



Universidad de Valladolid

UTILIZACIÓN DE ATROPINA EN EL CONTROL DE LA MIOPÍA INFANTIL

Trabajo de Fin de Máster

Autora: Laura de Jesús Valenzuela Alba

Tutor: Prof. José María Jiménez Pérez

MÁSTER UNIVERSITARIO EN ENFERMERÍA OFTALMOLÓGICA

Junio, 2022

Curso 2021 – 2022



A mi madre, la mujer de las mil batallas.

Te amo mamá.

Resumen

Introducción. La miopía es una anomalía refractiva del globo ocular que afecta aproximadamente al 28.2% de la población mundial, se estima que para el año 2050 este porcentaje aumente hasta el 50%. Es importante controlar su progresión en niños y adolescentes para evitar el riesgo de ceguera.

Objetivo. Analizar la efectividad del empleo de atropina en el control de la miopía infantil.

Método. Se realizaron búsquedas en Pubmed, Dialnet, Biblioteca Virtual en Salud y Google Académico. Todos ellos publicados en castellano o inglés entre los años 2017 y 2022 y de acceso libre y gratuito. Se ha realizado la valoración de la calidad de los estudios escogidos utilizando la herramienta CASPe.

Resultados. Se han revisado un total de 19 publicaciones relacionadas con la prevalencia de la miopía y con su tratamiento en niños y adolescentes. Estos estudios examinaban el efecto de los tratamientos sobre la longitud axial del globo ocular en un período de tiempo que varía desde el mes de vida hasta los 10 años. Se han encontrado en total cinco tratamientos: la atropina, las lentes de ortoqueratología, gafas, lentes de contacto blandas bifocales y multifocales y la exposición al aire libre. Todas las publicaciones revisadas coinciden en que se debe seguir investigando para dilucidar los verdaderos mecanismos por los que se produce la miopía y por los cuales los tratamientos para retrasar su progresión son efectivos.

Conclusión. El tratamiento más eficaz para controlar la progresión de la miopía infantil es la aplicación de colirios de atropina con una concentración del 0.01%.

Palabras Clave: miopía, atropina, infantil.

Abstract

Background. Myopia is a refractive anomaly of the eyeball that affects approximately 28.2% of the world population, it is estimated that by 2050 this percentage will increase to 50%. It is important to monitor its progression in children and adolescents to avoid the risk of blindness.

Aim. To analyze the effectiveness of the use of atropine in the control of childhood myopia.

Method. Pubmed, Dialnet, Virtual Health Library and Google Scholar were searched. All of them published in Spanish or English between 2017 and 2022 and with free and open access. The quality assessment of the selected studies has been carried out using the CASPe tool.

Results. A total of 19 publications related to the prevalence of myopia and its treatment in children and adolescents have been reviewed. These studies examined the effect of treatments on the axial length of the eyeball. A total of five treatments have been found: atropine, orthokeratology lenses, glasses, bifocal and multifocal soft contact lenses, and outdoor exposure. All the publications reviewed agree that further research is needed to elucidate the true mechanisms by which myopia occurs and why treatments to delay its progression are effective.

Conclusion. The most effective treatment to control the progression of childhood myopia is the application of atropine eye drops with a concentration of 0.01%.

Keywords: myopia, atropine, childish.

Índice

Resumen.....	4
Abstract.....	5
Índice de Tablas.....	8
Abreviaturas, acrónimos y/o siglas.....	10
1. Introducción.....	11
1.1 Justificación.....	13
2. Hipótesis.....	14
2.1 PICO.....	14
3. Objetivos.....	15
4. Material y métodos.....	15
4.1 Diseño.....	15
4.2 Estrategia de Búsqueda.....	16
4.3 Estrategia de Selección.....	17
5. Resultados.....	18
5.1 Hallazgos.....	18
5.1.1 Diagrama de flujo.....	18
5.1.2 Herramientas para la evaluación de la evidencia.....	19
5.2 Definición de miopía, etiopatogenia y clasificación.....	20
Tipos de Miopía.....	23
5.3 Abordaje terapéutico de la Miopía Infantil.....	26
5.3.1 Gafas.....	26
5.3.2 Atropina.....	26
5.3.3 Exposición a la luz solar.....	27
5.3.4 Lentes de Ortoqueratología.....	28
5.3.5 Lentes de contacto blandas bifocales o multifocales.....	28
5.4 Análisis del impacto de los principales tratamientos de control de la miopía.....	29
5.4.1 Gafas.....	29
5.4.2 Atropina.....	29
5.4.3 Exposición a la luz solar.....	30
5.4.4 Lentes Ortoqueratología.....	31
5.4.5. Lentes de contacto blandas bifocales o multifocales.....	32
5.4.6. Futuras Líneas de Investigación.....	32

Utilización de atropina en el control de la miopía infantil.

6. Discusión	33
7. Conclusiones	35
Referencias	36
Anexos	39
Anexo 1	39
Anexo 2	40

Índice de Tablas

Tabla 1 PICO	15
Tabla 2 Descriptores Mesh y Decs	17
Tabla 3. Ecuaciones de Búsqueda	17
Tabla 4. Cuestionario CASPe	39
Tabla 5. Extracción de datos	40

Índice de Imágenes.

Ilustración 1 Formación de la imagen en el ojo miope.	11
Ilustración 2. Diagrama de Flujo.	19
Ilustración 3 Ojo miope observando objeto en el infinito	20
Ilustración 4. Ojo miope observando objeto en punto proximal.....	21

Abreviaturas, acrónimos y/o siglas.

ATOM: Atropina para el tratamiento de la miopía.

CASPe: Critical Appraisal Skills Programme Español.

LASIK: Queratomileusis in situ asistida con Láser.

MM: Miopía Magna.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

PKR: Queractectomía Fotorrefractiva.

1. Introducción

En Occidente, la Segunda Revolución Industrial trajo consigo un aumento de la prevalencia de la miopía como consecuencia del aumento en la tasa de educación de la población, éste, se produjo principalmente debido a la necesidad de la industria de contar con profesionales cualificados. En el continente asiático, el aumento de la tasa de la miopía no se produjo hasta después de la Segunda Guerra Mundial, coincidiendo con el incremento del acceso a la educación de la población (1,2).

La miopía es una anomalía refractiva del ojo consistente en que el foco visual de la retina se encuentra en algún punto finito por delante de la misma (3), esto se traduce en que la persona afectada percibirá de forma borrosa objetos que se encuentran lejanos.

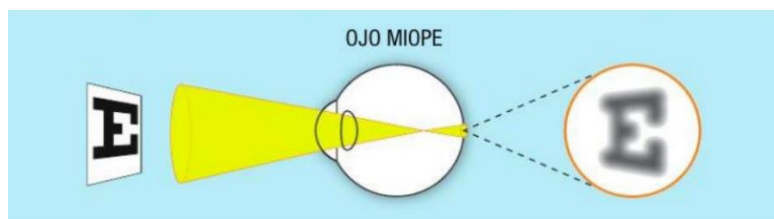


Ilustración 1 Formación de la imagen en el ojo miope.. (4)

Hablamos de la existencia de miopía magna (MM) cuando se igualan o superan las $- 6.00$ dioptrías, condición que aumenta la probabilidad de padecer enfermedades oculares importantes.

Los errores de la refracción, en especial la miopía, son de las causas más comunes de deficiencias visuales en niños (5, 6). Se estima que la prevalencia de la miopía simple a nivel mundial se encuentra en torno al 28.2% y la miopía magna (MM) en torno al 4% (7). La Organización Mundial de la Salud (OMS) prevé que, en el año 2050, aproximadamente el 50% de la población mundial será miope (5, 8, 9, 10) y que, en ese mismo año, la tasa de miopía magna (MM) a nivel mundial se encontrará en torno al 10% (8). Lo que equivaldría a 5.000 millones y 1.000 millones de personas con miopía y MM respectivamente (11).

La región asiática cuenta con la tasa de miopía más alta a nivel mundial, alcanzando una prevalencia del 80-90% en menores de 17 años (7,8). En Estados Unidos, la prevalencia de la miopía se sitúa en torno al 44% aproximadamente (8). En el oeste de Europa, la tasa de prevalencia de la miopía se encuentra en torno al 20-40%, mientras que en Europa del Este y en los países con menor nivel de desarrollo de Asia y América, la tasa de miopía se sitúa entre el 5-10% (7).

