

IMPACTO DE LA ANISOMETROPIA SOBRE LA AMBLIOPÍA Y ESTEREOPSIS

IMPACT OF ANISOMETROPIA ON AMBLYOPIA AND STEREOPSIS

Edgar Noel Córdova¹, Harlly Loza¹

(1) Universidad Católica de Santa María, Arequipa - Perú.

RESUMEN: Propósito: El estudio fue desarrollado con el objetivo de analizar el impacto de la anisometropía sobre la ambliopía y estereopsis en población adulta. **Metodología:** Paciente con anisometropía entre los 18 y 45 años sin ningún desorden orgánico ocular fueron evaluados entre septiembre del 2023 a agosto del 2025. Los pacientes con su agudeza visual mejor corregida fueron evaluados con el TNO stereotest. Los pacientes fueron divididos en tres grupos: anisometropía esférica, cilíndrica y mixta y en 4 grupos según profundidad de anisometropía. **Resultados:** La estereopsis se deterioró con el aumento de la anisometropía y la severidad de la anisometropía también estuvo asociado con mayor prevalencia de ambliopía. La anisometropía mixta fue la más perjudicial que la astigmática. **Conclusión:** Se debe considerar el efecto potencial de la anisometropía sobre la estereopsis y la ambliopía, prescribiéndose lentes correctores en niños pequeños durante el período crítico de la visión.

Palabras clave: Anisometropía, estereopsis, ambliopía, agudeza visual.

ABSTRACT: Purpose: This study was conducted to analyze the impact of anisometropia on amblyopia and stereopsis in an adult population. **Methodology:** Patients with anisometropia between 18 and 45 years of age, with no organic ocular disorders, were evaluated from September 2023 to August 2025. Patients were assessed using the TNO stereotest with their best-corrected visual acuity. Participants were divided into three groups: spherical, cylindrical, and mixed anisometropia, and into four groups based on the severity of the anisometropia. **Results:** Stereopsis deteriorated as anisometropia increased, and the severity of anisometropia was also associated with a higher prevalence of amblyopia. Mixed anisometropia was found to be more detrimental than astigmatic anisometropia. **Conclusion:** The potential effect of anisometropia on stereopsis and amblyopia must be considered, emphasizing the importance of prescribing corrective lenses for young children during the critical period of visual development.

keywords: Anisometropia, stereopsis, amblyopia, visual acuity.

INTRODUCCIÓN

La anisometropía es una condición en la cual el error refractivo esferocilíndrico difiere entre el ojo derecho y el izquierdo. Aunque hay alguna controversia sobre que la anisometropía preceda a la ambliopía, esta es reconocida como un factor de riesgo importante para el desarrollo de ambliopía (1,2) y disrupción de la estereopsis (3). Por ello, se han desarrollado pautas para evaluar el grado de anisometropía para prevenir el desarrollo de ambliopía (4).

La visión estereoscópica es la forma más avanzada de visión binocular. Para que una buena estereopsis se desarrolle es necesaria una buena agudeza visual binocular y una vía visual saludable, lo que permitirá que ambos ojos vean el mismo objeto como una sola imagen y creen una percepción de profundidad, permitiendo establecer y mejorar movimientos dependientes de la visión durante la infancia temprana (5). La ambliopía, anisometropía, aniseikonia y otros problemas refractivos pueden resultar en una disminución de la visión estereoscópica (6,7).

En este trabajo nuestro objetivo es evaluar el nivel de estereopsis en pacientes con diferente severidad de anisometropía esté presente o no la ambliopía.

METODOLOGÍA

El estudio de tipo relacional y corte transversal se realizó en 44 pacientes de un centro oftalmológico privado de la ciudad de Arequipa entre setiembre del 2023 y agosto 2025, considerándose la totalidad de pacientes que reúnen los criterios de inclusión que acudieron a consulta en el periodo de tiempo indicado. Habiéndose obtenido el consentimiento informado del paciente se procedió a realizar el examen oftalmológico para determinar la agudeza visual del paciente, al encontrarse alterada se realizó el examen con autorrefractómetro para identificar a los pacientes con anisometropía; realizándosele la medida de la vista y de acuerdo con cuanto mejore su agudeza visual con su mejor corrección, se determinó si el paciente es portador de ambliopía unilateral.

Se excluyeron del estudio los pacientes con medios muy turbios, opacidad lenticular, desviación ocular, fijación no céntrica, sometidos a cirugía ocular previa, antecedentes de traumatismo ocular. Se incluyeron en el estudio individuos con anisometropía > 1 Dioptrías (D) con y sin ambliopía entre el grupo de edad de 18 a 45 años.

En el presente estudio, la anisometropía se consideró como una diferencia inter ocular de > 0 o igual a 1,00 D en equivalente esférico. Los tipos de anisometropía fueron clasificados en esférico, astigmático y mixto. El tipo esférico fue definido como aquel con diferencia interocular en cilindro < 0 o igual a 1.5 D. Además, el tipo esférico se definió en tipo miópico esférico e hiperópico esférico, dependiendo del error refractivo esférico en el peor ojo. Los pacientes con diferencia interocular > 0 o igual a 1.50 D en el cilindro fueron asignados como el tipo astigmático si ellos tenían < 1.0 D de diferencia interocular en la esfera, o

Correspondencia:

Edgar Noel Córdova

E-mail: enoel@ucsm.edu.pe

ORCID: /0000-0002-2015449

Harlly Loza.

