



## GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

### TRABAJO FINAL DE GRADO

---

# REVISIÓN DE LA LITERATURA SOBRE LAS MODALIDADES PARA EL CONTROL DE LA PROGRESIÓN DE LA MIOPIA.

**M<sup>a</sup> TERESA PEDRAJAS VICENTE**

DIRECTOR/A  
TUTOR/A: MARÍA CONSUELO VARÓN PUENTES  
DEPARTAMENTO DE ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

JUNIO DE 2021



## GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

# REVISIÓN DE LA LITERATURA SOBRE LAS MODALIDADES PARA EL CONTROL DE LA PROGRESIÓN DE LA MIOPIA

### RESUMEN

La miopía supone una gran preocupación para profesionales de la salud, a causa de la rápida extensión de la misma en la población mundial y su aparición cada vez más precoz.

El objetivo de este trabajo es profundizar en la literatura científica más actual, relativa a las diferentes terapias para el control de la progresión de la miopía, así como revelar las técnicas más novedosas y eficaces. También resaltar la prevalencia y los factores de riesgo en España y el mundo.

Información extraída de plataformas especializadas como PubMed, Scielo, Dialnet, entre otras.

Los estudios muestran que han surgido diversos sistemas de control miópico, de los cuales sólo algunos de ellos han demostrado su eficacia, con mejores resultados en la población más joven.

Las causas más relevantes que favorecen la aparición y progresión de la miopía son los factores ambientales, educacionales, profesionales, y la procedencia geográfica.

Se ha comprobado, respecto a la prescripción de la atropina, que el porcentaje que arroja mejores resultados conjuntamente con menores efectos secundarios, es su aplicación al 0,01%. Al mismo tiempo las LC multifocales y Orto-K han obtenido resultados muy positivos, de modo que estas tres técnicas son las consideradas más eficaces actualmente y las que más se están investigando.



## GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

# REVISIÓN DE LA LITERATURA SOBRE LAS MODALIDADES PARA EL CONTROL DE LA PROGRESIÓN DE LA MIOPIA

### RESUM

La miopia suposa una gran preocupació per als professionals de la salut, a causa de la ràpida extensió de la mateixa envers la població mundial i la seva aparició cada vegada més precoç.

L'objectiu d'aquest treball és aprofundir en la literatura científica més actual relativa a les diferents teràpies per al control de la progressió de la miopia, així com revelar les tècniques més innovadores i eficaces. També ressaltar la prevalença i els factors de risc a Espanya i el món.

Informació extreta de plataformes especialitzades com PubMed, Scielo, Dialnet, entre d'altres.

Els estudis mostren que han sorgit diversos sistemes de control miòpic, dels quals només alguns d'ells han demostrat la seva eficàcia, amb millors resultats en la població més jove.

Les causes més rellevants que afavoreixen l'aparició i progressió de la miopia són els factors ambientals, educacionals, professionals, i la procedència geogràfica.

S'ha comprovat, respecte a la prescripció de l'atropina, que el percentatge que manifesta millors resultats conjuntament amb menors efectes secundaris és la seva aplicació a l'0,01%. Al mateix temps les LC multifocals i Orto-K han obtingut resultats molt positius, de manera que aquestes tres tècniques són les considerades més eficaces actualment i les que més s'estan investigant.



## GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

# REVISIÓN DE LA LITERATURA SOBRE LAS MODALIDADES PARA EL CONTROL DE LA PROGRESIÓN DE LA MIOPIA

### ABSTRACT

Myopia is of great concern to health professionals because of its rapid spread in the world population and its increasingly early onset.

The aim of this thesis is to review the most current scientific literature on the different therapies for the control of myopia progression, as well as to reveal the latest and most effective techniques. It also highlights the prevalence and risk factors in Spain and the world.

Information extracted from specialised platforms such as PubMed, Scielo, Dialnet, among others.

Studies show that various myopic control systems have emerged, only some of which have proven to be effective, with better results in the younger population.

The most relevant causes that favour the appearance and progression of myopia are environmental, educational, professional factors and geographical origin.

With regard to the prescription of atropine, it has been proven that the percentage that yields the best results together with the fewest side effects is its application at 0.01%. At the same time, multifocal LC and Ortho-K have obtained very positive results, so that these three techniques are currently considered to be the most effective and are the most researched.

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>5</b>
<b>2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA</b> .....	<b>6</b>
<b>3. MIOPIA</b> .....	<b>8</b>
3.1 Definición .....	8
3.2 Técnicas de Diagnóstico .....	8
3.3 La miopía en el marco de la pandemia .....	11
3.4 Prevalencia y Progresión .....	12
<b>4. CLASIFICACIÓN</b> .....	<b>15</b>
4.1 Cualitativa .....	15
4.1.1 <i>Miopía Axial</i> .....	15
4.1.2 <i>Miopía Refractiva</i> .....	15
4.1.3 <i>Miopía Mixta</i> .....	16
4.2 Cuantitativa .....	16
4.2.1 <i>Miopía Baja</i> .....	16
4.2.2 <i>Miopía Media</i> .....	16
4.2.3 <i>Miopía Alta</i> .....	16
4.2.4 <i>Miopía Patològica</i> .....	16
4.3 Otros tipos de Miopía .....	19
4.3.1 <i>Miopía Nocturna</i> .....	19
4.3.2 <i>Miopía Instrumental</i> .....	20
4.3.3 <i>Pseudomiopía</i> .....	20
<b>5. CRITERIOS DE ACTUACIÓN ANTE LA MIOPIA</b> .....	<b>20</b>
5.1 Corrección de la miopía .....	20
5.2 Tratamiento quirùrgico .....	23
<b>6. FACTORES DE RIESGO DE LA MIOPIA (TEORIAS)</b> .....	<b>24</b>
<b>7. PRIMEROS AÑOS DEL CONTROL MIOPICO</b> .....	<b>26</b>
7.1 Prescripción de Bifocales .....	26
7.2 Lentes Monofocales .....	27
7.3 Lentes de Contacto Permeables al Gas (RPG) .....	28
7.4 Atropina .....	29
<b>8. ÚLTIMOS AVANCES EN EL CONTROL DE LA MIOPIA</b> .....	<b>30</b>
8.1 Lentes de Contacto Multifocales .....	30
8.2 Atropina en baja concentración .....	35
8.3 Ortoqueratología .....	39
<b>9. CONCLUSIONES</b> .....	<b>43</b>
<b>10. BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>45</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la miopía está reconocida como uno de los mayores problemas de salud pública en términos ópticos, ya que es un factor de riesgo para otras afectaciones oculares consideradas graves.

El dato más preocupante es el aumento anual del porcentaje de afectados en la población mundial. El número de personas miopes en los últimos 50 años ha llegado a duplicarse en la mayoría de países, acentuándose aún más en los países asiáticos.

En 2019 la OMS presentó el primer informe mundial sobre la visión y, concluía que un tercio de la población en el planeta padece miopía y de éstos, 400 millones se ven afectados de miopía magna. Por tanto se confirma que en los últimos años ha habido un severo aumento de la miopía, a modo de ejemplo, en la población europea se ha constatado un incremento de hasta un 18% (Informe OMS 2019, Geneva).

La mayor preocupación de los profesionales de las ciencias de la salud visual, es la aparición cada vez más frecuente de esta anomalía, en las personas a edades muy tempranas. Se ha estudiado que la miopía tiene una progresión hasta los 21 años de promedio; en mujeres esta edad puede llegar a ser menor. Cuanto más tardía sea su aparición menor grado alcanzará. Por el contrario, si aparece en edades muy tempranas, ésta irá en aumento durante más años, con la consiguiente posibilidad de aumentar en exceso y alcanzar -6 D o más, ya considerada miopía alta pudiendo llegar a ser patológica, incrementando así el riesgo de sufrir enfermedades oculares asociadas, como glaucoma, desprendimiento de retina, retinopatía miópica, maculopatias, catarata precoz, etc.

Como profesionales de la salud, los optometristas conocen el desarrollo y crecimiento axial de un ojo miope. Se sabe que la longitud axial de un recién nacido puede llegar a ser de 17 mm y, que alrededor de los 6 a 8 años habrá alcanzado los 23-24mm, por lo tanto al estar la edad correlacionada con la longitud axial, es decir si un paciente miope sufre un crecimiento de longitud axial  $> 0.10\text{mm/año}$ , cabe la posibilidad de que desarrolle miopía alta o patológica. Por este motivo los ópticos-optometristas mediante chequeos anuales y un buen diagnóstico, informarán al paciente, de la mejor solución respecto a su situación personal, para poder anticiparse y actuar de manera más eficaz ante la progresión de la miopía. De este modo se pueden llegar a minimizar o ralentizar riesgos patológicos en la visión (Kearney et. ál, 2020).

Se desconoce todavía a que es debido este aumento de la miopía a nivel mundial, no obstante, en las últimas décadas se han hecho numerosos estudios acerca de casos en los que la tasa de progresión de la miopía se ha reducido notoriamente gracias a terapias farmacológicas, tratamientos ópticos y, aunque en menor proporción, gracias también a modificaciones conductuales. Estas técnicas son conocidas como modalidades para el control de la progresión de la miopía.

“CONTROL NO SIGNIFICA CURA” Isabel Sánchez- Optometrista nº col. 4394

Atendiendo a esta afirmación es importante tener en cuenta que no es posible erradicar la miopía en personas que ya la padecen, en cambio sí es factible prevenir o retrasar la progresión de la misma, obteniendo de este modo un efecto positivo en la calidad de vida y salud ocular del paciente.

Las opciones de control de la miopía en la actualidad son diversas, pero entre las más destacadas en los últimos años son: lentes oftálmicas bifocales, lentes de contacto multifocales, lentes de Ortoqueratología (más conocido como Orto-K) y el uso de atropina tópica.

## 2. OBJETIVOS Y METODOLOGIA

### OBJETIVOS

#### **Objetivo principal:**

Recopilar la literatura científica informativa más reciente relacionada con las modalidades para el control de la progresión de la miopía. Para ello hice una búsqueda bibliográfica en bases de datos como Medline, PubMed, Scielo, Dialnet, ScienceDirecty seleccioné los artículos más recientes.

Las palabras clave utilizadas fueron: *myopia control, treatment, undercorrection, high-correction, contact lenses, rigid gas permeable contact lenses, atropine, multifocal contact lenses, orthokeratology, aetiology of myopia, optical correction, prevention, myopia prevalence, risk factors.*

#### **Objetivos secundarios:**

- a) Resaltar la prevalencia de la miopía en España y en el mundo
- b) Realizar un estudio de los factores de riesgo que probablemente sean la causa del gran aumento de la prevalencia de la miopía a nivel mundial, así como de las propuestas encaminadas a mejorar esta situación.
- c) Revisar la literatura relacionada con la afectación de la miopía actualmente en la población, desde diferentes aspectos, tales como edad en las que se halla una mayor prevalencia, y análisis de los diferentes métodos de tratamiento.

En primer lugar se ha realizado una búsqueda teórica genérica acerca de “la miopía, prevalencia y métodos utilizados para su corrección”, para tener una perspectiva amplia del tema, afectación en la población y tratamientos.



En segundo lugar se ha llevado a cabo una búsqueda bibliográfica más concreta, recopilando un gran número de artículos donde se publican los resultados y conclusiones de los estudios más recientes realizados acerca del control para la progresión de la miopía, y de los tratamientos más eficaces en la actualidad.

Posteriormente se ha recabado información acerca de los anteriormente citados tratamientos, siendo los más destacados: el uso de atropina tópica, las lentes multifocales y la utilización de lentes de Ortoqueratología.

En los diferentes estudios realizados se ha comprobado cuáles son las franjas de edad en que el uso de atropina tópica es más eficaz, y en qué dosis debe administrarse para conseguir los mejores resultados, sin que se observen factores perjudiciales para el paciente.

Se han consultado también artículos y publicaciones en los que comparar la prevalencia de la miopía en poblaciones de diferentes zonas del planeta, y su trayectoria a los largo de las últimas décadas. Estos estudios tratan también de identificar las causas que han contribuido al gran incremento a nivel mundial de la prevalencia de la miopía, al mismo tiempo que proponen tratamientos y pautas de comportamiento, a fin de reducir este aumento y mejorar la salud visual de la población.

### 3. MIOPÍA

#### 3.1 Definición

Para entender la miopía primero hay que saber cómo funciona ópticamente un ojo emétrepe (Figura 1), o lo que es lo mismo, un ojo libre de defectos refractivos, en el cual los rayos paralelos procedentes del infinito convergen de tal forma que inciden directamente en la retina produciendo una imagen enfocada.

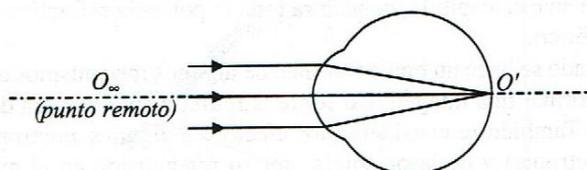


Figura 1: Mecanismo de visión de un ojo emétrepe. (Sagrario et. ál, 2005)

La miopía se describe como el error refractivo por el cual <<Cuando el ojo miope enfoca al infinito (Figura 2a), debido a un exceso de potencia, la imagen se forma por delante de retina, con lo cual el sujeto tiene una visión borrosa de lo observado. Para un ojo miope el punto remoto está situado por delante del ojo a distancia finita (Figura 2b) >> (Sagrario et. ál, 2005).

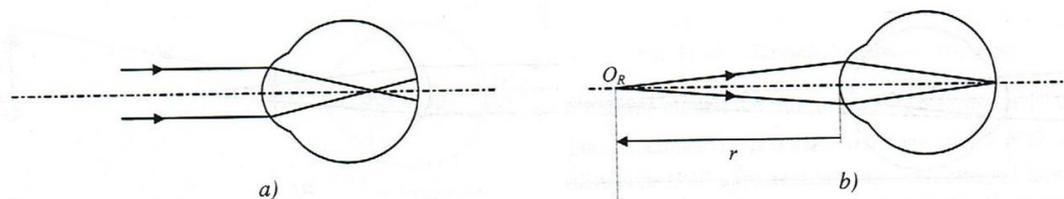


Figura 2: Visión de un ojo miope. a) ojo miope enfocando al infinito; b) Punto remoto del ojo miope (Sagrario et. ál, 2005)

En visión próxima los rayos penetrantes divergen y forman una imagen en la retina, percibiéndose así el objeto nítido. El modo para corregir el defecto refractivo es mediante lentes negativas (Velasco, 2018).

#### 3.2 Técnicas de diagnóstico

La sintomatología del paciente miope hace referencia a la mala agudeza visual en VL. En caso de estar acompañado de disfunciones de la visión binocular el paciente referirá, además de una disminución en visión lejana, otros síntomas relacionados con un problema acomodativo o de vergencias.



A continuación se procede a realizar los exámenes objetivos los cuales no necesitan una participación activa del paciente. Estos exámenes refractivos proporcionan un valor orientativo sobre su error refractivo.

