

ARTÍCULO ORIGINAL

Comparativo entre la retinoscopia bajo cicloplejia y el Spot Visión Screener en la detección de errores refractivos

Fecha de recepción:

24 de marzo de 2023.

Fecha de aprobación:

21 de noviembre de 2023.

Comparison between retinoscopy under cycloplegia and the Spot Vision Screener in the detection of refractive error / Comparação entre retinoscopia sob cicloplegia e Spot Vision Screener na detecção de erros refrativos

Sara Viviana Angulo Sánchez^{1,2}, Carlos Alberto Orozco Castaño^{1,2,3}, Gilma Jeannette Caraballo Martínez^{1,2}

RESUMEN

Objetivo: comparar los resultados de la refracción bajo cicloplejia frente al Spot Vision Screener en la detección de errores de refracción en niños de 6 a 12 años que asisten a una clínica institucional de servicios de salud visual de la Fundación Universitaria del Área Andina, Bogotá.

Metodología: estudio prospectivo que evaluó a 65 niños de 6 a 12 años con la versión 1.0.3 del Spot Vision Screener. Se realizó un examen visual completo que incluyó la retinoscopia bajo cicloplejia y se compararon los resultados para establecer correlaciones entre los valores de hipermetropía, astigmatismo y miopía.

Resultados: se encontró que no existen diferencias estadísticas ni clínicamente significativas entre las medianas de los valores medidos con el Spot Vision Screener y los obtenidos mediante la retinoscopia bajo cicloplejia para cada tipo de error refractivo, incluidos hipermetropía OD ($p=0.060$) OI ($p=0.907$), astigmatismo OD ($p=0.173$) OI ($p=0.696$) y miopía OD ($p=0.699$) OI ($p=0.918$). Asimismo, se observó que el promedio de tres mediciones con el Spot Vision Screener mejoró la concordancia en la medición ($p=0.0306$).

Conclusiones: los hallazgos indican que el Spot Vision Screener, en particular cuando se promedian 3 mediciones, demuestra una congruencia satisfactoria en comparación con la refracción bajo cicloplejia, sobre todo en la muestra de estudio. Por tanto, podría considerarse como una herramienta fiable para detectar errores de refracción en la población infantil. No obstante, se requieren estudios con muestras más representativas que permitan confirmar estos resultados.

Palabras clave: retinoscopia; errores de refracción; selección visual.

ABSTRACT

Objective: compare the results of refraction under cycloplegia versus the Spot Vision Screener in the detection of refractive errors in children from 6 to 12 years old who attend an institutional visual health services clinic of the Andean Area University Foundation, Bogotá.

Methodology: prospective study that evaluated 65 children from 6 to 12 years old using version 1.0.3 of the Spot Vision Screener. A complete visual examination that included retinoscopy under cycloplegia was conducted and the results were compared to establish correlations between the values of hyperopia, astigmatism, and myopia.

Results: it was found that there aren't statistically or clinically significant differences between the median values measured with the Spot Vision Screener and those obtained through retinoscopy under cycloplegia for each type of refractive error, including

Forma de citar este artículo:

Angulo SV, Orozco CA, Carballo GJ. Comparativo entre la retinoscopia bajo cicloplejia y el Spot Vision Screener en la detección de errores refractivos. Med UPB. 2024;43(2):13-25. DOI:10.18566/medupb.v43n2.a03

1. Programa Optometría, Fundación Universitaria del Área Andina. Bogotá, Colombia.
2. Grupo de investigación en Ciencias de la Salud y del Deporte, Fundación Universitaria del Área Andina. Bogotá, Colombia.
3. Programas de Instrumentación Quirúrgica y Terapia Respiratoria, Fundación Universitaria del Área Andina. Bogotá, Colombia.

Dirección de correspondencia:

Sara Viviana Angulo Sánchez.

Correo electrónico: sangulo8@areandina.edu.co

hyperopia RE ($p=0.060$) OI ($p=0.907$), astigmatism RE ($p=0.173$) LE ($p=0.696$) and myopia RE ($p=0.699$) LE ($p=0.918$). Likewise, we observed that the average of three measurements with the Spot Vision Screener significantly improved the measurement agreement ($p=0.0306$).

Conclusions: the findings indicate that the Spot Vision Screener, particularly when 3 measurements are averaged, demonstrates satisfactory congruence compared to refraction under cycloplegia, especially in the study sample. Therefore, it could be considered as a reliable tool to detect refractive errors in the child population. However, studies with more representative samples are required to confirm these results.

Keywords: retinoscopy; refractive errors; vision screening.

RESUMO

Objetivo: comparar os resultados da refração sob cicloplegia versus Spot Vision Screener na detecção de erros refrativos em crianças de 6 a 12 anos que frequentam uma clínica institucional de serviços de saúde visual da Fundação Universitária Área Andina, Bogotá.

Metodologia: estudo prospectivo que avaliou 65 crianças de 6 a 12 anos com versão 1.0.3 do Spot Vision Tela. Foi realizado exame visual completo que incluiu retinoscopia sob cicloplegia e os resultados foram comparados para estabelecer correlações entre os valores de hipermetropia, astigmatismo e miopia.

Resultados: constatou-se que não existem diferenças estatisticamente ou clinicamente significativas entre as medianas dos valores medidos com o Spot Vision Screener e aqueles obtidos por retinoscopia sob cicloplegia para cada tipo de erro refrativo, incluindo hipermetropia OD ($p=0,060$) OE ($p=0,907$), astigmatismo OD ($p=0,173$) OE ($p=0,696$) e miopia OD ($p=0,699$) IO ($p=0,918$). Da mesma forma, observou-se que a média de três medições com o Spot Vision O Screener melhorou a concordância da medição ($p=0,0306$).

Conclusões: os resultados indicam que o Spot Vision Screener, principalmente ao calcular a média de 3 medidas, demonstra congruência satisfatória em comparação à refração sob cicloplegia, especialmente na amostra do estudo. Portanto, poderia ser considerada uma ferramenta confiável para detectar erros refrativos na população infantil. Entretanto, estudos com amostras mais representativas são necessários para confirmar esses resultados.

Palavras chave: retinoscopia ; erros de refração; seleção visual.

INTRODUCCIÓN

En el *Informe mundial sobre la visión* se destaca que dentro de las causas más comunes de deficiencia visual están los errores de refracción no corregidos o mal corregidos, afectan a por lo menos 123.7 millones de personas¹. En el contexto de la población infantil, se estima que el astigmatismo es el error refractivo más común en niños (14.9%), seguido de la hipermetropía (4.6%) y la miopía (11.7%)². Se debe destacar que la mayoría de los niños evaluados viven en países en vías de desarrollo³. En Colombia, la literatura científica disponible sobre la prevalencia de errores de refracción en niños es limitada: se han mencionado cifras que indican una variabilidad en la prevalencia de hipermetropía que oscila entre 3.6% hasta 23.7%, astigmatismo 13.4% y miopía entre 1,8% hasta 11,6%, con diferencias regionales en las distintas zonas del país^{4,5}. Esto evidencia que las cifras obtenidas

se encuentran en un punto intermedio en comparación con las estadísticas a nivel global.

Se considera, entonces, que los errores de refracción no corregidos son un factor de riesgo importante para el desarrollo de la ambliopía. Esta es una condición causada por la interacción binocular anómala durante el periodo crítico del desarrollo visual e implica una reducción unilateral o bilateral de la agudeza visual mejor corregida^{6,7}. A menudo los niños no expresan quejas acerca de su visión deficiente o es posible que ni siquiera se percaten de esta alteración hasta llegar a la edad adulta. En su lugar, desarrollan estrategias para mitigar el déficit visual, como cambiar de posición en el aula, acercar los objetos o evitar actividades que requieran concentración visual⁸.

