

# Pruebas para la evaluación de la agudeza visual en pacientes pediátricos

Nancy Piedad Molina Montoya\*

## RESUMEN

La medición de la agudeza visual en niños representa un importante reto para el optómetra por ser laboriosa y requerir conocimiento y paciencia. Según el estímulo, la agudeza visual puede dividirse en tres tipos: de detección, de resolución y de reconocimiento. Los valores de estas pueden ser diferentes y se alteran en diferente proporción en presencia de problemas visuales. El presente artículo hace una revisión de los tests de agudeza visual para niños, sobre los que se han realizado gran número de investigaciones en los últimos años: Teller, Cardiff, Lea, HOTV y las cartillas logMAR que podrían emplearse en el grupo de escolares. **Materiales y métodos:** se realizó una revisión documental de 50 referencias provenientes de diferentes fuentes: publicaciones indexadas en la base de datos Pubmed <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>, páginas web y libros especializados. Del total de artículos, 39 fueron de investigación y 8 de revisión de tema, 1 página web y 2 libros especializados. **Conclusiones:** las pruebas contempladas en esta revisión no son necesariamente las más utilizadas en nuestra práctica clínica cotidiana; sin embargo, la actividad investigativa en torno a éstas

ha aportado a la construcción de protocolos diagnósticos. El referente para una mejor práctica clínica debe ser la optometría basada en la evidencia, ya que ésta permite a los profesionales disponer de nuevos elementos de juicio objetivos, con fundamento científico, que contribuyan a la elección de la mejor alternativa para determinar la agudeza visual en los niños. El optómetra debe seguir rigurosamente los protocolos de evaluación de la agudeza visual para dar a sus mediciones mayor confiabilidad y analizar los resultados obtenidos dentro del contexto de la historia clínica. Los métodos para la evaluación de la agudeza visual pueden adaptarse de acuerdo con las habilidades, el conocimiento y la experiencia del niño que va a examinarse. Con esta revisión se evidencia la importancia de realizar estudios sobre la aplicación de estos tests en nuestro medio con el fin de evaluar su confiabilidad y utilidad en nuestros pacientes.

**Palabras clave:** agudeza visual, mirada preferencial, Teller, Cardiff, Lea, HOTV, logMAR, pediatría.

\* Optómetra especialista en Pedagogía y Docencia Universitaria. Candidata a Msc. en Ciencias de la Visión. Docente investigadora de la Universidad de La Salle. Grupo Gerencia y Administración de la Salud Visual y Ocupacional. [nanmolina@unisalle.edu.co](mailto:nanmolina@unisalle.edu.co)

## Tests for the visual acuity assessment in pediatric patients

### Abstract

The visual acuity measurement in children is an important Challenger for the optometrist, given de complexity of the task and to require knowledge and patience. According to the stimulus, the visual acuity can be divided in three types: detection, resolution and recognition. The values of these can be different and they are altered in different proportion in the presence of visual problems. The present article makes an overhaul of the test of the visual acuity for children which years have generated great number of investigations in the past years: Teller, Cardiff, Lea, HOTV and logMAR charts that could be used in the school age group. **Materials and methods:** A documentary review of 50 references from different sources: indexed publications (47) in Pubmed <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>, web sites (1) and specialized books (2). **Conclusions:** The tests reviewed are not necessarily used commonly used our clinical

daily practice, nevertheless the investigative activity concerning these has reached in the construction of diagnostic protocols. The reference for a better clinical practice must be the optometry based on the evidence, since this one allows to the professionals to have new facts that contribute to the election of the best alternative to determine the visual acuity in the children. The optometrist a must follow rigorously the protocols of evaluation of the visual acuity to give to measurements major reliability and to analyze the results obtained inside the context of the history. The methods for the evaluation of the visual acuity can be adapted in agreement with the skills, knowledge and experience of the child being examined. There is evident the importance of realizing studies on the application of these test in order to evaluate their reliability and utility in our patients.

**Keywords:** Visual acuity, preferential looking, Teller, Cardiff, Lea, HOTV, logMAR, pediatrics.

## INTRODUCCIÓN

La medición de la agudeza visual en niños representa un importante reto para el optómetra, dado que puede ser una tarea laboriosa que requiere paciencia y conocimiento; esto es especialmente cierto en los niños más pequeños, quienes suelen perder interés rápidamente durante la valoración de la agudeza visual (Technology for VISION 2020, 2004).