De acuerdo con el caso se utilizará la técnica diagnóstica más adecuada. Los exámenes objetivos se dividen en:

### EL AUTORREFRACTÓMETRO

Esta es una técnica rápida y simple para tener una idea previa sobre la posible refracción del paciente. Los resultados de esta prueba no deben ser definitivos, únicamente una mera orientación. No es una prueba 100% fiable e indispensable por lo que no todos los ópticos-optometristas la utilizan (Pedrajas, 2021).

El paciente debe mirar fijamente una imagen que se enfoca y desenfoca. Mediante los cambios de luz que se proyecta en la retina, el autorrefractómetro (Figura 6) podrá, a partir de los datos obtenidos, calcular el valor aproximado del error refractivo de cada ojo por separado, ya que la prueba se realizará monocularmente (Martínez, 2011).

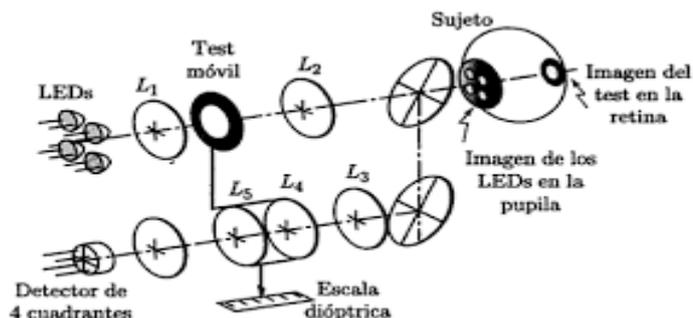


Figura 6: Muestra el esquema óptico de un autorrefractómetro basado en el principio de Scheiner. (Martínez, 2011)

### LA RETINOSCOPIA

Es una técnica que se realiza con un retinoscopio y se emplea para medir el poder refractivo del ojo a través de un haz de luz reflejado en la retina del paciente (Figura 7). Se efectúa en un ambiente poco luminoso y mirando a una distancia lejana de 6 metros preferentemente. Se observará el movimiento del haz en distintos ejes y se introducirán lentes, negativas o positivas según si el movimiento es directo o inverso, hasta observar que dicho reflejo esté neutralizado. A ese valor resultante se le deberá restar la distancia de trabajo a la que se ha realizado la prueba. De ese modo se obtiene el valor cuantitativo del defecto refractivo de ese ojo (Guiñazú, 2007).

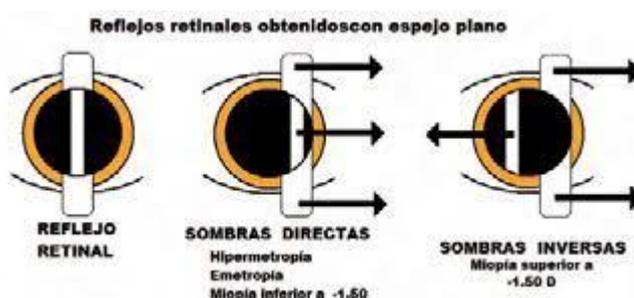


Figura 7: Reflejos retinianos obtenidos con retinoscopio en espejo plano.  
(Guiñazú, 2007)

## EL EXAMEN SUBJETIVO

Tras la retinoscopia siempre se debe llevar a cabo el examen subjetivo con el que refinaremos esfera y cilindro en base a los resultados retinoscòpicos. Si se realizó correctamente la retinoscopia la diferencia de resultados entre ambos no deberá superar  $\pm 0,75D$  de esfera o cilindro y  $\pm 10^\circ$  del eje (Pedrajas, 2021).

## LA TOPOGRAFÍA CORNEAL

Esta prueba no se define como indispensable pero resulta muy útil para detectar alteraciones e irregularidades corneales, para así determinar con más precisión el valor del eje y magnitud del astigmatismo corneal (Pedrajas, 2021).

### **3.3 La miopía en el marco de la pandemia.**

Tal como revela el artículo de revista electrónica "Covid-19 y el mayor riesgo de miopía y fatiga visual digital" elaborado por Desideri et. ál (2021), la pandemia por coronavirus (COVID-19) ha tenido efectos catastróficos en la sociedad humana en varios aspectos: sociales, económicos y de salud pública.

Entre los efectos que han repercutido en la salud pública, además de los casos graves que han originado la enfermedad relacionados con complicaciones respiratorias, renales, cardiovasculares y otros riesgos asociados, han influido también de forma negativa en la salud visual de la población.

Debido a las normas de distanciamiento social, que se han adoptado para reducir las tasas de infección por SARS-CoV-2, proteger a las poblaciones vulnerables y prevenir el colapso de los sistemas de salud, se han producido algunos cambios en nuestra rutina diaria, ya que un período prolongado en casa está relacionado con un mayor tiempo frente a tabletas, teléfonos móviles, pantallas de ordenador etc.), así como el menor tiempo dedicado a ejercer actividades al aire libre.

Por ello, actualmente los oftalmólogos de todo el mundo alertan del riesgo de una mayor

incidencia de progresión de la miopía, también llamada "miopía de cuarentena", y fatiga ocular digital debido a las medidas adoptadas que han llevado a un confinamiento domiciliario.

En este sentido, se ha demostrado que el uso de dispositivos digitales portátiles está asociado con alteraciones en el proceso de acomodación (mayor retraso y amplitud reducida concomitante) y con una convergencia fusional reducida, lo que provoca la fatiga ocular digital. Además, éstos pueden reducir la frecuencia de parpadeo y afectar la estabilidad de la lágrima, con el riesgo de desarrollar el síndrome del ojo seco.

Además de lo expuesto anteriormente, se reconoce el papel negativo que juega la intensa actividad cercana al trabajo (como leer, estudiar, etc.) y la disminución del tiempo que se pasa al aire libre hacia la progresión de la miopía, probablemente debido a las vías dopaminérgicas influenciadas por estos factores ambientales.

Una mayor prevalencia de miopía puede llevar a un mayor porcentaje de complicaciones que amenazan la visión inducidas por la miopía, como desprendimiento de retina, desgarros de retina y neovascularización en miopías patológicas.

Dada la situación actual, las autoridades sanitarias deben considerar de suma importancia la ampliación de los servicios de salud al seguimiento oftalmológico de la población, a fin de prevenir el aumento de la prevalencia de enfermedades oculares como la miopía y los trastornos de la superficie ocular (como la fatiga visual digital).

### **3.4 Prevalencia y Progresión**

#### Prevalencia en España

La cifra respecto a la prevalencia de la miopía en España se estima que es de alrededor del 25%. (Gallego-Pinazo et. ál, 2011)

Más de un 1.5 M de niños menores de 18 años sufren miopía en España, alcanzando un porcentaje del 19% entre niños de 5 y 7 años. Entre las causas más importantes destacan el sedentarismo de la población así como el gran uso de medios electrónicos, p.e. la mitad de los jóvenes utiliza su móvil entre 4 y 8 horas al día, y el ordenador entre 2 y 4 horas diarias. (Navas-Navia et. ál, 2021)

La aparición temprana de la miopía está vinculada al aumento de su magnitud (Figura 8), conllevando un riesgo más elevado de desarrollar patologías oculares asociadas al error refractivo. (Saw et. ál, 2005; Ruiz, 2016)

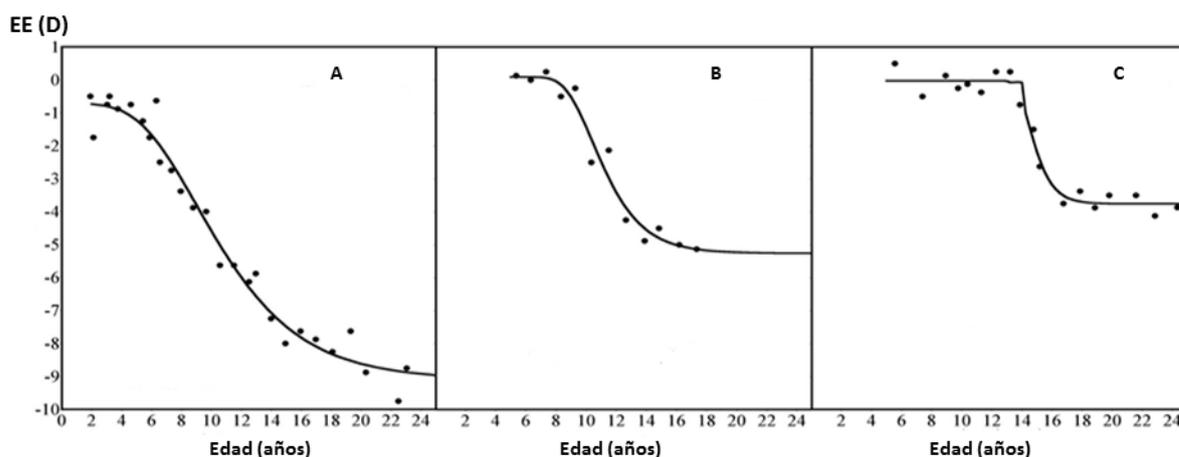


Figura 8: Progresión de la miopía, para A: aparición temprana, B: aparición típica y C: aparición tardía. (Figura modificada de Thorn et. ál, 2005)

### Prevalencia en el mundo

A lo largo de las últimas décadas la prevalencia de la miopía se ha incrementado de manera muy notable en todo el mundo (Figura 9), especialmente en los niños, de forma que ya es considerado un importante problema de salud pública. (Cho et. ál, 2019)



Figura 9: Acta Estrabológica (Pérez, 2018)

En China se estima que el 90% de su población es miope, pero otros países como Hong-Kong, Singapur o Taiwan también alcanzan niveles muy elevados, superando el 80% (Holden et. ál, 2016).

Atendiendo a la prevalencia de la miopía entre grupos étnicos, la tasa en niños de ascendencia del este asiático suelen ser más altas (Figura 10), aunque todavía hay dudas acerca de los factores de riesgo que influyen (Cho et. ál, 2019).

Según el estudio realizado por Holden et. ál (2016), hasta ahora se ha considerado que las altas cifras de miopía se concentraban principalmente en Asia, pero ésta aumenta de una forma muy importante en todo el mundo (en Occidente la miopía afecta a la mitad de los jóvenes adultos, y se estima que un tercio de la población mundial podría verse afectada por esta enfermedad al final de la década); de forma que se prevé que en el año 2050, el impacto en Europa no solo igualará, sino que superará al de Asia. En esa fecha, esta previsión cifra la prevalencia de la miopía en un 54% en los europeos, frente al 53% en los asiáticos.

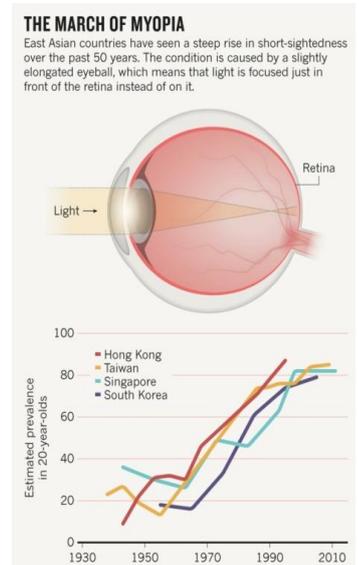


Figura 10: Prevalencia de la miopía en países asiáticos (Morgan, 2019)

Los investigadores han documentado una importante relación entre las medidas en la educación y la prevalencia de la miopía. Particularmente en los países de Asia oriental, el alto valor que se da al rendimiento educativo, está impulsando a los niños a pasar más tiempo en la escuela y dedicando mayor tiempo a estudiar. Esto conlleva incrementar el tiempo dedicado a actividades cercanas de trabajo con exposición de los ojos a la luz intensa, y disminuirlo en actividades al aire libre. Este motivo puede ser la explicación del surgimiento de la miopía a edades muy tempranas (Holden et. ál, 2016).

La siguiente imagen (Figura 11) muestra el importante ascenso de la prevalencia de la miopía a escala mundial. En ella se describe el número de personas (en millones) que son miopes en períodos de 10 años a partir del año 2000, diferenciando a los altos miopes con miopía magna (representación en negro), del total de personas miopes (representación en gris). En el año 2000 la cifra de población miope se situaba en torno a un 22%, mientras que en el año 2020 aumenta hasta un 33%, y se estima que en el año 2050, la miopía afectará a un 50% de la población (Holden et. ál, 2016).

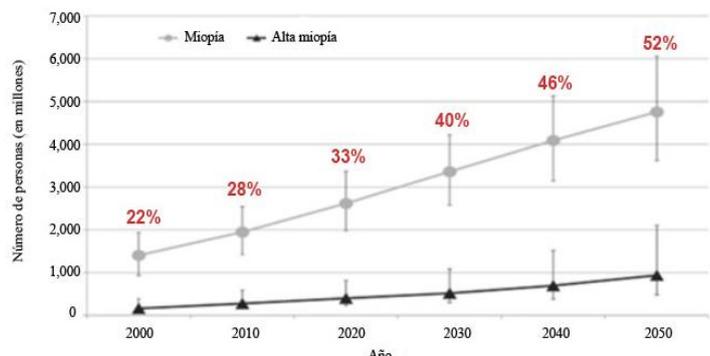


Figura 11: Aumento por año de la población miope en el mundo. (Holden et. ál, 2016)

## 4. CLASIFICACIÓN

### 4.1 Cualitativa

#### 4.1.1 Miopía axial

La causa de este error refractivo se produce cuando la longitud axial del ojo y la profundidad de cámara anterior es mayor, en relación con el poder refractivo de córnea y cristalino. Son anatómicamente mayores a las de un paciente sin ametropías. La miopía axial es característica en miopías altas (Busquets, 2020; Cos, 2019).

#### 4.1.2 Miopía refractiva

Este tipo de ametropía es la más frecuente. El error refractivo del ojo resulta ser potencialmente alto debido a su elevada curvatura en relación con la longitud axial (Figura 12), y produce excesiva convergencia en condiciones de enfoque en visión lejana o cercana (Cos, 2019; Busquets, 2020).

La miopía refractiva se divide en tres subtipos (Ruiz, 2016):

- De índice: Se produce por una alteración en el índice de refracción del cristalino, aunque también puede ocurrir en otros medios oculares tales como humor acuoso o vítreo. Suele aparecer en personas de edad avanzada.
- De curvatura: Aumento de la potencia dióptrica causada por el aumento del radio de curvatura de córnea o cristalino.
- De cámara anterior: Se debe a la disminución de la cámara anterior que conlleva un aumento de la potencia refractiva, produciendo un aumento de la miopía.

