



GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

TREBALL FINAL DE GRAU

Actividad al aire libre e intensidad de la luz solar como factor relevante en la prevención y control de la miopía

Víctor Bernabeu García

Tutoras:
María Elvira Peris March
María Rosa Borrás García

Juny 2021



GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

Actividad al aire libre e intensidad de la luz solar como factor relevante en la prevención y control de la miopía

RESUMEN

Introducción: La miopía es un defecto que impide a la persona a ver con claridad objetos lejanos. En los últimos años el aumento drástico de incidencia y prevalencia de miopía a nivel mundial, han impulsado la evaluación del tiempo al aumento al aire libre y la exposición a luz natural del exterior como una medida preventiva contra la miopía.

Objetivo: análisis detallado de los estudios recientes y los hallazgos relevantes en relación al efecto del aumento de la realización de actividades al aire libre en la incidencia, prevalencia y progresión de la miopía en niños.

Metodología: se realizó una revisión bibliográfica de los estudios más relevantes considerando la antigüedad, el tema de la investigación y el enfoque que siguió el estudio. Se analizó la información y describió los resultados obtenidos de acuerdo al objetivo del estudio.

Resultados: se determinó una reducción significativa en todos los estudios analizados de hasta un 50% de la incidencia de la miopía en niños y jóvenes. Sin embargo, se observaron conclusiones contrarias en cuanto a la efectividad de la progresión, estudios muestran resultados positivos que indican una disminución de 32,9% en equivalente esférico y 24,9% en alargamiento axial, mientras que otros no mostraron diferencias significativas.

Conclusiones: Los resultados obtenidos muestran el potencial y eficacia del aumento del tiempo al aire libre como una medida preventiva contra la miopía infantil. Sin embargo, las discrepancias con respecto al efecto preventivo en la progresión promueven nuevos estudios detallados que analicen este aspecto.



GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

Activitat a l'aire lliure i intensitat de la llum solar com a factor rellevant en la prevenció i control de la miopia

RESUM

Introducció: La miopia és un defecte que impedeix a la persona a veure amb claredat objectes llunyans. En els últims anys l'augment dràstic d'incidència i prevalença de miopia a nivell mundial, han impulsat l'avaluació de l'augment a l'aire lliure i l'exposició a llum natural de l'exterior com una mesura preventiva contra la miopia.

Objectiu: anàlisi detallat dels estudis recents i les troballes més rellevants en relació a l'efecte que provoca l'augment de realitzar activitats a l'aire lliure en la incidència, prevalença i progressió de la miopia en nens.

Metodologia: es va realitzar una revisió bibliogràfica dels estudis més rellevants considerant l'antiguitat, el tema de la investigació l'enfocament que va seguir l'estudi. Es va analitzar la informació i va descriure els resultats obtinguts d'acord a l'objectiu de l'estudi.

Resultats: es va determinar una reducció significativa en tots els estudis analitzats de fins a un 50% de la incidència de la miopia en nens i joves. No obstant això, es va observar conclusions contràries pel que fa a l'efectivitat de la progressió, amb alguns estudis mostren resultats positius que indiquen una disminució de 32,9% en equivalent esfèric i 24,9% en allargament axial, mentre que altres no van mostrar diferències significatives.

Conclusions: Els resultats obtinguts mostren el potencial i l'eficàcia de l'augment del temps a l'aire lliure com una mesura preventiva contra la miopia infantil. No obstant això, les discrepàncies pel que fa a l'efecte preventiu en la progressió promouen nous estudis detallats que analitzin en aquest aspecte en particular.



GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

Outdoor activity and sunlight intensity as a relevant factor in the prevention and control of myopia

ABSTRACT

Introduction: Myopia is a defect that prevents the person from seeing distant objects clearly. In recent years, the drastic increase in the incidence and prevalence of myopia worldwide has prompted the evaluation of increased time outdoors and exposure to natural light from outside as a preventive measure against myopia.

Objective: detailed analysis of recent studies and relevant findings regarding the effect of increased outdoor exposure on the incidence, prevalence and progression of myopia in children.

Methodology: a bibliographic review of the most relevant studies was carried out considering their antiquity, the subject of the research and the approach that the study followed. The information was analyzed and the results obtained were described according to the objective of the study.

Results: a significant reduction of up to 50% in the incidence of myopia in children and young people was determined in all the analyzed studies. However, contrary conclusions were observed regarding the effectiveness of the progression, with some positive results showing a decrease of 32.9% in spherical equivalent and 24.9% in axial elongation, while others did not show significant differences.

Conclusions: The results obtained show the potential and efficacy of increasing time outdoors as a preventive measure against childhood myopia. However, the discrepancies with respect to the preventive effect on progression promote new detailed studies that analyze this aspect in particular, considering the possible limitations found in previous studies.



Summary

Myopia is a type of refractive error that prevents a person from focusing and seeing distant objects clearly. In this condition, the axial elongation of the eye has a longer than normal length with an spherical equivalent (EE) below -0.5 D. Considering the causative agents of myopia, it can be axial, when the eyeball lengthens in age school, curvature myopia, when the curvature of the cornea or lens increases, and index myopia that occurs due to the alteration of the refractive index. On the other hand, considering the degree of refractory error, there is simple myopia, it does not exceed -6.00 D, high myopia, when it exceeds -6.00 D and pseudomyopia, when there is an excess of accommodation in emmetropes and hyperopic

The risk factors that promote the development of this condition can be genetic or external. Genetic risk factors represent the highest probability of suffering from myopia according to genetic predisposition, when both parents are non-myopic it is 6-15%, when one parent is myopic the probability is 23-40% and when both myopic parents is 33-60%. In the case of external risk factors, these include various elements, such as lack of time outdoors, high educational pressure, Asian ethnicity, electronic devices and close work.