Con el fin de prevenir el impacto de los errores de refracción no corregidos en niños, son cruciales la detección e intervención temprana como medidas esenciales para mitigar el riesgo. Al respecto, la Asociación Optométrica

Americana señala que la refracción bajo cicloplejia es la técnica estándar de oro para la medida del error de refracción en niños (APO, 2020). Sin embargo, esta metodología tiene algunas limitaciones, estas son: la ansiedad del niño por la instilación del medicamento, los posibles efectos adversos, la necesidad del recurso humano altamente calificado, la falta de recursos y, en algunos países, la restricción legal que impide al optómetra utilizar agentes ciclopléjicos^{9,10}. Por esta razón, la Asociación Estadounidense de Oftalmología Pediátrica y Estrabismo (AAPOS, por sus siglas en inglés) y la Academia Americana de Pediatría (AAP) recomiendan el uso de técnicas de detección fotográfica basadas en instrumentos como alternativa a los exámenes visuales tradicionales para detectar errores de refracción, ya que estos son factores de riesgo de ambliopía a partir de los 12 meses de edad¹¹.

El autorefractómetro Spot Vision Screener (Welch Allyn, Skaneateles Falls, NY) se utiliza, a partir de los 6 meses, como una técnica portátil automatizada con detección de luz infrarroja que permite calcular los errores de refracción sin necesidad de cicloplejia¹². Es una herramienta simultánea y emite alertas ante la necesidad de una valoración más exhaustiva si las mediciones resultan fuera del rango establecido¹³, el cual está entre ± 7.50 dioptrías (D) para errores esféricos y ± 3.00 D para errores cilíndricos. Garry *et al.*¹⁴ evaluaron 233 niños de 2 a 9 años, compararon los resultados obtenidos con el instrumento Spot-v1.0.3 y Spot-v1.1.51 con la valoración oftalmológica, emplearon la técnica estándar de oro y las pautas de las AAPOS. Peterseim *et al.*¹⁵ evaluaron 265 niños de 1 a 16 años, equipararon los valores del Spot con el Plusoptix A09 y la técnica estándar. El Spot Vision Screener es reconocido por su utilidad en la detección de errores de refracción debido a su facilidad de uso, disponibilidad y aceptación en la práctica clínica; estas metodologías son incluso reconocidas como método de diagnóstico para los errores de refracción en Colombia¹⁶. Sin embargo, son limitados los informes publicados que respalden su confiabilidad en la medida de errores de refracción en poblaciones pediátricas de América Latina^{17,18,19}. Así que el propósito de este estudio es comparar los resultados de la refracción bajo cicloplejia frente al Spot Vision Screener en la detección de errores de refracción en niños de 6 a 12 años que asisten a una clínica institucional de servicios de salud visual de la Fundación Universitaria del Área Andina, Bogotá.

METODOLOGÍA

Estudio observacional prospectivo de cohortes que se centró en la observación sistemática de un grupo de niños de 6 a 12 años, quienes acudieron a la clínica de salud visual de la Fundación Universitaria del Área Andina, sede Bogotá, durante el primer periodo del 2021.

El estudio recibió la aprobación del Comité de Ética de la Fundación Universitaria del Área Andina, se llevó a cabo en conformidad con los principios éticos de la Declaración de Helsinki y la Resolución 8430 de 1993 de Colombia, para tal caso, se consideró como riesgo mínimo²⁰. Los pacientes fueron seleccionados mediante un muestreo de grupos consecutivos de pacientes, lo que implicó la inclusión de sujetos según su asistencia a la clínica y su participación voluntaria. Se excluyeron aquellos con condiciones oculomotoras manifiestas unilaterales o bilaterales, opacidades en los medios refringentes, con comorbilidades que limitaran la instilación del agente farmacológico y aquellos cuyos padres o tutores no deseaban que participaran. El objetivo fue comparar los resultados de la refracción ocular bajo cicloplejia con los obtenidos mediante el Spot Vision Screener, se evaluaron hipermetropía, astigmatismo y miopía en la población infantil con un énfasis en la precisión de las mediciones y la concordancia entre ambos métodos.

Previo al inicio del estudio, se informó al familiar o tutor sobre el propósito de la investigación y los procedimientos a realizar. Enseguida, se obtuvo el consentimiento informado de cada participante y se aclaró que tenían la opción de retirarse en cualquier momento. Se enfatizó que la custodia de la información recolectada estaría a cargo de un investigador designado y que los resultados obtenidos serían confidenciales y anónimos.

El autorrefractómetro Spot Vision Screener versión 1.0.3 fue utilizado en todas las mediciones por un optómetra entrenado para este estudio. Las directrices establecidas por el fabricante se siguieron con rigurosidad, estas incluyen: mantener una distancia de un metro entre el dispositivo y el paciente, medir el diámetro pupilar con un valor mínimo recomendado de 3.0 mm, realizar las medidas en una habitación con iluminación reducida, colocar el dispositivo nivelado a la altura de los ojos, de manera firme y estable, limitar el tiempo de cada medición a un máximo de 2 segundos y evaluar de forma simultánea la respuesta²¹. Esto garantizó la precisión y la consistencia en el proceso de medición.

Todos los participantes fueron valorados por un optómetra enmascarado, quien no tenía conocimiento del propósito del presente estudio. Las evaluaciones se realizaron el mismo día de su visita al servicio de salud visual y siguieron un orden: medición de la agudeza visual, evaluación de la motilidad ocular, observación del reflejo rojo y refracción dinámica. Una vez los participantes cumplieran con los criterios de selección, el optómetra entrenado procedía a medir el error de refracción con el autorrefractómetro. En principio, seleccionó el grupo de edad correspondiente en la pantalla de inicio y luego capturó al menos 3 imágenes por cada paciente con el objetivo de minimizar posibles errores debido a un mal posicionamiento del dispositivo y para permitir una com-

paración de los datos obtenidos entre cada registro. Cada valor se registró en una base de datos y los resultados se mantuvieron ocultos para evitar cualquier sesgo.

Luego, todos los pacientes fueron sometidos a un examen de refracción bajo ciclopejia complementaria. Se aplicó una gota de ciclopentolato al 1% en cada ojo, seguida de una segunda gota a los 5 minutos²² con la oclusión de los puntos lagrimales para minimizar la absorción del medicamento. Después de 30 a 45 minutos, el optómetra enmascarado confirmó el efecto del ciclopéjico con la medición de la agudeza visual en visión cercana. Enseguida, realizó la retinoscopia bajo ciclopejia y registró el valor del defecto refractivo obtenido.

A continuación, se compararon los resultados de la refracción ocular bajo ciclopejia con los obtenidos mediante el Spot Vision Screener, se enfatizó en la precisión de las mediciones y en la concordancia entre ambos métodos. Los errores de refracción se registraron y clasificaron en hipermetropía, miopía, astigmatismo (cilindro) y eje del astigmatismo. En cuanto al eje del astigmatismo, se anotó el valor numérico y se categorizó en tres grupos según lo descrito por Gurnani y Kaur: astigmatismo con la regla (WR) (cilindro negativo a $180 \pm 20^\circ$), astigmatismo contra la regla (AR) (cilindro negativo a $90 \pm 20^\circ$) y oblicuo (OB) (todos los demás valores)²³.