E-mail: harlly.loza@estudiante.ucsm.edu.pe

ORCID: /0009-0001-1511-9229

el tipo mixto si ellos tenían $>$ o igual 1.0 D de diferencia interocular en la esfera. La severidad de la anisometropía (SA) fue definida acorde al poder cilíndrico del peor ojo de acuerdo con lo siguiente: Leve 1.0 -1.75 D, Moderado: 2.0 -2.75 D, Severo: 3.00 – 3.75 D y muy Severo $>$ o igual a 4.0 D.

La ambliopía se consideró como la diferencia en la agudeza visual con su mejor corrección de dos o más líneas en el gráfico de la cartilla de Snellen entre los ojos o Agudeza visual menor a 20/20 con correctores. Se realizó una historia clínica detallada y un examen ocular metódico. En todos los casos, la refracción se realizó con un equipo TOPCON prescribiéndose la corrección refractiva con la mejor agudeza visual con correctores alcanzada.

La evaluación de la agudeza visual lejana y el estado refractivo se realizó mediante la cartilla de Snellen y convertida a LogMAR, con el paciente sentado a una distancia de 6 m. La visión de cerca se registró utilizando la carta de Jaeger. Se prescribió la corrección refractiva, calculándose el equivalente esférico (componente esférico + $\frac{1}{2}$ componente cilíndrico) para cada paciente.

Todos los pacientes fueron sometidos a un minucioso examen con lámpara de hendidura y fondo de ojo mediante oftalmoscopia directa e indirecta para descartar algún otro problema que pueda afectar la agudeza visual. La estereoaquidez o visión de profundidad (VP) se evaluó mediante la prueba TNO estereotest, para ello se pidió al paciente que usara su mejor corrección refractiva antes de la prueba.

El paciente usó, además, gafas anaglíficas con filtros rojo verde y se le pidió que viera la carta estereó a una distancia de 40 cm.

El nivel de estereopsis se registró en base a la última figura elegida correctamente en segundos de arco, considerando la estereoaquidez más fina.

Las variables cuantitativas se describieron mediante media y desviación estándar o mediana y rango intercuartílico (RIC), según su distribución, y las variables cualitativas mediante frecuencias absolutas y relativas. La normalidad de las variables continuas se evaluó mediante la prueba de Shapiro–Wilk. Dado que los valores de estereopsis no cumplieron los supuestos de normalidad, se emplearon métodos no paramétricos para los análisis bivariados.

La asociación entre variables continuas se evaluó mediante el coeficiente de correlación de Spearman. Para comparar los valores de estereopsis entre los distintos tipos de anisometropía se utilizó la prueba de Kruskal–Wallis, seguida de comparaciones post hoc con la prueba de Mann–Whitney cuando correspondió, aplicando ajuste por comparaciones múltiples.

La asociación entre la presencia de ambliopía y la visión de profundidad se evaluó mediante análisis dicotómico, estimándose el riesgo relativo, la diferencia absoluta de riesgos y el número necesario para dañar, utilizando la prueba exacta de Fisher.

Para explorar la relación entre la VP, la SA y la agudeza visual del ojo con peor visión (LogMAR_worse), se ajustaron modelos de regresión lineal simple y modelos alternativos con transformaciones logarítmica y por raíz cuadrada de la variable dependiente.

La adecuación de los modelos se evaluó mediante el coeficiente de determinación ajustado y el análisis de los supuestos de normalidad, homocedasticidad, independencia de los residuos y observaciones

influyentes. Se realizó un análisis de mediación causal para evaluar el efecto indirecto de la SA sobre la estereopsis a través de LogMAR_worse, estimándose los efectos directo, indirecto y total mediante bootstrap no paramétrico con 1 000 simulaciones.

Asimismo, se evaluó la modificación del efecto mediante modelos de regresión con término de interacción entre SV y LogMAR_worse. Todas las pruebas fueron bilaterales y se consideró estadísticamente significativo un valor de $p < 0,05$. El análisis estadístico se realizó utilizando el software R, versión 4.5.1.

RESULTADOS

Características generales de la muestra

Se incluyeron 44 sujetos, de los cuales 30 (68,2%) presentaron ambliopía y 14 (31,8%) no presentaron ambliopía. Las características demográficas y visuales de la muestra total y estratificadas según la presencia de ambliopía se resumen en la (Tabla 1).

La edad media de los participantes fue de $28,2 \pm 8,6$ años, sin diferencias estadísticamente significativas entre los grupos con y sin ambliopía.

Tampoco se observaron diferencias significativas en la distribución por sexo entre ambos grupos. En contraste, la severidad de la anisometropía (SA) fue significativamente mayor en los sujetos con ambliopía en comparación con aquellos sin ambliopía. De igual forma, la agudeza visual del ojo con peor visión (LogMAR_worse) mostró valores significativamente más elevados en el grupo con ambliopía.

