

Sensibilidad al contraste en edad pediátrica

Contrast sensitivity in pediatric ages

Lourdes Rita Hernández Santos^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-9551-1916>

Pedro Daniel Castro Pérez¹ <https://orcid.org/0000-0002-0151-7584>

Teresita de Jesús Méndez Sánchez¹ <https://orcid.org/0000-0002-1589-7784>

Regla María Zazo Enríquez¹ <https://orcid.org/0000-0003-4168-2776>

Katya Lora Domínguez¹ <https://orcid.org/0000-0002-9994-6431>

¹Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". La Habana, Cuba.

*Autor para la correspondencia: lourdesrita@infomed.sld.cu

RESUMEN

La sensibilidad al contraste es considerada como la capacidad de discriminar diferencias de iluminación entre áreas adyacentes, cuyo umbral se estima como la menor cantidad de contraste que se necesita para lograr esta distinción. La medida de la agudeza visual cuantifica la visión en alto contraste; sin embargo, los objetos que nos encontramos en la vida real no son solo de alto contraste, sino que presentan diferentes niveles de contraste y tamaño, lo cual puede ser determinado con el estudio de la sensibilidad al contraste, ya sea a través de cartillas de bajo contraste o de las pruebas que evalúan las frecuencias espaciales, que serán utilizadas según la edad del paciente pediátrico. Con este trabajo se pretende mostrar los diferentes criterios relacionados con la sensibilidad al contraste en edades pediátricas, para lo cual se realizó una búsqueda en diferentes publicaciones y textos de la especialidad. Existe controversia relacionada con la edad pediátrica en la cual se alcanza la sensibilidad al contraste al nivel del adulto, así como los valores normativos en la infancia con las diferentes pruebas empleadas. La valoración de la sensibilidad al contraste constituye una herramienta más para evaluar la

función visual conjuntamente con la determinación de la agudeza visual y la visión de colores. Se necesitan más estudios sobre este tema para unificar criterios con el fin de perfeccionar la atención a la población pediátrica.

Palabras clave: Sensibilidad de contraste; función de la sensibilidad al contraste; prueba de sensibilidad al contraste.

ABSTRACT

Contrast sensitivity is the ability to distinguish differences in luminance between adjacent areas. Its threshold is estimated as the smallest amount of contrast needed to achieve such a distinction. Visual acuity measurement quantifies high contrast vision. However, the objects around us are not only characterized by high contrast: they display different levels of contrast and size, which may be determined through the study of contrast sensitivity, either with low contrast charts or spatial frequency tests, to be used according to the pediatric patient's age. The purpose of the study was to present various criteria about contrast sensitivity in pediatric ages. To achieve this end, a search was conducted in different publications and texts from the specialty. A debate is currently in progress about the pediatric age in which adult contrast sensitivity is achieved and the standard values to be verified with the different tests applied in childhood. Contrast sensitivity assessment is one more tool to evaluate visual function and determine visual acuity and color vision. Further studies are required about the subject aimed at unifying criteria so as to improve the care of the pediatric population.

Key words: Contrast sensitivity; contrast sensitivity function; contrast sensitivity test.

Recibido: 30/06/2020

Aceptado: 13/08/2020

Introducción

La agudeza visual (AV) ha sido en el transcurso del tiempo la medida más común a nivel mundial para valorar la condición visual, por ser de fácil medición y por alterarse por pequeñas cantidades de error refractivo.⁽¹⁾

La función visual del ser humano aporta más del 85 % de la información obtenida por los órganos de los sentidos⁽¹⁾ y es la unión de todas aquellas funciones que permiten determinar “cuánto” y “cómo” ve una persona, incluyendo el poder de resolución (agudeza visual), la percepción de las diferentes longitudes de onda (visión cromática), la detección de un objeto en el espacio de la visión (campo visual), la percepción en profundidad binocular (estereopsis) y la detección de los cambios de luminancia de un objeto (sensibilidad al contraste).⁽²⁾

Nunca debemos conformarnos con que el paciente alcance una agudeza visual de 20/20 en ambos ojos, ya que esta medida no proporciona información sobre el funcionamiento visual en las diferentes circunstancias de la vida cotidiana, por lo cual debemos incluir siempre en los exámenes de rutina el estudio de la sensibilidad al contraste, el cual es una herramienta más para el diagnóstico de pérdidas visuales no identificables mediante la medida de la agudeza visual.

En la práctica clínica es frecuente encontrar casos en los cuales, aun teniendo una agudeza visual del 100 %, los pacientes presentan algún tipo de incomodidad que puede ser interpretada como visión borrosa y tratarse de alteraciones en la visión de contraste.⁽³⁾ En esta revisión consideramos oportuno recordar algunos conceptos básicos relacionados con el tema:⁽⁴⁾

Contraste (C). Es creado por la diferencia de luminancia, es decir, la cantidad de luz que se refleja a partir de dos superficies adyacentes.

Umbral de contraste (UC). Es la menor cantidad de contraste necesaria para detectar, discriminar o identificar un objeto. Los estímulos

superiores al umbral son fácilmente detectados mientras que los inferiores no lo son.

Sensibilidad al contraste (SC). Se define como la “capacidad de discriminar diferencias de iluminación entre áreas adyacentes, cuyo umbral se estima como la menor cantidad de contraste que se necesita para lograr esta distinción. Es la inversa del umbral de contraste. Toda persona que necesite mayor contraste para discriminar un objeto presentará un valor de sensibilidad al contraste muy bajo y una peor visión. Por el contrario, si es capaz de distinguir objetos con bajo contraste tendrá una elevada sensibilidad al contraste y, por lo tanto, una mejor calidad visual.

