

TULBURĂRILE DE REFRACTIE LA COPII

**Dr. Larisa-Bianca Holhoș¹, Conf. Dr. Mihaela Coroi^{1,2}, Dr. Teodora Holhoș³,
Dr. Ioana Damian⁴, Dr. Jessica Cherecheș¹, Prof. Dr. Liviu Lazăr¹**

¹ *Facultatea de Medicină și Farmacie, Universitatea din Oradea, România*

² *Spitalul Clinic Județean de Urgență, Oradea, România*

³ *Facultatea de Medicină și Farmacie, Universitatea de Vest „Vasile Goldiș”, Arad,
România*

⁴ *Universitatea de Medicină și Farmacie „Iuliu Hațieganu”, Cluj-Napoca, România*

REZUMAT

Conform estimărilor curente, la nivel global există aproximativ 150 milioane de persoane cu o tulburare de refracție necorectată, însumând 27% din populația mondială. Dintre aceștia, aproximativ 1,4 milioane sunt copii și prezintă o formă mai ușoară sau mai gravă de disfuncție vizuală secundară viciilor de refracție.

Începând cu 1990, afecțiunile oculare considerate a fi o problemă de sănătate publică în rândul copiilor și care produc disfuncție vizuală sunt erorile refractive, având o prevalență de până la 43%. Maturarea vederii se produce în copilăria precoce, când toate simțurile și abilitățile motorii conlucrează pentru achiziția limbajului, a primelor impresii despre mediul înconjurător și a tuturor elementelor care definesc persoana în sine. Vederea este un sistem percepțional contributiv în dezvoltarea cognitivă, socială, senzorio-motorie și în acumularea de informații despre mediul înconjurător. În primii ani de viață, copilul descoperă activități tot mai complexe, fiind necesare abilitățile de schimbare a fixației în spațiu de la un punct la altul și o motilitate binoculară normală.

Cuvinte cheie: erori de refracție, copii, vedere, ambliopie

INTRODUCERE

O treime din populația globală prezintă o tulburare de refracție [1]; dintre aceștia, 1,4 milioane sunt copii [2]. Disfuncția vizuală secundară erorilor de refracție reprezintă o problemă de sănătate publică și are o prevalență de până la 43% [3].

Orice proces care intervine în buna dezvoltare a structurii globilor oculari sau a oricăror elemente care compun analizatorul vizual are posibilitatea de a produce disfuncție vizuală [4,5]. Afectarea vizuală reprezintă limitarea funcționalității ochiului/ochilor sau a sistemului vizual și se poate manifesta printr-o reducere a acuității vizuale, pierderea câmpului vizual, sensibilitate scăzută la contrast, fotofobie, diplopie, tulburări de percepție vizuală sau combinațiile celor de mai sus [6-8].

Disfuncția vizuală necorectată este printre cele mai prevalente dizabilități ale copiilor [9,10]. Aproximativ 50% dintre copii sunt diagnosticați cu o tul-

burare de refracție, de orice tip, la nivel mondial [2]. Văzul, acest simț atât de fragil, dar totodată primordial și complex, necesită participarea ierarhică a fotoreceptorilor de la nivelul retinei, transmisia informației prin intermediul nervului optic și al radiațiilor optice până la nivel de cortex cerebral vizual. Odată ajunsă informația la nivelul cortexului vizual, se încep analiza și metamorfoza acesteia pentru obținerea unei percepții [2].

Simțul văzului se testează prin determinarea acuității vizuale, dar include și alte funcții precum câmpul vizual, percepția culorilor, sensibilitatea la contrast, sensibilitatea la lumină/întuneric, vederea tridimensională și binocularitatea. Vederea încorporează trei funcții: perceperea formei, a luminii și a mișcării.

