



**GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA**

**TREBALL FINAL DE GRAU**

---

# **CONTROL DE MIOPIA: ESTUDI BIBLIOGRÀFIC**

**MARTÍ BOIX NOGUÉ**

JOAN GISPETS PARCERISAS  
ÒPTICA I OPTOMETRIA

**setembre 2020**



## GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

# CONTROL DE MIOPIA: ESTUDI BIBLIOGRÀFIC

### RESUM

**Introducció:** La miopia és un problema visual que cada vegada desperta més interès a la societat degut a la seva alta incidència, sobretot, en les generacions més joves.

**Objectius:** Aquest estudi bibliogràfic té per objectiu principal estudiar i donar a conèixer l'evolució constant que està patint la prevalença d'un error refractiu per sobre la resta: la miopia.

**Metodologia:** S'ha realitzat una recerca d'articles científics a través de la plataforma PubMed per analitzar les dades actuals i fer una hipòtesi de futur sobre l'evolució de la prevalença de la miopia. Acompanyat d'un anàlisi des d'un punt de vista tècnic de quines són les causes i els efectes d'aquesta ametropia; així com, les diferents opcions de tractament que es practiquen en l'actualitat.

**Resultats:** Les projeccions per l'any 2050 indiquen que el 50% de la població mundial tindrà miopia i que s'haurà produït un augment del doble en la prevalença de miopia (respecte el 22% que hi havia el 2000).

**Conclusions:** La miopia no és únicament un problema que causa visió borrosa i el podem solucionar amb ulleres. És una ametropia que està tenint un impacte creixent en la societat i que necessitem abordar a nivell de prevenció, control i tractament.



## GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

# CONTROL DE MIOPÍA: ESTUDIO BIBLIOGRÁFICO

### RESUMEN

**Introducción:** La miopía es un problema visual que cada vez despierta más interés en la sociedad debido a su alta incidencia, sobretodo, en las generaciones más jóvenes.

**Objetivos:** Este estudio bibliográfico tiene por objetivo principal estudiar y dar a conocer la evolución constante que está sufriendo la prevalencia de un error refractivo por encima de los otros: la miopía.

**Metodología:** Se ha realizado una recerca de artículos científicos a través de la plataforma PubMed para analizar los datos actuales y plantear una hipótesis de futuro sobre la evolución de la prevalencia de miopía.

Acompañado de un análisis desde un punto de vista técnico de cuáles son las causas y efectos de esta ametropía; a su vez, que analizamos las diferentes opciones de tratamiento que se practican actualmente.

**Resultados:** Las proyecciones para el año 2050 indican que el 50% de la población mundial tendrá miopía y que se habrá producido un aumento del doble en la prevalencia de miopía (respecto al 22% que había en el 2000).

**Conclusiones:** La miopía no es únicamente un problema que cause visión borrosa i se solucione con lentes oftálmicas. Es una ametropía que muestra un impacto creciente en la sociedad y que necesitamos afrontar a nivel de prevención, control y tratamiento.



## GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

# MYOPIA CONTROL: BIBLIOGRAPHIC STUDY

### ABSTRACT

**Introduction:** The myopia is a visual problem that every day produces more and more interest in the society, that's because of the increase of affection mostly in young people.

**Goals:** This bibliographic study has the main objective of studying and make known the constant revolution of myopia in compared with the subtraction of refractive errors.

**Methodology:** It has been done a research of scientific articles with the platform PubMed to analyse the actual facts and also making future hypothesis of the myopia evolution.

With the technical analysis of the causes and the impacts of this ametropia such as the different treatment options that actually are being practise.

**Results:** The projections by 2050 show us that the 50% of the world population will have myopia and it will have been a double increase to the prevalence of itself (regarding the 22% of 2000).

**Conclusions:** The myopia is not a problem that only causes blurred vision and can be solved by using glasses. It is a refractive error that is having an increasing impact at the society, so we need to face up with prevention, control and treatment.

## Índex:

<b>1. QUÈ ENTENEM PER BONA VISIÓ?.....</b>	<b>6</b>
<b>2. ERRORS REFRACTIUS I DISTRIBUCIÓ.....</b>	<b>7</b>
2.1 Què és un error refractiu? .....	7
2.2 Com els trobem distribuïts en la població infantil?.....	7
<b>3. APROFUNDIM: MIOPIA.....</b>	<b>12</b>
3.1 Causes de la miopia: .....	12
3.2 Efectes de la miopia:.....	15
<b>4. PREVISIONS D'UN FUTUR PROPER .....</b>	<b>18</b>
<b>5. MÈTODES PER CONTROLAR LA MIOPIA: .....</b>	<b>23</b>
5.1 Tractament Farmacològic: .....	24
5.2 Ortoqueratologia: .....	25
5.3 Lents de Contacte Multifocals: .....	29
5.4 Lents Oftàlmiques Multifocals:.....	30
<b>6. CONCLUSIONS .....</b>	<b>31</b>
<b>7. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>32</b>

## 1. QUÈ ENTENEM PER BONA VISIÓ?

Crec oportú començar aquest apartat del treball citant un ja conegut refrany que diu:

**«Quien no conoce a Dios, a cualquier santo le reza...»**

La majoria de les persones en diferents aspectes de la vida tendim a acceptar com a bo allò de què disposem, allò que estem acostumats i fins que no arriba una nova i millor manera no ens adonem de quant n'estàvem d'equivocats.

Podríem considerar com una variant d'aquest fet la visió d'un ésser humà. Quan neix una persona, per què hauria de ser conscient de que no gaudeix d'una bona visió? Si mai abans ha vist d'una altra manera, és a dir, si no té cap referència de comparació.

Aquí, en aquest moment de la infància de qualsevol persona del món és on recau una part important de la nostra responsabilitat professional. Com a professionals, sabem de la importància de realitzar controls visuals a partir dels dos mesos d'edat, per així tractar, si escau, el problema visual en la seva fase més crítica de desenvolupament; doncs és en aquesta fase on més influència tenen les ajudes òptiques que podem proporcionar als infants. Veurem aquest tema desenvolupat més endavant.

Sabem que la causa més freqüent d'una visió alterada en escolars són els errors refractius.<sup>1</sup> Saber diagnosticar el tipus i proporcionar el millor tractament defineix el camp de treball de l'òptic-optometrista.

Un dels problemes visuals que preocupa cada vegada més a la societat és la miopia. El que pretenem amb aquest treball, és donar a conèixer aquesta ametropia a través d'un estudi bibliogràfic, amb el que podrem comprendre el seu mecanisme de funcionament i considerar diverses solucions per a tractar-la.

Un altre objectiu que ens proposem amb aquest treball, és donar al lector, una visió de l'afectació que està tenint a dia d'avui aquest problema visual en els més petits. Així com, analitzar la tendència que seguirà durant les properes dècades, d'acord amb els canvis que pateix la societat moderna.

Una vegada ens hem fet una idea general del contingut del treball ja podem prosseguir a veure què són els errors refractius i com estan distribuïts.

## 2. ERRORS REFRACTIUS I DISTRIBUCIÓ

### 2.1 Què és un error refractiu?

Segons la Organització Mundial de la Salut<sup>2</sup> (OMS) definim i classifiquem els errors refractius d'aquesta manera:

*Els errors de refracció són trastorns oculars molt comuns, en els que l'ull no pot enfocar clarament les imatges. El resultat és la visió borrosa, que a vegades resulta tan greu que causa discapacitat visual.*



Tenim tres errors refractius:

1. La **miopia**: dificultat per veure clarament els objectes llunyans;
2. La **hipermetropia**: dificultat per veure clarament els objectes propers;
3. L'**astigmatisme**: visió distorsionada degut a la curvatura anormal de la còrnia, que és la superfície transparent que cobreix el globus ocular.

### 2.2 Com els trobem distribuïts en la població infantil?

Per abordar aquest tema he escollit un article<sup>3</sup> molt recent elaborat per la Universitat de Califòrnia a Los Angeles (UCLA) i que ha estat publicat a la *American Journal of Ophthalmology*. Durant la recerca inicial a través de la plataforma PubMed, vaig trobar, concretament, tres articles més que ens podien haver servit per desenvolupar aquest apartat. Després d'haver-me'ls llegit em va semblar que l'estudi de la UCLA era el més adequat; ja que, la seva mostra era representativa en quan a número i variabilitat ètnica dels subjectes. Un altre factor que va determinar la meua decisió, va ser l'actualitat de les seves dades, donat que era la publicació més recent.

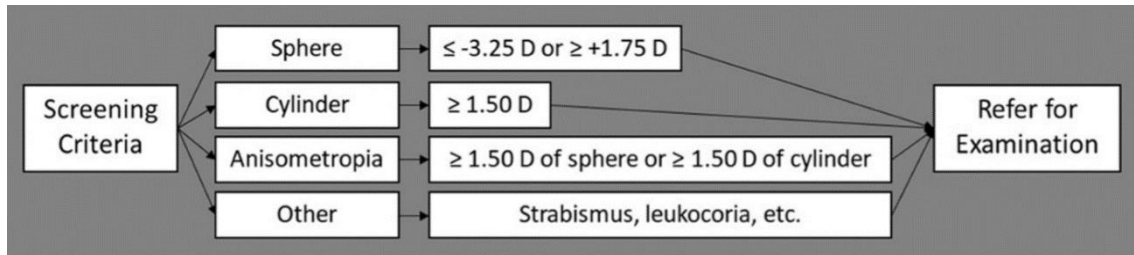
En aquest estudi el Programa de Visió Preescolar (UPVP) de la UCLA va realitzar cribatges visuals a més de 90.000 nens de Los Angeles. Per fer-ho, van utilitzar el Retinomax 3 (Rmax), que es tracta d'un autorefractòmetre portàtil<sup>4,5</sup> dissenyat al Japó.

Aquest exhaustiu cribatge de nens d'entre 3 i 5 anys que va des del 2012 al 2017 ha proporcionat la base de dades visuals més àmplia fins el moment. Amb aquesta gran mostra podem fer una anàlisi més precisa de la distribució dels diferents errors refractius a la població. També per races, tant característiques a nivell visual com és la llatina. Des de sempre, s'ha comentat la gran prevalença d'astigmatismes en aquests individus; ara amb aquestes dades podem veure el nivell d'aquesta proporció.