Los valores de estereopsis fueron marcadamente mayores en los sujetos con ambliopía respecto al grupo sin ambliopía, evidenciando una amplia dispersión de los datos en el grupo con ambliopía (Tabla 1).

Tabla 1. Características generales de la muestra según presencia de ambliopía

Los valores se expresan como media $\pm$ desviación estándar o n (%).

Variable	Total (n=44)	Sin ambliopía (n= 14)	Con ambliopía (n= 30)	Valor p
Edad (años)	28.2 $\pm$ 8.6	25.8 $\pm$ 5.1	29.4 $\pm$ 9.7	0.117
Sexo masculino	18 (40.9%)	7 (50.0%)	11 (36.7%)	0.611
Severidad de Anisometropía (dioptrías)	3.2 $\pm$ 1.1	2.5 $\pm$ 0.9	3.5 $\pm$ 1.0	0.003
LogMAR (ojo peor)	0.2 $\pm$ 0.2	0.0 $\pm$ 0.0	0.3 $\pm$ 0.2	< 0.001
Visión de profundidad (seg. arco)	161.4 $\pm$ 150.7	68.6 $\pm$ 21.8	204.7 $\pm$ 165.4	< 0.001

Asociación entre anisometropía y estereopsis

Se evaluó la relación entre la severidad de la anisometropía, medida como la SA, y la visión de profundidad (VP). Se observó una correlación positiva estadísticamente significativa entre SA y VP ($p = 0,66$; $p < 0,001$), indicando que mayores diferencias interoculares se asociaron con valores más elevados de VP (Figura 1).

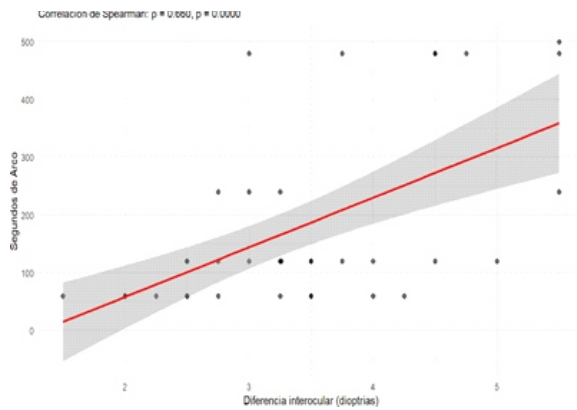


Fig. 1. Correlación de la Anisometropía y la visión de profundidad.

Tabla 2. Modelos de regresión para la asociación entre la SA y la VP.

En el modelo de regresión lineal simple, SA se asoció significativamente con la VP ($F(1,42) = 26,23$; $p < 0,001$), explicando el 38,4% de su variabilidad ($R^2 = 0,384$). Los coeficientes del modelo se presentan en la Tabla 2. Sin embargo, el análisis diagnóstico evidenció violaciones a los supuestos de normalidad y homocedasticidad, así como la presencia de observaciones influyentes (Figura 2).

Debido a estas limitaciones, se evaluaron modelos alternativos mediante transformaciones de la variable dependiente.

El modelo con transformación logarítmica de VP mostró una asociación positiva significativa entre SA y log (VP) ($\beta = 0,464$; IC95%: 0,300–0,628; $p < 0,001$), con un R^2 ajustado de 0,424.

El desempeño comparativo de los modelos lineal, logarítmico y de raíz cuadrada se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Modelos de regresión para la asociación entre la SA y la VP.

Modelo	Var. dependiente	β (SV)	IC 95%	p-valor	R^2 ajustado	Normalidad de residuos (Shapiro-Wilk, p)	Homocedasticidad (Breusch-Pagan, p)
Lineal	VP	85.94	52.08 – 119.80	< 0.001	0.384	0.021	0.003
Logarítmico	log(VP)	0.464	0.300 – 0.628	< 0.001	0.424	0.130	
Raíz cuadrada	$\sqrt{VP}$	3.02	1.90 – 4.13	< 0.001	0.401	0.054	

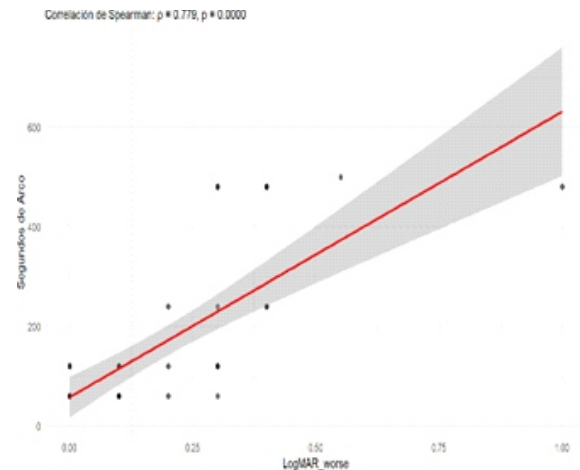


Fig. 2. Correlación de la Ambliopía y visión de profundidad.