En España, la fundación Alain Afflelou, en colaboración con la Universidad Europea de Madrid, realizó un estudio cuyo objetivo era analizar la evolución de la miopía en la población infantil española. Dicho estudio reveló que, en 2016, el porcentaje de infantes entre 5 y 7 años que padecía miopía se situaba en torno al 16,8% y que, en el año 2020, había ascendido hasta el 20,1% (12).

La miopía tiene un fuerte componente hereditario, existen estudios que demuestran que el tener dos progenitores miopes aumenta la probabilidad de padecer miopía en comparación con un niño con ambos progenitores sin miopía (1, 4). A este componente hereditario, hay que sumarle una exposición ambiental familiar compartida ya que, los progenitores con miopía, tienden a crear ambientes con un riesgo miópico superior, por ejemplo, ofreciendo a sus hijos una educación más estricta y/o pasando menos tiempo al aire libre (4). Existe la suficiente evidencia científica como para afirmar el vínculo entre la miopía y los años de escolaridad en poblaciones de diferentes orígenes étnicos, en los que influyen también las calificaciones académicas. De esta forma, encontramos en Israel una alta prevalencia de miopía en niños judíos que asisten a escuelas ortodoxas, en comparación con sus hermanas, que asisten a escuelas seculares, mucho menos estrictas (2, 13).

Actualmente, la evidencia científica manifiesta que la realización de actividades al aire libre puede prevenir la miopía, existiendo una relación inversamente proporcional entre la aparición de miopía y las horas de exposición a la luz solar (1, 14).

1.1 Justificación

Es importante limitar la progresión de la miopía ya que, a partir de -6.00 dioptrías y/o los 26mm de longitud axial del globo ocular se produce un aumento del riesgo de ceguera (14, 15). Existen estudios que demuestran la ineficacia de ciertos tratamientos ópticos para reducir la progresión de la miopía como la hipocorrección intencionada de +0.50 o la utilización de lentes de contacto multifocales blandas con hipermetropía periférica (14).

Las únicas actuaciones que han demostrado ser capaces de limitar la progresión de la miopía son la exposición a la luz solar durante, al menos, 15 horas a la semana, para que las radiaciones ultravioletas activen los niveles de dopamina intraoculares; y la aplicación de colirio con atropina al 0,01% (1, 14).

La miopía es considerada un importante problema de salud ya que está relacionada con numerosas enfermedades como la maculopatía miópica, el desprendimiento de retina, el glaucoma, las cataratas (4) o la neovascularización coroidea, siendo los miopes magnos los que corren mayor riesgo de padecerlas (8). El riesgo de sufrir estas patologías es directamente proporcional al número de dioptrías miópicas (16), aumentando logarítmicamente su incidencia por encima de las -2.00 dioptrías (13), y es aún más alto cuando la longitud axial del globo ocular supera los 26mm (16).

Además, se trata de la primera causa de ceguera evitable en niños y adolescentes (10). Por este motivo, es considerada un grave problema de salud pública a nivel mundial y existen numerosas líneas de investigación que intentan desarrollar métodos efectivos para evitar la aparición de miopía o retrasar su progresión (8).

Asimismo, cabe mencionar que la miopía disminuye la calidad de vida de los infantes, ya que influye negativamente en el rendimiento académico, en la realización de actividades físicas, de interacción social y en sus posibilidades futuras de elección laboral (10).

Se estima que, el gasto medio directo por individuo que padece miopía en ayudas ópticas (gafas y/o lentes de contacto) se encuentra en torno a 200€ al año, a esto, hay que sumarle el gasto indirecto que se le hace al Sistema

Nacional de Salud entre vitrectomías, inyecciones intravítreas, etc. y el gasto general a las arcas públicas secundario a minusvalías e invalideces temporales. Teniendo en cuenta ambas variables, el impacto económico de esta enfermedad es de una envergadura incalculable (16).

En muchos de los casos, la miopía en niñas y niños es diagnosticada por un oftalmólogo u optometrista tras la alerta del profesor en clase, que observa como el infante entrecierra los ojos para mirar de lejos y se queja de que tiene dificultades para ver la pizarra. El profesional de la visión, tras realizar una prueba de agudeza visual subjetiva, utilizará un autorefractómetro o un retinoscopio para realizar una medición objetiva del poder refractivo del globo ocular y así, confirmar el diagnóstico de miopía. Para ello, deberán colocar en los ojos del menor unas gotas ciclopéjicas o midriáticas, las cuales dificultan la capacidad para enfocar del ojo y poder realizar una medición precisa (17).

2. Hipótesis.

2.1 PICO.

El modelo PICO es trata de una herramienta utilizada para organizar las preguntas de investigación. Consta de cuatro puntos.

- **P, (Patient):** hace referencia al grupo de población que se desea estudiar.
- **I, (Intervención):** hace alusión al tratamiento que se aplicará a los sujetos del estudio.
- **C, (Comparación):** Se refiere al llamado Grupo control, que puede ser bien un grupo que no recibe tratamiento, o que recibe un tratamiento diferente al que queremos estudiar.
- **O, (Resultados)(18).**

Utilización de atropina en el control de la miopía infantil.

Tabla 1 PICO.

P	Niños menores de 18 años
I	Diferentes abordajes terapéuticos para el control de la miopía infantil
C	Los infantes que reciben otros tratamientos diferentes a atropina
O	Disminución de la prevalencia de la miopía infantil

Tabla 1. PICO. Elaboración Propia.

3. Objetivos.

Objetivo General

1. Analizar la efectividad del empleo de farmacología en el control de la miopía infantil.

Objetivos Específicos

1. Describir la entidad clínica, su etiopatogenia y tipos.
2. Identificar el abordaje terapéutico más efectivo de la miopía infantil.
3. Analizar el impacto de los principales tratamientos en el control de la miopía.
4. Determinar futuras líneas de investigación en tratamientos para el control de la miopía.

4. Material y métodos.

4.1 Diseño

Se ha llevado a cabo una revisión sistemática en la que se ha indagado en la evidencia científica existente sobre la utilización de atropina para el control de la miopía infantil, para averiguar con qué concentración de ésta obtenemos mejores resultados. También, se ha buscado información sobre otras cuatro técnicas más que actualmente aún se utilizan, para comparar cuál es la más

efectiva. Se han realizado búsquedas en diferentes fuentes de indexación como Pubmed, Biblioteca Virtual en Salud, Google Académico, y Cochrane. Esta última, se ha desestimado por no encontrarse resultados acordes con el tema a estudiar. Para la evaluación de la evidencia, se ha utilizado la herramienta CASPe (*“Critical Appraisal Skills Programme Español”*).

Para el presente Trabajo de Fin de Máster, se han utilizado los siguientes buscadores y bases de datos:

- *Pubmed*. Se trata de un motor de búsqueda libre perteneciente a la Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos. Creado en enero de 1998, nos permite buscar casi exclusivamente dentro de la base de datos MEDLINE.
- *Biblioteca Virtual de Salud de España*. Creada en 1998 por la Organización Panamericana de la Salud de la Organización Mundial de la Salud, emplea patrones de búsqueda siguiendo un rigor científico. En aquel tiempo, era imposible distinguir en internet los artículos científicos que eran veraces de los que no, por lo que, para solucionar este problema, se crea la Biblioteca Virtual en Salud.
- *Dialnet*. Portal sin ánimo de lucro creado en el año 2001. Se encuentra gestionado por la Universidad de La Rioja y se encuentra especializado en ciencias sociales y humanidades.

Para completar lo hallado en las anteriores fuentes de indexación, se utilizaron los siguientes buscadores:

- *Google Académico*.

4.2 Estrategia de Búsqueda

Se han utilizado los siguientes descriptores Mesh (Medical Subjects Heading) y Decs (Descriptores en Ciencias de la Salud), combinándolos con los operadores booleanos AND y OR.

Utilización de atropina en el control de la miopía infantil.

Tabla 2 Descriptores Mesh y Decs

Mesh	Decs
Myopia	Miopia
Atropine	Atropina
Child	Niño
Rehabilitation	Prevención

Tabla 2. Descriptores Mesh y Decs. Elaboración propia.

Se realizaron las siguientes búsquedas:

Tabla 3. Ecuaciones de Búsqueda

Buscador	Ecuación de Búsqueda
Pubmed	Ecuación 1. <i>Atropine AND Myopia</i> Ecuación 2. <i>Myopia AND Myopia/Rehabilitation OR Myopia/therapy AND Child</i>
Biblioteca Virtual en Salud	Ecuación 3. <i>Atropine AND Myopia</i>
Dialnet	Ecuación 4. <i>Myopia AND Atropina</i>
Google Académico	Ecuación 5. <i>Prevención AND Miopía AND Niño</i>

Tabla 3. Ecuaciones de búsqueda. Elaboración propia.