Del total de la mostra de 93.097 nens i nenes en van ser exclosos 3.305 per ser o bé més joves de 3 anys o bé mes grans de 5. També es van excloure 10.341 casos per ser visites

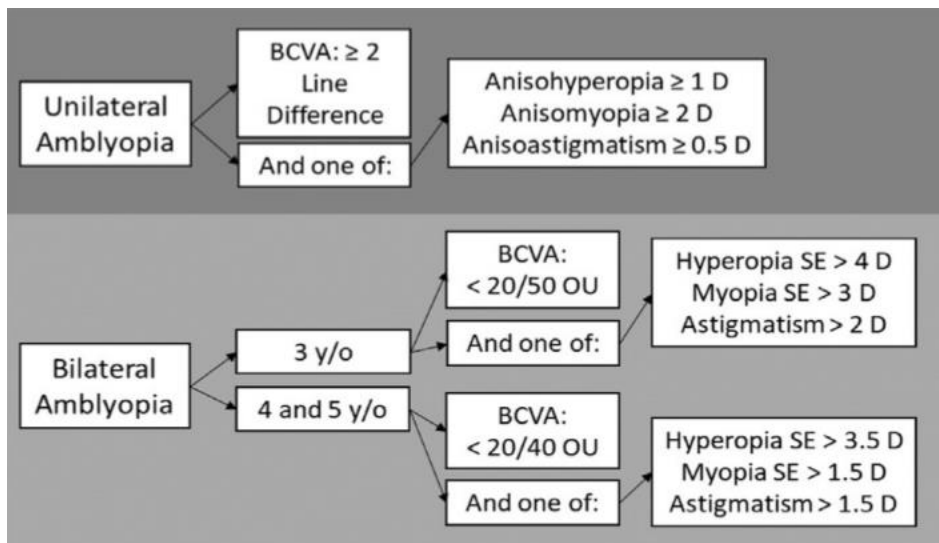
repetides del mateix nen, només es tingué en compte la primera. Els **79.451 nens i nenes** restants van complir els criteris d'inclusió de l'estudi i conformaran la mostra sobre la que treballarem.

Seguidament anem a veure els criteris passa-falla que es van establir en aquest cribratge:



**Figura I. Criteris passa-falla utilitzats pel Programa de Visió Preescolar (UPVP) en els cribratges visuals.** *Extreta de l'estudi «Refractive errors and amblyopia among children screened by the UCLA preschool vision program in Los Angeles country».*

Els preescolars que donaven positiu en el cribratge visual i per tant, passaven a realitzar un examen visual complet se'ls classificava com ambliops seguint el següent criteri:



**BCVA:** best-corrected visual acuity.

**Figura II. Classificació de l'ambliopia segons els resultats de l'examen clínic complet.** *Extreta de l'estudi «Refractive errors and amblyopia among children screened by the UCLA preschool vision program in Los Angeles country».*

Quan es va complir un any de l'inici de l'estudi es van publicar els resultats obtinguts. Per presentar els resultats es va fer servir l'agudesesa visual en escala logMAR i pel seu anàlisi estadístic, després de veure que els resultats de l'ull dret i de l'ull esquerre eren comparables o equivalents, es van fer servir els resultats de l'ull dret de cada participant.



## RESULTATS:

Fent un resum de la població demogràfica (79.451 nens i nenes) considerada en l'estudi veiem que l'edat mitjana d'aquest va ser 4,3 anys; que el 49% de la mostra eren nenes i que del total de preescolars que van realitzar el cribratge, el 79% (63.129 nens i nenes) van reportar ser de raça llatina.

Aquesta i més informació de la mostra es resumeixen a la taula següent:

Ethnicity	Age in Years			Sex			Total
	3 (37%)	4 (54%)	5 (9%)	Female (49%)	Male (51%)	Unknown (1%)	
Asian (5%)	1587	1987	466	1924	2080	36	4040
Black/African American (5%)	1624	2203	519	2151	2177	18	4346
Latino (79%)	23,791	34,425	4913	30,705	31,823	601	63,129
Other/Unknown (6%)	1492	2361	618	2124	2295	52	4471
White (4%)	1222	1777	466	1683	1762	20	3465
Total	29,716	42,753	6982	38,587	40,137	727	79,451

**Figura III. Població de nens i nenes que van formar part de l'estudi classificada en subgrups segons l'ètnia, l'edat i el sexe.** *Extrreta de l'estudi «Refractive errors and amblyopia among children screened by the UCLA preschool vision program in Los Angeles country».*

Ara que ja hem fet una ullada a la població que estem estudiant podem passar a veure quins han estat els resultats d'aquesta anàlisi, que si fem memòria, era el nostre objectiu inicial en aquest apartat:

Pel que fa a la refracció obtinguda amb el primer cribratge. És a dir, amb resultats de l'autorefractòmetre Rmax sabem que:

- 5.168 (**7%**) dels preescolars van resultar ser **miops** ( $-0.50 \geq SE$ )
- 73.245 (**92%**) eren **emmetrops**
- 932 (**1%**) dels preescolars van resultar ser **hipermetrops** ( $+0.50 \leq SE$ )
- 42.152 (**53%**) tenien **astigmatisme** ( $\geq 0.50D$ )

Dels nens i nenes que van rebre un examen optomètric complet amb cicloplegia (6.779):

- 1.336 (**20%**) eren **miops** ( $-0.50 \geq SE \geq -10.75D$ )
- 1.261 (**19%**) eren **emmetrops**
- 4.018 (**59%**) eren **hipermetrops** ( $+0.50 \leq SE \leq +9.50D$ )
- 6.122 (**90%**) tenien **astigmatisme** ( $\geq 0.50D$ ) i 4.506 (66%) d'aquests preescolars tenien un astigmatisme  $\geq 1.50D$

	Age (Years)			Total (N = 6779)
	3 (N = 1616)	4 (N = 4065)	5 (N = 1098)	
<b>Hyperopia SE (D)</b>				
0.5 to 1.99	476 (29%)	1236 (30%)	316 (29%)	2028 (30%)
2.00 to 3.99	282 (17%)	856 (21%)	245 (22%)	1383 (20%)
4.00 to 5.99	96 (6%)	272 (7%)	82 (7%)	450 (7%)
≥6.00	32 (2%)	105 (3%)	20 (2%)	157 (2%)
<b>Total (≥+0.50)</b>	<b>886 (55%)</b>	<b>2469 (61%)</b>	<b>663 (60%)</b>	<b>4018 (59%)</b>
<b>Emmetropia SE (D)</b>				
-0.49 to 0.49	300 (19%)	754 (19%)	207 (19%)	1261 (19%)
<b>Myopia SE (D)</b>				
-0.5 to -1.99	334 (21%)	629 (15%)	174 (16%)	1137 (17%)
-2.00 to -3.99	40 (2%)	92 (2%)	25 (2%)	157 (2%)
-4.00 to -5.99	8 (0%)	13 (0%)	5 (0%)	26 (0%)
≤-6.00	3 (0%)	8 (0%)	5 (0%)	16 (0%)
<b>Total (≤-0.50)</b>	<b>385 (24%)</b>	<b>742 (18%)</b>	<b>209 (19%)</b>	<b>1336 (20%)</b>
<b>Astigmatism (D)</b>				
0.50 to 1.25	390 (24%)	994 (24%)	232 (21%)	1616 (24%)
1.50 to 3.75	991 (61%)	2491 (61%)	712 (65%)	4194 (62%)
4.00 to 5.75	72 (4%)	179 (4%)	55 (5%)	306 (5%)
≥6.00	1 (0%)	4 (0%)	1 (0%)	6 (0%)
<b>Total (≥0.50)</b>	<b>1,454 (90%)</b>	<b>3668 (90%)</b>	<b>1000 (91%)</b>	<b>6122 (90%)</b>
<b>Anisometropia (D)</b>				
Spherical (≥1.5)	125 (8%)	345 (8%)	116 (11%)	586 (9%)
Spherical (≥1.0)	285 (18%)	843 (21%)	255 (23%)	1383 (20%)
Cylindrical (≥1.5)	131 (8%)	392 (10%)	139 (13%)	662 (10%)
Cylindrical (≥1.0)	348 (22%)	1003 (25%)	281 (26%)	1632 (24%)

D = diopters; SE = spherical equivalent.

The data shown do not include 164 children for whom SE data were missing and 162 for whom cylinder data were missing.

**Figura IV. Error refractiu (UD) dels preescolars examinats (N, %) segons l'edat.** *Extreta de l'estudi «Refractive errors and amblyopia among children screened by the UCLA preschool vision program in Los Angeles country».*

A 1.051 dels nens que es van classificar com emmetrops se'ls van prescriure ulleres per corregir el seu astigmatisme.

Considerant només els nens d'ètnia llatina, el 68% dels que es van sotmetre a un examen complert tenien astigmatisme  $\geq 1.50D$ ; la següent raça amb més prevalença va ser la negra amb un 61% de casos.

L'equivalent esfèric de 164 (2,4%) nens es va perdre i no consta en la Figura IV.

### **CONCLUSIONS:**

Els resultats del programa UPVP publicats el primer any en relació a l'estudi complert no són gaire diferents, però això no s'ha de veure com una "pèrdua de temps" sinó tot el contrari. Sabem de sempre que quan més gran és la mostra més veracitat ens donen els seus resultats i, en aquest cas, a més, va servir per detectar un total de 780 preescolars amb ambliopia, que representen l'1% de mostra.

L'Astigmatisme, és l'error refractiu predominant en aquesta població. Hem comprovat amb articles de publicació anterior que té una dependència ètnica.<sup>6,7</sup> L'ètnia llatina és la que es veu més afectada per aquest error refractiu, seguida dels afroamericans i les races blanques que no són la llatina. Els percentatges d'astigmatisme de la gent que se li va fer l'examen visual són 68%, 61% i 43%, respectivament. Aquest 68% que conforma la raça llatina és significativament superior si ho comparem amb la resta de grups ètnics (KWP < 0.001).