Función de sensibilidad al contraste (FSC). Se determina al evaluar un patrón de rejillas en diferentes frecuencias espaciales y niveles de contraste; brinda una información sobre la cantidad y la calidad de la visión de un sujeto; representa la relación entre sensibilidad al contraste y frecuencia espacial.

La cantidad de contraste se cuantifica usando varias fórmulas. La fórmula de *Weber* se usa cuando la luminosidad del fondo permanece constante y la de *Michelson* cuando la claridad y la oscuridad varía.⁽⁴⁾

La SC evalúa subjetivamente la función visual a través de la percepción de frecuencias espaciales (tamaño) y contraste. Todo estímulo visual puede descomponerse en patrones sinusoidales que corresponden a frecuencias espaciales medidas en ciclos por grado. A mayor resolución espacial, por ejemplo 30 ciclos/grado, hay mejor visión medida por la tabla de Snellen.

La SC nos permite observar detalles en niveles de bajo contraste. Es un examen útil en la práctica clínica que se puede realizar en niños empleando el *test* adecuado según la edad. Unido a otros exámenes ayuda a concluir el diagnóstico y se manifiesta en beneficio de la salud visual del paciente.

Se ha desarrollado gran cantidad de investigaciones orientadas hacia el desarrollo de valores normales para diferentes funciones visuales, en las cuales la metodología empleada, el tamaño de la muestra, las pruebas aplicadas y los grupos de edad son diversos. Adicionalmente, existe diversidad de criterios y de interpretaciones que limitan la utilidad clínica de algunos de estos estudios.

Esta variable se ha estudiado desde edades tempranas con diferentes pruebas, tanto objetivas como subjetivas. El estudio más reciente es el de *Brown* y otros⁽⁵⁾ (2018), quienes desarrollaron una cartilla de contraste para recién nacidos donde utilizan un estímulo de onda cuadrada por considerar que tiene un contraste más alto que el de onda sinusoidal para la misma frecuencia espacial.

Existe diversidad de criterios en relación con la edad cronológica en que se alcanza una sensibilidad de contraste a nivel del adulto, la cual varía desde edades tan tempranas como 6 meses de edad hasta los 10-19 años.^(6,7,8)

En el país no existe ninguna investigación sobre la sensibilidad al contraste en pacientes pediátricos sin afectación visual ni asociado a enfermedades oculares. Esta revisión de la literatura pretende mostrar los diferentes criterios relacionados con la sensibilidad al contraste en edades pediátricas, para lo cual se realizó una búsqueda en diferentes publicaciones y textos básicos de la especialidad. Las bases de datos consultadas fueron Biblioteca Cochrane de Revisiones Sistemáticas, Pubmed y Ebsco.

Sensibilidad al contraste

Un sistema óptico normal tiene mayor SC para las frecuencias espaciales medias (cuatro o cinco ciclos/grado) y disminuye de forma progresiva hacia las frecuencias más altas,⁽⁹⁾ ya que fenómenos como la difracción y las aberraciones ópticas alteran la percepción de los detalles finos de la imagen.

Como lo mencionan *Rosas* y otros, “la forma de la función de la sensibilidad al contraste representa la imagen de una letra U invertida, la cual refleja la

respuesta del sistema visual humano basada en la frecuencia y el contraste. Además, se puede considerar que esta forma de U invertida envuelve la respuesta independiente de la frecuencia de cada uno de los canales que constituyen la visión”. Gran número de factores puede alterar la medición de la FSC; entre ellos se encuentran la adaptación luminosa del entorno, el tamaño del estímulo, la excentricidad retiniana, el tamaño de la pupila, las características temporales del sistema óptico, la orientación del estímulo y los diferentes factores ópticos (desenfoque, emborronamiento dióptrico, emborronamiento difuso y astigmatismo).

Tipos de pérdida de sensibilidad al contraste

Los tipos de pérdida de sensibilidad al contraste se clasifican en tres patrones diferentes en función de las frecuencias espaciales afectadas, que ayudan a su interpretación clínica:^(7,8)

-Patrón de pérdida de tipo I. Se observa una pérdida de sensibilidad al contraste en las frecuencias espaciales altas (más de 10 ciclos por grado (c/g). Es normal en las frecuencias bajas; se presenta en estadio precoz de enfermedades oculares como catarata o degeneraciones maculares.

-Patrón de pérdida de tipo II. Existe una pérdida de sensibilidad al contraste en todas las frecuencias.

-Patrón de pérdida de tipo III. La pérdida de la sensibilidad al contraste se presenta en las frecuencias espaciales bajas (0,5 a 3 c/g), mientras que los valores en frecuencias medias y altas se encuentran normal. Se relaciona con neuritis óptica, esclerosis múltiple, glaucoma, papiledema, lesión en la vía visual, diabetes o Parkinson.

Diferentes problemas visuales afectan distintas porciones de la curva de sensibilidad al contraste. Las frecuencias bajas de 0,5 a 3 c/g se afectarán en la neuritis óptica, esclerosis múltiple, Parkinson, Alzheimer, edema de papila, etcétera. Las frecuencias espaciales medias de 4 a 10 c/g se verán afectadas

en el glaucoma, la atrofia óptica, la catarata y la neuritis óptica, mientras que las frecuencias espaciales altas de más de 10 c/g se afectarán en los defectos refractivos, la catarata, la degeneración macular, el edema macular, la ambliopía y los problemas con lentes de contacto.⁽⁸⁾

¿Cuándo se completa el desarrollo de la SC en el niño? ¿Existe controversia sobre este aspecto? El desarrollo de la sensibilidad al contraste en edades pediátricas tiene una maduración importante en los 3 primeros meses de edad, hacia la mayoría de las frecuencias espaciales. A los 2-3 meses, la curva de FSC está desviada principalmente a las frecuencias espaciales bajas, lo que implica que se requiere más contraste si un niño quiere resolver un detalle, y se torna equiparable con la del adulto aproximadamente a los 6 meses de edad.⁽¹⁾