Las tareas de agudeza visual para niños pequeños pueden dividirse en tres subtipos de acuerdo con el tipo de estímulo usado (Rydberg, Ericson, Lenners-trand, Jacobson & Lindstedt, 1999).

1. Agudeza visual de detección: el estímulo debe ser detectado o distinguido del fondo.
2. Agudeza visual de resolución: el patrón estímulo debe ser resuelto como se hace con los tests de mirada preferencial.
3. Agudeza visual de reconocimiento: el estímulo debe ser reconocido por el sujeto como se evalúa con los tests de letras o símbolos.

Cada uno de estos valores de agudeza visual puede arrojar diferentes valores y sus resultados pueden verse afectados en diversa medida por alteraciones como la ambliopía y la baja visión, trastornos en los que generalmente se ve un incremento en la disparidad entre los diferentes tipos de agudeza visual (Leat, Shute & Westall, 1999).

De acuerdo con el estímulo visual utilizado, la evaluación de la agudeza visual en infantes y niños es un proceso de dos pasos en que el niño responde a un estímulo con un comportamiento o de forma verbal y el evaluador interpreta esta respuesta como indicativo de que el niño percibe o no el estímulo (Harvey, Dobson, Tung, Quinn & Hardy for the Cryotherapy for Retinopathy of Prematurity Cooperative Group, 1999).

El presente artículo pretende hacer una exploración de las pruebas de agudeza visual sobre las cuales se ha realizado mayor número de investigaciones durante los últimos años para valoración de los pacientes pediátricos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una revisión documental de 50 referencias provenientes de diferentes fuentes: publicaciones indexadas en la base de datos Pubmed <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>, páginas web y Libros especializados. Del total de artículos, 39 fueron de investigación y 8 de revisión de tema, una página web y dos libros especializados.

## RESULTADOS

A partir de la revisión bibliográfica realizada, se organizaron las pruebas de agudeza visual de acuerdo con su pertinencia clínica dentro de los tres grupos de edad propuestos por la American Optometric Association (2002): infantes y niños pequeños (del nacimiento a los 2 años, 11 meses), niños preescolares (de 3 a 5 años, 11 meses) y niños en edad escolar (de 6 a 18 años).

En el grupo de edad de Infantes y niños pequeños y en otros pacientes no verbales o que no colaboran en la evaluación con los optotipos de letras o figuras, se utilizan las técnicas que evalúan la agudeza visual de resolución, es decir, las pruebas de mirada preferencial, basadas en una respuesta de comportamiento (Mayer & Dobson, 1980 y Vital-Durand & Hullo, 1989). El principio de las pruebas de mirada preferencial fue descrito por Fantz y colaboradores en los años sesenta, basados en la observación de que los infantes preferían observar un patrón comparado con un estímulo plano (Leat *et ál.*, 1999).

La edad de aplicación de las pruebas de mirada preferencial va desde los seis meses hasta los tres años

(Dobson, Salem, Mayer, Moss & Sebris, 1985). Algunos autores afirman que permite evaluar más fácilmente la agudeza visual en pacientes de 0 a 12 meses que en niños de 12 a 24 meses (Kohl & Samek, 1988).

Las técnicas de mirada preferencial proveen un método práctico para medir y comparar agudeza visual monocular y binocular en infantes. En un estudio con 172 pacientes pediátricos entre 4 meses y 10 años de edad, Sokol, Hansen & Moskowitz (1983) demostraron que tanto la prueba de Mirada preferencial como el PVE fueron más sensibles que la prueba de Caracteres simples de Allen en detectar diferencias de agudeza visual interocular en niños menores de tres años.

Entre las pruebas de mirada preferencial más utilizadas se encuentran las cartillas de Teller (figura 1), introducidas por Teller y colaboradores en los años ochenta con el fin de proveer un método para medir de manera fácil la agudeza visual en los niños en la práctica clínica (Mein y Trimble, 1991). Permiten una evaluación rápida (5 a 6 minutos) de los niños normales por su fácil aplicación en este grupo de edad (Cavallini, Fazzi, Viviani, Astori, Zaverio, Bianchi & Lanzi, 2002; Kubatko-Zielińska, Krzystkova & Pocij-Zero, 1993; Vital-Durand *et ál.*, 1989). Son 17 cartulinas que tienen a un lado un patrón de franjas verticales blancas y negras y al otro una zona de un gris uniforme de igual luminancia media. En cada cartilla, las franjas tienen diferente frecuencia espacial; en el centro poseen un pequeño agujero por el que el profesional observa la respuesta del niño (Matilla & Bueno, 2004).



