

January 2010

Agudeza visual de Snellen versus frecuencia espacial del test de mirada preferencial

María Susana Merchán Price

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

Nelson Fernando Acosta Yepes

Universidad de La Salle, Bogotá, revistasaludvisual@lasalle.edu.co

Mayra Liliana Gonzales Rodríguez

Universidad de La Salle, Bogotá, revistasaludvisual@lasalle.edu.co

Diana Catalina Cortés Rodríguez

Universidad de La Salle, revistasaludvisual@lasalle.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

Merchán Price MS, Acosta Yepes NF, Gonzales Rodríguez ML y Cortés Rodríguez DC. Agudeza visual de Snellen versus frecuencia espacial del test de mirada preferencial. *Cienc Tecnol Salud Vis Ocul.* 2010;(2): 117-127. doi: <https://doi.org/10.19052/sv.811>

This Artículo de Investigación 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.

Agudeza visual de Snellen versus frecuencia espacial del test de mirada preferencial

María Susana Merchán Price*
Nelson Fernando Acosta Yepes**
Mayra Liliana Gonzales Rodríguez**
Diana Catalina Cortés Rodríguez**

RESUMEN

La agudeza visual medida con la cartilla de Snellen y el test de mirada preferencial son utilizados para determinar cuantitativamente la capacidad que tiene el sistema visual para discriminar los detalles desde temprana edad hasta la adultez. Aunque matemáticamente los ciclos por grado del test de mirada preferencial y la fracción Snellen sean comparables, también se deben tener en cuenta otros factores propios

de la persona como los perceptuales y del desarrollo de las estructuras oculares del individuo, así como otros correspondientes a factores físico-ambientales donde se realizan los test, tal como la iluminación.

Palabras clave: agudeza visual, frecuencia espacial, test de mirada preferencial.

* Optómetra. Especialista en optometría pediátrica. Docente de la Universidad de La Salle. Correo electrónico: masumerchan@unisalle.edu.co

** Estudiante VII Semestre Programa de Optometría, Universidad de La Salle.

Fecha de recepción: 30 de julio del 2010

Fecha de aprobación: 10 de septiembre del 2010

Snellen visual acuity versus spatial frequency of preferential looking test

ABSTRACT

Visual acuity measured with Snellen and preferential looking test is used to determine quantitatively the ability of the visual system to discriminate the details from an early age to adulthood. Although mathematically cycles per degree of preferential looking test and Snellen fraction are comparable, must also be taken into account other factors in the per-

son as perceptual, and the development of ocular structures of the individual as well as other relevant factors where physical and environmental tests are performed, such as lighting.

Keywords: visual acuity, spatial frequency, preferential looking test.

Se define agudeza visual como la capacidad del sistema visual para discriminar los detalles en un objeto observado. Para su determinación es importante tener en cuenta la evaluación de las estructuras anatómicas que participan en el proceso de captación, enfoque, transmisión e interpretación de los estímulos visuales, que se diferenciarán en los niños por el proceso de maduración de sus estructuras anatómicas en comparación con los adultos. Sin embargo la agudeza visual también va a depender de los factores externos en los que se busca discriminar un objeto, siendo dependiente de la cantidad de iluminación del ambiente como el color, la intensidad luminosa del estímulo y su contraste (Guerrero, 2006).

A nivel óptico y fisiológico existen unos umbrales específicos, definidos como mínimos, que establecen el nivel de agudeza visual del individuo. Éstos se basan en el ángulo visual, el poder de resolución ocular y los procesos de percepción visual realizados a nivel cortical. Estos umbrales se pueden valorar mejor con una serie de criterios para medir la respuesta del observador. El primero, es el criterio de la presencia de una característica aislada, eso quiere decir, la detección del menor estímulo visual conocido como “mínimo visible”. El segundo, es el criterio de la organización interna de las características que identifican un determinado objeto visual o separados estímulos visuales muy cercanos conocido como “mínimo resoluble o agudeza visual ordinaria”, que se asocia más al optotipo de letras de Snellen y la C de Landolt. En éstos, se utilizan diversos patrones para determinar el mínimo ángulo de resolución (MAR) de un paciente, que hace referencia al mínimo resoluble que determina la mejor agudeza visual (Kaufman y Alm, 2004).

