sinir lifleri optik diskte birleşerek optik siniri oluştururlar. Optik sinirde yaklaşık olarak 1-1.2 milyon sinir lifi vardır. Beynin bir uzantısı olarak düşünebileceğimiz optik sinir optik diskten kıyazmaya kadar uzanır. Uzunluğu 35-55 mm arasındadır.

Sırasıyla;

- Optik sinir
- Optik kiyazma
- Optik traktus
- Lateral genikulat çekirdek
- Optik radyasyon
- Görsel ve görseller ilişki korteksi

Sağlıklı göz ve görme ancak tüm bu sistem (vizüel sistem) sağlıklı ise gerçekleştirilebilir. Bu oluşumlardan herhangi birinin hastalığı ve/veya iletim yolundaki engel, kalıcı yada geçici bir şekilde görme duyusunu imkansız hale getirir.

Ambliyopi, yaygın adıyla göz tembelliği, daha çok çocukluk döneminde ortaya çıkan, bir veya iki gözde görme yeteneğinin tam olarak gelişmemesi durumudur. “Ambliyopi” kelimesi, Yunanca’da “donuk göz” anlamına gelir.

Nedenleri:

- Ambliyopi, göz ve beyin arasındaki işbirliğinin düzgün işlememesi sonucu oluşur ve bu durum görme bozukluğuna yol açar.
- Gözlerin yanlış hizalanması (şaşıklık) ambliyopiye neden olabilir.
- Miyopi, hipermetrop veya astigmatizma gibi durumlarda, bir göz diğerine göre daha fazla etkilendiğinde ambliyopi gelişebilir.
- Yüksek kırma kusurları veya iki göz arasında gözlük numarası farklılıkları da ambliyopiye yol açabilir.
- Göz tembelliği sıklıkla tek gözde görülür, ancak bazı vakalarda her iki gözü de etkileyebilir.

Teşhis Yöntemleri:

- Ambliyopi teşhisi, her iki gözün ayrı ayrı test edilmesi ve aralarında görme farklılıklarının belirlenmesiyle konulur.
- Küçük çocuklarda görmeyi değerlendirmek zor olduğundan, doktorlar çocuğun bir gözü kapalıyken diğer gözüyle nesnelere nasıl takip ettiğini gözlemler.
- Bebeklerin nesnelere verdiği tepkiler ve kapalı gözle rahatsızlık gösterip göstermemeleri de değerlendirmede kullanılır.

Tedavi Yöntemleri:

- Gözlük veya kontakt lens: Öncelikle, çocuğun odaklanma sorunlarını düzeltmek için numaralı gözlükler veya kontakt lensler kullanılır.
- Kapama tedavisi: Bu yöntemde, çocuğun daha iyi gören gözü belirli sürelerle kapatılarak tembel gözün çalışmaya zorlanması hedeflenir. Kapama süresi ve tedavi süresi doktor tarafından belirlenir ve uzun yıllar sürebilir.

- NöroVizyon tedavisi: Bilgisayar tabanlı, kişiselleştirilmiş özel programlar aracılığıyla doğrudan beyne görmeyi öğreterek görme keskinliğini artıran bir teknolojidir. Özel hazırlanmış görsel dijital uyarılar beyindeki görme merkezini uyarır, böylece kontrast duyarlılığını ve görme keskinliğini artırır.

REFRAKSİYON KUSURLARININ LAZER VE CERRAHİ YÖNTEMLER İLE DÜZELTİLMESİ

Refraksiyon kusurlarının lazer ile düzeltilmesi gittikçe daha çok tercih edilen bir yöntem olarak kullanılır hale gelmiştir. Her geçen gün yeni bir teknik geliştirilmekte ve mükemmele yakın sonuçlar alınmaya çalışılmaktadır.

