



ARTÍCULO DE REVISIÓN

Prevalencia y factores asociados a miopía en jóvenes



Diana V. Rey-Rodríguez^{a,*}, Cristina Álvarez-Peregrina^b y José Moreno-Montoya^c

^a Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia

^b Universidad Europea de Madrid, España

^c Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia

Recibido el 19 de abril de 2016; aceptado el 30 de junio de 2016

Disponible en Internet el 4 de agosto de 2016

PALABRAS CLAVE

Miopía;
Progresión;
Factores de riesgo;
Adulto;
Joven

KEYWORDS

Myopia;
Progression;
Risk factors;
Adult;
Young

Resumen La prevalencia de miopía varía en las diferentes poblaciones del mundo y la incidencia aumenta de una forma acelerada, motivo por el cual los defectos refractivos se convierten en un problema de salud pública, con un impacto económico y social.

La progresión de la miopía puede desencadenar cambios patológicos en el globo ocular que afectan estructuras como el cristalino, la retina, la coroides y la mácula. Estos cambios degenerativos constituyen la causa más frecuente de pérdida de visión y se relacionan con un incremento en los valores refractivos, que ascienden desde la infancia hasta la adultez.

El desarrollo y progresión se relacionan con un componente genético y hereditario, sin embargo, hay una compleja interacción con factores externos, los cuales podrían explicar el incremento de casos en algunas poblaciones, en donde se perciben aumentos de urbanización y la necesidad por alcanzar altos niveles de educación. Además, otros factores ambientales como destinar mayor tiempo a actividades al aire libre puede ser un hábito favorable para evitar la aparición de la enfermedad.

© 2016 Sociedad Mexicana de Oftalmología. Publicado por Masson Doyma México S.A. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Prevalence and factors associated with myopia in young

Abstract The prevalence of myopia varies in different populations in the world and the incidence increases in an accelerated manner, why refractive defects becomes a public health problem, with an economic and social impact.

The progression of myopia can trigger pathological changes in the eyeball, affecting structures such as the lens, retina, choroid and macula. These degenerative changes are the most common cause of vision loss and are associated with an increase in refractive values that rise from childhood to adulthood.

* Autor para correspondencia: Universidad El Bosque, Dirección Av. Cra 9 N.º 131 A-02, Bogotá, Colombia. Teléfono: 6489000 ext. 1192. Correo electrónico: reydiana@unbosque.edu.co (D.V. Rey-Rodríguez).

The development and progression are related to a genetic and hereditary component, however there is a complex interaction with external factors, which could explain the increase in cases among some populations, where increased urbanization and the need is perceived to achieve high levels of education. In addition, other environmental factors such as spend more time in the outdoors can be a favorable habit to prevent the onset of disease.

© 2016 Sociedad Mexicana de Oftalmología. Published by Masson Doyma México S.A. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Los defectos refractivos son considerados la segunda causa de discapacidad visual a nivel mundial¹. Las estimaciones globales indican que aproximadamente 312 millones en el 2015 son miopes, cifra que puede ascender a 324 millones para el 2025² y a 4,758 millones para el 2050³. Geográficamente, la distribución de la miopía en el mundo varía significativamente⁴, con cifras que oscilan desde el 6.1% para Marruecos (África) hasta el 96.5% para Corea (Asia)^{1,5,6}. El contraste étnico y los hábitos de vida en poblaciones asiáticas y africanas son los potenciales factores asociados, aunque tal afirmación permanece sin elucidar completamente³.

En el este de Asia la prevalencia de miopía alcanza el 80%⁷, mientras que en Europa es inferior, con un 47.2% para el grupo entre 25 y 29 años para el año 2015⁸. En América, en poblaciones latinas como Brasil, la prevalencia en población adulta era del 29.7% para el año 2009⁹. En Estados Unidos se evidencia un incremento desmesurado de miopes, con una prevalencia que asciende del 25 al 41.6% entre las edades de 12 a 54 años para el año 2011^{1,10}.