La prueba más conocida es la tabla de Snellen, que tiene en cuenta para un observador adulto normal un límite de resolución aproximado de 1 minuto de arco, que será el ángulo que sustenta un solo detalle,

de una letra que está compuesta por 5 de estos detalles, y que tendrá a 6 metros un tamaño total de 8,73 mm, que definirá una agudeza visual máxima de 6/6 o 20/20 (figura 1).

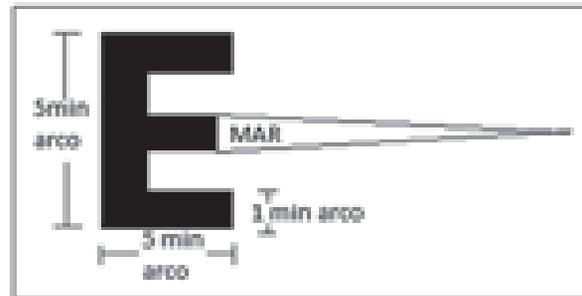


FIGURA 1. LETRA DEL OPTOTIPO DE SNELLEN CORRESPONDIENTE A UNA AGUDEZA VISUAL 20/20, REPRESENTANDO UN DETALLE “BARRA” COMO EL MÍNIMO ÁNGULO DE RESOLUCIÓN (MAR), QUE HACE REFERENCIA AL MÍNIMO RESOLUBLE

MEDIDA DE LA AGUDEZA VISUAL EN NIÑOS

La agudeza visual en un niño dependerá de la maduración sus tejidos, principalmente por la estructura y baja densidad de fotorreceptores en la fovea, así como la ubicación de los núcleos de las células ganglionares en ésta y demás factores anatómicos a nivel del cuerpo geniculado y corteza visual.

La medición de la agudeza visual en niños hasta los dos o tres años de edad se realiza normalmente con una serie de barras de diferentes tamaños, cuyo objetivo es determinar las rayas más finas que un niño puede resolver, medida que es conocida como “grating acuity”, que mide la máxima capacidad de resolución del sistema visual. Para este fin se utiliza en los niños el test de mirada preferencial (Teller Acuity Cards) (Teller, 1978), método que tiene en cuenta la preferencia visual para dirigir la mirada hacia un patrón especial sobre otro sencillo, midiendo así las habilidades visuales de niños y jóvenes. En el test,

se muestra al niño una serie de barras blanco y negro junto con un estímulo gris de la misma iluminación, teniendo en cuenta que las barras van a variar de tamaño de acuerdo al nivel visual de cada paciente, siendo la mejor agudeza visual la rejilla más delgada a la cual el niño puede dirigir su mirada (Lewis, 2005).

Este test fue diseñado para ser usado por niños hasta los tres años aproximadamente, sin embargo puede ser necesario usar esta técnica en adultos inhabilitados para usar el test de agudeza visual con el optotipo convencional (adultos con problemas de aprendizaje o demencia). El procedimiento en adultos es el mismo, sin embargo se utilizan pantallas donde el

paciente indica cuando está presente o no la rejilla (Woodhouse y Adler, 2007).

El test de mirada preferencial se realiza mediante el uso de Teller Acuity Cards, que consisten en un conjunto de cartas realizadas sobre cartulina gris, de manera que sobre una de sus caras se ha impreso un enrejado (barras verticales blancas y negras) con una frecuencia espacial determinada que oscila entre 38 y 0,32 ciclos por grado (c/deg) (figura 2). Cada red está ubicada a la derecha o izquierda de una abertura central que sirve al examinador para que pueda observar a través de ésta los movimientos oculares del niño (Fulton, Hansen, y Manning, 1981).

