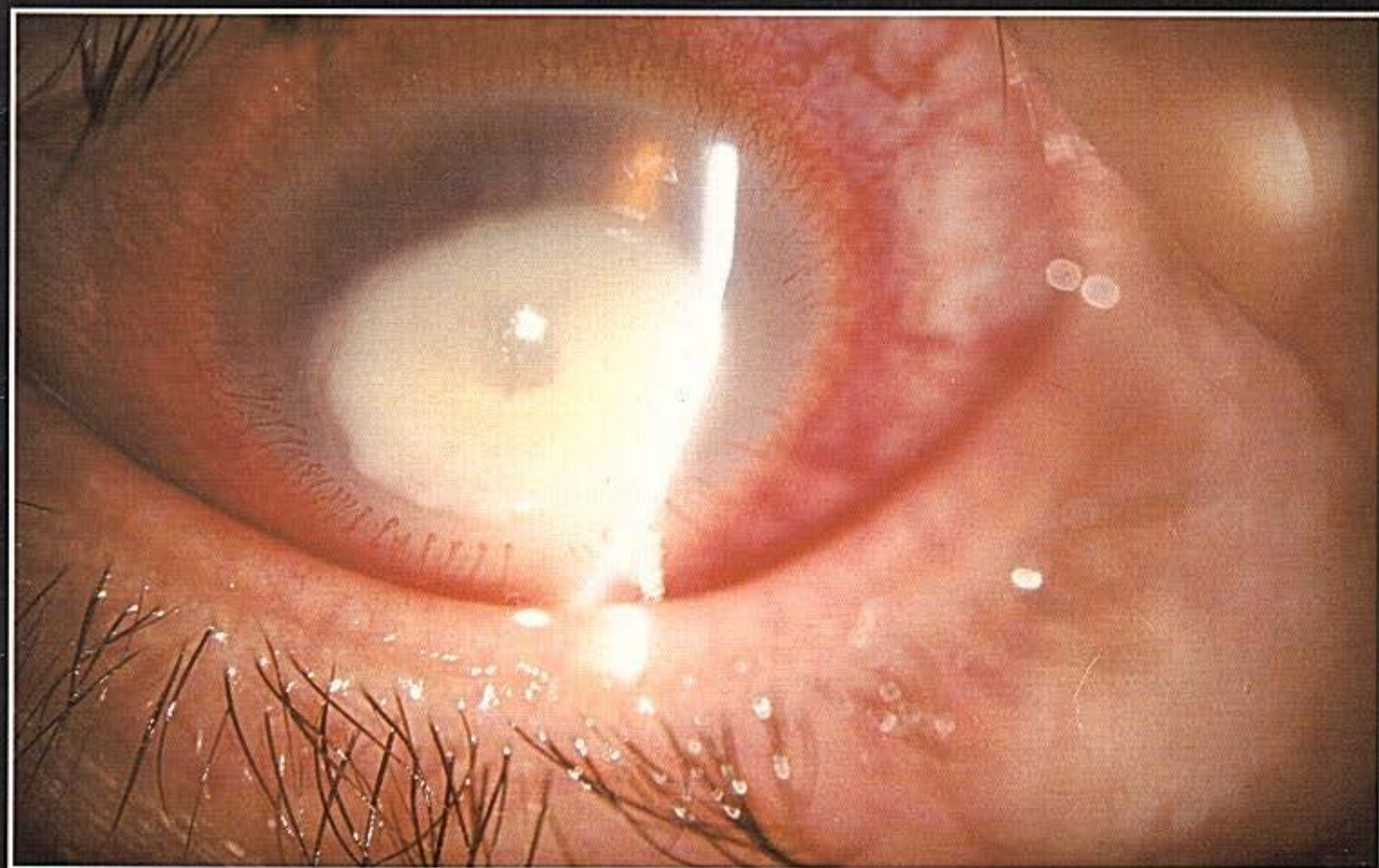


**Medida de sensibilidad  
al contraste en miopes magnos**

**Solución a problemas  
de blefarospasmo mediante  
gafa ortopédica**

**Alteraciones oculares en usuarios  
de lentes de contacto de  
hidrogel**



**VERVOR**

*Octubre 1995*

99

# MEDIDA DE LA SENSIBILIDAD AL CONTRASTRE EN MIOPESES MAGNOS

A.Tobarra, V. Viqueira, M.M.Seguí, P.G.Boj.

