

DERLEME

REVIEW

Çocuklarda ve Ergenlerde Miyopi Gelişiminin Önlenmesi ve Tedbirler

Prevention of Myopia Development in Children and Adolescents and Precautions

¹Püren IŞIK / ORCID No: 0000-0001-5633-9036¹Dr. Öğr. Gör., Çukurova Üniversitesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Adana, Türkiye**Geliş Tarihi/Received:** 31/05/2024 **Kabul Tarihi/Accepted:** 10/08/2024 **DOI:** 10.37783/CRJ-0484**Yazışma Adresi/Address for Correspondence:** Çukurova Üniversitesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Balcalı Mah. Sarıçam, Adana, 01330**Tel./Phone:** +903223386060/3181 **E-posta/E-mail:** purenisik@gmail.com

ÖZ

Miyopi, son yıllarda epidemik bir artış göstererek önemli halk sağlığı etkileri olan küresel bir salgın haline gelmiştir. Miyopi gelişme riski taşıyan çocukların belirlenmesi ve miyopinin başlangıcını önleyecek veya geciktirecek stratejilerin uygulanması, miyopinin birey ve toplum üzerindeki yükünü önemli ölçüde azaltabilir. Eğitim ve açık havada geçirilen zamanın miyopi gelişimi üzerindeki güçlü nedensel rolü, yaşam tarzı değişikliklerinin risk altındaki çocuklara önleyici tedbirler olarak uygulanabileceğini göstermektedir. Bu sayede miyopi ve ilişkili ikincil oküler patolojilerin gelişimi önlenabilir.

Anahtar kelimeler: Açık hava zamanı, eğitim, ekran süresi, miyopi, yakın aktivite

Abstract

Myopia has increased epidemically in recent years and has become a global epidemic with significant public health implications. Identifying children at risk of developing myopia and implementing strategies to prevent or delay the onset of myopia can significantly reduce the burden of myopia on the individual and society. The strong causal role of education and time spent outdoors on the development of myopia suggests that lifestyle changes can be applied as preventive measures to children at risk. This may prevent the development of myopia and associated secondary ocular pathologies. The strong causal role of education and time spent outdoors on myopia development suggests that lifestyle changes can be applied as preventive measures to children at risk, significantly impacting the myopia epidemic by preventing myopia onset and associated ocular pathologies.

Keywords: Outdoor time, education, screen time, myopia, near work

Giriş

Miyopi, son yıllarda epidemik bir artış gösteren dünya çapında bir halk sağlığı sorunudur. Miyopi prevalansının 2010 ve 2020 yılları arasında küresel olarak %28,3'ten %34'e yükseldiği bildirilmektedir.¹ Son yıllarda genç nüfusta aksiyel miyopi prevalansındaki artış, özellikle Doğu ve Güneydoğu Asya'da belirgin olmakla birlikte, tüm dünya genelinde izlenmektedir. Miyopinin 2050 yılına kadar 4,7

milyardan fazla insanı, yüksek miyopinin ise 938 milyon insanı etkileyeceği tahmin edilmektedir.^{1,2}

Günümüzde nispeten çok sayıda genç miyop bireyin, ileriki yaşamlarında miyopiye bağlı oküler patoloji geliştirebileceği öngörülebilmektedir.^{1,3-5} Miyopik makülopati ve yüksek miyopi ile ilişkili optik nöropati gibi patolojiler, miyopi görülme sıklığının yüksek olduğu Doğu Asya'da geri

dönüşü olmayan görme kaybı ve körlüğün en sık görülen nedenleri arasında yer almaktadır.^{6,7} Miyopi prevelansı ve yüksek miyopi progresyonu patolojik miyopi için ana risk faktörleridir. Bu nedenle, miyopi kontrolü olarak adlandırılan miyopi progresyonunu yavaşlatmaya veya durdurmaya yönelik stratejiler ile miyopi gelişimini azaltmak, yüksek miyopinin ve miyopi ilişkili patolojilerin gelişmesini önleyerek patolojik miyopinin neden olduğu ekonomik yükü azaltmak için gereklidir.⁶⁻⁸

Emmetropi, uzaktaki nesnelerden gelen paralel ışık ışınlarının akomodasyon olmaksızın retina üzerinde bir odaklanmasıdır. Doğum sonrasında glob büyümesi sırasında, aksiyel uzunluğun ve gözün optik gücünün tam olarak eşleşmesi gözü emmetropi haline getirir.

