

DERLEME

REVIEW

Patolojik Miyopide Konjonktiva, Sklera, Kornea ve Ön Kamara Anormallikleri

Abnormalities of the Conjunctiva, Sclera, Cornea, and Anterior Chamber in Pathological Myopia

¹Hasan AYTOĞAN / ORCID No: 0000-0002-2653-6562

²Mehmet Ali DORAN / ORCID No: 0000-0003-1195-4830

¹Doç. Dr., İzmir Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İzmir, Türkiye

²Uzm. Dr., Mardin Midyat Devlet Hastanesi, Mardin, Türkiye

Geliş Tarihi/Received: 03/07/2024 **Kabul Tarihi/Accepted:** 10/08/2024 **DOI:** 10.37783/CRJ-0474

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Yenişehir, Gaziler Cd No:468, 35020 Konak/İzmir

Tel./Phone: +902324330810 **E-posta/E-mail:** hasan_aytogan@hotmail.com

ÖZ

Patolojik miyopi, yüksek değerlere miyopinin ilerlemesi sonucu fundusta tipik komplikasyonların oluşması ile karakterizedir. Bu komplikasyonlar arasında posterior stafilom, miyopik makülopati ve yaygın koroid atrofisi yer alır. Bu derleme, patolojik miyopi ile ilişkili konjonktiva, sklera, kornea ve ön kamara anormalliklerini incelemeyi amaçlamaktadır. Bu komplikasyonlar arasında kuru göz sendromu önemli önemli yer tutmaktadır. Bu durum, artan aksiyel uzunluk ile proptozisin artışı ve gözyaşı filminin hızlı buharlaşması ile açıklanmıştır. Alerjik konjonktiviti olan çocuklarda miyopi gelişme riskinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir ve bu durum retinal inflamasyonun miyopiyi indüklemesiyle açıklanmaktadır. Arka segment anomalilerinden posterior stafilom patolojik miyopinin tanı koydurucu özelliklerinden biridir ve miyopik makülopati gelişimine neden olabilir. Skleranın eğriliğinin değişmesi ile oluşur. Kornea ve ön kamara anormallikleri ile pür patolojik miyopi arasında doğrudan bir ilişki bulmak zordur. Bununla birlikte patolojik miyopi bileşenleri ile yapılan literatür taramalarında da yeterince açık bir ilişki gösterilmemiştir. Patolojik miyopi ile ilişkili ön segment anormalliklerinin anlaşılması, hastalığın tedavi ve yönetiminde önemli bir rol oynayabilir. Gelecekteki araştırmalar, aksiyal uzama etiyojisine ve posterior stafilom oluşumuyla ilişkili faktörlere odaklanmalıdır. Stafilomların patogenezi aydınlatılabilirse, daha spesifik tedavi yöntemleri geliştirilebilir.

Anahtar kelimeler: Patolojik miyopi, posterior stafilom, sklera anormallikleri, konjonktiva anormallikleri, kornea anormallikleri, ön kamara anormallikleri

Abstract

Pathological myopia is characterized by typical complications in the fundus resulting from the progression of high myopia. These complications include posterior staphyloma, myopic maculopathy, and widespread choroidal atrophy. This review aims to understand the abnormalities of the conjunctiva, sclera, cornea, and anterior chamber associated with pathological myopia. Patients with pathological myopia are found to be more prone to the dry eye syndrome. This condition is explained by increased axial length, increased proptosis, and rapid evaporation of the tear film. Children with allergic conjunctivitis are shown to have a higher risk of developing myopia and that finding is explained with induced retinal inflammation promoting myopia progression. Posterior staphyloma is one of the diagnostic features of pathological myopia, which can lead to the development of myopic maculopathy. It occurs due to changes in the curvature of the sclera. It is challenging to find a direct relationship between pathological myopia and corneal or anterior chamber abnormalities. Besides, searches for components of pathological myopia have not yielded sufficient results. Understanding the anterior segment abnormalities associated with pathological myopia can play a significant role in the treatment and management of the disease. Future researches should focus on the etiology of axial elongation and factors related to the formation of posterior staphyloma. If the pathogenesis of staphylomas can be elucidated, more specific treatment methods may be developed.

Keywords: Pathological myopia, posterior staphyloma, scleral abnormalities, conjunctival abnormalities, corneal abnormalities, anterior chamber abnormalities

Giriş

Miyopi, Johannes Kepler'in 1604'teki çalışmasından bu yana bilimsel çalışmanın konusu olmuştur ve Aristoteles zamanından beri bilimsel bir tartışma konusudur. Aradan geçen yüzyıllar boyunca miyopi çok çeşitli şekillerde tanımlanmıştır: varsayılan etiyojoloji, başlangıç yaşı, ilerleme şekli, miyopi miktarı (dioptri [D] cinsinden) ve yapısal komplikasyonlar bunlardandır.^{1,2} Bu durum aşırı ve kafa karıştırıcı terimlerin birikmesine yol açmıştır. Kıırma kusurlarının etiyojolojisine ilişkin geniş literatür, karmaşık bir tabloyu ortaya çıkarmıştır. Miyopinin çok faktörlü bir durum olduğu ve basit etiyojolojik faktörlere dayalı herhangi bir sınıflandırmanın yanıltıcı olacağı açıktır. Bununla birlikte Dünya Sağlık Örgütü'nün yakın tarihli bir raporunda "güncel, miyopi veya yüksek miyopi için uluslararası düzeyde kabul edilmiş kesin bir eşik bulunmadığı" belirtilmiştir. Bu yayın, öncelikle önlenabilir körlüğün hızlı değerlendirmesinin gerekliliklerini göz önünde bulundurarak aşağıdaki tanımları önermektedir:

Miyopi: "Her iki gözde de küresel eşdeğer objektif kırma hatasının $\geq -0,50$ D olduğu bir durumdur."