Las investigaciones referenciadas coinciden en que el desarrollo de la SC va madurando con los años de manera paulatina, pero difieren en relación con la edad que alcanza el nivel adulto. Los estudios más antiguos indican que desde los cuatro a los diez años es equiparable con la de los adultos (*Atkinson y otros, 1981; Defereldt y otros, 1979*).^(10,11,12,13)

Desde el año 1987 se comenzaron a realizar reportes de bebés evaluados mediante pruebas de discriminación de patrones espaciales y se demostró cómo en ellos la SC era mucho más baja que en los adultos, lo que implica que existen cambios en los mecanismos neurales para la codificación del contraste (*Stephens y Banks, 1987*).⁽⁹⁾

En los años noventa *Scharre, Cotter, Block y Kelly* determinaron datos normativos de sensibilidad al contraste con la prueba VISTECH (VCTS 6500) a distancia, en una muestra de 286 niños entre 3 y 7 años de edad, visualmente normales, comparados con 50 adultos jóvenes de visión normal. Los niños mostraron menor sensibilidad que la de los adultos; a los siete años la función se equiparó a nivel adulto (*Scharre y otros, 1990*).⁽⁹⁾

Otros como *Märntyjärvi y Laitinen*^(6,9) (2001) no encontraron la SC totalmente desarrollada entre los 10 y 19 años de edad. Sin embargo, *Adams y Courage* concluyeron que la SC alcanza el nivel del adulto a los nueve años de edad.

López MY, Figueroa LF⁽⁹⁾ en su estudio señalan que *Leat* y otros (2009) encontraron que la SC alcanza nivel similar al adulto a los 7 años, según algunos autores, y entre 9 y 12 años según otros.

Es importante tener en cuenta que muchas de las investigaciones realizadas sobre este tema presentan una serie de factores que hacen de ellas no determinantes en sus conclusiones; por ejemplo, muestras pequeñas en la edad crítica de desarrollo de la función de SC o agrupaciones con rangos de edad muy amplios, que dificultan determinar exactamente la edad de maduración.

Siempre debemos tener presente que los pacientes pediátricos prestan menos atención a los diferentes *tests* y se cansan más fácilmente, aspecto a tener siempre en cuenta para lograr la mayor colaboración de ellos en este tipo de examen.

Leat y Weagmann⁽¹⁰⁾ (2004) señalan que la SC madura a nivel del adulto entre los seis y los ocho años de edad. Existen numerosas enfermedades y condiciones pediátricas que afectan la SC.^(14,15,16) En una revisión del tema en el año 2014 se exponen diversos estudios donde se destacan entre las enfermedades que afectan esta función la parálisis cerebral infantil, que cursa con una discapacidad visual cerebral y resulta en una pérdida sustancial de la SC. Los niños con Síndrome de Down se acompañan de otras alteraciones oculares como catarata, errores refractivos altos, estrabismo y glaucoma, las cuales tienen efecto adverso en la SC, así como los niños con retardo del desarrollo, ya que son más propensos a presentar estrabismo y errores refractivos como hipermetropía, astigmatismo y anisometropía.

La curva de sensibilidad al contraste en niños con ambliopía refractiva va cayendo a medida que se acerca a las frecuencias espaciales medias y altas,

mientras en la ambliopía estrábica y en la anisométrica se presenta mayor déficit en la agudeza visual que en la sensibilidad al contraste.⁽¹¹⁾

Estudios han demostrado que niños prematuros tienen menor SC en todas las frecuencias espaciales comparadas con niños a término. La reducción de la SC en los prematuros no es atribuible a su prematuridad, sino a las alteraciones oftalmológicas y del neurodesarrollo asociadas. En la neuritis óptica se aprecia reducción de las frecuencias espaciales bajas y medias.⁽¹¹⁾

La SC tradicionalmente ha sido medida con rejillas. Con este método se explora una banda de frecuencia especial que abarca el rango visible. La exploración de la SC con letras de gran tamaño y solo una banda de frecuencia especial donde se alcanza el pico de SC ha sido el método preferido en el entorno clínico. Entre sus ventajas podemos citar que la frecuencia especial media (pico SC) y la medida de la agudeza visual (frecuencia espacial alta) son suficientes para completar la FSC. El *test* con letras es más fácil de realizar por el optometrista o el médico; además, su buena repetitividad lo hace adecuado para ser usado en grandes poblaciones y estudios más pequeños.⁽¹²⁾

Existen varios tipos de *tests* para evaluar la SC, que de forma general se clasifican en dos grupos principales:

- Los que evalúan la función de sensibilidad al contraste por medio de diferentes frecuencias espaciales, niveles de contraste con patrones de rejillas como las pruebas tipo VISTECH (el VCTS, el FACT y el CSV 1000E).⁽²⁾
- Los que solo evalúan la sensibilidad de contraste por medio de una frecuencia espacial con figuras y/o letras en diferentes niveles de contraste; dentro de ellas el *test* Pelli-Robson y el *test* MARS.⁽²⁾

Existe diversidad de criterio en relación con los valores de referencia de la sensibilidad al contraste en los niños. Los datos normativos en edad pediátrica varían según los grupos de edades, y los *tests* empleados. En esta revisión

expondremos los valores considerados en algunos de estos estudios para su mejor comprensión.