4.3 Estrategia de Selección

Se eliminaron de los resultados aquellos artículos publicados con anterioridad al año 2017, aquellos que obligaban al pago para su revisión y todos los publicados en un idioma diferente al castellano e inglés. Se consideró dentro del tramo de infantes, a todos aquellos niños menores de 18 años.

En primer lugar, se realizó una lectura rápida del resumen en castellano o inglés del artículo. A continuación, se desestimaron aquellos que, pese a la búsqueda realizada con los descriptores, no se encontraban relacionados con el tema a tratar. Por último, se realizó una lectura exhaustiva de los artículos escogidos.

5.Resultados

5.1 Hallazgos.

5.1.1 Diagrama de flujo

En **Pubmed** se realizaron dos búsquedas en pubmed, la primera, utilizando la ecuación de búsqueda “Atropine AND myopia”, con los filtros de tiempo (2017-2022) y texto completo gratuito. Encontramos 57 resultados, de los cuales se revisaron 17 y se escogieron los 8 que eran adecuados para esta revisión. En la segunda búsqueda en pubmed, se utilizó la ecuación de búsqueda “Myopia AND Myopia/Rehabilitation OR Myopia/therapy AND Child”, con los mismos filtros, es decir, eliminando todas las publicaciones anteriores al año 2017 y los que obligaban al pago para su revisión. Se obtuvieron 139 resultados, de los cuales se revisaron 7 y se escogieron dos.

En **Biblioteca Virtual en Salud de España** se realizó una única búsqueda con la ecuación “Atropine AND myopia”, aplicando filtro de tiempo para eliminar aquellos publicados con anterioridad al año 2017, los que obligaban al pago para su revisión y aquellos publicados en un idioma diferente al castellano o inglés.

En **Dialnet** se realizaron dos búsquedas, la primera utilizando la ecuación Miopía AND atropina, en la cual se obtuvieron 14 resultados, de los cuales se eliminaron dos por ser respuestas a estudios y otros 5 por ser anteriores al año 2017. Se revisaron 5 artículos y finalmente sólo se escogió uno. En la segunda búsqueda se utilizó la ecuación de búsqueda “Prevención AND Miopía”, en la cual obtuvimos 22 resultados, se eliminaron 12 resultados por ser publicaciones anteriores al año 2017, otro por no encontrarse relacionado con el tema y por último, se revisaron 7 publicaciones y finalmente sólo se escogió uno.

En **Google Académico** se realizó una búsqueda utilizando la ecuación Prevención AND Miopía AND Niño, se eliminaron todas las publicaciones anteriores al año 2017 y las que estuviesen en un idioma diferente al

Utilización de atropina en el control de la miopía infantil.

castellano, en total se obtuvieron 2150 resultados, de los cuales se revisaron 10 y se escogieron sólo 3.

De todos los estudios escogidos, 8 se han realizado en España, 4 en China, 3 en Estados Unidos, 1 en Japón, 1 en Corea, 1 en México, 1 en Taiwán, y por último, 1 en Australia (Anexo 2).

Las edades de los infantes en las diferentes publicaciones varían entre los 5 y los 14 años, encontrándose sólo una publicación en la que las edades de los infantes se encontraban entre el mes y los 18 meses.

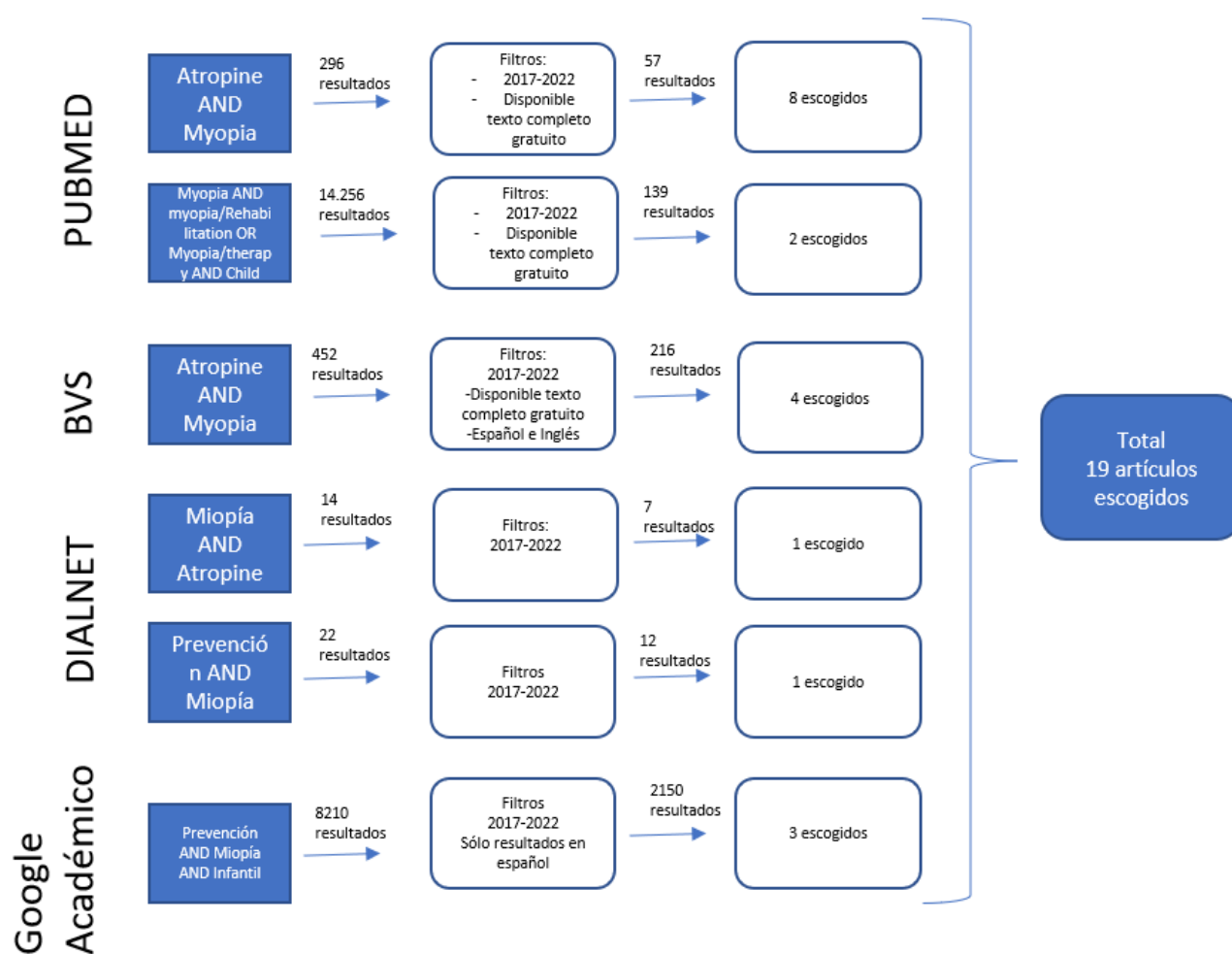


Ilustración 2. Diagrama de Flujo. Elaboración propia.

5.1.2 Herramientas para la evaluación de la evidencia

Para evaluar la calidad de los estudios escogidos para esta revisión sistemática, se ha realizado una tabla de elaboración propia utilizando las cuestiones que propone la guía CASPe (Anexo 1).

La herramienta independiente CASPe, tiene como objetivo principal enseñar a investigadores, gestores y pacientes usuarios del sistema de salud habilidades para la lectura crítica. Esta herramienta permite al usuario evaluar la relevancia y fiabilidad de los artículos publicados en las diferentes bases de datos, mediante un sistema de cuestiones a las que se debe responder mediante valores numéricos, siendo 1 el correspondiente al sí y 0 el correspondiente al No. (19). Las dos primeras preguntas son del tipo “de eliminación”, sólo si la respuesta es sí en ambas merece la pena contestar el resto de preguntas (20). De esta forma, se ha verificado que todos los artículos cumplían los criterios de las preguntas que se han empleado, obteniéndose un total de 9 a 10 respuestas positivas.

5.2 Definición de miopía, etiopatogenia y clasificación.

La miopía, es el error de refracción más común a nivel mundial (8, 17), la OMS la define como una condición en la cual el error refractivo objetivo en equivalente esférico es de ≤ -0.50 dioptrías en uno o ambos ojos (21), lo que da como resultado una visión de lejos borrosa sin corrección (8, 17).