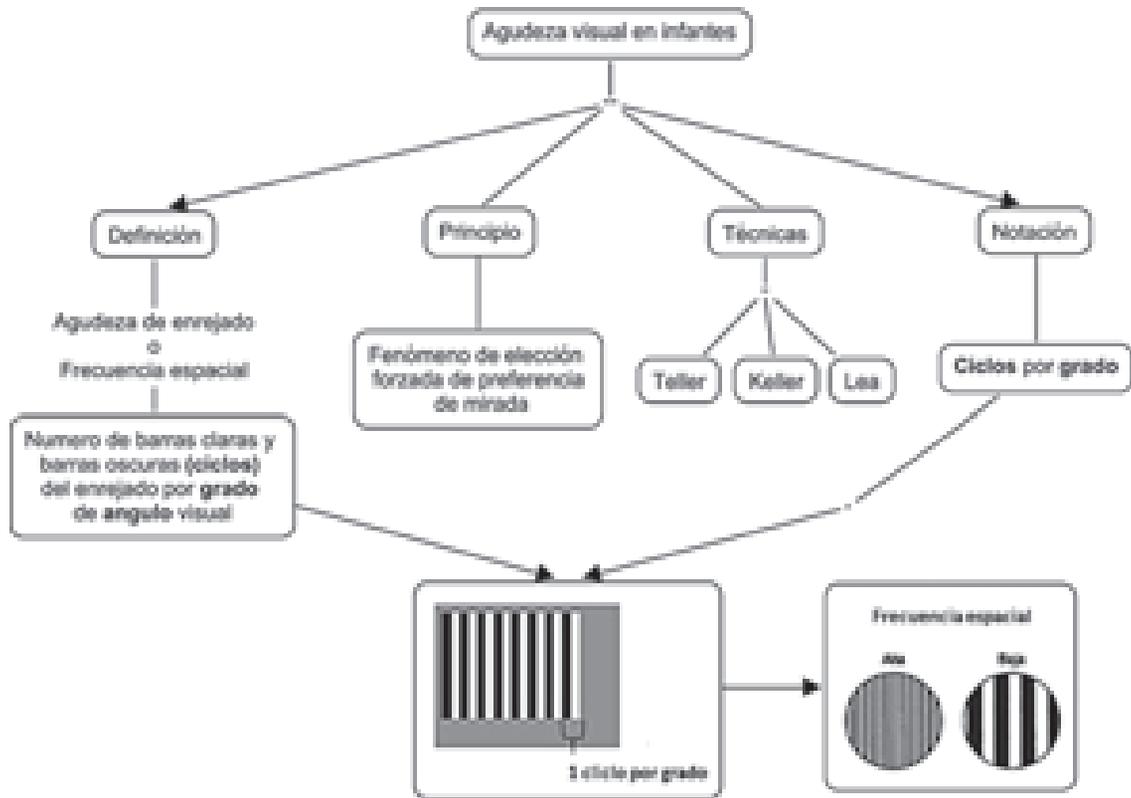


FIGURA 2. ESQUEMA DE LAS TÉCNICAS PARA TOMAR LA AGUDEZA VISUAL EN INFANTES

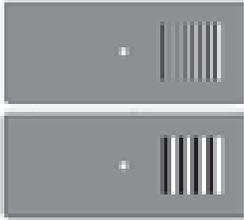
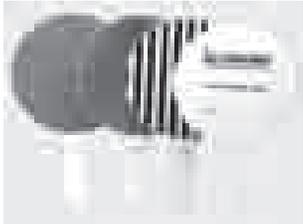
MÉTODO PARA TOMAR LA AGUDEZA VISUAL POR EL TEST DE MIRADA PREFERENCIAL EN NIÑOS

En las pruebas de mirada preferencial se emplean comúnmente las tarjetas de Teller. (Teller, 1978). La prueba se realiza primero de forma binocular y después monocular. Se le presenta al niño una serie de rejillas de alto contraste con diferentes frecuencias espaciales junto con una tarjeta gris. Los niños encuentran el estímulo de la rejilla más atractivo desde el punto visual y prefieren mirarlo, en vez de mirar la tarjeta gris. Entonces para realizar la prueba, el examinador

se coloca detrás de la tarjeta y observa los movimientos de los ojos a través de un orificio ubicado en la mitad de la tarjeta. En el test se emplean cada vez tarjetas con mayor frecuencia espacial hasta que el niño no muestre preferencia por ninguno de los estímulos presentados, por lo tanto, ese es el resultado para la agudeza visual de enrejado expresada en ciclos por grado (Kenneth y Spiegel, 2001; Friedman, 2002).