Currently myopia is considered one of the most common diseases in the world, however, recent studies indicate that by 2050 half of the world's population will be myopic, which is why this defect is considered a current health problem. In Asian countries the prevalence of myopia in children under 17 years of age is approximately 90%, while in other countries it is less than half that value. Although the other regions of the world show an increase in the prevalence of myopia in recent years, the figures for Asia are the most worrying. This panorama represents an international concern due to the consequences of suffering from this condition from an early age that can be detrimental to the health and lifestyle of the person.



For this reason, in recent years the effect of greater outdoor exposure has been studied as a preventive factor for myopia in childhood. The present study seeks to gather and analyze the relevant current literature to obtain a greater understanding of this phenomenon and its effect on the incidence, prevalence and progression of this defect in school-age children.

This study was carried out through a bibliographic review that consisted of the search and selection of relevant academic texts from sources and databases with high academic validity. For the selection of the academic texts to be analyzed, inclusion and exclusion criteria were used, considering language, seniority, theme and research focus. Such studies will be analyzed in depth with the purpose of extracting the necessary information for their understanding and classifying the findings in relation to the incidence and prevalence of myopia, the progression of this defect, and time outdoors as a preventive measure. From the search and selection, 6 studies were obtained, all in English, with a publication date between 2017-2020, evaluating the subject under study based on bibliographic reviews and a case study.

The studies analyzed verified the relationship between the increase in the incidence of myopia in children and the lack of time outdoors and natural light from outside, with an increase of 70-90% in Asia, 50% in Europe and 20-30% in other regions of the world. According to the results of the tests carried out, a reduction in the percentage of incidence of this pathology was evidenced when the children were exposed to more hours in the open air; and observed convergence, in regard to these results, in all studies, with a reduction to 50% incidence.



On the other hand, in the case of progression, there are few studies that evaluate the effect of increased time spent abroad with respect to this aspect. The results presented indicate contrary conclusions, for which reason a consensus has not yet been reached on the efficacy of this factor to slow down the progression of myopia. The studies that reported a 32.9% decrease in the spherical equivalent and 24.9% in axial elongation, however, the results in other studies were not conclusive, so it was recommended to combine outdoor activities with the reduction of other external risk factors.

In general terms, although there are no studies that validate a minimum number of hours to achieve the preventive effect, most studies agree on a total of 1 to 3 hours per day and a total of 14 to 21 hours per week with a threshold of light greater than 1000 lux to obtain a regime that guarantees a preventive effect that reduces the probability of developing myopia and / or slowing down its progression.

However, the information obtained regarding the effect and progression does not provide enough evidence to give a true clinical conclusion, which is why more studies are needed to evaluate this aspect in a more detailed experimental design that allows to establish the limitations against time in the exterior as a preventive measure and possible solutions to obtain a regime that offers guaranteed protection.



Índice

1. Introducción y objetivos del trabajo.	9
2. La Miopía y la actividad en el aire libre e incidencia de la luz solar.	10
2.1 Definición y descripción de la condición	10
2.2 Tipos de miopía	11
2.3 Factores de riesgo	12
2.4 Epidemiología	14
3. Metodología	16
3.1 Estrategia de búsqueda	16
3.2 Criterios de selección	17
3.3 Características de los estudios	18
4. Resultados	19
4.1 Características Generales de los artículos seleccionados	19
4.2 Incidencia y Prevalencia de la miopía	20
4.3 Progresión de la miopía	21
4.4 La actividad al aire libre como medida preventiva	22
5. Discusión de Resultados	23
6. Conclusiones	24
7. Referencias bibliográficas	27



1.Introducción y objetivos del trabajo.

En los últimos años, se han realizado múltiples estudios sobre la evolución de la miopía en la población, con diferentes factores e hipótesis, uno de ellos, es la incidencia de luz solar y el tiempo empleado en actividades al aire libre.

Este último factor, y en cual nos centraremos en el trabajo, ha cogido mucha relevancia en los últimos años dado por el estilo de vida sedentario y compartido con las tecnologías en las regiones del primer mundo.

Esta revisión bibliográfica la enfocaremos en los estudios recientes (entre 2016 hasta la actualidad) donde al comparar diferentes artículos realizados en este periodo de tiempo, extraemos conclusiones y evidencias del desarrollo y prevención de la miopía en relación del impacto de la intensidad de la luz solar y el tiempo pasado al aire libre.

El objetivo de este estudio, está enfocado en un análisis de literatura actual (estudios, artículos y trabajos) que permita obtener una comprensión completa del papel de las actividades al aire libre y la exposición a diferentes niveles de luz natural como un factor de prevención y control de la miopía, así como la relación de estas variables en la incidencia, prevalencia y evolución de la miopía

2.La Miopía y la actividad en el aire libre e incidencia de la luz solar.

2.1 Definición y descripción de la miopía

Considerando la perspectiva etimológica, el término miopía proviene de las palabras en latín “myops” que significa “cerrar los ojos”, debido a que la persona con esta condición debe entrecerrar los ojos para enfocar los objetos a una distancia moderada (Cos,.J. 2019; Izquierdo, A.2020). Por otro lado, de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Organización Mundial de la Salud, 2009), un error refractivo es una condición ocular frecuente que le impide a la persona enfocar correctamente las imágenes, en algunos casos la condición es tan grave que puede generar una discapacidad visual. Se conocen tres trastornos de error refractivo: la miopía, la hipermetropía, el astigmatismo; siendo la miopía la incapacidad de poder ver claramente los objetos lejanos.

En tal sentido, la miopía es un trastorno refractivo en el cual la luz que procede de los objetos se enfoca por delante de la retina en líneas paralelas, en lugar de sobre ella, generando una imagen del objeto desenfocada y causando, en términos generales, una visión borrosa (Mak, C. et al., 2018; Cos,J, 2019). Desde un punto de vista técnico, una persona es considerada miope cuando tiene un equivalente esférico (EE) negativo por debajo de 0,50 D en cualquiera de los dos ojos, produciendo una longitud axial del ojo mayor que en su condición normal, o al tener en la suma de todos los dioptrios del sistema ocular más de 60D (ojo emétrepe teórico) causando que la persona no pueda ver con claridad objetos lejanos (Cao.K.et al.2020).

