

January 2018

Análisis y aplicabilidad de los protocolos para el diagnóstico de errores refractivos en niños

Laura Victoria Martín Algarra

Universidad de La Salle, Bogotá, lmartin32@unisalle.edu.co

Martha Fabiola Rodríguez Álvarez

Universidad de La Salle, Bogotá, mafarodriguez@unisalle.edu.co

Andrés Gené Sampedro

Universidad de Valencia, lmartin32@unisalle.edu.co

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/svo>



Part of the [Eye Diseases Commons](#), [Optometry Commons](#), [Other Analytical, Diagnostic and Therapeutic Techniques and Equipment Commons](#), and the [Vision Science Commons](#)

Citación recomendada

Martín Algarra LV, Rodríguez Álvarez MF y 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. doi: <https://doi.org/10.19052/sv.5063>

This Artículo de Revisión is brought to you for free and open access by the Revistas científicas at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in *Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular* by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

Análisis y aplicabilidad de los protocolos para el diagnóstico de errores refractivos en niños

Analysis and applicability of protocols for the diagnosis of refractive errors in children

LAURA VICTORIA MARTÍN ALGARRA* 

MARTHA FABIOLA RODRÍGUEZ**

ANDRÉS GENÉ SAMPEDRO***

Recibido: 10-08-2017 / Aceptado: 11-03-2017

RESUMEN

Actualmente, una gran parte de la población, especialmente de los países en desarrollo, no tiene acceso a servicios de salud visual de calidad. La población infantil es la más afectada, dado que la maduración del sistema visual ocurre en los primeros años de vida, por lo cual es necesario realizar tamizaje o examen visual completo en esta población para identificar anomalías oculares como errores de refracción y ambliopía. Los protocolos para el tamizaje visual o examen completo varían ampliamente en el tipo de pruebas y procedimientos, aunque la mayoría utiliza la agudeza visual (AV) y la refracción como principales criterios diagnósticos. Estas pruebas clínicas deben tener buena calidad y precisión, es decir, una alta sensibilidad y especificidad. Desafortunadamente, en la mayoría de los estudios clínicos y epidemiológicos se desconoce la calidad y la precisión de las pruebas utilizadas, lo cual dificulta la comparación de los resultados y la estimación de las condiciones reales de los problemas visuales detectados en los países y en el mundo. Por lo tanto, el objetivo de la presente revisión de la literatura fue describir las principales pruebas y protocolos utilizados en estudios epidemiológicos y clínicos para la detección de errores refractivos en niños.

Palabras clave: tamizaje visual, errores refractivos, agudeza visual, refracción, test diagnósticos, niños.

* Optómetra, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. Miembro del Centro de Investigación en Salud y Visión (CISVI). Estudiante de Maestría en Ciencias de la Visión.  lmartin32@unisalle.edu.co

** Bacterióloga. MSc. Docente. Miembro del Centro de Investigación en Salud y Visión (CISVI), Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.

*** Óptico-optometrista. Investigador del Instituto de Tráfico y Seguridad Vial, Universidad de Valencia, España. Docente del Departamento de Óptica y Optometría y Ciencias de la Visión, Universidad de Valencia, España.

Cómo citar este artículo: Martín Algarra LV, Rodríguez MF, Gené Sanpedro A. Análisis y aplicabilidad de los protocolos para el diagnóstico de errores refractivos en niños. *Cienc Tecnol Salud Vis Ocul*. 2018;16(1):111-25. doi: <https://doi.org/10.19052/sv.5063>

ABSTRACT

Currently, a large part of the world population does not have access to quality visual health services. Most of this population lives in developing countries, thus it is necessary to screen the general population to identify ocular abnormalities such as refractive errors and amblyopia in schoolchildren. The protocols for complete visual screening or examination vary widely regarding the type of tests and procedures, although most of them use visual acuity (VA) and refraction as the main diagnostic criteria. These clinical tests should have good quality and precision, that is, a high sensitivity and specificity. Unfortunately, in most clinical and epidemiological studies, the quality and accuracy of the tests used are unknown, which makes it difficult to compare results and to estimate the real conditions of visual problems in the population. Therefore, the objective of this literature review was to describe the main tests and protocols used in epidemiological and clinical studies for the detection of refractive errors in children.

Keywords: vision screening, refractive errors, diagnostic tests, children.

INTRODUCCIÓN

La maduración del sistema visual del ser humano se lleva a cabo durante los primeros seis años de vida, en los cuales se requiere que los estímulos visuales que llegan a la retina de ambos ojos estén enfocados de forma correcta y alineados entre sí. De lo contrario, puede llevar al desarrollo de ambliopía, con consecuencias permanentes e irreversibles de no ser tratados (1). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2), existen alrededor de 19 millones de niños sin acceso al cuidado de la salud visual y ocular, en edades menores a 15 años, de los cuales 12 millones tienen defectos de refracción no corregidos. Aproximadamente el 5,5% de estos niños son escolares, lo que afecta seriamente su educación, a pesar de que los errores refractivos pueden ser fácilmente corregidos hasta en un 80% con lentes, siempre y cuando no presente otro problema neurológico asociado y se empleen los servicios adecuados disponibles para toda la población.

La ceguera y la baja visión constituyen un problema de salud pública en el contexto global. Tiene un alto costo socioeconómico, que es asumido por el núcleo familiar y la sociedad, esto debido a la falta de accesibilidad a los servicios de salud que se ve reflejado en la alta prevalencia de cegueras prevenibles (3-5). El costo anual estimado de la pérdida de productividad por deterioro de la visión refractiva en el ámbito mundial es de 269.000 millones de dólares internacionales (6,7).

En Colombia, el impacto negativo para el PIB del país ocasionado por la ceguera y la disminución de la AV podría ser entre 2000 y 3209 millones de dólares; por lo tanto, los problemas visuales implican un costo elevado tanto económico como social para la región (4). Al mismo tiempo, en los niños los defectos visuales pueden producir fracaso escolar e impedir el aumento del número de estudiantes que llegan a educación superior (7).

La detección de los errores refractivos se realiza por medio del tamizaje visual en campañas de promoción de la salud visual o por medio del examen clínico completo, el cual generalmente se aplica en los servicios de cuidado primario y consultorios privados. Teniendo en cuenta que una gran parte de la población, especialmente los países en desarrollo no tiene acceso a servicios de salud visual de calidad, por esta razón debe ser prioritario para los gobiernos realizar el tamizaje visual con regularidad en la población infantil, que permita identificar anomalías oculares, errores de refracción y ambliopía en escolares (7). El tamizaje visual deben incluir por lo menos la evaluación de la AV monocular y agujero estenopéico para detectar un impedimento visual mayor (8), el cual puede ser efectuado por profesionales de salud o docentes capacitados, con el fin de realizar una detección temprana de problemas visuales en niños en edad preescolar. Cuando el tamizaje visual incluye la refracción, es posible la provisión de gafas. Finalmente incluirá la remisión a centros

de salud especializados, en caso de requerir exámenes o tratamiento especializado.

En menores de tres años el estado visual se evalúa mediante la capacidad del niño para fijar y seguir objetos binocular y monocularmente (9). Una estrategia de evaluación estándar es determinar si cada ojo por separado puede fijar un objeto, mantener la fijación y luego seguir el objeto en varias posiciones de mirada. El incumplimiento de estas maniobras indica una deficiencia visual significativa. Por esta razón, si se observa binocularmente una fijación y un seguimiento deficientes después de los tres meses de edad, se sospecha de una anomalía bilateral significativa del ojo o del cerebro y se recomienda la remisión para una evaluación más profunda de la visión (1).

