

Prevalencia de miopía, hipermetropía y astigmatismo en México: Una revisión sistemática

Prevalence of myopia, hyperopia and astigmatism in Mexico: a systematic review

Mario I. Ortiz ^a, Gabriela Paola Campuzano-Revilla ^b, Víctor M. Muñoz-Pérez ^c, Carlos Enrique Cuevas-Suárez ^d

Abstract:

Purpose. This systematic review investigates the prevalence of myopia, hyperopia and astigmatism in the Mexican population, including all age groups. **Methods.** A detailed search was carried out from studies that reported refractive errors (RE), from any part of the Mexico in the following databases: Scopus, PubMed, Cochrane, Medline, Web of Science and Google Scholar. **Results.** A total of 21 manuscripts were included in the final analysis. A total of 688,893 subjects were included in the studies (aged 0 – 90 years). About the sex of patients, 450,097 (65.6 %) were women and 235,918 (34.39%) were men. The general prevalence of RE was of 59 percent. The myopia, hyperopia, and astigmatism general prevalence were 24.78%, 20.77 % and 13.6 %, respectively. **Conclusion.** The prevalence of RE was high. Results showed that myopia was the most common refractive error in children and adults followed by astigmatism and hyperopia in the Mexican population.

Keywords:

Astigmatism; hyperopia; Mexico; myopia; refractive errors, prevalence

Resumen:

Propósito. Esta revisión sistemática investiga la prevalencia de miopía, hipermetropía y astigmatismo en la población mexicana, incluidos todos los grupos de edad. **Métodos.** Se realizó una búsqueda detallada a partir de estudios que reportaron errores refractivos (ER), de cualquier parte del México en las siguientes bases de datos: Scopus, PubMed, Cochrane, Medline, Web of Science y Google Scholar. **Resultados.** Se incluyeron un total de 21 manuscritos en el análisis final. En los estudios se incluyeron un total de 688,893 sujetos (de 0 a 90 años). En cuanto al sexo de los pacientes, 450,097 (65.6%) eran mujeres y 235,918 (34.39%) eran hombres. La prevalencia general de RE fue del 59 por ciento. La prevalencia general de miopía, hipermetropía y astigmatismo fue de 24.78 %, 20.77% y 13.6 %, respectivamente. **Conclusión.** La prevalencia de RE fue alta. Los resultados mostraron que la miopía fue el error refractivo más común en niños y adultos, seguido del astigmatismo y la hipermetropía en la población mexicana.

Palabras Clave:

Astigmatismo; hipermetropía; México; miopía; errores refractivos, prevalencia

Introducción

Los errores de refracción son una condición anatómica del ojo que provoca que las imágenes de los objetos no se enfoquen en la retina.^{1,2} Los errores de refracción son las afecciones de discapacidad visual más comunes en

el mundo y se encuentran entre las enfermedades tratables que ocurren con más frecuencia.³ Los errores de refracción más comunes son: miopía e hipermetropía (llamados errores esféricos) y astigmatismo (esto es una asimetría óptica).⁴ De los tres errores refractivos mencionados, el más común es la miopía, seguido del

^a Autor de Correspondencia, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, <https://orcid.org/0000-0003-1047-6304>, Email: mario_i_ortiz@hotmail.com

^b Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, <https://orcid.org/0000-0002-3805-0092>, Email: gapcampuzano@gmail.com

^c Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, <https://orcid.org/0000-0003-1820-0839>, Email: victor9783@hotmail.com

^d Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, <https://orcid.org/0000-0002-2759-8984>, Email: cecuevas@uaeh.edu.mx

astigmatismo y finalmente la hipermetropía.³⁻⁵ En la miopía, la luz se enfoca hacia un punto anterior a la retina como resultado de una refracción excesiva en la córnea o cristalino, o debido a un aumento en la longitud del ojo.² Se ha reportado una epidemia de miopía en todo el mundo.^{5,6} Esta epidemia se ha relacionado principalmente con el trabajo en espacios cerrados.⁵ Asimismo, este aumento en la prevalencia global de miopía también se ha relacionado a las demandas académicas de los niños, los cambios en el estilo de vida, así como la reducción del tiempo de los niños al aire libre.⁶ El astigmatismo es causado por irregularidades en el radio de curvatura de la córnea.⁴ Esta anomalía puede involucrar uno o ambas superficies corneales.⁴ En el astigmatismo las imágenes de los objetos (tanto cercanos como lejanos) se perciben como borrosas y distorsionadas.^{4,6} Se ha relacionado un origen genético con el astigmatismo, así como con una lesión, trauma, alguna enfermedad o intervención ocular o cirugía de cataratas.^{4,6} La hipermetropía es un defecto refractivo de la longitud axial, resultante de la reducción del diámetro anteroposterior del globo ocular.⁷ Esta condición es normal en los niños pequeños y generalmente disminuye con la edad.^{7,8} En la hipermetropía, existe una falta de nitidez o visión borrosa de los objetos cercanos. Esto ocurre como consecuencia de enfocar las imágenes detrás de la retina y no directamente sobre ella.^{7,8}

Los errores de refracción pueden simplemente medirse, diagnosticarse y corregirse con la ayuda de abordajes correctivos ópticos y dispositivos ópticos como gafas y lentes de contacto o mediante procedimientos quirúrgicos refractivos, en casos seleccionados.⁹ Sin embargo, cuando los errores de refracción no se resuelven a tiempo, pueden ocurrir complicaciones que pueden conducir a discapacidad visual y ceguera.³ Los problemas refractivos son el motivo más frecuente de consulta al oftalmólogo, seguidos por glaucoma, cataratas y enfermedades del compartimento posterior del ojo.²

El bajo rendimiento escolar y las alteraciones en el desarrollo psicosocial y motor pueden ser causadas por errores de refracción en los niños. En los adultos, los errores de refracción pueden provocar un desempeño laboral deficiente, aislamiento, dificultad para caminar y caídas.^{10,11} Los errores de refracción producen un impacto económico significativo en todo el mundo. Por ejemplo, se estima que los casos de miopía no corregida tienen un costo anual de alrededor de \$ 244 mil millones de dólares.¹⁰