Bu koordineli oküler değişikliklerde herhangi bir bozulma, uzaktaki görüntülerin retinanın ya arkasına (hipermetropi) ya da önüne (miyopi) odaklandığı kırılma kusurlarının gelişmesiyle sonuçlanır.⁹⁻¹¹

Miyopi genellikle göz küresi uzunluğunun anormal derecede uzaması veya korneanın kırma gücünün normalden fazla olması miyopiye neden olur. Yapılan çalışmalar insan gözündeki emmetropizasyonun büyük ölçüde aksiyel uzunluktaki değişikliklere bağlı olduğu, kornea ve kristalin lens güçlerinin ise daha az katkısı olduğunu göstermektedir.

Günümüzde hayvan modelleri ile yapılan deneysel çalışmaların emmetropizasyon ve miyopi gelişiminin patofizyolojisi için öne sürdüğü mekanizmalar arasında akomodasyonun rol oynadığı deprivasyon, optik defokus ve yüksek sıralı aberasyonlar yer almaktadır.^{12,13} İleri sürülen bu mekanizmaların retina hücrelerinde ve nörotransmitterlerde meydana getirdiği değişiklikler, görsel uyaranlara karşı değişen akomodatif yanıt ve aksiyel uzunluğu etkileyen sebepler oküler büyümeye ve dolayısıyla miyopi gelişimine neden olabilmektedir.

Miyopi genetik ve çevresel faktörlerin etkileşiminin bir sonucu olarak geliştiği bilinmektedir. Ancak, miyopi prevalansının son yıllarda hızlı artışı, genetik nedenlerin miyopi gelişiminde daha az etkisi olabileceğini düşündürmektedir.³ Bunun yerine, eğitimsel ve mesleki davranışsal talepler, ekran kullanımı, açık havada geçirilen sürenin azalması ve güneş ışığına yetersiz maruz kalma gibi çevresel faktörlerin miyopi gelişme riskinin artmasıyla ilişkisi dikkat çekmektedir.^{2,7} Bununla birlikte geçtiğimiz yıllarda tüm dünyada yaşanan COVID-19 pandemisinde alınan karantina önlemlerinin, uzaktan çalışma ve uzaktan eğitimin, miyopi prevelansı ve miyopi progresyonunda artışa neden olduğu bilinmektedir.¹⁴⁻¹⁶

Çok sayıda çevresel faktörün miyopi başlangıcı ile ilişkisi incelenmiş olmakla birlikte elde edilen veriler ışığında, iki ana çevresel faktörün miyopi gelişimi ile nedensel ilişkisi gösterilmiştir. Bunlar eğitim ve açık havada geçirilen sınırlı zamandır.¹⁷⁻²²

Günümüzde özellikle erken yaşlarda başlayan yoğun eğitimin miyopi gelişimi ve ilerlemesi için potansiyel risk faktörleri olduğu bilinmektedir.²⁰⁻²¹ Miyopi prevalansının yüksek olduğu ülkelerde çocukların çok erken yaştan itibaren eğitime başladığı, okul sonrası dersleri de içeren yoğun bir eğitim programına sahip olduğu, seçici okullara gitmenin ve yüksek akademik başarının da miyopi gelişimini arttırdığı gösterilmiştir.²²⁻²⁴

Eğitim ve miyopi gelişimi arasında güçlü bir nedensel ilişki olmasına rağmen, etki mekanizması tam olarak aydınlatılamamıştır. Yakın çalışma uzaklığının tanımı ve ölçümü çalışmalar arasında farklılık göstermekle birlikte, yapılan bir meta-analizde haftada her bir ilave diyoptri-saat (yakın çalışma süresi x farklı mesafelerde yakın çalışmanın bir sonucu olarak tahmini hesaplanan akomodasyon ihtiyacı) yakın çalışmanın miyopi gelişme olasılığını %2 arttırdığı bildirilmiştir.²⁵