Test tipo VISTECH

Hay 2 tipos de pruebas tipo VISTECH: el VCTS 6000 para cerca a 40 cm y el VCTS 6500 para lejos, que se realiza a 3 metros. La prueba consta de cinco filas de patrones sinuosos orientados en diferentes posiciones. Estos patrones se presentan, además, en diferentes contrastes en las diferentes frecuencias espaciales. El paciente debe reportar qué orientación presentan las redes. Utiliza frecuencias desde 1,5 a 18 ciclos por grado (c/g). El contraste disminuye alrededor de 0,23 unidades log en cada nivel. El valor de la última respuesta correcta representa el umbral de contraste.

Entre los trabajos que evalúan la FSC con las pruebas tipo VISTECH (diferentes frecuencias espaciales y estímulos de rejillas), podemos citar el realizado por *Larsson, Rydberg y Holmström*,⁽¹³⁾ quienes midieron la FSC con el VCTS 6500 en 420 niños, con una edad promedio de 10 años, y hallaron que era más alta para los niños nacidos a término, y ligeramente inferior para niños prematuros. Los valores promedio para cada frecuencia espacial (1,5; 3; 6; 12 y 18 c/g) fueron: 1,73; 2,11; 2,13; 1,92 y 1,49 logSC en controles y 1,68; 2,02; 2,03; 1,80 y 1,30 logSC en los prematuros.

Test Visión Vector CSV-1000E

El *Test Visión Vector CSV-1000E*, fabricado por la casa *Vector Vision*, utiliza una pantalla posterior de luz difusa para controlar la cantidad de iluminación en cada una de las filas mediante un sensor (autoestandarización). La iluminación independiente se puede manejar por control remoto. Utiliza 4 frecuencias espaciales (3, 6, 12 y 18 c/g). El nivel de contraste tiene un rango de 0,5 al 67 % y disminuye alrededor de 0,16 unidades log en cada nivel. El valor de la última respuesta correcta representa el umbral de contraste.

Krasny y otros⁽¹⁴⁾ estudiaron la utilidad del CSV-1000 en la detección temprana de las alteraciones visuales y realizaron los reportes en dos grupos de edades,

de 6 a 10 años y de 11 a 19 años. Para el primer grupo, la función de la sensibilidad al contraste, evaluada por 3, 6, 12 y 18 c/g, fue de 1,82; 2,04; 1,74 y 1,29 logSC, respectivamente, y para el segundo grupo fue de 1,92, 2,19, 1,89 y 1,42 logSC.

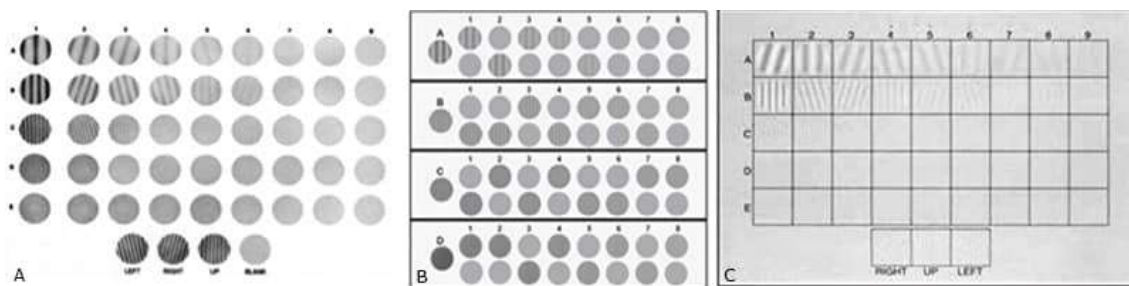
León y otros⁽²⁾ mostraron que en su población de estudio en niños entre 5 y 19 años los intervalos de normalidad de la FSC con CSV 1000E en las frecuencias espaciales de 3, 6, 12 y 18 c/g fueron 1,49 y 2,08 logSC; 1,70 y 2,29 logSC; 1,40 y 1,99 logSC y 0,96 y 1,55 logSC, respectivamente.

Test FACT (Functional Acuity Contrast Test)

El Test FACT (*Functional Acuity Contrast Test*), desarrollado por el Dr. Arthur Ginsburg, consta de 5 filas de patrones sinuosos y 5 frecuencias espaciales. El contraste disminuye alrededor de 0,15 unidades log en cada nivel. El paciente determina la rejilla que vio por última vez en cada una de las filas (A, B, C, D y E). La última rejilla vista correctamente por cada frecuencia espacial se representa en una curva de sensibilidad al contraste.

López⁽⁹⁾ determinó en su estudio de 140 niños entre 4 y 7 años que con el FACT para la frecuencia A de 1,5 c/g, los valores se encuentran entre 6 y 8; para la frecuencia B de 3,0 c/g entre 5 y 7; para la frecuencia C de 6,0 c/g entre 5 y 7; para la frecuencia D de 12,0 c/g entre 4 y 8; y para la frecuencia E de 18,0 c/g los valores se encuentran entre 5 y 7.

En otro estudio en Colombia⁽¹⁵⁾ para la estandarización del test FACT se estableció una curva de normalidad de sensibilidad para 58 niños entre seis y doce años que no presentaba diferencias significativas por factores de edad, género, ojo dominante o estado refractivo, para las diferentes frecuencias espaciales del FACT. Los resultados para cada frecuencia según la media fueron los siguientes: para la frecuencia 1,5 c/g 6,1; para la 3 c/g 5,8; para la 6 c/g 5,7; para la 12 c/g 4,6 y para la 18 c/g 3,7 (Fig. 1).



Fuente: A) <http://psych.ucalgary.ca/PACE/VALab/VALFacilities.html>; B) <http://www.vectorvision.com/csv1000-contrast-sensitivity/>; C) <http://www.contrastsensitivity.net/products/fact.html>

Fig. 1 - A) *Test* Sistema visión de contraste (VCTS) B) *Test* Visión Vector CSV-1000E. C) *Test* FACT (Functional Acuity Contrast Test).

