



**Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada**  
<https://akper-sandikarsa.e-journal.id/JIKSH>  
 Volume 9, Nomor 2, Desember 2020, pp 988-995  
 p-ISSN: 2354-6093 dan e-ISSN: 2654-4563  
 DOI: 10.35816/jiskh.v10i2.451

ARTIKEL REVIEW

## Gangguan Penglihatan Akibat Kelainan Refraksi yang Tidak Dikoreksi

*Visual Impairment Due to Uncorrected Refractive Error*

Made Michael Dana<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran Universitas Lampung

### Artikel info

#### Artikel history:

Received; Agustus 2020

Revised; September 2020

Accepted; Oktober 2020

#### Abstract.

*Background.* Refractive error (RE) is an optical defect condition in which the image of the object being viewed does not match the retinal plane, causing blurred vision. Uncorrected refractive error (URE) is the leading cause of visual impairment (VI), also the second leading cause of blindness globally, but it is preventable. Thus, this literature review aims to identify the causes of URE, the health consequences associated with URE and explore interventions for the prevention of visual impairment due to URE. *Method.* This research is a literature review study and the library sources used involve 18 libraries from 1 national journal and 17 international journals. *Result.* Several studies have shown an increase in URE leads to disability that reduces individual productivity, economic income, and quality of life. The most basic obstacles to correcting URE are economic barriers, access to health care, and socio-cultural constraints. *Conclusion.* The refractive error reflects a mismatch between the axial length of the eye and its optical power, resulting in blurry images on the retina. Various barriers have been associated with the high prevalence of URE in low-income adults. The use of glasses and a refractive surgery program to correct refractive errors can reduce the URE number.

#### Abstrak

*Latar belakang.* Kelainan refraksi (RE) merupakan kondisi cacat optik dimana gambar objek yang dilihat tidak sesuai dengan bidang retinal sehingga menyebabkan penglihatan kabur. Kelainan refraksi yang tidak dikoreksi (URE) adalah penyebab utama gangguan penglihatan (VI), juga penyebab kebutaan kedua secara global namun dapat dicegah. Sehingga literatur review ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab URE, konsekuensi kesehatan yang terkait dengan URE dan mengeksplorasi intervensi untuk pencegahan gangguan penglihatan akibat URE. *Metode.* Penelitian ini adalah studi literature review dan sumber pustaka yang digunakan melibatkan 18 pustaka yang berasal dari 1 jurnal nasional dan 17 jurnal internasional. *Hasil.* Beberapa studi menunjukkan peningkatan URE menyebabkan kecacatan yang mengurangi produktivitas, pendapatan ekonomi, dan kualitas hidup individu. Hambatan paling mendasar untuk mengoreksi URE yaitu hambatan ekonomi, akses perawatan kesehatan, dan kendala sosial budaya. *Kesimpulan.* Kelainan refraksi mencerminkan ketidaksesuaian antara panjang aksial mata dan kekuatan optiknya, sehingga gambar pada retina menjadi kabur. Berbagai hambatan telah dikaitkan dengan tingginya prevalensi URE

---

*pada orang dewasa berpenghasilan rendah. Penggunaan kacamata dan program operasi refraksi untuk memperbaiki kelainan refraksi dapat menurunkan angka URE.*

---

**Keywords:**

*Eyeglasses;  
Health burden;  
Refractive error;  
Uncorrected refractive error;  
Visual impairment;*

**Corresponden author:**

Email: [mademichael9@gmail.com](mailto:mademichael9@gmail.com)



artikel dengan akses terbuka dibawah lisensi CC BY -4.0

---

## Pendahuluan

Penglihatan yang jelas membutuhkan sistem optik yang memfokuskan gambar objek yang dilihat pada jaringan sensorik mata (retina) dengan tepat. Hal ini dapat terjadi melalui koordinasi yang benar dari komponen refraksi, untuk menyelaraskan titik fokus mata dengan bidang retinal. Kelainan refraksi (*refractive error/ RE*) merupakan kondisi cacat optik dimana gambar objek yang dilihat tidak sesuai dengan bidang retinal sehingga menyebabkan penglihatan kabur. Secara umum diketahui bahwa distribusi kelainan refraksi pada populasi manusia ditentukan oleh interaksi kompleks faktor biologis, lingkungan dan perilaku (Wojciechowski, 2011).