Además del test de Teller existen otras técnicas que cumplen el mismo propósito, ya que el principio básicamente es el mismo, según Matilla y Bueno (2004) (tabla 1).

TABLA 1. TEST DE MIRADA PREFERENCIAL

Edad	Prueba	Versiones comerciales	Valores esperados	Test
0 -1 año	Test de mirada preferencial (bandas negras y blancas)	Tarjetas de Teller	6 meses entorno a 0,15 20/130 4,6 C/deg	
		Tarjetas de Keeler		
		Tarjetas de Lea		

Edad	Prueba	Versiones comerciales	Valores esperados	Test
1-2 años	Test de mirada preferencial (dibujos). A esta edad, suelen perder fácilmente, el interés en las bandas	Test de Cardiff	12 meses 0,3 20/60 10 C/deg 18 meses 0,5 20/40 15 C/deg	

AGUDEZA VISUAL DE ENREJADO (GRATING ACUITY) NORMAL EN EL NIÑO, USANDO EL TEST DE MIRADA PREFERENCIAL

Estudios como el de Lewis (2005), indican que los recién nacidos pueden discriminar una rejilla, sólo si ésta tiene entre 30 y 60 minutos de arco, mientras que los adultos pueden resolver una rejilla menor a 1 minuto de arco, por lo tanto su agudeza visual es aproximadamente 40 veces peor que la agudeza visual normal de un adulto. Sin embargo esta agudeza visual mejora en los primeros 6 meses, siendo solamente 8 veces peor que la agudeza visual normal de un adulto. A partir de entonces la agudeza “grating acuity” mejorará gradualmente hasta alcanzar el valor de agudeza normal de los adultos 20/20, aproximadamente entre los 5 y 6 años de edad (Susan y Leat, 2009; Lewis, 2005), así como lo demostró Mayer en 1995 en su estudio de agudeza visual monocular en niños (tabla 2) (Mayer et ál., 1995).

TABLA 2. CAMBIOS EN LA AGUDEZA VISUAL DE RESOLUCIÓN “GRATING ACUITY”, ENTRE LOS MESES (1-48) MEDIDO POR LA TÉCNICA DE MIRADA PREFERENCIAL (MAYER, 1986)

Edad (meses)	Grating Acuity (Ciclos/grado)
1	1
6	6
12	7

Edad (meses)	Grating Acuity (Ciclos/grado)
24	10
36	20
48	25

FRECUENCIA ESPACIAL

La visión del espacio permite la detección y análisis de las variaciones de luz en él. Ésta incluye diferentes habilidades como la resolución del detalle (relacionado con la agudeza visual), la percepción de bordes, formas y texturas. Por lo tanto, la medición de la frecuencia espacial es fundamental en el examen ocular ya que demuestra la función y sensibilidad del sistema visual (Schwartz, 2003).

La frecuencia es una medida que se utiliza para calcular el número de repeticiones de cualquier suceso periódico en una unidad de tiempo. En cuanto a la frecuencia espacial de una rejilla, se puede especificar como el número de ciclos por unidad de grado. En este caso, cada ciclo se representa por una barra blanca y negra, mientras que los grados representan el espacio o ángulo visual sustentado a una distancia determinada. Sin embargo, estas barras tienen un 100% de contraste que, al igual como ocurre en la cartilla de Snellen, confiere entre cada barra una transición abrupta, midiendo la habilidad visual en un contraste al cual normalmente no estamos expuestos. Por tal razón se debería tener en cuenta el

perfil de iluminación o contraste de las barras negras con el fin de obtener una transición sinusoidal entre las barras que se asemeje más a los modelos visuales que observamos normalmente.