FOTOREFRAKTİF KERATEKTOMİ (PRK)

Lazer ışınlarının fotoablaziv (soyucu) fonksiyonu ile korneal dokunun işlenmesi esasına dayanır. Excimer lazer kullanılır dalgaboyu 193 nm dir.Miyopide merkez kornea, hipermetropide merkez dışı korneaya uygulanır. Damla anestezi altında epitel doku kaldırıldıktan sonra uygulanan PRK günümüzde Streamlight Transeptilyal

varyasyonu ile öne çıkmaktadır. Tüm refraktif lazer girişimleri için alt yaş sınırı 18 olarak kabul edilmiştir.

LASIK (LAZER ASSISTED STROMAL INSITU KERATOMILEUSIS) VE I LASIK

Burada önce korneadan femtosecond lazer ile 9 mm çapında bir kapak kaldırılır daha sonra lazer uygulanır. İşlem tamamlandıktan sonra kapak yerine yerleştirilir. Dikiş gerekmez. Epitel sağlam olduğu için ağrı minimaldir. Gözü kapamaya gerek olmayıp bir plastik kapak takılması yeterlidir. Tekrarlanabilir bir yöntemdir. Hızlı görsel iyileşme, inflamasyon ve ağrının minimal oluşu, refraktif sonucun tahmin edilebilirliğinin yüksek oluşu gibi nedenlerle refraktif cerrahide ön plana çıkmıştır.

Bu lazer tedavileri wavefront teknolojisi sayesinde kişiye özel aberasyonlarında düzeltilmesi ile standart düzeltmelere göre daha güvenilir bir hale getirilmiştir. Lazer uygulaması kişiye özel kornea haritalarına göre daha hassas bir şekilde uygulanır ve böylece daha başarılı sonuçlar elde edilir.

SMILE (SMALL INCISION LENTICULE EXTRACTION)

Flap açılmadan femto saniye lazer ile korneanın ön yüzeyine bir ve ardından korneanın daha derin stromal iki katına biraz daha geniş birer serbestleştirici lazer gönderilir. Böylece yüzeysel yerden lentikül adı verilen doku çıkarılır ve korneadaki kırma kusuru düzeltilir.

REFRAKSİYON KUSURLARIN GÖZİÇİ CERRAHİ YÖNTEMLER İLE DÜZELTİLMESİ

Fakik göz içi lens ameliyatı

Hastanın kendi lensi korunarak yapılıp potansiyel fayda ve zararları vardır. Potansiyel riskleri; enfeksiyon, endotel hasarı, iris travması, katarakt gelişimidir. En önemli faydaları ise yüksek ametropilerde en iyi düzeltmeyi sağlamalarıdır.

Şeffaf Lens Ekstraksiyonu:

Hastanın lensinde herhangi bir opaklaşma bulgusu olmamasına rağmen refraksiyon kusurunu düzeltmek amacı ile katarakt ameliyatına benzer bir ameliyat yapılıp,

göz içine uygun diyoptride lensin konulmasıdır. Fakik olan yönteme göre daha ileri yaşlarda tercih edilir.

Göz içi lens (GİL) ve İntra oküler lens (İOL) terimleri aynı şeyi ifade eder.

Göz içine lens yerleştirilmesine yönelik cerrahi girişimler miyopi, hipermetropi, astigmatizma ve presbiyopi (multifokal İOL) durumlarında kullanılmaktadır.

GÖRME OPTİĞİ VE REFRAKSİYONA ÖZEL 3 ÖNEMLİ KISA NOT

Anizokori, göz bebeklerinin (pupillaların) farklı boyutlarda olması durumudur. Normalde göz bebekleri eşit büyüklükte olmalı, ancak anizokori durumunda bir göz bebeği diğerinden daha büyük veya daha küçük görünür. Bu durum, okulomotor sinirlerdeki bozukluklar, migren, ilaç etkileri veya baş yaralanmaları gibi çeşitli nedenlerden kaynaklanabilir.

antimetropia

antimetropi: (Tıp) İki gözde refraksiyon yeteneğinin birbirine karşıt olması (bir gözür hipermetrop, diğerinin miyop olması),...