**Figura 1.** Cartilla de Teller (Fuente: archivo personal Marcela Camacho Montoya).

Cada lámina es presentada al paciente cuatro veces y el examinador debe alternar la posición de presentación al azar. El paciente deberá identificar correctamente por lo menos tres de las cuatro presentaciones, para que pueda juzgarse que ése es su umbral de reconocimiento. Se van presentando de las franjas más gruesas a las más finas hasta que el examinador no pueda juzgar la posición del patrón de franjas por los movimientos oculares del paciente. El test se realiza a una distancia de 38 cm. Los resultados de agudeza visual se registran usualmente en ciclos por grado y la prueba provee una conversión al sistema Snellen que puede ayudar al optómetra a relacionar la medición con estas fracciones más familiares. Sin embargo, es importante recordar que estas técnicas de mirada preferencial proveen una medida de la agudeza visual de resolución que no es estrictamente igual a la agudeza visual de Snellen (reconocimiento) y cuya conversión tiene un significado limitado (Leat *et ál.*, 1999).

Mayer, Beiser, Warner, Pratt, Raye & Lang (1995) evaluaron la agudeza visual con las cartillas de Teller y las cartillas de agudeza en 460 niños nacidos en término, con buena salud general, desarrollo normal para la edad y refracción cicloplégica dentro de los límites normales. Los niños estaban distribuidos en 12 grupos etáreos entre 1 mes y cuatro años de edad.

En el estudio, la media de agudeza visual mejoró rápidamente entre el primero y sexto mes de edad y luego un poco más lentamente. La media de agudeza visual a la edad de 1 mes fue 1 ciclo por grado, y a la edad de 6 meses fue 6 ciclos por grado, aproximadamente un aumento de 2,6 octavos. La agudeza visual no cambió apreciablemente entre los 6 y 12 años y la tasa de mejoría fue 0,5 octavos por mes entre 1 y 6 meses, y 0,05 octavos por mes entre 6 y 48 meses.

Sharma, Bairagi, Sachdeva, Kaur, Khokhar, & Saxena (2003) encontraron que las cartillas de Teller son confiables y precisas para la evaluación de la agudeza visual en niños menores de 2 años e incluso para la detección de factores ambliopizantes como cataratas, estrabismo y, en menor proporción, defectos refractivos.

Como una alternativa para evaluar la agudeza visual en discapacidad intelectual en niños de 1 a 3 años y preescolares o adultos con discapacidad intelectual se desarrolló el test de Cardiff (Adoh, Woodhouse & Oduwaiye, 1992). Éste utiliza optotipos desvanecidos y la técnica de mirada preferencial. Según los autores del test, provee una medición realista de la agudeza visual y su aplicación comprobó ser altamente exitosa y de rápida administración en niños preescolares (Adoh & Woodhouse, 1994). Consta de un juego de tarjetas con 12 niveles de agudeza visual (36 tarjetas), cada una de las cuales mide aproximadamente de 20 a 27 cm, y se puede aplicar a 50 cm o 1 m. Está basado en los principios de los tests de patrones de franjas, pero utiliza dibujos construidos a partir de líneas blancas y negras como el estímulo. Como los tests de patrones de franjas estos “optotipos invisibles” desaparecen en el fondo gris cuando las líneas están más allá del límite de resolución del niño. El niño puede nombrar las figuras (Leat *et ál.*, 1999); sin embargo, deberá observarse el movimiento de los ojos del paciente (figura 2).



**Figura 2.** Test de Cardiff (Fuente: <http://www.ssc.education.ed.ac.uk/courses/pictures/vmay0829.jpg>).

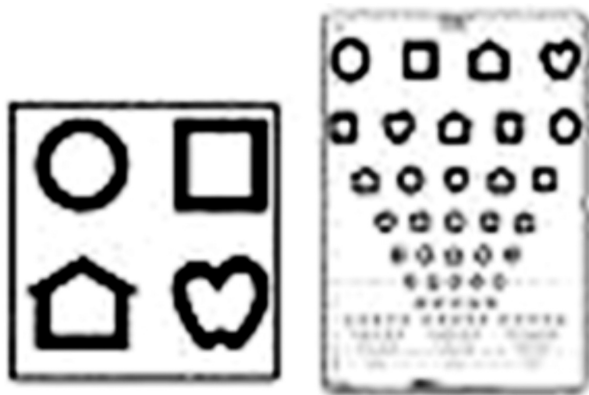
Se reconoce que el uso de figuras familiares en vez de patrones de franjas afecta favorablemente la cooperación de los pacientes de 12 a 36 meses, aunque se ha encontrado que este test tiene una sensibilidad muy baja para la detección de ambliopía estrábica (Gräf, Becker, Neff, & Kaufmann, 1996) y además puede no detectar algunos casos de errores refractivos altos (Sharma *et ál.*, 2003).