Esto, se debe a que los rayos de luz que penetran en el globo ocular paralelos al eje óptico procedentes de objetos distantes se enfocan por delante de la retina mientras no se produce la acomodación. Esto se produce debido a una elongación excesiva de la longitud axial del globo ocular, a la existencia de una córnea con exceso de curvatura y/o demasiado poder de refracción en el cristalino (8).

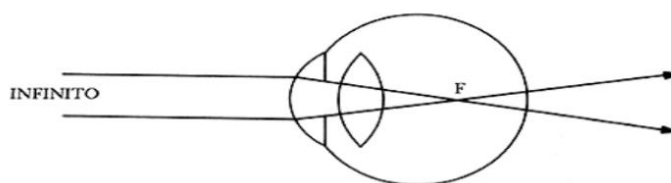


Ilustración 3 Ojo miope observando objeto en el infinito, la imagen se forma por delante de la retina.
<http://webs.ucm.es/info/clinopto/Tiposdedefectosrefractivos.htm>

Utilización de atropina en el control de la miopía infantil.

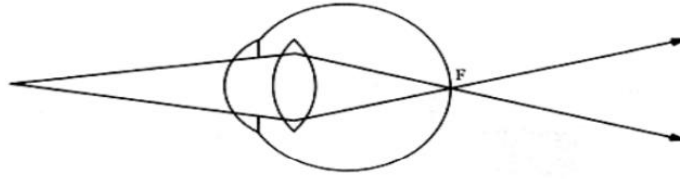


Ilustración 4. Ojo miope observando objeto en punto proximal, en este caso se forma la imagen en la retina
<http://webs.ucm.es/info/clinopto/Tiposdedefectosrefractivos.htm>

Su inicio suele tener lugar entre los 6 y los 12 años (13, 16, 17,), edades en las que suele tener una progresión mucho más rápida; después, durante la adolescencia progresa una media de -0.50 dioptrías por año hasta los 15-16 años (17), estabilizándose a partir de los 20 o 25 años (16).

El globo ocular del recién nacido es hipermetrope debido a su pequeño tamaño, a medida que el infante crece, el globo ocular también lo hace, va cambiando su estructura en un proceso conocido como emetropización, en el cual el globo ocular evoluciona para alcanzar la refracción óptima, conocida como emetropía (11).

En el proceso de emetropización, el poder dióptrico de la córnea y cristalino entran en equilibrio con la longitud axial del globo ocular para que, cuando éste se encuentre relajado, el punto remoto se ubique en el infinito. Así, los rayos paralelos de los objetos que se encuentran en el infinito convergen en la fóvea, dando lugar a una correcta visión de lejos (1,4,).

El estado refractivo depende de factores como la longitud axial, la curvatura corneal, la profundidad de la cámara anterior y del índice de refracción (4). Aunque el mecanismo por el cual se desarrolla la miopía no está del todo claro, se sabe con exactitud que está estrechamente relacionado con el crecimiento de la cámara vítrea (11). De esta forma, cada milímetro extra que crece la longitud axial del globo ocular induce -3.00 dioptrías de miopía, lo cual se traduce en una disminución de la agudeza visual en torno al 10% (16).

En la última década, se ha observado una disminución en el comienzo de la edad de la miopía y un aumento en su tasa de progresión. De esta forma, los infantes que debutan con miopía a los 6 años serán miopes magnos a los 12

años. En la etiopatogenia de la miopía influyen tanto factores genéticos como medioambientales (1).

Factores de riesgo

Factores genéticos.

La evidencia científica asegura que la incidencia de miopía a edades tempranas se encuentra estrechamente relacionada con la miopía parental (16). De esta forma, un niño con ambos padres miopes tendrá un 33-60% de probabilidades de ser miope (7,16), frente al 23-40% de probabilidad que tiene el que sólo tiene a un progenitor miope, o el 6-15% de probabilidades que tiene el infante con ningún progenitor miope (7). Otro factor a tener en cuenta es el estado refractivo del infante a la edad de 6 años, si este es menor a +0.75 aumenta las probabilidades de padecer MM (16).

El sexo, también es un factor importante a tener en cuenta, ya que el porcentaje de mujeres miopes corresponde aproximadamente al 65% del total de pacientes con miopía a nivel mundial, frente al porcentaje del 35% que corresponde a los hombres (2). Este hecho se cree que se encuentra relacionado principalmente con factores hormonales como los niveles de estradiol, aunque son pocos los estudios que hablan sobre el tema (5).

Algunas razas, como la asiática, tienen un riesgo mayor de padecer miopía, de esta forma, encontramos que el continente asiático tiene la mayor tasa de miopes a nivel mundial (5, 10). Este hecho, se puede relacionar especialmente con el sistema educativo oriental, donde la presión educativa es muy superior en comparación con los sistemas educativos europeos y occidentales (13).

Factores medioambientales.

La miopía se relaciona con las horas que los infantes pasan al aire libre; se necesitan al menos dos horas diarias de actividades al aire libre para disminuir el riesgo de aparición de miopía (2). La reciente evidencia científica manifiesta que el tiempo que se pasa al aire libre es un factor determinante en el desarrollo de la miopía infantil (7).

Utilización de atropina en el control de la miopía infantil.

Los infantes nacidos mediante partos instrumentalizados, tienen un mayor riesgo de padecer miopía ya que estos instrumentos son capaces de dañar las estructuras oculares mientras el bebé se encuentra saliendo por el canal del parto (4).

Aunque escasa, existe evidencia científica sobre que la progresión de la miopía puede llegar a ser el doble de rápida en los meses de invierno que en los de verano, debido a la diferencia de tiempo que pasan los infantes al aire libre durante estas épocas y a la disminución de las presiones educativas durante los meses de verano (2).

Aunque existe controversia, se cree que el trabajo manual de cerca y la lectura juegan un papel importante en el desarrollo de la miopía (13).

Existen estudios epidemiológicos que relacionan la miopía con el hecho de vivir en zonas urbanas, con ciertos profesionales cualificados como los microscopistas o con el nivel de estudios, especialmente universitarios y con la utilización frecuente de dispositivos electrónicos como tablets u ordenadores. Además, también se cree que la intensidad de la lectura influye mucho más en el riesgo de padecer miopía que el tiempo real dedicado a la misma.

El trabajo de cerca y, especialmente la lectura, se encuentran asociados con un retraso en la acomodación, es decir, con una respuesta insuficiente a la hora de enfocar objetos cercanos, lo que coloca el punto de mejor enfoque detrás de la retina, produciéndose el desenfoque hiperópico. Esto condujo a la teoría de que la borrosidad óptica que se produce en el retraso en la acomodación, puede ser la señal que promueve el crecimiento excesivo del globo ocular y provoca la miopía. Esta teoría se encuentra respaldada por estudios en animales como los peces, pollos, monos, conejillos de indias y ratones (13).

Tipos de Miopía

La miopía puede clasificarse atendiendo al factor desencadenante de la patología en la estructura ocular, de esta forma tenemos:

- La *miopía axial*, en la cual, se produce un aumento excesivo de la longitud del eje anteroposterior del globo ocular (4,15,21).
- La *miopía por curvatura*, en la que la córnea, el cristalino o ambos presentan una excesiva curvatura, lo que proporciona al ojo demasiada potencia (4,7,15).
 - o Por aumento de la curvatura corneal: Se produce en niños que durante el trabajo de parto necesitaron herramientas como el fórceps, el cual puede romper la membrana de descemet; y en enfermedades como la queratitis punteada y el queratocono (4).
 - o Por aumento de la curvatura del cristalino: Son menos frecuentes, se presenta en pacientes con cataratas en fases iniciales o en diabéticos con un mal control de su enfermedad. También, puede producirse como consecuencia de un desplazamiento anterior del cristalino secundario a la cirugía de glaucoma (4).
- La *miopía índice*, provocada por cambios en el índice de refracción de la estructura del globo ocular como, por ejemplo, un aumento del índice del cristalino (4,7). En pocos casos suele ocurrir debido a una disminución del índice de la refracción de la córnea (4). Es común que se produzca cuando aparecen cataratas, en las que el cristalino se vuelve opaco (7, 15), lo que puede producir un aumento del índice de refracción (4); y en la diabetes, como consecuencia de los cambios en las concentraciones del sorbitol y los polialcoholes en el cristalino, lo que provoca cambios en la refracción de incluso más de 2 dioptrías (4).