Diplopi, çift görme rahatsızlığı. Normal şartlarda paralel olması gereken görme aksının kayarak bozulması sebebiyle oluşur. Dolayısıyla tek gözle baktığında normal bir görüntü elde eden hasta, çift gözle baktığında görüntünün retinaya farklı açılarla gelmesinden ötürü çift görür.

ÖRNEK SORULAR

1- Ortokeratoprotez hangisi ile ilgilidir?

- A) Kontakt lens
- B) Gözlük
- C) Lazer ameliyatı
- D) Şaşılık ameliyatı
- E) Presbiyopi ameliyatı

2- Aşağıdakilerden hangisi ışığın özelliklerinden değildir?

- A) Fotonlardan oluşması.
- B) Dalga parçacık ikiliği.
- C) Atomlardan oluşması.
- D) Frekans ve dalga boyu özelliklerinin olması.
- E) Renklere sahip olması

3- Bir hastada astigmat yoksa miyopik ince düzeltme için aşağıdakilerden hangi test kullanılır?

- A) Düokromtesti
- B) Sallanan silindir testi
- C) Saat kadranı testi
- D) Astigmat eksen testi
- E) Hiçbiri

4- Hangisi kontakt lens ile ilgili değildir?

- A) Push-up etkisi
- B) Temel eğri değeri
- C) Gaz geçirgenlik değeri
- D) Nistagmus
- E) Optik değer

5- Aşağıdakilerden hangisi ultraviyole ışığın özelliklerinden değildir?

- A) Kanser oluşturabilme
- B) Isı yayma
- C) Katarakt oluşturabilme
- D) Fotosentez
- E) Pişirme

6- Görme aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Bir hayaldir.
- B) Bir rüyadır.
- C) Bir duyudur.
- D) Bir reflekstir.
- E) Bir hastalıktır.

7- Pozitif lens neyi ifade eder?

- A) Yakınsak mercek
- B) Iraksak mercek
- C) Miyop astigmat mercek
- D) Prizmatik mercek
- E) Süpertorik mercek

8- Aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) Elektromanyetik spektrumun görünebilirlik özelliği tüm spektrum boyunca aynı değildir.
- B) Görünmeyen ışık dalga boyunda ultraviole ve kızılötesi ışınlar da yer alır.
- C) Radyo dalgaları en düşük enerjiye sahip ışıklardır.
- D) Elektromanyetik spektrum kimyasal özelliklerine göre maddelerin yer aldığı bir tablodur.
- E) Işık elektromanyetik spektrumun bir ögesidir.

9- Aşağıdakilerden hangisi difraksiyonu tanımlar?

- A) Işığın saydam ortama çarpıp yansımısı
- B) Işığın yarıktan yayılması ve saçılması
- C) Işığın opak ortama çarpıp yansımısı
- D) Işığın saydam ortamda kırılması
- E) Işığın koharensi

10- En doğru gözlük numarası için hangisi önerilir?

- A) MR
- B) Tomografi
- C) Wavefront
- D) Usg
- E) Sohbet

11- Hipermetropiyi düzeltmede kullanılan mercek aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Dış bükey
- B) İç bükey
- C) Torik
- D) Silindirik
- E) Hiçbiri

12- Aşağıdakilerden koharensle ilgili olarak hangisi doğrudur?

- A) Girişim desenleri oluşturur.
- B) İki veya daha fazla dalga kaynağının faz ilişkisini ifade eder.
- C) Dalga kaynaklarının girişimsel etkisi etki arttırımına yol açabilir.
- D) Işığın dalgasal yayılımı ile ilgilidir.
- E) Yukarıdakilerin hepsi doğrudur.

13- Gözün tabakaları için yanlış olan hangisidir?

- A) İriste damar bulunur.
- B) Sklerada damar bulunur.
- C) Korneada damar bulunur.
- D) Retinada damar bulunur.
- E) Sağlıklı gözde zengin bir damar ağı vardır.