La Organización Mundial de la Salud estima que hay alrededor de 2,200 millones de personas con discapacidad visual en todo el mundo (alrededor del 30% de la población).¹⁰ El astigmatismo (14.9% en niños y

40.4% en adultos) es el error de refracción más común en niños y adultos a nivel mundial, seguida de la hipermetropía (4.6% en niños y 30.6% en adultos) y miopía (11.7% en niños y 26.5% en adultos).¹¹ La prevalencia de discapacidad visual parece ser mayor en los países de ingresos bajos y medianos.¹⁰ En el caso de América, la prevalencia de astigmatismo, hipermetropía y miopía en niños fue de 27.2, 14.3 y 8.4%, respectivamente.¹¹ Para los adultos, la prevalencia de astigmatismo, hipermetropía y miopía fue de 45.6, 37.2 y 16.2%, respectivamente.¹¹

Según el censo de población y vivienda de México 2020, 12 291,201 habitantes mexicanos padecen alguna limitación visual y discapacidad.¹² Sin embargo, esta frecuencia parece menor que la frecuencia mundial reportada por la Organización Mundial de la Salud.¹⁰ Esto puede deberse a un sub-registro en el Censo de población mexicano por razones metodológicas. Por lo tanto, la presente revisión sistemática tuvo como objetivo determinar la prevalencia de miopía, hipermetropía y astigmatismo en la población mexicana a partir de estudios poblacionales.

Materiales y métodos

Estrategia de búsqueda y búsqueda bibliográfica

La presente revisión sistemática se realizó de acuerdo con los lineamientos de la guía de publicación de la investigación diseñada para mejorar la integridad del informe de revisiones sistemáticas y meta-análisis (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses- PRISMA).¹³ El protocolo del estudio fue desarrollado, registrado y publicado en el registro prospectivo internacional de revisiones sistemáticas (PROSPERO), con el registro CRD42021239853. Se realizaron búsquedas en las bases de datos Scopus, PubMed, Embase, Web of Science, Cochrane Library y Google Scholar para obtener estudios publicados sobre la prevalencia de errores refractivos en México. Se utilizaron las siguientes palabras clave para realizar la búsqueda: error refractivo O error refractivo O miopía O hipermetropía O astigmatismo O error refractivo Y prevalencia O incidencia Y México. La búsqueda bibliográfica fue realizada de forma independiente por dos revisores hasta febrero de 2021.

Selección de artículos

Los manuscritos para revisión de texto completo fueron seleccionados de acuerdo con los siguientes criterios de elegibilidad: 1) artículos originales que reportan la prevalencia de errores refractivos, incluyendo miopía, hipermetropía y astigmatismo en México; 2) artículos escritos en inglés o español; 3) publicado de 1970 a 2020. Los criterios de exclusión fueron: población

mexicana residente fuera de México, estudios que no expresaran la prevalencia de errores refractivos y datos insuficientes para el análisis. Se realizaron búsquedas manuales en las listas de referencias de los artículos relevantes para identificar manuscritos adicionales. Un diagrama de flujo de PRISMA (Figura 1) muestra el proceso involucrado en la obtención de estudios elegibles.

Evaluación de la calidad metodológica

La evaluación de la calidad se realizó mediante la herramienta Mix Methods Appraisal Tool (MMAT).¹⁴ Los estudios se analizaron en los siguientes dominios: preguntas de investigación claras, recolección de datos adecuada, estrategias de muestreo relevantes, muestras representativas de la población objetivo, medidas adecuadas, nivel de sesgos y análisis estadístico apropiado. Con la escala anterior, se otorgó un punto por cada marcador de calidad cumplido, para una puntuación total máxima de siete.

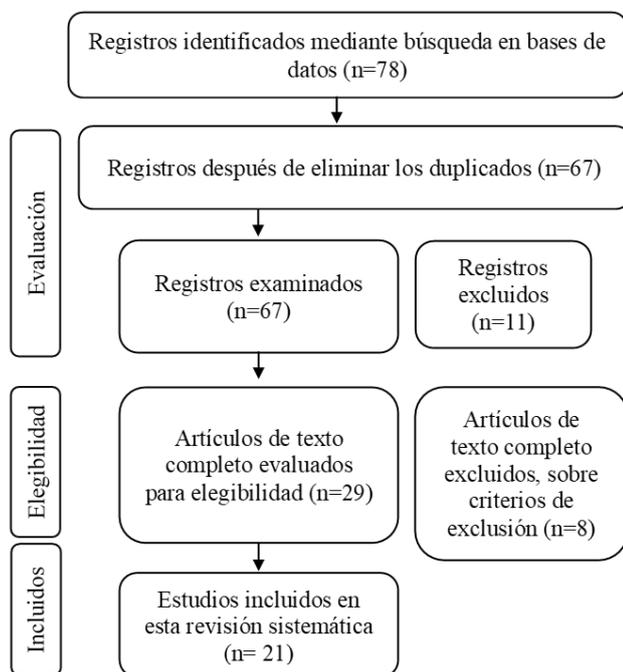


Figura 1. Diagrama de flujo del método PRISMA

Obtención y análisis de datos

Las investigaciones se revisaron sistemáticamente de acuerdo con los errores de refracción epidemiológicos. Los datos se extrajeron de los estudios después de una evaluación y revisión exhaustivas. Las variables de interés de cada estudio se organizaron en hojas de cálculo estandarizadas y se clasificaron según las siguientes características: autores, año, tamaño de la población, edad de los participantes, tipo de población

(urbana, suburbana o rural), diseño del estudio, prevalencia de errores refractivos (miopía, hipermetropía y astigmatismo), herramientas de evaluación, cicloplejía, personal que realizó la evaluación, análisis e interpretación. Los resultados se organizaron en diferentes tablas. Se analizaron resultados tanto cualitativos como cuantitativos. Para obtener la prevalencia se realizó un promedio entre las prevalencias reportadas en los 21 estudios. Los resultados se calcularon dividiendo a la población general en grupos de menores de 19 años, mayores de 19 años¹² y estudios que incluyeron rangos de edad de 0 a 90 años.