Departamento Interuniversitario de Óptica. Universidad de Alicante

***La medida de la función de sensibilidad al contraste (CSF) constituye una buena manera de caracterizar la función visual, de modo que las variaciones respecto de la norma en la curva de la CSF pueden indicar la existencia de distintos tipos de problemas visuales, ya sea de enfoque, patológicos o neurológicos. Cualquier alteración en los medios oculares, la retina, las vías neurales o el cortex visual puede afectar a la sensibilidad al contraste, sin que necesariamente se manifieste una pérdida de agudeza visual'. Este hecho evidencia la importancia diagnóstica que presenta la medida de la CSF frente a la simple medida de agudeza visual.***

En la vida cotidiana, los contrastes máximos son muy poco frecuentes y por tanto dos personas con la misma agudeza visual pero con diferente curva de sensibilidad al contraste, no se desenvuelven con la misma facilidad. En el caso de personas con baja visión, donde la agudeza visual está muy limitada, una disminución de sensibilidad en las frecuencias medias y bajas, acentuaría aún más el problema visual.

La variación respecto a la norma de la curva de la CSF está en función del tipo de anomalía. Algunas anomalías provocan la caída de la curva en las altas frecuencias mientras que otras alteraciones, afectan a las medias o a las bajas frecuencias (fig.1). Así, en el caso de las ametropías débiles se ven afectadas las frecuencias espaciales altas, siendo normal el resto de la curva; conforme aumenta el valor de la ametropía, la sensibilidad al contraste también disminuye para frecuencias más bajas. Por ejemplo, el valor de sensibilidad que Ginsburg considera normal para una frecuencia de 8 c/g, está entre 30 y 100, mientras que para un sujeto con AV 20/100 no llega normalmente a 10<sup>2</sup>. En las cataratas, se observa un descenso de sensibilidad centrado en las medias y altas frecuencias, mientras que en procesos glaucomatosos frecuentemente se aprecia disminución en las frecuencias medias, en torno a los 6 c/g, pudiendo ser normales los valores para frecuencias más altas y más bajas.

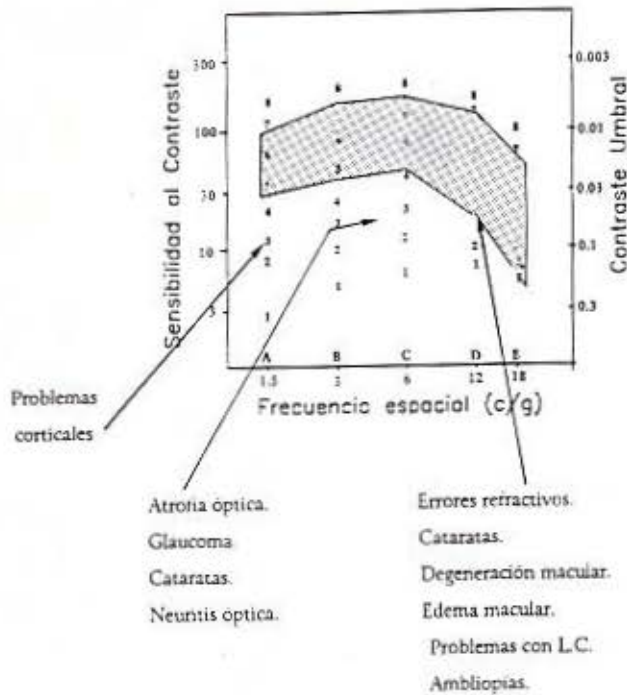


Fig. 1. Algunas pérdidas características de sensibilidad al contraste frente a la frecuencia espacial. La zona sombreada representa el intervalo de normalidad propuesto por Ginsburg. Las flechas indican donde se produce la caída de sensibilidad al contraste.