Dua sub tipe utama RE adalah miopia (rabun jauh) dan hiperopia (rabun dekat). Pada miopia yang tidak dikoreksi, gambar difokuskan di depan retina sedangkan pada hiperopia yang tidak dikoreksi, gambar difokuskan di belakang retina. Jarak fokus gambar dari retina menentukan derajat miopia dan hiperopia. Koreksi kedua kesalahan refraksi dilakukan dengan menggunakan lensa, baik lensa cekung atau lensa negatif untuk miopia, dan lensa cembung atau lensa positif untuk hiperopia. Jumlah koreksi ditentukan oleh satuan dioptri (D) (Stambolian, 2013).

Kelainan refraksi adalah salah satu kondisi pada mata yang paling umum, dan kelainan refraksi yang tidak dikoreksi (*uncorrected refractive error/ URE*) merupakan tantangan kesehatan masyarakat yang utama karena URE adalah penyebab utama gangguan penglihatan dan penyebab kebutaan kedua di seluruh dunia (Naidoo et al., 2016). Sementara itu, URE dapat didefinisikan sebagai penurunan ketajaman visual (*visual acuity/ VA*) yang dapat diperbaiki dengan lensa atau *pinhole* (Ehrlich et al., 2013). Gangguan penglihatan (*visual impairment/ VI*) akibat URE memiliki dampak sosial dan ekonomi yang luas, misalnya, membatasi kesempatan pendidikan dan pekerjaan bagi orang yang aktif secara ekonomi, individu yang sehat, dan komunitas (Naidoo et al., 2016).

Secara global, diperkirakan jumlah orang dengan kehilangan penglihatan bilateral meningkat hampir tiga kali lipat dari 253 juta pada 2015 menjadi 702 juta pada 2050, karena pertumbuhan dan penuaan populasi di dunia (Bourne et al., 2017). Kehilangan penglihatan telah menjadi penyebab utama ketiga disabilitas di seluruh dunia dan merugikan ekonomi global lebih dari 2 triliun USD setiap tahun (Foreman et al., 2020). Di Indonesia sendiri gangguan penglihatan dan kebutaan juga terus mengalami peningkatan dengan prevalensi sebesar 1,5% dan tertinggi dibandingkan dengan angka kebutaan pada negara-negara lain di Asia seperti Bangladesh sebesar 1%, India sebesar 0,7%, dan Thailand 0,3%. Gangguan penglihatan dan kebutaan tersebut beberapa disebabkan oleh glukoma (13,4%), kelainan refraksi (9,5%), gangguan retina (8,5%), kelainan kornea (8,4%), dan penyakit mata lain (Fauzi et al., 2016). Intervensi untuk mengatasi kelainan refraksi dapat mengurangi atau mencegah sebagian besar individu mengalami kehilangan penglihatan dan kebutaan, dapat menurunkan biaya terkait layanan medis, kehilangan

produktivitas, dan meningkatkan kualitas hidup bagi yang terdampak (Jeganathan et al., 2017). Oleh karena itu, *literature review* ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab URE, konsekuensi kesehatan terkait dengan URE dan untuk mengeksplorasi intervensi untuk pencegahan gangguan penglihatan akibat URE.

## Metode

Metode yang digunakan adalah studi literatur yang diambil dari beberapa jurnal nasional maupun internasional dan artikel ahli yang diakses online. Metode ini berupaya meringkas pemahaman kondisi terkini mengenai suatu topik. Studi literatur ini menyajikan materi yang telah diterbitkan sebelumnya dan menganalisis suatu fakta baru. Penelusuran sumber pustaka dalam artikel ini melalui database PubMed dan Google Scholar. Sumber pustaka yang digunakan dalam penyusunan melibatkan 18 pustaka yang terdiri dari 1 jurnal nasional dan 17 jurnal internasional. Pemilihan artikel sumber pustaka dilakukan dengan melakukan peninjauan pada judul, abstrak dan hasil yang membahas gangguan penglihatan akibat kelainan refraksi yang tidak dikoreksi.

