

COMPARACIÓN DE DOS TEST PSICOFÍSICOS DE SENSIBILIDAD AL CONTRASTE EN UN ENTORNO CLÍNICO¹

Elisa Colombo
Javier Santillán
Walter Arellano
Myriam Berman
Roberto Sanchez
Clemente Paz
Luis Issolio

Resumen: El objetivo de este estudio fue comparar el desempeño de dos test psicofísicos de sensibilidad al contraste, uno basado en un sistema informatizado – FVC 100 – y otro en láminas impresas – VCTS 6500, ambos empleando la discriminación de redes sinusoidales en condiciones de adaptación fotópica. Fueron medidos 45 ojos de 23 personas con edades entre 28 y 70 años. Los sujetos fueron reclutados en un Servicio de Oftalmología al cual concurrieron tanto por consulta como por control. A partir de tomar el criterio clínico como referencia, los resultados muestran que, de los 23 sujetos, en 16 casos ambos sistemas detectaron correctamente su estado visual, en cinco casos (10 ojos) sólo el FVC 100 consiguió hacerlo, mientras que en dos casos este sistema no detectó el problema visual y sí lo hizo el VCTS 6500.

1 Los autores desean agradecer el apoyo del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (PIP 308), del Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Tucumán (Proyecto 26/E410), y de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICT2006-1920).

Considerando los datos obtenidos se aprecia un mejor desempeño del test informatizado, destacándose la necesidad de continuar trabajando para conseguir un atlas con información de la función de sensibilidad al contraste que considere las diferentes patologías visuales.

Palabras clave: Sensibilidad al contraste. Psicofísica visual. Valores normales. Test oftalmológicos.

Introducción

Se sabe que la sensibilidad al contraste (SC) es un aspecto fundamental de la visión funcional (Ginsburg, 2003), lo que significa que se encuentra sumamente relacionada con el desempeño en las tareas diarias. Existe también evidencia que apoya la utilidad de la función de sensibilidad al contraste (FSC) en el diagnóstico y seguimiento de algunas patologías oculares. Sin embargo, aunque se conoce los beneficios de la FSC y existe toda una variedad de sistemas comerciales de medición, su uso no ha sido ampliamente incluido en la rutina clínica. Esto explica que en la última década hubiera un renovado interés en la FSC (Colombo, Santillán, Aguirre, & Issolio, 2007; Ginsburg, 2003; Owsley, 2003), evaluando diferentes test para la clínica (Bozkurt et al., 2010; Itoh, Sagawa, Okamoto, Mitani, & Yoshida, 2007; Kaiserman, Hazarbassanov, Varssano, & Grinbaum, 2004; Leat & Wegmann, 2004; Montes-Mico & Charman, 2002; Quesnel, Lovasik, Ferremi, Boileau, & Ieraci, 2004) algunos de ellos orientados específicamente al diagnóstico de cataratas o glaucoma (Ginsburg, 2006; Onal, Yenice, Cakir, & Temel, 2008; Pesudovs, Hazel, Doran, & Elliott, 2004; Tochel, Morton, Jay, & Morrison, 2005).

En un trabajo previo (Colombo, Issolio, Santillán, & Aguirre, 2009) revisamos las características que debería tener un sistema para ser usado en la evaluación de la FSC en el ámbito de la clínica oftalmológica. En primer lugar, el sistema generador de estímulos visuales tiene que asegurar que la presentación de las redes sinusoidales de muy bajo contraste se lleve a cabo con precisión. Por otro lado, considerando no sólo nuestros resultados sino también otros trabajos sobre el mismo tópico (Higgins, Jaffe, Caruso, & de Monasterio, 1988; Hohberger, Laemmer, Adler, Juenemann, & Horn, 2007; Owsley, Sekuler, & Siemsen, 1983), proponemos que dicho sistema debería tener por lo menos dos curvas de normalidad de referencia, cada una de ellas para un rango de edad diferente. Además, como los estímulos son presentados aleatoriamente, el sistema computarizado tiene la ventaja de permitir innumerables repeticiones sin tener que preocuparse por la posible memorización de las respuestas.