En el reporte de los países que conforman la Red Epidemiológica Iberoamericana para la Salud Visual y Ocular, para el periodo 2009-2010, la menor prevalencia se reportó en Argentina (1.2%) y la mayor en Ecuador con un 25.2%. En Colombia, el diagnóstico de miopía en el periodo 2009-2010 fue del 21 y 22%, respectivamente, con mayor prevalencia en el grupo de 5 a 14 años, seguido del de 15 a 44 años¹¹.

Respecto a la comorbilidad, la progresión de miopía duplica el riesgo de catarata nuclear¹², glaucoma de ángulo abierto^{13,14}, maculopatía, neovascularización corioidea y desprendimiento de retina¹⁵⁻¹⁷. La miopía patológica asciende a valores de -6.00 dpt, la cual se asocia con atrofia coroidorretiniana y macular⁵: esta es una de las principales causas de ceguera irreversible³.

El propósito de esta revisión es identificar y caracterizar factores asociados que intervienen en el desarrollo y progresión de la miopía.

Métodos

Se realizó una revisión de la literatura a través de la búsqueda de artículos en las bases de datos PubMed (MEDLINE), LILACS y EMBASE, utilizando una estrategia de búsqueda con términos *medical subject headings* (MeSH) y operadores booleanos AND y OR, con la siguiente estructura: (myopia OR nearsightedness) AND (adult* OR young adult) AND (risk factor* OR progression). Se utilizaron filtros de limitación por año (10 años), estudio en humanos y adultos (>19 años)

(19-44 años) y se encontraron 488 títulos en PubMed (MEDLINE) y 515 en EMBASE. Con la estrategia de búsqueda «Miopía OR nearsightedness AND risk factor* OR progression» se encontraron 3 en LILACS con fecha de consulta agosto de 2015.

Los criterios para la valoración de los estudios se basaron en los artículos que respondían a la pregunta PICO: población (jóvenes o adultos), intervención (miopía) y desenlace (progresión).

En compañía de un par evaluador se revisaron de manera independiente los títulos y resúmenes para identificar si cumplían con los criterios de inclusión. Los desacuerdos se resolvieron por consenso. Finalizado este proceso, se seleccionaron 71 artículos de PubMed (MEDLINE), 12 artículos de EMBASE y uno de LILACS, para un total de 84 (fig. 1).

Factores asociados a la progresión de miopía

Los cambios refractivos son dinámicos en el transcurso de la vida. Los recién nacidos por su pequeña estructura anatómica presentan una hipermetropía de origen axial en la mayoría de los casos que, a medida que crece el globo ocular, puede evolucionar a miopía¹⁶. Asociaciones con factores prenatales, posnatales¹⁸, tabaquismo de los padres, peso al nacer, lactancia materna y orden de nacimiento pueden influir en el desarrollo de miopía¹⁹, sin embargo, estas condiciones aún son motivo de investigación¹⁸.

En algún momento de la infancia la mayoría de los ojos se convierten en emétopes, sin embargo, para la edad de 6 años, un valor refractivo ≤ 0.50 dpt puede ser sugestivo de miopía en la adolescencia. Durante el proceso académico en la primaria, la prevalencia de miopía se encuentra en el 13.7%, cifra que aumenta drásticamente en la secundaria (69.7%) por el cambio en el estilo de vida y el incremento de la carga escolar²⁰.

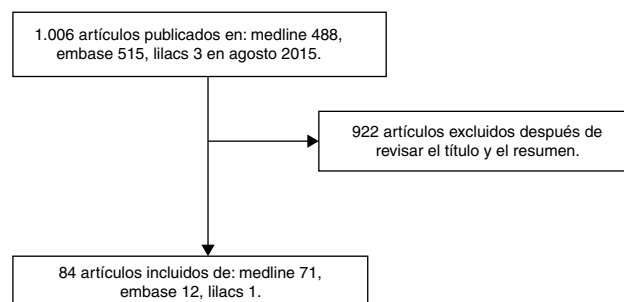


Figura 1 Diagrama de flujo para la selección de artículos.