La Academia Americana de Oftalmología, de Pediatría, de Optometría, de Medicina Familiar y de Oftalmología Pediátrica y Estrabismo ratifica la necesidad de la evaluación precoz de la visión y recomienda el examen visual en preescolares al menos una vez al año, para detectar la presencia de ambliopía o factores de riesgo. También considera la valoración con examen físico y con instrumentos especializados (autorrefractómetros) cuando estén disponibles (10-14). Todas las asociaciones mencionadas sugieren la medición de la AV a distancia, monocular y la detección de la desalineación ocular. Aunque la edad en la que se inicia el análisis y las pruebas específicas recomendadas varían entre los grupos, en general, se debe realizar a partir de los tres años de edad (15); además, la Academia Americana de Médicos de Familia informa que las pruebas actuales son insuficientes para evaluar el balance de los beneficios y los daños de la exploración de la visión en niños menores de tres años (14).

A partir de los tres años, la exploración visual debe incluir un conjunto de pruebas como agudeza visual (Snellen, símbolos Lea y HOTV), Bruckner, refracción (retinoscopia estática, dinámica, ciclopéjica y autorrefractómetro), motilidad ocular

(estabilidad de la fijación, función sacádica, punto próximo de convergencia), visión binocular (*cover test* unilateral y alternante, Hirschberg, Krimsky, estereopsis, vergencias fusionales positivas y negativas) y visión al color (10-14,16).

Siguiendo con un protocolo muy similar, entre los 6 y los 14 años, la *Guía clínica de refracción* recomienda que el tamizaje visual pediátrico debe incluir la medición de AV, *cover test*, prueba de Hirschberg, de estereopsis, de convergencia y rojo pupilar; esto mediante la utilización de elementos básicos como optotipos, ocluser, figuras de fijación, espejo plano y test de estereopsis; mientras que un examen completo consta de todo lo anterior más la evaluación de la refracción y el examen del polo anterior y la retina mediante oftalmoscopia directa (8).

Los protocolos para el tamizaje visual y el examen completo varían ampliamente en el tipo de pruebas y los procedimientos, aunque la mayoría utiliza la AV y la refracción como principales criterios diagnósticos, respectivamente (17,18). Estas pruebas clínicas deben tener una buena calidad y precisión, es decir, una alta sensibilidad y especificidad. Desafortunadamente, en la mayoría de los estudios clínicos y epidemiológicos se desconoce la calidad y la precisión de las pruebas utilizadas, lo que dificulta la comparación de los resultados y la estimación de las condiciones reales de los problemas visuales en la población. Por lo tanto, el objetivo de la presente revisión de la literatura fue describir las principales pruebas y protocolos utilizados en estudios epidemiológicos y clínicos para la detección de errores refractivos en niños.

AGUDEZA VISUAL (AV)

La valoración de la AV en los niños se realiza con diferentes test, según la edad y la escolaridad, siendo fundamental utilizar una cartilla que el niño sea capaz de entender. Ian Bailey y Jan Lovie crearon la cartilla de LogMAR con el fin de

establecer una prueba estándar de AV en la que la única variable significativa entre una línea y otra, fuera el tamaño (19). En la tabla 1 se muestran diferentes cartillas que se utilizan frecuentemente en la práctica de optometría pediátrica, su correspondiente descripción y la edad recomendada a partir de la cual se puede realizar.

Después del desarrollo de las cartillas de Snellen, se hicieron muchas variaciones en las secuencias de tamaño, diagrama y diseños de los optotipos, con el fin de crear una cartilla estándar ampliamente aceptada que contara con diferentes secuencias de letras y que tuviera la misma cantidad en todas las filas. El diseño de la cartilla LogMAR (logaritmo del ángulo mínimo de resolución) surgió de una necesidad de investigación para determinar la variabilidad del test retest en la toma de AV para personas con baja visión, lo cual mejoró la precisión de su medición y se adoptó en varios estudios como estándar de oro para la toma de dicha prueba en diferentes poblaciones (19-22).

Aunque la medida de AV como prueba única no detecta de una manera fiable el error refractivo, esta característica es la primera medida de la función visual tanto en la práctica clínica como en la investigación. Dependiendo del procedimiento, la cartilla y la edad del paciente, la AV presenta variabilidad en la repetitividad y reproducibilidad, así como en la sensibilidad y especificidad (tabla 2) (23,24).

La cartilla ETDRS fue inicialmente utilizada en el Early Treatment Diabetic Retinopathy Study, un ensayo clínico colaborativo multicéntrico respaldado por el National Eye Institute, para evaluar si el tratamiento para esta enfermedad disminuía la pérdida visual. Actualmente se utiliza para predecir la mayoría de los errores refractivos en niños de una manera sensible y específica, teniendo como punto de corte igual o peor a 0,28 LogMAR. El tiempo de la prueba es más corto y con una buena exactitud frente al procedimiento de la prueba estándar (28). Estudios como el de Tong y

TABLA 1. Test de evaluación de la agudeza visual en niños a partir de los dos años de edad

TEST	DESCRIPCIÓN	EDAD
New York Lighthouse	Tarjetas con tres figuras fácilmente diferenciables (manzana, casa y sombrilla). Se muestran de la más grande a la más pequeña a una distancia de 3 m.	2-3 años
Test C de Landolt	Test de tipo direccional que consta de una serie de círculos que poseen un espacio sobre la figura, el cual debe ser localizado en derecha, izquierda, arriba o abajo. Se debe realizar a 3 m.	
Tarjetas de Allen	Cuatro tarjetas con siete figuras esquemáticas (caballo, teléfono, pastel). Las figuras se identifican desde varias distancias, que inician a partir de los 3 m.	
Símbolos de Lea	Tarjetas con símbolos (círculo, cuadrado, manzana y casa) para aparear con los símbolos en la cartilla ubicada a 3 m. Los símbolos disminuyen en tamaño y en distancia entre ellos, desde la parte superior hasta la parte inferior de la cartilla, para crear el efecto de amontonamiento en forma LogMAR.	2-4 años
HOTV	Prueba de apareamiento para identificar las letras H, O, T, V. Las letras disminuyen en tamaño de la parte superior a la parte inferior de la cartilla; se realiza a una distancia de 3 m en forma LogMAR.	
E direccional	Cartilla con la letra E con los brazos dispuestos en diferentes direcciones (arriba, abajo, izquierda y derecha), ordenados de mayor a menor; se evalúa a 3 m.	Mayores de 4 años
Cartilla de Snellen	Cartilla con once líneas de letras, la primera línea consta de una letra muy grande y cada fila de abajo tiene un número creciente de letras que disminuyen en tamaño, sin disminuir la distancia entre las letras. Se lee a 4 m.	
ETDRS	Cartilla con una constante de cinco letras en cada fila. La separación entre cada letra es proporcional, lo cual le da la característica de configuración triangular (LogMAR). Se evalúa a 2 o 4 m.	6 años
Unicef	Cartilla E direccional que solo considera tres líneas de evaluación hasta 20/40 y una última línea de 20/20, se lee a 6 m.	Mayores de 6 años

Fuente: tomado de American Academy of Pediatrics (20) y Prevent Blindness America (21).