O tulburare de refracție necorectată poate să afecteze dezvoltarea cognitivă, integrarea socio-profesională [11], fiind demonstrat faptul că dezvoltarea cog-

Autori de corespondență:
Larisa-Bianca Holhoș
E-mail: larihohos@gmail.com
Mihaela Coroi
E-mail: opticiar@gmail.com

nitivă este mai întârziată la copiii care prezintă o funcție vizuală sever afectată, comparativ cu acei copii care au o acuitate vizuală bună [12]. Deși copiii cu tulburări de refracție corectate au același stil de viață ca și copiii fără erori refractive, ei experimentează totuși diverse restricții în timpul liber, în timpul practicării unui sport, dar și restricții de ordin social [13]. Disfuncția vizuală secundară unei erori refractive produce un real impact psihologic asupra copilului, acesta devenind anxios și confuz.

Aproximativ 90% dintre copiii cu o tulburare de refracție neidentificată și cu o disfuncție vizuală secundară nu au acces la o educație adecvată din cauza unor factori combinați precum stigmatizare și discriminare, chiar dacă majoritatea cauzelor disfuncției sunt tratabile. În Africa, cele mai frecvente probleme oculare la copii sunt cele apărute secundar deficienței de vitamină A sau infecțiilor oculare sau în urma utilizării unor remedii oculare tradiționale [14]. În Europa puternic industrializată, erorile refractive necorectate, strabismul și ambliopia sunt cele mai frecvente la copii [15].

Erorile de refracție reprezintă prima cauză de disfuncție vizuală la copiii asiatici, dar și la hispanici [16]. Prevalența lor a fost descrisă ca fiind mai mare în rândul copiilor cu dizabilități, dar acestea sunt deseori pierdute din vedere din cauza accentului care se pune pe alte probleme de sănătate și managementul lor. Problemele vizuale sunt mai frecvente în rândul copiilor prematuri, în rândul celor cu paralizie cerebrală, sindroame genetice cu predispoziție către anomalii oculare. Dacă deficitul sever de vedere sau cecitatea sunt ușor observabile, multe dintre defecțiile ușoare nu sunt totdeauna ușor de identificat sau de observat [16].

Academia Americană de Pediatrie recomandă ca examinarea oftalmologică să fie realizată imediat după naștere, pe urmă anual [17] până la vârsta de 6-7 ani, iar afecțiunile oculare diagnosticate să fie tratate precoce și intensiv pentru ca viitorul adult să poată avea o integrare socio-profesională reușită. Copiii se nasc cu un anumit status refractiv, legat de vârsta gestațională. Copiii prematuri se pot naște cu o miopie, iar cei născuți la termen prezintă o hipermetropie [18]. Vederea ghidează sarcinile viitoare, cumulative, o experiență timpurie fiind baza a tot ce urmează. 85% din tot ce învață un copil la școală se realizează prin intermiul percepției sale vizuale, astfel că orice grad de disfuncție vizuală face ca statusul general al copilului să fie afectat. Dacă apare o întârziere de dezvoltare, se încearcă remedierea acesteia, dar cea care contează este speranța de viață [19], iar vederea are de multe ori de suferit din cauza faptului că nu se consideră că aceasta este un factor contributiv pentru

o întârziere în dezvoltare [20]. Erorile de refracție și ambliopia sunt des întâlnite și pot să fie prevenite și tratate.

Determinarea acuității vizuale și diagnosticarea unei tulburări de refracție trebuie să fie efectuate de către personal specializat în acest sens, deoarece pot fi influențate de instrumentele care se folosesc pentru determinarea acestora, nivelul de luminozitate al încăperii în care se realizează testarea, motivația individuală, gălăgia din jur în momentul determinării [21].

Disfuncția vizuală reprezintă un declin al funcțiilor sistemului vizual, este o afecțiune heterogenă și depinde de cauză, severitate, vârsta de debut și rata progresiei. Disfuncția vizuală severă, chiar cea secundară unor erori refractive, afectează profund dezvoltarea socială a copilului, cu posibilitatea de apariție a unor tulburări din spectrul autist [21].