Se evaluó la asociación entre la agudeza visual del ojo con peor visión (LogMAR_worse) y los valores de VP mediante correlación de Spearman, observándose una correlación positiva fuerte y estadísticamente significativa ($\rho = 0,779$; $p < 0,001$) (Figura 2)

Tabla 3. Modelos de regresión para la asociación entre la agudeza visual del peor ojo (LogMAR_worse) y la estereopsis (VP)

VP: estereopsis en segundos de arco.

LogMAR_worse: agudeza visual del ojo con peor visión.

Modelo	Var. dependiente	β (LogMAR_worse)	IC 95 %	p valor	R^2 ajustado	Normalidad de residuos (Shapiro-Wilk, p)	Homocedasticidad (Breusch-Pagan, p)
Lineal	VP	573.34	419.66 – 727.01	< 0.001	0.564	< 0.001	< 0.001
Logarítmico	log(VP)	2.96	2.20 – 3.72	< 0.001	0.587	0.057	< 0.001
Raíz cuadrada	$\sqrt{VP}$	19.75	14.69 – 24.81	< 0.001	0.586	0.009	< 0.001

En el análisis exploratorio mediante regresión lineal simple, LogMAR_worse se asoció significativamente con la VP ($\beta = 573,34$; IC95%: 419,66–727,01; $p < 0,001$), explicando el 57,4% de la variabilidad de VP. Los parámetros del modelo se presentan en la Tabla 3. El diagnóstico del modelo evidenció incumplimiento de los supuestos de normalidad y homocedasticidad (Tabla 3). El modelo con transformación logarítmica de VP presentó el mejor desempeño global, explicando el 59,6% de la variabilidad de log(VP). La comparación entre modelos se resume en la Tabla 3.

Asociación entre ambliopía y la visión de profundidad

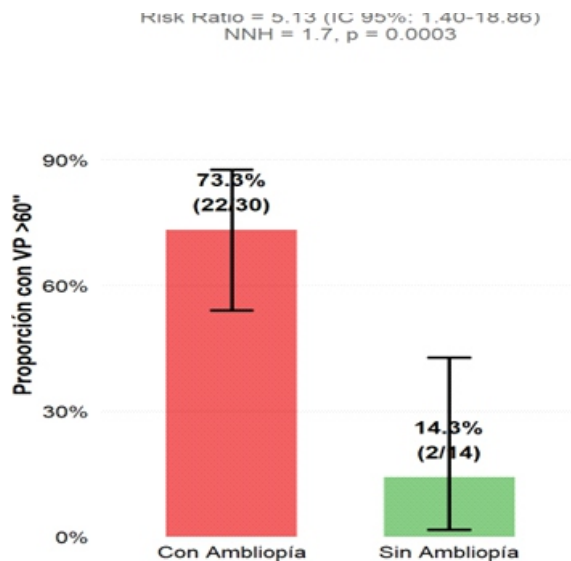


Fig. 3. Riesgo de VP > 60'' según presencia de Ambliopía

NNH: Number needed to harm.

Se realizó un análisis dicotómico considerando estereopsis deficiente como VP > 60 segundos de arco. De los 30 sujetos con ambliopía, el 73,3% presentó estereopsis deficiente, en comparación con el 14,3% de los sujetos sin ambliopía.

La presencia de ambliopía se asoció con un mayor riesgo de estereopsis deficiente (RR = 5,13; IC95%: 1,40–18,86; $p < 0,001$). Los resultados del análisis de riesgo y la comparación gráfica de proporciones se muestra en la Figura 3.

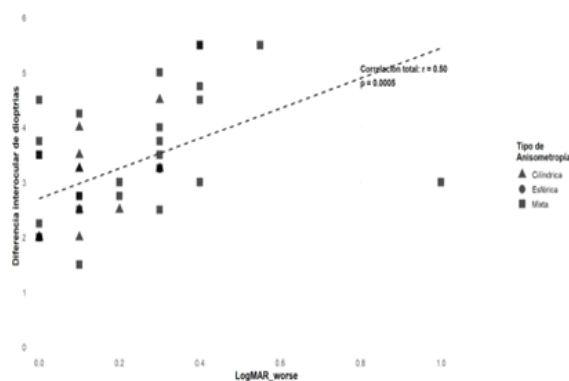


Fig. 4. Relación entre la agudeza visual del peor ojo y la magnitud de la anisometropía

La Figura 4 muestra la relación entre la agudeza visual del ojo con peor visión (LogMAR_worse) y la SA estratificada según el tipo de anisometropía. Se observó una asociación positiva entre LogMAR_worse y SA, con una correlación total moderada y estadísticamente

significativa ($r = 0,50$; $p = 0,0005$).