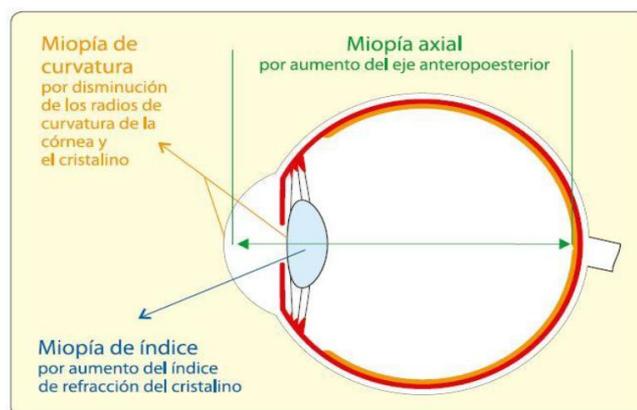


Figura 12: Elementos del globo ocular que intervienen en la fisiopatología de la miopía.  
(Martin et. ál 2011; Ruiz, 2016)

#### 4.1.3 Miopía mixta

La miopía mixta viene dada por la combinación de la miopía axial y la refractiva, es decir, es causada por exceso de longitud axial y potencia dióptrica superior a la normal (Busquets, 2020).

### 4.2 Cuantitativa

#### 4.2.1 Miopía baja

La miopía baja se caracteriza por tener un valor refractivo comprendido entre -0,25D hasta -3,00D. Generalmente la AV en VL se verá afectada gradualmente a medida que las dioptrías sin compensar aumenten. En algunos casos no será necesaria la corrección ocular, en cambio para miopías de magnitud  $> 2D$  la AV a 6m será inferior al 20%. Aunque con esta magnitud la visión de cerca no se verá prácticamente afectada, siempre y cuando no exista algún otro tipo de disfunción binocular o patología adyacente (Amos, 1987; Milder et. ál, 1991; Grosvenor et. ál, 1991; Brookman, 1996; Werner et. ál, 2002).

#### 4.2.2 Miopía media

Es aquella que oscila entre -3,25D a -6,00D. La AV en VL será inferior al 10% en todos los casos. La visión de cerca estará preservada siempre que se disminuya la distancia de trabajo (Amos, 1987; Milder et. ál, 1991; Grosvenor et. ál, 1991; Brookman, 1996; Werner et. ál, 2002).

#### 4.2.3 Miopía alta

Este tipo de miopía se diagnostica cuando el sujeto supera las -6,00D. Estudios indican que en España un 2% de la población la padece. Suele manifestarse en edades muy tempranas y progresa con los años hasta la adolescencia donde tiende a estabilizarse, aunque existen excepciones.

Estos pacientes presentarán una AV baja aun llevando la prescripción necesaria, tanto en VL como en VC (Amos, 1987; Milder et. ál, 1991; Grosvenor et. ál, 1991; Brookman, 1996; Werner et. ál, 2002).

#### 4.2.4 Miopía patológica

La miopía degenerativa, magna o patológica es la más severa y la que más preocupa a especialistas de la visión. Se denomina así cuando el paciente presenta un error refractivo  $> -6D$ . Se origina por un crecimiento excesivo del ojo (excesiva longitud axial) que puede

provocar disfunciones oculares secundarias (Amos, 1987; Milder et. ál, 1991; Grosvenor et. ál, 1991; Brookman, 1996; Werner et. ál, 2002).

A continuación se destacan las principales alteraciones que pueden llegar a afectar al fondo de ojo:

•**Cono miópico:** Se caracteriza por presentar un disco miópico oblicuo e inclinado. Es un efecto secundario al crecimiento excesivo del globo ocular. Suele observarse como una mancha de color blanquecino y forma de semi luna próxima a la papila. Las estructuras anatómicas del ojo están demasiado tensionadas y la retina (con su epitelio pigmentario) no alcanza la zona de emergencia de las fibras nerviosas (Vela, 2015).

•**Desprendimiento de retina:** Es el resultado de la separación de la retina de la parte posterior del ojo. Su prevalencia se dispara cuanto mayor es el error refractivo miópico relacionado con la edad. Es un fenómeno secundario a la excesiva longitud axial del globo ocular y a la consecuente dificultad de la retina para cubrir la totalidad de su área (Claramunt, 2010).

•**Alteraciones maculares:** La más conocida es la degeneración macular miópica que prevalece en personas con miopía magna o patológica.

Ésta se caracteriza por pérdida de AV general. Es indolora por lo que un diagnóstico precoz junto a la prevención, son la mejor actuación. Igual que en las anteriores patologías hay un alto riesgo de perder la capacidad visual.

Entre las diferentes alteraciones oculares asociadas con la miopía patológica, las que implican al área macular (definida como maculopatía miópica), son las principales causas de pérdida de visión, debido a una serie de cambios degenerativos que ocurren en la mácula (porción del ojo donde se forman, procesan y envían las imágenes que capta el ojo hacia el cerebro) (Ruiz-Medrano, 2019).

Los dos factores clave que impulsan el desarrollo de la miopía patológica son la elongación de la longitud axial, y el estafiloma posterior (la aparición de estafiloma en ocasiones puede conducir a otras afecciones como maculopatía atrófica, por tracción o neovascular) (Kumar, 2017).

Entre las patologías maculares en el miope patológico, se encuentran:

➤ **Maculopatía traccional miópica (MTM)**

La maculopatía por tracción miope (MTM), afecta a personas con miopía patológica (miopía > -6 D). Estos pacientes a menudo tienen un estafiloma posterior, implicado como factor etiológico en la patogénesis de MTM. Los pacientes con MTM suelen presentar una disminución gradual, a menudo progresiva e indolora de la visión en uno o ambos ojos, que puede verse afectada de forma simultánea o secuencial (Raizada et. ál, 2020).

➤ **Maculopatía atrófica**

La degeneración macular relacionada con la edad (DMRE) hace perder la visión central, no pudiendo ver los detalles finos, ni de cerca ni de lejos. Sin embargo, la visión periférica (lateral) funciona con normalidad.

Existen dos tipos de DMRE (Boyd, 2021):

a) DMAE seca

Este tipo de degeneración es bastante común. Se produce cuando algunas zonas de la mácula se vuelven más delgadas con la edad, causando una aglomeración de drusas.

b) DMAE húmeda

Este tipo de degeneración es menos común pero mucho más grave. La DMAE húmeda se produce por el crecimiento de vasos sanguíneos anormales bajo la retina. Estos vasos pueden permear sangre u otros fluidos, provocando cicatrices en la mácula. La visión se pierde más rápido con DMAE húmeda que con DMAE seca.

➤ **Mácula en "domo" o "cúpula"**

Fue descrita por primera vez por Gaucher en 2008 como una elevación convexa de la mácula en el seno de un estafiloma posterior en pacientes miopes. (Rocha et. ál, 2017).

•Aumento de visión de miodesopsias: Habitualmente los sujetos con miopía magna, aunque también se puede presentar en miopías medias o bajas, pueden notar una presencia más acusada de las moscas volantes (Figura 13), pero ante un aumento brusco de los cuerpos flotantes se debe acudir al oftalmólogo para un diagnóstico y tratamiento de forma urgente, en un plazo máximo recomendable de 24-48 horas (Pedrajas, 2021).

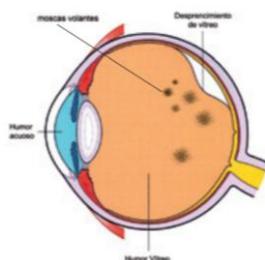


Figura 13: Esquema miodesopsias (Blázquez et. ál, 2018)

•Metamorfopsias: se presenta como visión deformada en la zona central del campo visual. Puede ser causada por una alteración en mácula o en la retina central. Debe requerir atención urgente. La rejilla de Amsler es una buena herramienta de diagnóstico precoz (Figura 14).

Un ejemplo de metamorfopsia, asociada a la miopía Magna, es la Mancha de Fuchs, mancha de coloración

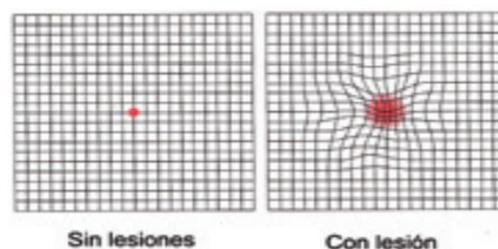


Figura 14 : Rejilla de Amsler. Imagen izquierda: visión Normal; Imagen derecha: Visión Central miodesopsias (Blázquez et. ál, 2018)

oscura presente en el área fóveal. A causa de una neovascularización coroidea, las células del EPR migran al interior de la retina o al espacio subretinal. Por ello se son considerados desórdenes de un mismo proceso (Lapido et. ál 2012).

### 4.3 Otros tipos de miopía

#### 4.3.1 Miopía nocturna

Según el libro “Borish’s clínica refracción. Second Edition” (Borish et. ál, 1998) revela las siguientes investigaciones respecto a la aparición y las causas de la miopía nocturna.

El fenómeno del aumento de la miopía nocturna fue descubierto por primera vez en 1789 por el astrónomo Nevil Maskelyne.

<< La pruebas más recientes han demostrado que la miopía nocturna se produce por un aumento de la respuesta acomodativa (normalmente del orden de 0,50D a 1,00 D) en condiciones de estímulo degradado. Sin embargo, se ha sugerido que los cambios en la aberración cromática (Figura 15) también pueden estar implicados en este cambio de miopía. La aberración cromática del ojo hace que la luz azul se refracte más que la roja. Además, a medida que el ojo pasa de los niveles de luminancia fotópicas a los escotópicas, su sensibilidad máxima pasa de aproximadamente 555 nm a unos 510 nm. Este cambio de sensibilidad se denomina desplazamiento de Purkinje. Así, en niveles de luminancia extremadamente bajos, el ojo se vuelve más sensible a las longitudes de onda que sufren un mayor grado de refracción y, por tanto, parece más miope que en condiciones de visión fotópica >> (Borish et. ál, 1998).

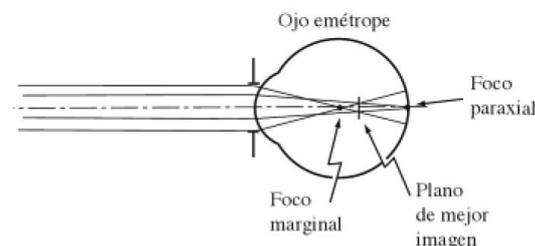


Figura 15: Aberración esférica de tipo cromático de un ojo emélope. (Furlan et ál 2009)

La conclusión fue que el cambio de Purkinje produce un cambio miópico en el error refractivo ocular, comprendido entre 0,35D a 0,40 D. El desplazamiento del error de refracción medio que se observó bajo iluminación reducida fue de -0,59 D. Por tanto, las aberraciones cromáticas pueden representar un factor importante en el aumento de la miopía nocturna. Los científicos involucrados en la investigación informaron de cambios medios en la acomodación ( $\pm 0,75$  D), es decir, se producía una acomodación intermedia por ausencia de estímulo visual adecuado (acomodación tónica). De modo que se corroboró que el cambio producido en el error refractivo es un resultado directo de un cambio de acomodación. Por lo tanto, tanto la aberración cromática como la acomodación tónica parecen ser las causantes del desplazamiento miope relativo observado en condiciones de estímulo degradado (Borish et. ál, 1998).

#### 4.3.2 Miopía instrumental

La miopía instrumental se manifiesta tras trabajar en visión próxima con instrumentos, como el biomicroscopio o el microscopio común, entre otros. Se produce por un sobreexceso de acomodación debido al pequeño campo visual limitado por el ocular, y a la desaparición de los estímulos periféricos (Ruiz, 2016).

#### 4.3.3 Pseudomiopía

El paciente presenta síntomas de miopía dado que manifiesta disminución de la AV en VL. Se produce debido a un exceso acomodativo o por un espasmo transitorio del músculo ciliar, de manera que el poder dióptrico del globo ocular varía debido al sobreesfuerzo prolongado en visión próxima, presentando así fluctuaciones acomodativas de AV en VL, resultado de las dificultades para relajar la acomodación (Coll, 2019; Pilozo, 2020).

### 5. CRITERIOS DE ACTUACIÓN ANTE LA MIOPIA.

#### 5.1 Corrección de la miopía.

Para diagnosticar si una persona padece de miopía se debe realizar un examen ocular básico.

El objetivo del tratamiento de la miopía es mejorar la visión ayudando al enfoque de la luz en retina, usando lentes correctoras o mediante cirugía refractiva. La miopía se debe controlar de forma regular para evitar complicaciones como glaucoma, cataratas, desgarros, desprendimientos de retina etc.

Uno de los métodos utilizados para tratar la miopía es el uso de lentes graduadas. Estas contrarrestan el aumento de la curvatura de la córnea o la longitud axial del ojo.

#### LENTE OFTÁLMICAS

Es una manera simple y segura de corrección. La variedad de lentes oftálmicas es amplia (monofocales, bifocales, trifocales y multifocales progresivas).

Para subsanar la miopía se utilizan lentes cóncavas, negativas o divergentes. Se caracterizan por tener la zona de máxima potencia en el centro óptico siendo más gruesa en los bordes (Pedrajas, 2021).

<<La miopía se debe corregir mediante lentes divergentes (Figura 16c) que compensarán el error refractivo formando la imagen del infinito en el punto remoto del ojo (Figura 16d),

permitiendo a éste enfocar el infinito sobre la retina sin necesidad de acomodar >> (Sagrario et. ál, 2005).

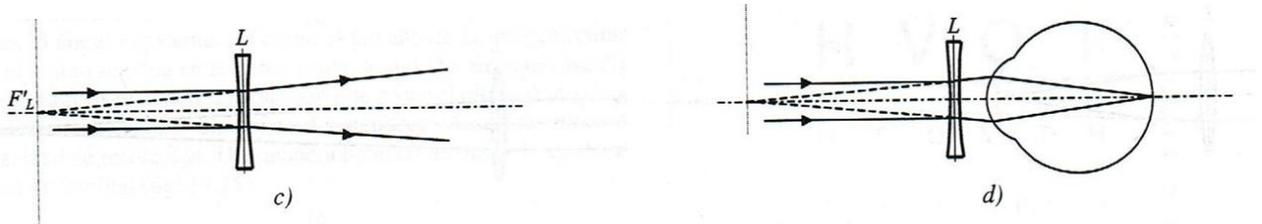


Figura 16: c) Corrección del ojo miope con lentes divergentes; d) Compensación del error refractivo con lente divergente. (Sagrario et. ál, 2005)

### LENTE DE CONTACTO

En los últimos años, la población opta con más frecuencia por las lentes de contacto ya que es una elección complementaria a las gafas que ofrece beneficios estéticos y diversos tales como (Romeu, 2018):

- El aumento de campo visual, ya que en casos de miopía magna las lentes oftálmicas apropiadas para el usuario, acostumbran a ser pequeñas para evitar un espesor y peso elevados.

- En casos de anisometropía, el uso de LC minimiza la distorsión de los objetos que el paciente percibe.

- Reducción del efecto prismático, ya que éste es mayor cuando una lente oftálmica no está bien centrada. (Palacios, 2014)

Respecto de la corrección miópica existen dos tipos de LC principales:

#### ➤ LENTE DE CONTACTO HIDROFÍLICAS O BLANDAS

Las lentes de contacto hidrofílicas monofocales, se desarrollaron en las décadas 60 y 70 gracias a la evolución de polímeros con afinidad al agua llamados geles hidrofílicos o hidrogeles (Fernández, 2018).