El límite de la sensibilidad frente a altas frecuencias espaciales refleja la habilidad del sistema visual para resolver detalles, incluso a un contraste máximo donde la rejilla no puede llegar a ser resuelta. Para un adulto este límite se presenta aproximadamente en los 30 ciclos por grado que se puede com-

parar con la habilidad de resolución determinada con los optotipos (Braddick & Atkinson, 1982). La primera razón de la disminución de la sensibilidad por altas frecuencias son las aberraciones ópticas. Así como otras razones, tales como la densidad de fotorreceptores en la fovea, en la cual se podría superponer una rejilla o la letra E del optotipo Snellen sobre una matriz de fotorreceptores, teniendo en cuenta que entre más fina sea la matriz de células fotosensibles, mayor será el poder para resolver la rejilla (figura 3).

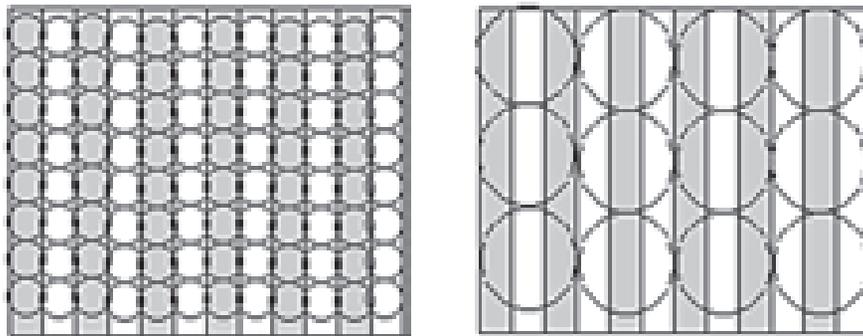


FIGURA 3. REJILLA CON UNA FRECUENCIA ESPACIAL DETERMINADA PROYECTADA SOBRE UNA MATRIZ DE FOTORRECEPTORES (CÍRCULOS). A LA IZQUIERDA SE OBSERVA QUE UN FOTORRECEPTOR RECOGE LA INFORMACIÓN LUMINOSA DE UNA SOLA BARRA DE LA REJILLA, SIENDO ESTIMULADA TOTALMENTE (LÍMITE DE RESOLUCIÓN ESPACIAL), MIENTRAS QUE A LA DERECHA UN FOTORRECEPTOR ES ESTIMULADO POR TRES BARRAS DIFERENTES LO QUE SE RESOLVERÁ DE MANERA INEFICIENTE POR EL INDIVIDUO (SCHWARTZ, 2003).

RELACIÓN ENTRE LA AGUDEZA VISUAL SNELLEN CON LA FRECUENCIA ESPACIAL (CICLOS/GRADO) DEL TEST DE MIRADA PREFERENCIAL

El mínimo ángulo de resolución (MAR) que una persona puede llegar al resolver se puede definir como el resultado del inverso de la fracción Snellen correspondiente con la agudeza visual del sujeto, así:

$$20/20 = 1' \text{ Arco}$$

$$20/40 = 2' \text{ Arco}$$

$$20/100 = 0,2' \text{ Arco}$$

Si un ciclo se define como una línea blanca y una negra, y cada una de éstas representa el MAR, un ciclo estará definido como 2 veces MAR, eso quiere decir 2 minutos de arco para una agudeza visual de 20/20, 4' arco para 20/40 y 0,4' arco para 20/100. Entonces se puede representar ciclos con minutos de arco matemáticamente como una fracción, ya que el cociente demuestra la equivalencia entre numerador y denominador, siendo este uno.

Por lo tanto se puede llegar a comparar los ciclos/arcos, con 60' arco que equivale a 1 grado, eso quiere decir (60' arco/1 grado), en los cuales se puede

aplicar la propiedad conmutativa de la multiplicación para obtener un resultado con la escala ciclos/grados, lo que significa que la fracción Snellen es comparable con la frecuencia espacial del test de mirada preferencial matemáticamente (figura 4 y tabla 3). Sin embargo, a continuación se nombrarán algunos factores perceptuales y físicos que permitirán analizar que funcionalmente la agudeza visual no es del todo comparable con el test de mirada preferencial.