Yüksek Miyopi: "Her iki gözde de küresel eşdeğer objektif kırma hatasının $\geq -5,00$ D olduğu bir durumdur."

Yüksek dereceli miyopiyi düşük dereceli miyopiden ayırt etmek için aksiyel uzunluk, kırılma veya diğer oküler biyometrik parametreler açısından net bir biyolojik temel bulunmamaktadır. Ancak yüksek miyopi, göz sağlığı alanında yaygın olarak kullanılan bir kavramdır ve bu nedenle mümkün olduğunca tutarlı bir şekilde tanımlanması gerekmektedir. Şu anda yüksek miyopi için evrensel olarak kabul edilmiş niceliksel bir eşik bulunmamakla birlikte, Dünya Sağlık Örgütü'nün (DSÖ) raporuna göre, $\geq -5,00$ D'lik bir yüksek miyopi eşiği seçilmiştir. Bu eşik, düzeltilmemiş 5 dioptri miyopinin, körlük eşiğindeki bir seviye olan $<3/60$ görme seviyesine denk gelmesi nedeniyle tercih edilmiştir.

Yüksek miyopi prevalansını bildiren 59 epidemiyolojik çalışma incelendiğinde, bu çalışmaların %35,6'sının yüksek miyopi eşiğini $>-5,00$ veya $\geq -5,00$ D olarak kabul ettiği, %61'inin ise $>-6,00$ veya $\geq -6,00$ D olarak kabul ettiği görülmüştür. Bu veriler, genel olarak kanıta dayalı fikir birliğinin yüksek miyopi için $-6,00$ D eşiğine işaret ettiğini göstermektedir. Ancak bu eşik değerinin kapsayıcı (yani, $\geq -6,00$ D) mı yoksa dışlayıcı (yani, $>-6,00$ D) mı olması gerektiği konusunda net bir anlaşma yoktur.

Miyopi için daha düşük eşik değeriyle tutarlılık sağlamak açısından, yüksek miyopinin kırılma hatası $\geq -6,00$ D olarak tanımlanması daha genel bir kabul görmektedir. Bu tanımlama, klinik uygulamalarda ve araştırmalarda tutarlılığı artırarak, yüksek miyopinin doğru bir şekilde sınıflandırılmasına yardımcı olabilir.

ICD-11 Mortalite ve Morbidite İstatistikleri (2018) kapsamında "patolojik miyopi" teriminden söz edilmemektedir. ICD-10'da kullanılan "dejeneratif miyopi" terimi, ICD-11'de "dejeneratif yüksek miyopi" (kod 9B76) olarak güncellenmiştir. Patolojik Miyopi - Meta analiz (META-PM) konsorsiyumu tarafından oluşturulan mevcut uluslararası fikir birliğine dayanarak, bu komite, Dünya Sağlık Örgütü'ne (DSÖ), ICD-11'deki "dejeneratif yüksek miyopi" teriminin yerine "patolojik miyopi" teriminin kullanılmasını önermiştir. Ancak, güncel olarak (https://icd.who.int/ct/icd11_mms/tr/2024-01) ICD-11'de hâlâ "dejeneratif yüksek miyopi" terimi kullanılmaktadır.

Uluslararası Miyopi Enstitüsü'ne (UME) göre, patolojik miyopi, yüksek miyopiden belirgin biçimde farklıdır. Yüksek miyopi, yüksek derecede miyopik kırma kusurunu ifade ederken, patolojik miyopi, fundusta tipik komplikasyonların varlığıyla tanımlanır. Bu komplikasyonlar arasında posterior stafiloma veya miyopik makülopati, yaygın koroid atrofisi gibi durumlar bulunur. Patolojik miyopi genellikle yüksek miyopili gözlerde ortaya çıkar, ancak komplikasyonlar, özellikle posterior stafiloma, yüksek miyopisi olmayan gözlerde de görülebilir.²

Dejeneratif miyopi, dejeneratif yüksek miyopi ve patolojik miyopi terimlerinin literatürde keskin bir söylem birliği veya ayrımı olmaması, literatür taramalarında saf patolojik miyopi ile ilişkili ön segment anormalliklerinin ayrımlanmasını zorlaştırmaktadır. Patolojik miyopi ile ilişkili konjonktiva, sklera, kornea ve ön kamara anormalliklerini derlediğimiz bu yazıda, mevcut terimsel kavram kargaşasından olabildiğince kaçınarak, yalnızca patolojik miyopi ile ilişkili olan ön segment anormalliklerini ele almaya çalıştık. Mevcut literatür, doğrudan patolojik miyopi ile skleral bir anormallik olan posterior stafilom ilişkisine değinmekte olup, bu durumun patolojik miyopinin tanımlanmasında posterior stafilomun tanı kriterlerinden biri olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Ancak, literatürde patolojik miyopi ile korneal anormallikler veya ön kamara anormallikleri arasında doğrudan bir ilişki bulmak zordur.

Bu nedenle bu derleme, patolojik miyopi ve ön segment anormalliklerinin daha geniş bir perspektiften incelenmesi yerine, patolojik miyopinin bileşenleri olan posterior stafilom, miyopik makulopati ve yaygın korioretinal atrofi ile ilişkili ön segment anormalliklerine odaklanmaktadır. Ancak, patolojik miyopi bileşenleri ile yapılan taramalardan yeterince sonuç alınamamıştır.