Análisis estadístico

El supuesto de normalidad para los datos numéricos que fueron tomados con los dos sistemas se analizó con la prueba de Kolmogorov-Smirnov. La estadística descriptiva incluyó comparación de las medianas y rangos inter-

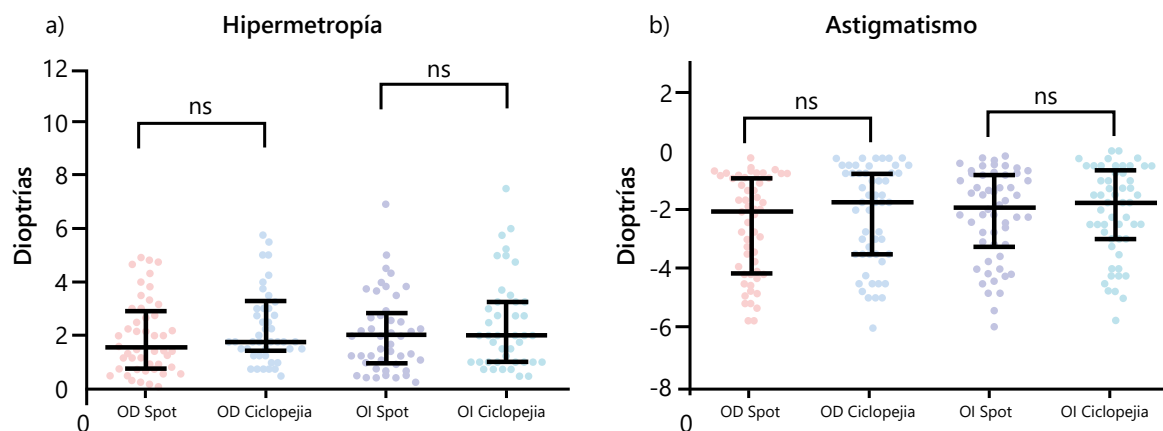
cuartílicos. Los cotejos se hicieron por cada ojo, debido a que en las mediciones los ojos derecho e izquierdo no son independientes. Para evaluar la concordancia entre la medición del Spot Vision Screener y la retinoscopia bajo ciclopejia se realizaron correlaciones de Spearman para las variables continuas y chi cuadrado para las frecuencias; todos los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico SPSS V.24.²⁴

RESULTADOS

Se examinaron 65 niños, sin embargo, no se logró obtener lectura en 11 de ellos. De estos, 6 presentaron errores de refracción fuera del rango del dispositivo (ver tabla 1) y 5 cursaron con desviaciones manifiestas, lo que comprometió los criterios de inclusión del estudio. La medición se obtuvo con éxito en 54 niños (108 ojos) con edades entre 6 a 12 años (mediana 8, rango intercuartílico 8–10.25). De ellos, 26 (48.8%) fueron niñas y 28 (51.8%) fueron niños.

Se comparó la medición de los errores de refracción con el Spot Vision Screener y la retinoscopia bajo ciclopejia, se tuvo en cuenta el resultado obtenido de cada ojo por separado (figura 1). La evidencia mostró que las medianas de los valores medidos con el Spot Vision Screener no cambian y son comparables con la retinoscopia bajo ciclopejia para cada error refractivo, en hipermetropía para el ojo derecho ($p=0.060$) como para el ojo izquierdo ($p=0.907$) (figura 1a), en el cilindro para el ojo derecho ($p=0.173$) como para el ojo izquierdo ($p=0.696$) (figura 1b) y en miopía para el ojo derecho ($p=0.699$) como para el ojo izquierdo ($p=0.918$).

Figura 1. Comparación de la mediana de las dioptrías para los defectos visuales de a) Hipermetropía y b) astigmatismo. Se hace una comparación de medianas con el estadístico U de Mann-Whitney. La medida de dispersión de los datos corresponde al rango intercuartílico. ns: no significativo.



Comparaciones medianas

En relación con el eje del cilindro, se evaluó a partir de las frecuencias en las categorías y con la prueba chi cuadrado. Se demostró que las variables no estaban asociadas, es decir, son dependientes, esto evidenció las diferencias entre la media del eje del cilindro con el Spot Vision Screener con respecto a la retinoscopia bajo ciclopejia para ojo derecho y ojo izquierdo. La mayoría de la población presentó astigmatismo WR con el Spot Vision (43.10) y la retinoscopia bajo ciclopejia (43.90), seguido del cilindro AR Spot Vision (8.92) y la retinoscopia bajo ciclopejia (5.52), como se muestran en la tabla 1.

La correlación estadística con Spearman entre retinoscopia bajo ciclopejia y el promedio obtenido con el

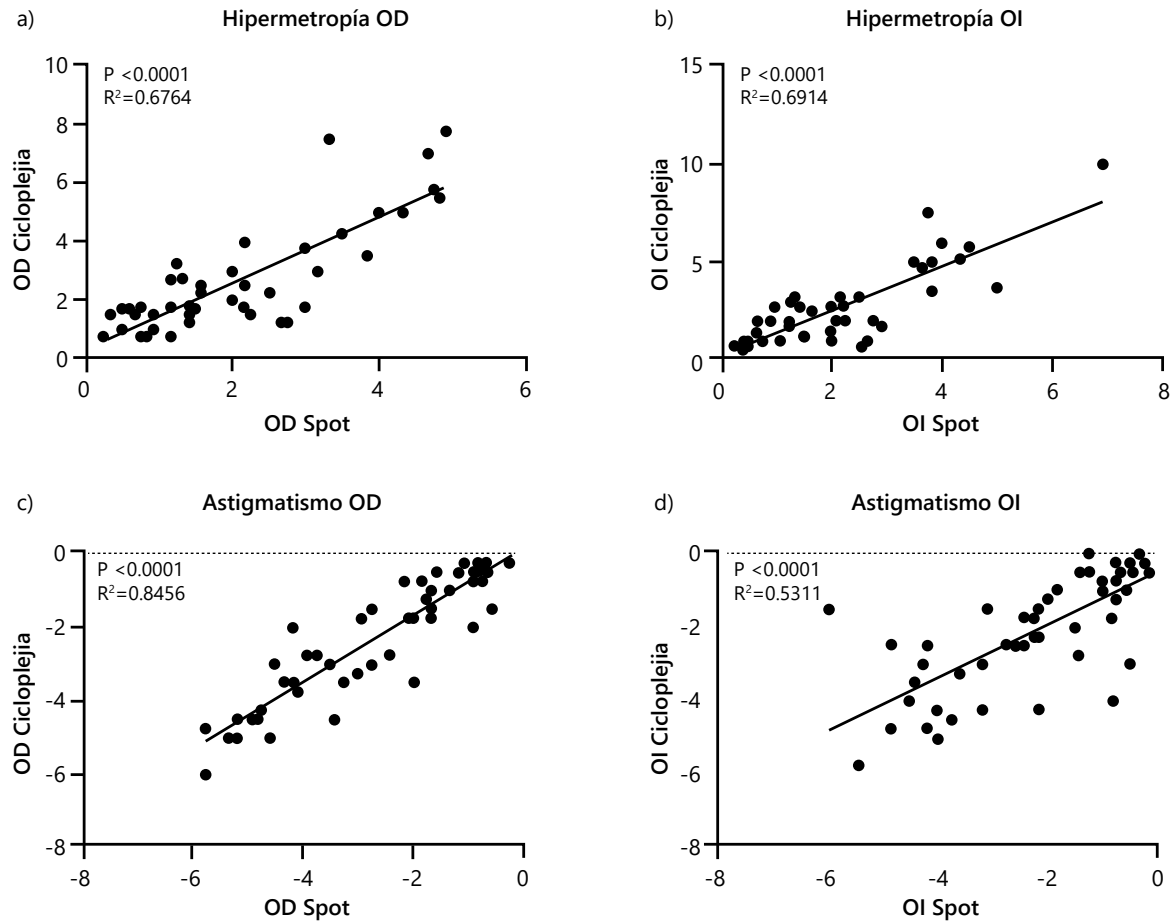
Spot Vision Screener para medir el defecto refractivo hipermetropía del ojo derecho es del 67% ($R^2=0.6764$), lo que comprueba una correlación positiva y significativa ($p=0.0001$) (figura 2a). En cuanto al ojo izquierdo, se evidencia que la magnitud de la correlación es del 69% ($R^2=0.6914$), es igualmente positiva y significativa ($p=0.0001$) (figura 2b). Frente a la correlación entre la retinoscopia bajo ciclopejia y el Spot Vision Screener para medir el cilindro, en el ojo derecho fue del 84% ($R^2=0.8456$), confirma una correlación altamente positiva y significativa ($p=0.0001$) (figura 2c), mientras que para el ojo izquierdo la magnitud de la correlación es del 53% ($R^2=0.5311$), es una correlación positiva aceptable y significativa ($p=0.0001$) (figura 2d).