A diversos niveles de error refractivo , producen un desenfoque periférico hipermetrópico en retina periférica (Kang et. ál, 2012 ; Palacios, 2014 ).

En relación al efecto de las LC hidrofílicas monofocales en el control de la miopía, hay evidencias de que no causan clínicamente efecto alguno en la longitud axial del globo ocular respecto al uso de lentes oftálmicas (Walline et. ál, 2008).

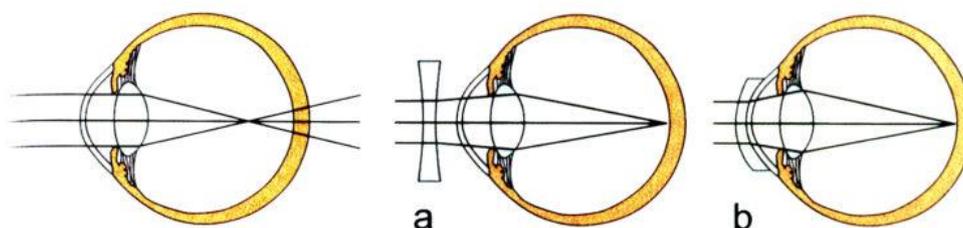
En cambio estudios recientes indican que las lentes multifocales hidrofílicas consiguen miopizar el campo visual periférico para así evitar la elongación axial, frenando de este modo su progresión (Palacios, 2014).

### ➤ LENTE DE CONTACTO RPG

La adaptación de LCRPG no es tan habitual respecto de las lentes de contacto blandas. No obstante es recomendable en miopes, ya que con ellas se consigue una mejor calidad de visión, la cual es beneficiosa en casos de elevadas magnitudes de ametropía.

Por otra parte con ellas es posible un mayor y eficaz control ante el desarrollo de la miopía. Mayormente afectará de manera positiva a menores que estén en proceso de desarrollo de la misma. Cabe destacar que para que el proceso sea productivo, no se deberá interrumpir el uso prolongado de éstas (Palacios, 2014).

Hasta hace unas décadas se han utilizado las LCRPG para el control de la miopía, ya que diversos estudios concluían que al ejercer un efecto de aplanamiento en la zona central de la córnea, éstas podían llegar a afectar positivamente en la progresión miópica en menores (Khoo et. ál, 1999). Por el contrario, estudios recientes han demostrado que las LCRPG no provocan dicho efecto en la disminución de la longitud axial, y por lo tanto no son válidas para el control de la progresión de la miopía (Walline, 2011; Ruiz, 2016).



Fuente 17: Corrección óptica de la miopía a) con lentes divergentes b) con lentes de contacto  
<https://miopiamagna.org/correccion-de-la-miopia-correccion-optica-y-correccion-quirurgica/>

## 5.2 Tratamiento quirúrgico.

La cirugía refractiva reduce la necesidad de usar corrección óptica con gafas y lentes de contacto. El oftalmólogo utiliza un haz de láser para dar nueva forma a la córnea, generando una disminución en la miopía, aunque según su magnitud pre-quirúrgica puede ser necesario usar gafas en algún momento, incluso después de la cirugía.

Existen diferentes tipos de cirugía (Sanchez-Di Martino et. ál, 2012; René Moreno et. ál 2010):

Cirugía ocular LASIK: Se emplea un láser para extraer capas internas de la córnea aplanando su forma redondeada (Figura 18). La recuperación posterior a este tipo de cirugía suele ser más rápida y ocasiona menos molestias que otras cirugías de córnea.

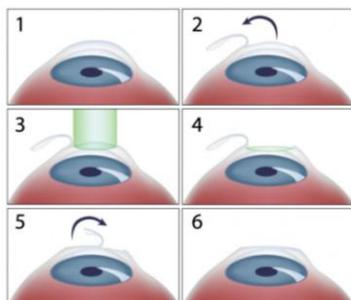


Figura 18: Esquema explicativo cirugía LASIK  
<https://www.allaboutvision.com/visionsurgery/pr>

Queratectomía subepitelial (LASEK): También asistida por láser (LASEK). Usado para dar nueva forma a las capas externas de la córnea, aplanar su curvatura y luego recolocar el epitelio (Figura 19).



Figura 19: Esquema explicativo cirugía LASEK  
<https://www.medibeauteylinik.com/en/prk-lasek-laser/>

Queratectomía fotorrefractiva (PRK): Este procedimiento es similar al LASEK (Figura 20), con la diferencia de que el cirujano elimina por completo el epitelio, usando posteriormente el láser para dar nueva forma a la córnea (no se vuelve a colocar el epitelio sino que crece de nuevo de forma natural, de acuerdo con la nueva forma de la córnea).

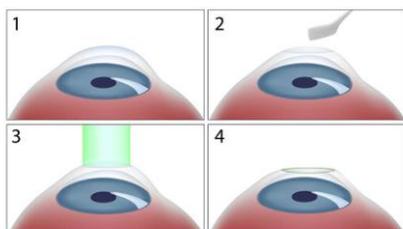


Figura 20: Esquema explicativo cirugía LASEK  
<https://www.allaboutvision.com/visionsurgery/pr>

## 6. FACTORES DE RIESGO DE LA MIOPIA (TEORÍAS)

Durante muchos años, los científicos sostuvieron que la miopía se debía en gran parte a los genes. Sin embargo se ha llegado a la conclusión de que no solo los factores raciales o genéticos explican las tendencias miópicas en las personas, sino que influyen también factores ambientales, educacionales, profesionales, además de la procedencia geográfica.

Aunque se desconoce la naturaleza exacta y la interacción de dichos factores, los datos sugieren que ambos pueden interactuar para aumentar los riesgos de desarrollar miopía.

### FACTORES GENÉTICOS

Respecto a los factores genéticos, las variaciones de la miopía prevalentes en diversas etnias sugieren que el factor étnico desempeña un papel importante.

Un estudio realizado en Estados Unidos (CLEERE, la Evaluación Longitudinal Colaborativa de las Etnias y el Error Refractivo), incluyó a más de 4000 niños de Estados Unidos provenientes de cuatro grupos étnicos distintos. Se encontró que había una mayor prevalencia de la miopía en los participantes asiáticos e hispánicos (18.5 y 13.2%, respectivamente) que en los niños negros y blancos (6.6 y 4.4%, respectivamente) (Kleinstei n , et. ál, 2003 ). Ningún otro estudio muestra la miopía en los niños negros y blancos. Asimismo muestra que los niños hispánicos tienden a ser menos miopes que los blancos (Morgan , et. ál, 2012).

Las investigaciones recientes parecen apoyar la idea de que el desarrollo de la miopía juvenil se debe a una combinación del efecto de factores genéticos y ambientales y su interacción (Saw, 2003).

### FACTORES AMBIENTALES

La cifra de pacientes miopes ha aumentado rápida y considerablemente en ciertas regiones del mundo, como por ejemplo en países del sudeste asiático. Esto respalda que el factor ambiental es determinante, ya que dedicar largos períodos a actividades que requieran visión de cerca, una gran dedicación a los ciclos educativos, así como una disminución del tiempo transcurrido al aire libre (con una menor exposición a la luz solar), unido a bajos niveles de luminosidad en interiores, podrían estar asociados a una mayor prevalencia de miopía, considerándose posibles causantes de la misma (Galvis et. ál, 2017).

Un ensayo pionero en Taiwán comunicó una reducción de 50% en los nuevos casos de miopía no permitiendo al alumnado estudiar en clase durante las horas del recreo, fomentando así las actividades al aire libre (Wu et. ál, 2013).

Un año antes se llevó a cabo un ensayo de mayor envergadura en Guangzhou. Se concluyó que la incorporación de 45 minutos diarios de actividades en espacios abiertos propició un 25% menos de nuevos casos de miopía (Morgan et. ál, 2012).

Por lo tanto, el aumento de casos de miopía en zonas como el este asiático respalda que el factor ambiental es de gran importancia.

Tabla resumen de los **factores de riesgo** de aparición de la miopía (Tabla 1):

RIESGO	BAJO	MEDIO	ALTO
Nº progenitores miopes	Ninguno	1 progenitor	2 progenitores
Horas de luz/día	>2,7 horas	1,6 a 2,7 horas	0 a 1,6 horas
Tiempo de visión en cerca*	0 a 2 horas	2 a 3 horas	> 3 horas

\* sin contar las horas de escuela

**Tabla 1: Tabla resumen factores de riesgo**

<https://www.averavision.es/avance-mundial-de-la-miopia-y-recomendaciones-para-frenarla/>

## 7. PRIMEROS AÑOS DEL CONTROL MIÓPICO

En este punto se explican los tratamientos utilizados más comúnmente hace unas décadas para tener cierto control de la miopía. Consistían principalmente en prescripción de bifocales, hipocorrección, lentes permeables y atropina al porcentaje normal. Aunque en la actualidad continúan utilizándose, los avances científicos recientes sobre el conocimiento acerca de los métodos para ralentizar la progresión de la miopía, destacan otros métodos más eficaces en los que más adelante se profundizará.

### 7.1 Prescripción de Bifocales

Este tipo de lente está diseñada para tener dos distancias de enfoque en una misma lente, sin ser éstas progresivas. La lente está dividida en una zona para visión lejana y otra para visión próxima. Actualmente están en desuso (Pedrajas, 2021). A mitad del siglo pasado se lanzaron al mercado las primeras lentes progresivas que hacen la misma función de manera más estética y cómoda.

Lentes generalmente diseñadas para personas adultas con presbicia, aunque también son utilizadas por personas más jóvenes y niños con una finalidad distinta, el control de la progresión de la miopía. En ellos, la zona de visión de lejos se prescribe con la miopía totalmente corregida, y en la zona de visión de cerca se les hipocorrige, teniendo como objetivo el menor esfuerzo acomodativo en distancias cercanas, proporcionando así un control de la acomodación (Cheng et. ál, 2014; Walline, 2016).

Este tipo de tratamiento se ha probado que tiene resultados poco eficaces.

Se realizó un estudio clínico aleatorizado realizado por Cheng et. ál (2014) con el único objetivo de analizar si el tratamiento con lentes bifocales y bifocales prismáticas son un buen método de control de la miopía, en niños con altas probabilidades de progresión de la misma y si éste depende del retraso de la acomodación.

Durante el ensayo que se realizó a lo largo de 3 años se analizaron un total de 73 mujeres y 62 hombres jóvenes de entre 8 y 13 años de origen chino-canadiense, con una miopía media de -3.00D, los cuales tenían una progresión de 0,50D/año.

Se dividió la muestra de población en tres grupos:

- Grupo I: lentes monofocales (n=41)
- Grupo II: lentes bifocales ejecutivas de +1,50D (n=48)
- Grupo III: bifocales ejecutivas de +1,40D con prismas en el segmento cercano de cada lente de 3 dioptrías prismáticas.

En los tres grupos se observó como la progresión de la miopía fue distinta según el tipo de lentes oftálmicas que se habían utilizado.

Como conclusión se determinó que las lentes bifocales pueden llegar a ralentizar la progresión de la miopía en menores de entre 8 y 13 años con una progresión anual inferior a 0,5D. Sugiriendo que las lentes bifocales prismáticas son más efectivas para niños miopes con bajos retrasos de acomodación.

Finalmente se demostró que aun sin haber gran diferencia entre los dos grupos, las lentes bifocales son capaces de ralentizar hasta un 39% la progresión de la miopía utilizando bifocales, y hasta el 50% en bifocales con prisma. Curiosamente, el tiempo al aire libre ha demostrado ser eficaz para reducir la aparición de la miopía, pero no para ralentizar la progresión del error de refracción miope (Walline, 2016).

## 7.2 Lentes Monofocales

### HIPOCORRECCIÓN

Desde hace años se ha sustentado la teoría sobre si la acomodación prolongada en visión de cerca era la causante (entre otros factores) de la miopía, principalmente en niños.

A continuación se exponen los resultados y conclusiones de alguno de los estudios hallados:

Adler et. ál (2006) realizaron un estudio aleatorio con el objetivo de contrastar recientes descubrimientos que aseguraban que la hipocorrección era un tratamiento eficaz en la progresión de la miopía.

Este estudio duró un tiempo prolongado de 18 meses, realizado sobre una población de 48 niños de edades comprendidas entre los 6 y 15 años.

Para la realización del mismo se les dividió en dos grupos:

Grupo I: Totalmente corregidos con su prescripción (n=23)

Grupo II: Hipocorregidos (n=25) con +0,50D respecto a su graduación.

Durante esos 18 meses se efectuaron diversos exámenes ópticos que determinaron un ligero aumento de 0,17D en la progresión de la miopía en el grupo II, comparado con el grupo I. Con los resultados obtenidos se respalda el hecho de que la hipocorrección lejos de producir beneficios, incrementa la progresión de la miopía.

Anteriormente se habían llevado a cabo varios estudios en los que se realizó el análisis con una población mucho más numerosa y durante un tiempo más prolongado, concluyendo que el aumento en la comparativa es de 0,23D (Chung et. ál, 2002).

En la progresión de la miopía influyen otros factores de riesgo como la genética o el estilo de vida de cada individuo, aun así se puede considerar la hipocorrección como un método no efectivo en el control de la miopía ya que ésta progresa más en los casos hipocorregidos contrariamente a los que no (Chung et. ál, 2002).

### **7.3 Lentes de contacto Permeables al Gas (RPG)**

Desde el siglo pasado se han asociado las lentes RPG a la reducción de la progresión de la miopía en niños (Baldwin et. ál, 1969).

En cambio recientes ensayos clínicos como los señalados a continuación, negaron esta hipótesis demostrando que no existe una reducción significativa de la misma.

Walline et. ál (2004) realizaron un ensayo con el objetivo de comparar las LC RPG con las LC blandas convencionales sobre la progresión de la miopía. Durante el primer año, de los tres que duró el ensayo el efecto del tratamiento destacó más, resultando que a los usuarios de RPG les progresó en menor medida la miopía que a los usuarios de LC blandas. El crecimiento axial entre ambos grupos no fue muy significativo, de modo que no se pudo demostrar que las LC RPG sean unos de los principales tratamientos a tener en cuenta para el control miópico.

Otro estudio muy similar realizado por Katz y colaboradores (2003) se llevó a cabo en una población de niños entre 6 y 12 años de Singapur, tuvo como objetivo testar si las LC RPG eran realmente efectivas en el control miópico, teniendo en cuenta siempre el aumento de la longitud axial.

Después del período de prueba se concluyó que el uso de lentes permeables al gas no es suficientemente efectiva para disminuir la velocidad de progresión, ya que ninguno de los subgrupos obtuvo resultados positivos.

## 7.4 Atropina

Desde que Donders en 1864, testó la atropina como tratamiento para el control de la miopía debido a que era un antagonista muscarínico capaz de regular espasmos acomodativos en pacientes miopes, han sido muchos los científicos que han investigado acerca de su eficacia.