Es innegable la utilidad clínica de las pruebas de mirada preferencial en la práctica diaria; sin embargo, diferentes estudios han demostrado que sobrestiman la visión en comparación con otras pruebas convencionales que evalúan agudeza visual de reconocimiento (Friendly, Jaafar & Morillo, 1990; Howard & Firth, 2006; Mayer, Fulton & Rodier, 1984; Suzuki & Awaya, 1995). Asimismo, se ha encontrado que subestiman la pérdida de agudeza visual en los pacientes con ambliopía estrábica (Ellis, Hartmann, Love, May & Morgan, 1988; Geer & Westall, 1995) y que cuando los resultados en pacientes con baja visión se comparan con los resultados del PVE, existe gran disociación (Katsumi, Denno, Arai, De Lopes Faria, & Hirose, 1997).

Por estas razones es recomendable seguir la orientación de la American Optometric Association (2002)

y ante la duda sobre la agudeza visual obtenida con las pruebas de mirada preferencial, debe remitirse al paciente para evaluación electrofisiológica (PVE). Asimismo, se recomienda realizar una buena correlación de datos entre la agudeza visual y los hallazgos clínicos con el fin de favorecer la toma de decisiones en el ámbito clínico.

Para la evaluación de los niños de edad preescolar se utiliza la cartilla de símbolos de Lea (figura 3), desarrollada en 1976 y llamada así en honor a su inventora Lea Hyvärinen de Finlandia. Usa una serie de optotipos simbólicos de una manzana, una casa, un cuadrado y un círculo. Existen varias versiones para visión lejana, cercana, sensibilidad al contraste, ambliopía y daño cerebral (Repka, 2002; Messina, 2006).



**Figura 3.** Símbolos LEA (Fuente: [www.ssc.education.ed.ac.uk/.../vmay0828.jpg](http://www.ssc.education.ed.ac.uk/.../vmay0828.jpg)).

Símbolos de Lea fue la primera cartilla para evaluar la agudeza visual en pacientes pediátricos en escala logMAR. La agudeza visual de lejos se evalúa a tres metros, aunque en niños muy pequeños se puede realizar a dos metros. En niños mayores, la evaluación puede hacerse a seis metros.

Para la evaluación de niños de 5 años y mayores se utiliza el optotipo de Lea de visión lejana plegable de quince líneas, que consta de dos o tres juegos de símbolos en las líneas inferiores que permiten medir las agudezas visuales monocular (ojo derecho y ojo izquierdo) y binocular utilizando un juego diferente de símbolos; de esta forma se evita la memorización. Sin embargo, estas cartillas con diferentes juegos de símbolos en la parte inferior tienen un alto grado de dificultad para los niños de 3 y 4 años, para los que se recomienda la cartilla de diez líneas y solo un set de símbolos ([www.lea-test.fi](http://www.lea-test.fi)).

Se ha encontrado que la prueba de Lea es útil para la evaluación de niños en edad preescolar y que la variabilidad en los resultados de agudeza visual puede deberse a la cooperación (Becker, Hübsch, Gräf, & Kaufmann, 2002). Asimismo, los hallazgos indican que detecta de manera confiable la ambliopía en pacientes colaboradores (Becker, 2000; Gräf, Becker & Kaufmann, 2000) y que provee una medición de las diferencias interoculares, similar a la obtenida con el test de Bailey Lovie. Sin embargo, los resultados de agudeza visual monocular obtenidos con Lea difieren de los obtenidos con Bailey Lovie; la diferencia depende del nivel individual absoluto de agudeza visual (Dobson, Maguire, Orel-Bixler, Quinn, & Ying. Vision in Preschoolers (VIP) Study Group, 2003).