TABLA 2. Sensibilidad y especificidad de las cartillas de agudeza visual para la detección de errores refractivos

ESTUDIO Y AÑO	TEST ANALIZADO (ESTÁNDAR DE ORO)	EDAD (AÑOS)	SENSIBILIDAD (% [IC 95 %])	ESPECIFICIDAD (% [IC 95 %])
Moganeswari <i>et al.</i> , 2015 (25)	ETDRS (autorrefracción ciclóplejica)	7-9	72 (68-76)	97 (95-98)
VIP, 2004 (26)	Símbolos de Lea (examen completo)	3-5	61 (41-77)	94 (90-94)
	HOTV (examen completo)		54 (41-72)	93 (90-94)
Ying, 2005 (27)	E-Chart (examen completo)	3-6	99 (91-99)	15 (9-23)

colaboradores, en 2002, concluyen que la medida de la AV LogMAR con la cartilla ETDRS es una herramienta de detección precisa para defectos refractivos como la miopía, evaluando correctamente el 87,6 % de niños con este tipo de error refractivo. En este estudio el número de niños hipermetropes fue muy pequeño; por lo tanto, no permite valorar la verdadera efectividad del test para la detección de hipermetropía. Teniendo en cuenta el punto de corte de la AV de 0,28 LogMAR, los niveles de sensibilidad y especificidad obtenidos fueron satisfactorios. No obstante, si se elige un punto de corte más alto, aumentará la especificidad, pero como consecuencia se reduce la sensibilidad. Por esta razón, en investigaciones en las que la AV disminuida sea prevalente, no se recomienda utilizar pruebas para detección de errores refractivos por debajo del 95 % de especificidad (24).

El Grupo de Estudio de Visión en Preescolares (VIP) (26) realizó la primera investigación multicéntrica para determinar la validez de un protocolo y cada una de sus 11 pruebas visuales para la detección de los cuatro trastornos principales de la visión: ambliopía, estrabismo, error refractivo y AV reducida, en niños menores de 6 años. Este estudio concluyó que las pruebas más precisas para la detección de error refractivo fueron: refracción sin cicloplejia (74 %), autorrefractómetro Retinomax (66 %), SureSight Vision Screener (63 %) y símbolos Lea (61 %) lo cual evidencia la importancia de evaluar otras funciones visuales diferentes a la AV para determinar los errores refractivos en niños al realizar un tamizaje visual, teniendo en cuenta que en esta misma investigación, para la

detección de la AV reducida, todas las pruebas tuvieron sensibilidades por debajo del 50 %.

En general, los aspectos más importantes al momento de realizar un tamizaje visual en niños preescolares es la selección de pruebas que requieren habilidades cognitivas apropiadas para la edad del niño (capacidad de prueba), la fiabilidad de las pruebas y su capacidad para diferenciar con precisión a los niños que tienen un trastorno ocular de aquellos que no lo tienen (sensibilidad y especificidad). A este último respecto, los estudios mencionados han demostrado que para la evaluación de niños en edad preescolar (3 a 6 años) es recomendable emplear cartillas en escala LogMAR como símbolos de Lea o HOTV, ya que ambos proveen resultados similares y son de fácil entendimiento para esta población, con una buena sensibilidad y especificidad. Por otra parte, en niños mayores de 6 años es recomendada la cartilla ETDRS, la cual, a pesar de que inicialmente fue diseñada para adultos, proporciona una medida de AV repetible en niños y se considera el estándar de oro para la medición de la AV en la práctica clínica (29).

REFRACCIÓN

La retinoscopia es la prueba objetiva que proporciona la mayor información del estado refractivo del paciente por medio de la neutralización del reflejo retinal. Evalúa sus características (brillo, sombras, velocidad de movimiento y ancho del reflejo) a través de diferentes técnicas (30). La *retinoscopia estática* mide objetivamente el estado

refractivo del ojo; mientras el paciente fija un objeto ubicado en visión lejana para mantener la acomodación en reposo, se compensa de acuerdo con la distancia de trabajo del examinador (31). La *retinoscopia dinámica* es una técnica monocular descrita por Merchán en 1993, en la cual el paciente debe fijar un objeto situado a 40 cm con el fin de controlar la acomodación. La compensación se realiza según la edad de paciente, teniendo en cuenta que antes de los 40 años el valor para compensar es de 1,25 D (32). La *retinoscopia bajo cicloplejia* se fundamenta en la misma técnica que la retinoscopia estática, pero con previa aplicación de un agente farmacológico que inhibe el poder acomodativo del ojo, lo cual bloquea la función del músculo ciliar (33); se compensa la distancia de trabajo y el tono del músculo ciliar, las cuales pueden variar entre 0,50 y 0,75 D, dependiendo del fármaco empleado (34).

La retinoscopia estática no es muy recomendable en los niños, ya que se pueden producir variaciones en la distancia de trabajo por parte del examinador o fallas en la distancia de fijación del paciente. Esto genera una pérdida del control de la fijación y, por ende, una insuficiencia en la relajación de la acomodación, que conlleva a obtener diferencias de más de 1,0 D entre los valores (35). Por el contrario, la retinoscopia bajo cicloplejia es más precisa y útil en pacientes poco colaboradores, que no fijan adecuadamente y que presentan problemas acomodativos. Sin embargo, se evidencian varias desventajas en su aplicación, como los efectos adversos por el uso de los ciclopléjicos y la necesidad de recurso humano altamente calificado para la realización de la prueba. De igual forma, en algunos países de Latinoamérica la legislación prohíbe que los optómetras puedan emplear fármacos como medio diagnóstico; por esta razón, y como alternativa a la refracción bajo cicloplejia, la retinoscopia dinámica monocular puede ser empleada en escolares cuando el examinador requiera hacer un seguimiento del estado refractivo

del niño, controlando su acomodación sin necesidad de la instilación del medicamento; esta es la prueba adecuada para la valoración del estado refractivo en niños (36,37).

En estudios realizados por el VIP se demostró que la retinoscopia dinámica y el uso de autorrefractómetro (Retinomax y SureSight) tienen una excelente confiabilidad y alta precisión en la identificación de ambliopía, estrabismo y errores refractivos en niños preescolares (38,39). Las tres pruebas han mostrado un alto rendimiento en la detección de miopía y astigmatismo. De igual forma, el diagnóstico fue bueno en hipermetropías superiores a 3,25 D, lo cual justifica que, a pesar de la diferencia existente entre los test y tipos de defectos refractivos, la implementación de pruebas retinoscópicas en el tamizaje visual otorga mayor confiabilidad en la detección de niveles específicos de ametropías. De esta manera, se ha demostrado que la retinoscopia dinámica y el uso de autorrefractómetros presentan un mejor desempeño que las pruebas de AV para la detección de defectos refractivos en niños (40). Por esta razón, es necesario comparar su sensibilidad mediante la combinación de pruebas objetivas específicas que incluyan el mejor test de cada una, teniendo en cuenta que al emplear simultáneamente pruebas retinoscópicas con test de AV mejora la detección de alteraciones visuales significativas.

De esta forma, aunque la refracción y la AV son las técnicas con mayor validez para la detección de errores refractivos, tanto en el examen clínico como en el tamizaje visual se utilizan otros test que mejoran la eficacia y precisión del diagnóstico. En la tabla 3 se presentan los exámenes sugeridos por la Academia Americana de Pediatría para el tamizaje visual de acuerdo con la edad durante la infancia y las indicaciones de remisión al oftalmólogo o al optómetra (20).