En los casos de ambliopía, se observa una fuerte disminución en las altas frecuencias, que se corresponde con una pérdida de agudeza visual. La pérdida en las medias y bajas frecuencias, está en función de cada caso. En el seguimiento de la recuperación de ambliopes mediante técnicas de entrenamiento visual, la medida de la CSF supone una herramienta de gran utilidad, ya que es posible evaluar el grado de recuperación para diferentes frecuencias espaciales, y determinar el tipo de ejercicios a realizar en función de este y otros parámetros.

En este trabajo, se pretende estudiar la sensibilidad al contraste en miopes magnos, mediante el empleo de un generador de redes computarizado. En la medida de la CSF, los sistemas más extendidos, son test impresos como el VCTS (*Vistech Contrast Sensitivity Function*) o el test de Pelli-Robson. Estos test, desde el punto de vista clínico son válidos para sujetos con visión normal, sin embargo, en los casos de ametropías elevadas, donde la sensibilidad está muy disminuida, no presentan suficiente resolución ya que los pasos de variación de contraste son demasiado altos, y además el tamaño de muestra resulta pequeño.

Los sistemas informatizados con presentación de redes a diferentes contrastes en pantalla de ordenador, permiten presentar muestras de gran tamaño, y variar fácilmente los parámetros de observación (distancia de observación, orientación de la muestra, etc.), con lo que se puede obtener una buena caracterización de la CSF para personas con fuertes limitaciones visuales.

## Método experimental

Para medir la sensibilidad al contraste se utilizó el sistema informatizado CSFTTEST<sup>3</sup>. El sistema consta de un generador de redes procesado por un ordenador PC ALR 40486 provisto de una tarjeta gráfica matrox. Las redes se presentan sobre la pantalla de un monitor CRT Sony GVM-1400-QM. Este sistema informático presenta ciertas ventajas, ya que permite variar fácil y rápidamente parámetros tales como la orientación espacial de la red, el número de frecuencias a presentar, el tamaño y el color del test, el factor de variación del contraste, etc.

Para el presente trabajo se contó con cuatro observadores, todos ellos presentaban miopía magna, y su AV era inferior a 0,04 (medida con la serie "A" de Keeller a tres metros). El valor de las ametropías era superior a -20 D en tres de los casos, y de -12 D en el restante. Dada la dificultad de las pruebas para estos sujetos, en cada uno de ellos se estudió únicamente uno de sus ojos. Las sesiones se llevaron a cabo monocularmente y sin corrección óptica, escogiendo siempre el ojo con peor visión.

Antes de comenzar cada sesión, el monitor se conectaba durante treinta minutos con el fin de que alcanzase su temperatura óptima de funcionamiento. A continuación se procedía a revisar el calibrado del sistema, tiempo que se aprovechaba también para que el observador correspondiente se adaptase al nivel de iluminación ambiental (1-3 Lux), este tiempo era de unos veinte minutos. Los estímulos a presentar consistieron en redes acromáticas orientadas en vertical presentadas sobre un campo circular "negro". La distancia de observación era de dos metros, y la posición de observación se fijó con ayuda de una mentonera de modo que las muestras subtendían siempre un ángulo de 5,1° al ojo del observador.

Las frecuencias espaciales a evaluar, su orientación y el factor de variación del

contraste, deben cargarse en memoria, previamente al comienzo de la sesión. Dentro de las posibilidades que ofrece el CSFTEST, se optó por el método de ajuste, por ser más rápido y sencillo, lo cual es importante con este tipo de observadores, siempre limitados en su percepción visual, y que deben por tanto realizar un gran esfuerzo en cada prueba. En primer lugar se seleccionó el rango de frecuencias a presentar a cada sujeto. Para cada frecuencia espacial a evaluar, se partió de un contraste unidad, y se redujo en pasos sucesivos de 0,75; es decir, cada muestra presentada tenía un contraste de 0,75 veces el de la muestra presentada con anterioridad. El observador avisaba en el momento en que ya no era capaz de distinguir la red, detectándose de este modo su umbral de sensibilidad para esa frecuencia espacial. A continuación se pasaba a evaluar la siguiente frecuencia, partiendo de nuevo del contraste máximo.