Chua et. ál (2006) hicieron un ensayo revisado aleatorio para valorar la seguridad y eficacia de la atropina tópica al 1% con el fin de ralentizar la progresión de la miopía y el alargamiento axial, en una población de 400 niños asiáticos con edades comprendidas entre los 6 y 12 años y distintos valores refractivos miópico y astigmáticos.

Tuvieron en cuenta principalmente el cambio de la longitud axial en el transcurso de los 2 años que duró el ensayo y la refracción esférica evaluada con ciclopléjicos. La muestra de población se dividió en dos grupos, uno recibiría la dosis de atropina al 1% y el otro recibiría gotas oftálmicas placebo.

El resultado final probó que el grupo de menores tratados con atropina tuvo un alargamiento axial sin cambios comparado con el grupo placebo.

Los científicos concluyeron que generalmente la atropina tuvo resultados positivos frenando así la progresión de la miopía media-baja y el alargamiento de longitud axial.

Debido a los efectos secundarios que mostró el grupo de menores tratados con dosis de 1% de atropina, se realizó años más tarde otro ensayo clínico aleatorio (Chia et. ál, 2012), que a diferencia del anterior tenía como objetivo comparar los efectos secundarios, frente a los beneficios de ésta, mediante 3 dosis distintas y con menor porcentaje, concretamente al 0,5%, 0,1% y al 0,01%.

Se llevó a cabo con una muestra de 400 niños de entre 6 y 12 años, con rangos de miopía menores a los del ensayo anterior.

La metodología fue distinta. Se analizaron los cambios en la refracción con cicloplégia, la longitud axial, el diámetro pupilar, la AV y la AA.

El ensayo se prolongó dos años en los que se concluyó que la dosis idónea con la que se consigue menores efectos secundarios es con atropina al 0,01%. Careció de efectos secundarios en AV de cerca y mínimos tanto en la acomodación como en el tamaño de la pupila.

Por el contrario, las dosis de 0,5% y 0,1% mostraron efectos secundarios mayores y de igual alcance que en el ensayo con atropina al 1%.

## 8. ÚLTIMOS AVANCES EN EL CONTROL DE LA MIOPIA

### 8.1 Lentes de Contacto Multifocales

El origen de las Lentes de Contacto se remonta al siglo XIV, cuando Leonardo da Vinci observó en 1508 que metiendo la cabeza en un recipiente de cristal con agua se modificaba la visión (Figura 21). Este proyectó las primeras lentes de contacto como unas superficies aplicadas sobre toda el área ocular. Muchos expertos le consideran el ideólogo de las lentes de contacto. El discurrir de los años ha hecho que diferentes investigadores perfeccionaran esta antigua teoría hasta lo que hoy conocemos como lentes de contacto (especialmente lentes de contacto multifocales) (Sánchez et. ál, 2012).

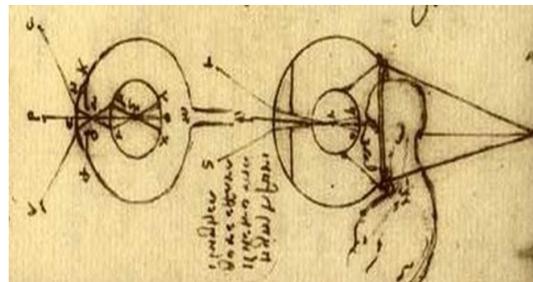


Figura 21: Esbozo primeras lentes de Contacto de Da Vinci (Zwerling et. ál, 2016)

En 1801, el médico inglés Thomas Young realizó las primeras lentes de contacto. Este modelo consistió en tubos de vidrio pequeños llenos de agua aplicados sobre la superficie ocular. No fue hasta 1887 que Friedrich Anton Muller realizó una lente de contacto aplicada con éxito en el ojo de un enfermo (Gorrochotegui et. ál, 2009).

Después de la Segunda Guerra Mundial tuvo lugar la producción de las primeras lentes de contacto aplicadas sobre la córnea, y nunca más sobre la superficie de los ojos (Sánchez et. ál, 2012).

En 1962 en España, Javier Chamorro Tormo junto con Ramón Noguera fabricaron las primeras lentes de contacto en los Laboratorios Conóptica.

Desde 1971, las lentes de contacto estuvieron fabricadas con hydrogel, un material que proporciona un nivel de humectación más alto que el alcanzado hasta entonces. Las primeras lentillas de hydrogel estuvieron fabricadas por Bausch&Lomb.

En 1999 se elaboraron las primeras lentillas de hydrogel de silicona, un material de nueva generación que proporciona un apropiado coeficiente de permeabilidad al oxígeno y al mismo tiempo un alto nivel de humectación.

En 2005 Cooper Visión lanza las primeras lentes multifocales de geometrías asimétricas procleares Multifocales que permiten a los usuarios presbitas una correcta VC y VL sin necesidad de lentes oftálmicas (Carrasco, 2019).

## ESTUDIOS RECIENTES

Walline et. ál (2013), respaldados por la Academia Estadounidense de Optometría, realizaron un estudio comparativo con el objetivo de constatar la progresión de la miopía, y el aumento de la longitud axial en niños usuarios de LC blandas durante un tiempo prolongado de 2 años. Estudiaron a 40 niños de entre 8 y 9 años de edad con errores refractivos comprendidos entre -1D y -6D con astigmatismo no superior a -1D.

Un grupo de la muestra de población usó LC multifocales blandas con una Ad +2. El otro utilizó LC monofocales blandas estándar.

Los resultados fueron los siguientes (Tabla 2):

Diseño LC	Progresión media $\pm$ error estándar	Long Axial $\pm$ error estándar	Duración del estudio
LC blandas monofocales	-1,03 $\pm$ 0,06	0,41 $\pm$ 0,03	2 años
LC blandas multifocales	-0,51 $\pm$ 0,06	0,29 $\pm$ 0,03	

Tabla 2: Recopilación resultados del estudio (elaboración propia)

Se constató que durante el período establecido, el uso de LC multifocales resultó ser mucho más eficaz, siendo capaz de reducir hasta la mitad la progresión de la miopía, y un 29% el aumento de longitud axial, en comparación con el grupo control de LC monofocales.

Un año más tarde, Lam et. ál (2014), avalados por la Escuela de Optometría de la Universidad Politécnica de Hong Kong, realizaron un ensayo controlado aleatorizado de 2 años, con el objetivo de averiguar si el uso de las lentes multifocales 'Defocus Incorporated Soft Contact' (DISC) retrasa la progresión de la miopía infantil.

La población de estudio se estableció en 128 niños (65 en el grupo DISC y 63 en el grupo SV (single visión)).

Las lentes DISC están diseñadas con anillos concéntricos, con una adición de +2,50 D.

Tras finalizar el seguimiento cada seis meses del error refractivo (autorrefracción ciclopléjica) y la elongación axial, los resultados mostraron que la progresión miópica y el alargamiento axial se vieron ralentizadas notoriamente (Figura 22). Se produjo una desaceleración miópica de hasta un 25% en los niños del grupo DISC, comparándolos con el grupo control SV. También hubo una disminución de la longitud axial en los niños del grupo DISC respecto del grupo SV.

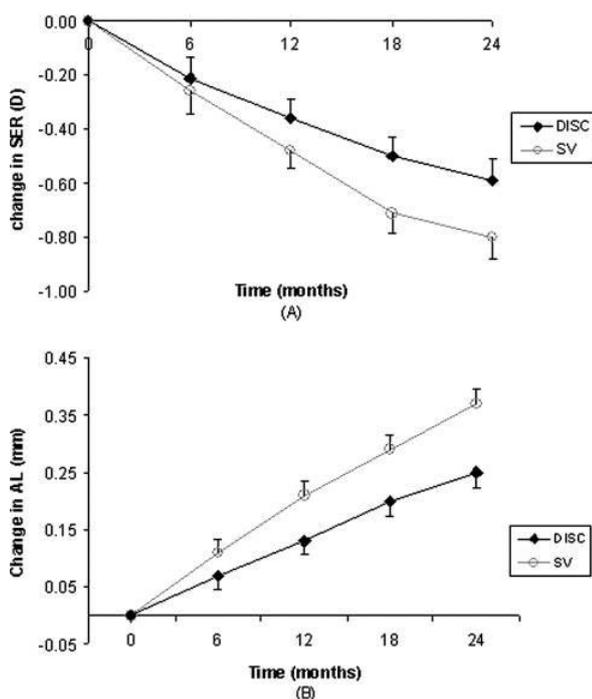


Figura 22: (A) Mean and SEM of myopia progression (spherical equivalent refractions) and (B) mean and SEM of axial length elongation for the subjects who completed the study. DISC, Defocus Incorporated Soft Contact; SV, single vision. (Lam et. ál, 2014)

Entre los resultados obtenidos se descubrió que la visión clara simultánea con un desenfoque miópico, es capaz de ralentizar la progresión de la miopía. También observaron que la eficacia del tratamiento con lentes DISC estaba directamente relacionada con el tiempo de uso (Figura 23); por tanto el uso diario de lentes DISC puede ralentizar significativamente ambos parámetros.

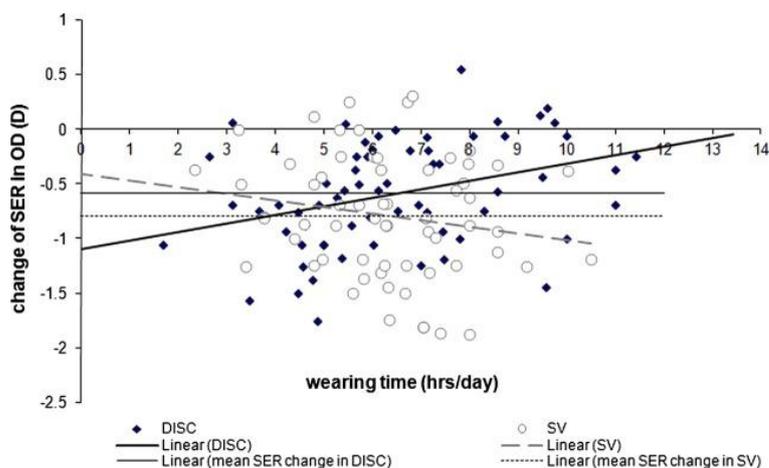


Figura 23: Correlation between myopia progression (spherical equivalent refractions) and contact lens daily wearing time. DISC, Defocus Incorporated Soft Contact; SV, single vision. (Lam et. ál, 2014)

Tres años después Walline y colaboradores (2017) hicieron otro ensayo controlado aleatorio más revelador que los anteriores (Tabla 3). Tenía como objetivo defender y constatar los efectos favorables de las LC multifocales blandas en la progresión de la miopía en niños. Incluso fueron más allá y testaron qué tipo de adición ralentiza más la progresión y la longitud axial en los menores.

A summary of results from previous soft multifocal contact lens myopia control studies reported in the peer-reviewed literature and comparison of baseline variables to the BLINK study

Study	Country	Total sample size	Control treatment	Study design	Length (y)	Loss to follow-up (%)	Slowing myopia (%)	Slowing axial length (%)	Age range (y)	Baseline age (y)	Myopia (D)	Average myopia (D)
Anstice and Phillips <sup>24</sup> (2011)	New Zealand	70	Contact lens	Contralateral	0.8	12.5	36.2	50.0	11-14	Unknown	-1.25 to -4.50	-2.71 ± 1.10
Sankaridurg et al. <sup>10</sup> (2011)	China	82	Spectacle	Prospective	1	18.0	35.7	38.5	7-14	MF: 11.6 ± 1.5, spec: 10.8 ± 1.9	-0.75 to -3.50	MF: -2.24 ± 0.79, spec: -1.99 ± 0.62
Walline et al. <sup>31</sup> (2013)	United States	54	Contact lens	Historical control	2	19.4	50.5	29.3	8-11	MF: 10.8 ± 1.0, SV: 10.8 ± 0.7	-1.00 to -6.00	MF: -2.24 ± 1.02, SV: -2.35 ± 1.05
Fujikado et al. <sup>26</sup> (2014)	Japan	24	Contact lens	Randomized crossover	1	0	26.2	25.0	10-16	MF: 14.3 ± 1.3, SV: 13.1 ± 1.9	-0.75 to -3.50	MF: -2.52 ± 1.69, SV: -3.61 ± 0.98
Lam et al. <sup>27</sup> (2014)	Hong Kong	128	Contact lens	Randomized	2	42.1	25.3	32.4	8-13	MF: 11.1 ± 1.6, SV: 10.9 ± 1.7	-1.00 to -5.00	MF: -2.90 ± 1.05, SV: -2.08 ± 1.03
Paune et al. <sup>28</sup> (2015)	Spain	40	Spectacle	Prospective	2	43.7	42.9	20.0	9-16	MF: 13.3 ± 2.0, SV: 13.1 ± 2.8	-0.75 to -7.00	MF: -2.44 ± 0.91, SV: -2.64 ± 1.1
Allerretal. <sup>29</sup> (2016)	United States	79	Contact lens	Randomized	1	8.1	77.2	79.2	8-18	MF: 13.0 ± 2.5, SV: 13.5 ± 2.2	-0.50 to -6.00	MF: -2.57 ± 1.34, SV: -2.81 ± 1.46
Cheng et al. <sup>30</sup> (2016)	United States	109	Contact lens	Randomized	1	14.2	20.6	38.9	8-11	MF: 9.7 ± 1.1, SV: 9.7 ± 1.1	-0.75 to -4.00	MF: -2.44 ± 0.91, SV: -2.52 ± 1.46
BLINK study	United States	294	Contact lens	Randomized	3	N/A	N/A	N/A	7-11	10.3 ± 1.2	-0.75 to -5.00	-2.40 ± 0.99

MF = multifocal contact lens; spec = single-vision spectacle; SV = single-vision contact lens.

Tabla 3: Resumen de los resultados de estudios previos de control de la miopía con lentes de contacto multifocales blandos informados en la literatura. (Walline et. ál, 2017)

Partiendo de la hipótesis de que las LC multifocales son capaces de corregir la visión de un niño miope y ralentizar la progresión de la misma, así como el crecimiento de la longitud axial, fueron analizados 294 sujetos con rango de edad mayor que en el estudio de 2013 (entre 7 y 11 años), con una magnitud miópica comprendida entre -0,75D y -5D y astigmatismo < 1D con AV de 20/25 en VL.

Aleatoriamente se escogieron niños para el grupo control que usaría LC multifocales (biofinity Multifocal “D”) con una adición de +1,50. Otro grupo emplearía las mismas LC pero con adición de +2.50D, y por último el grupo que tan solo portaría las LC Biofinity monofocales (Tabla 4).

Estos debían tener un uso continuo de las LC, excepto por la noche.