FACTORI DE RISC PENTRU TULBURĂRI DE REFRACTIE LA COPII

Factorii genetici, factorii de mediu, nașterea prematură, istoricul familial pot să constituie factori de risc pentru apariția erorilor refractive. Anumite afecțiuni genetice, precum sindromul Down, autismul, paralizia cerebrală, surditatea, retardul mental, pot să fie asociate cu apariția anumitor afecțiuni oculare. Factorii teratogeni, prematuritatea, paralizia cerebrală, sindromul Down reprezintă factori de risc pentru apariția tulburărilor de refracție la copii.

Aproximativ jumătate dintre copiii cu disfuncție vizuală secundară unui viciu de refracție prezintă și alte probleme de sănătate, cu un impact mai mare în cazul lor, iar prevalența diferă în cazul acestora, fiind nevoie de un management individual [22].

ERORILE DE REFRACTIE

Imediat după naștere, ritmul de creștere al ochiului face ca acesta să fie hipermetrop, caracteristică care se va reduce spre vârsta de 6-7 ani, mulți copii având valori de la plano către +2.00 D [23]. Nu se poate defini exact distribuția prevalenței erorilor de refracție la copii la nivel mondial, deoarece aceasta este de multe ori împiedicată de diferențele dintre grupurile etnice, metodele de măsurare, chiar dacă studiile arată, totuși, o creștere de tip epidemic a miopiei la nivel global. De obicei, morbiditatea oculară pediatrică are ca primă cauză erorile de refracție [23].

În urma unei metaanalize, s-a demonstrat că cea mai frecventă eroare de refracție la copii este astigmatismul, urmată de hipermetropie și de miopie [24]. Prevalența erorilor de refracție din acea metaanaliză

prezintă o distribuție diferită în funcție de regiune, după cum este exemplificat în tabelul 1 [23].

TABEL 1. Distribuția prevalenței erorilor de refracție, în funcție de țară

| Țara | Tulburarea de refracție | | |
|-----------|-------------------------|-----------------|---------------|
| | Miopie % | Hipermetropie % | Astigmatism % |
| Australia | 14,02% | 8,4% | 38,4% |
| China | 54,1% | 15,5% | nedeclarată |
| Polonia | 13% | nedeclarată | 4% |
| Iran | 17,2% | 56,6% | 30,3% |

Miopia

În regiuni precum Asia, miopia are o prevalență crescută, chiar epidemică, și reprezintă o problemă de sănătate publică, motiv pentru care managementul acesteia trebuie să fie adecvat [25]. Recent, studiile arată o creștere alarmantă a numărului de cazuri de miopie la nivel mondial, începând de la vârsta de șase ani, prevalența sa globală fiind estimată la 1:6 [26]. De cele mai multe ori, miopia debutează în copilăria timpurie, crescând în frecvență și severitate atât în adolescență, cât și în viața adultă [27].

Până la 90% din populația pediatrică est-asiatică prezintă miopie, creșterea fiind lineară odată cu vârsta, în timp ce prevalența în cazul copiilor europeni este de până la 20%. Sud-asiaticii prezintă valori mult mai mici ale miopiei. Copiii din mediul urban prezintă un risc de 2,6 ori mai mare decât cei din mediul rural pentru a dezvolta miopie, pentru toate grupele etnice, iar raportul fete vs. băieți este de 2:1 până la vârsta de 18 ani [28]. Rata crescută a miopiei în zonele urbane rezidă din mediul aglomerat [29], munca îndelungată de aproape [30,31]. Unii cercetători atestă că ar exista o legătură între timpul petrecut afară și debutul miopiei [32].

Considerată în trecut o afecțiune benignă, recent, miopia reprezintă un important factor de risc pentru afecțiuni oculare precum dezlipire de retină, glaucom, neovascularizație coroidiană, afectând calitatea vieții [33].