En el CSFTEST el cambio de frecuencias está automatizado y se controla mediante el ratón del ordenador. El rango de frecuencias analizado se adecuó a las condiciones particulares de cada paciente, no superándose nunca los 10 c/g, ya que por encima de esta frecuencia, se observó que ninguno era capaz de detectar la red. Se eligió un orden de presentación de las redes de menor a mayor frecuencia espacial, de manera que las primeras pruebas resultasen más sencillas para el observador.

## Resultados y discusión

Los resultados obtenidos para los cuatro observadores de este estudio, se recogen en las tablas I a la IV, y se representan en las correspondientes figuras numeradas también de la 2 a la 5. Al haberse realizado una única medida por punto, se considera como error de medida el error del sistema, que de acuerdo al calibrado previo<sup>4</sup>, siempre es inferior al 7 %.

A la vista de estos datos, se aprecia que para estos observadores existe un límite de detección para las redes de frecuencia superior a 10 c/g, mientras que en los observadores amétropes es normal que se alcancen fácilmente los 30 c/g. También se aprecia que los valores absolutos de sensibilidad al contraste son mucho más bajos que los recogidos en la bibliografía para emétropes y amétropes débiles. Estos resultados deben atribuirse al desenfoque de la imagen en la retina, con la consiguiente pérdida de resolución a

**Tabla I. Sensibilidad al contraste medida para el observador IC. Miope magno -21 D. Edad 32 años**

Frecuencia sensibilidad (c/g)	Sensibilidad al contraste
0,50	2,3 ± 0,2
1,00	5,5 ± 0,4
1,50	7,6 ± 0,5
2,00	5,7 ± 0,4
2,50	5,7 ± 0,4
3,00	5,7 ± 0,4
3,50	4,4 ± 0,3
4,00	3,3 ± 0,2
4,50	3,4 ± 0,2
5,00	2,6 ± 0,2
5,50	2,6 ± 0,2
6,00	1,9 ± 0,1

**Tabla II. Sensibilidad al contraste medida para el observador ES. Miope magno -12 D. Edad 55 años**

Frecuencia espacial (c/g)	Sensibilidad al contraste
1,00	5,5 ± 0,4
2,00	5,7 ± 0,4
3,00	5,8 ± 0,4
4,00	4,4 ± 0,4
5,00	3,4 ± 0,2
6,00	2,6 ± 0,2
7,00	2,7 ± 0,2
8,00	2,0 ± 0,1
9,00	2,1 ± 0,1
10,00	2,1 ± 0,1

**Tabla III. Sensibilidad al contraste medida para el observador LO. Miope magno -24 D. Edad: 46 años**

Frecuencia espacial (c/g)	Sensibilidad al contraste
0,25	3,1 ± 0,2
0,50	5,5 ± 0,4
0,75	4,2 ± 0,3
1,00	3,2 ± 0,2
1,25	2,4 ± 0,2
1,50	2,4 ± 0,2
1,75	1,8 ± 0,1
2,00	1,3 ± 0,1