Test sensibilidad al contraste Pelli-Robson

El *test* de sensibilidad al contraste Pelli-Robson (*Pelli-Robson Contrast Sensitivity- PRCS test*) fue desarrollado por el Dr. *Pelli*, de Siracusa University, Nueva York, y el Dr. *J. Robson*, de la Universidad de Cambridge, Inglaterra.

La cartilla original es de 59-84 centímetros. Consta de 16 tripletas de letras tipo SLOAN, dispuestas en 8 filas de 2 tripletas cada una. La distancia para realizar el *test* en el original fue especificada a 3 metros, con las letras subtendiendo a 0,5 grados, mientras otras versiones comerciales incluían una distancia de 1 metro para realizar el *test*.⁽¹⁶⁾

Las tres letras tienen el mismo tamaño y el contraste va disminuyendo entre tripletas en 0,15 unidades log. El rango de contraste testado está entre 100 y 56 %. La tabla debe ser iluminada tan uniformemente como sea posible, de modo que la luminancia de las áreas blancas sea de aproximadamente 85 cd/m² (El rango aceptable es de 60 a 120 cd/m², que corresponde a una iluminancia de 280 lux. La última tripleta en la que el paciente lee, al menos 2 de las 3 letras correctamente, será su valor en logSC.

La cartilla actual de Pelli-Robson de Haag-Streit tiene algunas similitudes con la original. La distancia recomendada actualmente es 1 metro con letras a 2,8 grados. El valor logCS originariamente variaba entre 0,05 y 2,30, mientras que en la cartilla actual varía entre 0,00 y 2,25. Esta tabla es considerada el estándar de oro debido a su alta reproducibilidad.

Leat,⁽¹⁰⁾ en el año 2004, encontró que con la cartilla Pelli Robson en el grupo entre 6 y 8 años de edad el resultado fue 1,68 (0,11) unidades log inferior al encontrado en el grupo de adultos con visión normal, lo que apoya la evidencia de los autores que plantean que la SC no alcanza el nivel de los adultos hasta los 8 o 10 años, e incluso más tarde.

De otro lado, Myers y otros⁽¹⁷⁾ evaluaron la SC en 106 niños entre los 9 a 10 años de edad, usando la cartilla Pelli Robson, la cual utiliza estímulos visuales de letras y una sola frecuencia espacial (± 3 ciclos por grado), y encontraron que la SC en promedio fue de 1,69 ($\pm 0,12$) logSC, que resultó similar a lo hallado en otros estudios obtenidos con tamaños muestrales más pequeños.

Test de sensibilidad MARS

El test de sensibilidad MARS (*Mars Letter Contrast Sensitivity. Mars Perceptrix Corporation - Chappaqua, NY*), similar al Pelli Robson, consta de 48 letras en 8 filas de 6 letras tipo SLOAN. El contraste en cada letra disminuye 0,04 unidades log. El rango de contraste testado está entre 91 y 1,2 % (1,2 unidades log). Es más pequeño; mide 23 cm x 35,6 cm y se usa para cerca a 50 cm. La iluminación recomendada es de 85 cd/m².⁽¹⁸⁾

El sistema de la prueba es un juego de tres cartillas impresas, que se presentan en tres formas: para visión independiente del ojo izquierdo, la del ojo derecho y para prueba binocular. Las tres formas, cuyo número se identifica en la base de cada cartilla, son idénticas, excepto por la secuencia de las letras.⁽¹⁸⁾

La prueba concluye cuando el paciente identifica dos letras consecutivas incorrectamente. Tiene varias ventajas que lo hacen muy útil en la práctica clínica, como son el pequeño tamaño, la durabilidad y la variación del contraste entre las letras, que es menor que el Pelli Robson.

Según Arditi,⁽¹²⁾ investigador en percepción humana y creador del MARS test, los intervalos de referencia de la sensibilidad al contraste esperados en un adulto joven/medio oscilan entre 1,72 a 1,92 logSC, valores muy cercanos a los

planteados por *Dougherty* en pacientes entre 22 y 86 años, donde se obtuvo en la forma uno, 1,72; en la forma dos, 1,69 y en la forma tres, 1,79, similar a *Myers* y otros, quienes proponen como valor de referencia 1,66 y 1,69 logSC.

Agudelo y otros señalan que la evaluación de la sensibilidad al contraste con el MARS test muestra que la mediana del logaritmo de la sensibilidad al contraste (logSC) en la población evaluada es de 1,60 con un intervalo entre los percentiles 5 y 95 que va entre 1,44 y 1,64 logSC, respectivamente (0,20 unidades logSC).⁽²⁾

Autores como *Bryan Boxer Wachler* y *Ron Krueger*⁽¹⁹⁾ desarrollaron el concepto de eliminar las curvas y los valores logarítmicos de la medición de SC, similar al concepto de examen normalizado de campo visual. Desarrollaron una escala de puntaje para cada frecuencia espacial, escala determinada por la razón entre el resultado del paciente y el puntaje normal para el grupo de edad al cual pertenece este. La escala normalizada se extiende de 0,1 a 1,5, donde 1,0 indica que el paciente tiene la misma sensibilidad al contraste que la población; si es mayor, el paciente tiene un valor superior a la población y si es menor el valor del paciente será inferior al de la población. Así, se evita el uso laborioso de curvas gráficas para el análisis y la comparación de los resultados (Fig. 2).



Fuente: A) <http://www.psych.nyu.edu/pelli/pellirobson/> B) https://www.good-lite.com/cw3/Assets/documents/300900_LetPerceptixManual.pdf

Fig. 2 - A): Test de sensibilidad al contraste Pelli-Robson. B) Test de sensibilidad MARS.