Metodele de corecție constau în portul lentilelor aeriene, de contact, sau chiar chirurgia refractivă, fără impact asupra progresiei elongației axiale [34]. Un factor de risc pentru apariția miopiei este istoricul familial de miopie [35], aceasta corelându-se cu lungimea axială a globului ocular [36]. Este condiția refractivă cea mai studiată, printre cauze fiind incriminate genetica, nutriția, acomodarea și convergența. Managementul miopiei depinde de etiologie. Stoparea progresiei miopiei în populația adolescentină a fost și este de un mare interes. Antagoniștii topici

muscarinici precum atropina au confirmat prin studii clinice bine conduse că pot să întârzie progresia miopiei [37].

Mai nou, ortokeratologia [38,39] sau remodelarea corneeană cu ajutorul lentilelor de contact gaz permeabile s-au dovedit eficiente în reducerea progresiei miopiei. Cel mai important factor de progresie a miopiei este vârsta de debut a acesteia [40], progresia fiind mai rapidă odată ce miopia a debutat la o vârstă precoce. Frecvența miopiei în mediul rural variază de la de 2,60% la copiii cu vârste între 5 și 15 ani până la 23,2% [41].

Persoanele cu nevoi speciale au diverse valori ale miopiei care trebuie corectate pentru a le asigura o calitate bună a vieții. 9,1% dintre copiii cu diverse dizabilități prezintă erori de refracție de tip miopie [42], mai precis 7,7% dintre cei cu sindrom Down, 46,7% dintre cei cu autism și 9,1% dintre cei diagnosticați cu surditate. Cei cu sindrom Down prezintă de obicei miopie de valori mari [43].

Hipermetropia

Este o eroare de refracție frecvent întâlnită, cu o prevalență care variază în funcție de etnicitate și locația geografică. Hipermetropia moderată și cea mare pot să producă disfuncție vizuală, mai precis ambliopie, astfel că o detecție timpurie este de dorit pentru ca parcursul educațional și socio-profesional al copiilor să nu fie afectat. Hipermetropia de valoare mare este asociată cu strabism sau ambliopie. Acești copii realizează un efort de acomodare dacă hipermetropia este necorectată, astfel că sunt la risc de a dezvolta esotropie, cu atât mai mult cu cât gradul hipermetropiei este mai mare [44].

Factorii de risc pentru apariția hipermetropiei sunt rasa albă, consumul de toxice în timpul sarcinii [45]. Consumul de toxice pe toată durata sarcinii, mai ales al tutunului, crește riscul de hipermetropie pentru copil și este un factor independent de rasă. Chiar mai mult, fumatul de către unul dintre părinți pe toată durata sarcinii protejează împotriva dezvoltării miopiei. Receptorii nicotinici par astfel să aibă rol în modularea elongației axiale a ochiului, astfel ca acesta să rămână hipermetrop [46]. Prevalența hipermetropiei variază de la 8,4% până la 56,6% [47,48].

În metaanaliza realizată de Hashemi et al. [49], prevalența hipermetropiei are valoarea cea mai mică în Europa, de 1,04%, iar cea mai mare prevalență este de 32,59% în Pacificul de Vest. Prevalența la copiii crescuți în Iran este de 4%, în Nigeria este de 6,1%, în timp ce în Malaezia este cea mai crescută, 28,2%. Prevalența hipermetropiei la copiii cu dizabilități este de 6,7% [49].

Astigmatismul

Astigmatismul poate să fie secundar unor modificări corneene, cristaliniene [49] și reprezintă o cauză corectabilă de disfuncție vizuală. Se formează în cazul în care razele incidente nu converg pe retină într-un singur punct, din cauza unei neregularități a corneei ori a cristalinelui, care nu au formă sferică [49]. Simptomele asociate sunt vederea încețoșată, distorsiunea vederii în spațiu, astenopia și durerea de cap. Poate să fie asociată cu ambliopia [50]. Această eroare de refracție apare în momentul în care sistemul nostru vizual nu are o bună percepție asupra unui punct, din cauză că există diferențe în ceea ce privește puterea meridianelor corneei.