Atendiendo a la edad de aparición de la miopía podemos clasificarla en:

- *Miopía congénita*. Se encuentra presente desde el nacimiento y continúa tras el proceso de emetropización. Estas personas suelen padecer MM, pudiendo llegar fácilmente a las -10 dioptrías. Por suerte, su prevalencia es tan sólo del 1-2% (21).
- *Miopía al comienzo de la infancia*. Aparece entre los 5 años hasta la adolescencia. Es la más común y aumenta de forma progresiva a medida que el niño crece.

Utilización de atropina en el control de la miopía infantil.

- *Miopía del adulto precoz.* Se presenta entre los 20 y los 40 años. Un 30-35% de la población miope debuta a esta edad.
- *Miopía del adulto tardía.* Aparece a partir de los 40 años y se encuentra relacionada con la aparición de cataratas (4).

También, podemos clasificar la miopía atendiendo al grado de ametropía del ojo miope, de esta forma, tenemos:

- *Premiopía.* Hablamos de premiopía cuando el infante a la edad de 6 años cuenta con un estado refractivo de $\leq +0.75$ dioptrías o > -0.50 dioptrías (16).
- *Pseudomiopía.* Se produce en personas emétopes e hipermétropes debido a un exceso de acomodación cuando el individuo observa un objeto fijamente durante un tiempo prolongado (7).
- *Miopía simple o fisiológica.* No supera las -6.00 dioptrías y no se encuentra asociada a patología previa en el individuo, los valores de las estructuras del globo ocular, como por ejemplo la longitud axial, se encuentran dentro del rango de la normalidad (15,21).
- *MM.* El error refractivo supera las -6.00 dioptrías y/o una longitud axial de 26.50 milímetros, se encuentra asociada con numerosas patologías (13,15).

La gravedad de las complicaciones de la MM es directamente proporcional a la longitud axial del ojo, ya que en virtud de ésta el tejido coriorretiniano se encuentra más delgado, causando una disminución en la circulación sanguínea del polo posterior. Sus consecuencias directas en el polo posterior son la atrofia coriorretiniana, el estafiloma posterior, las grietas de laca, mancha de Fuchs y la membrana neovascular coroidea (15).

5.3 Abordaje terapéutico de la Miopía Infantil

Los estudios en humanos y animales suscitan que reducir el retraso de la acomodación, reducir el desenfoque tanto central como periférico y bloquear la señalización miopiagénica retrasan la progresión de la miopía. Las corrientes de tratamiento actuales incluyen la corrección óptica con lentes bifocales, lentes progresivas, la ortoqueratología, lentes de contacto multifocales, exposición a la luz solar y, especialmente, la utilización de atropina vía oftálmica (13).

5.3.1 Gafas

Las gafas suelen ser el tratamiento inicial para los infantes con miopía, ya que proporcionan una buena visión sin efectos secundarios graves. Se trata de una montura de diferentes materiales en la cual se montan dos lentes, en este caso divergentes, las cuales tienen forma cóncava, que enfocan la luz hacia un punto más posterior, lo que nos da como resultado la formación de una imagen clara ya que provocan que la luz se enfoque en la retina (17).

Fue el primer tratamiento que se utilizó para controlar la progresión de la miopía. Su utilización para este fin se basaba en la suposición de que la miopía era la respuesta a una acomodación prolongada. Se han utilizado gafas con lentes con hipocorrección, con desenfoque hipermetrópico periférico, etc. (13).

5.3.2 Atropina

La atropina es un alcaloide extraído de la belladona (6, 21) que actúa como antagonista no selectivo de los receptores muscarínicos de la acetilcolina (8, 21) que se encuentran en la retina, la coroides y la esclerótica (21). Se comenzó a utilizar por primera vez en colirios para tratar la miopía en la década de los 60 con dosis elevadas, al 1% (8).

Utilización de atropina en el control de la miopía infantil.

La atropina es el único fármaco que ha demostrado ser eficaz frente a la progresión de la miopía en la población infantil produciendo un bajo porcentaje de efectos adversos (3).

El mecanismo de acción exacto por el cual la atropina es eficaz para el tratamiento de la miopía aún no es conocido, sin embargo, existen varias teorías que podrían explicarlo (6).

En la década de los 80, se pensaba que los agentes antimuscarínicos ralentizaban la progresión de la miopía eliminando la acomodación, sin embargo, se ha demostrado que esto no es más que un efecto local en la retina y que no es el mecanismo por el cual actúa la atropina, ya que se ha demostrado que también es eficaz en animales que carecen de acomodación (17).

Se sugirió también que, la luz ultravioleta que penetra de más en el globo ocular (como consecuencia de la dilatación de la pupila provocada por la atropina) podría aumentar el entrecruzamiento de colágeno dentro de la esclerótica, lo que ralentizaría el crecimiento escleral (6, 13).

Hoy en día, se cree que, la atropina, podría actuar con un doble mecanismo, primero, actuando como agente antimuscarínico bloqueando los receptores M1, M3 y M4 de la retina (14) y de los fibroblastos esclerales (9) y segundo, estimulando a las células amacrinas de la retina para que aumenten la producción de dopamina (14, 21,), inhibiendo así el crecimiento ocular (9).

5.3.3 Exposición a la luz solar.

Estudios recientes han demostrado que el espectro de luz solar correspondiente a los 360-400nm de longitud de onda es capaz de suprimir la progresión de la miopía en pollos y en humanos (13). Según los recientes estudios, para que la exposición a la luz solar sea eficaz debe exponerse a una luminosidad mayor a 1000 lumens durante, al menos, de 2 a 3 horas diarias (7), es decir, aproximadamente 15 horas a la semana. (1, 14).

Este fenómeno se explica debido a que la exposición a la luz provoca miosis, lo que tiene como consecuencia un menor desenfoque (1) y, además, esta exposición a la luz solar estimula a las células amacrininas para que secreten dopamina en la retina, la cual inhibe el crecimiento axial del globo ocular durante el crecimiento (1, 7, 14, 16).

5.3.4 Lentes de Ortoqueratología

Las lentes de Ortoqueratología o de doble geometría inversa son lentes de contacto rígidas (13), permeables al oxígeno (21) que se utilizan por la noche (13) y hacen que el infante tenga una correcta visión durante el día, cuando se las quita. El mecanismo en el que se basa este tipo de lentes es que la presión hidráulica que la propia lente genera remodela temporalmente la córnea, lo que consigue corregir la visión de lejos al cambiar la forma de la córnea central y, además, hace que la córnea periférica sea más inclinada (21); esto se traduce en una disminución del desenfoque hipermetrópico periférico, creando una miopía relativa periférica, lo que da como resultado un menor crecimiento de la longitud axial del globo ocular (4). Deben ser utilizadas, al menos, durante 6 horas consecutivas por la noche (22).

5.3.5 Lentes de contacto blandas bifocales o multifocales

Las lentes de bifocales son lentes que se dividen en dos zonas, la parte alta de la lente cuenta con una graduación que nos permite tener una correcta visión de lejos, y la parte baja de la lente cuenta con la corrección de cerca (8, 21). Las lentes multifocales cuentan con tres zonas, la adaptada para la visión de lejos, intermedia y visión de cerca (8).

Existen otros métodos de corrección de la miopía como la cirugía refractiva con láser, como la queratomileusis in situ asistida con láser (LASIK) o la queratectomía fotorrefractiva (PKR) la cual provoca un aplanamiento permanente de la curvatura corneal como resultado de la extracción del tejido estromal; y la colocación de lentes intraoculares, pero estas técnicas no se utilizan en niños debido al riesgo de posible progresión de la miopía (17).

5.4 Análisis del impacto de los principales tratamientos de control de la miopía

5.4.1 Gafas

Se utilizaron gafas con + 2.00 dioptrías que demostraron ser eficaces durante el primer año, reduciendo la progresión de la miopía en un 20%, sin embargo, el efecto se redujo significativamente en los años posteriores. La reducción neta de la progresión de la miopía fue de 0,2 dioptrías, lo que resulta insignificante (13).

Algunos autores han afirmado que la hipocorrección óptica es un buen método de para controlar la miopía(1), apoyándose en la creencia errónea de que la reducción de la acomodación ralentizará la progresión de la miopía, sin embargo, actualmente sabemos que la borrosidad afecta a la capacidad del ojo para volverse emétrope (13). estudios recientes demuestran que no sólo no es eficaz, sino que acelera la progresión de ésta (1).