Aquest estudi tenia dues limitacions inicials, la primera que molts dels nens que no passaven el cribratge i eren citats per re avaluar-los no tornaven. En segon lloc, que la manera de realitzar el cribratge amb un autorefractòmetre sabem que no és tant fiable com una retinoscopia, i més en el cas dels nens, que poden falsejar el valor de la hipermetropia si no relaxen el sistema acomodatiu.

Resumint, aquest recull de dades al llarg de cinc anys a la ciutat Los Ángeles ens mostra que l'error refractiu predominant en la població preescolar és l'astigmatisme; amb un incidència del 53%. També veiem reflectida la correlació d'aquesta condició refractiva segons l'ètnia dels nens i nenes.

Considerant les dades obtingudes dels exàmens visuals complets veiem que el segon error refractiu més comú és la hipermetropia. Si ens hi fixem, la proporció en què la trobem és 59 vegades major que quan considerem tota la mostra. Aquest fet evidencia les mancances de l'autorefractòmetre, sobretot alhora treballar amb nens. L'astigmatisme segueix un perfil similar però no tant exagerat.

En vista d'aquests resultats podríem pensar que la miopia (7%) no representa una amenaça per la societat, però hem de tenir en compte que la mostra està formada per nens i nenes preescolars. Durant l'etapa d'escolarització, succeeix un canvi en l'estil de vida dels nens, les tasques visuals properes tenen més protagonisme i això provoca un augment de miopia entre els alumnes.<sup>8</sup>

L'anàlisi d'un estudi que veiem més endavant,<sup>9</sup> ens revela que el 7% de prevalença que teníem en edat preescolar creix fins un 20% quan s'arriba als 20 anys d'edat. Per aquest motiu, he decidit focalitzar la meua recerca en aquest error refractiu.

## 3. APROFUNDIM: MIOPIA

Anteriorment, hem parlat dels errors refractius més presents en la nostra societat i de la seva distribució. Però aquesta recerca va encarada a conèixer l'evolució d'un d'aquests per sobre de la resta.

Volem doncs aprofundir en la **miopia**. Pràcticament no hi ha ningú del nostre entorn que desconegui aquesta condició visual i això és degut a la seva presència en coneguts, familiars o fins i tot en un mateix; si és el cas. A l'inici d'aquest treball hem fet una breu i senzilla descripció del que comporta, però a continuació ho complementarem mostrant les causes i efectes d'aquesta condició des d'un punt de vista més tècnic, així com el protagonisme creixent que està agafant de cara a un futur no molt llunyà.

### 3.1 Causes de la miopia:

A partir d'ara començarem a referir-nos a la miopia com una ametropia, que significa el mateix que defecte refractiu. La fórmula òptica de les ametropies és la següent:

$$R = n' \left( \frac{1}{x'_U} - \frac{1}{x'_0} \right) + (P_0 - P_U) = R_{ax} + R_{ref}$$

En la que podem expressar la refracció (**R**) com la suma del factor axial (**R<sub>ax</sub>**), més el factor refractiu (**R<sub>ref</sub>**):

- $R_{ax}$  aquesta component depèn exclusivament de la longitud axial de l'ull ametrop respecte la de l'ull emmetrop, suposant que l'índex de refracció de l'humor vitri no varia entre ambdós ulls.

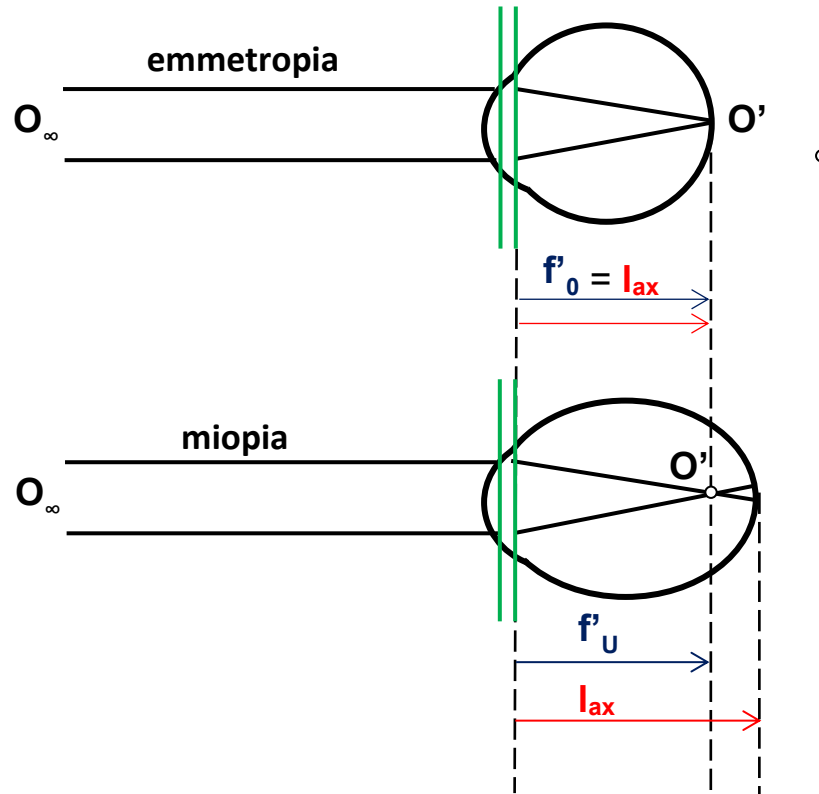
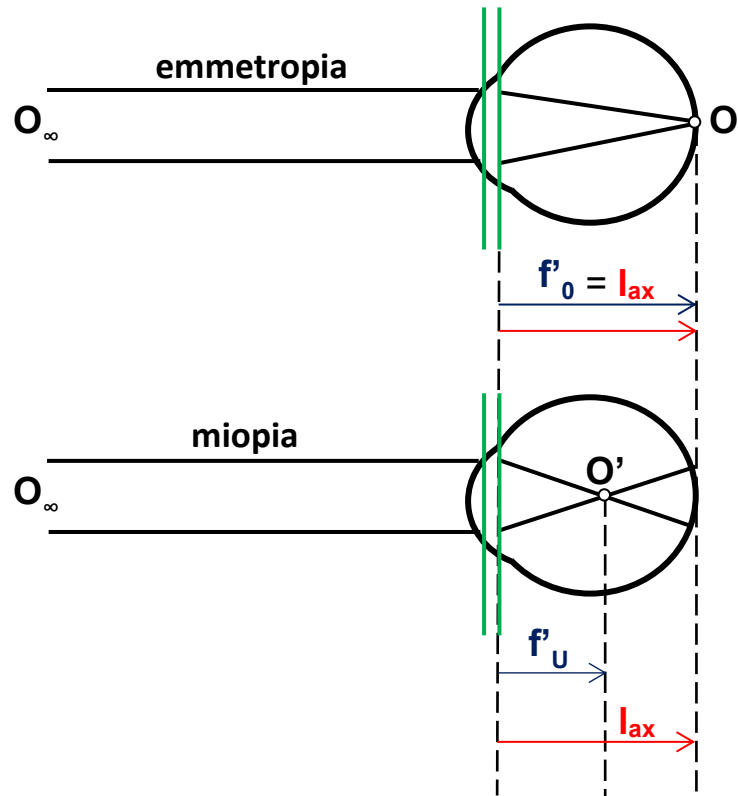


Figura V. Comparativa gràfica ull emmetrop – ull miop axial.

Podem observar com l'ull miop axial es caracteritza per tenir una longitud axial més gran que la de l'ull emmetrop de manera que la imatge resultant d'un objecte situat a l'infinit cau abans de la retina. La no coincidència del pla focal imatge amb la retina és el que provoca la borrositat en la percepció del mateix objecte.

$O_{\infty}$ Objecte situat a l'infinit	$f'$ Focal imatge
$O'$ Imatge que es forma de l'objecte	$l_{ax}$ Longitud axial de l'ull

- $R_{ref}$  aquesta segona component depèn exclusivament de la diferència de potències entre l'ull ametrop i l'ull emmetrop.



**Figura VI. Comparativa gràfica ull emmetrop – ull miop refractiu.**

Quan la miopia és únicament refractiva veiem que no hi ha diferències anatòmiques entre la longitud axial d'ambdós ulls. Ara bé, si que existeixen diferències entre la curvatura de les superfícies o els índexs de refracció d'almenys un dels medis, provocant el mateix resultat final que en el cas del miop axial. La imatge focalitza abans de la retina, de manera que percebem amb borrositat un objecte situat a l'infinit.

Hem de saber de la mà dels optometristes més experimentats que normalment les persones miops no seran únicament axials o refractius sinó una combinació d'ambdues condicions.<sup>10</sup>

$O_{\infty}$  Objecte situat a l'infinit

$O'$  Imatge que es forma de l'objecte

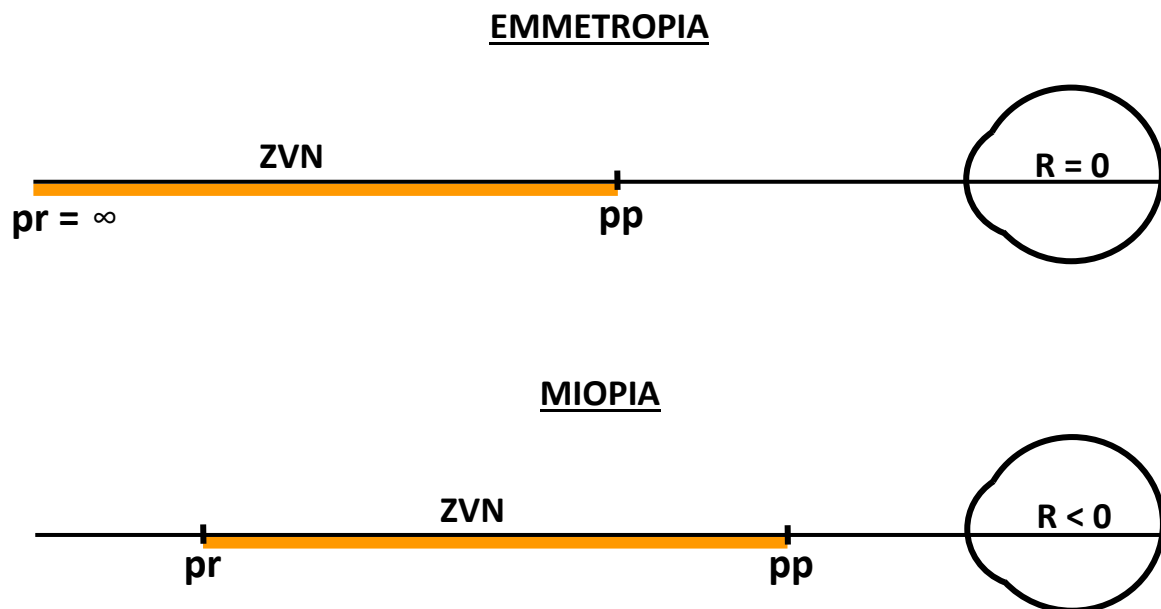
$f'$  Focal imatge

$l_{ax}$  Longitud axial de l'ull

### 3.2 Efectes de la miopia:

Tots sabem que la dificultat dels miops resideix en veure nítidament de lluny (l'objecte situat a l'infinit òptic, com dèiem anteriorment). Però aquesta borrositat és igual per a tots els miops? No, això dependrà de la magnitud del defecte refractiu, en altres paraules, de la magnitud de la miopia.