TABLA 3. Técnicas de evaluación para tamizaje visual según grupo etario

EDAD RECOMENDADA	MÉTODO	INDICACIONES DE REMISIÓN
Recién nacido hasta tres meses	Rojo retiniano	Anormal o asimétrico
	Inspección	Anomalía estructural
3 a 6 meses	Fijación y seguimiento	Falla en la fijación y seguimiento
	Rojo retiniano	Anormal o asimétrico
	Inspección	Anomalía estructural
6 a 12 meses hasta que sea posible toma de AV	Fijación y seguimiento con cada ojo	Falla en la fijación y seguimiento
	Oclusión alternante	Rechazo a la oclusión de algún ojo
	Reflejo corneal	Asimétrico
	Rojo retiniano	Anormal o asimétrico
3 años	Inspección	Anomalía estructural
	Agudeza visual monocular	Seguir indicaciones específicas en las toma de AV
	Reflejo corneal o <i>cover-uncover</i>	Reflejo corneal asimétrico o movimientos de refijación al <i>cover-uncover</i>
	Rojo retiniano	Anormal o asimétrico
	Estereoagudeza	Prueba de Titmus
5 años	Inspección	Anomalía estructural
	Agudeza visual monocular	Menor a 20/40 o dos líneas de diferencia entre los dos ojos
	Reflejo corneal o <i>cover-uncover</i>	Reflejo corneal asimétrico o movimientos de refijación al <i>cover-uncover</i>
	Rojo retiniano	Anormal o asimétrico
	Estereoagudeza	Prueba de Titmus
Cada 1 o 2 años después de los 5 años	Inspección	Anomalía estructural
	Agudeza visual monocular	Menor a 20/30 o dos líneas de diferencia entre los dos ojos
	Reflejo corneal o <i>cover-uncover</i>	Reflejo corneal asimétrico o movimientos de refijación al <i>cover-uncover</i>
	Rojo retiniano	Anormal o asimétrico
	Estereoagudeza	Prueba de Titmus

Fuente: American Academy of Ophthalmology, Refractive Errors, Preferred Practice Pattern (11).

A continuación se describen los protocolos utilizados en los estudios epidemiológicos con mayor cobertura nacional y mundial, que incluyen el examen completo o tamizaje visual para la detección de errores refractivos en niños.

VISION IN PRESCHOOLERS STUDY GROUP (VIP) (EXAMEN COMPLETO)

Es el protocolo de referencia en los exámenes optométricos de niños siendo el estándar de oro usado por la Academia Americana de Optometría (41). El VIP realizó un estudio multicéntrico, multidisciplinario, con el fin de evaluar el desempeño de las pruebas visuales para identificar a niños preescolares con ambliopía, estrabismo, errores de refracción significativos o AV reducida. Durante la fase 1 se examinaron 2588 niños; se utilizaron pruebas de detección de trastornos oculares: retinoscopia, autorrefractómetro (Retinomax), AV con símbolos Lea y HOTV, estereoagudeza con Dot E (tabla 4) (39).

TABLA 4. Características del protocolo VIP para la evaluación visual en niños

TEST	INSTRUMENTO	TÉCNICA
Visión del color	F2	Contiene cuatro tarjetas (fondo púrpura, cuadrado negro, cuadrado azul y cuadrado verde). Pedir al niño que señale la tarjeta con el cuadrado negro. Presentar las dos cartas hasta cinco veces, mezclando la posición izquierda-derecha. Indicar si el niño es capaz de identificar la ubicación del cuadrado negro en al menos cuatro de las cinco presentaciones. Hacer lo mismo con los otros colores.
Potencia dióptrica de lentes	Frontofocómetro	Se utiliza el lensómetro, se ajusta en 0 D, y se colocan las gafas con la superficie ocular lejos del examinador. Primero se mide el lente derecho girando el tambor para hallar la potencia dióptrica. Posteriormente, se hace el mismo procedimiento con el izquierdo.
Agudeza visual	HOTV	Se basa en un probador electrónico (EVA) para identificar cada optotipo presentado individualmente de manera monocular; inicia en un 1 m y luego pasa 3 m. Si identifica correctamente tres de cuatro optotipos, pasa la prueba. Después de completar la retinoscopia ciclopléjica, volver a probar la AV.

Continúa

TEST	INSTRUMENTO	TÉCNICA
Estereopsis	Stereo Smile II	Posee una placa de demostración (cara de sonrisa), una placa en blanco y tres placas de niveles más finos de estereopsis. Si el niño identifica correctamente la placa de demostración en cuatro de cuatro o cuatro de cinco, se presenta la placa en blanco emparejada con las placas de mayor disparidad.
Motilidad	Cover-uncover	Se evalúa a 3 m y 40 cm. El niño debe observar un objetivo de fijación estandarizado. El examinador coloca una paleta sobre el ojo izquierdo del niño durante 3 s para determinar si se produce la refijación.
	Ducciones y versiones	Con un transiluminador a 30 cm del niño en posición primaria de mirada, mover hacia derecha, izquierda, arriba y abajo hasta que los ojos ya no sean capaces de seguir.
Refracción	Retinoscopia estática y bajo cicloplejia	Se utiliza un retinoscopio y lentes de prueba portátiles. Se neutralizan los dos meridianos principales de cada ojo. El niño debe fijar un objetivo animado en visión lejana. Se evalúa la cámara anterior y se realiza retinoscopia bajo cicloplejia.

Fuente: Donahue et al. (9), Vision in Preschoolers Study Group (26) y Arnold y Miller (42).

Fue el primer estudio que evaluó la sensibilidad y especificidad de cada una de las pruebas y del protocolo, así como su reproducibilidad de acuerdo con la experticia de los examinadores. Hasta el momento sigue siendo el referente más utilizado en la mayoría de este tipo de investigaciones. Los resultados de la sensibilidad de cada prueba para la detección de error refractivo significativo fueron buenos, teniendo en cuenta una especificidad del 94 %. Para la detección de la AV reducida, todas las pruebas de detección tuvieron sensibilidades por debajo del 50 %. Esto representa una desventaja para el protocolo, ya que este dato indica que una sensibilidad baja produce pérdida de casos que pudieran ser tratados. Por otra parte, con una especificidad del 90 % las pruebas detectaron aproximadamente dos tercios de los niños con condiciones específicas (27). Los resultados del estudio VIP proporcionan información importante para guiar el desarrollo e implementación de protocolos de detección más eficaces.

Este protocolo se basa en pruebas muy completas, las cuales se encuentran bien establecidas, ya que contienen métodos tradicionales que han

sido recomendados por organizaciones estatales (12) y la comunidad médica especializada en el tema de examen visual en niños en edad escolar. La prueba de AV con HOTV ha sido empleada en niños de 5 a 8 años y validada en estudios del grupo VIP. Sin embargo, su sensibilidad es algo inferior comparada con cartillas con símbolos Lea, aplicadas a este mismo grupo de edad. De igual forma, el método se fundamenta en la utilización de pruebas tecnológicas compuestas por una pantalla de AV especial. Aquí el factor económico desempeña un papel limitante en su acceso, puesto que no todas las poblaciones tienen poder adquisitivo para emplear este elemento en los protocolos de atención visual.

Así mismo, se evidencia una baja sensibilidad en la *cover test* y en la retinoscopia no ciclopléjica para la detección de trastornos oculares. La prueba de estereopsis presentó una sensibilidad mayor, pero no es estadísticamente significativa. Esto indica que, a pesar de que el examen se realiza bajo condiciones estandarizadas y controladas, la sensibilidad de cada prueba depende de pertinencia en el diagnóstico. Por otra parte, al ser el estándar de referencia para la valoración visual en niños no solo incluye pruebas para determinar la presencia de error refractivo significativo, sino que además detecta ambliopía, estrabismo y AV disminuida, lo cual requiere la utilización de más pruebas visuales para su correcto diagnóstico, y a su vez implica una longitud de tiempo mayor para la obtención resultados; con ello se convierte en un protocolo muy extenso que se clasifica como examen completo. De esta manera, existen varios aspectos que se deben tener en cuenta en la aplicación del protocolo en la población latinoamericana, ya que, a pesar de que en el estudio VIP el 22 % de los niños pertenecían a dicha población, esta cifra no permite realizar comparaciones sobre su realidad actual, debido a las diferencias culturales existentes con Estados Unidos. Por ello es necesario realizar investigaciones para validar dicho protocolo en Latinoamérica.