**Parámetros disponibles para las lentes de contacto primarias y secundarias utilizadas en el estudio BLINK**

	Primario		Respaldo	
	Biofinity	Biofinity Multifocal "D"	Proclear	Proclear multifocal "D"
Material	Comfilcon A	Comfilcon A	Omafilcon A	Omafilcon A
Contenido de agua	48%	48%	60%	60%
Curva base	8,6	8,6	8,2, 8,6	8,7
Diámetro	14,0	14,0	14,2	14,4
Agregar poder	Ninguno	+1,50 o +2,50 D	Ninguno	+1,50 o +2,50 D
Potestades	hasta -12,00 (-0,50 pasos> -6,00)	hasta -10,00 (-0,50 pasos> -6,00)	hasta -20,00 en 8,6, hasta -10,00 en 8,2 (-0,50 pasos> -6,00)	hasta -10,00 (-0,50 pasos> -6,50)
dK	128,0	128,0	34,0	34,0

**Tabla 4: Parámetros disponibles para las lentes de contacto primarias y secundarias utilizadas en el estudio BLINK.** (Walline et. ál, 2017)

Se estudió la relación entre la magnitud del valor de la adición y el mayor control de la miopía, junto con la progresión de la longitud axial.

Al cabo de 3 años se corroboró que las LC multifocales de adición más elevada tuvieron un valor más positivo en la lenta progresión del error refractivo miópico, y en el crecimiento ocular (Tabla 5). Por el contrario este efecto no era notorio en los casos de uso de LC con adición media.

Diseño LC	Media de la progresión de MP (D)	Media de la elongación axial (mm)	Duración
<b>LC multifocales (Ad: +2.50D)</b>	-0,60D	42mm	3 años
<b>LC multifocales (Ad: +1.50D)</b>	-0,89D	58mm	
<b>LC monofocales</b>	-1,05D	66mm	

**Tabla 5: Tabla resumen de los resultados del estudio** (elaboración propia)

Finalmente los investigadores afirmaron que las lentes multifocales obtienen mejores resultados respecto a las LC monofocales, dado que las primeras lograron atrasar un 43% la progresión miópica durante los 3 años de duración del estudio.

## 8.2 Atropina en baja concentración



Figura 24: Planta *Atropa Belladonna*, planta originaria de la Atropina.

<http://www.info-farmacia.com/historia/historia-farmacologica-de-la-atropina-a>

Entre los métodos utilizados para la corrección de la miopía destaca la terapia farmacológica.

La Atropina es un alcaloide extraído del arbusto *Atropa belladonna* y otras solanáceas (Figura 24).

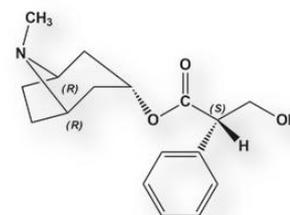
Se introdujo en la farmacopea a finales del siglo XIX, aunque sus efectos eran ya conocidos en la Antigüedad, ya que se considera el fármaco anticolinérgico más antiguo de la historia de la Humanidad; hace unos 4.000 años, en Egipto, China e India se inhalaban vapores de plantas, ricas en atropina, que actuaban como relajantes musculares entre otras propiedades o como tratamiento de afecciones respiratorias. La observación de esta práctica por los ingleses condujo en el siglo XIX a la introducción de esta planta para el tratamiento del asma (Mendoza, 2008).

Los efectos farmacológicos de la atropina fueron estudiados en la segunda mitad del siglo XIX, pero no fue hasta la década de 1930 cuando se demostró la actividad parasimpaticolítica de la atropina (Figura 25).

Su uso clínico es amplio, ya que los efectos que produce son muy diversos. Es usado en múltiples especialidades (cardiología, gastroenterología, aparato respiratorio). También se utiliza en enfermedades como: Parkinson, Hiperhidrosis, Cólico renal y Cólico hepático. Asimismo es empleado como medicación pre-anestésica y como antídoto tras una sobredosis o intoxicación por inhibidores de la acetilcolinesterasa (Raviña, 2008).

En cuanto al uso de Atropina en Oftalmología es diverso; se utiliza para exploraciones del fondo del ojo, en el tratamiento de inflamaciones de estructuras oculares (aliviando el dolor provocado por la hinchazón y la inflamación de los ojos) etc. Pero uno de los aspectos más destacados es su uso con el fin de reducir la progresión de la miopía.

La Atropina tópica, junto a otras opciones de control de la miopía en la actualidad, ofrece una estrategia de tratamiento muy importante, con el objetivo de preservar la salud ocular (Raviña, 2008).



ATROPINA

(S)-1-(1R,5R)-8-metil-8-azabicyclo[3.2.1]octan-3-il-3-hidroxi-2-fenilpropionato

Figura 25: Fórmula química de la atropina.  
<http://www.info-farmacia.com/historia/historia-farmacologica-de-la-atropina-a>

## ESTUDIOS RECIENTES

Numerosos estudios revisan el uso de gotas oftálmicas de atropina tópica en el retraso de la progresión de la miopía en niños. Se ha analizado su eficacia y seguridad usándose en diferentes concentraciones (1.0%, 0.5%, 0.1% y 0.01%). El resultado de estas investigaciones revela que la atropina tópica reduce la progresión de la miopía y el alargamiento axial en menores, en relación con la dosis administrada. Se ha demostrado que su uso es seguro, pero dosis más altas, producen un fenómeno de rebote que provocan dilatación de la pupila, pérdida de acomodación y baja AV en visión de cerca.

Estos estudios afirman que la atropina al 0.01% tiene el mejor índice terapéutico, con cantidades clínicamente insignificantes de dilatación de la pupila, visión cercana y pérdida de acomodación, siendo tan eficaz como las dosis más altas (Zhao et. ál, 2021; Chia et. ál, 2016).

Yam y colaboradores (2019), realizaron otro estudio en el que difieren de los resultados anteriores. El estudio demuestra que el uso de gotas oftálmicas de atropina al 0.05%, 0.025% y 0.01%, redujeron la progresión de la miopía acorde a su proporción. Todas las concentraciones fueron bien toleradas y no tuvieron ningún efecto adverso. De las 3 concentraciones utilizadas (Figuras 26 y 27), la atropina al 0,05% fue la más eficaz para controlar la progresión del equivalente esférico (EE) y el alargamiento de la AL durante un período de 1 año.

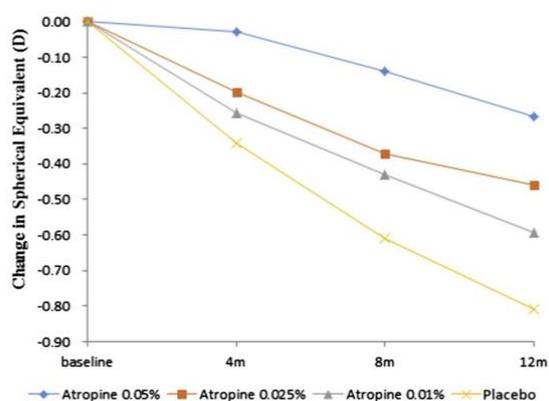


Figura 26: Cambio en el equivalente esférico (SE) en los grupos de tratamiento. m= mes; D= dioptría. (Yam et. ál, 2019)

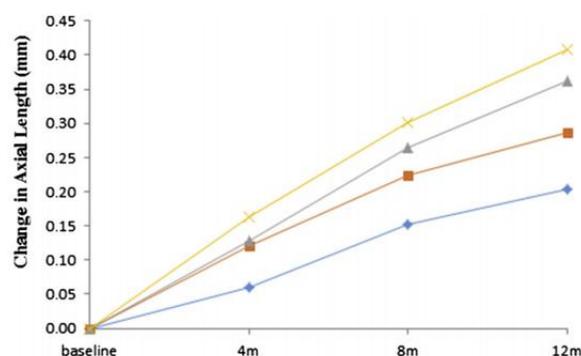


Figura 27: Cambio en la longitud axial (AL) en los grupos de tratamiento. m= mes. (Yam et. ál, 2019)

Se ha investigado asimismo, los efectos de la atropina al 0,01% en miopes adultos (Cheng et. ál, 2021), y los posibles efectos secundarios de su administración en dosis bajas, sobre las funciones visuales distintas de la agudeza visual, tal como la sensibilidad al contraste (CS). A los participantes se les suministró gotas oftálmicas de alcohol polivinílico o atropina al porcentaje de 0,01%, por la noche en ambos ojos durante cuatro semanas. Finalmente se analizaron los efectos a corto plazo (12, 16 y 20 h) y a largo plazo (1, 2 y 4 semanas) sobre la sensibilidad al contraste (CS).

Para ello participaron 30 adultos con errores refractivos entre -1,00D y -6,00D, astigmatismo de -1,50 D o menos y anisometropía de 1,00 D o menos. Estudio aleatorio, enmascarado y controlado con placebo.

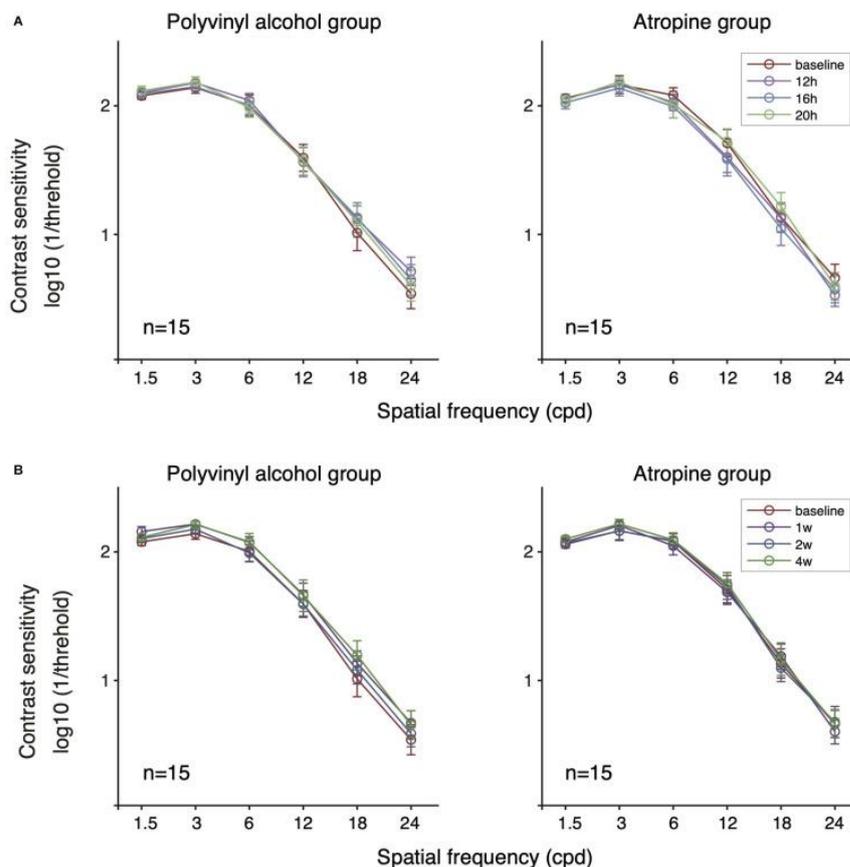


Figura 28: Función de sensibilidad al contraste de los dos grupos después de la administración a corto plazo (A) y a largo plazo (B) de atropina o alcohol polivinílico al 0,01%. (Cheng et. ál, 2021)

No se encontraron diferencias significativas de CS entre los grupos controlados con atropina y con placebo, tanto a corto como a largo plazo (Figura 28), de modo que este estudio demostró no ejercer la atropina al 0.01% ningún efecto nocivo significativo en el CS de miopes adultos.

Por último, el estudio más reciente que se conoce se realizó por Zhao et. ál (2021) en marzo de ese mismo año. El objetivo era averiguar la eficacia clínica de la atropina al 0,01% para ralentizar la progresión de la miopía en menores de edad, y evaluar su influencia sobre la secreción de la lágrima basal y la estabilidad de la película lagrimal. Participaron 80 niños (Tabla 6). De ellos, 20 recibieron lentes oftálmicas además de atropina al 0,01% (grupo SA), otros 20 recibieron sólo lentes oftálmicas (grupo S). Los 40 niños restantes usaron lentes de ortoqueratología durante 3 meses; 20 de ellos recibieron lentes OK y atropina al 0,01% (grupo OKA), los otros 20 sólo recibieron lentes OK (grupo OK).

Después de realizar exámenes oftalmológicos completos antes y después del tratamiento se llega a la conclusión de que la atropina al 0,01% puede controlar eficazmente la progresión de la miopía y el alargamiento axial, independientemente del tratamiento combinado con lentes oftálmicas o lentes OK.

Grupo	Base	3 meses	6 meses	12 meses	Valor <i>p</i>		
					Línea de base versus 3 meses	Línea de base versus 6 meses	Línea de base versus 12 meses
S	18,10 (1,54)	18,02 (1,49)	17,95 (1,56)	17,90 (1,49)	0,474 <sup>una</sup>	0,393 <sup>una</sup>	0,221 <sup>una</sup>
SA	18,20 (1,57)	18,05 (1,21)	17,98 (1,36)	17,90 (1,73)	0,323 <sup>una</sup>	0,163 <sup>una</sup>	0,076 <sup>una</sup>
OK	18,15 (1,46)	18,08 (1,30)	18,00 (1,01)	17,90 (0,82)	0,584 <sup>una</sup>	0,349 <sup>una</sup>	0,237 <sup>una</sup>
OKA	18,33 (1,90)	18,18 (1,35)	18,08 (1,20)	17,98 (1,25)	0,383 <sup>una</sup>	0,168 <sup>una</sup>	0,185 <sup>una</sup>

<sup>a</sup> Prueba *t* de muestras pareadas

Tabla 6: Resultados prueba Schirmer en niños del grupo S, SA, OK y OKA después del tratamiento. (Zhao et. ál 2021)

Cabe destacar que la atropina al 0,01% no tiene efecto apreciable en las pruebas de Schirmer y los resultados de TBuT (Tabla 7), aunque sí se hallaron evidencias que posteriormente al tratamiento, los resultados de ambas pruebas se vieron ligeramente afectados con tendencia a reducirse.

Grupo	Base	3 meses	6 meses	12 meses	Valor <i>p</i>		
					Línea de base versus 3 meses	Línea de base versus 6 meses	Línea de base versus 12 meses
S	12,60 (1,53)	12,53 (1,66)	12,48 (1,64)	12,45 (1,63)	0,618 <sup>una</sup>	0,391 <sup>una</sup>	0,160 <sup>una</sup>
SA	12,65 (1,67)	12,50 (1,51)	12,45 (1,76)	12,40 (1,73)	0,225 <sup>una</sup>	0,173 <sup>una</sup>	0,067 <sup>una</sup>
OK	12,65 (1,38)	10,73 (1,28)	12,40 (1,59)	12,48 (1,55)	> 0,05 <sup>a</sup>	0,016 <sup>una</sup>	0,109 <sup>a</sup>
OKA	12,80 (1,52)	10,78 (1,67)	12,48 (1,64)	12,55 (1,66)	> 0,05 <sup>a</sup>	0,014 <sup>una</sup>	0,077 <sup>una</sup>

<sup>a</sup> Prueba *t* de muestras pareadas

Tabla 7: Resultados prueba TBut en niños dentro de los grupos control después del tratamiento. (Zhao et. ál 2021)

### 8.3 Ortoqueratología

La palabra ortoqueratología proviene del griego: el prefijo orto significa verdadero o recto, y queratología significa tratado de la córnea, de modo que etimológicamente “es la técnica que pretende aplanar la córnea”.