Prevalența acestei erori de refracție diferă în funcție de rasă [48,51], sex și vârstă [52]. Este influențat și de factori genetici, cu o prevalență mai mare decât a miopiei și hipermetropiei, între 30% și 77% [52]. Rasa africană, prezența unei miopii sau hipermetropii de grad mare, fumatul în timpul sarcinii sunt și ei factori de risc pentru apariția astigmatismului. Nicotina influențează statusul refractiv activând receptorii nicotinici ai globului ocular [53]. La ochii emetropi, un astigmatism mic conform regulei, de cauză corneeană, este compensat de un astigmatism invers regulei, cauzat de cristalini. Dacă apare timpuriu, se poate asocia cu ambliopia.

Astigmatismul invers regulei este de 2,5 ori mai frecvent la copiii cu vârste până în 3,5 ani, iar cel conform regulei este de trei ori mai frecvent la cei cu vârste peste 5 ani. Este un factor de risc pentru apariția ambliopiei [53].

Ambliopia

Este una dintre cauzele disfuncției vizuale la copii și apare în momentul în care acuitatea vizuală corectată este suboptimală într-unul din ochi sau în ambii ochi, rezultată în urma disrupției stimulilor vizuali. Ambliopia este considerată a fi pe locul trei drept cauză de morbiditate oculară, alături de strabism, la copiii cu vârste sub 16 ani [54]. Ambliopia poate să fie strabismică, de deprivare și refractivă. Ambliopia prin deprivare apare în urma existenței diverselor

afecțiuni oculare precum cataracta, ptoza sau opacitățile corneene [55]. Ambliopia secundară strabismului este caracterizată prin prezența exotropiei sau a esotropiei. Există și forme mixte, deprivative și strabismice [56].

Unul dintre principalele obiective ale screening-ului vizual este detectarea ambliopiei din cauza efectelor sale în rândul copiilor și a societății. Este estimat faptul că 2-4% dintre copii sunt afectați de ambliopie [57,58], cu variații în funcție de populația studiată, dar și în funcție de studiul realizat. Procentul poate să urce până la 13,8% [59]. Cei care sunt diagnosticați cu ambliopie sunt mai predispuși către disfuncție vizuală bilaterală comparativ cu populația nonambliopică [60]. Ambliopia poate să fie tratată prin corecție optică, ocluzia unuia dintre ochi sau folosirea de atropină în ochiul nonambliop [59]. Diverse studii relatează faptul că ambliopia poate să fie tratată și mai târziu în viață, dar cel mai eficace tratament instituit este cel aplicat în copilărie [56].

CONCLUZII

Indiferent de vârstă, sex sau naționalitate, copiii pot să fie diagnosticați cu o tulburare de refracție. Mai mult, o tulburare de refracție necorectată poate să producă ambliopie, afectând negativ calitatea vieții copilului. Un examen oftalmologic riguros trebuie să fie făcut fiecărui copil înainte de a începe să meargă la școală pentru ca dezvoltarea sa generală să fie una armonioasă, aceasta fiind benefică și pentru integrarea sa socio-academică.

Notă

Acest articol a beneficiat de ajutor din partea proiectului “SmartDoct-Programe de înaltă calitate pentru studenții doctoranzi și cercetătorii postdoctorat ai Universității din Oradea pentru creșterea relevanței cercetării și inovării în contextul economiei regionale”, ID / Cod proiect: 123008, cofinanțat de Fondul Social European prin Programul Operațional de Capital Uman 2014-2020.

BIBLIOGRAFIE

1. Čiubaraitė R, Liutkevičienė R. Refractive errors characteristic of the patients at the Children's Ophthalmology Outpatient Department of Kauno Klinikos Hospital (Lithuanian University of Health Sciences) from 1 January 2012 to 31 December 2012. *Acta Med Litu.* 2017;24(2):83-92.
2. Gilbert C, Foster A. Childhood blindness in the context of VISION 2020 – the right to sight. *Bull World Health Organ.* 2001;79(3):227-232.
3. Pascolini D, Mariotti SP. Global estimates of visual impairment: 2010. *Br J Ophthalmol.* 2012;96(5):614e618.
4. Diamond KE, Huang HH, Steed EA. The development of social competence in children with disabilities. In: Smith PK, Hart CH, editors. *The Wiley-Blackwell handbook of childhood social development.* Oxford: Wiley-Blackwell; 2010; 627-645.
5. Das M, Spowart K, Crossley S, et al. Evidence that children with special needs all require visual assessment. *Arch Dis Child.* 2010;95(11):888-92.
6. Bakke HA, Cavalcante WA, de Oliveira IS, Sarinho SW, Cattuzzo MT. Assessment of Motor Skills in Children With Visual Impairment: A