Tabla 1. Comparación entre las categorías del eje utilizando el sistema Vision Screener y ciclopejia.

Categoría eje	Spot Vision Screener OD	Retinoscopia bajo ciclopejia OD	Valor p
WR	35 (43.10) [1.52]	52 (43.90) [1.49]	0.0005*
AR	16 (8.92) [5.63]	2 (9.08) [5.52]	
OB	3 (1.98) [0.52]	0	
Total	54	54	
	Spot Visión Screener OI	Retinoscopia bajo ciclopejia OI	Valor p
WR	32 (41.50) [2.17]	51 (41.50) [2.17]	0.00008*
AR	17 (9.50) [5.92]	2 (9.50) [5.92]	
OB	5 (3.00) [1.33]	1 (3.00) [1.33]	
Total	54	54	

El valor de p corresponde a la prueba de chi cuadrado; OD: ojo derecho; OI: ojo izquierdo; *: denota significancia estadística; WR: astigmatismo con la regla; AR: astigmatismo contra la regla; OB: oblicuo.

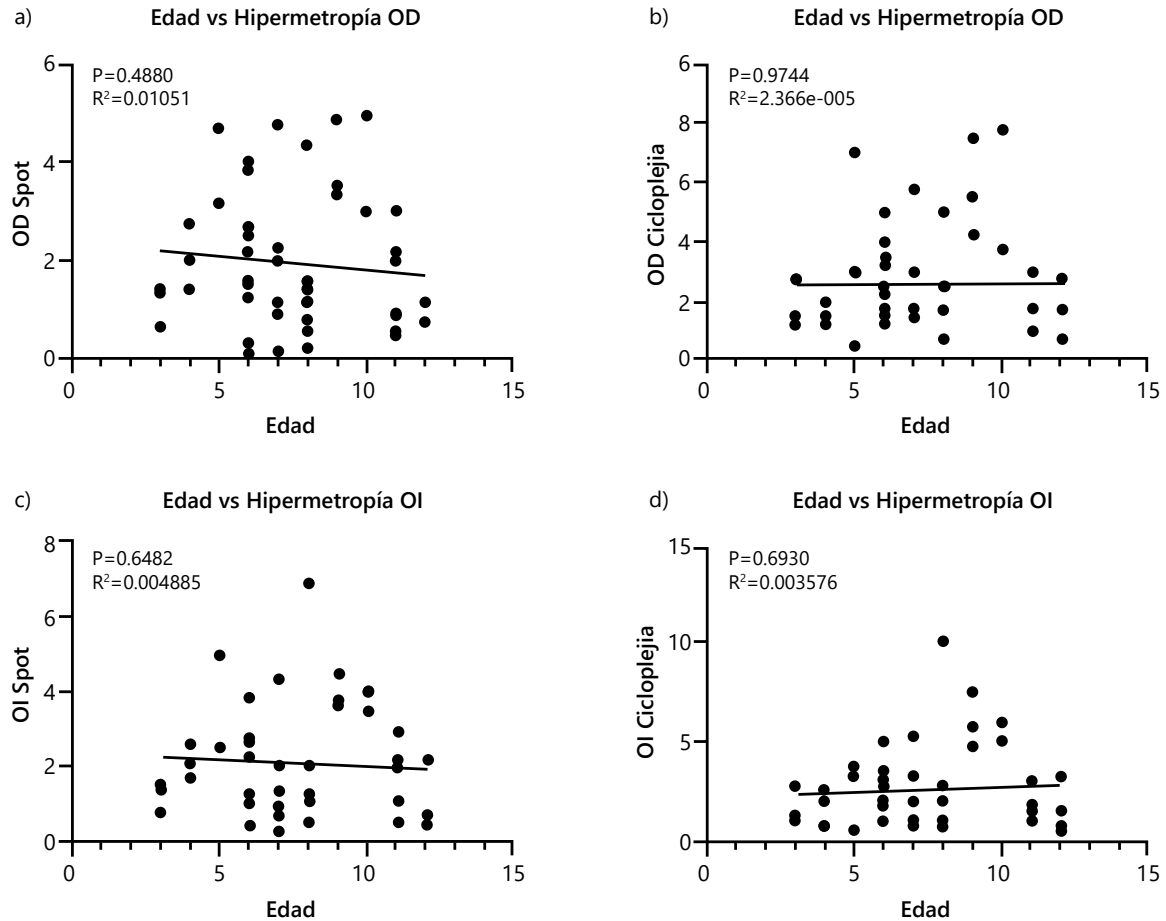
Figura 2. Correlaciones para las mediciones de defectos visuales entre los dos sistemas de medición Spot Vision y refracción bajo ciclopejia. a) hipermetropía OD, b) hipermetropía OI, c) astigmatismo OD, d) astigmatismo OI. Correlaciones de Spearman con el valor del R2 y el valor de significancia estadística.



Para evaluar si existe alguna correlación entre la edad de los participantes y las lecturas obtenidas por los dos sistemas para los defectos de miopía y astigmatismo, se

hizo una correlación de Spearman. Esta muestra que no existe correlación entre estos parámetros en ninguno de los dos ojos (figuras 3 y 4).

Figura 3. Correlaciones entre la edad y la hipermetropía medidos con los dos sistemas Spot Vision y cicloplejia. a) edad vs. hipermetropía OD (Spot), b) edad vs. hipermetropía OD (cicloplejia), c) edad vs hipermetropía OI (Spot), d) edad vs hipermetropía OI (Cicloplejia). Se muestran las correlaciones de Spearman acompañadas del valor P y el R².



Seguido, se evaluó si la comparación entre las mediciones con los dos sistemas cambia si en vez de tomarse el promedio de 3 mediciones en el Spot Vision solo se usa la primera medición. Como se muestra en la figura 5a, para el error refractivo de hipermetropía en ojo derecho hay variaciones significativas entre los dos sistemas,

lo cual afecta la concordancia en la medición de este defecto refractivo ($p=0.0306$). Con respecto a las demás comparaciones, no existen diferencias significativas para el defecto de hipermetropía en ojo izquierdo (figura 5a) ni con respecto al astigmatismo (figura 5b).

Figura 4. Correlaciones entre la edad y el astigmatismo medidos con los dos sistemas Spot Vision y ciclopejia. a) edad vs. hipermetropía OD (Spot), b) edad vs. hipermetropía OD (ciclopejia), c) edad vs. hipermetropía OI (Spot), d) edad vs. hipermetropía OI (ciclopejia). Se muestran las correlaciones de Spearman acompañadas del valor P y el R².