## Hasil Dan Pembahasan

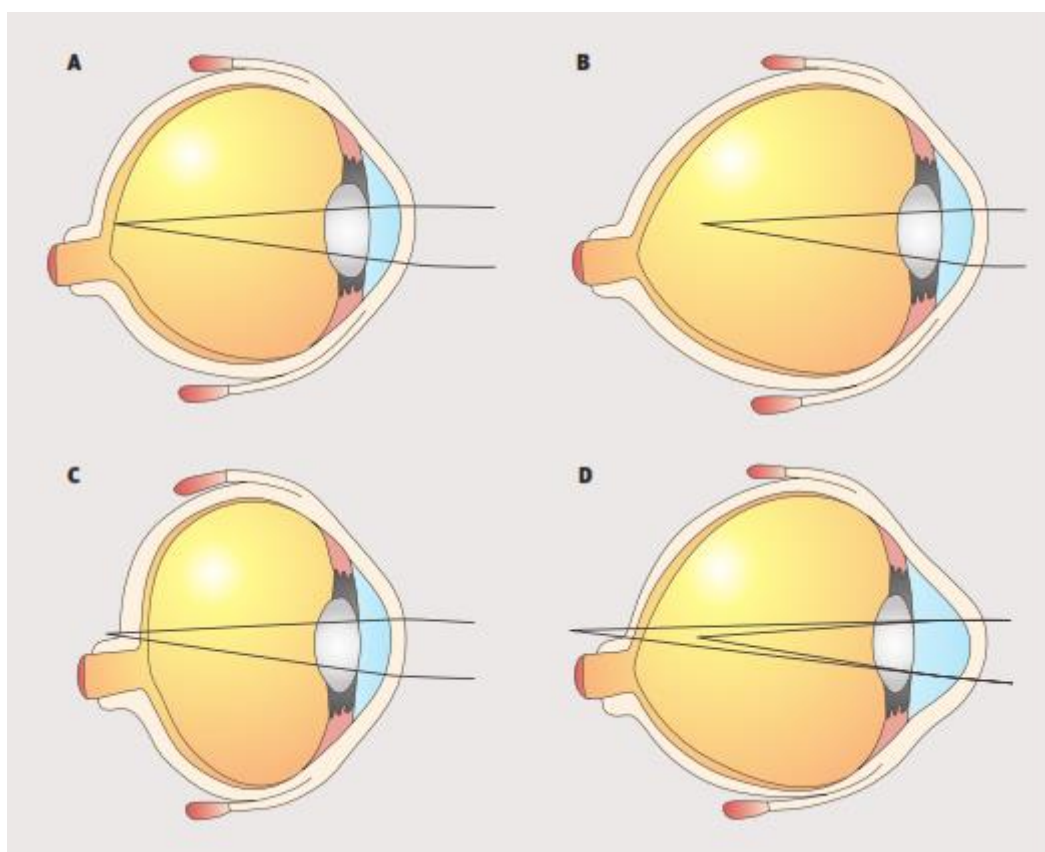
Kelainan refraksi terjadi karena ketidakmampuan komponen anatomi dan fisiologis mata untuk memfokuskan cahaya ke retina (ametropia) (Cochrane et al., 2010). Kelainan refraksi juga mencerminkan ketidaksesuaian antara panjang aksial mata dan kekuatan optiknya, sehingga gambar retina menjadi kabur. Ketidaksesuaian ini biasanya ditemukan pada bayi baru lahir, yang sering menunjukkan kelainan refraksi yang signifikan. Namun, dalam banyak kasus, kelainan ini menurun selama perkembangan awal, ketika mata mengalami emmetropisasi karena pengaruh komponen optik, yaitu kornea dan lensa kristal intraokular (Harb & Wildsoet, 2019).

Miopia terjadi ketika cahaya terfokus di depan retina yang menyebabkan penglihatan jarak jauh terlihat kabur (gambar B). Penglihatan jarak dekat tetap normal, meskipun pada orang dengan miopia tingkat tinggi perlu memegang benda di dekat mata mereka untuk melihatnya dengan jelas (Cochrane et al., 2010). Miopia dapat terjadi sebagai bagian dari sindrom kongenital sistemik yang melibatkan beberapa jaringan tubuh, yang disebut miopia sindromik. Namun, sebagian besar miopia berada di luar kategori ini dan biasanya diklasifikasikan menurut usia onsetnya, yaitu miopia bawaan yang hadir pada masa bayi seringkali pada bayi prematur, prasekolah, remaja atau sekolah (bentuk yang paling umum), dan onset dewasa. Miopia yang terjadi pada remaja dan dewasa sebagian besar bersifat aksial, akibat dari pertumbuhan mata yang tidak teratur. Miopia membawa risiko gangguan penglihatan yang signifikan terkait dengan ablasi retina, makulopati miopik, glaukoma, dan katarak, bahkan ketika hanya muncul dalam derajat rendah hingga sedang, dan risiko komplikasi patologis tersebut jauh lebih besar pada miopia dengan derajat tinggi (lebih buruk dari  $-6.00$  D) (Flitcroft, 2012).