- Systematic and Integrative Review. *Clin Med Insights Pediatr.* 2019 May 6;13:1-10.
7. https://en.wikipedia.org/wiki/Visual_impairment.
 8. World Health Organization, Visual Impairment and Blindness, WHO, Geneva, Switzerland, 2020. Available at: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>.
 9. Vora U, Khandekar R, Natrajan S, et al. Refractive error and visual functions in children with special needs compared with the first grade school students in Oman. *Middle East Afr J Ophthalmol.* 2010;17(4):297-302.
 10. Narayanasamy S, Vincent SJ, Sampson GP, et al. Visual demands in modern Australian primary school classrooms. *Clinical and Experimental Optometry.* 2016;99(3):233-240.
 11. Martín MB, Santos-Lozano A, Martín-Hernández J, López-Miguel A, Maldonado M, Baladrón C, Bauer CM, Merabet LB. Cerebral versus Ocular Visual Impairment: The Impact on Developmental Neuroplasticity. *Front Psychol.* 2016 Dec 26;7:1958.
 12. Durr NJ, Dave SR, Lage E, et al. From unseen to seen: tackling the global burden of uncorrected refractive errors. *Annu Rev Biomed Eng.* 2014 Jul 11;16:131-53.
 13. Hatton DD, Bailey DB Jr, Burchinaland MR, Ferrell KA. Developmental Growth Curves of Preschool Children with Vision Impairments. *Child Dev.* 1997 Oct;68(5):788-806.
 14. Khadka J, Ryan B, Margrain TH, et al. Listening to voices of children with a visual impairment: A focus group study. *British Journal of Visual Impairment.* 2012;30(3):182-196.
 15. Yamamah GA, Talaat Abdel Alim AA, Mostafa YS, Ahmed RA, Mohammed AM. Prevalence of Visual Impairment and Refractive Errors in Children of South Sinai, Egypt. *Ophthalmic Epidemiol.* 2015;22(4):246-52.
 16. Virgili G, Acosta R, Bentley SA et al. Reading aids for adults with low vision. *Cochrane Database Syst Rev.* 2018 Apr 17;4(4):CD003303.
 17. Brambring M. Divergent development of manual skills in children who are blind or sighted. *Journal of Visual Impairment & Blindness.* 2007;101(10):212-225.
 18. American Academy of Pediatrics. Available at: www.AAP.org.
 19. Varghese RM, Sreenivas V, Puliyl JM, Varughese S. Refractive status at birth: its relation to newborn physical parameters at birth and gestational age. *PLoS One.* 2009;4(2):e4469.
 20. Chen SP, Bhattacharya J, Pershing S. Association of Vision Loss With Cognition in Older Adults. *JAMA Ophthalmol.* 2017 Sep 1;135(9):963-970.
 21. Excessive stress disrupts the architecture of the developing brain. National Scientific Council on the Developing Child. Cambridge: The Council. 2005. Working Paper No 3. Available at: http://developingchild.harvard.edu/index.php/resources/reports_and_working_papers/working_papers/wp3/.
 22. Darge HF, Shibu G, Mulugeta A, Dagnachew YM. The Prevalence of Visual Acuity Impairment among School Children at Arada Subcity Primary Schools in Addis Ababa, Ethiopia. *J Ophthalmol.* 2017;2017:9326108.
 23. Rogers M. Vision impairment in Liverpool: prevalence and morbidity. *Arch Dis Child.* 1996;74:299-303.
 24. Wolffsohn J S, Flitcroft D I, Gifford K L, et al. IMI - Myopia Control Reports Overview and Introduction. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2019 Feb 28;60(3):M1-M19.
 25. Hashemi H, Fotouhi A, Yekta A, et al. M. Global and regional estimates of prevalence of refractive errors: Systematic review and meta-analysis. *J Curr Ophthalmol.* 2017 Sep 27;30(1):3-22.
 26. Gong Q, Janowski M, Luo M, et al. Efficacy and Adverse Effects of Atropine in Childhood Myopia: A Meta-analysis. *JAMA Ophthalmol.* 2017 Jun 1;135(6):624-630.
 27. Rudnicka AR, Kapetanakis VV, Wathern A K, et al. Global variations and time trends in the prevalence of childhood myopia, a systematic review and quantitative meta-analysis: implications for aetiology and early prevention. *Br J Ophthalmol.* 2016 Jul;100(7):882-890.
 28. Giordano L, Friedman DS, Repka MX, et al. Prevalence of refractive error among preschool children in an urban population: the Baltimore Pediatric Eye Disease Study. *Ophthalmology.* 2009;116:739-746.