Un estudio que evalúa el tratamiento mediante gafas progresivas, titulado “*The Correction of Myopia Evaluation Trial*”, comprobó que el efecto de éstas disminuía entre el segundo y el cuarto año (1)

Otro estudio realizado en China, encontró que colocando lentes progresivas cuya potencia oscilaba entre +1.50 y +2.00 dioptrías ralentizaba la progresión de la miopía en 0.25 dioptrías al año en niños asiáticos, pero no fue así cuando se probó en niños caucásicos (13).

Se han colocado lentes diseñadas para reducir el desenfoque hipermetrópico periférico en niños chinos (4, 13), pero no tuvo ningún efecto significativo en la desaceleración de la progresión miópica (13).

5.4.2 Atropina

Actualmente, se están utilizando dos fármacos vía oftálmica para el control de la miopía, la pirenzepina y la atropina (8). En Singapur, se realizaron una serie de ensayos, los llamados “*Atropina para el Tratamiento de la Miopía*” (ATOM,

por sus siglas en inglés) (9). La muestra total fue de 400 niños de raza asiática con una edad media aproximada de 9.2 años y una miopía media de -3.50. En el estudio ATOM1 se utilizaron 5 grupos de tratamiento, el grupo control, que recibía un tratamiento placebo, y los grupos que recibieron gotas con concentraciones de atropina al 1%, 0.5%, 0.1% y 0.01% (17). Este reveló que la atropina al 1% era la concentración más eficaz para disminuir la progresión de la miopía, sin embargo, los efectos secundarios impedían el cumplimiento del tratamiento por parte de algunos participantes en el estudio (9).

Son varios los estudios que demuestran que concentraciones altas de atropina provocan fotofobia (8, 10), deslumbramiento, parálisis temporal en la acomodación (8, 13) y dilatación pupilar (13) en niños entre 6 y 14 años, por lo que el ensayo ATOM2 probó con concentraciones más bajas del fármaco, tales como 0,5%, 0,1% y 0,01% (1, 3, 9).

La concentración más baja de las mencionadas demostró ser eficaz causando menos efectos adversos que las concentraciones más elevadas. Además, los pacientes tratados con la menor de las concentraciones de atropina (0.01%) sufrieron menos efecto rebote (1, 3,9) [tan sólo un 24% de los niños tratados con atropina al 0,01% sufrieron efecto rebote, frente al 68% y 59% de los que fueron tratados con concentraciones del 0,5% y 0,1%, respectivamente (8)].

Tras dos años, todos los participantes del estudio ATOM2 suspendieron la utilización de atropina durante un año completo. Pasado este año, se encontró que la progresión de la miopía se reanudó en algunos pacientes, y en otros parecía haberse detenido por completo. En aquellos en los que la progresión de la miopía se reanudó, comenzaron de nuevo el tratamiento con atropina, esta vez sólo con la concentración al 0.01% y fueron reevaluados dos años más tarde (13) en el llamado estudio ATOM3, esta vez, sin grupo placebo (17). Al finalizar, se observó una menor progresión de la miopía en los pacientes tratados con atropina al 0,01% (9).

5.4.3 Exposición a la luz solar.

Aunque parece haber cierto consenso sobre el efecto preventivo sobre la aparición de la miopía de la exposición a la luz natural, no es así en si

disminuye la progresión en ojos ya miopes. Así, encontramos autoras como Pérez Flores que indican que no disminuye la progresión en ojos ya miopes, y otros como Cooper que afirman lo contrario (1, 13).

5.4.4 Lentes Ortoqueratología

Su eficacia sólo se encuentra demostrada en ojos con miopías de moderadas a altas, es decir, con una miopía de -3 a -6 dioptrías, por lo que, no resultan útiles para miopes cuya miopía se encuentra entre -1 y -3 dioptrías (16, 22), ya que únicamente los miopes altos cursan con el efecto óptico de desenfoque periférico retiniano de la imagen de tipo hipermetrópico (16).

Su eficacia se encuentra únicamente probada durante los dos primeros años de uso de las lentes, desapareciendo la eficacia tras este período e igualándose la progresión de la miopía a la del grupo control en los estudios que muestran su eficacia (16).

Según las fuentes consultadas, sólo tendría efecto a corto plazo y no a largo ni a medio plazo. La mayoría de los estudios encontrados, miden su efecto sobre la refracción y sobre la longitud axial del globo ocular en las 2 o 3 horas posteriores a su uso, no encontrándose estudios que midan estos parámetros en horas posteriores (16).

Tiene complicaciones frecuentes como conjuntivitis alérgicas, una alta incidencia de infecciones de la córnea por acantamebas, pseudomonas y estafilococos (16). Además, también producen halos secundarios a la aberración esférica, reducción, de la sensibilidad al contraste e incomodidad al tener que utilizar lentes todas las noches (13).

Un estudio realizado por Cho y Cheung evaluó el efecto rebote tras la utilización de lentes de ortoqueratología. Hicieron dos grupos, el grupo 1 utilizó las lentes de ortoqueratología durante 24 meses y el grupo 2, grupo control, utilizó sus gafas de montura habituales, el resultado fue que en los dos años posteriores en los infantes del grupo 1 se produjo un aumento mucho más

rápido de la longitud axial del globo ocular con respecto a los del grupo control (13).

5.4.5. Lentes de contacto blandas bifocales o multifocales

Existen estudios retrospectivos que han demostrado que las lentes bifocales y multifocales retrasan la progresión de la miopía en un 40% (13, 17), sin embargo, estos estudios no se encontraban correctamente diseñados, en primer lugar, por su carácter retrospectivo, y en segundo lugar no tenían ni doble ni simple ciego (13).

5.4.6. Futuras Líneas de Investigación

Aunque hay estudios que afirman la existencia de un incremento significativo de la miopía infantil en España, son escasos los que realizan un seguimiento de la prevalencia de ésta, por lo que es necesario que se realicen más investigaciones, incluyendo a un mayor número de población y mucho más dilatados en el tiempo (4). Estos estudios, también deberían profundizar en el tiempo exacto que se deben prolongar los diferentes tratamientos y el momento idóneo para comenzarlos (14, 15).

Además, sigue siendo muy necesaria la investigación para esclarecer los mecanismos por los cuales los factores medioambientales influyen en el desarrollo, aparición y prevención de la miopía (4), especialmente debe estudiarse en profundidad el mecanismo exacto por el que la exposición a la luz natural reduce la progresión de la miopía (2). Y averiguar el verdadero mecanismo de acción de los agentes muscarínicos (17, 22).

Son necesarios más ensayos clínicos que prueben con diferentes dosis de atropina a las ya probadas como, por ejemplo, dosis al 0.005% para aquellos infantes que no toleran dosis más elevadas, y con dosis de atropina al 0.02% para niños y adolescentes que no responden al tratamiento más extendido de atropina al 0.01% (14, 16). Se debe estudiar la opción de las lentes de contacto blandas multifocales, descubrir nuevos agentes farmacológicos que amplíen el abanico de posibilidades de tratamiento (2), y su combinación con otros

tratamientos como las gafas, lentes de ortoqueratología y las lentes de contacto, para así encontrar nuevas opciones de tratamiento (17, 22).

6. Discusión

Tras revisar la evidencia científica disponible sobre el uso de atropina, podemos confirmar que la utilización de atropina es segura y eficaz para controlar la progresión de la miopía en niños. Tal y como afirman Pérez Flores et ál, encontramos que la dosis más efectiva es atropina al 1%, sin embargo, esta produce numerosos efectos secundarios, como hemos podido constatar en las publicaciones de Qiurong et ál y Ha et ál.

Debemos tener en cuenta que, aunque muchos de los artículos escogidos son españoles o estadounidenses, tal y como afirman Valdez Rake et ál, los grandes estudios sobre la efectividad de los tratamientos para controlar la miopía están realizados en población asiática, por lo que no sabemos si el factor raza influye en la efectividad del tratamiento y si su efecto será menor en niños caucásicos. Además, de las diferencias genéticas entre las razas asiática y caucásica, también se deben tener en cuenta la diferencia en los hábitos de vida, ya que en los países europeos se tiende a hacer una mayor vida al aire libre.

En las publicaciones revisadas, comprobamos que sólo dos estudios medían el efecto rebote del tratamiento con atropina, los llamados ATOM y el estudio de diez años de duración de Chuan et ál, ambos realizados en población asiática con un estilo de vida diferente al occidental.

El estudio de la prevalencia de la miopía infantil en España realizado por la Universidad Europea de Madrid en colaboración con la Fundación Alain Afflelou, fue muy amplio, con una muestra de más de 11200 niños, sin embargo, no especifica si el seguimiento se realizó a los mismos niños o por el contrario cada año se tomó una muestra diferente.