Existen otros *tests* empleados en edad pediátrica con bastante frecuencia como son:

- *Test Hiding Heidi (HH)* o también conocido como *Heidi escondida* (desarrollado por *Lea Hyvärinen*) de bajo contraste (#253500). La capacidad de detectar objetos de bajo contraste es fundamental en el desempeño óptimo del sistema visual. La comunicación visual es determinante durante el primer año de vida. Aun cuando hablamos de niños pequeños puede ser el método de elección para pacientes con problemas psicomotrices. El *Test HH* no puede medir un verdadero umbral de contraste en niños con visión normal por el efecto de piso; esto significa que la mayoría de ellos responden correctamente al más bajo contraste.⁽¹⁾

- *Test de LEA*: Fue desarrollado por *Lea Hyvärinen*. Este *test* se desarrolló en el año 1976 para niños en edad preescolar y se denominó así por su inventor *Lea Hyvärinen*, de Finlandia, quien utilizó un grupo de figuras pictóricas que son símbolos de manzana, casa, cuadrado y círculo, con varias versiones para evaluar la visión próxima, la visión lejana y la sensibilidad al contraste, empleado para determinar la SC en visión próxima. Se realiza monocularmente, a una distancia aproximada de unos 40 cm. Para la realización del *test* se le indica al niño que vaya diciendo los símbolos que ve en las placas y se anota la última placa en la que el niño es capaz de distinguir los símbolos de LEA.⁽¹⁾

Hay 6 láminas de distinto contraste: 0,6; 1; 1,3; 1,6; 1,9 y 2,2 unidades logarítmicas de SC y en cada una de ellas aparecen 5 símbolos de LEA que el niño irá verbalizando. Al igual que en el *test* de HH, la distancia de la prueba es variable.⁽¹⁰⁾ Al no existir publicados datos normativos en niños en los *tests Hiding Heidi* y *LEA Symbols*, de bajo contraste, *Leat* y *Wegmann*, en el año 2004,⁽¹⁰⁾ decidieron realizar un estudio en 88 niños, divididos en cuatro grupos de edad: 1 a < 2,5 años; de 2,5 a < 4 años; de 4 a < 6 años y de 6 a 8 años donde reportaron sus datos relacionados con

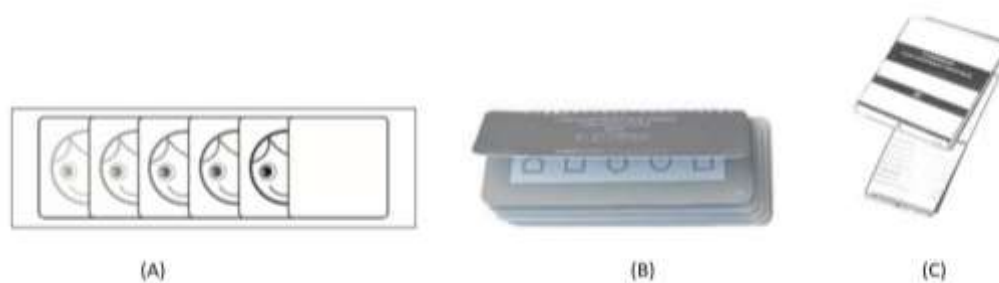
la edad en las pruebas de sensibilidad al contraste de *Hiding Heidi* y *Lea symbols* de bajo contraste, y verificaron su validez en comparación con la prueba de Pelli- Robson. Las pruebas HH y LEA symbols mostraron efecto piso, ya que hubo muchos niños de todas las edades con visión normal que respondían al contraste más bajo.

Para el *test* LEA a 28 cm, en el rango entre 2,5 y 8 años de edad encontraron una SC de 2,2 recalibrado a 1,65, lo cual se asemeja a lo hallado por otros autores donde el rango estuvo entre 0,8 y 2,5 aproximadamente. Estos valores son interpolados de figuras por lo que son aproximados. Para el *test* LEA a 1 m, los resultados fueron similares: 2,2 recalibrado a 1,65, similar al que muestran otros autores donde el rango varía entre 1,1 and 2,6.

El *test* HH mostró valores de 1,9 en su grupo de estudio, recalibrado a 1,21. Comparando este resultado con otros estudios encontramos una variación entre 1,6 y 2,4 que varían en los diferentes grupos etarios. *Elgohary, Abuelela y Eldin*⁽²⁰⁾ reportan los valores encontrados en 600 niños saludables entre 3 meses y 3 años de edad, donde la SC fue examinada binocularmente con el *test* HH. Este fue presentado en orden decreciente 100, 25, 10, 5, 2,5 y 1,25 %. El valor de la SC para esas cartillas es 1, 4, 10, 20, 40 y 80 respectivamente. Los resultados de la SC a los 3 meses de edad fue de $4,23 \pm 1,17$; $78,26 \pm 8,21$ a los 2 años y 80 a los 3 años. Determinaron que la SC se desarrolló gradualmente durante los primeros 9 meses de edad y aumentó hasta los 18 meses, y a partir de esta edad se mantuvo estable. Afirman que este *test* es limitado al evaluar la sensibilidad al contraste en mayores de 2 años de edad.

- *Test de Cambridge de bajo contraste (Cambridge Low Contrast Gratings)*: Está formado por doce pares de placas, cada par consta de una placa lisa y la otra con líneas, que a medida que van avanzando el contraste de estas va disminuyendo. Se parte del par de placas demostrativas y se le explica al niño que en los 10 siguientes pares de

placas deberá indicar dónde ve las líneas, si en la placa superior o en la inferior. Se anota el último número de placa en la que el niño acierta la localización de las líneas y con él se determina el contraste de esta. Evalúa una frecuencia espacial de 4 c/g.^(21,22) La escala de contraste medida es de 0; 0,6; 1; 1,3; 1,6 y 1,9 unidades logarítmicas de SC. Al analizar los resultados del *test* de Cambridge, se observa que en general la SC aumenta a medida que los niños van cumpliendo años, ya que cada vez es menor el contraste de las fichas que precisan para discriminar las líneas que en ellas se incluyen (Fig. 3).