El HOTV es un test que puede utilizarse para la evaluación de la agudeza visual en los niños de edad preescolar (figura 4). Está diseñado con cuatro optotipos de las letras H, O, T y V en versión sans serif. Estas letras fueron elegidas por ser igualmente reconocibles y máximamente distinguibles. Primero se enseñan los símbolos al niño utilizando tarjetas de demostración y luego se realiza el examen con el optotipo (Messina, 2008)



**Figura 4.** Test HOTV (fuente: precision-vision.com/images/products/2052.jpg).

Comparaciones clínicas de este test con el Lea han señalado que los dos proveen resultados similares para niños de 4 y 5 años de edad; no obstante, se consideró más fácil el examen con el Lea Test en niños de 3 años (Hered, Murphy & Clancy, 1997; Shallo-Hoffmann, Coulter, Oliver, Hardigan, & Blavo, 2004; Vision in Preschoolers Study Group, 2004). Otros autores indican que en niños colaboradores entre 3 y 3,5 años, la agudeza visual monocular fue alta y similar con ambas cartillas (Cyert, Schmidt, Maguire, Moore, Dobson, Quinn & Vision in Preschoolers (VIP) Study Group, 2003).

En pacientes con ojos ambliopes y no ambliopes, las mediciones de agudeza visual fueron mejores con el test HOTV comparado con el test de Lea. Las diferencias persistieron independientemente de la edad del paciente y de la causa y severidad de la ambliopía. Sin embargo, no se encontró una sobreestimación de la agudeza visual con el test Lea (Ruttum & Dahlgren, 2006).

Para la evaluación de la agudeza visual en escolares, la American Optometric Association recomienda la cartilla de Snellen, pero la literatura documenta que fallas en el diseño de este optotipo pueden causar va-

riación en los resultados y dificultad para realizar el seguimiento de la agudeza visual. Con el fin de superar las falencias que presenta el optotipo de Snellen se han hecho diferentes propuestas, entre las cuales se destaca la de Bailey y Lovie, que introdujeron factores de diseño en los años setenta, entre los que se destacan una progresión de tamaño logarítmica en las letras, lo que implica un valor constante de un nivel al otro; el mismo número de letras en cada línea; legibilidad igual o similar y puntaje clínico en unidades LogMAR; así como un método para dar crédito a cada letra adicional leída correctamente. Estos nuevos factores han conferido a la medición de la agudeza visual mayor confiabilidad, exactitud y reproducibilidad (Bailey & Lovie, 1976).

Con el tiempo se han continuado los estudios en búsqueda del mejoramiento del diseño de Bailey Lovie para la construcción de cartillas de agudeza visual y se han logrado mejoras significativas con la incorporación de las recomendaciones del Comité de Visión de la Academia Americana de Ciencias y del consejo Nacional de Investigación de Estados Unidos (Badrul, George, Saleh, Sobha, & Hammond, 2006).

Uno de los estudios que vale la pena mencionar es el Early Treatment Diabetic Retinopathy Study (ETDRS) (National Eye Institute, 2002), a partir del cual se diseñó, aplicó y validó una cartilla que actualmente se propone como el “gold Standard” para la medición de la agudeza visual en investigación y en la práctica clínica cotidiana. Aunque el test fue diseñado originalmente para adultos, Manny, Hussein, Gwiazda, Marsh-Tootle, & COMET Study Group (2003) evaluaron la repetitividad ETDRS en un grupo de 86 niños con miopía, entre 6 y 11 años, encontrando que los valores de agudeza visual son similares a los reportados por adultos evaluados con esta cartilla. De ahí concluyeron que ésta provee una medida repetible en niños. No obstante, se siguen realizando estudios que persiguen el diseño de cartillas cuyos resultados sean equivalentes o estén altamente co-

rrelacionados con los obtenidos por el ETDRS y cuyas características se adapten a las necesidades de los pacientes pediátricos. Laidlaw, Abbott & Rosser (2003) desarrollaron una cartilla logMAR compacta como alternativa al optotipo de Snellen. Ésta tiene espacios más reducidos y menos letras por línea que las cartillas logMAR convencionales. Los resultados del estudio permitieron concluir que la cartilla logMAR compacta igualó o estuvo muy próxima en sus resultados a la cartilla ETDRS y fue, por lo menos, 50% mejor que la cartilla de Snellen.