Resultados

Resultados de la búsqueda y calidad

Se identificaron un total de 78 títulos potencialmente relevantes a partir de búsquedas en bases de datos electrónicas. Después de excluir los artículos redundantes, se revisaron los títulos y resúmenes de 67 manuscritos. Se excluyeron 38 artículos luego de leer sus resúmenes acerca de los criterios de inclusión del estudio, y 8 artículos luego de leer su texto completo debido a que la población mexicana reside fuera de México y los datos son insuficientes para el análisis. Por lo tanto, al final solo se incluyeron 21 publicaciones para el análisis.¹⁵⁻³⁵ La estrategia de revisión se resume en la Figura 1. Las puntuaciones de calidad total oscilaron entre el 60 y el 100%. Las características de población, edad, sexo, ciudad y Estados mexicanos se muestran en la tabla 1.

Un total de 688,893 sujetos fueron incluidos en los 21 estudios (de 0 a 90 años). De los 21 manuscritos, 11 fueron del centro de México¹⁵⁻²⁵, seis del norte de México²⁶⁻³¹, tres del sur de México³²⁻³⁴ y uno de ellos fue realizado en 14 estados de la República Mexicana³⁵. Del número total de manuscritos, solo 16 artículos mencionan el sexo de la población.^{17-29,32,33,35} Así, se incluyeron en el análisis 450,097 (65.6%) mujeres y 235,918 (34.39%) hombres (Tabla 1).

Las definiciones cuantitativas utilizadas para los diagnósticos, las herramientas de evaluación y los profesionales sanitarios que realizaron los diagnósticos se resumen en la Tabla 2. Solo cinco (23.8%) estudios realizaron optometría bajo cicloplejía para las medidas.^{16,26,28,30,34}

Prevalencia de infección del tracto urinario

De los 688,893 sujetos incluidos, 407,738 (59.18%) sufren algún defecto de refracción (tabla 3). La prevalencia de miopía, hipermetropía y astigmatismo osciló entre 4.6 a 60.2%, 0.0 a 25.0% y 4.4 a 53.0%, respectivamente (Tabla 3). Las prevalencias generales

de miopía, hipermetropía y astigmatismo fueron 24.78, 20.77 y 13.6%, respectivamente.

En la tabla 3 se muestra la prevalencia de errores refractivos reportados en los estudios analizados, los cuales se dividen en población menor de 19 años^{16-21,23-26,32-35}, mayores de 19 años^{22,28,30,31,35} y en estudios asociados con un rango de edad mixto^{15,27,29}.

En pacientes menores de 19 años, la prevalencia de miopía, hipermetropía y astigmatismo osciló entre 4.6 a 54.6%, 0.0 a 22.5% y 4.4 a 53.0%, respectivamente

(tabla 3). En este mismo grupo de edad, la prevalencia general de miopía, hipermetropía y astigmatismo fue del 24.0, 4.5 y 14.7%, respectivamente.

En pacientes mayores de 19 años, la prevalencia de miopía, hipermetropía y astigmatismo osciló entre 18.8 a 60.2%, 0.5 a 12.1% y 2.4 a 15.6%, respectivamente (tabla 3). En este mismo grupo de edad, la prevalencia general de miopía, hipermetropía y astigmatismo fue del 45.8, 6.4 y 8.5%, respectivamente.

Tabla 1. Características de los estudios

Estado de la República	Ciudad	n	Edad en años	Sexo		Ref.
				Femenino	Masculino	
4 estados	Varias	676 856	6 - 90	444 953	231 903	35
Sonora	Guaymas	1 800	0 – 85	1143	657	27
Edo. México	Naucalpan	1 432	1 - +45	NR	NR	15
Baja Cal. Norte	Tijuana	1 209	1 – 86	724	473	29
Edo. México	Netzahualcóyotl	1 138	6 – 15	612	524	23
Nuevo León	Monterrey	1 035	12 – 13	581	454	26
Guerrero	Cutzamala	860	6 - 12	457	403	33
Quintana Roo	Cancún	633	5 – 14	NR	NR	34
Oaxaca	Oaxaca	493	5 – 18	285	208	32
Morelos	Cuatla	369	6 – 12	190	179	17
Morelos	Cuatla	337	6 – 12	151	186	25
Nuevo León	Monterrey	321	19 – 25	NR	NR	30
Edo. México	Temascalapa	318	6 – 12	142	176	19
Edo. México	SJ. Teacalco	317	6 – 12	142	174	21
Nuevo León	Monterrey	315	19 – 25	175	140	28
Puebla	Puebla	308	19 – 25	175	133	22
Nuevo León	Monterrey	300	18 – 37	NR	NR	31
Edo. México	Tlalnepantla	291	6 – 12	146	145	20
Cd. México	Miguel Hidalgo	209	6 – 12	130	79	24
Cd. México	Cuauhtémoc	200	6 – 12	NR	NR	16
Cd. México	Tláhuac	152	6 – 12	91	84	18

NR = No reportado

En el grupo de pacientes con edades mixtas, la prevalencia de miopía, hipermetropía y astigmatismo alcanzó porcentajes de entre 13.0 a 24.8%, 5.4 a 25.0% y 13.5 a 43.6%, respectivamente (tabla 3). En el mismo grupo, la prevalencia de miopía, hipermetropía y astigmatismo fue del 24.7, 21.0 y 13.6%, respectivamente.

Discusión

Los errores de refracción son los trastornos oculares más comunes que afectan a todos los grupos de edad y se consideran un problema de salud pública.³⁶ La ametropía no corregida en 2015 fue la primera causa de deterioro de la visión global.³⁷ En la presente revisión sistemática,

21 publicaciones sobre errores de refracción en población mexicana fueron evaluadas. Luego de evaluar su calidad metodológica, realizada por la Herramienta de Evaluación de Métodos Mixtos (MMAT)¹⁴, los puntajes de calidad total alcanzaron valores de 60 a 100%. Se incluyeron un total de 688,893 sujetos en los 21 estudios (de 0 a 90 años) y solo en 16 estudios se informó el sexo de la población estudiada (Tabla 1). Los resultados reportados en la literatura sobre la prevalencia de errores refractivos entre mujeres y hombres son inconsistentes. En un meta-análisis sobre la prevalencia de errores de refracción, se encontró casi la misma proporción de hombres (52%) y mujeres (48%) en población iraní.³⁸ Se encontraron hallazgos similares en una revisión

sistemática y meta-análisis reciente en el Oriente Medio.³⁹ Sin embargo, un estudio sobre la prevalencia de la miopía mostró que era casi el doble en las mujeres de 18 años que en los hombres de la misma edad en la región de Asia oriental.⁴⁰ Los errores de refracción se

asociaron significativamente con una mayor prevalencia y gravedad del astigmatismo en niños chinos.⁴¹ Nuestro estudio tuvo una tasa más alta de mujeres evaluadas (65%) que de hombres.