REFRACTIVE ERROR STUDY CHILDREN (RESC) (EXAMEN COMPLETO)

Este estudio fue diseñado para evaluar la prevalencia de errores refractivos y la deficiencia visual en niños (5 a 15 años de edad) de diferentes orígenes étnicos y escenarios culturales. Durante la década pasada, se realizó una serie de estudios en los que se utilizó esta metodología, mediante los cuales se confirmó que la prevalencia de errores de refracción no corregidos es considerablemente alta para los niños de países de ingresos bajos y medios. De esta forma, se determinó que los errores de refracción no corregidos son la segunda causa de ceguera y la primera de baja visión (43,44).

El diseño de este protocolo asegura que las prevalencias específicas de edad del error refractivo se pueden estimar con una precisión razonable en las poblaciones objetivo, ya que incluye mediciones estandarizadas (43). El protocolo consiste

en la evaluación de la AV a distancia (4 m) con un optotipo E direccional en escala LogMAR retroiluminado, que consta de cinco letras en cada línea. Se evalúa la función motora binocular (Hirschberg y *cover test*); se realiza el examen del segmento anterior (párpados, conjuntiva, córnea, iris y pupila); se hace retinoscopia bajo dilatación ciclopléjica en niños con AV de 20/40 o peor en cualquiera de los ojos; se determina la AV mejor corregida mediante el subjetivo, usando el dato de la refracción; se realiza examen de fondo de ojo y biometría ocular (mediciones de la longitud axial y profundidad de la cámara anterior) (tabla 5) (45).

Los resultados reportados con este protocolo arrojan datos confiables y precisos aceptados por la Academia Americana de Oftalmología, lo cual proporciona validez a los estudios publicados en diferentes países como Sudáfrica, China, India, Chile y Arabia Saudita (44). En los países en desarrollo el acceso a profesionales de la salud visual es limitado (46), por lo que la ejecución de este

TABLA 5. Características del protocolo RESC para la evaluación visual en niños

TEST	INSTRUMENTO	TÉCNICA
Agudeza visual	E direccional	Se inicia a 4 m evaluando 20/200. Si lee correctamente cuatro o más letras, se evalúa el 20/100. Si no falla, continúa en la línea 7 (20/50), luego pasa a la línea 10 (20/25) y finalmente a la línea 11 (20/20). Si en cualquier nivel no reconoce al menos cuatro letras, se prueba una línea por encima de la línea fallada hasta que tenga éxito.
		Si se pierde la línea superior a 4 m, el niño avanzará a 1 m realizando el mismo proceso. La línea más baja leída con éxito se asigna como la AV para el ojo valorado. La agudeza se mide primero con gafas, seguido por la medición de la visión no corregida.
Función binocular	Cover test	Se realiza sin gafas, se determina Hirschberg; posteriormente, <i>cover test</i> en VL y VP. Se detecta cualquier movimiento correctivo mientras que el niño fija un objetivo acomodativo a la distancia de fijación requerida con ambos ojos abiertos. Si se encuentra estrabismo se debe clasificar, neutralizar con prismas foria o tropia según sea el caso.
Examen externo	Lupa y linterna	Párpados, conjuntiva, córnea, iris, pupila y profundidad de la cámara anterior. Se deben registrar las anomalías encontradas de dichas estructuras como evidencia documental.
Refracción	Retinoscopia bajo cicloplejia	En niños con AV menor a 20/40, se realiza dilatación pupilar con una gota de anestésico tópico en ambos ojos. Se realizan dos instilaciones de ciclopentolato 1% cada 5 min. Luego de 20 min la refracción se realiza con un autorrefractómetro (debe obtener 5 lecturas con confianza válida) o mediante retinoscopia (a una distancia de 0,75 metros y un lente de +1,50). Se observa la potencia necesaria para neutralizar el movimiento de la sombra.
	Subjetivo	Mediante la medición de la refracción como punto de partida se determina la AV mejor corregida; puede realizarse con agujero estenopéico.
Fondo de ojo	Oftalmoscopia directa	Se realiza en niños con AV sin corrección menor a 20/40, se debe evaluar cristalino, vítreo y retina, registrando los hallazgos anormales.
Biometría	Escáner	Se realizan mediciones de la longitud axial, profundidad de la cámara anterior, grosor del cristalino y profundidad de la cámara vítrea mediante un escaneo A. Instilar una gota de anestésico local en cada ojo. Después de 2 min se inician las lecturas comprobando que los ajustes en pantalla están ajustados a Phakic y Axial 1550 m/s. Se deben obtener cinco lecturas dentro de una desviación estándar (SD) de 0,12 mm.

Fuente: Resnikoff (45).

tipo de protocolos para la detección de defectos refractivos es reducida. De esta manera, a fin de tener mayor cobertura, se capacitan a maestros, enfermeras y otros trabajadores de la salud que puedan llevar a cabo la detección, con el fin de remitir a la población afectada. Sin embargo, existen pruebas dentro de este protocolo que solo pueden realizarse por oftalmólogos, lo que genera desventajas para su ejecución.

A pesar de que es un protocolo muy completo, una de las desventajas que presenta es que requiere la instilación de gotas ciclopléjicas (ciclopentolato) para su ejecución, lo cual solo lo pueden hacer los oftalmólogos o en su defecto los optómetras que se encuentren respaldados por la Ley 372 de 1997 (47). De aquí se destaca que en Latinoamérica solamente los optómetras colombianos pueden realizar este tipo de actividad. Esto limita aún más el desarrollo del protocolo en otros países, debido a la dificultad en el recurso humano, teniendo en cuenta que el costo que genera la necesidad de un oftalmólogo es alto en función del tiempo de su servicio e implica financiación para su aplicación. Así mismo, dicho protocolo requiere la utilización de equipos especializados: autorrefractómetro y biómetro, los cuales tienen mayor costo y no son de fácil acceso.

EVALUACIÓN RÁPIDA DE ERRORES DE REFRACCIÓN EN NIÑOS: TAMIZAJE VISUAL

El Rapid Assessment of Refractive Error Study in Children (RARESC) es un nuevo protocolo costo-

efectivo que determina la prevalencia de errores refractivos en niños de una forma rápida, simple y menos costosa de implementar, ya que se basa en una metodología no invasiva que incluye la valoración de la AV con agujero estenopéico y la utilización de dos lentes de diferentes potencias (+1,00 y +2,00 D) para predecir el tipo de defecto refractivo en niños escolares (5-15 años) (tabla 6) (48). El objetivo principal del protocolo su utilización en estudios epidemiológicos para determinar la prevalencia de las discapacidades visuales y defectos de refracción en niños en edad escolar, de una manera rápida y de bajo costo. La principal desventaja es la falta de evidencia científica que sustente la precisión de la prueba, ya que hasta el momento no se han publicado investigaciones que reporten en sus resultados la validez del protocolo respecto a la sensibilidad, la especificidad y repetibilidad.

RED EPIDEMIOLÓGICA IBEROAMERICANA EN SALUD VISUAL Y OCULAR (EXAMEN COMPLETO)

La Red Epidemiológica para la Salud Visual y Ocular (REISVO), liderada por la Universidad de La Salle de Colombia, promueve la investigación en esta área a través de la generación e implementación de estrategias efectivas para la prevención de la ceguera y baja visión y el desarrollo de programas epidemiológicos con rigurosidad científica y aplicable en la población iberoamericana (50). Este protocolo incluye prueba de AV (ETDRS), visión del color (Color Vision Testing Made Easy [CVTME]), visión de profundidad (Randot 2),

TABLA 6. Características del protocolo RARESC para la evaluación visual en niños

TEST	INSTRUMENTO	TÉCNICA
Agudeza visual	Optotipo E direccional Lente de +2,00 D	Se inicia con la valoración de la AV en la línea del 20/30 a 3 m. Si la lee correctamente, se antepone un lente de +2,00 D frente al ojo y se evalúa la visión en la línea del 20/80. Si pasa, se clasifica como hipermetrope, y si falla, como emétrope.
	Agujero estenopéico Lente de +1,00 D	Si falla al leer el 20/30, se usa el agujero estenopéico y se reevalúa la AV en la línea del 20/30. Si lee correctamente, se antepone un lente de +1,00 D y se evalúa otra vez la misma línea. Si pasa, se clasifica como hipermetrope, y si falla, como miope.
Oftalmoscopia	Oftalmoscopio directo	Si falla al leer la línea del 20/30 con agujero estenopéico, se realiza oftalmoscopia directa. Si el fondo del ojo está normal, se clasifica como ambliope.