Fuente: A y B) <https://www.good-lite.com/>; C) <https://www.semanticscholar.org/>

Fig. 3 - A) *Test Hiding Heidi (HH)* o también conocido como *Heidi* escondida (desarrollado por *Lea Hyvärinen*) de bajo contraste (#253500). B) *Test* de LEA. (desarrollado por *Lea Hyvärinen*).

Un *test* ideal para evaluar la sensibilidad al contraste en edades pediátricas sería uno rápido, de confianza y repetible como el Pelli-Robson para adultos. Lo único que lo haría diferente de este es que en vez de usar letras empleará figuras para una frecuencia espacial fija y bajo contraste comparable con el Pelli Robson.⁽¹¹⁾

En su artículo sobre este tema, la Lic. *Norma Sandoval* señala otros *tests* que pueden ser empleados en edad pediátrica, como son el *test* de Cartillas de agudeza visual de bajo contraste, las cartillas de símbolo 10 M de bajo contraste, los patrones lineales de bajo contraste y el *test* Heidi escondida.⁽²³⁾ El estudio de la sensibilidad al contraste ha seguido desarrollándose a la par que las nuevas tecnologías, incluyendo *tests* computarizados, como el M&S

Smart System II, usando el *test* de contraste de *Harris*, *Freiburg Visual Acuity and Contrast Test (FrACT)*, *the Spaeth/Richman Contrast Sensitivity (SPARCS)*,^(24,25) el *Quick CSF* y la *Cartilla de Vision (CSO, Florence, Italy)*.⁽²⁶⁾ Su uso en otros dispositivos tecnológicos como el *iPhone 8*, el *iPad*, y el *iPod* táctil se ha visto limitado por su alto costo; sin embargo, los *tests* soportados en tecnología *Smartphone* son más aceptados y van ganando terreno por su bajo costo, dentro de los cuales podemos citar el nuevo *test* en *Smartphone* llamado *Peek Contrast Sensitivity (PeekCS)*.⁽²⁷⁾

Algunos especialistas creen que la visión de contraste no mejora nunca; sin embargo, un estudio de la Universidad de Rochester en jugadores de videojuegos encontraron mayor SC en estos que en los no jugadores, y señalaron que después de un intensivo tratamiento los no jugadores mejoraron la SC.⁽²⁸⁾

La SC se relaciona con la ejecución de muchas tareas diarias, como una lectura fluida, la percepción de caras, la movilidad suficiente, el reconocimiento de objetos, entre otros. La valoración de esta se ha convertido en una herramienta más para lograr la medición más completa de la función visual conjuntamente con la determinación de la AV y la visión de colores, lo cual nos ofrece una información valiosa, ya que muestra algunas condiciones en la pérdida de la visión que no son detectadas mediante los *tests* de AV. El estudio de la sensibilidad al contraste se debe incluir como parte de la valoración funcional en edad pediátrica en todas las consultas del país seleccionando el *test* adecuado según la edad y la cooperación del paciente. Recomendamos iniciar investigaciones en este tema tanto en niños sanos como con enfermedades asociadas para conocer cómo se comportan estos datos en la población pediátrica.

Referencias bibliográficas

1. López AY. Importancia de la valoración de sensibilidad al contraste en la práctica optométrica. *Cienc Tecnol Salud Vis Ocul*. 2003 [acceso: 10/11/2019];7(2):[aprox 14 p]. Disponible en: <http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/sv/article/view/1942/1808>

2. León Álvarez A, Agudelo Guevara AM y Estrada Álvarez JM. Intervalos de referencia de agudeza visual y sensibilidad al contraste en una población escolar de Pereira, Colombia. Cienc Tecnol Salud Vis Ocul. 2017 [acceso: 15/11/2019];15(2):39-46. Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/svo/vol15/iss2/2/>
3. Medrano SM, León-Álvarez A, Izquierdo MJ. Determinación de los cambios en la función de sensibilidad al contraste posterior a la terapia visual en pacientes con diagnóstico de ambliopía refractiva. Rev Cien Tecnol Salud Vis Ocul. 2011 [acceso: 15/11/2019];9(1):[aprox 9 p]. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5599288.pdf>
4. Rojas S, Saucedo A. Retina y Vítreo. México: El Manual Moderno Saucedo; 2012.
5. Brown AM, Opokua FO, Stenger MR. Neonatal contrast sensitivity and visual acuity: basic psychophysics. Trans Vis Sci Tech. 2018 [acceso: 15/11/2019];7(3):18. Disponible en: <https://tvst.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2685740>
6. Mäntyjärvi M, Laitinen T. Normal values for the Pelli-Robson contrast sensitivity test. J Cataract Refract Surg. 2001;27(2):261-6. DOI: [http://www.doi.org/10.1016/S0886-3350\(00\)00562-9](http://www.doi.org/10.1016/S0886-3350(00)00562-9)
7. Martin R, Vecilla G. Manual de Optometría. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2011.
8. Balseca S. Estudio comparativo de la sensibilidad al contraste pre y post uso de dispositivos móviles en jóvenes de 13 a 17 años del colegio fiscal “Miguel Angel Zambrano”, de la ciudad de Quito en el período 2016- 2017 [Tesis]. Quito. Instituto tecnológico Cordillera; 2017.
9. López MY, Figueroa LF. Valores de normalidad de sensibilidad al contraste en niños entre cuatro y siete años de la localidad de Chapinero, Bogotá. Rev Cien Tecnol Salud Vis Ocul. 2012 [acceso: 15/11/2019];10(1):87-89. Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/svo/vol10/iss1/8/>
10. Leat S, Wegmann D, Ing D. Clinical Testing of Contrast sensitivity in Children: Age-Related norms and Validity. Optom Vis Sci. 2004;81(4):245-54. DOI: <http://www.doi.org/10.1097/00006324-200404000-00010>