En este trabajo dos test de sensibilidad al contraste fueron administrados en un entorno clínico: un sistema informatizado – FVC 100 – (Colombo et al., 2009) y el VCTS 6500 (Vistech) (Ginsburg, 1984; Reeves, Wood, & Hill, 1991). El primero fue elegido por ser un sistema basado en una computadora, en tanto que el otro porque es – probablemente – el test basado en láminas más empleado en la práctica oftalmológica en Argentina. A diferencia de test basados en letras de bajo contraste, tales como el de Pelli-Robson (Pelli, Robson, & Wilkins, 1988), el VCTS presenta la ventaja que la SC del paciente es medida para varias frecuencias espaciales determinando así la FSC. Por otro lado, seleccionamos estos dos test porque ha sido demostrado que la FSC basada en mediciones que emplean redes sinusoidales tienen mayor sensibilidad que aquellas usando agudeza de bajo contraste (Ginsburg, 1996).

Los test basados en láminas impresas tienen una habilidad limitada para discriminar la respuesta del sujeto debido a varias razones: el estímulo tiene un número fijo de valores de contraste y el tamaño de los pasos de un contraste al siguiente no son, en muchos casos, lo suficientemente pequeño como se necesita; el resultado obtenido es único porque la determinación sólo puede llevarse a cabo una vez; también es difícil asegurar una iluminación apropiada y/o uniforme en toda la lámina (lo cual sólo puede lograrse -en muchos casos- con el uso de sistemas especiales); finalmente, las curvas de referencia no están discriminadas por edad. En este sentido, creemos que un sistema basado en una computadora, y que incluya por lo menos dos curvas de referencia, puede mostrar mayor sensibilidad para el diagnóstico y seguimiento de patologías visuales.

Métodos

Equipamiento

En el presente experimento, el test de láminas VCTS 6500 -Vistech- y el FVC 100 fueron aplicados una vez a ambos ojos del observador en condición monocular. El orden en la administración de los test fue: primero el VCTS 6500 y, a continuación, el FVC 100. El Vistech fue introducido en 1984 (Ginsburg, 1984; Reeves et al., 1991) y contiene una serie de fotografías circulares de redes sinusoidales ordenadas en cinco filas (con frecuencias espaciales de 1.5, 3, 6, 12 y 18 ciclos por grado) y nueve columnas (con el nivel de contraste reduciéndose de izquierda a derecha). Las redes están inclinadas 15°, ya sea a la derecha o a la izquierda. El sujeto indica la orientación de cada red, o responde “no se ve nada”. Las mediciones fueron realizadas para distancia cercana (30 cm, usando el soporte provisto en el sistema) con adaptación fotópica: la luminancia media de la lámina fue de 80 cd/m². La hoja de respuestas del test incluye

un área gris que representaría los límites del 90% de lo normal para un rango de edad entre 20 y 70 años.

El sistema informatizado FVC 100 (Colombo et al., 2009) también utiliza redes sinusoidales inclinadas 7° hacia la izquierda o la derecha, presentadas durante 500 ms en un monitor TRC conectado a una computadora personal a través de un adaptador de video (Pelli & Zhang, 1991). El monitor es calibrado (corrección gamma) sobre el rango de luminancias usados en los experimentos, proveyendo una resolución de luminancia de 0.01 cd/m². Este sistema genera redes sinusoidales con frecuencias espaciales de 1, 2, 8 12 y 24 ciclos/grado. Con esta configuración, las redes pueden ser presentadas con contrastes de Michelson entre 0.002 y 1, con errores variando entre 1.5% y 10%. La luminancia media de los estímulos y de su entorno en el monitor fue de 80 cd/m². Los estímulos fueron presentados en el centro del monitor en un círculo que subtendía 6.7 grados a una distancia de visión de 1.5 m (para minimizar la demanda de acomodación/convergencia), siendo también con adaptación fotópica. El sistema incluye dos rangos de referencia por edad: 20-49 y 50-69 años.

Las mediciones fueron llevadas a cabo en un cuarto iluminado y se les pidió a los sujetos mantener su atención en la tarea (lámina/monitor), tratando de no modificar la distancia de observación.

Procedimiento

Fueron incluidos en el presente estudio un total de 45 ojos de 23 personas. Los sujetos fueron reclutados en un Servicio de Oftalmología (dependiente de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Tucumán) y las sesiones de medición fueron llevadas a cabo en un consultorio. El protocolo para este trabajo fue aprobado por la Universidad Nacional de Tucumán y sigue los lineamientos de la Declaración de Helsinki y de la Asociación Americana de Psicólogos para el trabajo con sujetos humanos. Previo a la inclusión en el estudio, los sujetos debieron leer y firmar un Consentimiento Informado.