Konjonktival Anormallikler

İlhan ve ark.'nın³ patolojik miyopi ile kuru göz sendromunun ilişkisini incelediği bir çalışmada; 44 sağlıklı gönüllü ile patolojik miyopisi olan 45 hastanın göz yaşı kırılma zamanı (GKZ) ile oküler yüzey bozukluğu endeksini (OYBE) karşılaştırmışlardır. Patolojik miyopisi olan grupta GKZ daha düşük ve OYBE daha yüksek bulunmuş olup, bu durum patolojik miyopisi olan hastaların kuru göz sendromuna daha yatkın olduğunu göstermiştir. Bu çalışmada patolojik miyopide kuru göz sendromuna yatkınlık; artan aksiyel uzunluk ile birlikte proptozisin artışı ve artan yüzey ilişkisi ile göz yaşı filminin daha hızlı ve fazla miktarda buharlaşması ile açıklanmıştır.

Wei CC ve ark.'nın⁴ "Alerjik Konjonktivite Bağlı Retina Enflamasyonu Miyopinin İlerlemesini Teşvik Ediyor" ismi ile yayımladıkları bir çalışmada, ilk olarak vaka-kontrol analizi ile miyopisi olan 197.237 çocuk ile eşleşen aynı sayı, cinsiyet, demografik verilere sahip miyopisi olmayan çocuklar arasındaki alerjik hastalık prevalansını incelemişlerdir. Çalışmanın ikinci basamağında bir kohort çalışması ile Alerjik Konjonktivit (AK) ile miyopi arasındaki rölatif risk ve insidans ilişkisini incelemek için, 2000-2012 yılları arasında AK tanısı olan ve AK tanısı olmayan çocuklarda miyopi gelişimini incelemişlerdir. Çalışmanın son basamağında Alerjik Konjonktivit modeli ile deneysel bir hayvan çalışması dizayn edilerek, hayvanlarda miyopinin tetiklenip tetiklenmeyeceği izlenmek istenmiştir. İlk basamaktaki vaka-kontrol grubunda miyopisi olan çocuklarda Astım, Atopik dermatit, Alerjik rinit ve Alerjik Konjonktivit gibi alerjik hastalık prevalansının istatistiksel olarak daha yüksek olduğu ve bu grup hastalık içerisinde Alerjik Konjonktivit'in daha sık görüldüğünü tespit etmişlerdir. İkinci basamaktaki kohort çalışması ile AK'si olan çocuklarda miyopi gelişimi riskinin, AK'si olmayan çocuklara kıyasla daha fazla olduğu görülmüştür. Son olarak hayvan çalışmasında, AK indüklenen hayvanlarda, refraktif kusurun miyopiye kaydığı ve aksiyel uzunluğun anlamlı olarak arttığını bildirmişlerdir.

Miyopide ekspresyonunun arttığı bilinen TGF-B'nin MMP-2'yi aktive etmesi ile COL-I seviyesinin azaldığı iyi bilinmektedir. AK'nin indüklendiği bu hayvan deneyinde, TGF-B ve MMP-2'nin artış gösterdiği ve COL-I seviyesinin azaldığı gösterilmiştir. Ayrıca bu çalışmada mast hücrelerinden salınan Ig-E'nin pro-inflamatuar TNF-alfa ve IL-6 salınımını uyardığı gözlenirken, anti-inflamatuar sitokinler ve IL-10'un azaldığı kaydedilmiştir. Sonuç olarak, AK'in neden olduğu retinal inflamasyon, miyop ilerlemesini provoke edebilir.

Epidemiyolojik gözlemlere göre AK'li çocuklarda miyopi riski daha yüksek bulunmuştur. Hayvan modelinde, mast hücresi degranülasyonundan kaynaklanan oküler yüzey iltihabı, korneanın sıkı bağlantısını değiştirmiş, korneada inflammatuar sitokinlerin salgılanmasını başlatmış ve daha sonra retinal inflamasyona neden olmuş, bu da miyop ilerlemesini teşvik etmiştir.⁴

Kompleman sisteminin aktivasyonu, fazla uyarılma ve inflamasyondan kaynaklanan hasarı önlemek için insan vücudunda güçlü bir şekilde düzenlenir. Kompleman sisteminin regülasyonu, glokom, otoimmün üveit, diyabetik retinopati ve yaşa bağlı maküla dejenerasyonu dahil olmak üzere çeşitli göz hastalıklarında bozulmuştur.⁵ Kompleman sistemi aynı zamanda miyopinin patogenezinde de rol oynar. Patolojik miyopisi olan hastalarda C3 (p=0,004) ve CH50 (p<0,001) ekspresyon seviyeleri anlamlı derecede artmıştır.⁶ C1q, C3 ve C5b-9 seviyeleri, negatif mercek odaklı miyopiye sahip kobayların sklerasında önemli ölçüde up-regüle olduğu görülmüştür.⁷ Kompleman sisteminin aktivasyonu, hücre dışı matriksin yeniden şekillenmesini ve miyopi gelişimini provoke eder.⁷ Lens kaynaklı veya form yoksunluğu miyopisi için sekiz transkriptom veri tabanının meta-analizinde yazarlar, civciv miyopi modellerinde kompleman sisteminin önemli ölçüde aktivasyonunu buldular.⁸ Sonuç olarak Alerjik Konjonktivit'in tetiklediği inflamasyonun, retinal inflamasyona yol açarak miyopiyi indükleyebileceği bildirilmiştir.

Skleral Anormallikler

Posterior Stafilom

Posterior stafilom ilk olarak 1801 yılında anatomist olan Antonio Scarpa tarafından tanımlandı. Scarpa, her iki gözün arka kısmının belirgin şekilde dışa doğru şişkin olduğu bir çift postmortem gözde gözlemlediği bulguları bildirdi. 1977 yılında Curtin, patolojik miyopili gözlerde posterior stafilomları 10 farklı tipte sınıflandırmıştır (Şekil 1).⁹



Şekil 1: Karakteristik Posterior stafiloma ile birlikte dejeneratif miyopik makülopati izlenmektedir.