 29. Wu JF, Bi HS, Wang SM, et al. Refractive error, visual acuity and causes of vision loss in children in Shandong, China. The Shandong children eye study. *PLoS ONE.* 2013;8:e82763.
 30. Morris TT, Guggenheim JA, Northstone K, et al. Geographical Variation in Likely Myopia and Environmental Risk Factors: A Multilevel Cross Classified Analysis of A UK Cohort. *Ophthalmic Epidemiol.* 2020 Feb;27(1):1-9.
 31. Pugazhendhi S, Ambati B, Hunter AA. Pathogenesis and Prevention of Worsening Axial Elongation in Pathological Myopia. *Clin Ophthalmol.* 2020 Mar 18;14:853-873.
 32. Li SM, Li SY, Kang MT, et. al Near Work Related Parameters and Myopia in Chinese Children: the Anyang Childhood Eye Study. Childhood Eye Study Group. *PLoS One.* 2015;10(8):e0134514.
 33. 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 Sep; 95(6):551-566.
 34. Walline J J. Myopia Control: A Review. *Eye Contact Lens.* 2016;Jan; 42(1):3-8.
 35. Charm J. Orthokeratology: clinical utility and patient perspectives. *Clin Optom (Auckl).* 2017 Feb 7;9:33-40.
 36. Gwiazda J, Thorn F, Bauer J, et al. Emmetropization and the progression of manifest refraction in children followed from infancy to puberty. *Clin Vis Sci.* 1993;8:337-44.
 37. Pärssinen O, Kauppinen M. What is the influence of parents' myopia on their children's myopic progression? A 22-year follow-up study. *Acta Ophthalmol.* 2016 Sep; 94(6):579-85.
 38. Cheng D, Schmid K, Woo G, et al. Randomized trial of effects of bifocal and prismatic bifocal spectacles on myopia progression. *Arch Ophthalmol.* 2010;128(1):12-9.
 39. Guo HC, Jin WQ, Pan AP, Wang QM, Qu J, Yu AY. Changes and Diurnal Variation of Visual Quality after Orthokeratology in Myopic Children. *J Ophthalmol.* 2018 Oct 15;2018:3174826.
 40. Lee TT, Cho P. Discontinuation of orthokeratology and myopic progression. *Optom Vis Sci.* 2010;87:1053-6.
 41. Chua SY, Sabanayagam C, Cheung YB, et al. Age of onset of myopia predicts risk of high myopia in later childhood in myopic Singapore children. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2016 Jul; 36(4):388-94.
 42. Olusanya BA, Ugalahi MO, Ogunleye OT, et al. Refractive errors among children attending a tertiary eye facility in Jbadan, Nigeria: highlighting the need for school eye health programs. *Ann Ib Postgrad Med.* 2019 Jun;17(1):49-59.
 43. Kaur G, Thomas S, Jindal M, et al. Visual Function and Ocular Status in Children with Disabilities in Special Schools of Northern India. *J Clin Diagn Res.* 2016;Oct;10(10):NC01-NC04.
 44. Bromhan NR, Woodhouse JM, Cregg M, et al. Heart defects and ocular anomalies in children with Down's syndrome. *Br J Ophthalmol.* 2002;86:1367-8.
 45. Ciner EB, Kulp MT, Maguire MG, Pistilli M, Candy TR, Moore B, Ying GS, Quinn G, Orlansky G, Cyert L; Vision In Preschoolers - Hyperopia In Preschoolers (VIP-HIP) Study Group Writing Committee. Visual Function of Moderately Hyperopic 4- and 5-Year-Old Children in the Vision in Preschoolers - Hyperopia in Preschoolers Study. *Am J Ophthalmol.* 2016 Oct;170:143-152.
 46. Jiang X, Tarczy-Hornoch K, Stram D, et al. Population-Based Pediatric Eye Disease Study Consortium. Prevalence, Characteristics, and Risk Factors of Moderate or High Hyperopia among Multiethnic Children 6 to 72 Months of Age: A Pooled Analysis of Individual Participant Data. *Ophthalmology.* 2019 Jul;126(7):989-999.
 47. Stone RA, Wilson LB, Ying GS, et al. Associations between childhood refraction and parental smoking. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2006 Oct; 47(10):4277-87.
 48. Omar R, Wan Abdul W MH, Knight VF. Status of visual impairment among indigenous (Orang Asli) school children in Malaysia. *BMC Public Health.* 2019 Jun 13;19(Suppl 4):543.
 49. Hashemi H, Yekta A, Nabovati P, et al. The prevalence of refractive errors in 5-15 year-old population of two underserved rural areas of Iran. *J Curr Ophthalmol.* 2017 May 29;30(3):250-254.
 50. Liu T, Thibos LN. Variation of axial and oblique astigmatism with accommodation across the visual field. *J Vis.* 2017 Mar 1;17(3):24.