Algunos de los tests logMAR desarrollados para niños son el MREAD (Virgili, Cordaro, Bigoni, Crovato, & Cecchini, 2003), el de Sonksen (Jayatunga, Sonksen, Bhide Wade, 1995; Salt, Wade, Proffitt, Heavens, & Sonksen, 2007; Sonksen, Wade, Proffitt, Heavens, & Salt, 2008), las cartillas de agudeza visual de Glasgow (McGraw & Winn, 1993; McGraw, Winn, Gray, & Elliott, 2000; Simmers, Gray & Spowartl, 1997), la cartilla logMAR de letras arábicas (Oduntan & Briggs, 1999), entre otros. Sin embargo, es evidente que se necesita de muchas más investigaciones en este campo. Por el momento es recomendable utilizar las cartillas logMAR de símbolos o letras que se encuentran disponibles en el mercado para determinar la agudeza visual de los pacientes escolares.

## CONCLUSIONES

Los tests revisados en este artículo no son necesariamente los más utilizados en nuestra práctica clínica cotidiana; sin embargo, no se puede desconocer que a partir de éstos se ha generado gran actividad investigativa en diferentes países y que los resultados de estos estudios han aportado en la construcción de protocolos de evaluación de la agudeza visual en los pacientes pediátricos. Es preciso establecer una práctica clínica cuyo referente sea la optometría basada en la evidencia, ya que ésta permite a los profesionales disponer de nuevos elementos de juicio que contribuyan a la elección de la mejor alternativa para determinar la agudeza visual en los niños. El optómetra debe seguir rigurosamente los protocolos de evaluación de la agudeza visual para dar a sus mediciones mayor confiabilidad y analizar los resultados obtenidos dentro del contexto de la historia clínica, correlacionándolos con otros hallazgos que le permitan detectar oportunamente alteraciones visuales en los niños y emprender las acciones necesarias para corregirlas. La clasificación de los tests en estos grupos de edad no pretende ser exclusiva y el optómetra, según su criterio y las necesidades del paciente, puede adaptar cualquier método acorde con las habilidades, el conocimiento y la experiencia del niño que va a examinarse. Es evidente la importancia de realizar estudios sobre la aplicación de estos tests en el medio con el fin de evaluar su confiabilidad y utilidad en los pacientes.



## BIBLIOGRAFÍA

- Adoh, T.O., Woodhouse, J.M., & Oduwaiye, K.A. (1992). The Cardiff Test: A new visual acuity test for toddlers and children with intellectual impairment. A preliminary report. *Optometry and Vision Science*, 69(6), 427-32.
- Adoh, T.O. & Woodhouse, J.M. (1994). The Cardiff acuity test used for measuring visual acuity development in toddlers. *Vision Research*, 34(4), 555-60.
- American Optometric Association. (2002). *Optometric Clinical Practice Guideline Pediatric Eye and Vision Examination. Reference Guide for Clinicians* (2nd e.)
- Assembly of Behavioral and Social Sciences, National Research Council, National Academy of Sciences. Committee on Vision. Recommended standard procedures for the clinical measurement and specification of visual acuity. Report of Working Group 39. (1980). *Advances in Ophthalmology*, 41, 103-48.
- Badrul, H., George, M., Saleh, Sobha, S. & Hammond, C. (2006). Changing from Snellen to LogMAR: Debate or delay? *Clinical & Experimental Ophthalmology*, 2(6).
- Bailey, I.L. & Lovie, J.E. (1976). New design principles for visual acuity letter charts. *American Journal of Optometry and Physiological Optics*, 53, 740-745.
- Becker, R.H., Hübsch, S.H., Gräf, M.H., & Kaufmann, H. (2000). Preliminary report: examination of young children with Lea symbols. *Strabismus*, 8, 3, 209-213.
- Becker, R., Hübsch S., Gräf M H., & Kaufmann H. (2002). Examination of young children with Lea symbols. *British Journal of Ophthalmology*, 86, 513-516.
- Cavallini, A., Fazzi, E., Viviani, V., Astori, M.G., Zaverio, S., Bianchi, P.E. & Lanzi, G. (2002). Visual acuity in the first two years of life in healthy term newborns: an experience with the teller acuity cards. *Functional Neurology*, 17(2), 87-92.
- Cyert, L., Schmidt, P., Maguire, M., Moore, B., Dobson, V., Quinn, G., & Vision in Preschoolers (VIP) Study Group. (2003). Threshold visual acuity testing of preschool children using the crowded HOTV and Lea Symbols acuity tests. *Journal of the American Academy of Pediatric Ophthalmology*, 7(6), 396-399
- Dobson, V., Salem, D., Mayer, D.L., Moss, C., & Sebris, S.L. (1985). Visual acuity screening of children 6 months to 3 years of age. *Investigative Ophthalmology and Vision Science*, 26(8), 1057-1063.
- Dobson, V., Maguire, M., Orel-Bixler D., Quinn, G., Ying, G.S., & Vision in Preschoolers (VIP) Study Group. (2003). Visual acuity results in school-aged children and adults: Lea Symbols chart versus Bailey-Lovie chart. *Optometry and Vision Science*, 80(9), 650-654.
- Ellis, G.S. Jr, Hartmann, E.E., Love, A., May, J.G., & Morgan K.S. (1988). Teller acuity cards versus clinical judgment in the diagnosis of amblyopia with strabismus. *Ophthalmology*, 95(6), 788-791.