Spaide tarafından tanımlandığı gibi, posterior stafiloma, sınırlı bir posterior fundus bölgesinde normal topografik çevreden dışarı doğru çıkıntı olarak tanımlanır. Bu çıkıntı bitişik göz duvarının eğrilik yarıçapından daha küçük bir eğrilik yarıçapına sahiptir.¹⁰ Bu tanım aksiyel uzunluktan bağımsız olarak yapılır.

Posterior stafilomlar, ileri derecede miyop gözlerin OCT görüntülerinde sıklıkla görülen basit skleral geriye doğru eğilmeden ayırt edilmelidir. Ayrıca, posterior stafilomlar, oküler travma veya diğer nedenlerden dolayı skleranın herhangi bir yerinde edinilebilen sekonder stafilomlardan da ayırt edilmelidir. Posterior stafilomlar genellikle posterior fundusta morfolojik değişikliklere yol açan aksiyel uzama sonucu oluşur.

Histolojik ve klinik bulgulara dayanarak, sklera uzun süredir miyop gözü uzatan ve esas olarak posterior stafiloma oluşumunda rol oynayan ana doku olarak kabul edilmiştir. Ayrıca osteogenezis imperfekta, Marfan sendromu ve Marchesani sendromu gibi kollajen hastalıklarında da posterior stafilomların varlığı bu hipotezi desteklemektedir.¹¹ Aksiyal olarak uzun gözlerde stafilom oluşumuyla ilgili olarak McBrien ve Gentle, skleral kalınlık ve kollajen fibril yapısındaki lokalize ve ilerleyici değişikliklerin, arka kutuptaki skleral kollajen lif demetlerinin oryantasyonunda bir değişiklik ve normal göz içi basıncıyla birlikte kombine etkileriyle, lokalize bir skleral ektaziye neden olduğunu ve bu durumun stafiloma ile sonuçlandığını öne sürmüşlerdir.¹² Optik sinir başı ve fovea etrafındaki skleral kollajen demetlerinin çoğunlukla halka şeklinde düzenlenmesinin, dokunun normal göz içi basıncının kuvvetine boyun eğme ve arkaya doğru genişleme konusundaki lokal duyarlılığını artıracaklarını öne sürmüşlerdir. Ancak bu hipotez, yüksek miyopik gözlerin %50'sinde neden posterior stafilomanın görülmediğini açıklayamamaktadır.

Önemli fenotip olan stafilomayı analiz etmeyen gen çalışmaları önemli bir veri sağlayamamıştır. Önceki çalışmalar miyopi ile ilişkili genleri bildirmiştir. Ancak bu çalışmalarda miyoplar genellikle hafif ve orta derecede

miyopisi olanlardır. Gen ve posterior stafiloma anahtar kelimeleri ile yapılan güncel bir taramada karşımıza sadece 10 adet yayın çıkmaktadır. Bu yayınların ikisi retinitis pigmentosa ile ilgiliyken, biri mikrokornea, rod-kon distrofisi, katarakt ve posterior stafiloma sendromu ile ilgilidir. Geriye kalan yayınlar ise vaka bildirimi ve hayvan modelleridir. Kuniyoshi ve ark., Leber'in konjenital amarozi / RDH12 mutasyonlu erken başlangıçlı retinal distrofisi olan hastalarda uzun süreli takip sonucunda posterior stafilomların oluşumunu bildirmişlerdir.¹³ Dolayısıyla posterior stafiloma ile ilişkili genler henüz bilinmemektedir.

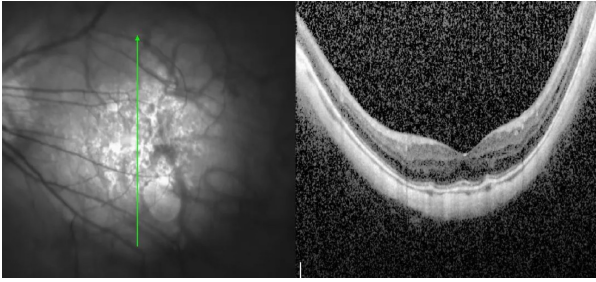
Posterior stafilomlar, patolojik miyopinin ayırt edici özelliklerinden biridir ve miyopik makülopati gelişmesinin diğer önemli nedenleri arasında yer alır.¹⁴⁻¹⁹ Posterior stafilomanın varlığı, yakın zamanda güncellenen patolojik miyopi tanımının bir parçasıdır ve diffüz korioretinal atrofiye eşit veya ondan daha ciddi miyopik korioretinal atrofisinin ortaya çıkması veya posterior stafilomanın varlığı ile karakterize edilir (Şekil 2).^{2,17,20,21} Stafilomların miyopik CNV ve miyopik maküler retinoskizis gibi diğer maküler komplikasyonlarla ilişkisi de rapor edilmiştir.^{22,23} Posterior stafilomlar, yüksek miyopi ile ilişkili glokom benzeri veya glokomatöz optik nöropati ile doğrudan veya dolaylı olarak ilişkilidir.^{24,25}



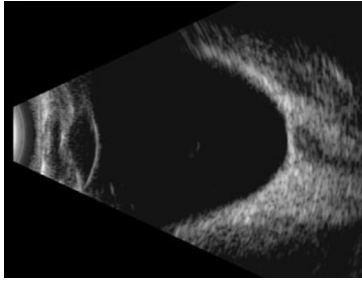
Şekil 2: Korioretinal atrofi, pigmente değişiklikleri ile Peripapiller posterior stafiloma izlenmektedir.