Ara que ja hem entès els factors causants de la miopia, estem preparats per entendre perquè el recorregut/zona de visió nítida (ZVN) dels miops no arriba fins a l'infinit:



**Figura VII. Comparativa gràfica zona de visió nítida (ZVN) ull emmetrop – ull miop.**

Seguint el model anterior he representat una comparativa gràfica entre l'ull emmetrop, que no té defecte refractiu ( $R = 0$ ) i l'ull miop que es caracteritza per tenir una refracció negativa.

A continuació, definirem els dos punts que delimiten la **ZVN**:

**pr:** El punt remot és el punt més llunyà que l'ull és capaç d'enfocar. És el conjugat de la retina.

**pp:** El punt proper, és el punt més proper que l'ull és capaç d'enfocar.

Hem de saber que l'ull quan està enfocant en el **pr** no ho fa amb el múscul ciliar completament en repòs, però l'ull té la capacitat de contraure el múscul ciliar modificant la forma del cristal·lí és coneix amb el nom d'acomodació. Aquest procés és el que ens permet que qualsevol objecte situat entre el punt remot i el punt proper pugui ser enfocant a la retina.

S'entén que si l'ull està relaxat quan enfoca el **pr** la demanda acomodativa d'aquest punt és nul·la. Per contra, el **pp** ve delimitat per la màxima acomodació que pot fer.

Sabent això, podem extreure del dibuix que la capacitat d'acomodar no guarda relació amb l'ametropia; veiem que el recorregut taronja és el mateix pels dos casos. Així doncs, l'única diferència entre l'ull miop i l'ull emmetrop és la **localització del punt remot**.

Atenent a la definició del punt remot se'ns justifica aquesta diferència, com hem vist per factors refractius i/o axials la retina d'un ull miop sempre es troba darrera el pla focal imatge d'un objecte situat a l'infinit. De manera que, si fem el camí al revés, el conjugat de la retina (**pr**) el trobarem abans de l'infinit òptic.

Ara, la pregunta que potser ens plantejem és: Quan abans de l'infinit òptic?

Si som coneixedors de la magnitud de la miopia del pacient podrem conèixer la distància a la qual es troba el seu punt remot, per exemple:

$$\text{punt remot (m)} = \frac{1}{\text{miopia (D)}}$$

Per una persona que tingui una miopia d'una diòptria, el seu punt remot el trobarem a un metre de distància. És important comentar que l'infinit en optometria es consideren els sis metres.

Responent a la pregunta que ens platejàvem a l'inici d'aquest apartat, una persona miop veurà menys nítid un objecte llunyà quan més distant es trobi la seva zona de visió nítida.



Una vegada hem vist quins són els efectes de la miopia anem a veure quins tipus de miopia existeixen. És veritat que podem classificar la miopia segons la seva magnitud però aquesta classificació no resulta gaire útil degut a la diversitat de criteris, per tant, ens atindrem a la classificació clínica de la miopia:

- **MIOPIA SIMPLE**

És la de més prevalença entre la població i es caracteritza per:

- No provoca aparició de patologies oculars associades i això farà que arribem a tenir bona una agudeses visual (AV) amb la correcció de l'error refractiu.

- Té una progressió limitada (0.50D/any) fins a l'inici de l'edat adulta (20 anys). A partir d'aquesta edat se sol estancar.

- El valor que obtenim de l'examen visual objectiu amb la retinoscopia és molt similar al subjectiu.

- **MIOPIA MAGNA, DEGENERATIVA O PATOLÒGICA**

És secundària a un excessiu creixement de l'ull, que provoca que tinguem:

- Una miopia de gran magnitud. Encara que hi ha gran variabilitat parlaríem de miopies d'entre 6-8D que poden arribar a més de 30D.

- Afectacions oculars secundàries (d'aquí ve el nom de degenerativa o patològica). Un con miòpic, un desprendiment de retina i/o alteracions dels teixits maculars són alguns dels signes més característics que ens podem trobar en l'exploració del segment posterior.

Si els dos progenitors tenen miopia, el 60% dels nens presentaran un excessiu creixement del globus ocular en el seu codi genètic.

- **PSEUDOMIOPIA**

Els signes més característics són un examen subjectiu més negatiu que la retinoscopia degut a un espasme acomodatiu del pacient.

- **MIOPIA NOCTURNA**

Descrivim amb aquest nom la gent que presenta una reducció de l'AV en condicions de baixa lluminositat.

En aquest treball només tractarem amb els dos primers tipus de la classificació anterior, que són alhora els de major prevalença en la societat.

## 4. PREVISIONS D'UN FUTUR PROPER

Cada vegada la societat està més conscienciada dels efectes adversos de mantenir la nostra vista enfocant a distàncies curtes de forma continuada en el dia a dia, però roman la incertesa de l'impacte que tindrà en les futures generacions d'una societat en què la demanda esmentada és creixent. Per aquells que estan més vinculats en el món o bé s'han interessat en el tema aquesta qüestió ja té resposta.

El maig del 2016 es va publicar un article que va alarmar el món de l'optometria i l'oftalmologia. L'article preveia que l'any 2050 el percentatge de miops a la població augmentaria fins al 50%.

L'article es titula: *Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050*. Va ser publicat per l'**Acadèmia Americana d'Oftalmologia** a través de la seva revista mensual *Ophthalmology*.

A continuació farem un estudi més detallat dels mètodes que van seguir i quins resultats van obtenir per treure aquesta transcendent conclusió.

### GLOBAL PREVALENCE OF MYOPIA AND HIGH MYOPIA AND TEMPORAL TRENDS FROM 2000 THROUGH 2050

Al 2010 la segona causa més freqüent de ceguera a nivell mundial eren els errors refractius no corregits, pel darrera de les cataractes. El pressupost per eliminar aquesta causa s'estima en 202 billons de dòlars anuals.

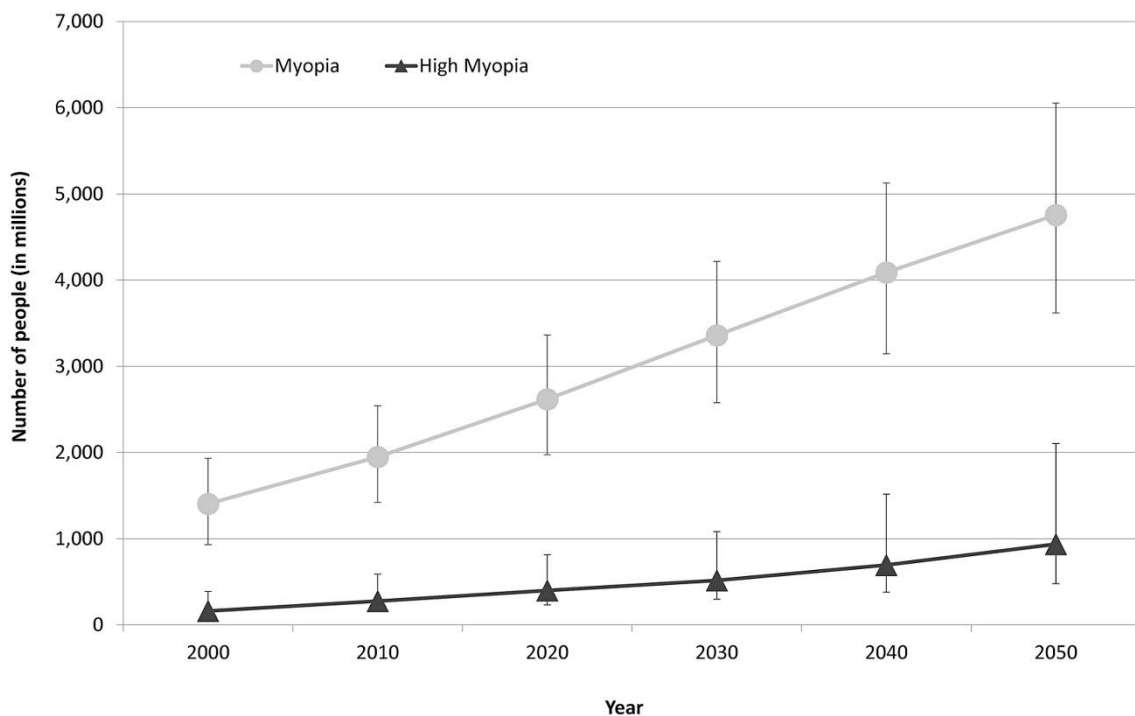
Aquestes dades ens donen idea de la rellevància actual d'aquest tema. Concretament l'estudi està centrat en la miopia que és l'error refractiu més contribuent a aquesta segona posició.