2.2 Tipos de miopía

Los diferentes tipos de miopía pueden clasificarse de acuerdo al agente causal de la condición o a su grado de severidad. Considerando la fuente que causa la patología en la anatomía del ojo, se reconocen los siguientes tipos de miopía (Lan, W. 2015; Mak, C. et al., 2018; Izquierdo, A. 2020):

- **Miopía axial:** Es la condición que se origina cuando se produce por un alargamiento excesivo del globo ocular, que generalmente ocurre en la infancia o adolescencia. Es el tipo más común de miopía, también conocida como miopía escolar.
- **Miopía de curvatura:** es la miopía originada por un aumento de potencia en los elementos refractantes del ojo, es decir, un aumento de la curvatura de la córnea o del cristalino.
- **Miopía de índice:** consiste en aquella miopía originada por la alteración del índice de refracción del ojo que ocurre al padecer cataratas a una edad temprana o en pacientes de edad avanzada.

Por otro lado, también se puede clasificar este trastorno considerando el grado de error de refracción. La miopía es medida en dioptrías (D), que es la potencia que requiere el ojo para poder enfocar correctamente las imágenes, expresado en valores negativos y positivos que equivale al valor inverso de la distancia focal en metros (Mak, C. et al., 2018; Cos J. 2019). De acuerdo a esta clasificación, se establecen los siguientes tipos de miopía (Mak C, et al., 2018; Cos León, 2019; Eppenberger y Sturm, 2020; Izquierdo, 2020):

- **Miopía simple:** es la forma más común de miopía, su ametropía no sobrepasa las 6,00 D, se desarrolla a una edad temprana, en la infancia o adolescencia y se



estabiliza al comienzo de la adultez, alrededor de los 20 años de edad. No se relaciona con otra patología ocular.

- Miopía magna, alta o patológica: es un padecimiento considerado por muchos como un defecto óptico asociado a un grado de error refractivo superior a $-6,00$ D o a una longitud axial mayor de 26,50 mm. Esta se desarrolla a una edad temprana, sin embargo, se estabiliza a una edad más avanzada que la simple. Este tipo de miopía puede causar cataratas, glaucoma o ceguera.
- Pseudomiopía: consiste en una miopía que ocurre por un exceso de acomodación en personas emétopes e hipermétropes. Se origina cuando la persona tiene el hábito de observar fijamente un objeto durante un tiempo prolongado.

2.3 Factores de riesgo

La etiología de la miopía engloba factores genéticos y exógenos, que abarcan variables ambientales, sociales y económicas. Cada uno de estos factores, así como la acción en conjunto de ellos, pueden influir significativamente en la incidencia, progresión y evolución de esta. (Cos L, 2019; Galicia, 2019).

Genética

La variable genética es considerada factor causal de la miopía, debido a que diversos estudios han verificado que la presencia de uno o de ambos padres miopes aumenta significativamente las probabilidades del niño a padecer miopía en comparación con un niño cuyos padres son emétopes (Galicia, 2019; Izquierdo, 2020). En términos generales, la literatura indica una probabilidad de 33 – 60 % de incidencia de miopía para un niño con ambos padres miopes, una probabilidad de 23 – 40 % si uno de los padres es miope y un 6 – 15 % para aquellos niños con ambos padres emétopes (Cos L, 2019; Galicia, 2019). En el mismo sentido, existe un consenso en relación al efecto de las variables externas en conjunto con el factor genético para el



potencial desarrollo de la miopía; por consiguiente, la probabilidad de que una persona desarrolle este trastorno es multiplicada por la exposición a los factores de riesgo exógenos (Galicía, 2019)

Factores exógenos

Los estudios de acuerdo a Cao, et al. (2020), Galicía (2019) y Saw, al. (2019) han confirmado la participación de variables ambientales, sociales y económicas en la incidencia y desarrollo de la miopía, tales como el trabajo cercano excesivo, pocas horas al aire libre, alta presión educativa, la etnia asiática, la clase social y el exceso de tiempo frente a dispositivos electrónicos como el teléfono móvil, ordenadores, tabletas y de los videojuegos influyen en el desarrollo de la miopía. En el siglo pasado, la evolución social y económica en el mundo impulsadas por las guerras, la revolución industrial y los avances tecnológicos, han dado lugar a cambios en el estilo de vida de las personas en muchos niveles; pero es el sistema educativo quien ha impactado significativamente en la incidencia de la miopía infantil, determinando una fuerte relación entre la prevalencia de miopía y años de escolaridad, presión educativa, alto nivel académico y aprendizaje acelerado (Morgan, I.G. et al., 2018), mientras que personas con bajos niveles de ingresos, asentadas en poblaciones rurales y sin acceso a una educación de alta calidad, presentan una menor probabilidad de desarrollar miopía. (Cos L, 2019).

Por otro lado, el estudio del tiempo al aire libre y la exposición a luz natural ha tomado un papel relevante en el estudio de los factores ambientales que influyen en la miopía: la evidencia ha demostrado que el tiempo al aire libre es un factor determinante en la miopía infantil (Galicía, 2019); por consiguiente, las personas que viven en entornos rurales o que ocupan mayor cantidad de su tiempo al aire libre tienen menor probabilidad de desarrollar la miopía, debido a que una mayor exposición a la luz natural retrasa el alargamiento axial del ojo (Morgan, y otros, 2018; Cos L, 2019; Galicía, 2019).