Hipermetropia (hiperopia) terjadi ketika cahaya difokuskan di belakang retina (gambar C). Usia individu dan derajat hiperopia menentukan sejauh mana kemampuan mata untuk mengakomodasi. Pada hiperopia dengan derajat kecil, jarak dan penglihatan jarak dekat pada orang yang berusia lebih muda sering kali jelas, tetapi mereka mungkin mengalami gejala asthenopik (kelelahan) pada mata yang sering ditandai dengan ketidaknyamanan visual atau sakit kepala (Cochrane et al., 2010). Individu dengan hiperopia yang tidak dikoreksi dapat mengalami berbagai gejala visual, termasuk penglihatan kabur,

asthenopia, disfungsi binokular, ambliopia, dan / atau strabismus (Harb & Wildsoet, 2019).

Dengan bertambahnya usia, penglihatan jarak dekat dan jarak jauh semakin menurun karena berkurangnya fleksibilitas lensa, yang membatasi kemampuan untuk mengakomodasi. Lensa yang tidak fleksibel terkait usia menyebabkan presbiopia yang meningkatkan kesulitan dalam melihat dengan jelas pada jarak dekat misalnya dalam jangkauan lengan. Hal ini terjadi secara alami diluar dari kelainan refraksi lainnya pada sekitar usia 40 dan seterusnya. Tanda-tanda awal pada penurunan akomodasi antara lain meningkatnya kesulitan akomodasi dalam kondisi cahaya yang redup dan mata yang lelah karena akomodasi terus menerus. Sementara itu, astigmatisme terjadi ketika sistem optik mata tidak dapat menghasilkan titik fokus (gambar D), yang menyebabkan gambar terlihat kabur. Sinar cahaya dibiaskan ke dua titik fokus yang berbeda, tidak terfokus pada retina pada mata dan biasanya dapat terjadi bersamaan dengan miopia atau hiperopia dan juga presbiopia (Cochrane et al., 2010).



**Gambar 1.** Pembiasan cahaya pada mata normal (A) , mata miopi (B), mata hiperopia (C) dan mata astigmatisme (D) (Cochrane et al., 2010).

Dalam sebuah meta-analisis oleh Hashemi et al. (2018), memperkirakan angka prevalensi global dan regional untuk tiga kategori utama kelainan refraksi (astigmatisma, hiperopia dan miopia). Untuk anak-anak di seluruh wilayah yang ditentukan oleh WHO, perkiraan prevalensi astigmatisme ( $> 0,50$  D) lebih tinggi daripada hiperopia ( $\geq + 2,0$  D) dan miopia ( $\leq - 0,50$  D); persentase rata-rata dengan interval kepercayaan 95% masing-masing

adalah 14,9% (12,7-17,1 tahun), 4,6% (3,9-5,2 tahun), dan 11,7% (10,5-13,0 tahun). Hal itu juga relatif lebih tinggi pada orang dewasa: 40,4% (34,3-46,6 tahun), 30,9% (26,2-35,6 tahun), dan 26,5% (23,4-29,6 tahun). Dalam studi tersebut juga didapatkan prevalensi kelainan refraksi sangat bervariasi antar negara yang menunjukkan pengaruh genetik dan / atau lingkungan pada perkembangannya. Khususnya, perkiraan prevalensi miopia telah meningkat dari 10,4% pada tahun 1993 menjadi 34,2% pada tahun 2016 (Hashemi et al., 2018).

