

Por qué la miopía importa

Annegret Dahlmann-Noor.

Instituto Nacional de Investigación de Salud
Moorfields Biomedical Research Centre

Introducción

Nuestra percepción de la miopía está cambiando. Aunque durante muchos años se ha considerado un mero inconveniente, actualmente hay cada vez más reconocimiento de que la miopía puede desembocar en enfermedades que amenazan la salud visual en edad adulta. Por toda Europa, y de hecho por todo el mundo, los niños comienzan a desarrollar miopía cada vez a una edad más temprana, y en muchos de estos niños y adolescentes, progresa a mayor velocidad de lo que lo hacía. Una aparición cada vez más precoz y una progresión cada vez más rápida implican un mayor número de adultos miopes, con una miopía más grave, lo cual lleva a un mayor riesgo de complicaciones que amenazan la salud visual.

Este artículo repasa nuestro conocimiento actual de los factores que han desembocado en este aumento en la prevalencia y en la gravedad de la miopía, y el coste que supondrá tanto para las personas como para los sistemas de sanidad europeos.

Miopía al alza

Los profesionales del cuidado de la visión están observando un aumento en el número de niños y jóvenes con miopía. Mientras que la razón predominante por la que se prescriben gafas a los niños en un entorno de hospital sigue siendo la hipermetropía, se ha producido un innegable aumento en graduaciones miopes¹. En Europa, parece que en la actualidad la miopía aparece a una edad cada vez más temprana y progresa a mayor velocidad. En Reino Unido, la prevalencia se ha duplicado en los últimos 50 años. Actualmente, el 1,9% de niños de 6 años, del 10% al 16% de niños de 12 a 13 años y el 28% de los niños de 15 y 16 años tienen miopía². Estas cifras son parecidas en toda Europa: En Países Bajos, el 2,4% de los niños de 6 años son miopes³. En Francia, se ha observado una prevalencia de miopía de un 19,6% en niños de hasta 9 años, y de un 42,7% en niños de entre 10 y 19 años⁴. En Dinamarca, la prevalencia en adolescentes con una media de edad de 15,4 años es de 17,9%⁵.

Los estudios epidemiológicos realizados en población adulta también reflejan esta tendencia (véase la *Figura 1*)⁶. Lejos de ser una enfermedad rara, la miopía es muy común, especialmente en jóvenes adultos. En Europa, el 30,6% de las personas entre 25 y 90 años tiene miopía, con una prevalencia aún mayor de 47,2% en personas de entre 25 y 29 años⁷. Mientras

que estas tasas de prevalencia no son tan altas como las de Asia Oriental, donde entre el 80 y 90% de los jóvenes adultos son miopes, se ha observado la tendencia alcista por todo el mundo. Como resultado de esta tendencia, la OMS recoge el error de refracción como enfermedad ocular prioritaria⁸, reconociendo que para 2050 la mitad de la población mundial podrá tener miopía⁹ (*Figura 1*).

Miopía y pérdida de visión

Con el aumento en la prevalencia de la miopía, que incluye también el aumento de la prevalencia de la alta miopía, el número de personas que sufren pérdida de visión permanente por complicaciones en edad adulta o tercera edad también está en aumento. La miopía aumenta el riesgo de sufrir una pérdida de visión permanente por desprendimiento de retina, degeneración macular miópica y por neuropatía óptica. Este riesgo aumenta en función del grado de miopía. Por ejemplo, en Países Bajos, se ha observado que las personas con más de -6.00 dioptrías tienen un 39% de riesgo de pérdida de visión permanente a los 75 años de edad¹⁰.

En 2013, el estudio realizado por la base de datos nacional de oftalmología del Reino Unido (*National Ophthalmology Database*) sobre cirugía vitreoretiniana descubrió que la mitad de las 12.000 intervenciones vitreoretinianas anuales fueron por desgarros de retina o desprendimiento de retina regmatógeno (desprendimientos causados por roturas en la retina), que suelen ser complicaciones derivadas de la miopía¹¹. Más recientemente, en Países Bajos se ha observado un aumento anual en reparaciones por desprendimiento de retina como reflejo del alza en la prevalencia de la miopía¹².