14- Mercekler hakkında aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) Işığın geçirebilen ya da ışığa yön değiştirebilen saydam nesnelere dir.
- B) Sadece yapay olarak üretebilirler vücutta yer almazlar.
- C) Işığa duyarlı canlı varlıklardır.
- D) Yukarıdakilerin hepsi yanlıştır.
- E) Yukarıdakilerin hepsi doğrudur.

15- Hangisi doğrudan bir refraksiyon kusuru sebebidir?

- A) Retina hastalığı
- B) Göz yaşı eksikliği
- C) Artmış göz içi basıncı
- D) Artmış kornea eğriliği
- E) Hiçbiri

16- Yakınsak mercek için hangisi doğrudur?

- A) Siferik bir mercektir.
- B) Bileşik bir mercektir.
- C) Silindirik bir mercektir.
- D) Prizmatik bir mercektir.
- E) Torik bir mercektir.

17- Gözün ışığa duyarlı koni hücreleri aşağıdakilerden en çok hangi bölgede bulunur?

- A) Vitreus
- B) Optik sinir
- C) Maküla
- D) İris
- E) Sklera

18- Akomodasyon spazmında hangisi gerçekleşmez?

- A) Yalancı miyopi
- B) Silyer kas spazmı
- C) Yalancı şaşılık
- D) Yalancı glokom
- E) Bulanık görme

19- Görme siniri ile ilgili aşağıdakilerden hangisi söylenemez?

- A) Gözden başlayıp beyine kadar yol alır.
- B) İkinci kafa çifti siniridir.
- C) Papilla diye bilinir.
- D) Pupilla diye bilinir.
- E) Görme alanında kör nokta olarak görünür.

20- Hangisi refraksiyonla alakalıdır?

- A) Usg
- B) Görme alanı
- C) Tonometri
- D) Wavefront
- E) Ekzoftalmometre

21- Hangisi miyopi nedenidir?

- A) Büyük-uzun göz küresi
- B) Büyük göz bebeği
- C) Mavi göz
- D) Azalmış kornea kırıcılığı
- E) Akomodasyon felci

22- Dükrom testinde hasta yeşil renkteki harfleri daha net görüyorsa;

- A) (-) cam ilave edilir.
- B) (+) cam ilave edilir
- C) Emetroptur.
- D) MR'a gönderilir.
- E) Hiçbiri

23- Güncel refraktif cerrahi tekniklerinden hangisi en az kuru göz sebebidir?

- A) Prk
- B) Lasik
- C) I-Lasik
- D) Smile
- E) Fakik IOL implantasyonu

24- Foropter ne için kullanılır?

- A) Göz tansiyonu ölçümü
- B) Şaşılık ölçümü
- C) Göz yaşı miktarı ölçümü
- D) Göz numarası ölçümü
- E) Göz küresinin büyüklüğünün ölçümü

25- Aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) Göz bebeğinin küçük olmasına miyozis denir.
- B) Göz bebeğinin çok büyük olması çok net görmeyi sağlar.
- C) Göz bebeği korneaya ait bir oluşumdur.
- D) Göz bebeği sadece bebeklik çağında bulunur.
- E) Göz bebeği retinaya ait bir oluşumdur.

KAYNAKÇA

- KTabernero J, Otero C. (2020) . A comparison between refraction from an adaptive optics visual simulator and clinical refractions. *Transl vis sci technol.* 9(7):23.
- Brown CE, (2020) Redefining vision assessment. *Curr Opin Ophthalmol.* 31(4):225-233.
- Atchison DA, Rozemma JJ. (2023) . Technical notes on peripheral refraction, peripheral eye length and retinal shape determination. *Ophthalmic Physiol Opt.* 43(3) 584: 594
- Fukushima M, Hirota M. (2024). Evaluation of objective and subjective binocular ocular refraction with looking in type. *Ophthalmol.* 24(1):170
- Liu G, Rong H. (2024) . Effectiveness of repeated low-level red light in myopia prevention and myopia control. *Ophthalmol.* 108(9):1299-1305
- Kaur K, Gurnani B. (2023). Refraction og light. Free Books & Documents.
- Kaur K, Gurnani B. (2023) Subjective Refraction Techniques. Free Books & Documents.