Patolojik miyopisi olan gözlerde OCT teknolojisi, iç skleral yüzey eğriliğini ve bazı gözlerde ek olarak skleranın dış yüzeyini analiz etmeye olanak sağlar.^{20,26} Ancak lazer ışınlarının penetrasyonundaki limitler nedeniyle teknoloji, yakın zamana kadar stafilomların çoğunu tam kalınlıkta görüntüleyemiyordu. Daha sonra geliştirilen swept-source OCT teknolojisi derinlik çözünürlüğünü iyileştirdi, ancak nispeten kısa tarama uzunluğu ve tarama derinliği nedeniyle stafilomların çoğu tam uzunluk ve genişlikte görüntülenemedi. Yakın zamanda geniş alan swept-source kaynaklı bir OCT sisteminin yeni bir prototipi geliştirildi ve birden fazla tarama çizgisi kullanılarak 23×20 mm'lik bir alanda 5 mm derinlikte arka stafilomların üç boyutlu

yeniden yapılandırılmasına olanak tanıyan tarama haritaları üretmektedir. Shinohara ve ark.,²⁷ geniş alan OCT'nin posterior stafilomların tomografik görüntülerini şu ana kadar ulaşılamayan bir çözünürlük ve boyutta sağlayabileceğini ve posterior stafilomların değerlendirilmesinde üç boyutlu MRG'nin yerini alabileceğini göstermiştir (Şekil 3). Bu teknolojinin bir diğer avantajı, artırılmış odak derinliği sayesinde vitreustan skleraya kadar olan yapıların aynı görüntü içerisinde yer alarak vitreoretinal ara yüzeyin, miyopik makulopati ve retinoskizisin değerlendirilmesi ve birlikte ele alınabilmesidir.²⁸ Posterior stafilom ayrıca oküler ultrason ile de görüntülenebilmektedir (Şekil 4).



Şekil 3: Posterior stafilomanın optik koherens tomografi görüntüsü izlenmektedir.



Şekil 4: Posterior stafilomanın oküler ultrasonografik görüntüsü izlenmektedir.

Skleral takviye cerrahisinde biyolojik veya non-biyolojik materyaller ile arka polde incelmış olan skleranın güçlendirilerek gözün aksiyel uzamasının önüne geçilebileceği varsayılmıştır. İlk olarak Shevelev 1930'da skleral takviyeyi öne sürmüştür ve Shevel'den sonra Synder ve Thompson tarafından modifiye edilmiştir. Ancak skleral takviye cerrahisi primer olarak posterior stafiloma tedavisinde kullanılmamıştır. Bildirilen sonuçlar, yüksek miyopi veya patolojik miyopi ile ilişkili maküler delik ilişkili retina dekolmanı cerrahisi, miyopik maküler retinoskizis ve fovea dekolmanı ile miyopik traksiyon makulopatisi cerrahisine ait sonuçlardır.

Skleral kollajen cross-linking etkinlik çalışmaları ex-vivo ve hayvan deneyleri olarak bildirilmiştir ve gelecek vadettiği öne sürülmektedir.²⁹ Ancak posterior skleraya ultraviyole A uygulaması ve gerekli kimyasalların iletilmesi için uygun cihaz çalışmaları gerekmektedir.

Shinohara ve ark.³⁰ albino sıçan modelinde insan fibroblastlarının posterior sklereya transplantasyonu ile Tip-I kollajen üretiminin olduğunu göstermişlerdir. Kontrol grubuna göre aksiyel uzunluğun anlamlı olarak daha düşük olduğunu bulmuşlardır. Ancak posterior stafiloma bölgesinde yapılacak bir insan fibroblast transplantasyonunun ne derece etkili olacağı açık değildir.

Kornea Anormallikleri

Korneal Biyomekanikleri ve Miyopi

Araştırmalar, miyopi derecesi arttıkça kornea sertliğinin azaldığını göstermiştir. Deformasyon genliği (DG) gibi parametreler, şiddetli miyopik gözlerde, hafif veya orta derecede miyopik gözlerle kıyasla daha yüksektir. Yüksek DG değerleri, daha düşük deformasyon direncine sahip daha yumuşak bir korneayı işaret eder.³¹⁻³³

Ocular Response Analyzer (ORA) ile ölçülen korneal histerezis (KH) ve korneal direnç faktörü (KDF), korneanın viskoelastitesini değerlendirmek için önemlidir. Çalışmalar, KH'nin yüksek dereceli miyopik gözlerde emetropik gözlerle kıyasla önemli ölçüde daha düşük olduğunu, bunun da miyopik bireylerin kornealarının enerji yayma kapasitesinin azaldığını gösterdiğini bulmuştur. KDF ile miyopi arasındaki korelasyon daha az net olup, popülasyonlara göre değişiklik gösterebilir.³²

Corvis ST gibi cihazlar kullanılarak, miyopik gözlerde çeşitli biyomekanik yanıt parametreleri değerlendirilmiştir. İkinci aplanasyon uzunluğu (Applanation Length 2-AL2), en yüksek konkavite yarıçapı (Highest Concavity Radius-HCR) ve zirve mesafesi (Peak Distance-PD) gibi parametreler, farklı miyopi seviyeleri arasında önemli farklılıklar göstermektedir. Bu parametreler, artan miyopi ile birlikte kornea sertliğinin progresif olarak azaldığını, intraoküler basınç (IOP) ve merkezi kornea kalınlığından (CCT) bağımsız olarak göstermektedir.³²

Miyopik gözlerde korneal biyomekanik özelliklerin anlaşılması, cerrahi planlama ve refraktif cerrahi gibi prosedürler için preoperatif taramada özellikle önemlidir. Bu, korneal ektazi ve diğer komplikasyonların riskinin değerlendirilmesine yardımcı olur. Ayrıca, korneal biyomekanikğin değerlendirilmesi, miyopi progresyonunun erken tanı ve yönetiminde yardımcı olabilir.^{31,32}