2.4 Epidemiología

La miopía es el problema refractivo más común a nivel mundial, con una prevalencia de miopía simple de 28,2 % y miopía magna de 4 % (Saw, et al., 2019). No obstante, en los últimos años el aumento de la miopía en varias regiones del mundo ha protagonizado una nueva preocupación en relación a la salud pública, considerándose actualmente como una epidemia en muchos países orientales, específicamente Asia, llamando significadamente la atención el alto índice de miopes en población infantil de China, Taiwán y Singapur. (Holden, et al. 2016), indica en su artículo un aumento muy significativo de la miopía para el 2050 se proyecta un aumento a nivel mundial en la prevalencia a 50 % de miopía simple y 10% en miopía alta, un incremento significativo en comparación con la prevalencia actual. En varios países de Asia la prevalencia de la miopía en niños que han finalizado sus estudios de secundaria, menores de 17 años, se ubica en 80-90 %, mientras que la prevalencia en niños de estas mismas características en países occidentales desarrollados es de 20-40 %, (Rose, et al., 2008; Morgan, et al., 2018; Wang, et al., 2018), tal es el caso Europa, que en 2014 aumentaron sus cifras al 30-50 % en adultos jóvenes, y de Estados Unidos, que percibió un incremento significativo de 25% en 1971 a 44% en 2004 (Lan, 2015; Deng y Pang, 2019; Izquierdo, 2020). En otras regiones del mundo también se están detectando un aumento en la prevalencia de la miopía, pero a un ritmo mucho más lento; en países con un menor desarrollo en Europa, Oriente y América la prevalencia es de 5-10% (Xiong, et al., 2017; Morgan, et al., 2018).

Esta evidencia hace que incremente la preocupación internacional en el desarrollo de las complicaciones asociadas a la miopía en sus manifestaciones más severas y en edades avanzadas, complicaciones como el desprendimiento de la retina, glaucoma y cataratas, que



posteriormente pueden producir una discapacidad visual o incluso ceguera, estas complicaciones se consideran una carga de salud para la familia y la sociedad (Landis, et al., 2018; Wang, et al., 2018); por este motivo, la OMS ha planteado la miopía como una de las alteraciones oculares prioritarias para llevar a cabo su control y su prevención. (Lagrèze y Schaeffel, 2017).

Debido a estas proyecciones y datos actuales diversos académicos han estudiado el efecto del aumento del tiempo al aire libre y la exposición a la luz natural como un factor determinante en la prevención y control de la miopía en niños.

El objetivo de este estudio, está enfocado en un análisis de literatura actual que permita obtener una comprensión completa del papel de las actividades al aire libre y la exposición a diferentes niveles de luz natural como un factor de prevención y control de la miopía, así como la relación de estas variables en la incidencia, prevalencia y evolución de la miopía en niños expuestos a diversos estudios y experimentos.



3. Metodología

3.1 Estrategia de búsqueda

Para realizar el trabajo era muy importante realizar una revisión bibliográfica. Esta estuvo enfocada en la búsqueda y selección de textos académicos de actualidad sobre la temática de estudio, como artículos científicos, Trabajos Final de Grado y Trabajos Final de Máster y buscadores. En primera instancia se consultó las páginas web de Google Scholar y la base de datos de Scielo y World Wide Science para obtener un primer panorama de la literatura actual disponible. Esta primera consulta de información evidenció la falta de estudios en español, por lo que se estableció el inglés como idioma objetivo de la literatura a buscar. Posteriormente, se consultó la base de datos de PubMed, CINAHL, Cuiden, Cochrane Library, Scopus y MEDLINE, con los términos claves: “Myopia”, “Outdoor”, “Outdoor light” “Activities”, “Prevention” y “Epidemic”. De igual manera fue consultada la base de datos de la Universidad “UPCommons” para obtener los trabajos académicos más recientes con respecto al trastorno de miopía como textos de referencia conceptual.

3.2 Criterios de selección

En relación a los criterios de selección, considerando que el enfoque del estudio es una revisión bibliográfica narrativa, se establecieron los siguientes criterios de inclusión y exclusión: (Tabla 3.1)

Criterio	Inclusión	Exclusión
Idioma	Inglés	Cualquier otro
Publicación	(2016 – 2021)	(anterior al 2016)
Temática	1. Efecto del tiempo empleado en el exterior en la miopía 2. Efecto de diferentes niveles de luz en la miopía 3. Incidencia, prevalencia y progresión basada en las dos anteriores.	Evaluación de otros factores o medidas correctivas diferentes a la temática.
Enfoque	Revisión sistemática y casos de estudio en humanos	Protocolos de ensayo y Casos de estudio en animales

Tabla 3.1. *Criterios de inclusión y exclusión utilizados. Elaborado por el autor.*

En la Figura 3.1 se muestra el diagrama de flujo del proceso de búsqueda y selección. Se obtuvieron un total de 28 investigaciones tras la búsqueda, se eliminaron 2 artículos duplicados y se descartaron un total de 22 artículos por no cumplir con los criterios planteados en la Tabla 3.1, dando un total de 6 estudios seleccionados.