Ya en 1998, en el Estudio de Róterdam (*Rotterdam Study*) se informó de que la degeneración macular era la principal causa de deterioro visual en personas menores de 75 años¹³. Según el Instituto Nacional de Excelencia Clínica (*National Institute for Clinical Excellence*) del Reino Unido, 200.000 personas allí sufren miopía patológica, lo que supone alrededor del 0,3% de la población¹⁴. Mientras que se desconoce cuántas personas puede que desarrollen neovascularización coroidea, de entre los que sí desarrollan maculopatía miópica en un ojo, el 30% desarrollará en el otro ojo neovascularización en un plazo de 8 años¹⁴. En Rusia, la prevalencia de la maculopatía miópica es del 1,3%, con una discapacidad visual asociada de moderada a grave o ceguera asociada en un 47%¹⁵. En Francia, en un entorno clínico, se ha percibido maculopatía miópica en el 4,27% de pacientes con miopía superior a -10 dioptrías, y en el 0,5% de los pacientes con miopía entre -6 y -10D, lo que conlleva una prevalencia de la discapacidad visual certificable/ceguera en 10,1% de los que presentan una miopía superior a -10D¹⁶. A partir de los 60 años de edad, la prevalencia de la ceguera o de la discapacidad visual fue del 25,71% y del 9,75%, respectivamente, en estos dos grupos¹⁶.

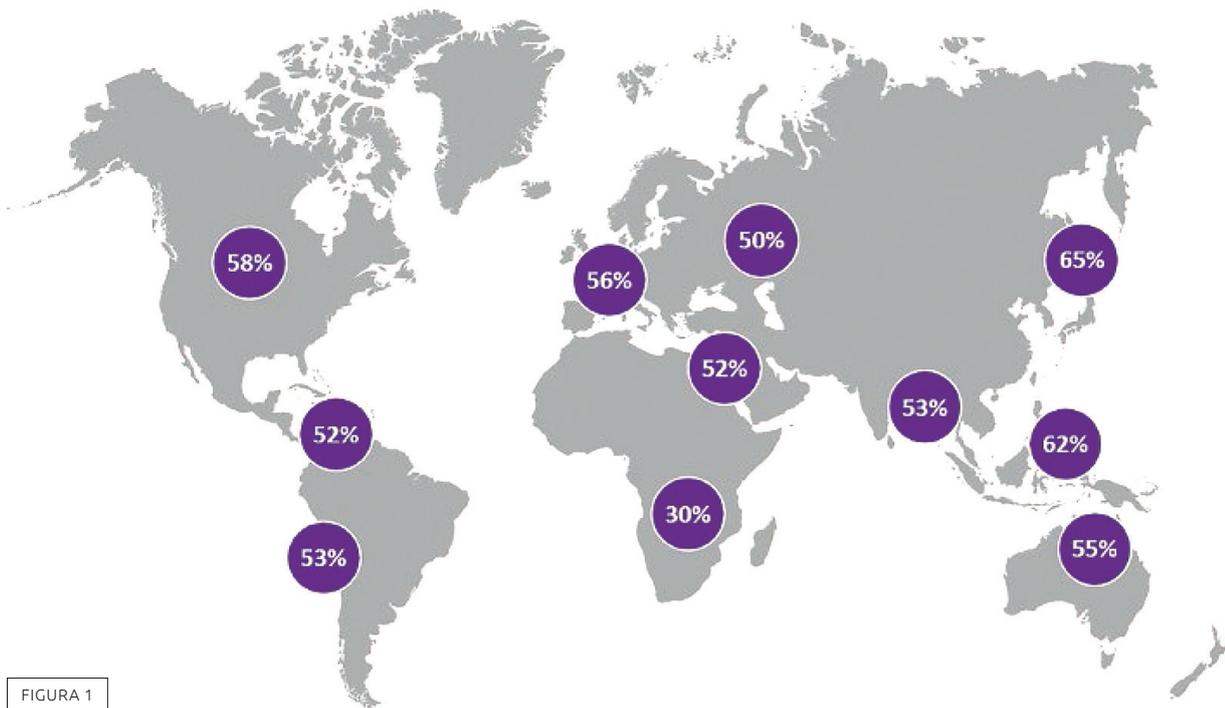


FIGURA 1

Para 2050, se predice que el 50% de la población mundial será miope

Por desgracia, la mayoría de los registros nacionales de pérdida de visión no distinguen entre degeneración macular por edad o por miopía, y tampoco recogen los datos sobre los errores de refracción en el momento en que se certifica la discapacidad visual. Por lo tanto, las cifras de pérdida de visión por miopía suelen ser una estimación. Los modelos mundiales indicaron que, en 2018, el 32% de las discapacidades visuales de moderadas a graves y el 47% de la ceguera se asociaron a la miopía, con una estimación de aumento al 35% y al 61%, respectivamente, para el año 2050¹⁷. En Europa occidental, entre el 2000 y el 2050, se estima que la prevalencia estandarizada por grupos de edad del deterioro visual asociado con la maculopatía miópica en todos los grupos de edad aumentará de 0,01 a 0,05%, y la prevalencia de la ceguera de 0,002 a 0,012%¹⁸.