Estereopsis según tipo de anisometropía

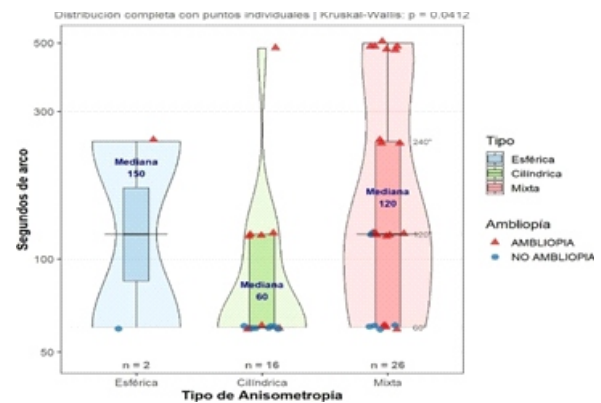


Fig. 5. Distribución de la VP según el tipo de anisometropía.

La VP mostró diferencias estadísticamente significativas entre los tipos de anisometropía (prueba de Kruskal–Wallis: $\chi^2 = 6,38$; $p = 0,0412$). La distribución de los valores de VP según el tipo de anisometropía se presenta en la Figura 5. La anisometropía cilíndrica presentó los valores más bajos de VP, con una mediana de 60 segundos de arco (RIC: 60–120), seguida de la anisometropía mixta, con una mediana de 120 segundos de arco (RIC: 60–240). La anisometropía esférica mostró los valores más elevados de VP, con una mediana de 150 segundos de arco (RIC: 105–195). El grupo con anisometropía mixta presentó la mayor dispersión de los valores de VP, con un rango amplio (60–540 segundos de arco), observándose una superposición parcial entre los grupos.

Asimismo, los valores más elevados de VP se concentraron predominantemente en los grupos con anisometropía mixta y esférica, particularmente en los sujetos con ambliopía, tal como se aprecia en la Figura 5.

Análisis de mediación e interacción

ACOE (INTERO) = 41.5 | ACDE (INTERO) = 44.4

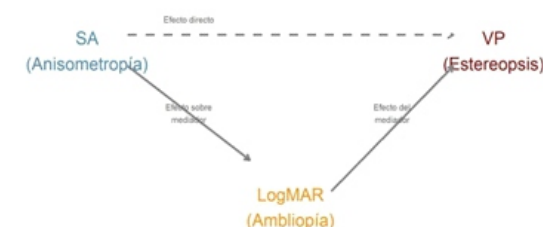


Fig. 6 Diagrama conceptual del análisis de mediación

Tabla 4. Análisis de mediación del efecto de la severidad de la anisometropía (SA) sobre la estereopsis (VP), mediado por la agudeza visual del peor ojo (LogMAR_worse)

Efecto	Estimación	IC 95%	p-valor
Efecto indirecto (ACME)	41.51	24.12 – 67.05	< 0.001
Efecto directo (ADE)	44.43	12.43 – 74.13	0.002
Efecto total	85.94	46.96 – 119.23	< 0.001
Proporción mediada (%)	48.3	32.7 – 77.8	< 0.001

El análisis de mediación mostró que el efecto indirecto de la severidad de la anisometropía sobre la estereopsis, mediado por LogMAR_worse, fue estadísticamente significativo (ACME = 41,51; IC95%: 24,12–67,05; $p < 0,001$), al igual que el efecto directo (ADE = 44,43; IC95%: 12,43–74,13; $p = 0,002$). Los resultados completos del análisis de mediación se presentan en la Tabla 4, y el diagrama conceptual del modelo se muestra en la Figura 4.

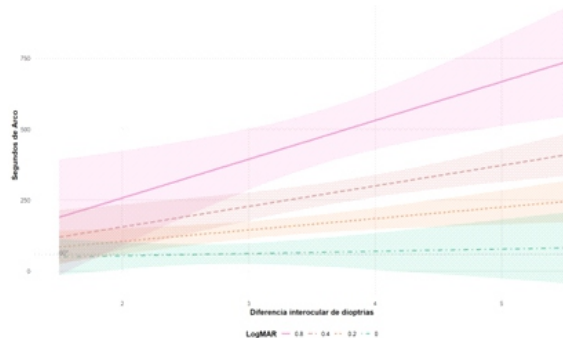


Fig. 7. Interacción de SA, LogMAR sobre VP

DISCUSIÓN

1. Caracterización de la Muestra y Perfil Demográfico

La muestra del estudio estuvo compuesta por 44 pacientes, con una edad media de **28,2 ± 8,6 años**, sin diferencias significativas entre los grupos con y sin ambliopía. Este rango de edad sitúa a los participantes en una etapa donde se ha logrado la madurez visual, lo cual es relevante ya que, como señala la literatura (8), la población adulta permite evaluar los efectos de la anisometropía de forma estable, a diferencia de los niños donde el proceso de **emetropización** y la maduración visual aún están en curso.

En cuanto a la distribución por sexo, no se observaron diferencias significativas, lo que coincide con estudios previos como el de Khan et al., donde la muestra estaba equilibrada entre hombres (48,1%) y mujeres (51,9%)(9). La estabilidad demográfica entre los grupos de este estudio asegura que las variaciones observadas en la visión de profundidad (VP) se deban a factores refractivos y no a factores derivados de la edad o género.