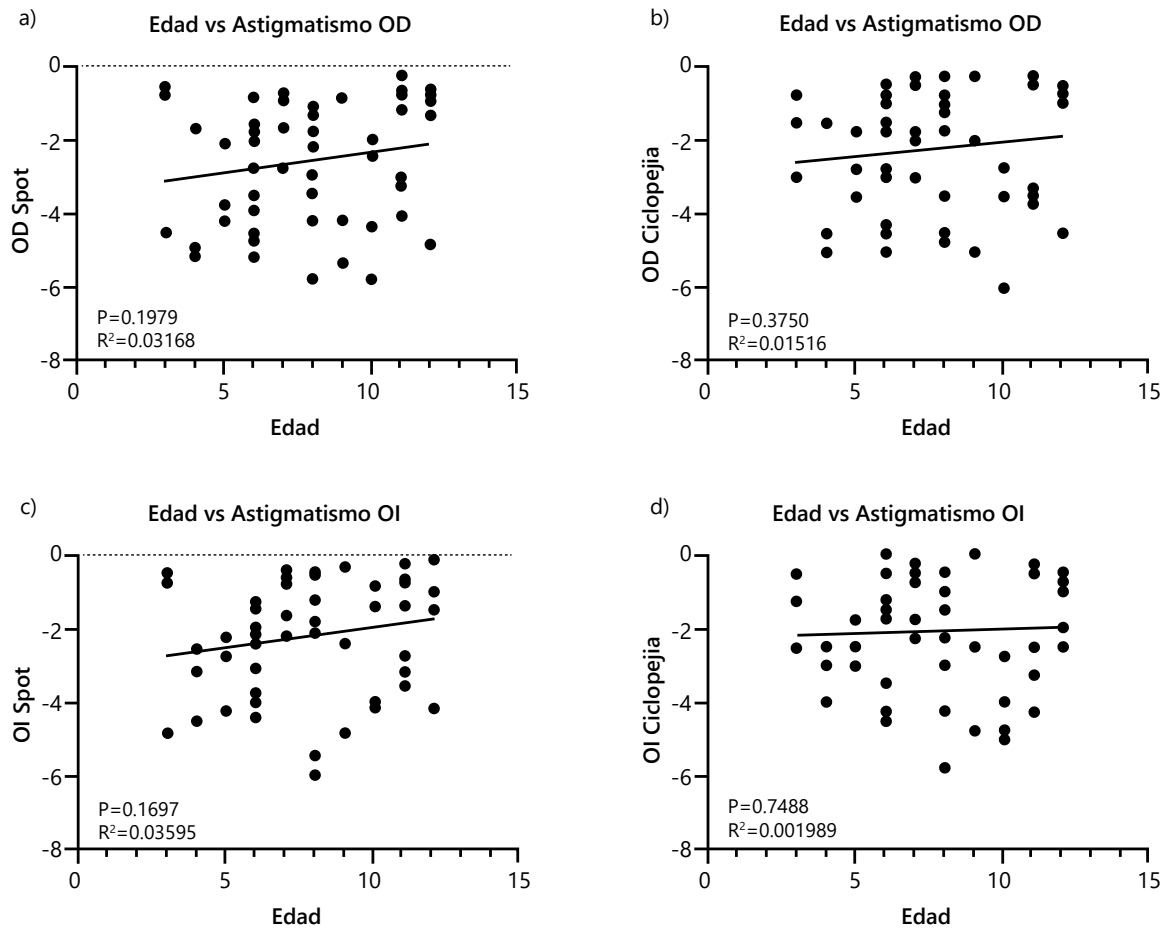


Figura 5. Comparación de la mediana de las dioptrías para los defectos visuales usando un único valor tomado por el sistema Spot Vision Screener de: a) hipermetropía y b) astigmatismo. Se hace una comparación de medianas con el estadístico U de Mann-Whitney. La medida de dispersión de los datos corresponde al rango intercuartílico.

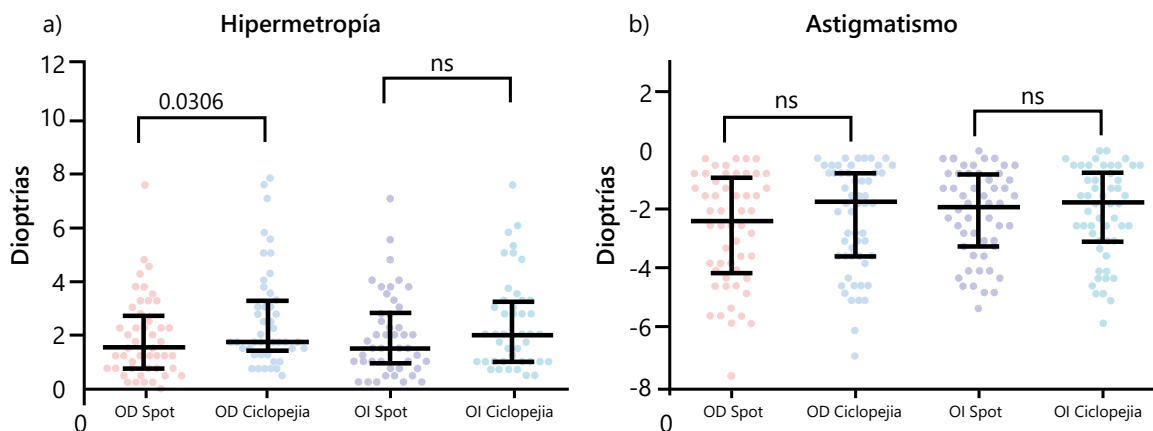
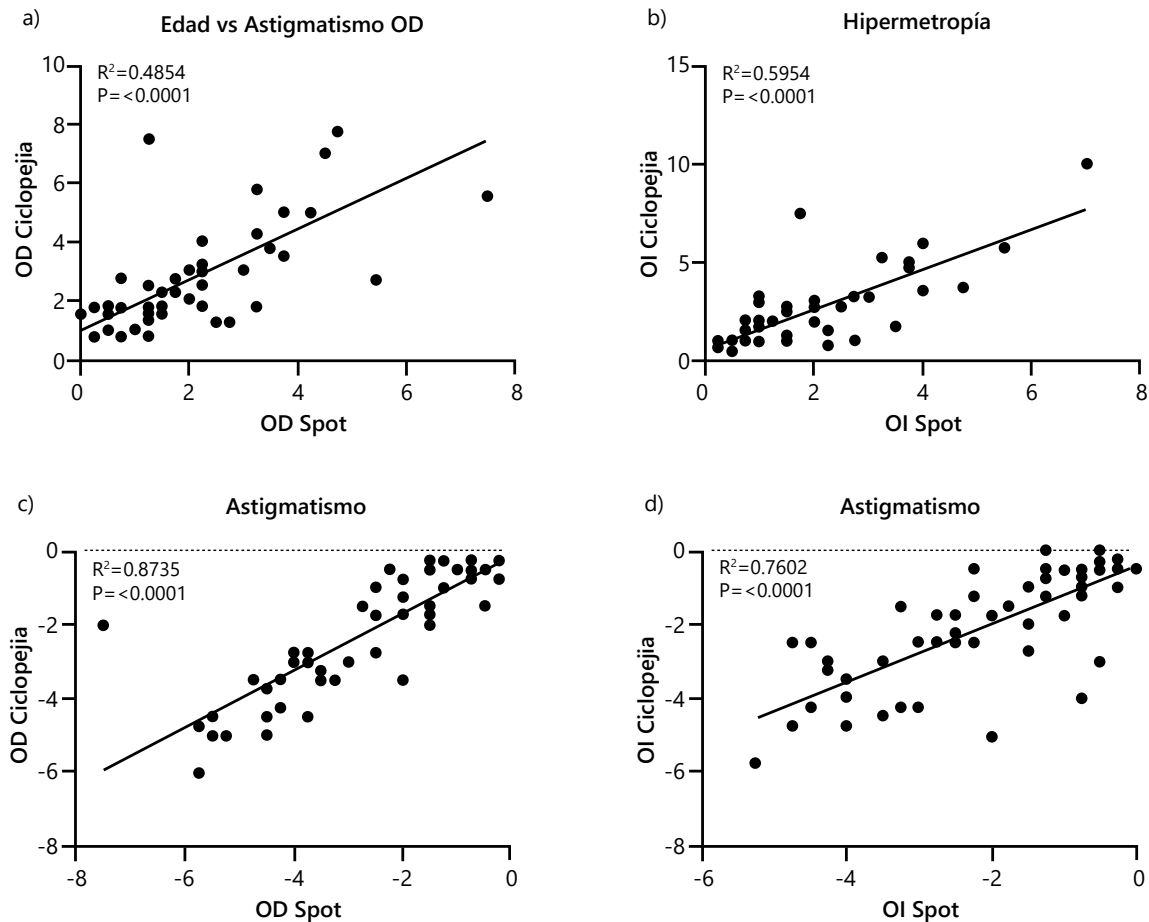


Figura 6. Correlaciones para las mediciones de defectos visuales entre los dos sistemas de medición Spot Vision Screener (valor de la primera medición) y refracción bajo ciclopejía. a) Hipermetropía OD, b) hipermetropía OI, c) astigmatismo OD, d) astigmatismo OI. Correlaciones de Spearman con el valor del R^2 y el valor de significancia estadística.