La Orto-k tiene su origen en los años 60 del siglo pasado en Estados Unidos, donde los optometristas descubrieron que las lentillas rígidas modificaban la curvatura de la córnea y reducían la graduación del ojo (Figura 29) (Juan et. ál 2010).



Figura 29: Lente Orto K analizada con fluoresceína.  
<https://www.triopticaonline.com/ortoqueratologia-definicion/>

El nombre «Orto-K» fue usado por primera vez por Newton Wesley en el Congreso de la Sociedad Internacional de Especialistas de Lentes de Contacto celebrado en Chicago en 1962, para definir una adaptación con lentes de contacto cuya finalidad era reducir la miopía, haciendo que el paciente obtuviera una buena visión sin necesidad de usar gafas o lentes de contacto (Peña et. ál, 2016).

En la década de los 90 la técnica mejoró, aunque su efectividad se limitaba a miopías bajas (2 ó 3 dioptrías), y el proceso de reducción era lento.

Desde el 2004 las nuevas tecnologías mediante avances como la topografía corneal, el diseño y la fabricación de lentes con nuevas geometrías, han permitido tratar con mayor eficacia la miopía, el astigmatismo y la hipermetropía. Además, el uso de los nuevos materiales con alta permeabilidad al oxígeno ha hecho posible su uso nocturno de forma segura (Villar et. ál, 2006).

Desde hace 10 años las nuevas tecnologías han facilitado tratar eficazmente miopías más altas con el uso de LC permeables de diseño especial, obteniendo una mejoría de la agudeza visual sin corrección al reducir el defecto refractivo (Villar et. ál, 2006).

Actualmente no solo consiguen compensar la miopía, sino también la hipermetropía, el astigmatismo y la presbicia aunque aún se encuentran en desarrollo (Pedrajas, 2021).

## ESTUDIOS RECIENTES

Dado que este tipo de diseño es muy actual y ha tenido un gran auge en los últimos años, al haber aparecido nuevos materiales y diseños que han facilitado su aplicación, se han hecho muchos estudios para verificar su eficacia.

El estudio realizado por Ortega et. ál (2016) propone mostrar la evidencia científica del uso de la ortoqueratología para el control de la miopía.

Las variables consideradas fueron: edad, defecto refractivo, longitud axial y curvatura corneal. Entre los resultados hallados destacan: que el 47 % de los pacientes eran menores de 15 años. En su mayoría los lentes utilizados fueron de geometría inversa, con materiales de permeabilidad mayor a 100 y las modificaciones más importantes, se encontraron en pacientes con valores refractivos menores de  $-4,00$  D (80 %).

Este estudio concluye afirmando que la ortoqueratología retarda la progresión de la miopía, así como que su mayor eficacia se encuentra en valores bajos (miopías de hasta  $-4$  D).

Singh y colaboradores (2020) quisieron ahondar sobre el perfil de seguridad y la previsibilidad de las lentes de ortoqueratología, para la corrección de la miopía y la prevención de una mayor progresión, especialmente en países semitropicales. Para ello, intervinieron 30 pacientes con valores refractivos de hasta  $-5,5$  dioptrías (D). Fueron divididos aleatoriamente en dos grupos de 15 individuos cada uno (grupo estudio y grupo control). Al grupo de estudio se le recetó lentes de ortoqueratología (OK) durante la noche, en cambio, el grupo control usó lentes de contacto blandos convencionales de uso diario (Tabla 8).

Los exámenes de seguimiento se realizaron al cabo de 1 h y 6 h. Después, a los 1, 7, 15, 30 días y finalmente tras 4 meses después del uso de las lentes.

	Ortho K group		Control group		Intergroup comparison
	Pre lens wear	Post lens use (four months)	Pre lens wear	Post lens use (four months)	
Corneal Pachymetry	$527 \pm 28.4 \mu\text{m}$	$525.8 \pm 27.4 \mu\text{m}$	$532 \pm 27.4 \mu\text{m}$	$530.80 \pm 29.07 \mu\text{m}$	NS
Keratometry (3-mm zone)	$44.37 \pm 1.3$ D	$42.83 \pm 1.1$ D $(P = 0.000)$	$44.12 \pm 0.9$ D	$44.14 \pm 0.9$ D	$P = 0.002$ Significant
Keratometry (5-mm zone)	$44.58 \pm 1.2$ D	$43.38 \pm 0.7$ D $(P = 0.000)$	$43.72 \pm 1.0$ D	$43.68 \pm 0.9$ D	NS
Specular count	$2901.40 \pm 305.5$ cells/mm <sup>3</sup>	$2894 \pm 294.6$ cells/mm <sup>3</sup>	$2772.87 \pm 290.3$ cells/mm <sup>3</sup>	$2733.20 \pm 249.6$ cells/mm <sup>3</sup>	NS
Tear film break-up time (TBUT) (in seconds)	$11.9 \pm 0.96$ s	12.6 s	$11.8 \pm 1.1$ s	$12.1 \pm 0.7$ s	NS
Axial length	$24.13 \pm 0.7$ mm	$24.01 \pm 0.4$ mm	$23.47 \pm 0.7$ mm	$23.13 \pm 0.6$ mm	NS
Contrast sensitivity (by FACT chart)	$1.42 \pm 0.12$	$1.423 \pm 0.11$	$1.373 \pm 0.09$	$1.37 \pm 0.94$	NS

D, diopter; NS, not significant

Tabla 8: Cambio en la paquimetría corneal, queratometría de zona de 3 mm y 5 mm, tiempo de ruptura de la película lagrimal por recuento especular, longitud axial y sensibilidad al contraste en el estudio (Ortho K) y grupos de control después del uso de lentes. (Shingh et. ál, 2020)

Luego de analizar los resultados, se dictaminó que la ortoqueratología es una modalidad eficaz y segura para corregir la miopía moderada en adultos jóvenes, no hallándose efectos secundarios después de un seguimiento a corto plazo de los participantes.

Cho et. ál (2019) analizaron y compararon el valor del alargamiento axial (AE) y los cambios refractivos (cambio M), antes y después del tratamiento con ortoqueratología, para así poder distinguir qué perfil de paciente es mejor candidato para este tipo de terapia, con el fin de controlar la progresión de la miopía.

Se estudió a 66 sujetos durante 7 meses (Tabla 9). Éstos serían tratados durante ese período de tiempo con orto-k y transcurrido este plazo, continuarían 7 meses más en observación usando lentes monofocales convencionales.

Nº sujetos	AE	Cambio M	Grado de beneficio en el uso de Orto-K
20 sujetos	Lento	95% del total lento	Ningún beneficio
22 sujetos	Moderado	77% lento	73% Beneficioso
		23% moderado	
23 sujetos	Rápido	Lento	21% Beneficiso

Tabla 9: Tabla resumen de los resultados del estudio (elaboración propia)

Como conclusión del estudio se confirmó que la progresión de EA es un indicador de cuál de los tratamientos con orto-k será el más exitoso (Figura 30). Se reveló también, que la mejor opción para niños con una progresión miópica lenta, es retardar el tratamiento dado que es poco probable que les sea beneficioso a esa edad.

Cabe destacar que el valor de la frecuencia de la progresión es poco fiable para identificar los pacientes adecuados para este tratamiento, ya que el cambio M subestima la progresión rápida de la EA.

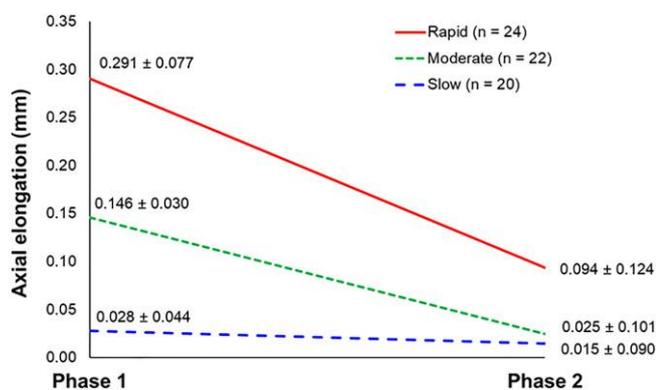


Figura 30: Media (± desviación estándar) de elongación axial (AE) en las Fases 1 (fase de uso de gafas) y 2 (fase de ortoqueratología) de varios grupos progresivos, definidos por AE en la Fase 1. (Cho et. ál, 2019)



Paralelamente se han realizado revisiones, como la de Nti y colaboradores (2020), respecto a los cambios que ha experimentado la ortoqueratología desde que se describió por primera vez a principios de la década de 1960.

El tratamiento original utilizaba diversas lentes para aplanar la córnea (con resultados variables), hasta el momento de la introducción de materiales para lentes muy permeables al oxígeno que se podían usar durante la noche.

Se revisó también el uso de la ortoqueratología para el control de la miopía en niños, su progresión lenta en ellos, así como la seguridad y las complicaciones asociadas al empleo de estas lentes.

Se alude igualmente hacia dónde irán orientadas las investigaciones futuras con este diseño de lente, ya que cuanto más eficaz, segura y clara sea la información de que se disponga acerca de las LC Orto-K, tanto pacientes como médicos podrán tomar decisiones cada vez más acertadas.

## 9. CONCLUSIONES

Después del desarrollo de este trabajo he llegado a las siguientes conclusiones:

- A pesar de que las lentes bifocales están actualmente en desuso por considerarse poco eficaces y ser sustituidas mayoritariamente por lentes progresivas, estudios concluyen que la eficacia del control de la progresión de la miopía con diseños tanto bifocales como bifocales prismáticas es similar. Las primeras demostraron que pueden ralentizarla hasta un 39%, y las bifocales prismáticas, hasta un 50%, sugiriendo así que éstas son más efectivas para niños miopes con bajos retrasos de acomodación.
- La hipocorrección es considerada un método no efectivo para la detención de la progresión miópica, ya que no solo no frena su progresión sino que se constata un ligero aumento de la misma.
- Respecto al uso de LCRPG tras períodos de prueba en varios estudios, se desprende que no es un método suficientemente efectivo para aminorar la velocidad de progresión.
- Respecto al uso de atropina al porcentaje normal, se concluyó que con atropina al 1% se obtienen buenos resultados, pero proporciona numerosos efectos secundarios. Por otro lado con atropina al 0,5% y 0,1% se obtienen resultados similares, y empleando un porcentaje del 0,01% los resultados son más satisfactorios, mientras que los efectos secundarios disminuyen considerablemente. Por tanto se concluye que el porcentaje óptimo para la ralentización de la miopía es la utilización de atropina al 0,01%.
- Gracias a los estudios examinados, se confirma que las LC multifocales son más eficaces en comparación con las LC monofocales. Dependiendo de su diseño, se puede llegar a reducir entre un 25%-50% la progresión, así como un 29% la elongación de la longitud axial. Estando estas reducciones directamente relacionadas con el tiempo de uso diario. También se ha averiguado que cuanto mayor sea la adición, mejores resultados se obtienen en el control refractivo miópico y en el crecimiento ocular.
- La atropina tópica reduce la progresión de la miopía y el alargamiento axial en niños, en relación con la dosis administrada. La atropina al 0,05% es la más eficaz para controlar el avance de la miopía en el grupo de edad comprendido entre 4 y 12 años, con miopía y astigmatismo bajo.

Respecto a los efectos secundarios de la atropina en la población adulta, más concretamente sobre la sensibilidad al contraste, se ha demostrado que no hay ningún efecto significativo utilizando atropina al 0,01%.



La atropina al 0,01% es igual de eficaz en cualquiera de las combinaciones tratamiento-método de corrección analizados en los estudios expuestos, aunque hay sospechas que tras la terapia pueden verse ligeramente afectadas de forma negativa la lágrima basal y la estabilidad de la película lagrimal, sin considerarse estos efectos evidentes.

- La ortoqueratología es un método muy reciente de control y corrección. Todos los estudios analizados afirman que la Orto-K retarda la progresión de la miopía. Es un método eficaz y seguro para corregir la miopía moderada en adultos jóvenes, sin observarse efectos secundarios a corto plazo.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

Adler, D., Millodot, M. (2006). The possible effect of undercorrection on myopic progression in children. *Clin ExpOptom*; 89(5):315-21. doi: 10.1111/j.1444-0938.2006.00055.x.

Amos JD. (1987). *Diagnosis and mangment in visió care*. Boston: Butterworth-Heinemann.

Baldwin, William R.; Oeste, Don ; Jolley, Jerry ; Reid, William. (1969). Efectos de los lentes de contacto sobre los cambios de longitud corneal y axial refractivos en miopes jóvenes. *Optometría y ciencias de la visión*. Volumen 46 - Número 12 - p 903-911.

Borish, IM., William, JB.(1998). *Borish's clinical refraction. Second Edition*. Missouri: St. Louis: Butterworth Heinemann.

Boyd, K. (2021). ¿Que es la degeneración macular relacionada con la edad?. *American Academy of Ophtalmology*. Recuperado de: <https://www.aaopt.org/salud-ocular/enfermedades/dmre-degeneracion-macular-relacionada-edad#tipos>

Brookman KE. (1996). *Refractive management of ametropia*. Boston: Butterworth-Heinemann.

Busquets Conangla, A. (2020). Anàlisi comparativa d'estratègies per al control de la miopia. *Universitat Politècnica de Catalunya, UPC*, 1-82.

Calleja Montes, M. (2014). Anàlisi de la miopía nocturna, *Universidad de Valladolid*, 1- 21.

Carrasco Morcillo, R. (2019). Evolución Histórica de los materiales usados para lentes de contacto. *Universidad de Valladolid*, 1- 22.

Cheng, D., Woo, GC., Drobe, B., Schmid, KL. (2014). Effect of bifocal and prismatic bifocal spectacles on myopia progression in children: three-year results of a randomized clinical trial. *JAMA Ophthalmol* ; 132(3):258-64. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2013.7623.

Cheng, Z., Mei, J., Cao, S., Zhang, R., Zhou, J., Wang, Y. (2021). The Effects of 0.01% Atropine on Adult Myopes' Contrast Sensitivity. *Front Neurosci*; 19;15:624472. doi: 10.3389/fnins.2021.624472.

Chia, A., Chua, WH., Cheung, YB., Wong, WL., Lingham, A., Fong, A., Tan, D. (2012). Atropine for the treatment of childhood myopia: safety and efficacy of 0.5%, 0.1%, and 0.01% doses (Atropine for the Treatment of Myopia 2). *Ophthalmology* ;119(2):347-54. doi: 10.1016/j.opht.2011.07.031.

Chia, A., Lu, QS., Tan, D. (2016). Five-Year Clinical Trial on Atropine for the Treatment of Myopia 2: Myopia Control with Atropine 0.01% Eyedrops. *Ophthalmology* ;123(2):391-399. doi: 10.1016/j.ophtha.2015.07.004.