El mètode que utilitza aquest estudi és el meta-anàlisi que permet integrar de manera estructurada i sistemàtica la informació provinent d'una gran quantitat d'estudis clínics. La seva base de dades comprèn els estudis clínics presents al PubMed (Biblioteca Nacional de Medicina) que van des de l'1 de gener de 1995 fins el 10 de gener de 2015, dia en que es realitza la cerca. Fins aquest moment la majoria d'articles que estudiaven la prevalença de miopia giraven entorn un objectiu molt clar: estudiar l'existència de la relació entre un grup ètnic o regió i l'ametropia en qüestió. Això va fer que s'estudiessin molt algunes poblacions mentre altres passaven desapercibudes. Com a conseqüència es va complementar la recerca amb articles que no formaven part d'aquest període però permetien una visió més global. Un total de 145 articles conformen la base de dades en què es basa l'estudi.

Altres consideracions que hem de tenir en compte a l'hora d'interpretar els resultats són:

- Els països s'han agrupat seguint el criteri que utilitza la Càrrega Mundial de Morbiditat (GBD).<sup>11</sup> Conformen vint-i-una regions.
- La població específica per cada país, amb rangs de 5 anys d'edat que van dels 0 als 100 anys durant les dècades del 2000 al 2050, van ser obtingudes de les perspectives de població mundial de les nacions unides.
- En el recull de dades de cada país es van observar diferències segons si es tractava d'un hàbitat urbà o rural per a cada franja d'edat. Però alhora de fer el còmput regional segons la GBD es van fusionar les dades.
- S'ha estandarditzat un equivalent esfèric de -0.50D o menys per a la miopia, ja que era la definició més utilitzada en els estudis; Així com un equivalent esfèric de -5.00D o menys per a la miopia magna (high myopia).

### **RESULTATS:**



**Figura VIII. Estimacions del nombre de persones que seran miops a nivell mundial a llarg de les 3 dècades següents. Extreta de l'estudi «Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050».**

La progressió temporal d'aquesta ametropia s'evidencia a la figura VIII: mentre que a començaments de mil·lenni hi havia un total de 1.406 milions de miops (22.9% de la població total), aquesta xifra ha anat augmentant amb el pas del temps fins a uns 2.620 milions de miops (34%) en l'actualitat.

Per si aquesta dada no resulta suficientment alarmant veiem que a 30 anys vista s'estima que la miopia afectarà a unes 4.758 milions de persones (49.8% de la població). Afortunadament, si donem un cop d'ull a la trajectòria que descriu la miopia magna en aquests mateixos anys podem comprovar que no pateix una progressió tant extrema.

És evident que no totes les regions (GBD) segueixen el mateix patró. Per exemple, els països de les agrupacions Asia-Pacífic, East Asia i Southeast Asia encapçalen la prevalença de miopia inicial amb valors superiors al 30%. Veieu figura IX.

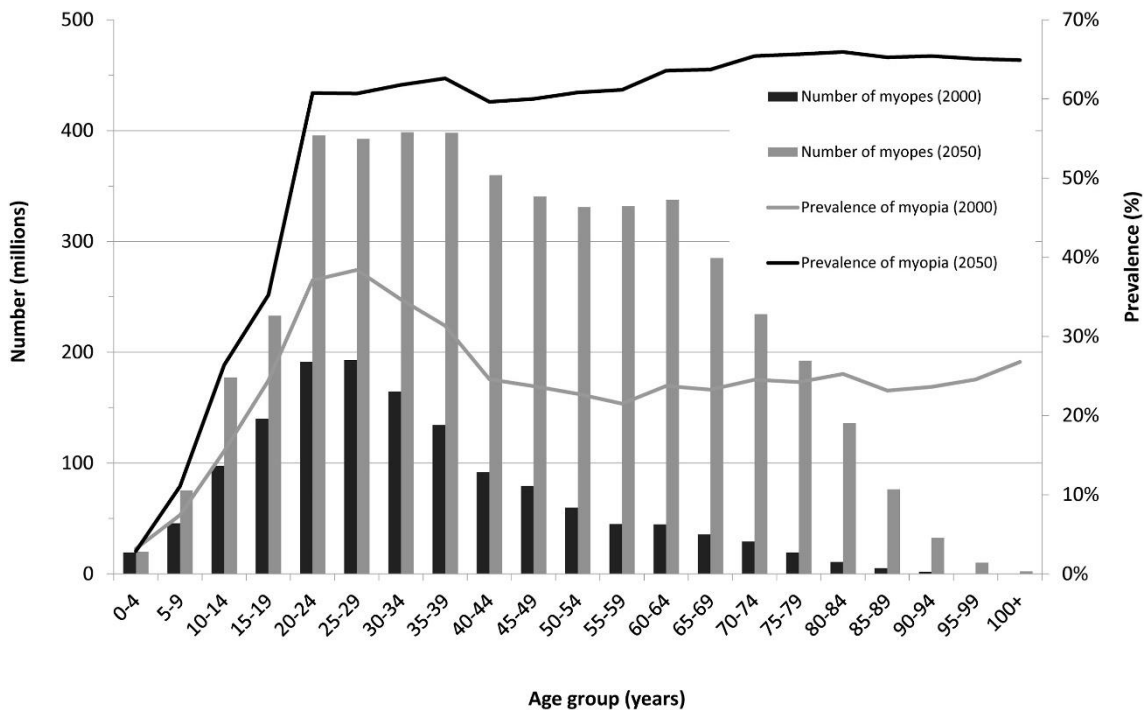
Region	Prevalence (%) in Each Decade					
	2000	2010	2020	2030	2040	2050
Andean Latin America	15.2	20.5	28.1	36.2	44.0	50.7
Asia-Pacific, high income	46.1	48.8	53.4	58.0	62.5	66.4
Australasia	19.7	27.3	36.0	43.8	50.2	55.1
Caribbean	15.7	21.0	29.0	37.4	45.0	51.7
Central Africa	5.1	7.0	9.8	14.1	20.4	27.9
Central Asia	11.2	17.0	24.3	32.9	41.1	47.4
Central Europe	20.5	27.1	34.6	41.8	48.9	54.1
Central Latin America	22.1	27.3	34.2	41.6	48.9	54.9
East Africa	3.2	4.9	8.4	12.3	17.1	22.7
East Asia	38.8	47.0	51.6	56.9	61.4	65.3
Eastern Europe	18.0	25.0	32.2	38.9	45.9	50.4
North Africa and Middle East	14.6	23.3	30.5	38.8	46.3	52.2
North America, high income	28.3	34.5	42.1	48.5	54.0	58.4
Oceania	5.0	6.7	9.1	12.5	17.4	23.8
South Asia	14.4	20.2	28.6	38.0	46.2	53.0
Southeast Asia	33.8	39.3	46.1	52.4	57.6	62.0
Southern Africa	5.1	8.0	12.1	17.5	23.4	30.2
Southern Latin America	15.6	22.9	32.4	40.7	47.7	53.4
Tropical Latin America	14.5	20.1	27.7	35.9	43.9	50.7
West Africa	5.2	7.0	9.6	13.6	19.7	26.8
Western Europe	21.9	28.5	36.7	44.5	51.0	56.2
Global	22.9	28.3	33.9	39.9	45.2	49.8

**Figura IX. Estimacions de prevalença (%) de miopia en les vint-i-una regions GBD durant les tres dècades següents.** *Extreta de l'estudi «Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050».*

L'altre cara de la moneda són regions com la de East Africa (3.2%) seguida de Oceania, Central Africa, Southern Africa i West Africa totes elles amb una prevalença entorn al 5%. La regió que nosaltres habitem (Western Europe) es troba en un terme mig, amb una prevalença inicial de 21.9% se situa lleugerament per sota del global.

És interessant veure que els patrons que hem trobat analitzant l'any 2000 es repeteixen després de 50 anys.

Per últim, però no menys important, aquest estudi també ens proporciona estadístiques de com afectarà la miopia d'aquí 30 anys als diferents grups d'edat:



**Figura X. Comparativa de la quantitat de persones que eren miops a l'any 2000 amb les previsions obtingudes per l'any 2050. Extreta de l'estudi «Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050».**

Veiem que a l'any 2000 la majoria de persones amb miopia es trobaven concentrades entre les edats de 10 i 39 anys. D'altre banda s'estima que al 2050 aquesta distribució serà més extensa anant dels 10 fins als 79 anys d'edat.

Les conclusions que extraiem de l'estudi són varies:

És evident que en la mateixa altura que està l'augment de prevalença de miopia hi haurà d'haver una resposta planificada d'atenció sanitària enfocada a tractar i prevenir les possibles complicacions d'aquesta ametropia. Especialment aquelles regions que estan més castigades per la miopia degenerativa.

El principal factor que nodreix aquest creixement miòpic sobre el que podem incidir és l'ambiental; el canvi d'estil de vida està succeint a la societat moderna amb més tasques properes i menys temps a l'aire lliure.<sup>8</sup> Està comprovat que existeix un factor genètic de predisposició però no justifica aquest creixement amb tant poc temps.<sup>12</sup>

No és una coincidència que els països asiàtics amb sistemes educatius molt exigents, de molta pressió i dedicació per part dels estudiants, siguin alhora els que tenen una prevalença de miopia més alta.

Aquest canvi d'estil de vida coincideix amb l'arribada de les noves tecnologies a la població civil durant la dècada dels 90 i produeix una aglomeració de la població miop en la franja d'edat que ja hem comentat [10-39 anys] que representa el jovent més obert al canvi i amb accés a aquestes tecnologies en edat de màxima plasticitat del sistema visual. Amb el pas dels anys aquest jovent es fa gran donant pas a noves generacions que no tenen menys sinó més tecnologies a l'abast. De manera, que el volum de miops queda més distribuït, encara que accentuat en la franja [20-39 anys].

Si fem una abstracció estadística de dades podem resumir l'estudi dient que les projeccions pel 2050 indiquen que el 50% i el 10% de la població mundial tindrà miopia i miopia degenerativa, respectivament; i que s'haurà produït un augment de 3.500 milions de nous casos de miopia (respecte els 1.500 milions que hi havia l'any 2000) i de 800 milions de nous casos de miopia degenerativa per aquestes mateixes dates (respecte els 200 milions de l'any 2000).