Impacto de la miopía

Desde su aparición, la miopía supone un coste, sufragado ya sea por los padres o tutores legales de los niños o por los sistemas sanitarios. En edad adulta, siguen necesitando utilizar gafas o lentes de contacto, aunque algunos optan por la cirugía refractiva. No obstante, costes aún mayores se asocian a las complicaciones patológicas y a sus tratamientos, así como a la pérdida de visión irreversible y a su impacto en la productividad y en la calidad de vida. El servicio nacional de salud del Reino Unido (NHS, por sus siglas en inglés) actualmente gasta 3.000 millones de libras al año (unos 3.500 millones de euros) en cuidados de la visión y el coste de la pérdida de visión es de 15.800

millones de libras al año (alrededor de 18.300 millones de euros); no se disponen de los datos específicos de los costes asociados a la miopía¹⁹.

A nivel mundial, en 2015, la potencial pérdida de productividad que provoca la degeneración macular miópica se estimó en 6.000 millones de dólares (aproximadamente 5.000 millones de euros)²⁰. También a nivel mundial, en 2018 en concreto, los costes de productividad y seguridad social asociados a la miopía superaron los 670.000 millones de dólares (unos

EN EUROPA LA MIOPÍA SE SUELE DESARROLLAR DESPUÉS DE LOS 6 AÑOS Y COMO NI LA MIOPÍA PARENTAL NI LA REFRACCIÓN DEL NIÑO SE EVALÚAN DE FORMA RUTINARIA, LOS PROGRAMAS ACTUALES DE EXPLORACIÓN VISUAL NO SON CAPACES DE IDENTIFICAR A LOS NIÑOS EN RIESGO DE DESARROLLAR MIOPÍA.

560.000 millones de euros) y se estimó un aumento hasta 1.7 billones de dólares (1.42 billones de euros), superando estos costes a los de las insuficiencias cardíacas, el cáncer de pulmón o el cáncer de mama¹⁷.

Desarrollo de la miopía

La causa principal de la forma común de miopía, con su aparición y progresión durante la infancia y la



FIGURA 2

Un aumento en el tiempo que pasamos en sitios cerrados y el uso de dispositivos electrónicos pueden contribuir al aumento en la prevalencia de la miopía infantil

➤ **adolescencia**, es el crecimiento gradual del ojo. Este crecimiento ocurre a partir del crecimiento normal del ojo desde el nacimiento hasta alrededor de los 7 años, cuando la longitud del ojo aumenta de alrededor de 16-18 mm a 22 mm, con el aumento más rápido durante los primeros 2 años de vida^{21,22}. Mientras que la tasa de crecimiento solía ralentizarse durante la infancia y la adolescencia, una minoría considerable de niños ahora sufre un crecimiento axial bastante rápido lo cual deriva en miopía^{23,24}. Lo que provoca este crecimiento axial son tanto los niños de padres miopes tienen un mayor riesgo de desarrollar miopía, al igual que aquellos niños que apenas pasan tiempo al aire libre y pasan mucho tiempo realizando actividades que requieren ver de cerca factores genéticos como los medioambientales. Los niños de padres miopes tienen un mayor riesgo de desarrollar miopía, al igual que aquellos niños que apenas pasan tiempo al aire libre y pasan mucho tiempo realizando actividades que requieren ver de cerca. Algunos estudios epidemiológicos también observaron que los niños en familias de nivel socioeconómico medio-bajo presentan un mayor riesgo³. Los niños con miopía tienden a pasar menos tiempo al aire libre que sus homólogos con visión normal, y la falta de luz solar unida a un estilo de vida cada vez más urbano es un factor medioambiental de riesgo clave para la

aparición temprana de la miopía^{3,25,26}. La luz solar tiene una intensidad mayor que cualquier luz artificial, y el hecho de que la luz entre a la retina, libera neuroquímicos como la dopamina. En modelos animales, la liberación de dopamina activa una vía de transducción de señales desde la retina hasta la esclerótica, lo cual ralentiza el crecimiento del ojo^{27,28}. En humanos, a partir de estudios de asociación del genoma completo se han identificado múltiples variantes genéticas asociadas con la miopía que son dependientes de la luz y relacionadas con el ciclo celular y vías de crecimiento, señalando la esencial importancia de la luz ambiente en el desarrollo de la miopía²⁹.