**Tabla IV. Sensibilidad al contraste medida para el observador FS. Miope magno -22 D. Edad. 52 años**

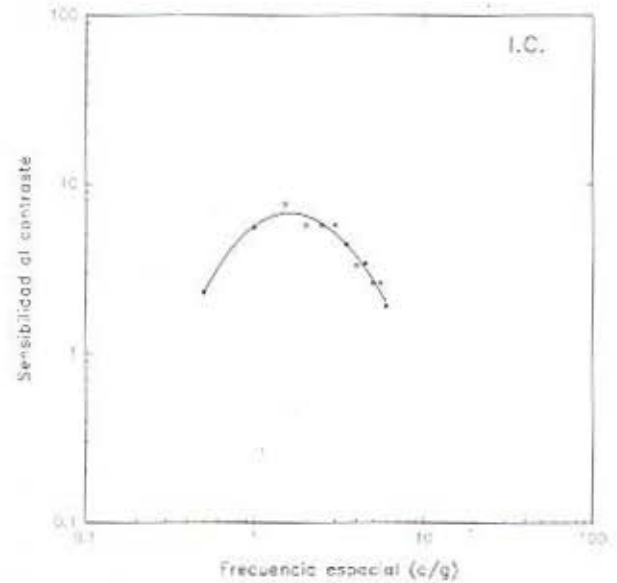
Frecuencia espacial (c/g)	Sensibilidad al contraste
0,30	5,7 ± 0,4
1,00	9,9 ± 0,7
1,30	5,6 ± 0,4
1,70	4,2 ± 0,3
2,00	4,2 ± 0,3
2,30	5,7 ± 0,4
2,70	4,3 ± 0,3
3,00	4,3 ± 0,3
3,30	5,8 ± 0,4
3,70	4,3 ± 0,3
4,00	4,4 ± 0,3

frecuencias altas.

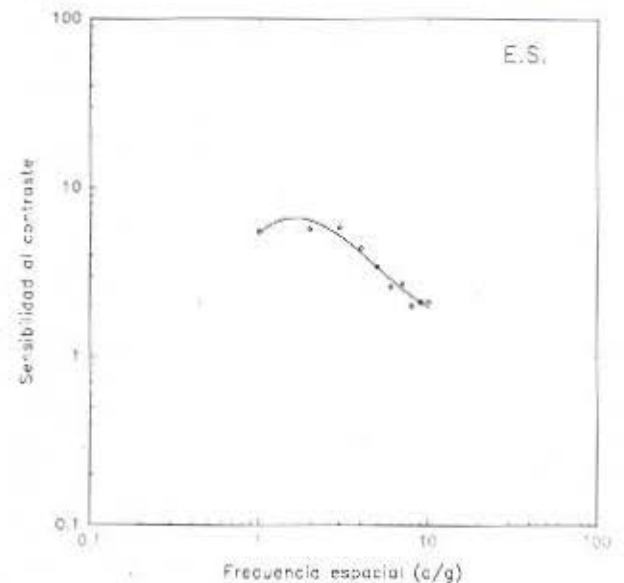
Otro hecho a destacar es el desplazamiento del valor máximo de sensibilidad hacia frecuencias más bajas; mientras que en los emétopes el máximo de sensibilidad se encuentra en las frecuencias de entre 6 y 8 c/g<sup>3</sup>, en el grupo de miopes magnos estudiado este máximo se desplaza a un valor entre 0,5 y 2 c/g. La posible explicación a este hecho está en que el ojo al igual que cualquier sistema óptico, es más tolerante al desenfoque para frecuencias bajas<sup>6</sup>. Respecto a la forma de la función de sensibilidad al contraste, ésta se mantiene claramente en los observadores IC, LO, y ES (fig. 2, 3 y 4), si bien en este último no se aprecia una atenuación clara de la sensibilidad en las frecuencias más bajas. Los resultados para el observador FS son más difíciles de interpretar: como se aprecia en la figura 5, la variación de sensibilidad dentro del rango de frecuencias estudiado es muy pequeña, y la forma típica de la función CSF no se mantiene.

Los mejores resultados obtenidos dentro del grupo -si bien no hay grandes diferencias de unos a otros- corresponden al observador IC, posiblemente por ser más joven que el resto de observadores (en el desarrollo de la miopía magna, los mayores problemas en la retina se desencadenan frecuentemente a partir de los 40 años) y al observador ES cuya ametropía es prácticamente la mitad que en el resto del grupo, y por tanto hay menor desenfoque.