2. Relación entre Severidad de la Anisometropía y Estereopsis

Los resultados muestran una correlación positiva fuerte (p

= 0,66; $p < 0,001$) entre la severidad de la anisometropía (SA) y los valores de visión de profundidad (VP). Esto implica que a mayor diferencia refractiva Inter ocular, mayor es el deterioro de la función binocular.

Esta correlación ha sido ampliamente documentada en la literatura. Wallace et al. Encontraron que una menor anisometropía basal está asociada sistemáticamente con una menor estereoagudeza (10).

Asimismo, Jeon y Choi reportaron una correlación significativa ($R = 0,249$) en pacientes con anisometropía no ambliópica, donde el aumento de la magnitud refractiva corría en paralelo con el empeoramiento de la estereopsis (11).

Además, nuestros hallazgos guardan relación con los resultados de otros investigadores quienes encontraron que la estereoagudeza base en pacientes ambliópicos está asociado con la magnitud de anisometropía (12,13).

El análisis de regresión de los resultados sugiere que el modelo logarítmico explica mejor esta variabilidad (R^2 ajustado = 0,424) en comparación con el modelo lineal. Esto sugiere que el impacto de la anisometropía sobre la estereopsis no es necesariamente proporcional en todos sus rangos; pequeños incrementos iniciales en la diferencia refractiva podrían causar una degradación desproporcionadamente alta de la binocularidad, un fenómeno que se estabiliza o cambia de ritmo en niveles de anisometropía muy elevados.

3. El Impacto de la Agudeza Visual (Profundidad de la Ambliopía)

Un hallazgo relevante en la investigación es que la agudeza visual del peor ojo (LogMAR_worse) muestra una correlación aún más fuerte con la estereopsis ($p = 0,779$; $p < 0,001$) que la propia severidad de la anisometropía. Además, el modelo logarítmico para LogMAR_worse explica casi el 60% de la variabilidad de la estereopsis.

Esto coincide plenamente con la evidencia de que la agudeza visual es el determinante más fuerte de la función estereoscópica. Wallace et al. enfatizan que una mejor agudeza visual basal y post tratamiento en ambliopes son los predictores más fuertes de una mejor estereoagudeza final. La explicación fisiológica consiste en que una mejor agudeza visual permite una mejor discriminación de los objetivos en las pruebas de estereopsis (10). Se encontró que el riesgo de presentar una estereopsis deficiente (>60 segundos de arco) fue 5,13 veces mayor en sujetos con ambliopía que en aquellos sin ella.

Esta disparidad es evidente en la media de estereopsis: 204,7 secarc para ambliopes frente a 68,6 secarc para no ambliopes.

Resultados parecidos han sido reportados mostrando que la estereopsis en el grupo de anisometropía ambliópica (279,4 secarc) era significativamente inferior a la del grupo no ambliópico (55,2 secarc) (14).

4. Análisis de Mediación: El Papel Central de la Agudeza Visual

La evaluación de los resultados a través del análisis de mediación constituye una de las evidencias más relevantes de la presente investigación. El efecto de la severidad de la anisometropía sobre la estereopsis está mediado en un 48,3% por la agudeza visual (LogMAR_worse). De tal forma que casi la mitad del daño que la anisometropía causa a la estereopsis no ocurre de forma directa, sino a través de la degradación de la agudeza visual o la presencia de ambliopía. Además, se encontró en el estudio una interacción significativa entre la SA y el LogMar del peor ojo sobre la VP.

Esto significa que el impacto de la anisometropía en la

visión de profundidad no es constante; se vuelve más agresivo a medida que la agudeza visual del ojo ambliope empeora. Como se observa en el análisis de pendientes simples, cuando el LogMAR es bajo (visión normal), la pendiente del deterioro por anisometropía es bajo (7.95), pero cuando el LogMAR es alto (0.8), la pendiente se eleva a 136.37 (Fig.7).

Esto sugiere que, en el paciente con ambliopía profunda, incrementos mínimos en la anisometropía causan un colapso masivo de la función binocular.

Este hallazgo es consistente con la hipótesis planteada por Jeon y Choi, quienes sugieren que en pacientes ambliopes, la agudeza visual tiene un efecto mucho mayor sobre el nivel de estereopsis que el grado de anisometropía por sí solo.

En pacientes donde no hay ambliopía, la estereopsis suele mantenerse en niveles cercanos a lo normal, lo que sugiere que el sistema visual puede compensar la diferencia refractiva siempre que la claridad de la imagen (AV) se mantenga (11).

Sin embargo, una vez que se desarrolla la ambliopía la supresión foveal y la pérdida de resolución espacial dominan la degradación binocular (15).

5. Estereopsis según el Tipo de Anisometropía

Los resultados muestran diferencias significativas según el tipo de error refractivo ($p = 0,0412$): Anisometropía Esférica: Presentó la peor estereopsis (mediana 150 secarc). Anisometropía Mixta: Mediana de 120 secarc. Anisometropía Cilíndrica: Presentó la "mejor" estereopsis dentro de los grupos afectados (mediana 60 secarc).