Causas de la miopía

Aquellos que fueron niños en los años 70 seguramente recordarán pasar las tardes al aire libre, con sus amigos y sin ningún o casi ningún adulto supervisando. Desde entonces, la infancia ha pasado a estar bastante más estructurada, con actividades extraescolares dirigidas por adultos, muchas de las cuales ocurren en interior. Muchas escuelas han vendido sus patios de recreo a inmobiliarias. Las encuestas del Reino Unido indican que los niños de hoy en día pasan 68 minutos al día al aire libre o haciendo deporte, incluidos deportes en interior³⁰. Los niños de minorías étnicas o que

pertenecen a comunidades con un nivel socioeconómico medio-bajo pasan menos tiempo al aire libre que sus homólogos de niveles altos, con un 7% de ellos pasando tiempo en zonas verdes y espacios naturales menos de una vez al mes³¹. No obstante, se asocia el acceso a espacios verdes en zonas urbanas con una reducción en la prevalencia del uso de gafas en niños, tal y como se observó en Barcelona (España)³².

Además de la ausencia de tiempo al aire libre, se considera que el aumento de las actividades que requieren visión de cerca y las actividades escolares son un factor medioambiental de riesgo adicional para el desarrollo de la miopía, pese a que la relación causal en este caso es menos clara^{26,35,6}. La presión educativa ha aumentado y muchos padres invierten en actividades extraescolares o ludotecas en supermercados, centros comerciales o en las mismas calles. Asimismo, algunos niños también dan clases adicionales para adquirir conocimientos y competencias extracurriculares. Los dispositivos electrónicos, que cada vez los hacen más pequeños, se han introducido en el mercado de masas, y el aumento en la prevalencia de la miopía se corresponde con el aumento en el uso de dispositivos electrónicos interactivos. En el Reino Unido, los niños y los jóvenes de entre 5 y 15 años pasan una media de dos horas al día en internet y dos horas viendo la televisión³⁶. Los niños utilizan los medios electrónicos para estar en contacto con sus amigos, para jugar a videojuegos y para otras actividades de ocio³⁷. Dos tercios de los jóvenes de entre 12 y 15 años utilizan su móvil en la cama, y un tercio puede tener acceso a una tableta en la cama³⁶. El uso de pantallas por parte de los niños en el Reino Unido ocupa el segundo puesto a nivel mundial, con 44 horas a la semana³³. Para cuando tengan 7 años, ya habrán pasado el doble de tiempo mirando a una pantalla (4 horas al día) que jugando al aire libre (2 horas al día)^{38,39}. Al mismo tiempo, como pasan más tiempo delante de una pantalla, los niños y jóvenes pasan menos tiempo al aire libre y haciendo deporte³⁴ (Figura 2). En la actualidad, los *smartphones* están disponibles para la mayoría⁴⁰, y el aumento en el uso de los datos en los *smartphones* se asocia con la miopía⁴¹. El alza de los dispositivos electrónicos y la falta de actividades al aire libre no solo están relacionados con la miopía, sino que también están relacionados con problemas de sueño y con el aumento de los niveles de ansiedad y obesidad, especialmente en grupos de minorías étnicas y de comunidades desfavorecidas^{39,42,43}.

Miopía: ¿una enfermedad evitable?

Si a nivel poblacional la causa principal de la miopía son los factores medioambientales, ¿se podría evitar en cada uno de los niños? Este problema tiene dos partes: identificar quiénes están en riesgo y tomar acciones preventivas.