Cho, P., Tan, Q. (2019). Myopia and orthokeratology for myopia control. *ClinExpOptom* ;102(4):364-377. doi:10.1111/cxo.12839.

Chua, WH., Balakrishnan, V., Chan, YH., Tong, L., Ling, Y., Quah, BL., Tan, D. (2006). Atropine for the treatment of childhood myopia. *Ophthalmology* ;113(12):2285-91. doi: 10.1016/j.ophtha.2006.05.062.

Chung, K., Mohidin, N., O'Leary, DJ. (2002). Undercorrection of myopia enhances rather than inhibits myopia progression. *Vision Res* ; 42(22):2555-9. doi: 10.1016/s0042-6989(02)00258-4.

Claramunt, L.J. (2010). Desprendimiento retina. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 956-960. [https://doi.org/10.1016/S0716-8640\(10\)70621-0](https://doi.org/10.1016/S0716-8640(10)70621-0).

Coll Márquez, A. (2019). Perquè la miopía és l'únic error refractiu que progressa?. *Universitat Politècnica de Catalunya, UPC*, 1- 36.

Cos León, J. (2019). Eficacia de los diferentes métodos utilizados para el control de la miopía. Evidencias científicas. *Universitat Politècnica de Catalunya, UPC*, 1-45.

Desideri, LF., Tovani-Palone, MR. (2021). Covid-19 y el mayor riesgo de miopía y fatiga visual digital. *Einstein (Sao Paulo)*, 19. [https://doi.org/10.31744/einstein\\_journal/2021CE6491](https://doi.org/10.31744/einstein_journal/2021CE6491) .

Fernández González, J. (2018). Avances en tecnología farmacéutica: lentes de contacto hidrogel. *Univerisdad Complutense*, 1- 20.

Gallego-Pinazo, R., Díaz-Llopis, M. (2011). Redescubriendo la mácula de la miopía magna en el siglo XXI. *Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología*, 86(5), 135-138. [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0365-66912011000500001&lng=es&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-66912011000500001&lng=es&tlng=es).

Galvis, V., Tello, A. Camacho, PA., Parra, MM., Merayo-Llodes, J. (2017). Bio-environmental factors associated with myopia: An updated review. *Arch Soc Esp Oftalmol.* ; 92(7):307-325. doi: 10.1016/j.oftal.2016.11.016.

García, J., Sánchez, FJ., Colomer, J., Cortés, O., Esparza, MJ., Galbe, J., Mengual, JM., Merino, M., Pallás, CR., Martínez, A. (2016). *Valoración de la agudeza visual. Pediatría Atención Primaria*, 18(71), 267-274.

[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S113976322016000300019&lng=es&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S113976322016000300019&lng=es&tlng=es).

Gorrochotegui, M. A., Rojas, M. C., Serrano, H., & Gorrochotegui, M. C. (2009). Lentes de Contacto: Historia, Tipos y Complicaciones de su Uso. *Informe médico*, 11(2).

Grosvenor, T., Flom, MC. (1991). Refractive anomalies research and clinical applications. *Boston: Butterworth-Heinemann*.

Guiñazú, F. (2007). La refracción clínica. *Oftalmologos.org*. 1-5. Recuperado de <https://www.ofthalmologos.org.ar/catalogo/files/original/64f2374c6ae2f20d36587d8f6c0f90eb.pdf>

Holden, BA., Fricke, TR., Wilson, DA., Jong, M., Naidoo, KS., Sankaridurg, P., Wong, TY., Naduvilath, TJ., Resnikoff, S. (2016). Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology*. ;123(5):1036-42. doi: 10.1016/j.ophtha.2016.01.006.

Juan, J. T., Llorens, D. P. P. (2010). Ortoqueratología nocturna. *Gaceta Optrica*, 449, 12-20.

Kang, P., Fan, Y., Oh, K., Trac, K., Zhang, F., Swarbrick, H. (2012). Effect of single vision soft contact lenses on peripheral refraction. *Optom Vis Sci*. ; 89(7):1014-1021. Recuperado de: [https://journals.lww.com/optvissci/Abstract/2012/07000/Effect\\_of\\_Single\\_Vision\\_Soft\\_Contact\\_Lenses\\_on.10.aspx](https://journals.lww.com/optvissci/Abstract/2012/07000/Effect_of_Single_Vision_Soft_Contact_Lenses_on.10.aspx)

Katz, J., Schein, OD., Levy, B., Cruisculo, T., Saw, SM., Rajan, U., Chan, TK., Yew Khoo, C., Chew, SJ. (2003). A randomized trial of rigid gas permeable contact lenses to reduce progression of children's myopia. *Am J Ophthalmol* ; 136(1):82-90. doi: 10.1016/s0002-9394(03)00106-5.

Kearney, S., Strang, N. C., Cagnolati, B., Gray, L. S. (2020). Change in body height, axial length and refractive status over a four-year period in caucasian children and young adults. *Journal of optometry*, 13(2), 128–136. <https://doi.org/10.1016/j.optom.2019.12.008>

Khoo, CY., Chong, J., Rajan, U. (1999). *A 3-year study on the effect of RGP contact lenses on myopic children*. Singapore: Med J.

Kleinstejn, RN., Jones, LA., Hullett, S. (2003). Error de refracción y origen étnico en niños. *Arch Ophthalmol*. ; 121 (8): 1141-1147. doi: 10.1001 / archophth.121.8.1141.

Kumar, A., Chawla, R., Kumawat, D., Pillay, G. (2017). Insight into high myopia and the macula. *Indian J Ophthalmol*. ;65(2):85-91. doi: 10.4103/ijo.IJO\_863\_16.

Lam, CS., Tang, WC., Tse, DY., Tang, YY., To, CH. (2014). Defocus Incorporated Soft Contact (DISC) lens slows myopia progression in Hong Kong Chinese schoolchildren: a 2-year randomised clinical trial. *Br J Ophthalmol.* 98(1):40-5. doi: 10.1136/bjophthalmol-2013-303914.

Lapido Polanco, Suzellvón, González Díaz, Rafael Ernesto, Rodríguez Rodríguez, Violeta, González Arias, Yorlandis, Baldoquín Rodríguez, Waldemar, & López González, Madelaine. (2012). Alteraciones del polo posterior en la miopía degenerativa. *Revista Cubana de Oftalmología*, 25(2), 288-302. Recuperado de: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21762012000200013](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762012000200013).

Mendoza Patiño N. (2008). *Anticolinérgicos. Farmacología Médica*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.

Milder, B., Rubin, ML. (1991). *The fine art of prescribing glasses. (2<sup>nd</sup> edition)*. Triad Publishing company. 1 – 512.

Morgan, I. (2012). Myopia. *Lancet*; 379(9827):1739-1748. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60272-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60272-4).

Morgan, I. G., Xiang, F., Rose, K. A., Chen, Q., & He, M. (2012). Two year results from the Guangzhou outdoor activity longitudinal study (GOALS). *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 53(14), 2735-2735.

Navas-Navia, B., Garcia-Montero, L., Pérez-Sánchez, B., Villa-Collar, C. (2021). Visual acuity percentile curves in a Spanish paediatric population. *J Optom.* ; S1888-4296(21)00001-7. doi: 10.1016/j.optom.2021.01.001.

Navel, V., Beze, S., & Dutheil, F. (2020). COVID-19, sweat, tears... and myopia?. *Clinical & experimental optometry*, 103(4), 555. <https://doi.org/10.1111/cxo.13086>.

Nti, AN., Berntsen, DA. (2020). Optical changes and visual performance with orthokeratology. *Clin Exp Optom.*; 103(1):44-54. doi: 10.1111/cxo.12947.

Ortega, EJ., Rodríguez, A. (2016). Control de la Miopía con Ortoqueratología. *Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular*. Vol. 15, Nº. 1, 69-78. doi: <http://dx.doi.org/10.19052/sv.3905>.

Palacios Cuéllar, G. (2014). La miopía y sus diferentes correcciones ópticas. *Univerisdad de Valladolid*, 1- 19.

Pedrajas Vicente, M.T. (2021). Revisión de la literatura sobre las modalidades para el control de la progresión de la miopía. *Universitat Politècnica de Catalunya, UPC*, 1-51.

Peña Peña, A. M., Galindo Marroquin, L. J., & García, S. M. (2016). Ortoqueratología en defectos hipermetrópicos. *Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular*, 14(2), 107-120. <https://doi.org/10.19052/sv.3867>.

Pilozo Romero, JA. (2020). Pseudomiopia por exceso de acomodación en paciente paciente de 17 años relacionada al uso de dispositivos electrónicos. *Universidad técnica de Babahoyo*, 1-30.

Raizada, K., Sahu, J. (2020). Myopic Foveoschisis. *StatPearls Publishing LLC*. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK563127/>

Raviña Rubira E. (2008). La atropina prototipo de fármaco anticolinérgico. Medicamentos: un viaje a lo largo de la evolución del descubrimiento de fármacos. *Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela*.

René Moreno, N., Miguel Srur, A., Carlos Niem, B. (2010). Cirugía refractiva: indicaciones, técnicas y resultados, *Revista Médica Clínica Las Condes*, Volume 21, Pages 901-910, [https://doi.org/10.1016/S0716-8640\(10\)70614-3](https://doi.org/10.1016/S0716-8640(10)70614-3).

Rocha Cabrera, L., Cordovés Dorta, D., Ángel Pereira, J.A., Abreu Reyes, M.J., Losada Castillo, J., Lorenzo Morales, M.Á., Serrano García. (2017). Mácula en cúpula asociada a la retinocoroidosis miópica. *Utilidad de la espirolactona, Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología*, Volume 92, Pages 499-506, <https://doi.org/10.1016/j.oftal.2016.06.001>.

Romeu Sánchez, A. (2018). Control de la Miopia: una revisió. *Universitat Politècnica de Catalunya, UPC*, 1- 44.

Ruiz Pomedá, A. (2016). Eficacia de la lente de contacto MiSight en la reducción de la progresión de la miopía infantil no patológica en edades de 8 a 12 años: Ensayo clínico aleatorizado. *Universidad Europea*, 1- 358.

Ruiz-Medrano, J., Montero, JA., Flores-Moreno, I., Arias, L., García-Layana, A., Ruiz-Moreno, JM. (2019). Myopic maculopathy: Current status and proposal for a new classification and grading system (ATN). *ProgRetin Eye Res.* ;69:80-115. doi: 10.1016/j.preteyeres.2018.10.005.

Sagrario, M., Escofet, J., Pérez, E. (2005). *Óptica Geométrica*. Barcelona: Editorial Planeta.

Sánchez Ferreiro, A. V., & Muñoz Bellido, L. (2012). Evolución histórica de las lentes de contacto. *Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología*, 87(8), 265-266. <https://dx.doi.org/10.1016/j.oftal.2012.04.009>.

Sánchez-Di Martino, D., Oca del Valle, F. (2012). *Cirugía refractiva*. Tendencias en Medicina, 7, 87-94.

Saw, SM. (2003). A synopsis of the prevalence rates and environmental risk factors for myopia. *Clin Exp Optom* ;86(5):289-94. doi: 10.1111/j.1444-0938.2003.tb03124.x.

Saw, SM., Gazzard, G., Shih-Yen, EC., Chua, WH. (2005). Myopia and associated pathological complications. *Ophthalmic Physiol Opt.* ;25(5):381-91. doi: 10.1111/j.1475-1313.2005.00298.x.

Singh, K., Bhattacharyya, M., Goel, A., Arora, R., Gotmare, N. y Aggarwal, H. (2020). Ortoqueratología en miopía moderada: un estudio de previsibilidad y seguridad. *Revista de investigación oftálmica y de la visión* , 15 (2), 210-217. <https://doi.org/10.18502/jovr.v15i2.6739>.

Vela, J.I. (2015). Estudio de las lesiones paravisuales en el paciente alto miope mediante OCT de dominio espectral. *Universitat Autònoma de Barcelona, UAB*, 1- 94.

Velasco Rodríguez, M. (2018). El uso de la atropina en el control de la miopía. *Universidad de Sevilla*, 1-35.

Villar Collar, C., González-Méijome, JM. (2006). *Ortoqueratología nocturna*. Madrid: Colegio Nacional de Ópticos-Optometristas.

Walline, JJ. (2016). Myopia Control: A Review. *Eye Contact Lens.* ;42(1):3-8. doi: 10.1097/ICL.0000000000000207.

Walline, JJ., GaumeGiannoni, A., Sinnott, LT., Chandler, MA., Huang, J., Mutti, DO., Jones-Jordan, LA., Berntsen, DA. (2017). BLINK Study Group. A Randomized Trial of Soft Multifocal Contact Lenses for Myopia Control: Baseline Data and Methods. *Optom Vis Sci* ;94(9):856-866. doi: 10.1097/OPX.0000000000001106.

Walline, JJ., Greiner, KL., McVey, ME., Jones-Jordan, LA. (2013). Multifocal contact lens myopia control. *Optom Vis Sci.* ;90(11):1207-14. doi: 10.1097/OPX.0000000000000036.

Walline, JJ., Jones, LA., Mutti, DO., Zadnik, K. (2004). A randomized trial of the effects of rigid contact lenses on myopia progression. *Arch Ophthalmol.* ;122(12):1760-6. doi: 10.1001/archophth.122.12.1760.

Walline, JJ., Jones, LA., Sinnott, L., Manny, RE., Gaume, A., Rah, MJ., Chitkara, M., Lyons, S. (2008). ACHIEVE Study Group. A randomized trial of the effect of soft contact lenses on myopia progression in children. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* ;49(11):4702-6. doi: 10.1167/iovs.08-2067.

Walline, JJ., Lindsley, K., Vedula, SS., Cotter, SA., Mutti, DO., Twelker, JD. (2011). Interventions to slow progression of myopia in children. *Cochrane Database Syst Rev.*; 7(12):CD004916. doi: 10.1002/14651858.CD004916.pub3.

Werner, DL., Press, LJ. (2002). *Clinical Pearls in refractive care*. New York: Butterworth-Heinemann.

World Health Organization. (2019). World report on vision. *Geneva: World Health Organization (OMS)*.

Wu, PC., et al. (2013). Outdoor activity during class recess reduces myopia onset and progression in school children. *Ophthalmology* 120(5):1080-1085; <http://dx.doi.org/10.1016/j.ophtha.2012.11.009>.

Yam, JC., Jiang, Y., Tang, SM., Law, AKP., Chan, JJ., Wong, E., Ko, ST., Young, AL., Tham, CC., Chen, LJ., Pang, CP. (2019). Low-Concentration Atropine for Myopia Progression (LAMP) Study: A Randomized, Double-Blinded, Placebo-Controlled Trial of 0.05%, 0.025%, and 0.01% Atropine Eye Drops in Myopia Control. *Ophthalmology*. 126(1):113-124. doi: 10.1016/j.ophtha.2018.05.029.

Zhao, Q., Hao, Q. (2021). Clinical efficacy of 0.01% atropine in retard in the progression of myopia in children. *IntOphthalmol*. 41(3):1011-1017. doi: 10.1007/s10792-020-01658-0.