En cuanto a las correlaciones que tiene en cuenta un único valor por Spot Vision Screener y la retinoscopia bajo ciclopejía, se mantiene la correlación positiva para todos los defectos de la visión en ambos ojos. Sin embargo, para la hipermetropía del ojo derecho disminuye la magnitud de la correlación del 67 % (figura 2a) al 48 % (R^2 -squared 0.4854). Aun así, demuestra una correlación significativa ($p<0.0001$) (figura 6a). Con respecto a la hipermetropía en ojo izquierdo, también se observa la reducción en la magnitud de la correlación del 69 % (figura 2b) al 59 % ($R^2=0.5954$), todavía manifiesta una correlación significativa ($p<0.0001$) (figura 6b). Frente al astigmatismo para ojo derecho, la magnitud de la correlación aumenta al 87 % (R^2 -squared 0.8735), evidencia una correlación significativa ($p<0.0001$) (figura 6c) (fi-

gura 2c-d) y para el ojo izquierdo la correlación mejora (R^2 -squared 0.7602), hay una correlación significativa ($p<0.0001$) (figura 6d).

DISCUSIÓN

Los métodos automatizados buscan cuantificar de forma confiable el error de refracción en niños que presentan dificultades de cooperación, con retraso en el desarrollo, cuando no es posible medir la agudeza visual o no se puede acceder a un examen visual convencional^{25,26}. En este estudio se comparó el valor obtenido con el autorefractómetro Spot Vision Screener y el resultado obtenido a través de la refracción bajo ciclopejía. Los resultados arrojaron una correlación positiva y significati-

va ($p=0.0001$), esto demuestra que los valores triplicados obtenidos con el Spot Vision Screener son comparables y no tienen diferencias significativas con la retinoscopia bajo ciclopejia, lo que respalda su fiabilidad como dispositivo. Se esperaba que los valores de hipermetropía se subestimaran con el Spot Vision Screener, como se ha reportado en anteriores estudios, con diferencias que oscilan desde 0.17D más negativas^{27,15,28} hasta 0.49D más negativas²¹ en comparación con la refracción bajo ciclopejia. Sin embargo, los datos recopilados en este estudio mostraron valores similares de hipermetropía (OD ($p=0.060$) OI ($p=0.907$)) para ambas técnicas, lo que contrasta con los hallazgos reportados. En el estudio prospectivo de Peterseim *et al.*²⁹, en el que se evaluaron niños de 6 meses hasta 13 años, se encontró que el Spot Vision Screener tenía una baja sensibilidad (0.27) para detectar la hipermetropía, así que hubo una tendencia hacia la subestimación de este error de refracción. Por otro lado, en el estudio de Gaiser *et al.*³⁰, que incluyó 475 sujetos, se halló que en el Spot Vision Screener se omitió el 40.9% de los casos con valores de hipermetropía superiores a +4.00D el Spot y solo remitió el 9.09% de los sujetos, esta discrepancia podría relacionarse con el desplazamiento miópico que se produce como consecuencia de la acomodación y que no se reduce en su totalidad debido a la distancia entre el niño y el Spot Vision Screener durante la medición³¹. Es de señalar que los valores de hipermetropía encontrados en el presente estudio fueron inferiores en relación con los datos reportados en los estudios mencionados, esta discrepancia pudo haber contribuido a una mayor precisión en el funcionamiento del dispositivo.

Con respecto a los hallazgos relacionados con la miopía, se mantuvo una correlación constante en ambos ojos (OD ($p=0.699$) OI ($p=0.918$)). En el estudio de Peterseim *et al.*²⁹ se demostró una notable sensibilidad para detectar miopía (0.89), en especial en niños mayores. De la misma manera, Barugel *et al.*³², en un estudio con 41 sujetos, en el que compararon la sensibilidad, especificidad y tasa de derivación del Spot Vision Screener, demostraron que la sensibilidad del dispositivo para detectar la miopía era alta (>80%) y con una especificidad aceptable (89.71%). Por tanto, el dispositivo parece facilitar la derivación y prescripción del error de refracción para miopía en la población pediátrica. Es importante señalar que las conclusiones acerca de la concordancia entre ambos sistemas deben interpretarse considerando la limitación de la muestra.

En cuanto al valor del cilindro, en el presente estudio no hubo diferencias significativas entre el valor triplicado del cilindro obtenido con el Spot Vision Screener y la retinoscopia bajo ciclopejia ($p=0.0001$). Este resultado coincide con el estudio de Panda *et al.*²⁸, en el cual se comparó el Spot Vision Screener con la refracción sin

ciclopejia y con ciclopejia en 462 participantes (177 niños de 4 a 16 años y 285 adultos de 17 a 75 años). Allí se demostró que la diferencia media en niños J180 ($p<0.1176$) y J45 ($p<0.001$) fue menor, lo que indica un buen rendimiento del dispositivo para la detección del cilindro. En el estudio de Peterseim *et al.*¹⁵ se señaló que la especificidad general para la detección de astigmatismo era excelente con 0.93. Al mismo tiempo, se mantuvo una buena sensibilidad para el astigmatismo (0.80) en niños mayores de 4 años. Mu *et al.*²¹ evaluaron a 155 niños (edad media 5.74 ± 1.20 años) y encontraron una concordancia moderada entre el Spot Vision Screener y la retinoscopia bajo ciclopejia, sobre todo para J0 (0.10 ± 0.65) y J45 (0.11 ± 0.47). Los resultados contrastan con el estudio de Peterseim *et al.*¹⁵, en el que se examinaron 265 pacientes (edad media 6.0 ± 3.4 años) y encontraron que el Spot Vision Screener sobreestimaba el valor del cilindro en 0.36D, de la misma manera ocurrió en el estudio de Gaiser *et al.*³⁰. En este se estudió una población de 475 sujetos (edad media, 53.3 meses), aunque se demostró que el Spot Vision Screener muestra una alta especificidad (92.9%) y una buena sensibilidad (79.2%) para el cilindro, también fue notoria una sobrestimación de 0.48D. Asimismo, Crescioni *et al.*³³ estudiaron a 209 estudiantes (edad media 11.89 ± 1.89 años) y reportaron una sobreestimación de 0.34D de cilindro. Por su parte, Srinivasan *et al.*³⁴ en una muestra con 242 niños (edad media 23.7 ± 8.24 meses), encontraron una sobrestimación con una diferencia media de -0.52 D de cilindro. Desde los datos recopilados en el presente estudio, y con los valores del cilindro en la muestra analizada, es posible afirmar que el dispositivo Spot Vision Screener proporciona una medición confiable en el valor del astigmatismo en pacientes pediátricos.

En cuanto al valor del eje del astigmatismo, en el estudio de Erdurmus *et al.*³⁵ se evaluó a 204 niños (edad media 7.1 ± 2.4 años), se compararon los valores obtenidos con el Plusoptix CR03 y la retinoscopia bajo ciclopejia y se encontró una diferencia de 3 grados para una potencia cilíndrica de 1.00D obtenida con la retinoscopia, aunque esa no resultó clínicamente significativa. Asharlous *et al.*³⁶ compararon el efecto del ciclopentano al 1% en el valor del cilindro, eje y esfera, reportaron que la ciclopejia causó cambios estadísticamente significativos en los componentes WR y AR del cilindro, mientras que los componentes OB no se vieron afectados. En este estudio se observaron diferencias en los valores del eje entre las distintas técnicas de medición, tal vez porque durante los registros la posición de la cabeza del niño varió entre las mediciones, lo que pudo influir en los resultados³⁷. Así mismo, el incremento en las aberraciones de alto orden por la dilatación pupilar y el astigmatismo acomodativo pudieron contribuir con los resultados actuales³⁶. Es relevante que el resultado WR

fue más frecuente en la retinoscopia bajo cicloplejia que con el Spot Vision Screener, lo cual concuerda con lo reportado en estudios anteriores^{33,38}, sin embargo, en el contexto del presente estudio, este hallazgo resultó ser clínicamente significativo.