En conclusión, los resultados de este estudio muestran que la CSF de los miopes magnos, presenta valores mucho más bajos que los



*Fig.2. Representación gráfica de los resultados de sensibilidad al contraste para el observador IC. Los puntos son resultados experimentales; la curva el ajuste polinómico.*



*Fig.3. Representación gráfica de los resultados de sensibilidad al contraste para el observador ES. Los puntos son resultados experimentales; la curva el ajuste polinómico.*

normales para todas las frecuencias espaciales, existiendo un límite de sensibilidad al contraste por encima de los 10 c/g. El máximo de sensibilidad observado se encuentra a frecuencias entre 0,5 y 2 c/g, inferiores por tanto a las correspondientes a observadores emétopes. Este hecho no cabe duda que presenta una gran importancia a la hora de desarrollar cualquier sistema de ayuda visual destinado a personas con baja visión.

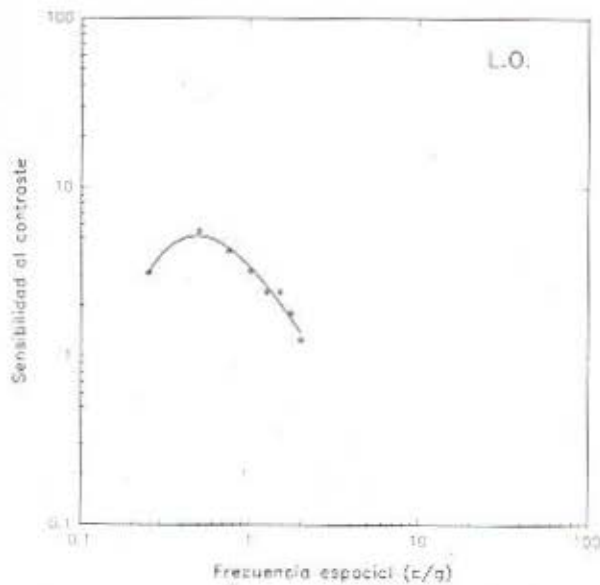


Fig. 4. Representación gráfica de los resultados de sensibilidad al contraste para el observador L.O. Los puntos son resultados experimentales; la curva el ajuste polinómico.

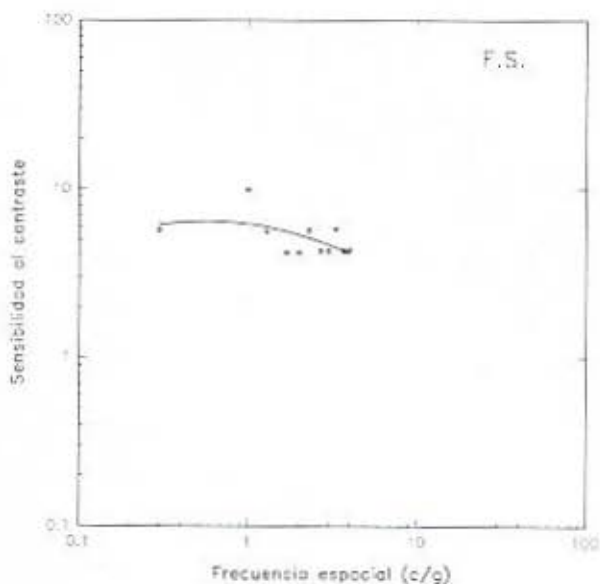


Fig. 5. Representación gráfica de los resultados de sensibilidad al contraste para el observador F.S. Los puntos son resultados experimentales; la curva el ajuste polinómico.

## Bibliografía

1. Arden GB. The importance of measuring contrast sensitivity in cases of visual disturbance. Br J Ophthalmol 1978;62:198-209.
2. Ginsburg AP. A new contrast sensitivity vision letter chart. Am J Optom 1984;61:403-404.
3. Navarro R, Losada MA, Pérez M. CSFTTEST: Un sistema informático de medida para la función de sensibilidad al contraste. Integración 1990;4:4-10.
4. Tobarra A, Seguí MM, García Bernabeu JR, Boj PG. Calibrado del programa CSFTTEST utilizado como sistema de medida de la función de sensibilidad al contraste. Ver y Oír (en prensa).
5. Campbell FW, Robson JG. Application of Fourier analysis to the visibility of gratings. J Physiol 1968;197:551-566.
6. Legge GE, Mullen KT, Woo GC, Campbell FW. Tolerance to visual defocus. J Opt Soc Am 1987;4 (5):851-863.