Se han propuesto otras técnicas diferentes para el control de la miopía infantil, en esta revisión, hemos encontrado principalmente cuatro, la colocación de

gafas con lentes con hipocorrección o desenfoque hipermetrópico periférico, las lentes nocturnas de Ortoqueratología, la exposición a la luz solar y lentes de contacto blandas bifocales y multifocales.

En cuanto a las gafas, tanto Pérez Flores como Cooper coinciden en que, aunque son útiles para corregir el defecto de la refracción y que el infante pueda hacer una vida normal, no resultan efectivas en el control de la miopía al no limitar la progresión de ésta ni limitar el crecimiento axial del globo ocular.

Existe cierta controversia acerca de la eficacia de las lentes de ortoqueratología, ya que no serían efectivas para todo tipo de miopía, sino, como especifican Kinoshita, Díaz Llopis y Cisneros Lanuza, sólo serían útiles para miopías de moderadas a altas y su eficacia no se encuentra probada más allá de los dos primeros años de utilización de las lentes. Además, autores como Cooper aseguran que tienen efecto rebote, por el que se produce un aumento en el crecimiento de la longitud axial del globo ocular. Para Kinoshita, la combinación entre lentes de Ortoqueratología y colirio de atropina al 0.01% podría ser eficaz para el control de la miopía.

Cooper, Bernabéu García y Díaz Llopis coinciden en que la luz natural es capaz de suprimir la progresión de la miopía, sin embargo, Pérez Flores afirma que únicamente previene la miopía en ojos no miopes, pero que no tiene efecto una vez aparecida la miopía. Este tratamiento debe estudiarse más profundamente, ya que aunque todos los autores aceptan la teoría de que la luz solar aumenta la secreción de dopamina en la retina, la cual inhibe el crecimiento axial del globo ocular, todos coinciden en que existe una falta de evidencia científica y deben realizarse más estudios sobre el tema.

Para Cooper y Walline, las lentes de contacto bifocales y multifocales son efectivas para reducir la progresión de la miopía, sin embargo, aunque Cooper afirma que estos estudios no se encontraban correctamente diseñados.

7. Conclusiones

- La miopía es una enfermedad que causa importantes problemas, tanto en la salud del individuo que la padece como económicamente, haciendo grandes gastos a los sistemas de salud a nivel mundial.
- Existen múltiples técnicas para el tratamiento de la miopía en niños, sin embargo, se necesita seguir estudiándolas en profundidad y estudiar nuevas líneas de tratamiento para poder hacer frente a la pandemia de la miopía.
- Actualmente, el tratamiento más efectivo contra la miopía es la aplicación de colirio de atropina al 0.01%.
- Este tema, es lo suficientemente importante como para que siga estudiándose en investigaciones futuras, especialmente, la combinación de varias técnicas.

Referencias.

1. Pérez Flores, I. Tratamiento médico de la miopía. *Acta Estrabológica*. 2018; 47(2): 79 – 94. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7257994>
2. Morgan, I. G., French, A. N., Ashby, R. S., Guo, X., Ding, X., He, M. & Rosa, K. A. The epidemics of myopia: Aetiology and prevention. *Progress in retinal and eye research* 2018, 62: 134-149. <https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2017.09.004>
3. Valdez-Radke, A. S., Acuña Maldonado, R., Cardona Estrada, C. & Romo García, E. Atropine 0.01% as a treatment for one year to decrease the progression of myopia in pediatrics. *Red Med UAS*, 2021: 11(2): 107-114. <http://dx.doi.org/10.28960/revmeduas.2007-8013.v11.n2.004>
4. Martínez Pérez, C. *Prevalencia y factores de prevención y de riesgo de la miopía en una población de 5 a 7 años en España*. Tesis Doctoral. Universidad Europea de Madrid; 2020.
5. Huo, L.; Qi, Y. & Zhao S. Refractive errors and risk factors for myopia in infants aged 1–18 months in Tianjin, China. *BMC Ophthalmol*. 2021; 21, 403. <https://doi.org/10.1186/s12886-021-02172-2> (acceso 10 marzo 2022).
6. Fu, A., Stapleton, F., Wei, L. *et al.* Risk factors for rapid axial length elongation with low concentration atropine for myopia control. *Sci Rep* 11, 11729 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88719-1>
7. Bernabéu García, V. *Actividad al aire libre e intensidad de la luz solar como factor relevante en la prevención y control de la miopía*. Trabajo de Fin de Grado. Universidad Politécnica de Cataluña; 2021. <http://hdl.handle.net/2117/356147>
8. Qiurong, Z., So, G., Singh, S., Torres, J. A. & Wildsoet, C. F. Daily or Less Frequent Topical 1% Atropine Slows Defocus-Induced Myopia Progression in Contact Lens-Wearing Guinea Pigs. *Trans. Vis. Sci. Tech*. 2022;11(3). <https://doi.org/10.1167/tvst.11.3.26> (acceso 5 de abril 2022).

9. Pérez Flores, I., Macías Murelaga, B., Barrio Barrio, J. Multicenter Group of Atropine Treatment for Myopia Control (GTAM). A multicenter Spanish study of atropine 0.01% in childhood myopia progression. *Sci Rep.* 2021 Nov 5;11(1). doi: 10.1038/s41598-021-00923-1. (acceso 6 de abril 2022).
10. Ha, A., Kim, S.J., Shim, S.R., Kim, Y.K., Jung, J.H. Efficacy and Safety of 8 Atropine Concentrations for Myopia Control in Children: A Network Meta-Analysis. *Ophthalmology.* 2022 Mar;129(3):322-333. doi: 10.1016/j.ophtha.2021.10.016.
11. Chuang, M. N., Fang, P.C. & Wu, P.C. Stepwise low concentration atropine for myopic control: a 10-year cohort study. *Sci Rep.* 2021; 11(1). doi: 10.1038/s41598-021-96698-6. (acceso 12 de abril de 2022).
12. Fundación Alain Afflelou & Universidad Europea de Madrid. Radiografía de la miopía infantil en España (2016-2020). Fundación ALAIN AFFLELOU. https://www.afflelou.es/fundacion/wp-content/uploads/2021/09/Dossier_AFFLELOU-Fracaso-Escolar.pdf (acceso 14 de marzo 2022).
13. Cooper, J. M. & Tkatchenko, A. A Review of Current Concepts of the Etiology and Treatment of Myopia, Eye & Contact Lens. *Science & Clinical Practice,* 2018; 44(4):231-247 doi: 10.1097/ICL.0000000000000499
14. Díaz Llopis, M. & Pinazo Durán, M. D. La atropina superdiluida al 0,01% frena el aumento de miopía en niños-adolescentes. Un estudio a largo plazo 5 años de evolución: seguridad y eficacia. *Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología.* 2018; 93(4):182–185. <https://doi.org/10.1016/j.oftal.2017.12.015>
15. Izquierdo Martínez, A. Eficacia y seguridad de la atropina en el uso de atropina En la prevención de la progresión de la miopía. Revisión Sistemática. 2020. [Trabajo de fin de Grado, Universidad de Sevilla]. <https://hdl.handle.net/11441/103372>
16. Díaz Llopis, M. & Cisneros Lanuza, A. Miopía, el reto de la Oftalmología y su «explosiva epidemia» mundial. *Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología.* 2018; 93(8): 365-367. <https://doi.org/10.1016/j.oftal.2018.05.009>

17. Walline, J.J., Lindsley, K.B., Vedula, S.S., Cotter, S.A., Mutti, D.O., Ng, S.M., Twelker, J.D. Interventions to slow progression of myopia in children (Review). 2020. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004916.pub4> (acceso 30 de marzo de 2022).
18. Riva, J. J., Keshena, M.P.M., Burnie, S. J., Endicot, A. R. & Busse, J. W. What is your research question? An introduction to the PICOT format for clinicians. *J Can Chiropr Assoc* 2012; 56(3): 167-171.
19. Guías CASPe de Lectura Crítica de la Literatura Médica CASPe 2016. [citado el 20 de junio de 2022]. <http://www.redcaspe.org>
20. Cabello, J.B. por CASPe. Plantilla para ayudarte a entender una Revisión Sistemática. En: CASPe. Guías CASPe de Lectura Crítica de la Literatura Médica. Alicante: CASPe; 2005. Cuaderno I. p.13-17.
21. Yu, Y. & Liu, J. The effect of 0.01% atropine and orthokeratology on ocular axial elongation for myopia children. A meta-analysis (a PRISMA-compliant article). *Medicine*, 2022: 101(18): 29-191 doi: 10.1097/MD.00000000000029191
22. Kinoshita, N., Konno, Y., Hamada, N. *et al.* Efficacy of combined orthokeratology and 0.01% atropine solution for slowing axial elongation in children with myopia: a 2-year randomised trial. *Sci Rep* **10**, (2020). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-69710-8> (Acceso 17 de mayo de 2022)

¿tienen intervalos de confianza definidos?	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
¿Se pueden aplicar los resultados en tu medio?	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
¿Se han considerado todos los resultados importantes para tomar la decisión?	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
¿Los beneficios merecen la pena frente a los perjuicios y costes?	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TOTAL PUNTUACIÓN	9	9	10	9	10	10	9	10	9	10	10	9	9	9	9	9	9	9	9

Tabla 4. Cuestionario CASPe. Elaboración propia.