El cambio refractivo en los adultos hacia el componente miópico se asocia de forma directa con la aparición de esclerosis nuclear¹⁶, con prevalencias que ascienden desde el 16.4% en edades entre 60 y 69 años hasta el 33.6% en edades entre 70 y 79 años²¹. Estudios en población adulta asiática entre 55 y 85 años indican una prevalencia similar del 30.1%, cifra que se relaciona con el sexo masculino y el nivel académico, con un riesgo 5.4 veces mayor en personas con nivel académico superior²².

Pese a esto, la progresión refractiva puede generar cambios patológicos que la clasifican como miopía maligna o magna. Esta condición es la primera causa de ceguera en Asia, donde ocurre en aproximadamente el 12-27%²³. Se asocia con cambios degenerativos en el polo posterior como fondo coroideo, grietas en laca, atrofas irregulares o difusas y maculopatías²⁴. Los cambios anatómicos como la retinopatía miópica ocurre en el 3.1%²⁵ y la neovascularización coroidea en el 5-10% y constituye la causa más frecuente de pérdida de visión²⁶. La maculopatía puede evidenciarse en el 40% de las miopías axiales altas, es a menudo bilateral e irreversible y con frecuencia se da en el grupo etario más productivo^{27,28}.

Herencia

Tradicionalmente factores de orden hereditario jugaban un papel exclusivo en la aparición de miopía, con 10 veces mayor riesgo cuando en el primer grado de consanguinidad prevalece la miopía²⁹, además de una alta probabilidad de ser miopes cuando los 2 padres presentan la condición, con una probabilidad entre el 33 y el 60%¹.

Estudios de gemelos han confirmado esta contribución genética en el desarrollo de miopía³⁰, con una heredabilidad entre el 50 y el 90% relacionada con el defecto refractivo y los parámetros como la longitud axial, el poder del cristalino y la curvatura de la córnea³¹.

Pese a este antecedente, algunos estudios plantean que el efecto genético se magnifica cuando se acompaña de factores exógenos como el estilo de vida, que explican hasta el 4.4% de la variación en la refracción³². En China la prevalencia en niños de 15 años es considerablemente mayor que la de los padres (78.4 vs. 19.8%). Este incremento puede ser explicado por la relación con otros factores como la limitada exposición al aire libre^{16,33,34}.

Estilos de vida

La prevalencia ha aumentado en países desarrollados, debido a la carga educativa desde el periodo escolar. Esta condición es un desafío para la comunidad científica, debido a que las cargas educativas podrían incrementar su prevalencia¹⁶. El nivel educativo se asocia con mayores ingresos y con disminución en las tasas de desempleo, lo cual genera un incremento de ciertas actividades de cerca^{16,35}.

El nivel educativo puede estar relacionado de forma desfavorable con la progresión de la miopía^{36,37}. Esta relación se ve influida por mayor trabajo de cerca y una asociación con el coeficiente intelectual³⁸. En el estudio de Gwiazda et al., con 375 madres y 252 padres, se asoció significativamente con mayores refracciones en ocupaciones administrativas y

ejecutivas, con un porcentaje de miopes del 68.87 contra un 44.60% en el grupo de ocupaciones no profesionales³⁹.

Algunos estudios en adolescentes y adultos confirman la asociación entre la puntuación de inteligencia verbal y no verbal y la presencia de miopía. La base científica que podría explicar esta asociación es la proporción del tamaño del globo ocular con respecto al tamaño del cerebro, además de un mayor interés en la lectura, lo cual podría mejorar el desarrollo de habilidades cognitivas en estos amétropes⁴⁰.

Oner et al., en una población entre 9 y 14 años, encuentran que el tiempo dedicado a la lectura y escritura se relaciona significativamente con la progresión de miopía. Esto podría estar relacionado con cambios acomodativos⁴¹ y los movimientos oculares sacádicos durante la lectura, así como la distancia de trabajo³⁷. Sin embargo, en una cohorte de seguimiento a 23 años, el tiempo dedicado a la lectura y a las actividades de cerca se relacionan con su progresión los primeros 3 años, sin predecir su valor en la edad adulta³⁴.

En una cohorte de 17.217 con un seguimiento de 2 años en adultos con una edad media de 38 años, se encontró que la exposición al uso de computador en más de 30 h/semana incrementa el riesgo de desarrollo o progresión de la miopía; sin embargo, esta es la primera evaluación longitudinal con seguimiento en adultos con niveles de educación profesional⁴².