Kornea ve Kıırma Kusuru İlişkili Anormallikler

Chang ve arkadaşlarının çalışmasında, Çinli bireylerde kırma kusuru ile kornea boyutları ve işlevi arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir.³⁴ Bu çalışmada, normal

bireylerle karşılaştırıldığında patolojik miyoplarda daha düz kornea eğriliği, azalmış kornea kalınlığı ve azalmış endotel yoğunluğu gözlemlenmiştir. Ancak, literatürde miyopi derecesi ile korneal biometrik veriler arasında anlamlı bir ilişki bulunmadığını bildiren yayınlar da mevcuttur. Bu farklılıkların, çalışmalarda kullanılan metodolojik farklılıklardan veya çalışılan popülasyonların genetik ve çevresel farklılıklarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.³¹⁻³³

Yüksek Sıralı Aberasyonlar ve Patolojik Miyopi

Yüksek sıralı aberasyonların varlığı ve patolojik miyopi ile olan ilişkisi de tartışmalı bir konudur. Yüksek miyop hastalarda total oküler yüksek sıralı aberasyonların mevcudiyeti mutlaklıdır, ancak saf korneal yüksek sıralı aberasyon söz konusu olduğunda emetropik bireyler ile patolojik miyopisi olan bireyler arasında anlamlı bir fark bildirilmemiştir.³⁵

Kornea Eğriliği ve Kalınlığı

Patolojik miyopisi olan bireylerde kornea eğriliği genellikle daha düz olarak bulunur. Kornea kalınlığı ise bu bireylerde azalabilir, bu da korneal stabiliteyi etkileyebilir ve cerrahi müdahaleler sırasında dikkate alınması gereken önemli bir faktördür.

Kornea Endotel Yoğunluğu

Patolojik miyopisi olan bireylerde kornea endotel hücre yoğunluğunun azaldığı bildirilmektedir. Bu azalma, korneanın şeffaflığını ve sağlığını koruması açısından kritik öneme sahiptir ve endotel hücre kaybı korneal ödem riskini artırabilir.

Kornea ve ön kamara anormallikleri, patolojik miyopisi olan bireylerde sıklıkla gözlemlenen önemli sorunlardır. Kornea eğriliği, kalınlığı ve endotel hücre yoğunluğu gibi parametrelerdeki değişiklikler, bu bireylerin görsel sağlığını ve tedavi yaklaşımlarını doğrudan etkileyebilir. Yüksek sıralı aberasyonların varlığı ve patolojik miyopi ile olan ilişkisi, literatürde tartışmalı bir konu olup daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.¹²

Kristalin Lens Yüksekliği

Kristalin lens yüksekliği (KLY) ve miyopi arasındaki ilişki üzerine yapılan araştırmalar, KLY'nin özellikle fakik intraoküler lens (FIL) implantasyonu sonrası göz içi refraksiyonunu nasıl etkilediği üzerine odaklanmıştır.

Çalışmalar, KLY'nin miyop hastalarda emetropik bireylere kıyasla daha fazla olduğunu göstermiştir. Bu durum, KLY'nin, fakik intraoküler lens implantasyonu sonrası hedeflenen refraksiyon kusurunu etkileyebileceğini ortaya koymuştur. Özellikle, KLY'nin, anterior kamara derinliği (ACD) ve beyazdan beyaza (WTW) mesafesi ile

birlikte, ameliyat sonrası değerler üzerinde önemli bir etkisi olduğu bulunmuştur.³⁶⁻³⁸

Bir çalışmada, ameliyat sonrası değerler ile preoperatif KLY, WTW, ACD ve refraktif sferik eşdeğer (SE) arasında anlamlı bir ilişki bulunduğu ve KLY'nin sonuç değerler üzerinde daha önce tanımlanmış olan ACD ve WTW parametrelerinden daha güçlü bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma, KLY'nin FIL implantasyonu sonrası hedeflenen refraksiyon kusurunun doğru tahmini için yeni bir kriter olarak ele alınabileceğini belirtmektedir.³⁷

Sonuç olarak, KLY'nin yüksek miyop vakalarında önemi büyüktür ve özellikle FIL implantasyonu gibi cerrahi müdahalelerde dikkate alınması gereken önemli bir parametredir. Bu bulgular, miyopinin tedavi ve yönetiminde daha kapsamlı bir anlayış sağlayarak, hastaların görsel sonuçlarını iyileştirme potansiyeline sahiptir.

Ön kamara derinliği-hacmi, White-to-white, Kornea çapı ve Miyopi

Ön kamara derinliği (ÖKD) ve Ön kamara hacmi (ÖKH) emtroplar ile kıyaslandığında patolojik miyopide ÖKD ve ÖKH' nin daha fazla olduğu ve artan miyopi ile pozitif bir korelasyon gösterdiği bildirilmiştir. Çeşitli çalışmalar, miyopik gözlerde daha büyük ÖKD gözlemlenmiştir. Bu anatomik özellik, özellikle fakik intraoküler lens (FIL) implantasyonu gibi cerrahi planlamalar için önemlidir. White-to-white(WTW) mesafesinin hipermetropi ile birlikte azalırken, artan miyopi ile artış gösterdiği bildirilmiştir. WTW ile miyopi arasındaki korelasyon, ACD'ye kıyasla daha az belirgindir. Bazı araştırmalar miyopik gözlerde daha büyük WTW ölçümleri olduğunu belirtmektedir. Ancak miyopi ile WTW mesafede bir farklılık bulunmadığını bildiren çalışmalar da mevcuttur. Miyopik gözlerde kornea çapındaki değişiklikler incelenmiş ve bazı bulgular, daha büyük çap olduğunu göstermektedir. Bu durum, kontakt lens uyumu ve diğer düzeltici önlemler üzerinde etkili olabilir.³⁹⁻⁴¹ Sonuç olarak, miyopinin tedavisinde bireyselleştirilmiş yaklaşımlar büyük önem taşır. Hastanın yaşı, miyopi derecesi, yaşam tarzı ve göz sağlığına göre en uygun tedavi yöntemleri belirlenmelidir. Miyopi kontrolü ve tedavisinde erken teşhis ve düzenli göz muayeneleri büyük önem taşır.