Dentro de los factores predictivos identificables se incluyen la miopía parental y una mayor longitud axial y menor error de refracción que sus homólogos de

su misma edad^{44,45}. Sin embargo, estos factores no se evalúan en los programas de exploración visual actuales. Mientras que la exploración visual está disponible en muchos países y regiones europeas, todavía sigue habiendo variaciones en los presupuestos, los grupos de edad objetivo y las pruebas utilizadas⁴⁶. Muchos de ellos están relacionados con otras actividades de salud pública para evaluar la salud infantil. El foco está siempre puesto en detectar la agudeza visual reducida, normalmente en los niños que están a punto de entrar al colegio, ya que son lo suficientemente mayores como para cooperar en la evaluación de optotipos llevada a cabo por los examinadores. Sin embargo, al igual que en Europa, la miopía se suele desarrollar después de los seis años y, como ni la miopía parental ni la refracción del niño se evalúan de forma rutinaria, los programas actuales de exploración visual no son capaces de identificar a los niños en riesgo de desarrollar miopía.

En algunos países o regiones europeas, los exámenes oculares para niños llevados a cabo por profesionales del cuidado de la visión puede que sean gratuitos, si los cubre el programa de salud pública nacional. Los profesionales del cuidado de la visión locales son el primer punto al que los padres, tutores o profesores

CON EL AUMENTO EN LA PREVALENCIA DE LA MIOPIA, QUE INCLUYE TAMBIÉN EL AUMENTO DE LA PREVALENCIA DE LA ALTA MIOPIA, EL NÚMERO DE PERSONAS QUE SUFREN PÉRDIDA DE VISIÓN PERMANENTE POR COMPLICACIONES EN EDAD ADULTA O TERCERA EDAD TAMBIÉN ESTÁ EN AUMENTO.

recurren cuando están preocupados por la vista de un niño. Sin embargo, los padres o tutores de las comunidades que se perciben como «de difícil alcance», es decir, minorías étnicas y grupos de nivel socioeconómico bajo, pueden no ser conscientes de la disponibilidad de estos servicios o pueden ser reacios a interactuar con ellos, debido a las barreras lingüísticas y culturales. En general, los padres suelen tender a no ser conscientes de las complicaciones de la miopía en edad avanzada⁴⁷, y por tanto no buscan asesoramiento hasta que el niño manifiesta claramente que tiene problemas al ver de lejos. La educación sobre salud ocular en los colegios, proporcionada como parte de la educación general o mediante campañas locales como la de «Eye Heroes», pueden ayudar a difundir la información entre las comunidades^{48,49}.

La segunda parte del problema es cómo evitar o retrasar la aparición de la miopía en aquellos que estén en riesgo. Los ensayos clínicos en Asia Oriental han



FIGURA 3

Los factores predictivos de la miopía infantil, entre los que se incluye el estado refractivo, no suelen evaluarse en los programas de exploración visual actuales

➤ mostrado que la aparición de la miopía se puede retrasar si los niños pasaran más tiempo al aire libre, pese a que el efecto en la progresión de la miopía es pequeño^{50,51,35}. A partir de estos ensayos nació la re-

LOS NIÑOS DE PADRES MIOPEs TIENEN UN MAYOR RIESGO DE DESARROLLAR MIOPIÁ, AL IGUAL QUE AQUELLOS NIÑOS QUE APENAS PASAN TIEMPO AL AIRE LIBRE Y PASAN MUCHO TIEMPO REALIZANDO ACTIVIDADES QUE REQUIEREN VER DE CERCA.

comendación de pasar alrededor de 1,5 horas al día al aire libre, tal y como sugería el programa del ensayo realizado en una clase cuyo objetivo era pasar el recreo al aire libre denominado ROCT711 (por sus siglas en inglés, *Recess Outside Classroom Trial 711*), ya que tras siete días, la cifra ascendía a 11 horas⁵⁰. Se calculó a partir de un metaanálisis que cada hora adicional al aire libre a la semana se asocia con una reducción del 2% en el riesgo de aparición de miopía⁵². Pese a

que todavía faltan pruebas sólidas sobre el efecto terapéutico de la luz natural en niños europeos, es una recomendación general que los niños deberían pasar más tiempo al aire libre⁵³. Algunos profesionales del cuidado de la visión recomiendan realizar descansos oculares cuando se trabaja de forma prolongada la vista de cerca. Para ello, se sigue la «regla 20-20-20»: descansa los ojos durante 20 segundos mirando a algo situado a 20 pies (6 metros) cada 20 minutos de trabajo de vista de cerca. Esta norma se desarrolló originalmente para el Síndrome Visual Informático, también conocido como fatiga visual digital⁵⁴.