Son yıllarda günlük yakın çalışma süresinden ziyade mutlak yakın çalışma mesafesi ve devamlı yakın çalışma süresinin miyopi gelişimi ve progresyonu ile ilişkili olduğu gösterilmiştir.²⁵ Çalışmalar 30 cm'nin altında okuma mesafesinin ve 30 dakikanın üstünde sürekli okuma faaliyetinin miyopi başlangıcı ve progresyonu için önemli risk faktörleri olduğunu göstermiştir. Buna karşılık 30 dakika sürekli yakın çalışmanın ardından verilen araların ise miyopiye karşı koruyucu olduğu gösterilmiştir.²⁶⁻²⁸ Bu sebeple ailelerin ve öğretmenlerin bu konuda eğitimi sağlanarak, ev ve okul ortamında 30 cm'den uzun çalışma mesafesi ve her 30 dakikalık yakın çalışma için 30 saniyelik mola kuralının uygulanması önerilmektedir.²⁶

Elektronik cihaz kullanımının miyopi ile ilişkisini değerlendiren çalışmaların farklı sonuçları olmakla birlikte, ekran süresi ile miyopi progresyonu ile ilişkisi birçok çalışmada gösterilmiştir. Bu cihazların kullanımının giderek yaygınlaşması ve çoğunun yakın-orta çalışma mesafesinde kullanılması nedeniyle, ekran süresinin sınırlandırılması miyopi kontrolünde değiştirilebilir risk faktörü olarak kabul edilmektedir.^{29,30}

Miyopi ile güçlü bir nedensel ilişkisi olan bir diğer çevre faktörü de açık havada geçirilen zamandır. Yapılan randomize kontrollü çalışmalar, açık havada geçirilen zamanın arttırılmasının çocuklarda miyopi insidansında azalmayla ilişkisini ortaya koymuştur.³¹⁻³⁸

Bununla birlikte açık havada geçirilen sürenin artmasının miyopi insidansını azalttığı ancak miyopik çocuklarda miyopi progresyonunu azaltmadığı gösterilmiştir.³⁹

Açık havada geçirilen sürenin artmasının daha düşük miyopi insidansı ile ilişkisi tam olarak aydınlatılamamış olsa da, olası nedenler arasında gözün daha yüksek ışık yoğunluğuna maruziyeti, kromatik ışık bileşimindeki farklılıklar, yakın çalışma ve akomodatif talepte azalmaya neden olması gibi nedenler yer almaktadır.^{17,37,39}

Sydney Miyopi Çalışması, günde iki saatten fazla açık havada zaman geçirmenin, yüksek oranda yakın aktivitesi olan çocuklarda bile miyopi gelişme olasılığının azalmasıyla ilişkili olduğunu göstermiştir.³⁰

Bununla birlikte sadece dışarıda geçirilen birikimli zamanın değil, aynı zamanda sürekli yakın çalışmadan hemen sonra yapılan dışarı aktivitesinin de miyopi başlangıcını geciktirmenin yanı sıra ilerlemesini yavaşlatmada potansiyel öneme sahip olabileceği öne sürülmüştür.³⁹

Açık havada geçirilen sürenin artırılması, miyopi riski altındaki geniş bir nüfusa uygulanabilecek belki de en uygun maliyetli ve invazif olmayan stratejidir. Açık havada geçirilen sürenin uzatılmasının, öncelikle ebeveynlerin bu konuda eğitimi sağlanarak, ülkelerin halk sağlığı politikalarında ilk tercih edilecek yöntem haline getirilmesi önerilmektedir. Okullar, çocukların günün önemli bir kısmını geçirdikleri yer olmaları sebebiyle miyopi ile ilgili davranış ve alışkanlıklarının yönetilmesinde örgütsel bir rol oynamaktadır.³⁸ Okullarda planlı ve düzenli uygulanan açık hava etkinlikleri, uygun öğrenci masası ve sandalye yüksekliği, okuma yazma sırasında uygun postürün sağlanması ve sınıfların uygun şekilde aydınlatılması konusunda artmış bilincin çocuklarda miyopi progresyonu yönetiminde etkili olduğu gösterilmiştir.⁴⁰