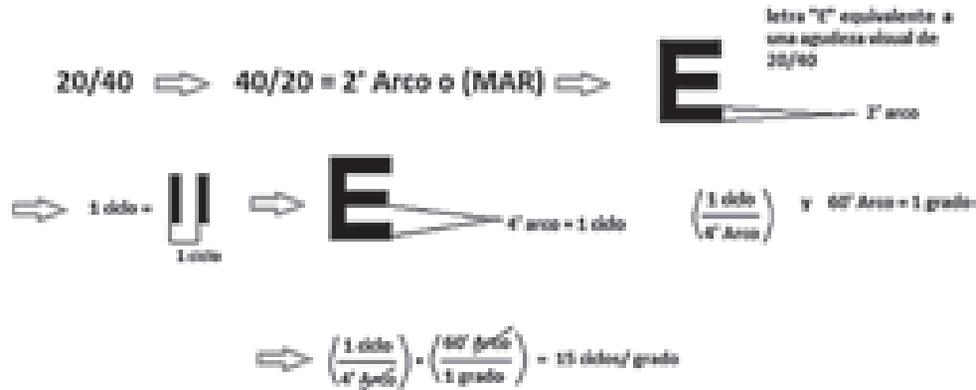


FIGURA 4. COMPARACIÓN MATEMÁTICA DE LOS CICLOS POR GRADO DEL TEST DE MIRADA PREFERENCIAL Y LA FRACCIÓN SNELLEN EN UNA AGUDEZA VISUAL DE 20/40. SE TOMÓ COMO EJEMPLO LA LETRA E DEL OPTOTIPO DE SNELLEN, SIN EMBARGO ES IGUALMENTE APLICABLE A CUALQUIER LETRA, NÚMERO O SÍMBOLO QUE CUMPLA CON LOS REQUISITOS DE TAMAÑO PARA UNA AGUDEZA VISUAL DETERMINADA

TABLA 3. EQUIVALENCIA ENTRE ESCALAS (C/DEG) Y FRACCIÓN SNELLEN

Ciclos por grado (C/deg)	Fracción Snellen
40	20/15
30	20/20
24	20/25
20	20/30
15	20/40
12	20/50
8,57	20/70
6	20/100
3	20/200

SENSIBILIDAD AL CONTRASTE Y FRECUENCIA ESPACIAL

El contraste a nivel visual se puede definir como la variación de iluminación de los objetos en el espacio, que se puede interpretar en una rejilla como la ilumi-

nación de las barras negras. Por lo tanto, si hay bajo contraste entre una línea blanca y una negra quiere decir que las barras negras son más comparables con las barras blancas, entonces la tonalidad de las barras negras ahora tendrían que ser más claras (gris). Por tal razón puede haber una rejilla de la misma frecuencia espacial con alto o bajo contraste, que se pueden encontrar a una escala de 0% a 100% de contraste, siendo 0% el contraste más bajo y 100% alto contraste (Schwartz, 2003; Henriksson et ál., 2008).

La función de la sensibilidad al contraste en el humano se puede evidenciar mediante el uso de una rejilla espacial, a la cual se le baja el contraste hasta el punto en que la persona no alcanza a ver la rejilla, que se definiría como la sensibilidad al contraste del paciente para una frecuencia espacial fija. Este mismo patrón es aplicable a todas las frecuencias espaciales; por lo tanto, existe un límite determinado

para cada frecuencia espacial que es conocido como el gráfico de sensibilidad al contraste como función de la frecuencia espacial (Campbell y Robson, 1968) (figura 5).