Por ahora, no se ha probado ningún otro tipo de acción más allá de «pasar más tiempo al aire libre» en niños premiopes. Puede que pase un tiempo hasta que la pregunta ética de si una intervención que potencialmente puede provocar problemas (visión borrosa de cerca, sensibilidad lumínica tras una acción farmacológica y la rara pero grave complicación de la queratitis por el uso de lentes de contacto) es justificable en niños que no tienen todavía la enfermedad desarrollada.

Conclusiones

Ya no se puede seguir considerando a la miopía como un mero inconveniente. El aumento en la prevalencia

y en la gravedad supondrán un lastre cada vez mayor a la calidad de vida de las personas miopes y provocarán un aumento en los costes sanitarios tanto a nivel individual como a nivel de los sistemas sanitarios por toda Europa. Una detección temprana de los factores predictivos puede permitir a las familias retrasar la aparición de la miopía, si realizan actividades al aire libre. A medida que aumentan las pruebas del lastre que supone esta enfermedad para las personas y para la sociedad y surgen las acciones clínicas de bajo riesgo, puede que la identificación de niños en riesgo de desarrollar miopía y las opciones de control preventivas se conviertan en aceptables desde un punto de vista ético. 

Referencias

1. Wong K, Dahlmann-Noor A. Myopia and its progression in children in London, UK: a retrospective evaluation. *Journal of Optometry* 2020; 13:146–54. doi:10.1016/j.optom.2019.06.002
2. McCullough SJ, O'Donoghue L, Saunders KJ. Six Year Refractive Change among White Children and Young Adults: Evidence for Significant Increase in Myopia among White UK Children. *PLoS ONE* 2016; 11. doi:10.1371/journal.pone.0146332.
3. Tideman JWL, Polling JR, Jaddoe VWV, et al. Environmental Risk Factors Can Reduce Axial Length Elongation and Myopia Incidence in 6- to 9-Year-Old Children. *Ophthalmology* 2019; 126:127–36. doi:10.1016/j.ophtha.2018.06.029
4. Matamoros E, Ingrand P, Pelen F, et al. Prevalence of Myopia in France. *Medicine (United States)* 2015; 94:e1976. doi:10.1097/MD.0000000000001976.
5. Lundberg K, Suhr Thykjær A, Søgaard Hansen R, et al. Physical activity and myopia in Danish children—The CHAMPS Eye Study. *Acta Ophthalmologica* 2018; 96:134–41. doi:10.1111/aos.13513
6. Williams KM, Bertelsen G, Cumberland P, et al. Increasing Prevalence of Myopia in Europe and the Impact of Education. *Ophthalmology* 2015; 122:1489–97. doi:10.1016/j.ophtha.2015.03.018.
7. Williams KM, Verhoeven VJM, Cumberland P, et al. Prevalence of refractive error in Europe: The European Eye Epidemiology (E3) Consortium. *European Journal of Epidemiology* 2015; 30:305–15. doi: 10.1007/s10654-015-0010-0.
8. WHO. The impact of myopia and high myopia. In: Joint World Health Organization - Brien Holden Vision Institute (WHO-BHVI) Global Scientific Meeting on Myopia Sydney, Australia. 2015.
9. Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, et al. Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology* 2016; 123:1036–42. doi:10.1016/j.ophtha.2016.01.006.