Buna ek olarak, planlanan fiziksel aktiviteler ile birlikte dışarıda geçirilen zamanın artırılmasının aynı zamanda çocuklarda ve ergenlerde daha sağlıklı bir yaşam tarzını teşvik ederek obezite ve diğer rahatsızlıkları azaltması mümkündür.⁴¹⁻⁴³

Bu sayede miyopi başlangıcının geciktirilmesi ile aşırı vücut ağırlığının önlenmesinin birleştirilmesi, çocuklarda daha iyi bir emosyonel sağlığa neden olarak daha düşük depresyon, anksiyete ve stres seviyelerini beraberinde getirebilir.

Aksiyel miyopide, aksiyel uzunlukta gözlenen artış normal fizyolojik büyümeden daha erken ve fazladır. Bu çocuklarda aksiyel uzunluk artış paterninde miyop olmayan çocuklara

göre 2-3 yıl sapma gözlenmekte, miyopi başlangıcından bir yıl öncesinde de hızlanma göstermektedir.^{44,45} Bu çocuklarda, normal yaş hipermetropisinin altında erken bir miyopik refraktif kayma gözlenmekte ve gelecekteki miyopi başlangıcı riski önemli ölçüde artmaktadır.⁴⁶ Ayrıca miyopi başlangıç yaşı ne kadar küçükse, daha yüksek miyopi derecesi geliştirme riskinin de o kadar yüksek olduğu bilinmektedir.⁴⁷⁻⁴⁹

Miyopi başlangıcını öngörmeye, bazal sikloplejik refraksiyon değeri, ebeveyn miyopisi, aksiyel uzunluk, kornea kırıcılığı gücü, kristalin lens gücü, akomodatif konvejsans/ akomodasyon oranı, astigmatizma büyüklüğü ve görme keskinliği olmak üzere sekiz faktör ilişkilendirilmiştir. Bu faktörlerden sikloplejik refraksiyon değerinin miyopi başlangıcının öngörülmesinde karşılaştırılabilir en etkili faktör olduğu gösterilmiştir.

Sikloplejik refraksiyon değeri yaş arttıkça azalmış, 6 yaş için $<+0,75$ D, 7-8 yaş için $<+0,50$ D, 9-10 yaş için $<+0,25$ D ve 11 yaş için <0 D eşik değerlerinin kullanılması önerilmiştir.⁴⁹ Aksiyel uzunluk mutlak değerinin ise miyopi başlangıcını öngörmeye yeterli olmadığı, bunun yerine miyopi başlangıcından önce hızlanmış uzamanın gözlemlendiği aksiyel uzunluk büyüme paterninin daha öngörücü olduğu gösterilmiştir.^{45,46}

2009 yılında Uluslararası Miyopi Enstitüsü tarafından miyopinin önlenmesine yönelik araştırmalar için bir kapsam sağlamak amacıyla “pre-miyopi” (gelecekte miyopi gelişim riski için refraksiyon, yaş ve diğer ölçülebilir risk faktörleri olan hastalarda, önleyici müdahalelerin uygulanması için yeterli kritere sahip çocuklar; $<+0,75$ D ve $>-0,50$ D refraksiyon kusuru) durumu tanımlanmıştır.⁵⁰ Pre-miyop olarak tanımlanan çocuklar için gelecekte miyopi gelişimi açısından bazı risk faktörleri tanımlanmıştır. Emetropizasyon sürecinde yaşına göre belirlenen hiperopik değerden daha düşük hiperopiye sahip olma, miyop ebeveyn varlığı ve binoküler görme bozukluklarına sahip çocukların daha sık aralıklarla muayenesi önerilmektedir. Her vizitte sikloplejili refraksiyon değerleri ile aksiyel uzunluklarının kaydedilmesi, çocuk ve ebeveynlerin risk profili konusunda aydınlatılması, miyopinin olası nedenleri ve önlenabilir risk faktörleri hakkında bilgilendirilmesi önerilmektedir. Ayrıca ulusal tabanlı, cinsiyete ve etnik kökene özgü normotif oküler biyometrik büyüme çizelgeleri oluşturularak, pre-miyopi tahminin doğruluğu artırılması ve bu çocukların daha erken tanınması sağlanabilecektir.^{2,48,2}