- Kaur K, Gurnani B. (2023) Astigmatism. Free Books & Documents.
- Enaholo ES, Musa MJ. (2023) Objective Refraction Technique: Retinoscopy. Free Books & Documents.
- Musa MJ, Zeppieri M. (2023) Subjective Refraction Technique: Astigmatic Dial. Free Books & Documents.
- Kaur K, Gurnani B. (2023) Cycloplegic and Noncycloplegic Refraction. Free Books & Documents.
- Chukwuyem EC, Musa MJ. (2023) Subjective Refraction Technique: Duochrome Test. Free Books & Documents.
- Gurnani B, Kaur K. (2023) Autorefractors. Free Books & Documents.
- Mohankumar A, Tripathy K. (2023) Adaptive Optics. Free Books & Documents.
- Kaur K, Gurnani B. Contrast Sensitivity. Free Books & Documents.

- Rozema J, Dankert S. (2023) Emmetropization and nonmyopic eye growth. *Surv Ophthalmol.* 68(4):759-783
- Chakraborty R, Pardue MT. (2015) Molecular and Biochemical Aspects of the retina on refraction. *Prog mol biol transl sci.* 134:249-67
- Chakraborty R, Ostrin LA. (2018) Circadian rhythms, refractive development and myopia. *Ophthalmic Physiol Opt.*38(3)217-245
- Vincent SJ, Read SA. (2014) Progressive adult antimetropia. *Clin exp optom.* 97(4):375-8
- Charman WN, Radhakrishnan H. (2010) Peripheral refraction and the development of refractive error: a review. *Ophthalmic Physiol Opt.* 30(4)321-38
- Lachowicz E, Czepita D. (2010) Eye development in children. Part II. Eye refraction. *Klin Oczna.* 112(10-12):337-41
- Bahn A, Bantsev V. (2006) The lens of the eye as a focusing device and its response to stress. *Prog Retin eye res.* 25(2):189-206

- Dick GL. (1992) Relationship between axial length and chromatic refraction of the eye. *Ophthalmic Physiol Opt.* 12(4):443-7
- Cervino A, Hosking SL. (2007) Clinical Ocular wavefront analyzers. *23(6):603-16*
- Sivak JG, Sivak JM. (2019) Conserved characteristics of ocular refractive development- Did the eye evolve once? *Exp eye res.* 183:84-87
- Khan MA , Perera N. (2023) Practising refraction in ophthalmology: instructive or outdated? A prospective study and literature review. *Clin exp Optom.* 106(3):290-295
- Yakar K, Kan E. (2023) Comparison between wavefront – derived refraction and auto- refraction. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 44:44:103712
- Taneri S, Arba-Mosquera S. (2020) Repeatability and reproducibility of manifest refraction. *J Cataract Refract Surg.* 46(12):1659-1666
- Carracedo G, Carpena – Torres C. (2023) Accuracy and precision of automated subjective refraction in

young hyperopes under cycloplegia. J Optom.
16(4):252-260

- Bamdad S, Momeni -Moghaddam H. (2022) Agreement of wavefront-based refraction, dry and cycloplegic autorefraction with subjective refraction. J Optom. 15(1)100-106
- Luo G, Lee CY. (2024) Subjective refraction test using a smartphone for vision screening. J vis exp. 18:(212)
- Hernandez CS, Gil A. (2022) Prediction of manifest refraction using machine learning ensemble models on wavefront aberrometry data. J optom. 22-33
- Taberero J Otero S. (2020) Acomparision between refraction from an adaptive optics visual simulator an clinical refractions. Transl Vis Sci Technol. 9(7):23
- Garcia – Guerra CE, Martinez-Roda JA. (2023) System for objective assessment of the accommodation response during subjective refraction. Transl Vis Sci Technol. 12(5):22