Ambientales

Desde el 2007 varios estudios concuerdan que actividades al aire libre pueden detener la aparición de miopía^{43,44}. Sin embargo, el mecanismo causal de este beneficio aún no es claro: se cree que la vitamina D puede actuar como un biomarcador de exposición⁴⁵⁻⁴⁷. Otra hipótesis que se plantea es la liberación de dopamina a través de la radiación UV, la cual relaja los músculos oculares y disminuye el crecimiento del globo ocular; por consiguiente, la falta de estimulación a la luz natural conduciría a una elongación en la longitud axial^{6,48,49}.

Altos niveles de iluminación pueden llevar a la emetropización⁵⁰. Se estima que el nivel de iluminación en un día soleado es de aproximadamente 130.000 lux, en comparación con la iluminación en interiores que está entre 100 y 500 lux^{49,51}.

Mayor tiempo en actividades al aire libre se ha implementado en escuelas de Australia, donde gracias a esta medida, solo alrededor del 30% a los 17 años de edad desarrollaron miopía. El estudio de Wu et al. (2013) confirma este efecto favorable a través de un seguimiento a escuelas en donde implementan, durante el receso de las clases, actividades al aire libre, en comparación con un grupo control que no realizan actividades diferentes a las cotidianas. Después de un año de seguimiento se evidencia una diferencia en la incidencia de miopía de 8.41 frente a 17.65% en el grupo en el que no se realizó ninguna intervención⁵².

Jones et al. concluyen que la mayor participación semanal en deportes y actividades al aire libre en tercer grado de primaria reduce las probabilidades de generar miopía en octavo grado. En concordancia con lo anterior Guggenheim et al. (2012) corroboran una menor incidencia de desarrollo de miopía en jóvenes que realizaron actividades al aire libre durante el periodo de seguimiento por más de 5 años,

además de una relación bidireccional entre la actividad física y este defecto refractivo^{34,53}.

El seguimiento a poblaciones con los mismos niveles académicos ha señalado que las actividades al aire libre durante la primera infancia disminuyen la posibilidad de aparición de miopía en la adultez^{54,55}, sin embargo, a partir de los 20 años puede progresar la enfermedad⁵³.

En población adulta también se afirma que el tiempo al aire libre reduce la probabilidad de desarrollarla, posiblemente por los niveles de iluminación en exteriores, además de una relación directa con cambios en la longitud axial⁵⁶. Un metaanálisis propone que una hora adicional al aire libre cada día reduciría en un 2% la posibilidad de desencadenarla⁴⁴. En una cohorte de base poblacional (n = 1,344) en edades entre 19 y 22 años se presentó una relación inversa entre el desarrollo de la miopía y la exposición al sol, medida de forma objetiva a través de autofluorescencia conjuntival como biomarcador de exposición solar⁵⁷⁻⁵⁹.

Discusión

La carga económica de la miopía para los países y sus habitantes implica desde la prestación de servicios de salud visual y el suministro de dispositivos ópticos hasta intervenciones quirúrgicas, las cuales no garantizan detener la ametropía. Además, genera pérdida de productividad, independencia y reducción en la calidad de vida de los que padecen la enfermedad⁶⁰.

A pesar de destacarse una marcada preocupación en el continente asiático, el incremento de la miopía no es solo un fenómeno regional. La aparición temprana en cualquier etnia durante la infancia traerá mayores riesgos sobre su condición visual en el futuro, con un alto potencial de comorbilidades oculares irreversibles.

El desarrollo de la miopía es multifactorial, desde la interacción entre factores no modificables como la genética y la herencia, las cuales solo podrían vigilarse epidemiológicamente, hasta factores modificables relacionados con el estilo de vida, como menor tiempo en actividades al aire libre y mayor demanda visual en actividades de visión próxima. Estos hábitos inducen un incremento de miopía en algunas poblaciones con mayor urbanización y nivel académico, con tendencia al aumento de miopía hasta en un 50% para el año 2025³.