Tabla 2. Características de las medidas de estudio

Definición utilizada	Herramientas	Examinación			Evaluador	Ref.
		C	NC	NE		
Miopía (≥ -0.5 D EE), alta Miopía (≤ -5 D), Hipermetropía ($EE > +1$ D), y Astigmatismo (Cilindro ≥ -1.55 D)	Retinoscopio Auto refractor	X			Oftalmólogo y residentes	26
Ametropía EE 0.50 D o menos, Cilindro 0.75 D o menos, o a combinación de ambos.	Snellen, Retinoscopio	X			Pediatra	16
Miopía ($EE \leq -0.50$ D), Astigmatismo (Cilindro ≤ -1.50 D), Hipermetropía ($EE \geq +1.00$ D).	Auto refractor Retinoscopio	X			Oftalmólogo	28
Miopía ($EE \leq -0.50$ D), Astigmatismo (Cilindro ≤ 0.75 D), Hipermetropía ($EE \geq +2.00$ D).	Snellen, Retinoscopio	X			Optometristas	34
NE	Auto refractor Snellen	X			Oftalmólogo	30
Miopía ($EE \geq -0.50$ D), Hipermetropía ($EE \geq +0.50$ D), Astigmatismo (Cilindro ≥ 1 D),	Retinoscopio		X		Optometrista	32
NE	Proyector de optotipos Retinoscopio		X		Optometrista	17
NE	Snellen Retinoscopio		X		Optometrista	33
Miopía ($EE \leq -0.50$ D), Astigmatismo (Cilindro $\leq -1, 50$ D), Hipermetropía ($EE \geq +1.00$ D).	Snellen Retinoscopio		X		Optometrista	19
NE	Snellen Oftalmoscopio		X		Optometrista	20
Miopía ($EE \leq -0.50$ D), Astigmatismo (Cilindro ≤ -1.50 D), Hipermetropía ($EE \geq +0.50$ D).	Snellen Retinoscopio		X		Optometrista	21
Miopía (-0.75 D), Hipermetropía (+0.75 D), Astigmatismo (-1.5 D)	Autor refractor		X		Oftalmólogo, Optometrista	29
Miopía $EE \geq 0.50$ D	Snellen		X		Optometristas	23
Miopía ($EE \leq -0.50$ D).	Autor refractor		X		NE	31
NE	Oftalmoscopio Retinoscopio			X	Optometrista	15
Miopía Simple $<2 - >5$, Astigmatismo miópico con Cilindro >2 D, Astigmatismo miópico compuesto con Cilindro <2 D, Astigmatismo hipermetrope con Cilindro <2 D - >2 D, Hipermetropía simple >2 D - <2 D	Retinoscopio			X	Optometrista	27
NE	Proyector de optotipos Retinoscopio			X	Optometrista	18
NE	Snellen Retinoscopio			X	Oftalmólogo	22
Miopía ($EE > -0.50$ D), Hipermetropía ($EE > +0.50$ D), Astigmatismo (Cilindro ≥ -0.25 D)	Auto refractor			X	NE	35
NE	Auto refractor			X	Optometrista	24
NE	Proyector de optotipos Retinoscopio			X	Optometrista	25

Equivalente esférico (EE), Dioptría (D), No especificado (NE), optometría bajo ciclopejía (C), y sin ciclopejía (SC).

Sin embargo, una limitante en los resultados fue que el sexo de los pacientes incluidos no se registró en cinco estudios (Tabla 1) y la distribución de los datos de acuerdo al sexo según los errores refractivos solo se mencionó en seis estudios.^{15,19,23,25,26,35} Por ello, es necesario realizar más estudios poblacionales mexicanos para determinar la participación real del sexo en la prevalencia de errores refractivos. Residir en áreas urbanas o rurales se considera un factor importante en la prevalencia de errores de refracción y parece ser mayor en la población urbana.⁴² La necesidad de corregir los errores de refracción es significativamente mayor en las personas urbanas y alfabetizadas que en la población rural.⁴ La falta de corrección de errores de refracción aumenta directamente con la edad, principalmente vinculada a los bajos ingresos (zona rural) y el bajo nivel educativo, y disminuye inversamente con el acceso a servicios oftalmológicos y planes de salud (zona urbana).⁴³ De todos los estudios incluidos en la presente revisión, el tipo de población (urbana, suburbana y rural) se indica en cinco estudios.^{21-23,32,34}