10. Tideman JWL, Snabel MCC, Tedja MS, et al. Association of axial length with risk of uncorrectable visual impairment for europeans with myopia. *JAMA Ophthalmology* 2016; 134:1355–63. doi:10.1001/jamaophthalmol.2016.4009.
11. Jackson TL, Donachie PHJ, Sparrow JM, et al. United Kingdom National Ophthalmology Database Study of Vitreoretinal Surgery: Report 1; Case mix, complications, and cataract. *Eye (Basingstoke)* 2013; 27:644–51. doi:10.1038/eye.2013.12.
12. van Leeuwen R, Haarman AEG, van de Put MAJ, et al. Association of Rhegmatogenous Retinal Detachment Incidence With Myopia Prevalence in the Netherlands. *JAMA Ophthalmology*. Published Online First: 25 November 2020. doi:10.1001/jamaophthalmol.2020.5114.
13. Klaver CCW, Wolfs RCW, Vingerling JR, et al. Age-specific prevalence and causes of blindness and visual impairment in an older population: The Rotterdam study. *Archives of Ophthalmology* 1998; 116:653–8. doi:10.1001/archophth.116.5.653.
14. Appendix B National Institute for Health and Care Excellence Final scope for the appraisal of ranibizumab for the treatment of choroidal neovascularization associated with pathological myopia. 2013.
15. Bikbov MM, Gilmanshin TR, Kazakbaeva GM, et al. Prevalence of Myopic Maculopathy Among Adults in a Russian Population. *JAMA network open* 2020; 3:e200567. doi:10.1001/jamanetworkopen.2020.0567.
16. Leveziel N, Marillet S, Dufour Q, et al. Prevalence of macular complications related to myopia – Results of a multicenter evaluation of myopic patients in eye clinics in France. *Acta Ophthalmologica* 2020; 98:e245–51. doi:10.1111/aos.14246.
17. Predicting Costs and Disability from the Myopia Epidemic – A Worldwide Economic and Social Model. | IOVS | ARVO Journals. <https://iovs.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2744765> (accessed 28 Nov 2020).
18. 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. *British Journal of Ophthalmology* 2018; 102:855–62. doi:10.1136/bjophthalmol-2017-311266.
19. Pezzullo L, Streatfeild J, Simkiss P, et al. The economic impact of sight loss and blindness in the UK adult population. *BMC Health Services Research* 2018; 18. doi:10.1186/s12913-018-2836-0
20. Naidoo KS, Fricke TR, Frick KD, et al. Potential Lost Productivity Resulting from the Global Burden of Myopia: Systematic Review, Meta-analysis, and Modeling. *Ophthalmology* 2019; 126:338–46. doi:10.1016/j.ophtha.2018.10.029.
21. Goldschmidt E. Refraction in the Newborn. *Acta Ophthalmologica* 1969; 47:570–8. doi:10.1111/j.1755-3768.1969.tb08143.x
22. Mutti DO, Sinnott LT, Lynn Mitchell G, et al. Ocular Component Development during Infancy and Early Childhood. *Optometry and Vision Science* 2018; 95:976–85. doi:10.1097/OPX.0000000000001296.
23. Tideman JWL, Polling JR, Vingerling JR, et al. Axial length growth and the risk of developing myopia in European children. *Acta Ophthalmologica* 2018; 96:301–9. doi:10.1111/aos.13603.
24. McCullough S, Adamson G, Breslin KMM, et al. Axial growth and refractive change in white European children and young adults: predictive factors for myopia. 