Estos hallazgos son encontrados en diversas publicaciones que concluyen que el patrón es que la anisometropía esférica (hipermetrópica o miópica) es más perjudicial para la estereopsis que la forma astigmática o cilíndrica cilíndrica (16,17,18). Tang et al. explican que la anisometropía esférica genera gradientes de desenfoque retinal persistentes que desincronizan las neuronas corticales encargadas de codificar la disparidad. En contraste, el astigmatismo afecta principalmente el procesamiento de altas frecuencias espaciales en la fovea (estereopsis fina), permitiendo que la estereopsis global o gruesa se mantenga relativamente preservada (19). Particularmente, la anisometropía hipermetrópica ha sido señalada como la más devastadora para la estereopsis binocular de cerca, debido a las demandas acomodativas desiguales que exacerban la inestabilidad de la posición ocular percibida (PEP) (20).

De manera similar, Wallace et al. también confirmaron que los niños con anisometropía debida únicamente a astigmatismo tenían una estereopsis basal significativamente mejor que aquellos con componentes esféricos (10).

6. Consideraciones Metodológicas y Sensibilidad de las Pruebas

Es importante considerar que no todas las pruebas usadas para evaluar la estereopsis tienen la misma sensibilidad. Al respecto, Ateiza y Davis señalan que las pruebas de puntos aleatorios (como el TNO) son mucho más sensibles a los déficits de agudeza visual y altos grados de anisometropía que las pruebas de profundidad real (como el Frisby).

El Titmus, utilizado en varios de los estudios de referencia, puede en ocasiones sobreestimar la estereopsis debido a la presencia de pistas monoculares.

Esto sugiere que los valores reportados en el presente estudio (con una mediana de 204,7 sec arc en ambliopes) serían mucho más confiables debido a que se usó el TNO, una prueba de mayor rigor, que elimina pistas

monoculares y exige un procesamiento cortical de primer orden más fino (21).

7. El Concepto de Recuperación Visual vs. Recuperación Funcional

Esto es un punto importante del trabajo y, es que la normalización de la agudeza visual (LogMAR 0,0) no garantiza la restauración de la estereopsis. Tang et al. observaron que incluso después de alcanzar una AV de 0,0 LogMAR, muchos pacientes persistían con déficits de estereoagudeza superiores a 60 secarc (19). Asimismo, otros investigadores reforzaron esta idea al mostrar que niños con ambliopía "exitosamente tratada" (AV 20/25 o mejor) seguían teniendo una estereopsis que era significativamente peor que los niños normales de su misma edad (10, 22,23).

Estos resultados en la recuperación funcional de la visión sugieren que la anisometropía prolongada presente durante el periodo crítico del desarrollo visual causa una remodelación sináptica inhibitoria persistente que retrasa o impide la restauración completa de la binocularidad.

Por lo tanto, en manejo clínico de la anisometropía debe priorizar no solo la recuperación de la AV en el ojo ambliope, sino también el entrenamiento de la binocularidad y el balance interocular (19).

CONCLUSIONES Y RELEVANCIA CLÍNICA

La investigación sustentada por la literatura confirma que existe una relación intrínseca y compleja entre la profundidad de la anisometropía, la presencia de ambliopía y la pérdida de la estereopsis. Nuestros hallazgos confirman que:

- La ambliopía actúa como el principal catalizador del daño binocular. Si bien la anisometropía es la causa raíz, la pérdida de agudeza visual es la que explica casi la mitad del deterioro estereoscópico.
- La ambliopía actúa como un multiplicador del daño, elevando el riesgo de disminución de la estereopsis en más de 5 veces.
- La anisometropía cilíndrica, en el grupo estudiado, permitiría una mejor preservación de la VP que la esférica o la mixta, aunque esto requiere mayor investigación teniendo en cuenta que la literatura señala a la aniseiconia como un factor disruptor mayor en astigmatismos.
- El mecanismo de daño de la VP es dual (directo e indirecto), lo que exige un abordaje terapéutico que combine la mejora de la AV monocular a través de la penalización o la oclusión con una corrección óptica que minimice el desequilibrio binocular.
- La estereopsis es un indicador de salud visual más sensible que la AV. Como demuestran Wallace y Tang, la recuperación de la "visión" (AV) no implica la recuperación de la "función" (estereopsis), lo que justifica la inclusión de pruebas de estereopsis como métrica estándar en la evaluación del éxito terapéutico de la ambliopía (10,19).

En resumen, la presente investigación aporta evidencia cuantitativa sólida sobre cómo la magnitud de la anisometropía y la profundidad de la ambliopía convergen para degradar la visión tridimensional. El análisis de mediación y el modelo de interacción presentados son contribuciones valiosas que clarifican que el tratamiento debe ser agresivo en las etapas iniciales de la