En el presente estudio, se incluyeron 688,893 pacientes en los 21 reportes y la prevalencia general de miopía, hipermetropía y astigmatismo fue del 24.7%, 20.87% y 13.6%, respectivamente. La presencia de una epidemia mundial de miopía está reportada en la literatura.^{2,5-7,36} Por tanto, la miopía es considerada por la Organización Mundial de la Salud como una de sus cinco prioridades del programa visión 2020 para prevenir la ceguera.⁴⁴ La miopía juvenil es promovida por una combinación de factores genéticos y ambientales como la educación intensiva y el tiempo limitado al aire libre.⁴⁵⁻⁴⁷ En el presente estudio se encontró una prevalencia general de miopía del 24.0% en el grupo de pacientes menores de 19 años (Tabla 3), la cual es un poco menor a la prevalencia de 28.9% encontrada en niños canadienses (11-13 años).⁴⁸ La prevalencia de miopía encontrada en el presente estudio es diferente a las prevalencias de miopía del 8.4% en estadounidenses¹¹ y del 13.2% reportado en población latina de 5 a 17 años residente en los Estados Unidos de América.⁴⁹ Otro estudio reportó una prevalencia de miopía del 3.2% en niños latinos (entre 6 y 72 meses de edad) que residen en los EE.UU.⁵⁰ Además, un estudio realizado en Noruega reportó una prevalencia de miopía del 13% en población latina entre 16 y 19 años.⁵¹ La discrepancia entre estos últimos resultados y el resultado de nuestro estudio puede deberse al estilo de vida de los niños mexicanos que se asocia con un mayor tiempo en actividades en lugares cerrados y la uso de aparatos o dispositivos electrónicos.⁵² Por lo tanto, el intento de prevenir o retrasar la aparición de la miopía entre los niños mexicanos incluye varias estrategias terapéuticas como el aumento del tiempo al aire libre, anteojos, lentes de contacto y agentes farmacológicos.^{45-47,53} En el presente estudio se encontró una prevalencia general de miopía del 45.8% en la población mayor de 19 años. Esta prevalencia es superior a la prevalencia de miopía de 12.9%, 16.2% y 29.1% encontrada en pacientes latinos residentes en Colombia⁵⁴, adultos estadounidenses¹¹ y población argentina de 38 a 54 años⁵⁵, respectivamente. Sin embargo, la prevalencia de miopía encontrada en el presente estudio es casi similar a la prevalencia de 48% encontrada en otro estudio en sujetos latinos mayores de 40 años residentes en los Estados Unidos de América.⁵⁶ La prevalencia de miopía encontrada en población mexicana puede ser causada por el retraso en el diagnóstico y tratamiento del error refractivo. El uso de lentes de contacto blandos, lentes progresivos, dosis bajas de atropina y tratamiento médico-quirúrgico puede prevenir la progresión de la miopía en adultos.⁵³ Sin embargo, los tratamientos para prevenir la progresión y complicaciones de la miopía son

Tabla 3. Prevalencia de errores de refracción

Prevalencia			Edad (años)	Ref.
Miopía (%)	Hip (%)	Ast (%)		
54.6	3.7	26.4	5 – 18	32
44	6	9.5	12 – 13	26
33	-	-	6 - 15	23
18.21	16.66	39.86	6 – 12	20
17.43	15.46	37.1	6 – 12	18
17	6.5	20	6 – 12	17
15.34	3.95	12.44	6 - 12	33
12.9	-	-	6 - 12	25
9.8	5.4	4.4	6 – 12	21
9.7	0	4.4	6 – 12	19
8	22.5	53	6 – 12	16
4.6	2.4	22.3	5 – 14	34
-	-	38.48	6 – 12	24
24.0*	4.5*	14.7*	<19 años	
60.2	-	-	19 – 37	31
52.06	12.06	15.55	19 – 25	30
52	12	15.5	19 – 25	28
18.82	0.52	2.36	19 – 24	22
45.8*	6.4*	8.5*	19-37 años	
24.8	21	13.5	0 – 90	35
19.4	5.4	43.6	1 – +45	15
18	12	37	0 – 85	27
13	25	18	1 – 86	29
24.7*	21.0*	13.6*	0-90 años	

*Prevalencia general, Hip=hipermetropía, Ast= astigmatismo

limitados en la población mexicana y pocas personas tienen acceso a una atención oftalmológica adecuada.²⁵ Se encontró una prevalencia general de miopía del 24.7% en la población entre 0 y 90 años (tabla 3). El resultado es consistente con la prevalencia del 25.3% encontrada en la población brasileña entre 1 y 96 años.⁴³ Prevenir el aumento de la miopía sigue siendo un problema global, que requiere la acción de médicos investigadores, incluidos el gobierno, las escuelas, y los médicos de las Instituciones públicas y privadas.

Existe una asociación inversa entre la hipermetropía y la edad.^{57,58} Además, la raza blanca, el tabaquismo materno durante el embarazo y tener seguro médico se asocian con un mayor riesgo de hipermetropía en los niños en edad preescolar.⁵⁹ La hipermetropía es bastante alta en los niños muy pequeños, principalmente neonatos y lactantes.^{60,61} La prevalencia de hipermetropía en la población estudiada menor de 19 años fue de 4.5% (Tabla 3). Se informó un resultado casi similar en 796 niños latinos (prevalencia del 6.87%).⁶² Sin embargo, la prevalencia en el presente estudio fue menor que la prevalencia de hipermetropía del 14.3%, 22.83% y 57%, encontrada en pacientes estadounidenses¹¹, niños estadounidenses (6 a 72 meses de edad)⁵⁰ y pacientes latinos (16 a 19 años de edad)⁵¹, respectivamente. Sin embargo, la población mayor de 19 años tuvo una prevalencia general de hipermetropía del 6.4% (Tabla 3). Ésta es inferior a la prevalencia de hipermetropía del 37.2%, 41% y 43.6%, encontrada en adultos estadounidenses¹¹, pacientes estadounidenses mayores de 40 años⁶³ y en 4,272 adultos latinos (de 40 a 79 años) en España, respectivamente. Estas inconsistencias en la prevalencia de la hipermetropía podrían deberse a las edades de las poblaciones que se han estudiado. La detección y el tratamiento tempranos de la hipermetropía en los niños pueden prevenir posibles complicaciones, como el desarrollo de ambliopía y estrabismo, que afectan negativamente la visión del niño.⁶⁴

El astigmatismo no corregido se ha asociado con un mayor riesgo de miopía y ambliopía.^{42,65} La edad más joven, la etnia hispana, la raza afroamericana, la presencia de otro error refractivo y el tabaquismo materno durante el embarazo son factores de riesgo importantes de astigmatismo.⁴¹ El presente estudio encontró una prevalencia general del 13.61% de astigmatismo en la población total, que fue la menor incidencia de los tres errores refractivos. La prevalencia de astigmatismo reportada en el estudio en el grupo menor de 19 años fue del 14.7%. La cual es superior a la prevalencia del 9% en adolescentes latinos de 16 a 19 años residentes en Noruega.⁵¹ En otros dos estudios se describió la prevalencia de astigmatismo de 22.2% y 27.2% en niños latinos⁶⁶ y niños estadounidenses¹¹.