Source: Naidoo (48).

estado refractivo (retinoscopia estática) y estado oculomotor (*cover test*) para niños entre 5 y 14 años (tabla 7).

En cuanto a la prueba de AV, la cartilla ETDRS obtuvo buenos índices de reproducibilidad (coeficiente de correlación de Kendall: 0,777 y 0,845) y muy buena repetibilidad (coeficiente de correlación de Kendal: 0,702 a 0,875) al evaluar la correlación intraexaminador. Estos resultados muestran que la diferencia entre mediciones no fue estadísticamente significativa, lo que permite concluir que esta prueba es repetible y reproducible (52).

En la prueba CVTME, la concordancia intraexaminador (índice *kappa*) fue de 1,0 en las tres mediciones; los índices de repetitividad y de reproducibilidad de la prueba de Randot 2 estuvieron entre 20 y 50 seg de arco, con una diferencia muy cercana, por debajo del 10 %, lo que evidencia una buena precisión en la prueba, pero no en su exactitud (51).

Este protocolo contiene pruebas válidas, precisas y con un nivel de estandarización apropiado

para niños entre 5 y 15 años. Tiene un grado de complejidad de bajo a moderado que facilita el entendimiento del test por parte del niño. De igual forma, las pruebas son de fácil ejecución y las cartillas son asequibles para los profesionales de la salud. REISVO se basa en modelos epidemiológicos que permiten detectar el estado de la salud visual y ocular de la población iberoamericana. De los países que conforman la red solo se han desarrollado investigaciones en Colombia, mostrando aplicabilidad del protocolo para la realidad económica y social de Latinoamérica, por lo que podría convertirse en el portocolo de referencia para esta región. No obstante, una de sus desventajas radica en que el tiempo de ejecución de las pruebas es extenso, lo que podría generar poca colaboración por parte del paciente. Así mismo, la prueba utilizada para evaluar el estado refractivo (retinoscopia estática) no es la adecuada para este grupo de edad, ya que al no tener control de la acomodación se podría sobreestimar el verdadero dato de error refractivo especialmente en el caso de los miopes (50-52).

Teniendo en cuenta lo anterior, y de acuerdo con el análisis de los protocolos de tamizaje visual

Tabla 7. Características del protocolo Reisvo para la evaluación visual en niños

TEST	INSTRUMENTO	TÉCNICA
Agudeza visual (50)	ETDRS	Empezar con 20/200. Pedir al niño que lea letra por letra. El niño acierta si lee cuatro o cinco letras correctamente. Pasar a la cuarta línea (20/100). Continuar con la séptima (20/50). Si acierta, evaluar 20/25; seguir con la línea 11 (20/20) y verificar si es capaz con la línea 12 (20/15). Si no lee correctamente la línea superior de letras de mayor ángulo a 4 m, acercar el optotipo a 1 m, siguiendo el procedimiento explicado.
Visión cromática (51)	Color Vision Testing Made Easy	Colocar el atril en la mesa auxiliar con una inclinación de 45° de la prueba. Sentar al niño a 75 cm de distancia con corrección habitual. Ocluir el ojo izquierdo. Presentar la lámina de demostración e indicar que en voz alta diga la figura que aparece en ella. Luego de que haya comprendido, mostrar una a una las láminas y registrar respuestas.
Estereopsis (51)	Randot 2	Sentar al niño a 40 cm de distancia con gafas polarizadas sobre corrección habitual. Debe mirar los cuatro cuadros superiores y luego los inferiores de la página derecha de la cartilla. Anotar la figura que ve como estereopsis global. Luego observar los rectángulos con los animales de la parte inferior izquierda (identificar qué animal sobresale en cada uno). Debe observar los rectángulos con los anillos. Se suspende cuando se cometen dos errores consecutivos.
Refracción (35)	Retinoscopia estática	El niño debe mirar la primera línea del optotipo (20/200) ubicado a 6 m. El examinador se ubica a 50 cm con el retinoscopio. Se colocan lentes de +2,00 en ambos ojos para compensar la distancia de trabajo. Se observa el movimiento de las sombras en los meridianos y se neutralizan. Se repite el proceso para el otro ojo.
Estado motor (52)	Cover test	Verificar fijación central. Ubicar cartilla HOTV a 3 m, fijando una línea menor a su mejor AV en visión lejana con la corrección óptica. Ocluir completamente el ojo del paciente durante 3 s y observar si se presenta movimiento en el otro ojo. Repetir el procedimiento tres veces. Determinar el tipo de desviación y neutralizar con prismas. Anotar en formulario. Se realiza el mismo procedimiento para visión próxima.

empleados actualmente, es importante destacar que, al ser creado por iberoamericanos, el protocolo REISVO es fácilmente aplicable a la realidad cultural, social y económica de estos países. Así mismo, este protocolo emplea pruebas específicas que no se consideran en los demás, como las de visión de profundidad (Randot 2), que permite evaluar la transmisión de la información de manera independiente, teniendo en cuenta que la estereopsis es la función más importante de coordinación binocular, y aporta datos valiosos a la hora de identificar alteraciones visuales como ambliopía, estrabismo y defectos refractivos no corregidos. Su mayor desventaja evidente es el uso de la retinoscopia estática para la valoración refractiva del niño, la cual se podría reemplazar por la retinoscopia dinámica y, de esta manera, controlar la acomodación del paciente para obtener resultados fiables.

Al igual que el REISVO, el protocolo VIP emplea una prueba de estereopsis (Stereo Smile II) que permite determinar si existe visión binocular e incluye pruebas para la valoración de la visión cromática, un aspecto indispensable de la percepción visual. Sin embargo, el test empleado requiere un nivel mayor de capacidad cognitiva, y, por lo tanto, su aplicación en niños en edad escolar se puede ver obstaculizada. Para ello, se puede utilizar otras pruebas de detección más sencillas utilizadas en la práctica diaria, como láminas pseudoisocromáticas especializadas en la evaluación pediátrica (Color Vision Testing Made Easy), las cuales reducen el tiempo de la prueba por la rapidez de la respuesta del niño, gracias a la baja complejidad de las figuras utilizadas. Así mismo, con el objetivo de reducir el tiempo de la aplicación del protocolo, la evaluación de ducciones y versiones no son necesarias, a menos que el *cover test* se encuentre alterado. Además, sería interesante incluir la retinoscopia dinámica como sustitución a la retinoscopia estática y bajo cicloplejia, de tal forma que esta última solo se aplique cuando existan alteraciones de la acomodación que impidan obtener el dato real del error refractivo.

Finalmente, retomando el protocolo RESC, es importante resaltar que ha sido el más utilizado en todo el mundo, con resultados repetibles y reproducibles, gracias a que sus pruebas son estandarizadas y validadas. No obstante, como se mencionó, su mayor desventaja radica en la utilización de gotas ciclopléjicas, ya que aumenta el tiempo empleado en su ejecución y precisa recurso humano altamente calificado como oftalmólogos y, solo en algunos países, optómetras. Por esta razón, se podría continuar el uso de autorrefractómetro, pero sin cicloplejia, evitando así la exploración del segmento anterior para verificar el ángulo de la cámara anterior y optimizando el tiempo en la realización del protocolo, además de disminuir costos en la utilización de fármacos y personal capacitado para desarrollar esta actividad. De igual forma, se pueden obviar algunos exámenes como la biometría ocular, con el fin de que el protocolo sea más costo-efectivo y se pueda emplear en el consultorio de optometría para detectar defectos refractivos en niños en la mayoría de los países.