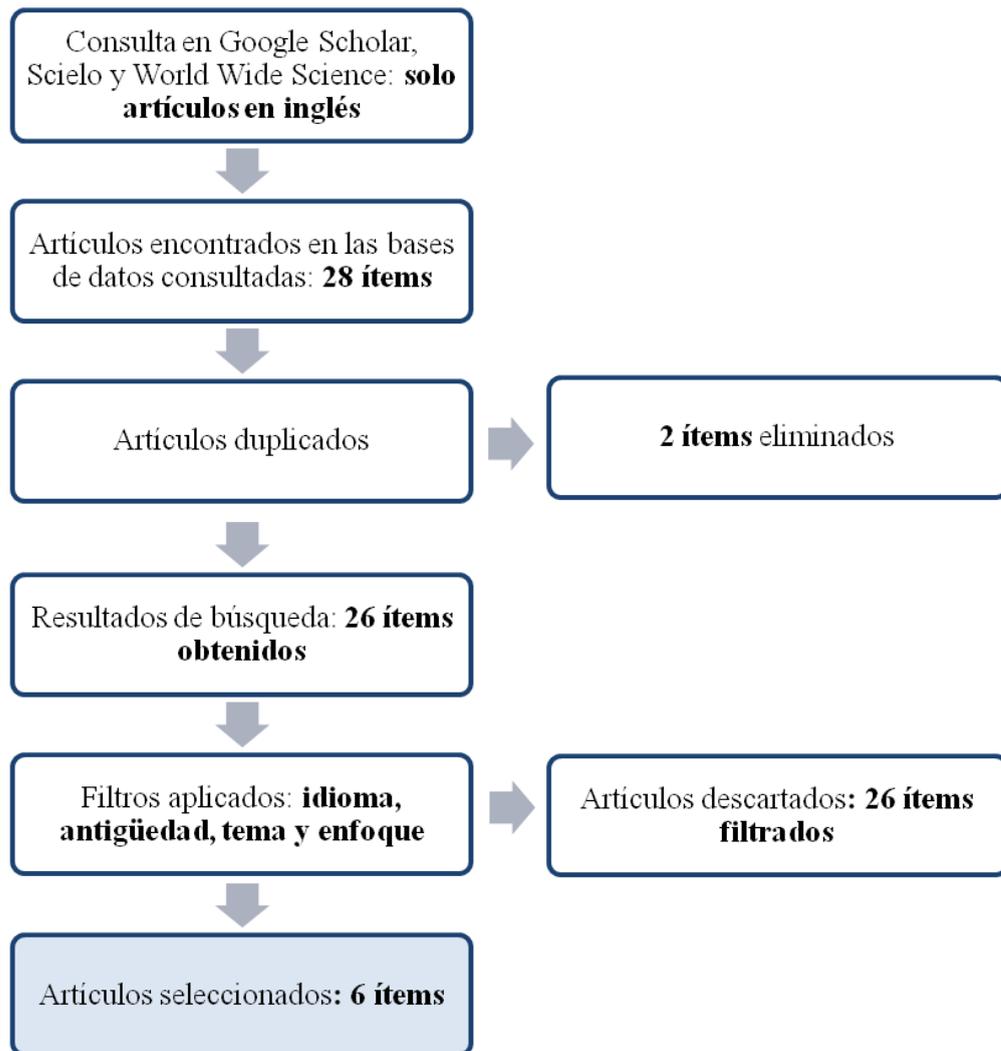


Figura 3.1. Diagrama de Flujo del proceso de búsqueda y selección de literatura. Elaborado por el autor.

3.3 Características de los estudios

Una vez seleccionados las investigaciones a analizar, se extrajeron los datos e información relevante para su correcta comprensión y estudio, como el título, enfoque, objetivos, metodología y conclusiones relevantes. De igual manera, una vez realizada la lectura profunda y crítica de cada uno de los textos, se extrajo la información crucial sobre el efecto del tiempo en el exterior y la exposición a la luz natural como medida preventiva y de control de la miopía, así como los resultados obtenidos en cuanto a la incidencia, prevalencia y progresión de la miopía una vez implementada las medidas que se evalúan en los casos donde aplique.

4. Resultados

4.1 Características Generales de los artículos seleccionados

Los 6 artículos seleccionados se encuentran en una línea de tiempo reciente, siendo uno de ellos publicado en 2017, otro en 2018, tres en 2019 y uno en 2020, en los cuales se realizó una investigación científica en relación al efecto del tiempo en el exterior y diferentes niveles de luz en la miopía, con respecto a la incidencia, prevalencia y progresión de la condición. Por otro lado, la mayoría presenta una metodología analítica cuyo enfoque estaba centrado en una revisión bibliográfica y meta-análisis, sin embargo, un artículo presentó un caso de estudio de la temática en cuestión. En la tabla 4.1 se presentan las características e información relevante de cada uno de los artículos.

Artículo	Objetivos y Metodología	Conclusiones
Time spent in outdoor activities in relation to myopia prevention and control: a meta-analysis and systematic review. (Xiong, et al., 2017)	El objetivo principal fue evaluar la asociación entre el tiempo al aire libre con la incidencia y prevalencia de la miopía infantil, el cambio de ER y la progresión de la condición a través de una revisión bibliográfica que incluyó 25 artículos relevantes.	Una mayor cantidad de tiempo expuesto al aire libre es una medida eficaz de prevención de miopía, sin embargo, no se evidenció la eficacia en detener o ralentizar progresión en los casos de la miopía preexistente.
The Epidemics of Myopia: Aetiology and Prevention. (Morgan, et al., 2018)	El propósito de esta investigación estuvo enfocada en el análisis de la epidemia actual de miopía, específicamente en Asia, así como su incidencia, prevalencia, progresión y los factores de riesgo asociados. Se realizó el estudio por medio de una revisión bibliográfica.	La alta prevalencia de miopía se debe a la presión educativa y la poca exposición al aire libre en la infancia, evidenciado en el aumento de casos de miopía en la misma línea de tiempo de los cambios en el sistema educativo mundial y occidental.
The Effects of Different Outdoor Environments, Sunglasses and Hats on Light Levels: Implications for Myopia Prevention. (Lanca, et al., 2019)	El objetivo principal fue evaluar el efecto de la exposición a diferentes niveles de luz en la prevalencia de la miopía utilizando diferentes mecanismos de protección solar. La metodología aplicada consistió en un experimento que comparó los niveles de luz recibidos en una cabeza de maniquí en diferentes entornos del exterior e interior.	Se determinaron niveles de luz en el exterior, por encima del umbral de intensidad necesaria para la prevención de la miopía en comparación a la del interior, que fue mucho más baja. Se recomendó la exposición prolongada y continúa al aire libre utilizando medidas de protección solar.
Effect of Outdoor Activities in Myopia Control: Meta-analysis of Clinical Studies. (Deng y Pang, 2019)	El propósito estuvo enfocada en la evaluación de la reducción del riesgo al desarrollo de miopía y su progresión en la infancia (edad escolar) al exponerse a un mayor tiempo al aire libre. Se realizó mediante una revisión bibliográfica y meta-análisis de cinco estudios de relevancia literaria en el campo de estudio.	Los resultados evidencian una reducción del riesgo a desarrollar miopía y su progresión al pasar más horas al día al aire libre; sin embargo, se sugirió la realización de ensayos clínicos para evaluar el efecto a largo plazo y en pacientes con miopía preexistente.