Respecto a la variabilidad en la correlación observada entre ojo derecho y ojo izquierdo, es posible que durante el examen no se haya logrado el mismo grado de cicloplejia en ambos ojos. Esta disparidad podría deberse a que solo se midió la agudeza visual, sin considerar factores como el diámetro pupilar y el color del iris, los cuales podrían haber influido en la absorción y respuesta del medicamento empleado³⁹. Lo anterior podría explicar la baja magnitud de correlación obtenida entre ambos ojos, en especial cuando se realizó el procedimiento con refracción bajo cicloplejia.

Sobre los hallazgos relativos a la edad de los participantes, se destaca el estudio retrospectivo de Wajuihian *et al.*⁴⁰, en el que se analizó un conjunto de 6687 historias clínicas y se evaluó el error de refracción en función del género y edad. Allí observaron que el valor de la miopía disminuía con la edad, mientras que la hipermetropía, el valor del cilindro y la anisometropía aumentaron. Por su parte, Barba *et al.*⁴¹ llevaron a cabo un estudio transversal de 2195 pacientes y hallaron que la hipermetropía era más en niños de 1 a 5 años (27.6%, $p < 0.001$) en contraste con los participantes de 15 años, donde la miopía fue el error de refracción más frecuente. En nuestro estudio la tendencia fue que no hay asociación entre la edad y la hipermetropía; no obstante, se observó una ligera disminución de la hipermetropía a medida que la edad aumentaba, sobre todo en el grupo de 10 a 11 años, era de esperarse debido al aumento en la longitud axial consecuente con el crecimiento⁴². Es importante señalar que el tamaño muestral reduce la robustez de esta conclusión.

Respecto al valor del cilindro relacionado con la edad, los hallazgos del presente estudio sugieren que existe una tendencia a que los valores del cilindro aumentan a medida que la edad avanza, esto fue notorio con ambas técnicas. En los hallazgos de Kleinstein con una población de 2523 niños (534 afroamericanos, 491 asiáticos, 463 hispanos y 1035 blancos) con edades entre 5 y 17 años, se encontró que los niños hispanos (36.9%) y asiáticos (33.6%) presentaron valores de cilindro superiores en comparación con otros grupos étnicos⁴³, no obstante, por el tamaño muestral no fue posible respaldar esta hipótesis con confianza estadística. Para comprobar si la edad tiene un efecto en la reducción de los valores de hipermetropía o en el aumento del valor del cilindro, sería necesario contar con un tamaño de muestra mayor.

Sobre la cantidad de registros que fueron obtenidos con el Spot Vision Screener, se observa que cuando se realizan 3 mediciones, la congruencia de las lecturas frente a la refracción bajo cicloplejia es buena, mientras que

cuando se obtiene una única medición la congruencia se ve comprometida en el ojo derecho, en particular cuando se obtiene el valor de la hipermetropía (figura 5). Esto puede explicarse: al tomar múltiples mediciones con el equipo, los valores tienden a estabilizarse a medida que los niños se vuelven más cooperativos durante el examen⁴⁴. Por tanto, se recomienda realizar al menos 3 mediciones con el Spot Vision Screener con el fin de obtener datos más confiables en pacientes pediátricos. Esta tendencia no ocurrió de manera similar con los valores del eje del astigmatismo, dado que la magnitud de correlación aumentó, por lo que fue más preciso con una única medición. Es posible que se deba a que durante cada registro pudieron presentarse variaciones en la posición de la cabeza del niño, lo que influye en los resultados³⁷.

El estudio tiene varias fortalezas. En primer lugar, los resultados obtenidos representan uno de los primeros intentos de aplicar técnicas automatizadas en la evaluación de niños en la población de Colombia. En segundo lugar, los resultados evidencian un desempeño positivo de este dispositivo en el diagnóstico de errores de refracción en hipermetropía y astigmatismo, dos de las alteraciones visuales más frecuentes en la población pediátrica colombiana, aunque la generalización de estos resultados puede ser limitada. Aun así, este estudio presenta varias limitaciones: por un lado, el tamaño de la muestra poblacional y la desigualdad en la distribución de los errores de refracción restringen la capacidad de comprender por completo los resultados. Por otro lado, el estudio no proporcionó información del impacto del Spot Vision Screener en pacientes bajo efecto ciclopléjico, que podría mejorar la sensibilidad y rendimiento del dispositivo⁴⁵. Además, los sujetos del estudio eran en su mayoría de mayor edad en comparación con sujetos de estudios anteriores, esto pudo haber influido en que las tasas de éxito de las mediciones fueran más bajas que las reportadas por la presente población.

En conclusión, los valores de refracción obtenidos con el Spot Vision Screener mostraron una correlación significativa con la retinoscopia bajo cicloplejia en lo que respecta a hipermetropía y astigmatismo, pero solo cuando se realizó el triplicado de los datos. Se observaron diferencias significativas en el eje del astigmatismo entre ambas técnicas. Los valores de miopía obtenidos en el presente estudio no fueron concluyentes. Por lo tanto, este tipo de dispositivos automatizados podrían desempeñar un papel útil en ubicaciones remotas, esto facilita la prestación de servicios de atención visual a niños que no tienen acceso a la salud o no pueden acceder a centros de salud cercanos. Es necesario investigar con una muestra más amplia de participantes y una distribución similar de errores de refracción y así validar el uso de este dispositivo como herramienta efectiva para la detección en la población infantil de Colombia.

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

FINANCIACIÓN

La investigación fue financiada con recursos propios de la Fundación Universitaria del Área Andina, según acta de inicio con código CV2021-CSD--B-12283 de la Dirección Nacional de Investigación.

AGRADECIMIENTOS

A la Fundación Universitaria del Área Andina por facilitar los espacios para la toma de exámenes clínicos de este proyecto.