Anexo 2.

Tabla 5. Extracción de datos

Nº Artículo	Autor, país y año	Título	Tipo de estudio	Objetivos	Resultados de Interés
1	Pérez Flores, I. (2018) España	Tratamiento médico de la miopía	Revisión Sistemática	Revisar el conocimiento actual sobre la etiopatogenia y las intervenciones para controlar la miopía	-El medioambiente y la genética influyen en el desarrollo de la miopía -Atropina es el tratamiento más eficaz y seguro
2	Morgan I. G. et ál. (2018). Australia.	The epidemics of myopia: Aetiology and prevention	Revisión Sistemática	Identificar los factores de riesgo de la miopía.	-Disminuir la presión educativa -Aumentar las horas que pasan los infantes al aire libre

Utilización de atropina en el control de la miopía infantil.

3	Valdez Rake, A. S. (2021). México.	Atropina al 0.01% como tratamiento durante un año para disminuir la progresión de miopía en pacientes pediátricos	Ensayo Clínico ateorizado	Demostrar la disminución de la progresión de miopía en pacientes pediátricos de 5 a 14 años de edad con el uso de atropina al 0.01 %	Reducción de la progresión de la miopía en -0.58 dioptrías tras un año de tratamiento
4	Martínez Pérez, C. (2020). España	Prevalencia y factores de prevención y de riesgo de la miopía en una población de 5 a 7 años en España	Tesis Doctoral	Determinar la prevalencia de la miopía de una población de 5 a 7 años en España.	La prevalencia en España ha aumentado entre 2016 y 2019
5	Huo, L. et ál. (2021). China	Refractive errors and risk factors for myopia in infants aged 1–18 months in Tianjin, China.	Ensayo Clínico Aleatorizado	Explorar los errores de refracción y los factores de riesgo de miopía entre los bebés	El sexo, edad gestacional y los antecedentes parentales de miopía influyen en el estado refractivo de los bebés.
6	Fu, A. et ál. (2021). China	Risk factors for rapid axial length elongation with low concentration atropine for myopia control.	Ensayo Clínico Aleatorizado	Averiguar qué factores influían en la elongación axial del ojo en niños tratados con atropina al 0.01%	En niños de 6 años, se sigue produciendo elongación del globo ocular mientras se administra el tratamiento con atropina
7	Bernabéu García, V. (2021). España	Actividad al aire libre e intensidad de la luz solar como factor relevante en la prevención y control de la miopía	Trabajo de Fin de Grado	Analizar las publicaciones recientes sobre la relación entre la realización de actividades al aire libre y la incidencia, prevalencia y progresión de la miopía.	El tiempo al aire libre es una medida preventiva eficaz para reducir la miopía, pero debe seguir estudiándose.
8	Qiurong, Z. et ál. (2022). China	Daily or Less Frequent Topical 1% Atropine Slows Defocus-Induced Myopia Progression in Contact Lens-Wearing Guinea Pigs.	Ensayo Aleatorizado	Comparar la eficacia de atropina al 0.1% en conejillos de indias.	La aplicación de atropina tópica al 1% ralentiza la progresión de la miopía
9	Pérez Flores, I. et ál. (2021) España	Multicenter Group of Atropine Treatment for Myopia Control (GTAM). A multicenter Spanish study of atropine 0.01% in childhood myopia progression	Ensayo Clínico aleatorizado	evaluar el efecto de la atropina al 0,01% en la progresión de la miopía en niños	La atropina 0.01% es eficaz y segura para el control de la progresión de la miopía en infantes españoles.
10	Ha, A. et ál. (2022) Corea.	Efficacy and Safety of 8 Atropine Concentrations for Myopia Control in Children: A Network Meta-Analysis	Ensayo Clínico Aleatorizado	Comparar la eficacia y seguridad de diferentes concentraciones de atropina para el control de la miopía	El riesgo de efectos adversos aumentó a medida que aumentaba la concentración de atropina
11	Chuan M. N. et ál. () Taiwan	Stepwise low concentration atropine for myopic control: a 10-year cohort study.	Ensayo Clínico Aleatorizado	Analizar los cambios en la refracción y evaluar las variables niños que recibieron atropina para controlar la miopía durante 10 años	La eficacia del tratamiento gradual con atropina de baja concentración en el control de la miopía. Su efecto a largo plazo.
12	Fundación Alain Afflelou y Universidad Europea de Madrid (2021).	Radiografía de la miopía infantil en España (2016-2020)	Estudio descriptivo de prevalencia	Analizar la prevalencia de miopía infantil en España y su asociación a factores de riesgo.	La prevalencia de miopía en España en niños se ha incrementado significativamente entre los años 2016 y 2020.

	España.				
13	Cooper, J. et ál. (2018). EEUU	A Review of Current Concepts of the Etiology and Treatment of Myopia	Revisión Sistemática	Identificar los tratamientos actuales para el control de la miopía	la miopía es el resultado de una interacción entre factores genéticos y medioambientales y puede ser controlada por varios de tratamientos
14	Díaz Llopis, M. et ál (2018). España.	La atropina superdiluida al 0,01% frena el aumento de miopía en niños-adolescentes. Un estudio a largo plazo 5 años de evolución: seguridad y eficacia.	Ensayo Clínico Aleatorizado	Confirmar la seguridad y eficacia de la aplicación diaria de atropina al 0.01% para frenar la progresión de la miopía en niños.	La atropina al 0,01%) en colirio es eficaz y bien tolerada, reduciendo a la cuarta parte la progresión de la miopía.
15	Izquierdo Martínez, A. (2020). España	Eficacia y seguridad de la atropina en el uso de atropina En la prevención de la progresión de la miopía. Revisión Sistemática.	Trabajo de Fin de Grado	Evaluar la eficacia y seguridad de la atropina en niños para frenar la progresión de la miopía.	La atropina es eficaz y seguro a la hora de disminuir la progresión de la miopía durante la infancia.
16	Díaz Llopis, M. et ál. (2018). España.	Miopía, el reto de la Oftalmología y su «explosiva epidemia» mundial.	Revisión Sistemática.	Analizar el incremento de la prevalencia de la miopía a nivel mundial e identificar los principales tratamientos	La prevalencia de la miopía está aumentando. Los únicos tratamientos eficaces son la administración de colirios de atropina y la exposición a la luz solar.
17	Walline, J.J. et ál (2020) EEUU	Interventions to slow progression of myopia in children (Review)	Revisión Sistemática	Evaluar los efectos de las intervenciones para retardar la progresión de la miopía en los niños.	La atropina es eficaz para retrasar la progresión de la miopía en los niños.
18	Yu, y. et ál (2022). China	The effect of 0.01% atropine and orthokeratology on ocular axial elongation for myopia children: A meta-analysis.	Revisión Sistemática	Identificar el efecto terapéutico de la atropina al 0,01% con ortoqueratología sobre el alargamiento axial ocular en niños con miopía	la atropina al 0,01% es efectiva para retardar el alargamiento axial en niños con miopía que usan lentes de ortoqueratología.
19	Kinoshita, N. et ál (2020). Japón	Efficacy of combined orthokeratology and 0.01% atropine solution for slowing axial elongation in children with myopia: a 2-year randomised trial.	Ensayo Clínico Aleatorizado	Comparar la efectividad de colirio de atropina junto con lentes de ortoqueratología frente a monoterapia.	El uso de una solución oftálmica de atropina al 0,01% junto con la terapia OK puede ser una opción de tratamiento útil para retardar la elongación axial del globo ocular

Tabla 5. Extracción de datos. Elaboración propia.