<p>Dose-Response Relationship of Outdoor Exposure and Myopia Indicators: A Systematic Review and Meta-Analysis of Various Research Methods. (Ho, et al., 2019)</p>	<p>El objetivo de este estudio fue evaluar el impacto de la exposición a la luz exterior en la prevención de la miopía: incidencia, prevalencia, progresión y los efectos de los programas dosis-respuesta. Se realizó una revisión bibliográfica de estudios recientes en el campo, incluyendo 13 artículos que abarcan estudios de intervención, cohortes y transversales.</p>	<p>Los resultados demostraron una mayor eficiencia en los estudios de intervención que en los de cohortes y transversales, demostrando mejores beneficios en los pacientes en relación al equivalente esférico y al alargamiento axial. Se recomendó una exposición mínima de 120 minutos diarios a la luz exterior para una prevención efectiva.</p>
<p>The Role of the Time Exposed to Outdoor Light for Myopia Prevalence and Progression: a Literature Review (Eppenberger y Sturm, 2020)</p>	<p>La finalidad de este estudio se enfocó en la revisión, análisis y resumen de la literatura reciente en relación al tiempo de exposición a la luz exterior y su efecto en la prevalencia y progresión de la miopía, por medio de una revisión bibliográfica que incluyó 12 artículos.</p>	<p>Se evidenció que el aumento de la exposición a la luz exterior es una medida preventiva eficiente para disminuir la prevalencia de la miopía. De igual manera, se expone el potencial de esta medida como una estrategia de control para la progresión de la miopía.</p>

Tabla 4.1. Resultados de la búsqueda. Características de artículos seleccionados. Elaboración propia,

basado en Xiong, et al. (2017), Morgan et al. (2018), Lanca et al. (2019), Deng y Pang (2019), Ho, Wu y Liou (2019), Eppenberger y Sturm (2020).

4.2 Incidencia y Prevalencia de la miopía

Debido a que la mayoría de los estudios seleccionados estaban enfocados en una revisión bibliográfica, se pudo evidenciar con una alta certeza la correlación entre la disminución del tiempo al aire libre con el aumento de la incidencia y prevalencia de la miopía, es decir, a menor tiempo haciendo actividades en el exterior mayor incidencia de miopía. Morgan (et al.2018) expone en su estudio, el aumento de la incidencia de la miopía a un 70-90% en la región asiática, un 50% en países de Europa y 20-30% en otras regiones del mundo, con mayor énfasis en jóvenes y niños, lo que está directamente relacionado a la disminución del tiempo al aire libre debido a los cambios tecnológicos y en el sistema educativo a nivel mundial. De acuerdo al análisis realizado en todos los estudios involucrados, se determinó una reducción significativa del riesgo a desarrollar miopía infantil cuando estos niños estuvieron expuestos a mayor tiempo al aire libre en diversos intervalos del día incluyendo las horas escolares. Según Xiong, et al. (2017), los estudios que compararon dos grupos de niños obtuvieron resultados



como los niños que transcurrieron mayor cantidad de tiempo al aire libre reflejaron una tendencia inversa en la incidencia de miopía, al contrario del grupo de niños que no fueron expuestos a estas condiciones se obtuvo una tendencia hacia el aumento de la miopía; tales resultados son similares a otros estudios realizados, como los datos expuestos por Deng y Pang (2019), donde expone la verificación de esta hipótesis en actualizaciones de ensayos publicados hace varios años. Xiong, et al. (2017), Ho, et al. (2019), Eppenberger y Sturm (2020) señalan una disminución de la incidencia en un 40-50% en niños a una edad temprana.

Por su parte, Lanca, et al. (2019), determinaron que la intensidad de luz natural recibida por los ojos al usar mecanismos de protección, como la sombra de los árboles, gafas solares y gorros, proporcionaron suficiente luminosidad para prevenir el desarrollo de miopía sin perjudicar la salud del ojo a altos niveles de rayos ultravioletas.

4.3 Progresión de la miopía

Pocos son los estudios dirigidos únicamente a la investigación del efecto de la exposición al aire libre en la progresión de la miopía, sin embargo, los estudios que revisan este tópico presentan conclusiones divergentes (Morgan, et al., 2018; Deng y Pang, 2019). Los resultados obtenidos por algunas investigaciones verifican un efecto ralentizador en la progresión de la miopía, con resultados que evidencian una disminución al riesgo de progresión rápida de la condición y, en otros, con disminución de 32,9% del equivalente esférico y 24,9% en el alargamiento de la longitud axial (Xiong, et al. 2017; Morgan, et al., 2018; Deng y Pang, 2019; Ho, et al., 2019; Lanca, et al., 2019; Eppenberger y Sturm, 2020), mientras que resultados presentados por otros ensayos, a pesar de verificar una reducción de la progresión de la miopía en niños, no fueron significativos clínicamente y, algunos otros, no presentaron resultados positivos, por lo cual, los autores exponen la importancia de realizar más actividades al aire libre en combinación con la reducción de factores riesgosos, como el trabajo realizado de cerca,



tiempo de exposición a la televisión en la niñez y la presión educativa, para lograr ralentizar la progresión de la miopía (Xiong, et al., 2017; Morgan, et al., 2018; Deng y Pang 2019). No obstante, el análisis general realizado por Ho, et al. (2019) muestra un efecto significativo en la prevención para individuos con miopía en comparación con los que no presentaban esta condición inicial; deduciendo, que la falta de una conclusión unánime en la literatura está ligada a la heterogeneidad de los ensayos y diseños de estudio o a un bajo número de casos de investigación para dar una conclusión sólida sobre este efecto (Xiong, et al. 2017; Ho, et al., 2019; Eppenberger y Sturm, 2020).