Potensi hilangnya produktivitas ekonomi global untuk tahun 2007 dari gangguan penglihatan akibat URE (VI-URE) diperkirakan mencapai 269 miliar dolar internasional (I\$) (Durr et al., 2014). Dampak VI-URE juga dapat diperkirakan dengan menggunakan pengukuran kerugian kesehatan, antara lain tahun hidup yang disesuaikan dengan kecacatan (*disability-adjusted life years/ DALYs*) dan tahun hidup dengan disabilitas (*years lived with disability/ YLDs*) (Vos et al., 2012). WHO memperkirakan bahwa pada tahun 2004, 1,8% dari semua DALY disebabkan oleh VI-URE, dan laporan yang sama memproyeksikan bahwa pada tahun 2030, VI-URE akan menyebabkan lebih banyak DALY daripada HIV / AIDS (WHO, 2004; Durr et al., 2014).

Kurangnya akses dan ekonomi yang terbatas adalah pendorong utama yang menghambat koreksi URE. Namun, studi lebih lanjut telah mengungkapkan hambatan sosial dan budaya bertanggung jawab atas rendahnya tingkat pemanfaatan perawatan mata dan penggunaan kacamata. Durr et al (2014) mengkategorikan hambatan mengoreksi URE antara lain disebabkan oleh keterbatasan infrastruktur fisik dan logistik yang menghambat penyediaan layanan perawatan, faktor sosial ekonomi yang mengurangi keterjangkauan perawatan mata, dan budaya masyarakat yang menolak pemanfaatan layanan perawatan mata dan penggunaan kacamata (Durr et al., 2014). Orang dengan URE mungkin tidak menyadari keterbatasan penglihatan mereka atau mungkin tidak mementingkan keterbatasan penglihatan dengan masalah medis lainnya. Orang dewasa dengan masalah kesehatan yang kompleks dan memiliki banyak keperluan pribadi mungkin memprioritaskan kebutuhan lain di atas kacamata. Dalam sebuah studi di London, fokus kelompok dan wawancara dengan populasi India menemukan bahwa pasien memiliki kesalahpahaman tentang penurunan penglihatan, penyebab dan pengobatannya, sehingga kesalahan informasi tersebut memengaruhi persepsi mereka bahwa kesehatan mata bukanlah prioritas (Schneider et al., 2010; Jeganathan et al., 2017).

Pendekatan baru yang menggabungkan model bisnis integratif dan teknologi berbiaya rendah untuk memenuhi kebutuhan perawatan mata komunitas, mungkin merupakan intervensi jangka panjang yang paling berkelanjutan untuk memperbaiki URE, terutama dalam sumber daya masyarakat yang rendah. Penilaian cepat kesalahan bias (*rapid assessment of refractive error/ RARE*) adalah metode intensif sumber daya minimal yang dirancang oleh WHO untuk menilai besarnya URE, cakupan kacamata dan hambatan akses layanan. Metode skrining lainnya adalah penilaian cepat kebutaan yang dapat dihindari (*rapid assessment of avoidable blindness/ RAAB*) yaitu survei berbasis populasi cepat untuk membantu memantau program intervensi kebutaan yang ada di antara orang-orang berusia 50 tahun ke atas. Informasi yang diperoleh dari RARE dan RAAB berguna untuk merancang dan melaksanakan program refraksi serta untuk pengembangan kebijakan (Jeganathan et al., 2017).

Terdapat dua pendekatan utama untuk mengoreksi kelainan refraksi. Pertama, dengan menggunakan alat refraktif, seperti kacamata dan lensa kontak, atau yang kedua dengan prosedur bedah atau operasi. Dari pilihan ini, metode yang jauh lebih hemat biaya adalah penggunaan kacamata. Sehingga dengan demikian, kacamata adalah pilihan *de facto* untuk mengoreksi kelainan refraksi pada masyarakat bersumber daya rendah, seperti yang

direkomendasikan oleh *The International Agency for the Prevention of Blindness* (IAPB) (Naidoo et al., 2016).