anisometropía para preservar la binocularidad antes de que el deterioro de la AV lo haga inviable.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1]. Abrahamsson M, Sjostrand J (1996) Natural history of infantile anisometropia. *Br J Ophthalmol* 80:860–863
- [2]. Barrett BT, Bradley A, Candy TR (2013) The relationship between anisometropia and amblyopia. *Prog Retin Eye Res* 36:120–158
- [3]. Levi DM. Rethinking amblyopia 2020. *Vision Res* 2020; 176: 118–29. [CrossRef]
- [4]. American Academy of Ophthalmology Pediatric Ophthalmology/Strabismus Panel. Preferred Practice Pattern®. Pediatric Eye Evaluations. San Francisco, CA: American Academy of Ophthalmology; 2017.
- [5]. Flitcroft I, McCullough S, Saunders K. What can anisometropia tell us about eye growth? *Br J Ophthalmol*. 2021; 105(9):1211–1215. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2020-316406>.
- [6]. Levi DM, Knill DC, Bavelier D. Stereopsis and amblyopia: A mini-review. *Vision Res* 2015; 114: 17–30. [CrossRef]
- [7]. Atchison DA, Lee J, Lu J, Webber AL, Hess RF, Baldwin AS, et al. Effects of simulated anisometropia and aniseikonia on stereopsis.
- [8]. Weakley Jr., D.R. (2001) The Association between Nonstrabismic Anisometropia, Amblyopia, and Subnormal Binocularity. *Ophthalmology*, 108, 163–171. [https://doi.org/10.1016/S0161-6420\(00\)00425](https://doi.org/10.1016/S0161-6420(00)00425)
- [9]. Khan N, Zaka-ur-Rab S, Ashraf M, Mishra A. Comparison of stereoacuity in patients of anisometropia, isometropia and emmetropia. *Indian J Ophthalmol* 2022; 70:4405-9.
- [10]. Wallace DK, Lazar EL, Melia M, Birch EE, Holmes JM, Hopkins KB, Kraker RT, Kulp MT, Pang Y, Repka MX, Tamkins SM, Weise KK; Pediatric Eye Disease Investigator Group. Stereoacuity in children with anisometropic amblyopia. *J AAPOS*. 2011 Oct;15(5):455-61. doi: 10.1016/j.jaapos.2011.06.007. PMID: 22108357; PMCID: PMC3223370.
- [11]. Jeon HS, Choi DG. Stereopsis and fusion in anisometropia according to the presence of amblyopia. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2017 Dec;255(12):2487-2492. doi:10.1007/s00417-017-3798-3. Epub 2017 Sep PMID: 28889226.
- [12]. Weakley DR Jr. The association between nonstrabismic anisometropia, amblyopia, and subnormalbinocularity. *Ophthalmology*. 2001; 108:163–171. [PubMed: 11150283]
- [13]. Rutstein RP, Corliss D. Relationship between anisometropia, amblyopia, and binocularity. *Optom Vis Sci*. 1999; 76:229–233. [PubMed: 10333185]
- [14]. Dikkaya F, Karaman Erdur S. Evaluation of Stereopsis in Children with Corrected Anisometropia According to Type, Severity, and Presence of Amblyopia. *Erciyes Med J* 2022; 44(4):387–91.
- [15]. Chen BB, Song FW, Sun ZH, Yang Y. Anisometropia magnitude and visual deficits in previously untreated anisometropic amblyopia. *Int J Ophthalmol*. 2013 Oct 18;6(5):606-10. doi: 10.3980/j.issn.2222-3959.2013.05.10.PMID: 24195034; PMCID: PMC3808906.
- [16]. Krarup TG, Nisted I, Christensen U, Kiilgaard JF, la Cour M. The tolerance of anisometropia. *Acta Ophthalmol*. 2020;98(4):418–426. <https://doi.org/10.1111/aos.14310>
- [17]. Atchison DA, Schmid KL, Haley EC, et al. Comparison of blur and magnification effects on stereopsis: overall and meridional, monocularly- and binocularly-induced. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2020;40(5):660–668 <https://doi.org/10.1111/opo.12724>.
- [18]. Gawecki M. Threshold values of myopic anisometropia causing loss of stereopsis. *J Ophthalmol*. 2019; 2019:2654170.
- [19]. Tang L, Zhang L. Comparison of Perceptual Eye Position and stereopsis function across various types of anisometropia. *Adv Ophthalmol Pract Res*. 2025;5(3):182–188.
- [20]. Birch EE, Subramanian V, Weakley DR. Fixation instability in anisometropic children with reduced stereopsis. *JAAPOS*. 2013;17(3):287–290. <https://doi.org/10.1016/j.jaapos.2013.03.011>.
- [21]. Ateiza A, Davis H. The Effects of Anisometropic Amblyopia on the FNS and TNO Stereotest Thresholds in Four- to Eight-Year-Olds. *British and Irish Orthoptic Journal*. 2019; 15(1), pp. 72–81
- [22]. Smith 3rd EL, Hung LF, Arumugam B, Wensveen JM, Chino YM, Harwerth RS. Observations on the relationship between anisometropia, amblyopia and strabismus. *Vis Res*. 2017; 134:26–42. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2017.03.004>.
- [23]. Okamoto F, Sugiura Y, Okamoto Y, Hiraoka T, Oshika T. Aniseikonia in various retinal disorders. *Graefes Arch Clin Exp*.

Recibido el 14 de octubre del 2025 y aceptado para su publicación el 29 de noviembre del 2025.