- Morrison AM, Mutti DO. (2020). Repeatability and validity of peripheral refraction with two different autorefractors. *Optom Vis Sci.* 97(6):429-439
- Goulding R. (2022) The harvest of optics:Descartes, Mydorge and their paths to a theory of refraction. *Ann Sci.* 79(2):164
- Brown CE, Waring GO. (2020) Redefining vision assessment. *Curr Opin Ophthalmol.* 31(4):225-233
- Gupta SK, Chakraborty R. (2023) Association between relative peripheral refraction and corresponding electro-retinal signals. *Ophthalmic Physiol Opt.* 43(3):482-493
- Rodriguez-Lopez V, Dorronsoro C. (2022). Beyond traditional subjective refraction. *Curr Opin Ophthalmol.* 33(3):228-234
- Rozema J, Dankert S. (2023). Emmetropization and nonmyopic eye growth. *Surv Ophthalmol.* 68(4):759-783
- Lanca C, Pang CP. (2023) Editorial: Refractive errors: public health challenges and interventions. *Front Public Health.* 11:1289173

- Hashemi H, Bouyeh A. (2023) association between refractive errors and ocular biometry in an elderly pupilation. *Optom Vis Sci.* 100(1):74-81
- Zhang Z, Mu J. (2023) Correlation between refractive errors and ocular biometric parameters in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *BMC Ophthalmol.* 23(1):472
- Cummings AB. (2020) Growing refractive surgery. *Indian J Ophthalmol.* 68(12):2652-2653
- Abdolalizadeh P, Mehrdad R. (2023) Prevalence of uncorrected distance refractive errors and associated risk factors in employed of an academic centre. *Clin Expo optom.* 106(8):869-875
- Tabernero J, Otero C. (2020) A Comparison Between Refraction From an adaptive optics visual simulator and clinical refractions. *Transl Vis Sci Technol.* 9(7):23
- Brown CE ,Waring GO. (2020). Redefining vision assessment. *Curr Opin Ophthalmol.* 31(4):225-233
- Atchison DA, Rozema JJ. (2023) Technical notes on peripheral refraction, peripheral eye length and

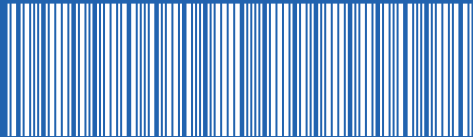
retinal shape determination. *Ophthalmic Physiol Opt.* 43(3):584-594

- Fukushima M, Hirota M. (2024) Evaluation of objective and subjective binocular ocular refraction with looking in type. *BMC Ophthalmol.* 24(1):170
- Liu G, Rong H. (2024) Effectiveness of repeated low-level red light in myopia prevention and myopia control. *Br J Ophthalmol.* 108(9):1299-1305
- Charman WN. (2024) *Visual Optics. Contact Lens Practice.* 29-44
- Lens A. (2024) *Optics, Retinoscopy and refractometry.* CRC Press.
- Hughes R PJ, Vincent SJ. (2020) Higher order aberrations, refractive error development and myopia control: a review. *Clinical and experimental optometry.*
- Hughes R PJ, Vincent SJ. (2020) Optical changes and visual performance with orthokeratology. *Clinical and experimental optometry.* 103(1) 44-54
- Asimellis G. (2022) *Visual Optics.* SPIE Press.

- Artal P. (2017) Handbook of visual optics , volume one:
Fundamentals and eye optics. CRC Press.
- Atchison D. (2023) Optics of the human eye. CRC Press.
- Poon TC, Liu JP. (2011) Fundamentals of optics. Optical
and Digital Image Processing: Fundamentals and
Applications.1-23
- Khan R, Gul B (2021) Refractive index of biological
tissues: Review, measurement techniques and
applications. Photodiagnosis and Photodynamic
Therapy. 33,102192



Publishing House



ISBN: 978-625-378-186-6