51. Wajuihian SO. Characteristics of astigmatism in Black South African high school children. *Afr Health Sci*. 2017 Dec;17(4):1160-1171.
52. Wang J, Cheng Q E, Fu X, et al. Astigmatism in school students of eastern China: prevalence, type, severity and associated risk factors. *BMC Ophthalmol*. 2020 Apr 19;20(1):155.
53. Hashemi H, Asharlous A, Khabazkhoob M, et al. The profile of astigmatism in 6-12-year-old children in Iran. *J Optom*. 2021 Jan-Mar;14(1):58-68.
54. Li L, Qi Y, Shi W, Wang Y, Liu W, Hu M. A Meta-Analysis for Association of Maternal Smoking with Childhood Refractive Error and Amblyopia. *J Ophthalmol*. 2016;2016:8263832.
55. <https://www.aao.org/disease-review/types-of-amblyopia>.
56. American Academy of Ophthalmology Pediatric Ophthalmology/Strabismus Panel. Preferred Practice Pattern Guidelines. Amblyopia. San Francisco, CA: *Ame Acad Ophthalmol*. 2012. Available at: www.aao.org/ppp.
57. Poon B, Hertzman C, Holley P, et al. Human Early Learning Partnership. University of British Columbia; 2012. BC early childhood vision screening program. Final evaluation report. Available at: <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/health/managing-your-health/women-children-maternal-health/bc-early-childhood-vision-screening-program.pdf>.
58. Akpe BA, Abadom EG, Omoti EA. Prevalence of amblyopia in primary school pupils in Benin City, Edo State, Nigeria. *Afr J Med Health Sci*. 2015;14:110-114.
59. Elsahn M. International vision screening: results from Alexandria, Egypt. *Curr Ophthalmol Rep*. 2014;2(4):137-141.
60. Chen AM, Cotter SA. The amblyopia treatment studies: implications for clinical practice. *Adv Ophthalmol Optom*. 2016;1(1):287-305.