Por lo tanto, los factores modificables deben ser objeto de prevención y atención para el diagnóstico y tratamiento oportuno, con un seguimiento en la cantidad de horas destinadas a actividades en visión próxima, controlando la distancia de trabajo, la iluminación, postura y ergonomía y, finalmente, los factores ambientales, los cuales pueden ser objeto de vigilancia desde la salud ocupacional, en donde la motivación para la realización de actividades al aire libre desde la academia o en tiempo libre podrían evitar la aparición de la enfermedad.

Conclusiones

La aparición de miopía se evidencia desde el periodo infantil y rápidamente aumenta en la edad adolescente. Estos cambios afectan significativamente todos los aspectos de la vida, traen consigo un impacto económico importante,

con un tratamiento que se puede extender desde la valoración clínica por profesionales o el suministro de dispositivos ópticos hasta cirugías de mayor complejidad. Además de la relación con comorbilidades oculares como catarata, glaucoma, desprendimiento de retina y degeneración macular, las cuales podrían generar ceguera irreversible.

Por lo anterior, se hace indispensable contar con cifras epidemiológicas en diferentes poblaciones del mundo con el fin de comparar el comportamiento y las variaciones en la prevalencia de miopía, así como esclarecer la relación existente con factores intrínsecos como la herencia y extrínsecos como los estilos de vida y los factores ambientales que intervienen en este proceso de progresión. Es de gran interés la correlación positiva que se evidencia con el incremento en las actividades académicas.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Financiamiento

Los autores no recibieron patrocinio para llevar a cabo este artículo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Soler M. Prevalencia de errores refractivos en niños africanos [Internet]. 2011 [consultado 12 Sep 2015]. Disponible en: <http://0-hera.ugr.es.adrastea.ugr.es/tesisugr/19806735.pdf>
2. Rudnicka AR, Kapetanakis VV, Wathern AK, 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. *Ophthalmology*. 2016;1-9.
3. Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, et al. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology*. 2016;16.
4. Morgan IG, Rose K. Yunnan minority eye study suggests that ethnic differences in myopia are due to different environmental exposures. *Investig Ophthalmology Vis Sci* [Internet]. 2015;56:4430.
5. Kim EC, Morgan IG, Kakizaki H, et al. Prevalence and risk factors for refractive errors: Korean National Health and Nutrition Examination Survey 2008-2011. *PLoS One* [Internet]. 2013;8:e80361.
6. Dolgin E. The myopia boom. *Nature*. 2015;519:276-8.
7. Chassine T1, Villain M, Hamel CPDV. How can we prevent myopia progression? *Eur J Ophthalmol*. 2015;25:280-5.