Si extrapoléssim el percentatge de gent amb miopia degenerativa que pateix una pèrdua de visió, al 2050 la miopia per si sola seria una de les causes principals de ceguera mundial. Aquesta estimació és conservadora perquè no només hi haurà més persones amb miopia sinó que també seran més grans i més susceptibles als efectes patològics associats.

Ens encoratja saber que per aquest estudi no s'ha tingut en compte l'impacte positiu que poden tenir els diferents mètodes de control de miopia existents. A continuació, coneixerem aquestes tècniques amb profunditat que esperem que permetin una disminució de la prevalença de miopia degenerativa que havíem estimat per les pròximes generacions.

## 5. MÈTODES PER CONTROLAR LA MIOPIA:

L'augment de prevalença que acabem de veure i la seva relació amb les complicacions oculars fan que la miopia s'hagi convertit en un tema de salut pública destacat i, fins i tot, d'interès general. La miopia no és només un defecte refractiu, sinó que és una condició ocular complexa, multifactorial, que provoca importants costos econòmics i socials.

L'edat d'aparició és un factor crucial en la seva progressió. Com més petit és el nen en el seu inici, la progressió és més ràpida i, per tant, hi ha un major risc de presentar patologies oculars associades. Diversos estudis han arribat a la conclusió que pels nens d'entre 6 i 15 anys el valor mitjà anual de progressió de miopia és de 0.5 – 0.75 diòptries. Per aquest motiu és important intervenir-hi en una edat primerenca i frenar aquesta progressió.

Actualment es creu que els factors de risc del desenvolupament de la miopia són ambientals, genètics i visuals. Hem vist que passar menys temps a l'aire lliure augmenta el risc de desenvolupament de la miopia, així com, tenir un o més pares miops.<sup>13</sup> També s'han relacionat alguns factors visuals que poden influir en el desenvolupament de la miopia; per exemple, presentar desenfocament hipermetròpic a la retina perifèrica,<sup>14-16</sup> presentar una endofòria de prop de 2 o més diòptries prismàtiques o un retard acomodatiu elevat.<sup>17</sup>

Aquest últims anys diversos estudis de meta-anàlisis han mostrat que es pot reduir la progressió de la miopia mitjançant diverses intervencions, en comparació amb l'ús d'ulleres o lents de contacte monofocals o "placebo". Els tractaments més eficaços són:

1. Atropina al 0.01% i Pirenzepina (eficàcia entre el 60 - 77%)<sup>18-20</sup>
2. Ortoqueratologia (eficàcia de 37 - 56%)<sup>21-24</sup>
3. Lents de contacte multifocals o de desenfocament perifèric (eficàcia de 25 - 79%)<sup>25-33</sup>
4. Ulleres multifocals i/o bifocals (eficàcia del 19%)<sup>34-35</sup>

Seguidament tractarem cada un d'aquests mètodes, separadament.

## 5.1 Tractament Farmacològic:

L'atropina és una substància natural que es troba en algunes plantes verinoses. Es refina i es concentra per fer-ne un ús mèdic. El seu ús en l'àmbit ocular no és nou, durant anys s'ha utilitzat com a tractament de l'ull gandul o com un potencial dilatador pupil·lar.

L'efectivitat d'una dosi baixa (0.01% de concentració) pel tractament de la miopia infantil es va descobrir pràcticament per casualitat, quan uns investigadors de Singapur que estudiaven els efectes secundaris de dosis més altes es van adonar que un grup de control a qui se'ls havia subministrat menys dosis mostrava menys progressió de miopia.<sup>36</sup>

Els oftalmòlegs no tenen encara la certesa absoluta de perquè una quantitat mínima d'atropina sembla alentir el desenvolupament de la miopia, encara que, tot apunta a una unió de l'atropina als receptors responsables del creixement axial de l'ull bloquejant-ne la seva estimulació.

A diferència del mètode anterior amb el qual podem arribar a prescindir de correcció, ja sigui ulleres o lentilles, aquest tractament requerirà que el pacient segueixi portant la seva correcció durant el dia i abans d'anar-se'n al llit administrar-se les gotes del col·liri. El recent increment d'afectació de la miopia a nivell global ha fet que s'internacionalitzi aquesta pràctica; anem a veure'n els resultats:

Un assaig clínic realitzat durant cinc anys *Five-year Clinical Trial on Atropine for the Treatment of Myopia 2 (Volume 123)*. (2016). American Academy of Ophthalmology va rebel·lar que a la majoria dels nens, gairebé el 90%, se'ls frenava la progressió de miopia a la meitat. "Quan abans es comença amb el tractament major n'és la seva efectivitat", defensen els seus autors.

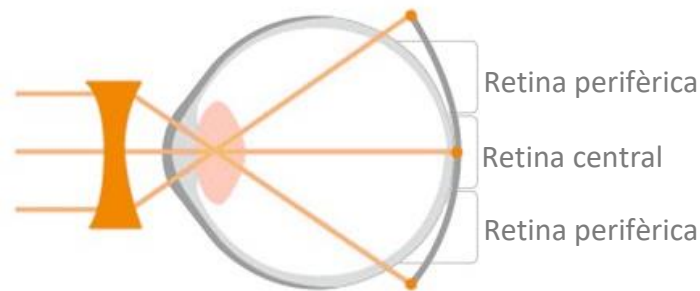
Un altre al·licient que presenta aquest mètode és la baixa taxa d'efectes secundaris. Només un 1% dels nens va presentar una lleu hiperèmia conjuntival i/o picor al voltant de l'ull.

Aquesta investigació també demostra que l'abandonament del tractament amb atropina provoca que la progressió de la miopia s'acceleri de nou. Per aquest motiu, és molt important fer-ne el diagnòstic el més aviat possible i utilitzar consistentment les gotes d'atropina durant l'edat de creixement de l'ull.



## 5.2 Ortoqueratologia:

Per comprendre l'eficàcia d'aquest mètode hem d'acceptar la teoria que mostra el desenfocament hipermetròpic perifèric dels pacients miops com el desencadenant del creixement axial del globus ocular. A continuació, explicarem la teoria del desenfocament hipermetròpic perifèric:



**Figura XI. Desenfocament hipermetròpic perifèric d'un miop corregit amb una lent monofocal.** *Extreta de la pàgina web «<https://mirada.diazarca.com/control-de-miopia-y-ortoqueratologia-nocturna-orto-k/control-de-miopia-img-04/#main>».*

La situació anterior, un pacient miop corregit amb una lent monofocal, mostra la neutralització de l'ametropia en la retina central simultània al desenfocament en la retina perifèrica degut a la no coincidència del pla focal imatge i la retina. Si analitzem aquest desenfocament podem dir que és hipermetròpic perquè el pla focal imatge es troba per darrera la retina (condició pacient hipermetrop).

Per sort nostra, els exemples en què el cos humà resol de forma autosuficient diferents adversitats al llarg de tota una vida són in comptables i el nostre cas no és una excepció. L'ull en un afany d'obtenir una visió 100% òptima busca expandir-se per així enfocar també la retina perifèrica.

Malauradament aquest creixement axial de l'ull fa que es trenqui la neutralització de l'ametropia que teníem a la part central de la retina. L'escenari resultant és un enfoc a la retina perifèrica perquè el pla focal imatge no s'ha mogut però l'ull ha crescut enrere, mentre que la retina central ha quedat per darrera el pla focal imatge (condició pacient miop).

És evident que aquest procés no succeeix d'un dia per l'altre ni tampoc en totes les edats però hem de ser conscients del resultat obtingut: El pacient ja no veurà bé amb les ulleres que duia degut al desenfocament de la retina central (part de la retina que utilitzem per tasques precises com la lectura), necessitarà una nova graduació amb més prescripció de miopia.

Tenint en compte que depenen de l'edat i la demanda visual del pacient la nova prescripció d'una lent monofocal amb més miopia podria desencadenar un retorn a la casella de sortida, és a dir, a la repetició d'aquest procés. És necessari pensar en una alternativa: l'ortoqueratologia.

L'ortoqueratologia (Orto-k) és un mètode que actua, aplanant la part central i incrementant la curvatura de la perifèria de la primera superfície de la còrnia. Com a conseqüència elimina el desenfocament hipermetròpic perifèric mitjançant l'ús de lentilles durant la nit. El mecanisme de funcionament és complex i segueix actualment en debat, les lents Orto-k redistribueixen el teixit epitelial corneal del centre a la perifèria:



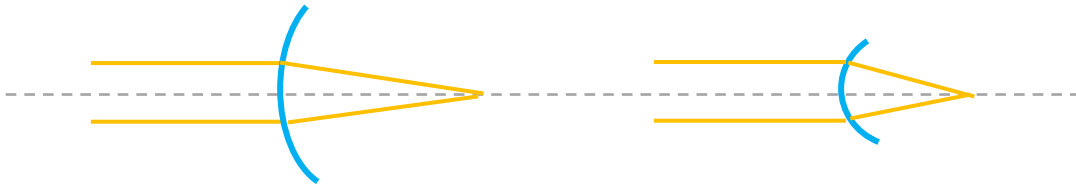
**Figura XII. Deformació corneal produïda per les lentilles Orto-k durant la nit.** *Extreta de la pàgina web «<https://mirada.diazarca.com/control-de-miopia-y-ortoqueratologia-nocturna-orto-k/control-de-miopia-img-02/#main>».*

Com es veu en la il·lustració la lent pressiona la zona central aplanant-la. Això succeeix gràcies a la força que aplica la nostra parpella sobre la lentilla durant les hores de son. Conseqüentment, la còrnia mitjana-perifèrica es corba més. Aquest fet és degut a que la superfície corneal és sempre la mateixa.

Proposo un exercici mental que em sembla clarificador: Si tenim la pela de mitja taronja damunt una taula i pressionem en el centre (punt més alt) aquest baixarà de manera que la seva superfície serà cada vegada més plana; tot el contrari succeirà en la perifèria. Com que la superfície total que tenim és sempre la mateixa (mitja taronja en aquest cas) la curvatura es desplaçarà i s'accentuarà a la perifèria.