En el grupo de población adulta, mayores de 19 años, la prevalencia general de astigmatismo fue del 8.5%. Este resultado es superior al 2.8% en pacientes latinos residentes en Colombia.⁵⁴ En otro estudio, los pacientes latinos residentes en Estados Unidos tenían una prevalencia de astigmatismo del 11% .⁵⁶ Se reportó una prevalencia general de astigmatismo en nuestro estudio del 13.63% en el población de 0 a 90 años (Tabla 3). Este resultado es inferior al 59.7% y 35.6% reportado en grupos de edad similares en población brasileña y pacientes iraníes, respectivamente.^{43,67}

Los resultados encontrados en esta revisión sistemática muestran que al menos el 59.17% de la población estudiada padece algún error refractivo. Este resultado es mayor que el 10.1% de la población mexicana con alguna limitación visual según el censo de población y vivienda de México 2020.¹¹ Esto puede deberse a un subregistro en el censo de población mexicano debido a las siguientes posibles razones: 1. el entrevistador no es considerado como un profesional de la salud, 2. la persona encuestada no sabe o niega tener un defecto refractivo, y 3. solo se entrevistó a un familiar durante la encuesta.¹¹ En este sentido, es importante detectar tempranamente el defecto refractivo en los jóvenes, ya que pueden conducir a un bajo rendimiento escolar, alteraciones en el desarrollo psicosocial y motor y producir ambliopía irreversible si no se tratan a tiempo. De manera similar, los defectos de refracción en personas adultas pueden llevar a un desempeño laboral deficiente, aislamiento, dificultad para caminar y caídas.¹¹ Luego del diagnóstico, existen diferentes soluciones para los problemas de refracción como anteojos o lentes de contacto o cirugía refractiva.^{2,20} Los errores de refracción esféricos, como la miopía y la hipermetropía, se pueden corregir con lentes esféricos, mientras que el astigmatismo con lentes cilíndricos.^{2,20} Sin embargo, la seguridad social en México no cubre los costos de los lentes. Por tanto, cubrir el costo de los anteojos es difícil para la población que reside en comunidades pobres de México.³²

México (oficialmente los Estados Unidos Mexicanos) está conformado por 31 estados y la Ciudad de México. Una de las limitaciones del presente estudio es la falta de estudios epidemiológicos en la mayoría de los estados del país. En este sentido, la prevalencia de los errores refractivos encontrados en el presente estudio no representa a toda la población del país. Por otro lado, otra limitación es que no se analizaron las severidades o categorías de miopía, hipermetropía o astigmatismo. A pesar de estas limitaciones, este es el primer estudio que muestra la prevalencia general de errores refractivos en México, por lo que puede considerarse un dato

importante en la epidemiología mundial de estos problemas de visión.

Conclusión

En conclusión, en la presente revisión sistemática, el 59.17% de la población mexicana, que fue estudiada, ha presentado algún error refractivo. Los resultados mostraron que la miopía fue el error refractivo más común seguido del astigmatismo y la hipermetropía.