Çocuklarda miyopi gelişiminin önlenmesinde farmosötik terapötik stratejiler de araştırılmaktadır.^{51,52} Pre-miyop çocuklarda miyopi başlangıcının önlenmesi için düşük

konsantrasyonlu atropin kullanımının etkisine ilişkin yapılan randomize kontrollü ilk çalışmada, atropin uygulanan hasta grubunda daha düşük miyopi insidansı ve miyopik kayma değerleri olduğu bildirilmiştir. Ancak uzun dönem sonuçları henüz bildirilmemiş olup, sonuçları doğrulamak için daha geniş serilerde daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu vurgulanmaktadır.⁵³

Miyopi, birey ve toplum için önemli görsel morbidite nedeni olan ve giderek büyüyen bir halk sağlığı sorunudur. Miyopi salgınının önlenmesinde göz sağlığı uzmanlarının, devlet kurumlarının, okul yetkililerinin, endüstrinin, aile hekimlerinin ve pediatristlerin işbirliği ile multidisipliner yaklaşımı gereklidir. Önlenabilir risk faktörlerinin yönetimi ile miyopi başlangıcının geciktirilmesinin aynı zamanda progresyonu da geciktireceği düşünüldüğünde, geç başlangıçlı miyopu olan çocukların çok az bir kısmının yüksek miyop olacağı öngörülebilmektedir. Bununla birlikte miyopi başlangıcından önce pre-miyop bir çocuğun tanınması, gelecekte miyopi gelişimini önlemek veya başlangıcını geciktirmek için önleyici tedbirlerin alınmasını sağlayabilir. Eğitim ve açık havada geçirilen zamanın miyopi gelişimi üzerindeki güçlü nedensel rolü, çocuklara önleyici tedbirlerin uygulanmasının miyopi salgınında etkin bir mücadele sağlayabileceğini göstermektedir.

Açıklama

Bu makalede herhangi bir finansal veya kişisel çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynaklar

- Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, et al. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050. *Ophthalmol*. 2016;123:1036-1042.
- Wang B, Watt K, Chen Z, Kang P. Predicting the child who will become myopic - can we prevent onset?. *Clin Exp Optom*. 2023;106(8):815-824.
- Morgan IG, Wu PC, Ostrin LA, et al. IMI risk factors for myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2021;62(5):3.
- Dong L, Kang YK, Li Y, et al. Prevalence and time trends of myopia in children and adolescents in China: a systemic review and meta-analysis. *Retina* 2020;40:399-411.
- Fang Y, Yokoi T, Nagaoka N, et al. Progression of myopic maculopathy during 18-year follow-up. *Ophthalmol*. 2018;125:863-877.
- Hsu WM, Cheng CY, Liu JH, Tsai S-Y, Chou P. Prevalence and causes of visual impairment in an elderly Chinese population in Taiwan: the Shihpai eye study. *Ophthalmol*. 2004;111:62-69.
- Fricke TR, Jong M, Naidoo KS, et al. Global prevalence of visual impairment associated with myopic macular degeneration and temporal trends from 2000 through 2050: systematic review, meta-analysis and modelling. *Brit J Ophthalmol*. 2018;102:855-862.
- Wallman J, Winawer J. Homeostasis of eye growth and the question of myopia. *Neuron*. 2004;43:447-468.
- Smith EL. Spectacle lenses and emmetropization: the role of optical defocus in regulating ocular development. *Optom Vis Sci*. 1998;75:388-398.
- Cook RC, Glasscock R. Refractive and ocular findings in the newborn. *Am J Ophthalmol*. 1951;34:1407-1413.
- Howlett MH, McFadden SA. Form-deprivation myopia in the guinea pig (*Cavia porcellus*). *Vis Res*. 2006;46:267-283.
- Schaeffel F, Glasser A, Howland HC. Accommodation, refractive error and eye growth in chickens. *Vis Res*. 1988;28:639-657.
- Dong L, Kang YK, Li Y, Wei WB, Jonas JB. Prevalence and time trends of myopia in children and adolescents in China: a systemic review and meta-analysis. *Retina*. 2020;40:399-411.
- Althnayan YI, Almotairi NM, Alharbi MM, Alamer HB, Alqahtani HB, Alfreih S. Myopia Progression Among School-Aged Children in the COVID-19 Distance-Learning Era. *Clin Ophthalmol*. 2023;20(17):283-290.
- Yang Z, Wang X, Zhang S, Ye H, Chen Y, Xia Y. Pediatric myopia progression during the COVID-19 pandemic home quarantine and the risk factors: a systematic review and meta-analysis. *Front Public Health*. 2022;22(10):835449.
- William JA, Levent A. Management of myopic maculopathy: a review. *Turk J Ophthalmol*. 2023;53(5):307-312.
- He M, Xiang F, Zeng Y, et al. Effect of time spent outdoors at school on the development of myopia among children in China: a randomized clinical trial. *JAMA*. 2015;314(11):1142-1148.
- Morgan IG, French AN, Ashby RS, et al. The epidemics of myopia: aetiology and prevention. *Prog Retin Eye Res*. 2018;62:134-149.
- Rose KA, French AN, Morgan IG. Environmental factors and myopia: paradoxes and prospects for prevention. *Asia Pac J Ophthalmol (Philadelphia, Pa)*. 2016;5(6):403-410.
- Cuellar-Partida G, Lu Y, Kho PF, et al. Assessing the genetic predisposition of education on myopia: a mendelian randomization study. *Genet Epidemiol*. 2016;40(1):66-72.
- Mountjoy E, Davies NM, Plotnikov D, et al. Education and myopia: assessing the direction of causality by mendelian randomisation. *BMJ*. 2018; 6:361:k2022.
- Morgan IG, Rose KA. Myopia and international educational performance. *Ophthalm Physl Opt*. 2013;33:329-338.
- O'Donoghue L, Kapetanakis VV, McClelland JF, et al. Risk factors for childhood myopia: findings from the NICER study. *Invest Ophthalmol Visual Sci*. 2015; 56: 1524-1530.
- M. Saw SM, Cheng A, Fong A, Gazzard G, Tan DTH, Morgan I. School grades and myopia. *Ophthalm Physl Opt*. 2007;27:126-129.
- Huang HM, Chang DST, Wu PC. The association between near work activities and myopia in children-a systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2015;10.
- Ip JM, Saw SM, Rose KA, et al. Role of near work in myopia: findings in a sample of Australian school children. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2008;49:2903-2910.
- Huang L, Kawasaki H, Liu Y, Wang Z. The prevalence of myopia and the factors associated with it among university students in Nanjing: a cross-sectional study. *Medicine (Baltimore)*. 2019;98:e14777.