Segurament us estareu preguntant perquè busquem aquests canvis de curvatura: Una part central més plana amb una perifèria més corba. Si recordem el capítol on explicàvem la fórmula òptica de les ametropies veurem que el factor refractiu ( $R_{ref}$ ) depenia de la curvatura de les superfícies i de l'índex de refracció dels medis oculars.

Atenent a que el nostre ull inicialment no és miop axial ( $R_{ax}$ ) i que no s'han descobert mètodes clínics per canviar l'índex de refracció dels medis. Només ens queda una opció, modificar la curvatura de les superfícies per neutralitzar l'ametropia.

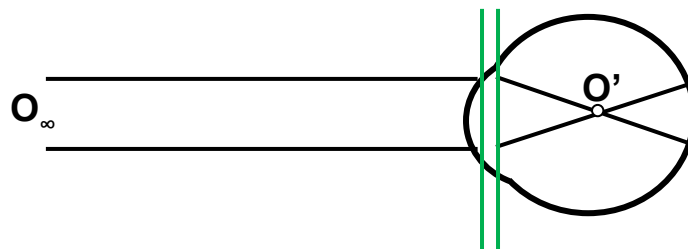


**Figura XIII. Traçat òptic de raigs al refractar-se en dues superfícies de diferent radi de curvatura.**

Dues superfícies òptiques d'igual índex de refracció però diferent curvatura desviaran de forma diferent la trajectòria de la llum. Sent la de més curvatura, la de més potència i per tant més capacitat per modificar la trajectòria de la llum.

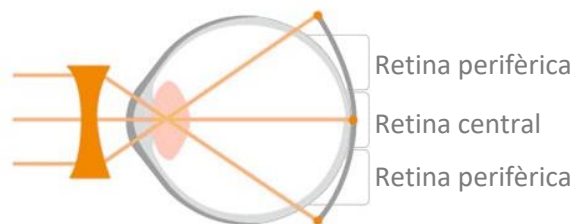
### Com es beneficia l'ortoqueratologia d'aquest principi òptic?

Recuperant algunes de les figures que ja havien sortit entendrem que la situació inicial del nostre pacient és la següent:



**Figura XIV. Traçat òptic de raigs d'un ull miop.**

El conjunt de curvatura i índex de refracció dels medis oculars fan que quan el pacient mira lluny la imatge se li formi abans de la retina. Provocant un desenfocament en la seva percepció. Davant d'aquesta situació sabem que la prescripció d'unes ulleres monofocals podrien no ser la millor solució...



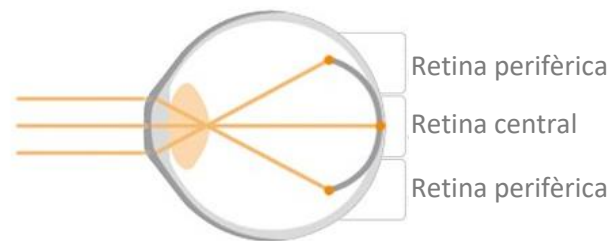
**Figura XI. Desenfocament hipermetròpic perifèric d'un miop corregit amb una lent monofocal.**

I si modifiquem la forma de la còrnia?



**Figura XII. Deformació corneal produïda per les lentilles Orto-k durant la nit.**

Aplanem la part central per treure-li potència i així la imatge se'ns formarà sobre la retina central mentre que la còrnia mitjana perifèrica roman més corba, creant una miopia relativa perifèrica que redueix el desenfocament hipermetròpic:



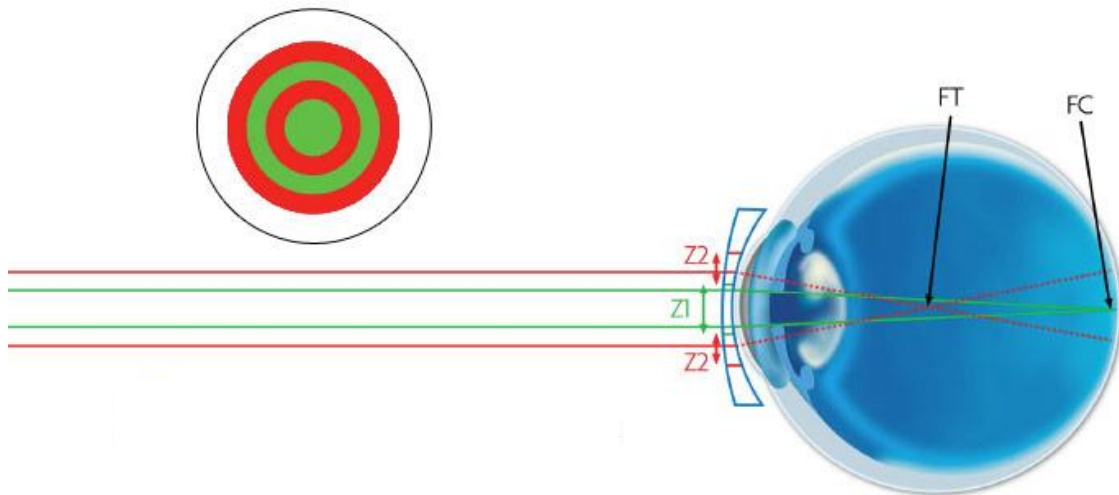
**Figura XV. Miopia relativa perifèrica originada pel tractament d'ortoqueratologia.** *Extreta de la pàgina web «<https://mirada.diazarca.com/control-de-miopia-y-ortoqueratologia-nocturna-orto-k/control-de-miopia-img-04/#main>».*

En un recent estudi presentat a Global Speciality Lens Symposium, el gener del 2018 a Las Vegas (Nevada, Estats Units), es va arribar a la conclusió que el tractament amb Orto-k és eficaç per frenar la progressió de la miopia durant un períodes de 10 anys i va demostrar un perfil de seguretat clínicament acceptable entre els pacient d'entre 8 i 16 anys. El tractament d'ortoqueratologia a llarg termini és prometedor per controlar la progressió de la miopia en escolars.

Actualment existeixen diferents laboratoris que comercialitzen lents de contacte de geometria inversa per a l'ortoqueratologia amb diversos dissenys de paràmetres. Alguns exemples són Interlenco S.A. amb les *CRT Paragon* o les lents *Alexa AR* dels laboratoris Tiedra S.L..

### 5.3 Lents de Contacte Multifocals:

A continuació, us presentem l'opció diürna pels usuaris de lents de contacte interessats en el control de la miopia. Es tracta d'una lentilla tova convencional, amb la particularitat, que presenta una distribució concèntrica de potències en la seva superfície diferenciant dues zones de tractament Z1 i Z2:



**Figura XVI. Esquema del disseny i traçat òptic de la llum al refractar-se en la lent de contacte MiSight.** *Extreta de la pàgina web «<https://coopervision.com.hk/zh-hant>».*

Com veiem en la figura XVI, Z1 té la potència que neutralitza l'ametropia i correspon a la zona central, mentre que a la perifèria, la banda Z2 provoca un desenfocament miòpic a la retina. Cada banda té el seu corresponent punt focal imatge, (FC) que corregeix la visió central i (FT) induint un desenfocament perifèric.

La lent de contacte MiSight de CooperVision ens ha servit per mostrar l'esquema de funcionament, però hem de saber que al mercat existeixen altres opcions amb un grau de personalització més alt. Com és el cas de les Amiopik de PauneVisión, disponibles en material gas permeable (rígides) o hidrofílic (toves) i una guia d'adaptació que té en compte el diàmetre pupil·lar del pacient.

Existeix un estudi de Anstice NS et. al. en el que es fa una comparativa entre les lents de contacte de dos focus i les esfèriques de focus únic, els resultats obtinguts, van mostrar que les lents de doble focus van reduir un 30% la progressió de la miopia al 70% dels nens participants.<sup>27</sup>

## 5.4 Lents Oftàlmiques Multifocals:

El primer dels mètodes vistos fins ara era un fàrmac que permetia el control de l'acomodació; el segon i el tercer eren mètodes pels usuaris de lents de contacte, centrats en corregir el desenfocament hipermetròpic perifèric. Un ho feia mollejant la còrnia durant les hores de son i l'altre amb un disseny òptic multifocal col·locat davant l'eix visual.

En darrer lloc trobem l'opció alternativa per aquelles persones que són usuaris de lents oftàlmiques. Amb un principi de funcionament semblant, parlem de lents oftàlmiques que presenten un disseny òptic central que permet corregir l'ametropia del pacient i a mesura que ens desplaçem cap a la perifèria de la lent la potència d'aquesta és superior, per tant, més positiva.

Els individus de la societat actual la major part de les vegades que necessiten mirar de prop ho fan utilitzant el seu camp visual inferior, consegüentment, la zona inferior del vidre de les ulleres. Si l'individu en qüestió utilitza les lents progressives citades anteriorment estarà utilitzant una zona més positiva i serà potència de menys que haurà d'acomodar el seu ull.

En conclusió, el tractament de la miopia amb aquestes lents oftàlmiques brinda una ajuda acomodativa al pacient en funció de la seva posició de mirada.