- Friendly, D.S., Jaafar, M.S., & Morillo, D.L. (1990). A comparative study of grating and recognition visual acuity testing in children with anisometropic amblyopia without strabismus. *American Journal of Ophthalmology*, 10(3), 293-299.
- Geer, I. & Westall, C.A. (1995). Comparison of two preferential looking tests in the detection of amblyopia. *American Orthoptics Journal*, 45, 79-89.
- Gräf, M.H., Becker, R., & Kaufmann, H. (2000). Lea symbols: visual acuity assessment and detection of amblyopia. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 238(1), 53-58.
- Gräf, M., Becker, R., Neff, A., & Kaufmann, H. (1996). Examinations with the Cardiff Acuity Test. *Ophthalmologie*, 93(4), 333-340.
- Harvey, E.M., Dobson, V., Tung, B., Quinn, G., & Hardy, R.J. Cryotherapy for Retinopathy of Prematurity Cooperative Group. (1999). Interobserver agreement for grating acuity and letter acuity assessment in 1- to 5.5-year-olds with severe retinopathy of prematurity. *Investigative Ophthalmol Vision*, 40, 1565-1576.
- Hered, R.W., Murphy, S., & Clancy, M. (1997). Comparison of the HOTV and Lea Symbols charts for preschool vision screening. *Journal of Pediatric Ophthalmology and Strabismus*, 34(1), 24.
- Howard, C. & Firth, A.Y. (2006). Is the Cardiff Acuity Test effective in detecting refractive errors in children? *Optometry*, 83, 8, 577-581.
- Jayatunga, R., Sonksen, P.M., Bhide, A., & Wade, A. (1995). Measures of acuity in primary-school children and their ability to detect minor errors of vision. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 37(6), 515-527.
- Katsumi, O., Denno, S., Arai, M., De Lopes Faria, J., & Hirose, T. (1997). Comparison of preferential looking acuity and pattern reversal visual evoked response acuity in pediatric patients. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 235(1), 684-690.
- Kohl, P. & Samek, M. (1988). Refractive error and preferential looking visual acuity in infants 12-24 months of age: Year 2 of a longitudinal study. *Journal of American Optometric Association*, 59(9), 686-690.
- Kubatko-Zielinska, A., Krzystkova, K.M., & Pocij-Zero, M. (1993). Evaluation of visual acuity of small children with preferential looking methods. *Klinika Oczna*, 95(5), 180-182.
- Laidlaw, D.A.H., Abbott, A., & Rosser, D.A. (2003). Development of a clinically feasible logMAR alternative to the Snellen chart: performance of the "compact reduced logMAR" visual acuity chart in amblyopic children. *British Journal of Ophthalmology*, 87, 1232-1234.
- Leat, S.J., Shute R.H., & Westall, C.A. (1999). *Assessing Children's Vision*. Oxford: Butterworth Heinemann. Philadelphia.
- Manny, R.E., Hussein, M., Gwiazda, J. & Marsh-Tootle, W. COMET Study Group. (2003). Repeatability of ETDRS Visual Acuity in Children. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 44, 3294-3300.