8. Williams KM, Verhoeven VJM, Cumberland P, et al. Prevalence of refractive error in Europe: The European Eye Epidemiology (E 3) Consortium. *Eur J Epidemiol.* 2015;30:305–15.
9. Schellini SA, Durkin SR, Hoyama E, et al. Prevalence of refractive errors in a Brazilian population: The Botucatu eye study. *Ophthalmic Epidemiol.* 2009;16:90–7.
10. Sperduto R. Prevalence of refractive error in the United States, 1999–2004. *Arch Ophthalmol.* 2009;126:1111–9.
11. Brusi L, Argüello L, Alberdi A, et al. Informe de la salud visual y ocular de los países que conforman la Red Epidemiológica Iberoamericana para la Salud Visual y Ocular (REISVO), 2009 y 2010. 2015;13:11–43.
12. Pan CW, Cheng CY, Saw SM, et al. Myopia and age-related cataract: A systematic review and meta-analysis. *Am J Ophthalmol.* 2013;156:1021–33.
13. Qiu M, Wang SY, Singh K, et al. Association between myopia and glaucoma in the United States population. *Investig Ophthalmology Vis Sci.* 2013;54:830.
14. Marcus MW, de Vries MM, Junoy Montolio FG. Myopia as a risk factor for open-angle glaucoma: A systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology.* 2011;118:1989–94.
15. Verhoeven VJ, Buitendijk GH, Rivadeneira F, et al. Education influences the role of genetics in myopia. *Eur J Epidemiol.* 2013;28:973–80.
16. Sherwin JC, Mackey DA. Update on the epidemiology and genetics of myopic refractive error. *Expert Rev Ophthalmol.* 2014;1–42.
17. Faria-Ribeiro M, Queirós A, Lopes-Ferreira D, et al. Peripheral refraction and retinal contour in stable and progressive myopia. *Optom Vis Sci.* 2013;90:9–15.
18. Rahi JS, Cumberland PM, Peckham CS. Myopia over the life-course: Prevalence and early life influences in the 1958 British birth cohort. *Ophthalmology.* 2011;118:797–804.
19. Guggenheim JA, McMahon G, Northstone K, et al. Birth order and myopia. *Ophthalmic Epidemiol.* 2013;20:1–18.
20. Xie HL, Xie ZK, Vosotros J, et al. Analysis of correlative factors and prevalence on China's youth myopia. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi.* 2010;90:439–42.
21. Rosman M, Zheng Y, Lamoureux E, et al. Review of key findings from the Singapore Malay eye study (SiMES-1). *Singapore Med J.* 2012;53:82–7.
22. Tan CS, Chan YH, Wong TY, et al. Prevalence and risk factors for refractive errors and ocular biometry parameters in an elderly Asian population: The Singapore Longitudinal Aging Study (SLAS). *Eye.* 2011;25:1294–301.
23. Verkicharla PK, Ohno-Matsui K, Saw SM. Current and predicted demographics of high myopia and an update of its associated pathological changes. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2015;35:465–75.
24. Silva R. Myopic maculopathy: A review. *Ophthalmologica.* 2012;228:197–213.
25. Liu HH, Xu L, Wang YX, et al. Prevalence and progression of myopic retinopathy in Chinese adults: The Beijing Eye Study. *Ophthalmology.* 2010;117:1763–8.
26. González CC. Evaluación de la eficacia y seguridad de ranibizumab intravítreo en el tratamiento de la neovascularización coroidea secundaria a la miopía patológica [tesis doctoral]. 2012. p. 96–102.
27. Hayashi K, Ohno-Matsui K, Shimada N, et al. Long-term pattern of progression of myopic maculopathy. *Ophthalmology.* 2010;117:1595–611, e4.
28. Gao LQ, Liu W, Liang YB, et al. Prevalence and characteristics of myopic retinopathy in a rural Chinese adult population: The Handan Eye Study. *Arch Ophthalmol.* 2011;129:1199–204.
29. Morgan RH. Tissue-specific stem cells concise review: Using stem cells to prevent the progression of myopia — a concept. *Stem Cell.* 2015:2104–13.
30. Kim MH, Zhao D, Kim W, et al. Heritability of myopia and ocular biometrics in Koreans: The Healthy Twin Study. *Investig Ophthalmology Vis Sci.* 2013;54:3644.
31. Sanfilippo PG, Hewitt AW, Hammond CJ. The heritability of ocular traits. *Surv Ophthalmol.* 2010;55:561–83.
32. Dirani M, Shekar SN, Baird PN. The role of educational attainment in refraction: The genes in myopia (GEM) twin study. *Investig Ophthalmol Vis Sci.* 2008;49:534–8.
33. Xiang F, El MM. The impact of parental myopia on myopia in Chinese children: Population-based evidence. *Optom Vis Sci.* 2012;89:1487–96.
34. Pärssinen O, Kauppinen MV. The progression of myopia from its onset at age 8–12 to adulthood and the influence of heredity and external factors on myopic progression. *Acta Ophthalmol.* 2014;92:730–9.
35. Xiang F, Morgan IG. New perspectives on the prevention of myopia. *Eye Sci.* 2011;26:3–8.
36. Jung S-K, Lee JH, Kakizaki H, et al. Prevalence of myopia and its association with body stature and educational level in 19-year-old male conscripts in Seoul, South Korea. *Investig Ophthalmology Vis Sci.* 2012;53:5579.
37. Pärssinen O. The increased prevalence of myopia in Finland. *Acta Ophthalmol.* 2012;90:497–502.
38. Morgan IG. Myopia and international educational performance. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2013;33:329–38.
39. Gwiazda J, Deng L, Dias L, et al. Association of education and occupation with myopia in COMET parents. *Optom Vis Sci.* 2011;88:1045–53.
40. Verma A, Verma A. A novel review of the evidence linking myopia and high intelligence. *J Ophthalmol.* 2015:1–8.
41. Öner V, Bulut A, Oruç Y, et al. Influence of indoor and outdoor activities on progression of myopia during puberty. *Int Ophthalmol.* 2016;36:121–5.
42. Fernández-Montero A, Olmo-Jimenez JM, Olmo N, et al. The impact of computer use in myopia progression: A cohort study in Spain. *Prev Med (Baltim).* Elsevier Inc. 2015;71:67–71.
43. Zadnik K. Who says there's nothing new under the Sun? *Optom Vis Sci.* 2015;92:392–3.
44. 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.
45. Choi J, Han K, Park Y-M, et al. Low serum 25-hydroxyvitamin D is associated with myopia in Korean adolescents. *Investig Ophthalmology Vis Sci.* 2014;55:2041.
46. Choi HS, Oh HJ, Choi H, et al. Vitamin D insufficiency in Korea—A greater threat to younger generation: The Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES) 2008. *J Clin Endocrinol Metab.* 2011;96:643–51.
47. Guggenheim JA, Williams C, Northstone K, et al. Does vitamin D mediate the protective effects of time outdoors on myopia? Findings from a prospective birth cohort. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2014;55:8550–8.
48. Lin Z, Chen X, Ge J, et al. Effects of direct intravitreal dopamine injection on sclera and retina in form-deprived myopic rabbits. *J Ocul Pharmacol Ther.* 2008;24:543–50.
49. Thomas TN. Light levels, refractive development and myopia — a speculative review. *Exp Eye Res.* 2013;118:1199–216.
50. Hobday R. Myopia and daylight in schools: A neglected aspect of public health? *Perspect Public Health.* 2016;136:50–5.
51. Dharani R, Lee C-F, Theng ZX, et al. Comparison of measurements of time outdoors and light levels as risk factors for myopia in young Singapore children. *Eye.* 2012;26:911–8.
52. Rose KA, Morgan IG, Ip J, et al. Outdoor activity reduces the prevalence of myopia in children. *Ophthalmology.* 2008;115:1279–85.
53. Jacobsen N, Jensen H, Goldschmidt E. Does the level of physical activity in university students influence development and