Komponen kacamata yang menjadi tantangan ketika diproduksi adalah lensa, yang biasanya terbuat dari kaca atau plastik. Setelah kedua lensa tersebut dibuat, keduanya dapat dimasukkan langsung ke dalam bingkai atau *frame* untuk melengkapi kacamata. Lensa kaca lebih tahan gores, lebih murah, dan biasanya lebih tipis dari lensa plastik. Namun, lensa kaca juga cenderung lebih berat dan lebih mudah pecah. Lensa kaca lebih mudah disiapkan dan dapat diatur dengan perkakas tangan sederhana, memungkinkan kacamata lensa kaca diproduksi di pusat penglihatan kecil dan kamp refraktif bergerak. Pada lensa plastik, resep lensa harus dikirim ke kota sehingga dapat menunda pengiriman kacamata (Durr et al., 2014). Mengoreksi RE dan presbiopia dengan kacamata (kacamata baca, lensa kontak, lensa bifokal, atau lensa progresif) dapat meningkatkan kualitas hidup terkait penglihatan (Holden, 2007).

Sementara itu prosedur bedah refraktif seperti *Laser in Situ Keratomileusis* (LASIK) dan *Photorefractive Keratectomy* (PRK) adalah prosedur bedah yang sangat baik dan definitif untuk banyak orang dengan RE. Beberapa penelitian yang dipublikasikan telah menunjukkan bahwa LASIK adalah prosedur yang efektif dan dapat diprediksi untuk mendapatkan ketajaman visual yang sangat baik (Kruh et al., 2017). Komplikasi bedah jarang terjadi, namun tidak semua pasien dapat memenuhi syarat untuk dioperasi karena terdapat protokol yang ditetapkan. Biaya LASIK bervariasi dari 1500-3000 USD per mata. Penggunaan laser untuk setiap prosedur LASIK sebenarnya berbiaya rendah, tetapi prosedur ini membutuhkan waktu yang banyak bagi ahli bedah dan membutuhkan personel tambahan untuk menyelesaikan perawatan pra operasi, bedah, dan pasca operasi (Jeganathan et al., 2017).

## Simpulan Dan Saran

Kelainan refraksi (RE) seperti miopia, hiperopia, presbiopia dan astigmatisme, mencerminkan ketidaksesuaian antara panjang aksial mata dan kekuatan optiknya, sehingga gambar pada retina menjadi kabur. Kelainan refraksi yang tidak dikoreksi (URE) adalah penyebab utama gangguan penglihatan (VI), juga penyebab kebutaan kedua secara global namun dapat dicegah. Peningkatan URE menyebabkan kecacatan yang mengurangi produktivitas, pendapatan ekonomi, dan kualitas hidup individu. Berbagai hambatan telah dikaitkan dengan tingginya prevalensi URE pada orang dewasa berpenghasilan rendah. Hambatan paling mendasar untuk mengoreksi URE yaitu hambatan ekonomi, akses perawatan kesehatan, dan kendala sosial budaya. Penggunaan kacamata dan program operasi refraksi untuk memperbaiki kelainan refraksi dapat menurunkan angka URE.

## Daftar Rujukan

Bourne, R. R. A., Flaxman, S. R., Braithwaite, T., Cicinelli, M. V., Das, A., Jonas, J. B., Keeffe, J., Kempen, J., Leasher, J., Limburg, H., Naidoo, K., Pesudovs, K., Resnikoff, S., Silvester, A., Stevens, G. A., Tahhan, N., Wong, T., Taylor, H. R., Ackland, P., ... Zheng, Y. (2017). Magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Global Health*, 5(9), e888–e897. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(17\)30293-0](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(17)30293-0)