REFERENCIAS

1. Organización Mundial de la Salud. Informe mundial sobre la visión [Internet]. Ginebra; 2020. Disponible en: <https://issuu.com/visionyoptica.com/docs/9789240000346-spa>.
2. 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;30(1):3-22.
3. Bastawrous A, Hennig BD. The global inverse care law: a distorted map of blindness. *Br J Ophthalmol*. 2012;96(10):1357-1358.
4. Lince-Rivera Isabella, Camacho Gabriel Eduardo, Kunzel-Gallo Alexa. Caracterización de los defectos refractivos en una población de niños de los 2 a los 14 años en Bogotá, Colombia. *Univ. Med.* [Internet]. 2018 Mar [cited 2023 Sep 26]; 59(1): 11-18. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2011-08392018000100011&lng=en. <https://doi.org/10.11144/javeriana.umed59-1.refr>.
5. 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(10):1320-1323.
6. Papageorgiou E, Asproudis I, Maconachie G, Tsironi EE, Gottlob I. The treatment of amblyopia: current practice and emerging trends. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2019;257(6):1061-1078.
7. Vickers J. Successful treatment of severe amblyopia. *Optom Vis Perf* [Internet]. 2017;6(3):166-8. Disponible en: https://www.oepf.org/wp-content/uploads/2023/04/ovp5-6_article_vickers_web.pdf.
8. Sheeladevi S, Seelam B, Nukella PB, Modi A, Ali R, Keay L. Prevalence of refractive errors in children in India: a systematic review. *Clin Exp Optom*. 2018;101(4):495-503.
9. Doherty SE, Doyle LA, McCullough SJ, Saunders KJ. Comparison of retinoscopy results with and without 1% cyclopentolate in school-aged children. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2019;39(4):272-281.
10. Martín Algarra LV, Rodríguez Álvarez MF, Gené Sampedro A. Análisis y aplicabilidad de los protocolos para el diagnóstico de errores refractivos en niños. *Cienc Tecnol Salud Vis Ocul*. 2018;(1):111-125.
11. Donahue SP, Nixon CN, *et al*. Visual System Assessment in Infants, Children, and Young Adults by Pediatricians. *Pediatrics*. 2016;137(1):28-30.
12. Forcina BD, Peterseim MM, Wilson ME, Cheeseman EW, Feldman S, Marzolf AL, *et al*. Performance of the Spot Vision Screener in Children Younger Than 3 Years of Age. *Am J Ophthalmol*. 2017; 178:79-83.
13. Peterseim MMW, Trivedi RH, Feldman S, Husain M, Walker M, Wilson ME, *et al*. Evaluation of the Spot Vision Screener in School-Aged Children. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 2020;57(3):146-153.
14. Garry GA, Donahue SP. Validation of Spot screening device for amblyopia risk factors. *J AAPOS*. 2014;18(5):476-480.
15. Peterseim MM, Papa CE, Wilson ME, *et al*. Photoscreeners in the pediatric eye office: compared testability and refractions on high-risk children. *Am J Ophthalmol*. 2014;158(5):932-938.
16. Sánchez Vanegas G, Buitrago García DC, Moreno C, Segura MM, Fernández Jaramillo J, Solano Franco AA, *et al*. Guía de práctica clínica para la detección temprana, el diagnóstico, el tratamiento y el seguimiento de los defectos refractivos en menores de 18 años. *Pediatría*. [Internet]. 2017 [citado 8 de agosto de 2023];50(1). Disponible en: <https://revistapediatria.org/rp/article/view/77>.
17. Arana Méndez M, Arguello L, Martínez J, *et al*. Evaluation of the Spot Vision Screener in young children in Costa Rica. *J AAPOS*. 2015;19(5):441-444.
18. Ransbarger KM, Dunbar JA, Choi SE, Khazaeni LM. Results of a community vision-screening program using the Spot photoscreener. *J AAPOS*. 2013;17(5):516-520.
19. Davidson JD, Cheeseman E, Peterseim MM, Papa C, Trivedi R, Kraus C. Comparison of the Spot and plusoptiX A09 vision screeners for the detection of refractive error in various ethnic groups. *J AAPOS*. 2014;18(4):e27-8.

20. Resolución Numero 8430 DE 1993 (octubre 4-1993). Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Ministerio de Salud. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE-1993.PDF>
21. Mu Y, Bi H, Ekure E, Ding G, Wei N, Hua N, *et al.* Performance of Spot Photoscreener in Detecting Amblyopia Risk Factors in Chinese Pre-school and School Age Children Attending an Eye Clinic. *PLoS One.* 2016;16;11(2):e0149561.
22. Jorge J, Queiros A, González-Méjome J, Fernandes P, Almeida JB, Parafita MA. The influence of cycloplegia in objective refraction. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2005;25(4):340-345.
23. Gurnani B, Kaur K. Astigmatism. [Updated 2023 Jun 26]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK582142/>
24. IBM Corp, IBM SPSS Statistics for Windows, Version 24.0. Armonk, NY Donahue SP, Nixon CN, *et al.* Visual System Assessment in Infants, Children, and Young Adults by Pediatricians. *Pediatrics.* 2016;137(1):28-30.
25. Kemper AR, Wallace DK, Patel N, Crews JE. Preschool vision testing by health providers in the United States: findings from the 2006-2007 Medical Expenditure Panel Survey. *J AAPOS.* 2011;15(5):480-483.
26. McCurry TC, Lawrence LM, Wilson ME, Mayo L. The plusoptix S08 photoscreener as a vision screening tool for children with autism. *J AAPOS.* 2013;17(4):374-377.
27. Qian X, Li Y, Ding G, Li J, Lv H, Hua N, *et al.* Compared performance of Spot and SW800 photoscreeners on Chinese children. *Br J Ophthalmol.* 2019;103(4):517-22.
28. Panda L, Barik U, Nayak S, *et al.* Performance of Photoscreener in Detection of Refractive Error in All Age Groups and Amblyopia Risk Factors in Children in a Tribal District of Odisha: The Tribal Odisha Eye Disease Study (TOES) # 3. *Transl Vis Sci Technol.* 2018;7(3):12.
29. Peterseim MMW, Trivedi RH, Monahan SR, *et al.* Effectiveness of the Spot Vision Screener using updated 2021 AAPOS guidelines. *J AAPOS.* 2023;27(1):24.e1-24.e7.
30. Gaiser H, Moore B, Srinivasan G, Solaka N, He R. Detection of Amblyogenic Refractive Error Using the Spot Vision Screener in Children. *Optom Vis Sci.* 2020;97(5):324-331.
31. Feldman S, Peterseim MMW, Trivedi RH, Edward Wilson M, Cheeseman EW, Papa CE. Detecting High Hyperopia: The Plus Lens Test and the Spot Vision Screener. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus.* 2017;54(3):163-167.
32. Barugel R, Touhami S, Samama S, *et al.* Evaluation of the Spot Vision Screener for children with limited access to ocular health care. *J AAPOS.* 2019;23(3):153.e1-153.e5.
33. Crescioni M, Miller JM, Harvey EM. Accuracy of the Spot and Plusoptix photoscreeners for detection of astigmatism. *J AAPOS.* 2015;19(5):435-440.
34. Srinivasan G, Russo D, Taylor C, Guarino A, Tattersall P, Moore B. Validity of the Spot Vision Screener in detecting vision disorders in children 6 months to 36 months of age. *J AAPOS.* 2019;23(5):278.e1-278.e6.
35. Erdurmus M, Yagci R, Karadag R, Durmus M. A comparison of photorefractometry and retinoscopy in children. *J AAPOS.* 2007;11(6):606-611.
36. Asharlous A, Hashemi H, Jafarzadehpour E, *et al.* Does astigmatism alter with cycloplegia? *J Curr Ophthalmol.* 2016;28(3):131-136.
37. Sigronde L, Blanc J, Aho S, Pallot C, Bron AM, Creuzot-Garcher C. Evaluation of the Spot Vision Screener in comparison with the orthoptic examination in visual screening in 3-5 year-old schoolchildren. *J Fr Ophtalmol.* 2020;43(5):411-416.
38. Wen G, Tarczy-Hornoch K, McKean-Cowdin R, *et al.* Prevalence of myopia, hyperopia, and astigmatism in non-Hispanic white and Asian children: multi-ethnic pediatric eye disease study. *Ophthalmology.* 2013;120(10):2109-2116.
39. Anderson HA, Bertrand KC, Manny RE, Hu YS, Fern KD. Comparison of two drug combinations for dilating dark irides. *Optom Vis Sci.* 2010;87(2):120-124.
40. Wajuihian SO, Mashige KP. Gender and age distribution of refractive errors in an optometric clinical population. *J Optom.* 2021;14(4):315-327.
41. Barba-Gallardo LF, Salas-Hernández LH, Barba illafán-Bernal JR, *et al.* Refractive status of patients attending eye clinics of the Public Health System from Aguascalientes, Mexico. *J Optom.* 2021;14(4):328-334.
42. 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(4):215-224.
43. Kleinstein RN, Jones LA, Hullett S, *et al.* Refractive error and ethnicity in children. *Arch Ophthalmol.* 2003;121(8):1141-1147.
44. Geremias A, García NP, Moreira CAS, Barboza GNC, Barboza MNC. Clinical correlation between automated vision screening under cycloplegia and retinoscopy in young children. *Arq Bras Oftalmol.* 2023;86(3):232-239.
45. Yakar K. Clinical Performance of the Spot Vision Photo Screener before and after Induction of Cycloplegia in Children. *J Ophthalmol.* 2019; 2019:5329121.