11. Milling AF, O'Connor AR, Newsham D. The importance of contrast sensitivity testing in children. *Br Ir Orthopt J.* 2014;11: 9-14. DOI: <http://www.doi.org/10.1167/19.6.22>
12. Arditi A. Improving the design of the Letter Contrast Sensitivity Test. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2005;46(6):2225-9. DOI: <http://www.doi.org/10.1167/iovs.04-1198>
13. Larsson E, Rydberg A, Holmstrom G. Contrast sensitivity in 10 year old preterm and full term children: a population based study. *Br J Ophthalmol.* 2006 [acceso: 6/10/2019];90(1):[aprox 3 p]:87-90. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1856919/>
14. Krasny J, Brunnerova R, Pruhova S, Treslova L, Dittertova L, Vosahlo J, et al. The contrast sensitivity test in early detection of ocular changes in children, teenagers, and young adults with diabetes mellitus type. *Ces Slov Oftalmol.* 2006;62(6):381-94. DOI: <http://www.doi.org/10.2174/187221307782418892>
15. López Aguirre Y. Curva normal de sensibilidad al contraste (FACT) en niños entre 6 y 12 años en el Instituto de Investigaciones Optométricas. *Cienc Tecnol Salud Vis Ocul.* 2003 [acceso: 05/05/2019];1: [aprox 10 p]. Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1234&context=svo>
16. Pelli D, Robson JG, Wilkins AJ. The design of a new letter contrast chart for measuring contrast sensitivity. *Clin Vis Sci.* 1988;2(3):187-99. DOI: <http://www.doi.org/10.1097/00041327-200112000-00014>
17. Myers V, Gidlewski N, Quinn GE, Miller D, Dobson V. Distance and near visual acuity, contrast sensitivity and visual fields of 10-year-old children. *Arch Ophthalmol.* 1999;117(1):[aprox 5 p]. DOI: <http://www.doi.org/10.1001/archophth.117.1.94>
18. Marsperceptrix. The Mars letter contrast sensitivity test user manual. Marsperceptrix; 2010 [acceso: 05/05/2019]. Disponible en: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.good-lite.com/cw3/Assets/documents/300900_LetPerceptixManual.pdf
19. Boxer BS, Krueger RR. Normalized Contrast Sensitivity Values. *J Refract Surg.* 1998 [acceso: 05/01/2020];14(4):463-6. Disponible en:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9699172/>

20. Elgohary AA, Abuelela MH, Eldin AA. Age norms for grating acuity and contrast sensitivity measured by Lea tests in the first three years of life. *Int J Ophthalmol*. 2017;10(7):1150-3. DOI:

<http://www.doi.org/10.18240/ijjo.2017.07.20>

21. Ostadimoghaddam H, Fotouhi A, Hashemi H, Yekta AA, Heravian J, Abdolahinia T, et al. Range of Cambridge Low Contrast Test; a Population Based Study. *J Ophthalmic Vis Res*. 2014 [acceso: 05/01/2020];9(1):65-70.

Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24982735/>

22. Wilkins A, Della Sala S, Somazzi L, Nimmo-Smith I. Age-related norms for the Cambridge Low Contrast Gratings, including details concerning their design and use. *Clin Vis Sci*. 1988 [acceso: 05/01/2020];2:201-12. Disponible en:

<https://www.semanticscholar.org/>

23. Sandoval N. Evaluación de la sensibilidad al contraste en niños. *Rev Cien Vis*. 2009 [acceso: 05/01/2020];1(3):[aprox 8 p]. Disponible en:

<https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1249&context=svo>

24. Thakur S, Ichhpujani P, Kumar S, Kaur R, Sood S. Assessment of contrast sensitivity by Spaeth Richman Contrast Sensitivity Test and Pelli Robson Chart Test in patients with varying severity of glaucoma. *Eye*. 2018;32:1392-400.

DOI: <http://www.doi.org/10.1038/s41433-018-0099-y>

25. Gupta L, Cvintal V, Delvadia R, Sun Y, Erdem E, Zangalli C, et al. SPARCS and Pelli-Robson contrast sensitivity testing in normal controls and patients with cataract. *Eye*. 2017 [acceso: 05/01/2020];31:753-61. Disponible en:

<https://www.semanticscholar.org/paper/SPARCS-and-Pelli%E2%80%93Robson-contrast-sensitivity-in-and-Gupta-Cvintal/>

26. Savini G, Calossi A, Schiano-Lomoriello D, Barboni P, et al. Precision and normative values of a New Computerized Chart for Contrast Sensitivity Testing. *Sci Rep*. 2019;9:16537. DOI:

<http://www.doi.org/10.1038/s41598-019-52987-9>

27. Habtamu E, Bastawrous A, Bolster NM, Tadesse Z, Callahan EK, Gashaw B, et al. Development and validation of a smartphone-based contrast sensitivity test. *Trans Vis Sci Tech*. 2019;8(5):13. DOI:

<http://www.doi.org/10.1167/tvst.8.5.13>

28. Renjie L, Polat U, Makous W, Bavelier D. Enhancing the contrast sensitivity function through action video game training. Nat Neurosc. 2009;12(5):549-51. DOI: <http://www.doi.org/10.1038/nn.2296>

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.