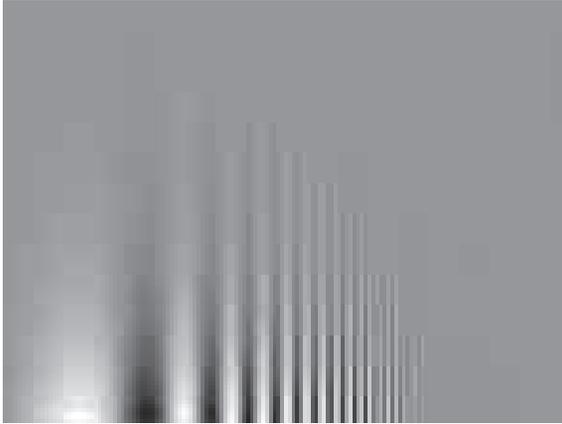


FIGURA 5. GRÁFICO QUE DEMUESTRA LA SENSIBILIDAD AL CONTRASTE COMO FUNCIÓN DE LA FRECUENCIA ESPECIAL. NÓTESE QUE PARA LAS FRECUENCIAS ESPACIALES MODERADAS EXISTE UNA MAYOR SENSIBILIDAD AL CONTRASTE EN COMPARACIÓN CON LAS FRECUENCIAS ESPACIALES ALTAS Y BAJAS (CAMPBELL & ROBSON, 1968)

La sensibilidad al contraste se desarrolla gradualmente hasta alcanzar un máximo de sensibilidad a los 7 años de edad aproximadamente, siendo igual a la de un adulto (Leat, Yadav e Irving, 2009), sin embargo, se ha demostrado que la sensibilidad al contraste se desarrolla rápidamente para altas y bajas frecuencias en los primeros 3-4 meses de vida (Norcia, Tyler, & RD, 1990) por lo tanto, la diferencia de la sensibilidad al contraste entre los adultos y los niños se debe a los cambios en el desarrollo del sistema visual, entre ellos, la maduración de la fovea que no se da sino hasta los 45 meses e incluyendo otros factores fisiológicos que pueden influenciar esa condición (Bex, Solomon, & Dakin, 2009).

En cuanto a la sensibilidad al contraste para altas frecuencias espaciales, se puede comparar parcialmente como la mejor agudeza visual que es medida

con los optotipos, teniendo en cuenta que existe un máximo contraste entre sus figuras y el fondo. Por lo tanto, para un adulto el límite de alta frecuencia con el 100% de contraste se encuentra sobre los 30 ciclos por grado, que equivale matemáticamente a una agudeza visual de 20/20. Sin embargo, el sistema visual tiene limitaciones en la sensibilidad al contraste para altas frecuencias espaciales, que están dadas por las limitaciones ópticas, como pueden ser las aberraciones ópticas, los defectos refractivos y la densidad de los fotorreceptores; aunque en los test de mirada preferencial y agudeza visual con la cartilla de Snellen trabajen con el mayor contraste, otras condiciones como la iluminación del consultorio también afectan la sensibilidad al contraste y por eso debe existir una condición de luz similar a la luz natural en un día soleado de 360 lx (Zuñiga & Suaste, 2001). Estos factores anteriormente nombrados se deben tener en cuenta en la medición de la agudeza visual y el “grating acuity” con el test de mirada preferencial, porque de estos factores también depende el resultado de las pruebas. No obstante en la vida cotidiana se deben tener en cuenta otros factores perceptuales como el cerramiento visual, la constancia de la forma, la memoria visual y la relación entre figura-fondo, que se aplica más a la cartilla de agudeza visual, porque que estos factores perceptuales permiten que la persona reconozca una letra o un número en particular. Esto constituye la agudeza visual de reconocimiento o “recognition acuity” (Leat, Yadav e Irving, 2009), lo que permite reconocer clínicamente que la agudeza visual y la frecuencia espacial del test de mirada preferencial no son comparables en este sentido.