Referencias

- [1] Wedner S, Dineeen B. Refractive errors. Trop. Doct. 2003; 33: 207-9.
- [2] Williams KM, Verhoeven VJ, Cumberland P, Bertelsen G, Wolfram C, Buitendijk GH, et al. Prevalence of refractive error in Europe: the European eye epidemiology (E(3)) consortium. Eur. J. Epidemiol. 2015; 30: 305-15.
- [3] Schiefer U, Kraus C, Baumbach P, Ungewiß J, Michels R. Refractive errors. Dtsch. Arztebl. Int. 2016; 14: 693-702.
- [4] Harb EN, Wildsoet CF. Origins of refractive errors: environmental and genetic factors. Annu. Rev. Vis. Sci. 2019; 15: 47-72.
- [5] De Jong PTVM. Myopia: its historical contexts. Br. J. Ophthalmol. 2018; 102: 1021-7.
- [6] Resnikoff S, Pascolini D, Mariotti SP, Pokharel GP. Global magnitude of visual impairment caused by uncorrected refractive errors in 2004. Bull. World Health Organ. 2008; 86: 63-70.
- [7] Morgan IG, Ohno-Matsui K, Saw SM. Myopia. Lancet 2012; 5: 1739-48.
- [8] Hashemi H, Iribarren R, Morgan IG, Khabazkhoob M, Mohammad K, Fotouhi A. Increased hyperopia with ageing based on cycloplegic refractions in adults: the Tehran eye study. Br. J. Ophthalmol. 2010; 94: 20-3.
- [9] Read SA, Collins MJ, Carney LG. A review of astigmatism and its possible genesis. Clin. Exp. Optom. 2007; 90: 5-19.
- [10] Blindness and vision impairment. World Health Organization; 2021. [Internet]. [Citado: 3 abril 2021]. Disponible en <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>.
- [11] Hashemi H, Fotouhi A, Yekta A, Pakzad R, Ostadimoghaddam H, Khabazkhoob M. Global and regional estimates of prevalence of refractive errors: systematic review and meta-analysis. J. Curr. Ophthalmol. 2017; 3-22.
- [12] Población con limitación o discapacidad por entidad federativa y tipo de actividad que realiza o condición mental según sexo, 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía Censo de Población y Vivienda; 2020. [Internet]. [Citado: 16 abril de 2021]. Disponible en : https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?pxq=Discapacidad_Discapacidad_02_b73245cd-6c24-42c6-b7e2-d8eff80939e2.
- [13] Hutton B, Catalá-López F, Moher D. The PRISMA statement extension for systematic reviews incorporating network meta-analysis: PRISMA-NMA. Med. Clin. (Bare). 2016; 147: 262-6.
- [14] Hong QN, Pluye P, Fàbregues S, Bartlett G, Boardman F, Cargo M, et al. Improving the content validity of the mixed methods appraisal tool: a modified e-Delphi study. J. Clin. Epidemiol. 2019; 111: 49-59.
- [15] Baz Iglesias R, Solís López S, Gaxiola Armenta M, Carrillo Gómez S, Baz Díaz Lombardo G. Visual disorders in the municipality of Naucalpan. Salud Pública Mex. 1984; 26: 17-25.
- [16] Ramírez-Sánchez EV, Arroyo-Yllanes ME, Magaña-García M. Determinación del estado refractivo en niños sanos, en el hospital general de México. Rev. Mex. Oftalmol. 2003; 77: 120-3.
- [17] Fernández Loaeza RE. Caracterización de ametropías en la población de 6 a 12 años en la escuela José Ma. Morelos y Pavón en la colonia Morelos del Municipio de Cuautla Morelos [Tesis de posgrado]. Mexico: I.P.N.; 2010.
- [18] Orduña Anguiano RA. Caracterización de problemas refractivos en la población de 6 a 12 años en Santa Catarina Yecahuizotl, Tláhuac Distrito Federal. [Tesis de posgrado]. Mexico: I.P.N.; 2010.
- [19] Sánchez González L. Caracterización de los problemas refractivos en la población de 6 a 12 años en Teacalco, Municipio de Temascalapa, Edo. Mex. [Tesis de posgrado]. Mexico: I.P.N.; 2010.
- [20] Bolaños Flores I. Caracterización de los problemas refractivos en niños de 6 a 12 años en la escuela primaria "profesor Isidro Castillo" del municipio de Tlanepantla, Estado de México. [Tesis de posgrado]. Mexico: I.P.N.; 2011.
- [21] García-Lievanos O, Sanchez-Gonzalez L, Espinosa-Cruz N, Hernandez-Flores LA, Salmeron-Leal L, Torres-Rodriguez HD. Myopia in schoolchildren in a rural community in the state of Mexico, Mexico. Clinical Optom. (Auckl). 2016; 8: 53-6.
- [22] Sánchez Hernández CR, Rivadeneira-Espinoza L, González Pérez A. Agudeza visual en alumnos de medicina en una universidad privada de Puebla México. Rev. Méd. Risaralda. 2016; 22: 79-82.
- [23] Rodríguez-Ábrego G, Sotero-Dueñas HM. Myopia prevalence among school-age children in a suburban population. Rev. Med. Inst. Seguro Soc. 2009; 47: 39-44.
- [24] Tapia Arandía MM. Caracterización de los problemas refractivos en niños de 6 – 12 examinados en la clínica de optometría del CICS ST, en el periodo Enero-Diciembre 2009. [Tesis de posgrado]. Mexico: I.P.N.; 2010.
- [25] Gutiérrez Morales J. Caracterización de los problemas refractivos en la población de 6 a 12 años de la escuela primaria urbana federa "2 de Mayo de 1812" en la colonia centro del municipio de Cuautla, Morelos. [Tesis de posgrado]. Mexico: I.P.N.; 2011. 50 p.
- [26] Villareal GM, Ohlsson J, Cavazos H, Abrahamsson M, Mohamed JH. Prevalence of myopia among 12- to 13-year-old schoolchildren in northern Mexico. Optom. Vis. Sci. 2003; 80: 369-73.
- [27] Denton MJ. Analysis of refractive error in Sonora, Mexico. [Tesis de posgrado]. USA: F.S.U.; 2009.
- [28] Morales González LA. Prevalencia de defectos refractivos en estudiantes de la facultad de medicina U.A.N.L. en el noreste de México y su asociación con el trabajo visual cercano. [Tesis de posgrado]. Mexico: U.A.N.L.; 2016.
- [29] Ismond JM, Timmermans MA, Ubels JL, Hoogewerf AJ. Prevalence of refractive error and need for corrective lenses in medically underserved residents of Tijuana, Mexico. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2017; 58: 2370.
- [30] Bustos Cruz JG. Progresión de defectos refractivos en estudiantes de la facultad de medicina U.A.N.L. [Tesis de posgrado]. Mexico: U.A.N.L.; 2020.
- [31] Cavazos-Salias CG, Montemayor-Saldaña N, Salum-Rodríguez L, Villarreal-Del Moral JE, Garza-Leon M. Prevalencia de miopía y factores de riesgo asociados en estudiantes de medicina en Monterrey. Rev Mex Oftalmol. 2019; 93: 246-253.
- [32] Castanon Holguin AM, Congdon N, Patel N, Ratcliffe A, Esteso P, Toledo Flores S, et al. Factors Associated with spectacle-wear compliance in school-aged Mexican children. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2006; 47: 925-8.
- [33] Fernández Rojo R. Problemas refractivos en niños de 6 a 12 años en la población de Cutzamala de Pizón Gro. [Tesis de posgrado]. Mexico: I.P.N.; 2010.