28. Huang PC, Hsiao YC, Tsai CY, et al. Protective behaviours of near work and time outdoors in myopia prevalence and progression in myopic children: a 2-year prospective population study. *Br J Ophthalmol*. 2020;104:956-961.
29. Gajjar S, Ostrin LA. A systematic review of near work and myopia: measurement, relationships, mechanisms and clinical corollaries. *Acta Ophthalmol*. 2022;100(4):376-387.
30. Lanca C, Saw SM. The association between digital screen time and myopia: a systematic review. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2020;40(2):216-229.
31. Rose KA, Morgan IG, Ip J, et al. Outdoor activity reduces the prevalence of myopia in children. *Ophthalmol*. 2008;115:1279-1285.
32. Wu PC, Chen CT, Lin KK, et al. Myopia prevention and outdoor light intensity in a school-based cluster randomized trial. *Ophthalmol*. 2018;125:1239-1250.
33. Sherwin JC, Reacher MH, Keogh RH, Khawaja AP, Mackey DA, Foster PJ. The association between time spent outdoors and myopia in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmol*. 2012;119:2141-2151.
34. Jin J-X, Hua W-J, Jiang X et al. Effect of outdoor activity on myopia onset and progression in school-aged children in northeast China: the Sujiatun eye care study. *BMC Ophthalmol*. 2015;15:11.
35. Wu PC, Chen CT, Lin KK et al. Myopia prevention and outdoor light intensity in a school-based cluster randomized trial. *Ophthalmology*. 2018;125:1239-1250.
36. Xiong S, Sankaridurg P, Naduvilath T, et al. Time spent in outdoor activities in relation to myopia prevention and control: a meta-analysis and systematic review. *Acta Ophthalmol*. 2017;95:551-566.
37. Smith EL, III, Hung LF, Huang J. Relative peripheral hyperopic defocus alters central refractive development in infant monkeys. *Vision Res*. 2009;49:2386-2392.
38. Flitcroft DI. The complex interactions of retinal, optical and environmental factors in myopia aetiology. *Prog Retin Eye Res*. 2012;31:622-660.
39. Zhu X, Wallman J. Temporal properties of compensation for positive and negative spectacle lenses in chicks. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2009;50:37-46.
40. Liu YL, Jhang JP, Hsiao CK, Tsai TH, Wang IJ. Influence of parental behavior on myopigenic behaviors and risk of myopia: analysis of nationwide survey data in children aged 3 to 18 years. *BMC Public Health*. 2022;22(1):1637.
41. Shi JJ, Wang YJ, Lyu PP, Hu JW, Wen XS, Shi HJ. Effects of school myopia management measures on myopia onset and progression among Chinese primary school students. *BMC Public Health*. 2023;23(1):1819.
42. Ng M, Fleming T, Robinson M, et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet*. 2014;384:766-781.
43. Bleich SN, Vercammen KA, Zatz LY, Frelrier JM, Ebbeling CB, Peeters A. Interventions to prevent global childhood overweight and obesity: a systematic review. *Lancet Diabet Endocrinol*. 2018;6:332-346.
44. Xiang F, He MG, Morgan IG. Annual changes in refractive errors and ocular components before and after the onset of myopia in Chinese children. *Ophthalmol*. 2012;119: 1478-1484.
45. Mutti DO, Hayes JR, Mitchell GL et al. Refractive error, axial length, and relative peripheral refractive error before and after the onset of myopia. *Invest Ophthalmol Visual Sci*. 2007;48:2510-2519.
46. Rozema J, Dankert S, Iribarren R et al. Axial growth and lens power loss at myopia onset in Singaporean children. *Invest Ophthalmol Visual Sci*. 2019;60:3091-3099.
47. Chua SYL, Sabanayagam C, Cheung YB et al. Age of onset of myopia predicts risk of high myopia in later childhood in myopic Singapore children. *Ophthalm Physiol Opt*. 2016;36:388-394.
48. McCullough S, Adamson G, Breslin KMM et al. Axial growth and refractive change in white European children and young adults: predictive factors for myopia. *Sci Rep*. 2020; 10:15189.
49. Zadnik K, Sinnott LT, Cotter SA et al. Prediction of juvenile-onset myopia. *JAMA Ophthalmol*. 2015;133:683-689.
50. Flitcroft DI, He M, Jonas JB, et al. IMI - Defining and Classifying Myopia: A Proposed Set of Standards for Clinical and Epidemiologic Studies. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2019;28;60(3):M20-M30.
51. Tideman JWL, Polling JR, Vingerling JR et al. Axial length growth and the risk of developing myopia in European children. *Acta Ophthalmol*. 2018;96:301-309.
52. The use of atropine 0.01% in the prevention and control of myopia (ATOM3). <https://ClinicalTrials.gov/show/NCT03140358> .



Dr. Öğr. Gör. Püren Işık

1990 yılında Adana'da doğdu. Ortaöğrenimini Adana Başkent Fen Lisesinde tamamladı. 2014 yılında Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden mezun oldu. Uzmanlık eğitimini Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları A.D.'da tamamladı. 2019 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde Boston Children Hospital ve Massachusetts Eye and Ear Hospital'de pediatrik oftalmoloji alanında bir ay süre ile gözlemci olarak bulundu. 2019-2022 yılları arasında Niğde Ömer Halisdemir Eğitim ve Araştırma Hastanesinde mecburi hizmetini tamamladı. 2022 yılından itibaren Çukurova Üniversitesi Göz Hastalıkları A.D.'da doktor öğretim görevlisi olarak vitreoretinal cerrahi, medikal retina ve uvea hastalıkları alanında çalışmalarını sürdürmektedir.