4.4 La actividad al aire libre como medida preventiva

De acuerdo a Morgan et al. (2018), se deben de tomar medidas preventivas basadas en la exposición al aire libre para disminuir la incidencia y prevalencia de la miopía en los niños, así como su posible efecto en la progresión, afirmando que una aplicación adecuada de esta medida en la edad escolar puede reducir significativamente la posibilidad de desarrollarla más adelante. Xiong, et al. (2017) señala que a pesar de la evidencia obtenida en la relación inversa entre mayor tiempo al aire libre y la reducción de la incidencia de miopía y su progresión, aun no hay un consenso en cuanto al nivel de luminosidad requerido para establecer un umbral preventivo o la cantidad de tiempo necesaria para lograr un resultado significativo. No obstante, Lanca, et al. (2019) señala una cantidad mínima de 2 a 3 horas diarias al aire libre y de 14 a 21 horas semanales con una exposición continua a un rango de luminosidad mayor a 1000 lux; siendo respaldado por los intervalos de tiempo establecidos por los ensayos analizados por Xiong, et al. (2017), Deng y Pang (2019), Ho, et al. (2019), Eppenberger y Sturm (2020), que utilizan un rango entre 1 a 3 horas diarias y de 7 a 21 horas semanales.

5. Discusión de Resultados

Todos los estudios que actualmente versan sobre la progresión de la miopía coinciden en que para evitar su evolución es muy importante el tiempo de exposición al aire libre y los diferentes niveles de luminosidad en la prevención de la miopía. Los resultados obtenidos en los estudios analizados verifican la hipótesis que ha sido estudiada por diversos académicos en varias regiones del mundo, constatando que una mayor cantidad de tiempo realizando actividades al aire libre es un factor preventivo efectivo en la disminución de la incidencia, prevalencia y progresión de la miopía en la infancia. Todos los estudios analizados convergen en esta conclusión promoviendo ensayos más detallados y precisos que permitan diseñar una estrategia universal para afrontar la epidemia actual.

No obstante, a pesar de los resultados optimistas y la validación de diversas investigaciones sobre la eficacia de este factor como medida preventiva, es necesario señalar la incertidumbre expuesta ante su efectividad para lograr ralentizar la progresión de la miopía. Si bien, varios de los estudios obtuvieron resultados favorables a esta premisa, la mayoría de la literatura indica la poca relevancia del efecto en la progresión de la miopía causado al exponer a los niños a más horas al aire libre. Tales conclusiones, lo han expuesto como un tema que requiere de una investigación detallada, debido a que algunos de los ensayos realizados muestran datos que sugieren que el efecto preventivo no fue logrado con éxito posiblemente a la intervención de otros factores de riesgo, la edad avanzada de los niños, el diseño de la investigación, la condición miope e incluso el corto periodo de estudio empleado. Por otro lado, cabe destacar que en miras de la epidemia actual las diferentes investigaciones han estado enfocadas en la disminución de la incidencia y prevalencia de la miopía en niños de edad temprana, siendo el análisis de la progresión, en niños no miopes, miopes o mixtos, un objetivo secundario o adicional.



Los resultados obtenidos en cuanto a la incidencia, prevención y progresión, así como los motivos que dificultan obtener una conclusión clínica definitiva sobre este último, exponen que la progresión es un fenómeno que debe ser estudiado bajo condiciones diferentes a las establecidas en investigaciones previas, ya que los pocos estudios que contaron con resultados positivos en la prevención del cambio miope y alargamiento axial implementaron medidas que involucran la reducción de otros factores externos, una intervención de más de 1 año, mayor cantidad de horas al aire libre y consideraron la diferencia entre niños con miopía preexistente y aquellos no miopes.

Por consiguiente, es un hecho que ante la situación actual, la presión educativa y el estilo de vida en muchas regiones del mundo la exposición al aire libre y a la luz del natural exterior es una medida preventiva con resultados eficaces para afrontar esta problemática actual, sin embargo, el objetivo experimental y exploratorio de los estudios al verificar la hipótesis y cuantificar los beneficios de esta medida no han permitido establecer una cantidad de horas diarias y semanales de exposición al aire libre así como un umbral preventivo de intensidad lumínica. A pesar de la visión que los estudios aportan sobre estos aspectos, son pocos los que convergen en determinar un plan que proporcione una alta certidumbre de prevención.

6. Conclusiones

El análisis de estos estudios develó que una exposición entre 1-3 horas diarias y 14-21 horas semanal resulta de una disminución de la incidencia y prevalencia de la miopía cerca de un 50%; tomando en cuenta, que estas conclusiones están basadas en ensayos de duración finita, lo que significa en un pronóstico alentador para una práctica a largo plazo.

En el caso de la progresión de la miopía, a pesar de que varios de los estudios analizados no muestran un consenso sobre el efecto del tiempo al aire libre como medida preventiva en la progresión de la miopía, es inevitable el impacto que tiene, como efecto ralentizador, en el avance de esta condición en niños miopes o no miopes, indiferentemente de la divergencia de las conclusiones. Por consiguiente, si el niño se expone a un mayor tiempo en el exterior, basándose en el diseño expuesto anteriormente, esto puede favorecer a ralentizar la progresión de la miopía a una razón de 25% de disminución en el equivalente esférico y 33% en el alargamiento axial. En el mismo sentido, se expone la importancia de mantener una exposición a niveles de luz por encima de los 1000 lux de intensidad, para poder sobrepasar el umbral preventivo, pero utilizando mecanismos y dispositivos de protección solar para no perjudicar la salud del niño, como gorros, gafas de sol y sombras de árboles en paralelo a una reducción de la exposición a otros factores de riesgo ambiental, como el trabajo de cerca, la lectura al aire libre y el uso continuo de dispositivos electrónicos.