CONSIDERACIONES GENERALES Y CONCLUSIONES

Aunque matemáticamente la fracción Snellen y los ciclos por grado del test de mirada preferencial son comparables, no es lógico aplicarlo porque en un humano se deben tener en cuenta otra serie de factores

diferentes a los ópticos, como pueden ser los factores físicos a la hora de la medición de la agudeza visual, la iluminación que va a estar relacionada con la sensibilidad al contraste del individuo y otros factores perceptuales que son más aplicados a la catilla de Snellen, ya que la persona tiene que comparar las formas con el fondo, además porque los patrones de las letras son muy diferentes a una rejilla ya que éstas se componen de diversas curvas y partes lineales que ponen a prueba otros factores perceptuales como el cerramiento y memoria visual.

Sin embargo, la frecuencia espacial del test de mirada preferencial sirve para evaluar la agudeza visual de resolución, que es de gran ayuda para evidenciar en un niño el proceso de desarrollo de la retina en cuanto a densidad de los fotorreceptores si se compara con los valores de normalidad en ciclos por grado de la mayoría de los niños a una edad determinada

BIBLIOGRAFÍA

- Bex, P., Solomon, S. y Dakin, S. (2009). Contrast sensitivity in natural scenes depends on edge as well as spatial frequency structure. *Journal of scientific research on biological vision*, 9, 10, 1-19.
- Braddick, O. y Atkinson, J. (1982). Assessment of visual acuity in infancy and early childhood. *Acta Ophthalmologica*, 61, 18-26.
- Campbell, F. y Robson, J. (1968). Application of Fourier analysis to the visibility of gratings. *Journal of Physiology*, 197, 551-556.
- Friedman, D. et al. (2002). Grating visual acuity using the preferential-looking method in elderly nursing home residents. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*. 43, 2572-2578.
- Fulton, A., Hansen, R. y Manning, K. (1981). Measuring visual acuity in infants. *Survey Ophthalmology*, 25, 325-32.
- Guerrero, J. (2006). *Optometría Clínica*. Bucaramanga: Universidad Santo Tomás.
- Henriksson, L. et al. (2008). Spatial frequency tuning in human retinotopic visual areas. *Journal of scientific research on biological vision*, 8, 1-13.
- Kaufman, P. y Alm, A. (2004). XXXXX. En P. Kaufman & A. Alm, *Fisiología del ojo* (pp. 454-451). Elsevier.
- Kenneth, W. y Spiegel, P. (2001). *The requisites in ophthalmology: pediatric ophthalmology and strabismus*. Mosby.
- Leat, S., Yadav, N. e Irving, I. (2009). Development of visual acuity and contrast sensitivity. *Journal of Optometry*, 2, 19-26.
- Lewis, M.D. (2005). Multiple sensitive periods in human visual development: evidence from visually deprived children. *Developmental Psychobiology*, 46, 163-83.
- Matilla, T. y Bueno, G. (2004). Valoración de la agudeza visual en niños de edad preescolar. *Gaceta óptica*, 387, 24-25.
- Mayer, D. (1986). Acuity of amblyopic children for small field gratings and recognition stimuli. *Investigative Ophthalmology and vision Science*, 27, 1148-1153.
- Mayer, D.L., Beiser, A., Warner, A., Pratt, E. Raye, K and Lang, J. (1995). Monocular acuity norms for the teller acuity cards between ages one month and four years. *Investigative Ophthalmology and Vision science*, 36, 3, 671-685.
- Norcia, A., Tyler, C. y Hamer, R. (1990). Development of contrast sensitivity in the human infant. *Vision Research*, 1475-1486.
- Schwartz, S.H. (2003). *Visual perception. A clinical orientation*. Nueva York: McGraw Hill.
- Teller, V.D. (1978). Visual acuity in human infants: A review and comparison of behavioral and

electrophysiological studies. *Vision Research*, 18, 1469-1483.

Woodhouse, J. y Adler, P. (2007). Acuity measurements in adult subjects using a preferential looking test. *The Journal of The British College of Ophthalmic Opticians*, 27, 1, 54-59.

Zúñiga, A., y Suaste, E. (2001). Sistemas para evaluar la agudeza visual basados en patrones de movimiento. *Memorias del II congreso latinoamericano de Ingeniería Biomédica*, pp. 1-5. La Habana.