Sonuç

Bu literatür taraması, konjonktiva, sklera, kornea ve ön kamara ilişkili anormallikler ile ön kamara derinliği ve hacmi, white-to-white mesafesi, ve kornea çapı ile

miyopi arasındaki ilişkiye odaklanmıştır. Çalışmalar genel olarak, miyopik gözlerde ön kamara derinliği ve hacminin arttığını, kornea çapının daha büyük olduğunu ve WTW kornea çapının genişlediğini göstermektedir. Bu bulgular, miyopinin aksiyel uzunlukla olan ilişkisinin bir yansıması olarak değerlendirilebilir. Gelecekteki araştırmalar, aksiyal uzamanın etiyolojisine ve özellikle posterior stafilom oluşumuyla ilişkili faktörlere yönlendirilmelidir. Stafilomların patogenezi aydınlatılırsa, daha spesifik tedavi yöntemlerinin geliştirilmesi mümkün hale gelebilir. Bu nedenle, miyopik bireylerin düzenli göz muayeneleri ile izlenmesi büyük önem taşır, bu anormalliklerin erken tespiti ve uygun tedavi yöntemleri, miyopinin ilerlemesini ve ilişkili komplikasyonları önlemeye yardımcı olabilir.

Teşekkür

Akademik hayatımızda çok değerli bir rehber olan Prof Dr Gamze Türe'ye, bize retina fundus fotoğraf arşivini açarak, bu makalede kullandığımız fotoğraflardan faydalanma imkânı sunduğu için teşekkürlerimizi sunarız.

Açıklama

Yazarların herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynaklar

1. Mark HH. Johannes Kepler on the eye and vision. *Am J Ophthalmol*. 1971;72(5):869-878
2. Ohno-Matsui K, Wu P-C, Yamashiro K, et al. IMI pathologic myopia. *Investigat Ophthalmol Vis Sci*. 2021;62(5): 5-5.
3. İlhan N, İlhan O, Tuzcu EA, et al. Is there a relationship between pathologic myopia and dry eye syndrome? *Cornea*. 2014;33(2):169-171.
4. Wei C-C, Kung Y-J, Chen CS, et al. Allergic conjunctivitis-induced retinal inflammation promotes myopia progression. *EBioMed*. 2018;28:274-286.
5. The eye as a complement dysregulation hotspot. *Seminars Immunopathol*. 2018.
6. Long Q, Ye J, Li Y, Wang S, Jiang Y. C-reactive protein and complement components in patients with pathological myopia. *Optometry Vis Sci*. 2013;90(5):501-506.
7. Gao T-T, Long Q, Yang X. Complement factors C1q, C3 and C5b-9 in the posterior sclera of guinea pigs with negative lens-defocused myopia. *Int J Ophthalmol*. 2015;8(4):675.
8. Riddell N, Crewther SG, Murphy MJ, Tani Y. Long-wavelength-filtered light transiently inhibits negative lens-induced axial eye growth in the chick myopia model. *Translat Vis Sci Technol*. 2021;10(9):38-38.
9. Curtin BJ. The posterior staphyloma of pathologic myopia. *Trans Am Ophthalmol Soci*. 1977;75:67.
10. Spaide RF. Staphyloma I 15. *Pathologic Myopia*. 2021:213.
11. Scott A, Kashani S, Towler HM. Progressive myopia due to posterior staphyloma in type I osteogenesis imperfecta. *Int Ophthalmol*. 2005;26:167-169.
12. McBrien NA, Gentle A. Role of the sclera in the development and pathological complications of myopia. *Progress Retinal Eye Res*. 2003;22(3):307-338.
13. Kuniyoshi K, Sakuramoto H, Yoshitake K, et al. Longitudinal clinical course of three Japanese patients with Leber congenital amaurosis/early-onset retinal dystrophy with RDH12 mutation. *Documenta Ophthalmologica*. 2014;128:219-228.
14. Hayashi K, Ohno-Matsui K, Shimada N, et al. Long-term pattern of progression of myopic maculopathy: a natural history study. *Ophthalmology*. 2010;117(8):1595-1611.
15. Fang Y, Yokoi T, Nagaoka N, et al. Progression of myopic maculopathy during 18-year follow-up. *Ophthalmology*. 2018;125(6):863-877.
16. Moriyama M, Ohno-Matsui K, Shimada N, et al. Correlation between visual prognosis and fundus autofluorescence and optical coherence tomographic findings in highly myopic eyes with submacular hemorrhage and without choroidal neovascularization. *Retina*. 2011;31(1):74-80.
17. Ohno-Matsui K, Kawasaki R, Jonas JB, et al. International photographic classification and grading system for myopic maculopathy. *Am J Ophthalmol*. 2015;159(5):877-883. e7.
18. Vongphanit J, Mitchell P, Wang JJ. Prevalence and progression of myopic retinopathy in an older population. *Ophthalmology*. 2002;109(4):704-711.
19. Yan YN, Wang YX, Yang Y, et al. Ten-year progression of myopic maculopathy: the Beijing Eye Study 2001-2011. *Ophthalmology*. 2018;125(8):1253-1263.
20. Ohno-Matsui K, Akiba M, Modegi T, et al. Association between shape of sclera and myopic retinochoroidal lesions in patients with pathologic myopia. *Investigat Ophthalmol Vis Sci*. 2012;53(10):6046-6061.
21. Ohno-Matsui K, Lai TY, Lai C-C, Cheung CMG. Updates of pathologic myopia. *Progress Retinal Eye Res*. 2016;52:156-187.
22. Kasahara K, Moriyama M, Morohoshi K, et al. Six-year outcomes of intravitreal bevacizumab for choroidal neovascularization in patients with pathologic myopia. *Retina*. 2017;37(6):1055-1064.
23. Ohno-Matsui K, Ikuno Y, Lai TY, Cheung CMG. Diagnosis and treatment guideline for myopic choroidal neovascularization due to pathologic myopia. *Progress Retinal Eye Res*. 2018;63:92-106.
24. Nagaoka N, Jonas JB, Morohoshi K, et al. Glaucomatous-type optic discs in high myopia. *PloS One*. 2015;10(10):e0138825.
25. Xu L, Wang Y, Wang S, Wang Y, Jonas JB. High myopia and glaucoma susceptibility: the Beijing eye study. *Ophthalmology*. 2007;114(2):216-220.
26. Wakazono T, Yamashiro K, Miyake M, et al. Time-course change in eye shape and development of staphyloma in highly myopic eyes. *Investigat Ophthalmol Vis Sci*. 2018;59(13): 5455-5461.
27. Shinohara K, Shimada N, Moriyama M, et al. Posterior staphylomas in pathologic myopia imaged by widefield optical coherence tomography. *Investigat Ophthalmol Vis Sci*. 2017;58(9):3750-3758.
28. Shinohara K, Tanaka N, Jonas JB, et al. Ultrawide-field OCT to investigate relationships between myopic macular retinoschisis and posterior staphyloma. *Ophthalmology*. 2018;125(10):1575-1586.
29. Yasir ZH, Sharma R, Zakir SM. Scleral collagen cross linkage in progressive myopia. *Indian J Ophthalmol*. 2024;72(2):174-180.
30. Shinohara K, Yoshida T, Liu H, et al. Establishment of novel therapy to reduce progression of myopia in rats with experimental myopia by fibroblast transplantation on sclera. *J Tissue Engineer Regenerat Med*. 2018;12(1):e451-e461.