CONCLUSIONES

La revisión efectuada demuestra que la detección temprana de defectos refractivos, por medio del tamizaje visual (en caso de no poderse realizar el examen completo) en niños en edad escolar, permite realizar una intervención adecuada, teniendo en cuenta que en esta población el desarrollo y maduración del sistema visual es rápido y requiere estímulos adecuados que eviten la aparición de trastornos visuales.

En el contexto mundial las condiciones del tamizaje visual en escolares son muy variadas y dependen de las condiciones socioculturales para la aplicación de las pruebas; para ello es importante validar los test de acuerdo con la población en la que se van a ejecutar.

Los protocolos utilizados actualmente en los estudios epidemiológicos en el mundo para la detección de errores refractivos en niños presen-

tan diversas ventajas. Sin embargo, es necesario considerar algunas modificaciones, como el uso de retinoscopia dinámica en reemplazo de la cicloplejia, así como excluir la cicloplejia, al usar autorrefractómetro y limitar el número de pruebas, con el fin de optimizar y facilitar su ejecución en la práctica diaria y en estudios epidemiológicos para obtener mejores resultados en función de la calidad de las pruebas.

REFERENCIAS

- Powell C, Hatt SR. Vision screening for amblyopia in childhood. In: Powell C, editor. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [Internet]. Chichester (UK): John Wiley & Sons; 2009 [cited 2017 sep 7]. Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD005020.pub3>
- World Health Organization (WHO) [Internet]. Geneva: WHO; 2015. Ceguera y discapacidad visual [cited 2017 oct 1]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/es/>
- Dirección de Promoción y Prevención, Subdirección de Enfermedades No Transmisibles. Lineamiento para la implementación de actividades de promoción de la salud visual, control de alteraciones visuales y discapacidad visual evitable (estrategia visión 2020) [Internet]. Bogotá: Ministerio de Salud; 2017. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ENT/lineamientos-salud-visual-2017.pdf>
- World Health Organization (WHO). Prevención de la ceguera y la discapacidad visual evitables [Internet]. 2009 [cited 2017 oct 1]. Disponible en: http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/A62/A62_7-sp.pdf
- Fricke T, Holden B, Wilson D, Schlenther G, Naidoo K, Resnikoff S, et al. Global cost of correcting vision impairment from uncorrected refractive error. *Bull World Health Organ* [Internet]. 2012 oct [cited 2017 oct 1];90(10):728-38. Disponible en: <http://www.who.int/bulletin/volumes/90/10/12-104034.pdf>
- Smith TST, Frick KD, Holden BA, Fricke TF, Naidoo KN. Pérdidas potenciales de productividad como consecuencia de la carga mundial de errores de refracción no corregidos. *Bull World Health Organ* [Internet]. 2013 [cited 2017 oct 1];87:405-84. Disponible en: <http://www.who.int/bulletin/volumes/87/6/08-055673-ab/es/>
- Dandona R, Dandona L, Srinivas M, Sahare P, Narsaiah S, Muñoz SR, et al. Refractive error in children in a rural population in India. *Invest Ophthalmol Vis Sci* [Internet]. 2002 mar [cited 2017 oct 1];43(3):615-22. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11867575>
- Barria F, Silva JC, Espinoza R. Guía clínica de refracción en el niño [Internet]. *Vis 20/20 Latinoamérica*; 2014. Disponible en: <http://files.sld.cu/bajavision/files/2015/08/guia-refraccion-en-el-nino1.pdf>
- Donahue SP, Arthur B, Neely DE, Arnold RW, Silbert D, Ruben JB. Guidelines for automated preschool vision screening: A 10-year, evidence-based update. *J AAPOS* [Internet]. 2013;17(1):4-8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaapos.2012.09.012>
- American Academy of Ophthalmology. Tamizaje oftalmológico para niños [Internet]. 2014 [cited 2017 oct 8]. Disponible en: <https://www.aao.org/salud-ocular/consejos/tamizaje-oftalmologico-para-ninos>
- Collins N, Garratt S. *Pediatric eye evaluations* [Internet]. San Francisco: American Academy of Ophthalmology; 2012.
- Academia Americana de Oftalmología Pediátrica y Estrabismo. Evaluación ocular pediátrica oftálmica [Internet]. San Francisco: American Academy of Ophthalmology; 2011. Disponible en: http://www.geteyesmart.org/eyesmart/diseases-es/upload/PPP_Pediatric_Eye_Eval_mar_2011_FINAL.pdf
- Pan Y, Tarczy-Hornoch K, Cotter SA, Wen G, Borchert MS, Azen SP, et al. Visual acuity norms in pre-school children: The Multi-Ethnic Pediatric Eye Disease Study. *Optom Vis Sci* [Internet]. 2009 jun [cited 2017 oct 8];86(6):607-12. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19430325>
- American Academy of Family Physicians [Internet]. Leawood (KS): American Academy of Family Physicians; 2017. Visual difficulties and impairment: clinical preventive service recommendation, clinical recommendation [cited 2017 oct 1]. Disponible en: <http://www.aafp.org/patient-care/clinical-recommendations/all/visual.html>
- Chou R, Dana T, Bougatsos C. Screening for visual impairment in children ages 1-5 years: Update for the USPSTF. *Pediatrics*. 2011;127(2):e442-79.
- Grossman DC, Curry SJ, Owens DK, Barry MJ, Davidson KW, Doubeni CA, et al. Vision Screening in Children Aged 6 Months to 5 Years. *JAMA* [Internet]. 2017 sep 5 [cited 2017 sep 28];318(9):836-44. Disponible en: <http://jama.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/jama.2017.11260>
- Chou R, Dana T, Bougatsos C. Screening for visual impairment in children ages 1-5 years: Systematic review to update the 2004 U.S. Preventive Services Task Force Recommendation [Internet]. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US); 2011 [cited 2017 Oct 1]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21542544>
- Schiefer U, Kraus C, Baumbach P, Ungewiß J, Michels R. Refractive errors. *Dtsch Arztebl Int* [Internet]. 2016