- [34] Signes-Soler I, Piñero DP, Murillo MI, Tablada S. Prevalence of visual impairment and refractive errors in an urban area of Mexico. *Int. J. Ophthalmol.* 2019; 18: 1612-7.
- [35] Gómez-Salazar F, Campos-Romero A, Gomez-Campaña H, Cruz-Zamudio C, Chaidez-Felix M, Leon-Sicairos N, et al. Refractive errors among children, adolescents and adults attending eye clinics in Mexico. *Int. J. Ophthalmol.* 2017; 10: 796-802.
- [36] Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, Jong M, Naidoo KS, Sankaridurg P, et al. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology.* 2016; 123: 1036-42.
- [37] Zhang Y, Qiu K, Zhang Q. Ametropia prevalence of primary school students in Chinese multi-ethnic regions. *Strabismus.* 2020; 28: 13-6.
- [38] Keshavarz K, Angha P, Sayehmiri F, Sayemiri K, Yasemi M. The prevalence of visual disorders in Iranian students: a meta-analysis study and systematic review. *Electron Physician.* 2017; 9: 5516-24.
- [39] Khoshhal F, Hashemi H, Hooshmand E, Saatchi M, Yekta A, Aghamirsalim M, et al. The prevalence of refractive errors in the Middle East: a systematic review and meta-analysis. *Int. Ophthalmol.* 2020; 40: 1571-86.
- [40] Rudnicka AR, Kapetanakis VV, Wathern AK, Logan NS, Gilmartin B, Whincup PH, et al. Global variations and time trends in the prevalence of childhood myopia, a systematic review and quantitative meta-analysis: implications for aetiology and early prevention. *Br. J. Ophthalmol.* 2016; 100: 882-90.
- [41] Wang J, Cheng QE, Fu X, Zhang R, Meng J, Gu F, et al. Astigmatism in school students of eastern China: prevalence, type, severity and associated risk factors. *BMC Ophthalmol.* 2020; 20:155.
- [42] Hashemi H, Asharlou A, Khabazkhoob M, Yekta A, Emamian MH, Fotouhi A. The profile of astigmatism in 6-12-years-old children in Iran. *J. Optom.* 2021; 14: 58-68.
- [43] Ferraz FH, Corrente JE, Opromolla P, Padovani CR, Schellini SA. Refractive errors in a Brazilian population: age and sex distribution. *Ophthalmic Physiol. Opt.* 2015; 35: 19-27.
- [44] Díaz Llopis M, Cisneros Lanuza A. Myopia, the challenge of ophthalmology and its worldwide "explosive epidemic". *Arch. Soc. Esp. Oftalmol.* 2018; 93: 365-7.
- [45] Galvis V, Tello A, Camacho PA, Parra MM, Merayo-Llodes J. Bio-environmental factors associated with myopia: an updated review. *Arch. Soc. Esp. Oftalmol.* 2017; 92: 307-25.
- [46] Morgan IG, French AN, Ashby RS, Guo X, Ding X, He M, et al. The epidemics of myopia: aetiology and prevention. *Prog. Retin Eye Res.* 2018; 62: 134-49.
- [47] Xiong S, Sankaridurg P, Naduvilath T. Time spent in outdoor activities in relation to myopia prevention and control: a meta-analysis and systematic review. *Acta Ophthalmol.* 2017; 95: 551-6.
- [48] Yang M, Luensmann D, Fonn D, Woods J, Jones D, Gordon K, et al. Myopia prevalence in Canadian school children: a pilot study. *Eye (Lond).* 2018; 32: 1042-7.
- [49] Kleinstejn RN, Jones LA, Hullett S, Kwon S, Lee RJ, Friedman NE, et al. Refractive Error and Ethnicity in Children. *Arch. Ophthalmol.* 2003; 121: 1141-7.
- [50] Borchert MS, Varma R, Cotter SA, Tarczy-Hornoch K, McKean-Cowdin R, Lin JH, et al. Risk factors for hyperopia and myopia in preschool children the multi-ethnic pediatric eye disease and Baltimore pediatric eye disease studies. *Ophthalmology.* 2011; 118:1966-73.
- [51] Hagen LA, Gjelle JVB, Arnegard S, Pedersen HR, Gilson SJ, Baraas RC. Prevalence and possible factors of myopia in norwegian adolescents. *Sci. Rep.* 2018; 8: 13479.
- [52] Ayala-Guzmán CI, Ramos-Ibáñez N, Ortiz-Hernández L. Accelerometry does not match with self-reported physical activity and sedentary behaviors in Mexican children. *Bol. Med. Hosp. Infant. Mex.* 2017; 74: 272-81.
- [53] Saw SM, Matsumura S, Hoang QV. Prevention and management of myopia and myopic pathology. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2019; 60: 488-99.
- [54] Galvis V, Tello A, Otero J, Serrano AA, Gómez LM, Camacho PA, et al. Prevalence of refractive errors in Colombia: MIOPUR study. *Br. J. Ophthalmol.* 2018; 102: 1320-3.
- [55] Cortinez MF, Chiappe JP, Iribarren R. Prevalence of refractive errors in a population of office-workers in Buenos Aires, Argentina. *Ophthalmic Epidemiol.* 2008; 15: 10-6.
- [56] Sandhu RK, Munoz BE, Swenor BK, West SK. Refractive error and visual function difficulty in a Latino population. *Ophthalmology.* 2012; 119: 1731-6.
- [57] Castagno VD, Fassa AG, Carret ML, Vilela MA, Meucci RD. Hyperopia: a meta-analysis of prevalence and review of associated factors among school-aged children. *BMC Ophthalmol.* 2014; 14:163.
- [58] Castagno VD, Fassa AG, Pereira Viela MA, Dalke Meucci R, Martins Resende DP. Moderate hyperopia prevalence and associated factors among elementary school students. *Cien. Saude. Colet.* 2015; 20: 1449-58.
- [59] Jiang X, Tarczy-Hornoch K, Stram D, Katz J, Friedman DS, Tielsch JM, et al. Prevalence, characteristics, and risk factors of moderate or high hyperopia among multiethnic children 6 to 72 months of age: a pooled analysis of individual participant data. *Ophthalmology.* 2019; 126: 989-99.
- [60] Sheeladevi S, Seelam B, Nukella PB. Prevalence of refractive errors in children in India: a systematic review. *Clin. Exp. Optom.* 2018; 101: 495-503.
- [61] Ip JM, Robaei D, Kifley A. Prevalence of hyperopia and associations with eye findings in 6- and 12-years-old. *Ophthalmology.* 2008; 115: 678-85.
- [62] Ying GS, Maguire MG, Cyert LA. Prevalence of vision disorders by racial and ethnic group among children participating in head start. *Ophthalmology.* 2014; 121: 630-6.
- [63] Anton A, Andrada MT, Mayo A, Portela J, Merayo J. Epidemiology of refractive errors in an adult European population: the Segovia study. *Ophthalmic Epidemiol.* 2009; 16: 231-7.
- [64] Moore B, Lyons SA, Walline J. A clinical review of hyperopia in young children. The hyperopic infants' study group, THIS group. *J. Am. Optom. Assoc.* 1999; 70: 215-24.
- [65] Namba H, Sugano A, Murakami T. Age-related changes in astigmatism and potential causes. *Cornea.* 2020; 39: S34-S38.
- [66] Huang J, Maguire MG, Ciner E, Kulp MT, Cyert LA, Quinn GE, et al. Risk factors for astigmatism in the vision in preschoolers study. *Optom. Vis. Sci.* 2014; 91: 514-21.
- [67] Hashemi H, Nabovati P, Malekifar A, Yekta A, Ostadimoghaddam H, Jafarzadehpur E, et al. Astigmatism in underserved rural areas: a population based study. *Ophthalmic Physiol. Opt.* 2016; 36: 671-9.