- Cochrane, G. M., Du Toit, R., & Le Mesurier, R. T. (2010). Management of refractive errors. *BMJ (Online)*, *340*(7751), 855–860. <https://doi.org/10.1136/bmj.c1711>
- Durr, N. J., Dave, S. R., Lage, E., Marcos, S., Thorn, F., & Lim, D. (2014). From unseen to seen: Tackling the global burden of uncorrected refractive errors. *Annual Review of Biomedical Engineering*, *16*, 131–153. <https://doi.org/10.1146/annurev-bioeng-071813-105216>
- Ehrlich, J. R., Laoh, A., Kourgialis, N., Prasetyanti, W., Zakiyah, R., Faillace, S., & Friedman, D. S. (2013). Uncorrected refractive error and presbyopia among junior high school teachers in Jakarta, Indonesia. *Ophthalmic Epidemiology*, *20*(6), 369–374. <https://doi.org/10.3109/09286586.2013.848456>
- Fauzi, L., Anggorowati, L., & Heriana, C. (2016). Möglichkeiten und Grenzen der Chemotherapie bei der multimodalen Therapie des Harnblasenkarzinoms. *Journal of Health Education*, *1*(1), 78–84. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-83864-4\\_104](https://doi.org/10.1007/978-3-642-83864-4_104)
- Flitcroft, D. I. (2012). The complex interactions of retinal, optical and environmental factors in myopia aetiology. *Progress in Retinal and Eye Research*, *31*(6), 622–660. <https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2012.06.004>
- Foreman, J., Keel, S., McGuinness, M., Liew, D., van Wijngaarden, P., Taylor, H. R., & Dirani, M. (2020). Future burden of vision loss in Australia: Projections from the National Eye Health Survey. *Clinical and Experimental Ophthalmology*, *48*(6), 730–738. <https://doi.org/10.1111/ceo.13776>
- Harb, E. N., & Wildsoet, C. F. (2019). Origins of Refractive Errors: Environmental and Genetic Factors. *Annual Review of Vision Science*, *5*, 47–72. <https://doi.org/10.1146/annurev-vision-091718-015027>
- Hashemi, H., Fotouhi, A., Yekta, A., Pakzad, R., Ostadimoghaddam, H., & Khabazkhoob, M. (2018). Global and regional estimates of prevalence of refractive errors: Systematic review and meta-analysis. *Journal of Current Ophthalmology*, *30*(1), 3–22. <https://doi.org/10.1016/j.joco.2017.08.009>
- Holden, B. A. (2007). Blindness and poverty: A tragic combination: Guest Editorial. *Clinical and Experimental Optometry*, *90*(6), 401–403. <https://doi.org/10.1111/j.1444-0938.2007.00217.x>
- Jeganathan, V. S. E., Robin, A. L., & Woodward, M. A. (2017). Refractive error in underserved adults: Causes and potential solutions. *Current Opinion in Ophthalmology*, *28*(4), 299–304. <https://doi.org/10.1097/ICU.0000000000000376>
- Kruh, J. N., Garrett, K. A., Huntington, B., Robinson, S., & Melki, S. A. (2017). Risk Factors for Retreatment Following Myopic LASIK with Femtosecond Laser and Custom Ablation for the Treatment of Myopia. *Seminars in Ophthalmology*, *32*(3), 316–320. <https://doi.org/10.3109/08820538.2015.1088552>
- Naidoo, K. S., Leasher, J., Bourne, R. R., Flaxman, S. R., Jonas, J. B., Keeffe, J., Limburg, H., Pesudovs, K., Price, H., White, R. A., Wong, T. Y., Taylor, H. R., & Resnikoff, S. (2016). Global vision impairment and blindness due to uncorrected refractive error, 1990–2010. *Optometry and Vision Science*, *93*(3), 227–234. <https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000000796>
- Schneider, J., Leeder, S. R., Gopinath, B., Wang, J. J., & Mitchell, P. (2010). Frequency, Course, and Impact of Correctable Visual Impairment (Uncorrected Refractive Error). *Survey of Ophthalmology*, *55*(6), 539–560. <https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2010.02.004>
- Stambolian, D. (2013). Genetic Susceptibility and Mechanisms for Refractive Error. *Clin Genet*, *84*(2), 102–108. <https://doi.org/10.1111/cge.12180>
- Vos, T., Flaxman, A. D., Naghavi, M., Lozano, R., Michaud, C., Ezzati, M., Shibuya, K., Salomon, J. A., Abdalla, S., Aboyans, V., Abraham, J., Ackerman, I., Aggarwal, R., Ahn, S. Y., Ali, M. K., Almazroa, M. A., Alvarado, M., Anderson, H. R., Anderson, L. M., ... Murray, C. J. L.

- (2012). Years lived with disability (YLDs) for 1160 sequelae of 289 diseases and injuries 1990-2010: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *The Lancet*, 380(9859), 2163–2196. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61729-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61729-2)
- WHO. (2004). The global burden of disease 2004. *Update, World Health Organization*, 146. <https://doi.org/10.1038/npp.2011.85>
- Wojciechowski, R. (2011). Nature and Nurture: the complex genetics of myopia and refractive error. *Clin Genet*, 79(4), 301–320. <https://doi.org/10.1111/j.1399-0004.2010.01592.x>.