- progression of myopia? A 2-year prospective cohort study. *Investig Ophthalmol Vis Sci*. 2008;49:1322–7.
54. Onal S, Toker E, Akingol Z, et al. Refractive errors of medical students in Turkey: One year follow-up of refraction and biometry. *Optom Vis Sci*. 2007;84:175–80.
 55. Francés AN, Morgan IG, Mitchell PR. Risk factors for incident myopia in Australian school children: The Sydney adolescent vascular and eye study. *Ophthalmology*. 2013;120:2100–8.
 56. Lee Y-Y, Lo C-T, Sheu S-J, et al. What factors are associated with myopia in young adults? A survey study in Taiwan military conscripts. *Investig Ophthalmology Vis Sci*. 2013;54:1026.
 57. McKnight CM, Sherwin JC, Yazar S, et al. Myopia in young adults is inversely related to an objective marker of ocular sun exposure: The Western Australian Raine Cohort Study. *Am J Ophthalmol*. Elsevier Inc. 2014;158:1079–85, e2.
 58. Sherwin JC, Hewitt AW, Coroneo MT, et al. The association between time spent outdoors and myopia using a novel biomarker of outdoor light exposure. *Investig Ophthalmology Vis Sci*. 2012;53:4363.
 59. Sherwin JC, McKnight CM, Hewitt AW, et al. Reliability and validity of conjunctival ultraviolet autofluorescence measurement. *Br J Ophthalmol*. 2012;96:801–5.
 60. Holden B, Sankaridurg P, Smith E, et al. Myopia an underrated global challenge to vision: Where the current data takes us on myopia control. *Eye (Lond)*. 2014;28:142–6.