31. Han F, Li M, Wei P, Ma J, Jhanji V, Wang Y. Effect of biomechanical properties on myopia: a study of new corneal biomechanical parameters. *BMC Ophthalmol.* 2020;20(1):459. doi: 10.1186/s12886-020-01729-x
32. Sedaghat M-R, Momeni-Moghaddam H, Azimi A, et al. Corneal Biomechanical Properties in Varying Severities of Myopia. *Frontiers Bioengineer Biotechnol.* 2021;8. doi: 10.3389/fbioe.2020.595330
33. Tang S-M, Zhang X-J, Yu M, et al. Association of corneal biomechanics properties with myopia in a child and a parent cohort: Hong Kong children eye study. *Diagnostics.* 2021; 11(12):2357.
34. Chang S-W, Tsai I-L, Hu F-R, Lin LL-K, Shih Y-F. The cornea in young myopic adults. *Br J Ophthalmol.* 2001;85(8): 916-920. doi: 10.1136/bjo.85.8.916
35. Charman WN. Aberrations and myopia. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2005;25(4):285-301. doi: 10.1111/j.1475-1313.2005.00297.x
36. Zhang P, Guo C, Wang S, Jiang W, Wang D, Yan H. Influencing factors comparing different vault groups after phakic implantable collamer lens implantation: review and meta-analysis. *BMC Ophthalmol.* 2024;24(1):70. doi: 10.1186/s12886-024-03325-9
37. Kwak AY, Ryu IH, Kim JK, Kim TI, Ha BJ. Effect of preoperative crystalline lens rise on vaulting after implantable collamer lens implantation. *JKOS.* 2012;53(12):1749-1755. doi: 10.3341/jkos.2012.53.12.1749
38. Zhou Z, Zhao X, Jiao X, et al. The distribution of crystalline lens rise in high myopia population and its influence on vault after implanting intraocular collamer lens. *Ophthalmol Ther.* 2024;13(4):969-977. doi: 10.1007/s40123-024-00891-5
39. Alfonso JF, Ferrer-Blasco T, González-Méjome JM, García-Manjarres M, Peixoto-de-Matos SC, Montés-Micó R. Pupil size, white-to-white corneal diameter, and anterior chamber depth in patients with myopia. *J Refract Surg.* 2010;26(11):891-898.
40. Hosny M, Alió JL, Claramonte P, Attia WH, Pérez-Santonja JJ. Relationship between anterior chamber depth, refractive state, corneal diameter, and axial length: slack incorporated thiorofare. *NJ.* 2000:336-340.
41. Xu G, Wu G, Du Z, et al. Distribution of white-to-white corneal diameter and anterior chamber depth in Chinese myopic patients. *Frontiers Med.* 2021;8:732719.


Doç. Dr. Hasan AYTOĞAN

2010 yılı Ege Üniversitesi Tıp Fakültesinden mezun oldu. 2015 yılında İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesinde göz hastalıkları ihtisasını tamamladı. İzmir Tepecik EAH'de başladığı göz hastalıkları mecburi hizmetini Şanlıurfa Mehmet Akif İnan EAH de tamamladı. 2017 yılında mecburi hizmeti bitirerek İzmir Tepecik EAH'ne geri döndü. 2021 yılı Başasistanlık sınavında İzmir Tepecik EAH'ni kazandı. 2023 yılında Doçent oldu ve Tepecik EAH göz kliniğinde Eğitim sorumlusu olarak görev yapmaktadır. 2022 yılından itibaren TOD cerrahi eğitim komisyonunda görev almaktadır.