- oct 14 [cited 2017 oct 1];113(41):693-702. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27839543>
19. Bailey IL, Lovie-Kitchin JE. Visual acuity testing: From the laboratory to the clinic. *Vision Res* [Internet]. 2013;90:2-9. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.visres.2013.05.004>
 20. Committee on Nutrition, American Academy of Pediatrics. Prevention of pediatric overweight and obesity. *Pediatrics*. 2003 [cited 2017 oct 1];112(2):424-30. Disponible en: <http://pediatrics.aappublications.org/content/pediatrics/112/2/424.full.pdf>
 21. Prevent Blindness America. A summary report of a five-year cooperative agreement with the vision health initiative of the centers for disease control and prevention [Internet]. 2009 [cited 2017 oct 1]. Disponible en: https://www.cdc.gov/visionhealth/pdf/pba_complete_508_final.pdf
 22. Rosser DA, Murdoch IE, Cousens SN. The effect of optical defocus on the test-retest variability of visual acuity measurements. *Investig Ophthalmology Vis Sci* [Internet]. 2004 apr 1 [cited 2017 sep 30];45(4):1076-9. Disponible en: <http://iovs.arvojournals.org/article.aspx?doi=10.1167/iovs.03-1320>
 23. O'Donoghue L, Rudnicka AR, McClelland JF, Logan NS, Saunders KJ. Visual acuity measures do not reliably detect childhood refractive error: An epidemiological study. *PLoS One*. 2012;7(3):1-7.
 24. Tong L, Saw SM, Tan D, Chia KS, Chan WY, Carkeet A, et al. Sensitivity and specificity of visual acuity screening for refractive errors in school children. *Optom Vis Sci* [Internet]. 2002;79(10):650-7. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12395920>
 25. Moganewari D, Thomas J, Srinivasan K, Jacob GP. Test re-test reliability and validity of different visual acuity and stereoacuity charts used in preschool children. *J Clin Diagn Res* [Internet]. 2015 nov [cited 2017 sep 7];9(11):NC01-5. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26675120>
 26. Vision in Preschoolers Study Group. Comparison of preschool vision screening tests as administered by licensed eye care professionals in the vision in preschoolers study. *Ophthalmology* [Internet]. 2004 apr [cited 2017 oct 1];111(4):637-50. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0161642004001629>
 27. Ying G, Kulp MT, Maguire M, Ciner E, Cyert L, Schmidt P. Sensitivity of screening tests for detecting vision in preschoolers-targeted vision disorders when specificity is 94%. *Optom Vis Sci*. 2005;82(5):432-8.
 28. Rosser DA, Cousens SN, Murdoch IE, Fitzke FW, Laidlaw DAH. How sensitive to clinical change are ETDRS logMAR visual acuity measurements? *Investig Ophthalmol Vis Sci*. 2003;44(8):3278-81.
 29. Molina N. Pruebas para la evaluación de la agudeza visual en pacientes pediátricos. *Cienc Tecnol Salud Vis Ocul* [Internet]. 2009 [cited 2017 sep 30];7(1):57-68. Disponible en: <https://revistas.lasalle.edu.co/index.php/sv/article/view/1076/978>
 30. Borrás García MR. *Visión binocular : diagnóstico y tratamiento*. México: Alfaomega; 2000.
 31. Grosvenor TP. *Primary care optometry* [Internet]. 5ª ed. St. Louis (MO): Butterworth-Heinemann; 2007 [cited 2017 oct 2]. Disponible en: <http://www.worldcat.org/title/primary-care-optometry/oclc/71466383>
 32. Merchán G. El sistema de vergencias ópticas como derivación de la óptica geométrica. *Cienc Tecnol Salud Vis Ocul* [Internet]. 2007 dec [cited 2017 oct 2];(9):87-95. Disponible en: <http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/sv/article/view/1519>
 33. Apt L, Gaffney W. *Cycloplegic refraction* [Internet]. Vol. 1, Duane's Ophthalmology. Elsevier; 2006.
 34. Bartlett JD, Jaanus SD. *Clinical ocular pharmacology* [Internet]. St. Louis (MO): Butterworth-Heinemann; 2008 [cited 2017 oct 2]. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/book/9780750675765>
 35. Ronderos N. Prueba piloto para la estandarización de la retinoscopia estática frente a la retinoscopia bajo cicloplejia con el protocolo Reisvo [thesis]. [Bogotá]: Universidad de La Salle; 2014.
 36. Scheiman MM, Amos CS, Ciner EB, Ciner OD, Marsh-Tootle W, Moore BD, Rouse MW. *Pediatric eye and vision examination* [Internet]. St. Louis (MO): American Optometric Association; 2010. Disponible en: <https://www.aoa.org/documents/optometrists/CPG-2.pdf>
 37. León A, Estrada JM, Ladino A. Fiabilidad de la técnica de retinoscopia dinámica monocular de Merchán en la cuantificación del defecto refractivo en adultos jóvenes. *Cienc Tecnol Salud Vis Ocul* [Internet]. 2013 jun [cited 2017 sep 30];11(1):11-20. Disponible en: <http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/sv/article/view/2315>
 38. Won JY, Shin HY, Kim SY, Lee YC. A comparison of the Plusoptix S09 with an autorefractometer of non-cycloplegics and cycloplegics in children. *Medicine* [Internet]. 2016 ag [cited 2017 sep 14];95(35):e4596. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27583875>
 39. Ying GS, Maguire M, Quinn G, Kulp MT, Cyert L, Vision In Preschoolers (VIP) Study Group. ROC analysis of the accuracy of noncycloplegic retinoscopy, retinomax autorefractor, and suresight vision screener for preschool vision screening. *Invest Ophthalmol Vis Sci* [Internet]. 2011 dec [cited 2017 sep 14];52(13):9658-64. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22125281>
 40. Kulp M, Ying G, Huang J, Maguire M, Quinn G, Ciner E, et al. Accuracy of noncycloplegic retinoscopy, retinomax autorefractor, and suresight vision screener for detecting significant refractive errors. *Investig Ophthalmol Vis Sci*. 2014;55(3):1378-85.

41. Schmidt P, Maguire M, Dobson V, Quinn G, Ciner E, Cyert L, et al. Comparison of preschool vision screening tests as administered by licensed eye care professionals in the vision in preschoolers study. *Ophthalmology* [Internet]. 2004 apr [cited 2017 sep 14];111(4):637-50. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15051194>
42. Arnold RW, Miller JM. Vision in Preschoolers Study (multiple letters). *Ophthalmology*. 2004;111(12):2313-5.
43. Alrasheed SH, Naidoo KS, Clarke-Farr PC, Alrasheed SH. Prevalence of visual impairment and refractive error in school-aged children in South Darfur State of Sudan. *African Vis Eye Heal* [Internet]. 2016;75(1):1-9. Disponible en: <http://avehjournal.org/index.php/aveh/article/view/355>
44. Negrel AD, Ellwein LB, RESC Study Group. More research needed to assess the magnitude of refractive errors world-wide. *Community Eye Heal* [Internet]. 2000 [cited 2017 oct 2];13(33):11-2. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17491947>
45. Resnikoff S. Assessment of the prevalence of visual impairment attributable to refractive error or other causes in school children: Protocol and manual of procedures. Geneva: World Health Organization (WHO); 2007.
46. Jaggernath J, Naidoo K. Uncorrected refractive errors. *Indian J Ophthalmol* [Internet]. 2012;60(5):432-7. Disponible en: <http://www.ijo.in/text.asp?2012/60/5/432/100543>
47. Ministerio de Educación Nacional, Colombia. Ley 372 de 1997 [Internet]. 1997. Disponible en: https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-105003_archivo_pdf.pdf
48. Naidoo K. Manual de entrenamiento RARESC. Sidney: Brien Holden Vision Institute; 2017.
49. Brusi L, Alberdi J, Toledo F, Mayorga M, Rodríguez M, Figueroa L, et al. Informe de la salud visual y ocular de los países que conforman la Red Epidemiológica Iberoamericana para la Salud Visual y Ocular (Reisvo), 2009 y 2010. *Cienc Tecnol Salud Vis Ocul*. 2015;13(1):11-43.
50. Páez A, Bermúdez M. Estandarización de las pruebas HOTV, Snellen y ETDRS en niños de 5 a 15 años de edad dentro del protocolo Reisvo: una prueba piloto. *Cienc Tecnol Salud Vis Ocul*. 2015;13(2):11-28.
51. Rojas JG. Estandarización de las pruebas de visión del color y visión de profundidad para la validación del protocolo Reisvo. *Cienc Tecnol Salud Vis Ocul* [Internet]. 2016 [cited 2017 oct 1];14(1):35-46. Disponible en: <https://revistas.lasalle.edu.co/index.php/sv/article/view/3455/3023>
52. Cordero Negrete LM. Estandarización de la prueba cover test mediante prueba piloto en niños de 5 a 15 años con el protocolo Reisvo [thesis]. [Bogotá]: Universidad de La Salle; 2014.