- Matilla, M.T. & Bueno, G. (2004). Consultas de Optometría *Gaceta Óptica*, 382,
- Mayer, D.L. & Dobson, V. (1980). Assessment of vision in young children: A new operant approach yields estimates of acuity. *Investigation in Ophthalmology and Vision Science*, 19(5), 566-570.
- Mayer, D.L., Fulton, A.B., & Rodier, D. (1984). Grating and recognition acuities of pediatric patients. *Ophthalmology*, 91(8), 947-953.
- Mayer, D.L., Beiser, A.S., Warner, A.F., Pratt, E.M., Raye, K.N., & Lang, M. (1995). Monocular acuity norms for the teller acuity cards between ages one month and four years. *Investigation in Ophthalmology and Vision Science*, 36, 671-685.
- McGraw, P.V. & Winn, B. (1993). Glasgow Acuity Cards: a new test for the measurement of letter acuity in children. *Ophthalmic and Physiological Optics*.13(4), 400-4.
- McGraw, P.V., Winn, B., Gray, L.S., & Elliott, D.B. (2000). Improving the reliability of visual acuity measures in young children. *Ophthalmic and Physiological Optics*.20(3),173-84.
- Mein, J. & Trimble, R. (1991). *Diagnosis and management of ocular motility disorders*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Messina, E. (2008). *Standards for Visual Acuity June 15, 2006*, consultado en [http://www.isd.mel.nist.gov/US&R\\_Robot\\_Standards/Visual\\_Acuity\\_Standards\\_1.pdf](http://www.isd.mel.nist.gov/US&R_Robot_Standards/Visual_Acuity_Standards_1.pdf) Noviembre de 2008.
- National Eye Institute. (2002). A novel acuity testing method. Consultado en <http://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT00013936?term=ETDRS+chart+validation&rank=1> Marzo de 2009.
- Oduntan, A.O. & Briggs S.T. (1999). An arabic letter distance visual acuity test chart for young children and illiterate adults. *Ophthalmic and Physiological Optics*.19(5), 431-437.
- Repka, M.X. (2002). Use of LEA symbol in young children. *British Journal of Ophthalmology*, 86, 489-490.
- Ruttum, M.S. & Dahlgren, M. (2006). Comparison of the HOTV and Lea symbols visual acuity tests in patients with amblyopia. *Journal of Pediatric Ophthalmology and Strabismus*.; 43(3), 157-160.
- Rydberg, A., Ericson, B., Lennerstrand, G., Jacobson, L., & Lindstedt, E. (1999). Assessment of visual acuity in children aged 1 1/2-6 years, with normal and subnormal vision. *Strabismus*, 7 (1), 1-24.
- Salt, A.T., Wade, A.M., Proffitt, R., Heavens, S., & Sonksen, P.M. (2007). The Sonksen Test of Visual Acuity: I. Testability and reliability. *Journal of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*,11(6), 589-596.
- Shallo-Hoffmann, J., Coulter, R., Oliver, P., Hardigan, P., & Blavo, C. (2004). A study of pre-school vision screening tests' testability, validity and duration: do group differences matter? *Strabismus*.12, 2, 65-73.
- Sharma, P., Bairagi, D., Sachdeva, MM., Kaur, K., Khokhar, S. & Saxena, R. (2003). Comparative evaluation of teller and Cardiff acuity tests in normal and unilateral amblyopes in under-two-year-olds. *Indian Journal of Ophthalmology*.51, 341-345.
- Simmers, A.J., Gray, L.S. & Spowart, K. (1997). Screening for amblyopia: a comparison of pediatric letter tests. *British Journal of Ophthalmology*, 81, 6, 465-469.

- Sokol, S., Hansen, VC., Moskowitz, A., Greenfield, P. & Towle, VL. (1983). Evoked potential and preferential looking estimates of visual acuity in pediatric patients. *Ophthalmology*. 90, 5, 552-562.
- Sonksen, PM., Wade, A.M., Proffitt, R., Heavens, S. & Salt, AT. (2008). The Sonksen logMAR test of visual acuity: II. Age norms from 2 years 9 months to 8 years. *Journal of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus* .12, 1, 18-22.
- Technology for VISION 2020. (2004). Measuring Vision in Children. *Community Eye Health*. 17, 50.
- Virgili, G., Cordaro, C., Bigoni, A., Crovato, S. & Cecchini, P. (2004). Reading Acuity in Children: Evaluation and Reliability Using MNREAD Charts. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*.45,3349-3354.
- Vital-Durand, F. & Hullo, A. (1989). Measurement of visual acuity in infants in 6 minutes: Teller's Acuity Cards. *Journal Française d'Ophtalmologie*, 12(3), 221-225.
- Suzuki, Y. & Awaya, S. (1995). Studies on development of visual acuity in infants measured by the Teller Acuity Cards. *Japanese Journal of Ophthalmology*,39(2), 166-171.