Considerando que los ensayos están sujetos a limitaciones de carácter heterogéneo, es evidente que los resultados obtenidos muestran un panorama alentador para controlar la epidemia actual en el mundo, al menos tomando en cuenta su efectividad en la incidencia y prevalencia. No obstante, esto fundamenta las bases para una investigación más exhaustiva y detallada en relación a la progresión de la miopía. De igual manera, las investigaciones más



recientes buscan ampliar el conocimiento de este factor ambiental en la miopía, evaluando los diferentes niveles de luz en varios entornos del exterior e interior, que permitan aclarar el panorama en cuanto a los elementos a considerar en un plan estratégico para abordar esta problemática de salud.

A raíz de las conclusiones obtenidas, se recomienda el diseño y desarrollo de nuevas investigaciones con el propósito de evaluar el efecto a largo plazo de mayor cantidad de horas en el exterior en la incidencia, prevalencia y progresión de la miopía y estudios detallados que busquen describir las limitantes de este efecto preventivo en la progresión de la miopía, así como las medidas necesarias para lograr ralentizar la evolución de esta condición.



7. Referencias bibliogràfiques

- Cao, K., Wan, Y., Yusufu, M., & Wang, N. (2020). Significance of Outdoor Time for Myopia Prevention: A Systematic Review and Meta-Analysis Based on Randomized Controlled Trials. *Ophthalmic Res*(63), 97-105.
- Cos León, J. (2019). *Eficacia de los diferentes métodos utilizados para el control de la miopía. Evidencia Científica. Trabajo Final de Grado*. Sevilla: Universitat Politècnica de Catalunya. Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa.
- Deng, L., & Pang, Y. (2019). Effect of Outdoor Activities in Myopia Control: Meta-analysis of Clinical Studies. *Optom Vis Sci*, *XCVI*(4), 276-282.
- Eppenberger, L. S., & Sturm, V. (2020). The Role of the Time Exposed to Outdoor Light for Myopia Prevalence and Progression: a Literatura Review. *Clinical Ophthalmology*, *14*, 1875-1890.
- Galicia, G. (2019). *Criterios Clínicos para la corrección de la Miopía. Trabajo Final de Grado*. Sevilla: Universitat Politècnica de Catalunya. Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa.
- Ho, C.-L., Wu, W.-F., & Liou, Y. M. (2019). Dose-Response Relationship of Outdoor Exposure and Myopia Indicators: A Systematic Review and Meta-Analysis of Various Research Methods. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, *16*(14), 2595.
- Holden, B. A., Fricke, T. R., Wilson, D. A., Jong, M., Naidoo, K. S., Sankariburg, P., . . . Resnikoff, S. (2016). Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050. *American Academy of Ophthalmology*, *CXXIII*(5), 1036-1042.



- Izquierdo, Á. (2020). *Eficacia y seguridad del uso de atropina en la prevención de la progresión de la miopía. Revisión sistemática. Trabajo Final de Grado*. Sevilla: Universidad de Sevilla. Facultad de farmacia.
- Lagrèze, w. A., & Schaeffel, F. (2017). Preventing Myopia. *Dtsch Arztebl Int*, *CXIV*, 575-580.
- Lan, W. (2015). *Outdoor light and the prevention of myopia*. . Guangzhou: Eberhard-Karls-Universität Tübingen.
- Lanca, C., Teo, A., Vivagandan, A., Htoon, H. M., Najja, R. P., Spiegel, D. P., . . . Saw, S.-M. (2019). The Effects of Different Outdoor Environments, Sunglasses and Hats on Light Levels: Implications for Myopia Prevention. *Translational Vision Science y Technology*, *VIII*(4), 7.
- Landis, E., Yang, V., Brown, D., Pardue, M., & Read, S. (2018). Dim Light Exposure and Myopia in Children. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, *VIX*, 4804-4811.
- Mak, C., CS Yam, J., Chen, L., Lee, S., & Young, A. L. (2018). Epidemiology of myopia and prevention of myopia progression in children in East Asia: a review. *Hong Kong Medical Journal*, *XXIV*(6), 602-609.
- Morgan, I. G., French, A. N., Ashby, R. S., Guo, X., Ding, X., He, M., & Rose, K. A. (2018). The epidemics of myopia: Aetiology and prevention. *Progress in Retinal and Eye Research*, *LXII*, 134-149.
- Organización Mundial de la Salud. (2009). *¿Qué son los errores de refracción?* Obtenido de Archivo de Preguntas y Respuestas: <https://www.who.int/features/qa/45/es>
- Rose, K., Morgan, I., Ip, J., Kifley, A., Huynh, S., Smith, W., & Mitchell, P. (2008). Outdoor Activities Reduces the Prevalence of Myopia in children. *Ophthalmology*, *CXV*(8), 1279-1285.
- Saw, S.-M., Matsumura, S., & Hoang, Q. V. (2019). Prevention and Management of Myopia and Myopic Pathology. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, *60*, 488-499.



Wang, J., He, X.-G., & Xu, X. (2018). The measurement of time spent outdoors in child myopia research: a systematic review. *Int J Ophthalmol*, *XI*(6), 1045-1052.

Xiong, S., Sankaridurg, P., Naduvilath, T., Zang, J., Zou, H., Zhu, J., . . . Xu, X. (2017). Time spent in outdoor activities in relation to myopia prevention and control: a meta-analysis and systematic review. *Acta Ophthalmologica*, *XCV*, 551-566.