-  *Scientific Reports* 2020;10. doi:10.1038/s41598-020-72240-y.
25. Guggenheim JA, Northstone K, McMahon G, et al. Time outdoors and physical activity as predictors of incident myopia in childhood: A prospective cohort study. *Investigative Ophthalmology and Visual Science* 2012; 53:2856–65. doi:10.1167/iovs.11-9091.
 26. Morgan IG, French AN, Ashby RS, et al. The epidemics of myopia: Aetiology and prevention. *Progress in Retinal and Eye Research*. 2018; 62:134–49. doi:10.1016/j.preteyeres.2017.09.004.
 27. Zhou X, Pardue MT, Iuvone PM, et al. Dopamine signaling and myopia development: What are the key challenges. *Progress in Retinal and Eye Research*. 2017; 61:60–71. doi:10.1016/j.preteyeres.2017.06.003.
 28. Troilo D, Smith EL, Nickla DL, et al. Imi – Report on experimental models of emmetropization and myopia. *Investigative Ophthalmology and Visual Science* 2019; 60:M31–88. doi:10.1167/iovs.18-25967.
 29. Tedja MS, Wojciechowski R, Hysi PG, et al. Genome-wide association meta-analysis highlights light-induced signaling as a driver for refractive error. *Nature Genetics* 2018;50:834–48. doi:10.1038/s41588-018-0127-7.
 30. Office_for_National_Statistics. Children's engagement with the outdoors and sports activities. <https://www.ons.gov.uk/peoplepopulationandcommunity/wellbeing/datasets/2018>.
 31. Monitor of Engagement with the Natural Environment The national survey on people and the natural environment Children and Young People report-of-engagement-with-the-natural-environment-survey-purpose-and-results. 2019. <https://www.gov.uk/government/collections/monitor> (accessed 30 Nov 2020).
 32. Dadvand P, Sunyer J, Alvarez-Pedrerol M, et al. Green spaces and spectacles use in schoolchildren in Barcelona. *Environmental Research* 2017; 152:256–62. doi:10.1016/j.envres.2016.10.026
 33. Check Out the Best Countries for Child Online Safety | DQ Institute. <https://www.dqinstitute.org/child-online-safety-index/> (accessed 30 Nov 2020).
 34. Media use increases while outdoor time decreases among older children | Nature of Americans. <https://natureofamericans.org/findings/viz/media-use-increases-while-outdoor-time-decreases-among-older-children> (accessed 30 Nov 2020).
 35. Wildsoet CF, Chia A, Cho P, et al. IMI – Interventions myopia institute: Interventions for controlling myopia onset and progression report. *Investigative Ophthalmology and Visual Science* 2019; 60:M106–31. doi:10.1167/iovs.18-25958.
 36. Making sense of media. 2019.
 37. Dr FB, Klemra E, Chester K, et al. HBSCEngland National Report 2018 | 3. www.hbscengland.org, 2020.
 38. Children spend twice as long looking at screens than playing outside, study finds | The Independent. <https://www.independent.co.uk/life-style/children-screens-play-outside-computer-phone-time-healthy-games-a8603411.html> (accessed 14 May 2020).
 39. Perkins C, DeSousa E. Trends in childhood height and weight, and socioeconomic inequalities. *The Lancet Public Health*. 2018;3:e160–1. doi:10.1016/S2468-2667(18)30050-1.
 40. Poushter J. Smartphone Ownership and Internet Usage Continues to Climb in Emerging Economies | Pew Research Center. <http://www.pewglobal.org/2016/02/22/smartphone-ownership-and-internet-usage-continues-to-climb-in-emerging-economies/> (accessed 15 May 2020).
 41. McCrann S, Loughman J, Butler JS, et al. Smartphone use as a possible risk factor for myopia. *Clinical and Experimental Optometry Published Online First*: 2020. doi:10.1111/cox.13092.
 42. Mental Health of Children and Young People in England, 2017 [PAS]- NHS Digital. <https://digital.nhs.uk/data-and-information/publications/statistical/mental-health-of-children-and-young-people-in-england/2017/2017> (accessed 22 May 2020).
 43. Anujoo KO, Vrijkotte TGM, Stronks K, et al. Ethnic differences in sleep duration at 5 years, and its relationship with overweight and blood pressure. *The European Journal of Public Health*; 26:1001–6. doi:10.1093/eurpub/ckw084.
 44. Sheppard AL, Wolffsohn JS. Digital eye strain: Prevalence, measurement and amelioration. *BMJ Open Ophthalmology*. 2018; 3. doi:10.1136/bmjophth-2018-000146.
 45. Anshel JR. Visual ergonomics in the workplace. *AAOHN journal : official journal of the American Association of Occupational Health Nurses*. 2007;55:414–20. doi:10.1177/216507990705501004.
 46. Sloot F, Hoeve HLJ, de Kroon MLA, et al. Inventory of current EU paediatric vision and hearing screening programmes. *Journal of Medical Screening*. 2015; 22:55–64. doi:10.1177/0969141315572403.
 47. McCrann S, Flitcroft I, Lalor K, et al. Parental attitudes to myopia: a key agent of change for myopia control? *Ophthalmic and Physiological Optics*, 2018; 38:298–308. doi:10.1111/opo.12455.
 48. Chang LC, Guo JL, Liao LL, et al. A coalition partnership of vision health through a health-promoting school program for primary school students in Taiwan. *Global Health Promotion* 2017; 24:23–31. doi:10.1177/1757975915595347.
 49. Y S, M R, A R B, et al. Eye Heroes: A Model of Raising Awareness about Eye Health by Training Children to Be Eye Health Champions. *Journal of Community Medicine & Health Education* 2018; 08:1–5. doi:10.4172/2161-0711.1000639.
 50. 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– doi:10.1016/j.ophtha.2017.12.011.
 51. 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 - Journal of the American Medical Association* 2015; 314:1142–8. doi:10.1001/jama.2015.10803.
 52. Sherwin JC, Reacher MH, Keogh RH, et al. The association between time spent outdoors and myopia in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology* 2012; 119:2141–51. doi:10.1016/j.ophtha.2012.04.020.
 53. VisionUK. Myopia management consensus. 2018.
 54. Computer vision syndrome | AOA. <https://www.aoa.org/healthy-eyes/eye-and-vision-conditions/computer-vision-syndrome?ss=y> (accessed 18 Dec 2020).