La majoria de fabricants de vidres oftàlmics ja han desenvolupat el seu model pel control de la miopia infantil. Alguns exemples són les MyoVision<sup>37</sup> de Zeiss o les Eyezen de la casa Essilor.<sup>34</sup>

## 6. CONCLUSIONS

- Mitjançant l'estudi de prevalença de miopia publicat l'any 2016, hem pogut fer-nos una idea de l'afectació actual d'aquesta ametropia: un 33,9% de la població mundial. Tenint en compte, que a principis de mil·lenni aquest percentatge era del 22,9%.  
També, gràcies a l'estructura de l'estudi hem pogut tenir una visió més local d'aquesta situació. Veient que l'estimació actual de miops a l'Oest Europeu és del 36'7%.
- Una dada reveladora que ens aporta aquest mateix estudi és la tendència en augment que seguirà l'afectació de la miopia en els propers anys sinó actuem de forma convenient. Les projeccions estadístiques indiquen que a l'any 2050 la meitat de la població mundial serà miop, sent els factors ambientals la causa principal.  
Mantenint l'atenció sobre l'entorn on nosaltres vivim, hem de ser conscients que l'afectació de miopia es preveu augmenti fins un 56,2%.
- La miopia, lluny de ser únicament un problema que causa visió borrosa i que el podem solucionar amb ulleres, és una ametropia que està directament relacionada amb certes patologies oculars. És a dir, quan major és la magnitud de miopia més risc patològic existeix. En el pitjor dels casos, la patologia pot cloure amb discapacitat visual del pacient.
- En els darrers anys diversos meta-anàlisis han mostrat l'existència de tècniques que permeten reduir la progressió de la miopia del pacient. Els tractaments més eficaços són l'atropina al 0.01% i pirenzepina (eficàcia entre el 60% i el 77%), seguit de l'ortoqueratologia (eficàcia entre el 37% i el 56%), les lents de contacte multifocals (eficàcia entre el 25% i el 79%) i en últim lloc les ulleres multifocals (eficàcia mitjana del 19%).
- Després de realitzar aquest treball, ens hem adonat que la miopia és un problema actual que necessitem abordar-lo des de tres fronts d'atac: Per una banda hi ha la prevenció, que engloba campanyes per conscienciar la població, així com, cribratges visuals als més petits. D'altra banda, tenim el control i seguiment davant la seva aparició, per evitar-ne possibles complicacions associades. Encara que en el punt anterior hem citat les tècniques que es treballen actualment, el control de miopia és una àrea nova i en desenvolupament, per la qual cosa podria haver-hi canvis en el futur. En darrer lloc, no podem descuidar els tractaments. Què podem oferir a una persona que té una patologia secundària a una miopia degenerativa per preservar la seva retina?
- Davant d'aquest repte sanitari en què es troba la societat i de cara al futur apareixen dos enfocaments professionals. Per un costat, el professional de la visió que té com a deure conèixer les diferents solucions i poder aconsellar als pacients de la més convenient; i per altre banda, el perfil d'investigador que treballa a la recerca de noves tècniques més efectives o de millora de les actuals.

## 7. BIBLIOGRAFIA

1. Ruderman, Marjory. 2016. *Children's Vision and Eye Health: A Snapshot of Current National Issues* (1st ed.). Chicago, IL: National Center for Children's Vision and Eye Health at Prevent Blindness
2. ¿Qué son los errores de refracción? (s.d.). Recuperat de la pàgina web de la OMS: <https://www.who.int/features/qa/45/es/>
3. J. Ben Margines, Connie Huang, Andrew Young, Shiva Mehravaran, Fei Yu, Bartly J. Mondino, and Anne L. Coleman. (2020). Refractive Errors and Amblyopia Among Children Screened by the UCLA Preschool Vision Program in Los Angeles County. *American Journal of Ophthalmology*, 210, 78-85.
4. Cordonnier M, Dramaix M. (1998). Screening for abnormal levels of hyperopia in children: a non-cycloplegic method with a hand held refractor. *British Journal of Ophthalmology*, 82, 1260-1264.
5. Wolfgang Wesemann, Burkhard Dick. (2000). Accuracy and accommodation capability of a handheld autorefractor. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, 26, 62-70.
6. Fozailoff A, Tarczy-Hornoch K, Cotter S, et al. (2011). Prevalence of Astigmatism in 6- to 72-Month-Old African American and Hispanic Children: The Multi-Ethnic Pediatric Eye Disease Study. *Ophthalmology*, 118, 229-432.
7. Huang J, Maguire MG, Ciner E, et al. (2014). Risk Factors for Astigmatism in the Vision in Preschoolers Study. *Optometry and Vision Science*, 91, 514-521.
8. Morgan IG, Ohno-Matsui K, Saw SM. (2012). Myopia. *The Lancet*, 379, 1739-1748.
9. Brien A. Holden, Timothy R. Fricke, David A. Wilson, et al. (2016). Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology*, 123, 1036-1042.
10. American Optometric Association (1997). *Care of Patient with Myopia*. Missouri: Author.
11. Bourne RR, Stevens GA, White RA, et al. (2013). Causes of Vision Loss Worldwide, 1990-2010: A Systematic Analysis. *The Lancet Global Health*, 1, 339-349.
12. Lim LT, Gong Y, Ah-Kee EY, Xiao G, Zhang X, Yu S. (2014). Impact of Parental History of Myopia on the Development of Myopia in Mainland China School-Aged Children. *Ophthalmology and eye diseases*, 6, 31-35.
13. Mew-May Wu M, Edwards MH. (1999). The Effect of Having Myopic Parents: An Analysis of Myopia in Three Generations. *Optometry and Vision Science*, 76, 387-92.



14. Kang P, Gifford P, McNamara P, Wu J, Yeo S, Vong B, et al. (2010). Peripheral Refraction in Different Ethnicities. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, *51*, 6059-65.
15. Schmid GF. (2011). Association Between Retinal Steepness and Central Myopic Shift in Children. *Optometry and Vision Science*, *88*, 684-90.
16. Mutti DO, Hayes JR, Mitchell GL, Jones LA, Moeschberger ML, Cotter SA, et al. (2007). Refractive Error, Axial Length, and Relative Peripheral Refractive Error Before and After the Onset of Myopia. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, *48*, 2510-9.
17. Kate L. Gifford, Kathryn Richdale, Pauline Kang, Thomas A. Aller, Carly S. Lam, et al. (2019). Clinical Management Guidelines Report. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, *60*, 184-203.
18. Chia A, Chua W, Cheung Y, et al. (2012). Atropine for the Treatment of Childhood Myopia: Safety and Efficacy of 0.5%, 0.1% and 0.01% Doses. *Ophthalmology*, *119*, 347-354.
19. Fang P, Chung M, Yu H, Wu P. (2010). Prevention of Myopia Onset with 0.025% Atropine in Premyopic Children. *Journal of Ocular Pharmacology and Therapeutics*, *26*, 341-345.
20. Siatkowski RM, Cotter S, Miller JM, Scher CA, Crockett RS, Novack GD. (2004). Safety and Efficacy of 2% Pirenzepine Ophthalmic Gel in Children with Myopia: A 1-year, Multicenter, Double-Masked, Placebo-Controlled Parallel Study. *Archives of ophthalmology*, *122*, 1667-74.
21. Wen D, Huang J, Chen H, et al. (2015). Efficacy and Acceptability of Orthokeratology for Slowing Myopic Progression in Children: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Ophthalmology*, *2015*, 360806.
22. Si J, Tang K, Bi H, Guo D, Guo J, Wang X. (2015). Orthokeratology for Myopia Control: A Meta-Analysis. *Optometry and Vision Science*, *92*, 252-257.
23. Sun Y, Xu F, Zhang T, et al. (2015). Orthokeratology to Control Myopia Progression: A Meta-Analysis. *PLoS ONE*, *10*, e0124535.
24. Li S, Kang M, Wu S, et al. (2015). Efficacy, Safety and Acceptability of Orthokeratology on Slowing Axial Elongation in Myopic Children by Meta-Analysis. *Current Eye Research*, *41*, 600-608.
25. Ruiz-Pomeda A, Perez-Sanchez B, Valls I, Prieto Garrido FL, Gutierrez-Ortega R, Villa-Collar C. (2018). MiSight Assessment Study Spain (MASS). A 2-year Randomized Clinical Trial. *Graefe's archive for clinical end experimental ophthalmology*, *256*, 1011-1021.
26. Aller TA, Liu M, Wildsoet CF. (2016). Myopia Control with Bifocal Contact Lenses: A Randomized Clinical Trial. *Optometry and Vision Science*, *93*, 344-352.
27. Anstice NS, Phillips JR. (2011). Effect of Dual-Focus Soft Contact Lens Wear on Axial Myopia Progression in Children. *Ophthalmology*, *118*, 1152-1161.

28. Lam CSY, 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 Randomized Clinical Trial. *The British Journal of Ophthalmology*, 98, 40-45.
29. Paul Chamberlain, Sofia C. Peixoto-de-Matos, Nicola S. Logan, Cherly Ngo, et al. (2019). A 3-Year Randomized Clinical Trial of MiSight Lenses for Myopia Control. *Optometry and Vision Science*, 00, 1097.
30. Walline JJ, Greiner KL, McVey ME, Jones-Jordan LA. (2013). Multifocal Contact Lens Myopia Control. *Optometry and Vision Science*, 90, 1207-1214.
31. Sankaridurg P, Holden B, Smith E, et al. (2011). Decrease in Rate of Myopia Progression with a Contact Lens Designed to Reduce Relative Peripheral Hyperopia: One-Year Results. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 52, 9362-9367.
32. Fujikado T, Ninomiya S, Kobayashi T, Suzaki A, Nakada M, Nishida K. (2014). Effect of Low-Addition Soft Contact Lenses with Decentered Optical Design on Myopia Progression in Children: A Pilot Study. *Clinical ophthalmology*, 8, 1947-1956.
33. Pauné J, Morles H, Armengol J, Quevedo L, Faria-Ribeiro M, González-Méijome JM. (2015). Myopia Control with a Novel Peripheral Gradient Soft Lens and Orthokeratology: A 2-Year Clinical Trial. *BioMed Research International*, 2015, 507572.
34. Huang J, Wen D, Wang Q, et al. (2016). Efficacy Comparison of 16 Interventions for Myopia Control in Children: A Network Meta-Analysis. *Ophthalmology*, 123, 697-708.
35. 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 Ophthalmology*, 132, 258-264.
36. *Dosis baja de atropina para niños con miopía. (s.d.)*. Recuperat de la pàgina web de la American Academy of Ophthalmology: <https://www.aao.org/salud-ocular/noticias/dosis-baja-de-atropina-para-ninos-con-miopia>
37. Kanda H, Oshika T, Hiraoka T, et al. (2018). Effect of spectacle lenses designed to reduce relative peripheral hyperopia on myopia progression in Japanese children: a 2-year multicenter randomized controlled trial. *Japanese Journal of Ophthalmology*, 62, 537-543.