Cada determinación fue realizada monocularmente, con pupila natural, primero con el ojo derecho y luego con el izquierdo. La medición de la FSC fue hecha usando la corrección refractiva apropiada para conseguir la máxima agudeza visual. Una vez que el ojo fue emetropizado (distancia lejana) se aplicó el procedimiento estándar, colocando otras lentes – de acuerdo a la edad de la persona – para conseguir la corrección para distancia cercana (1D para 40 años, 2D para 50 años y así siguiendo) necesaria en la aplicación del VCTS 6500.

Del total de 23 sujetos, 7 concurrieron buscando un control, ya sea para cambiar los anteojos o porque sentían algún tipo de discomfort, 7 por consulta ya que sufren de glaucoma crónico (se encontraban usando

diferentes drogas, de acuerdo al tratamiento específico), 5 tenían cataratas y 3 presentaban tanto glaucoma como cataratas. El rango de edad iba de 28 a 70 años.

Para cada persona se completó una ficha incluyendo sus datos personales y su historia clínica oftalmológica. A cada uno se le realizó los siguientes estudios: Agudeza Visual sin y con corrección (AV s/c y AV c/c), presión intraocular (PIO), examen de fondo de ojo (que permite evaluar el daño en el nervio óptico), campimetría visual computarizada, grado de cataratas (incipiente o avanzada, con alguna precisión acerca de su tipo: cortical o nuclear) y evaluación externa (motilidad ocular y reflejo pupilar).

Fueron incluidos en este estudio personas con edades entre 20 y 70 años -criterio de inclusión- y fueron excluidas aquellas con patologías que no fuesen cataratas o glaucoma, así como cualquier otro problema que no permitiese realizar correctamente este test -criterio de exclusión-. En tanto, el criterio clínico de normalidad fue: AV de 0.8 mínimo, PIO menor a 21 mm Hg y no presentar ninguna patología.

Resultados y conclusiones

Los datos fueron analizados controlando que cumplieran con la normalidad en cada sistema. Por ejemplo, en el grupo de los sujetos clínicamente normales (7 personas) encontramos que los resultados de ambos tests fueron similares para tres de ellos (RN, CR, OAJ). Esto significa que los resultados para las cinco frecuencias espaciales medidas en cada uno de los ojos de los tres sujetos se encontraban dentro del rango de normalidad determinado con cada test. En la Figura 1 se muestra como ejemplo las curvas del sujeto RN.

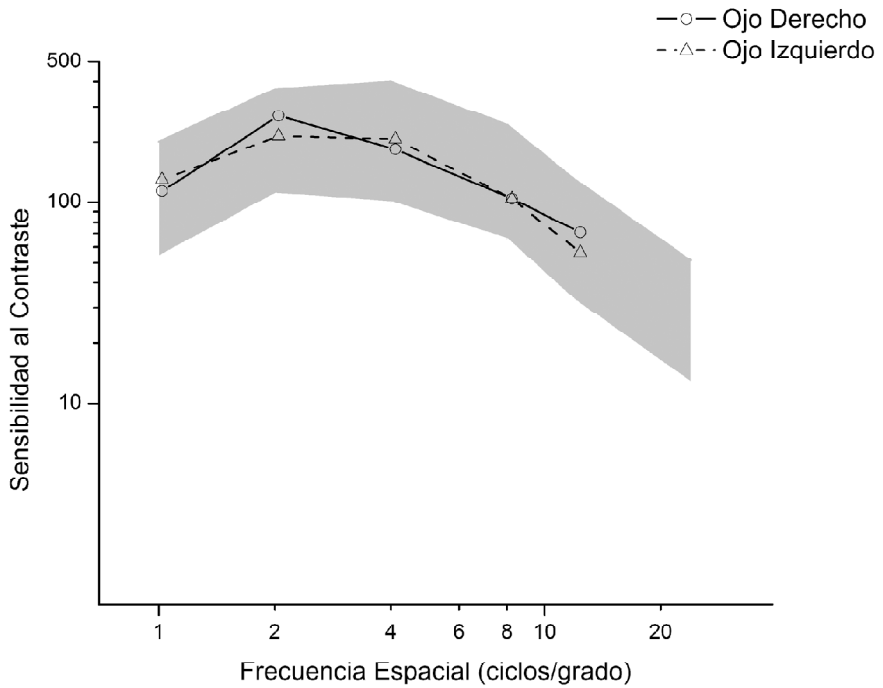
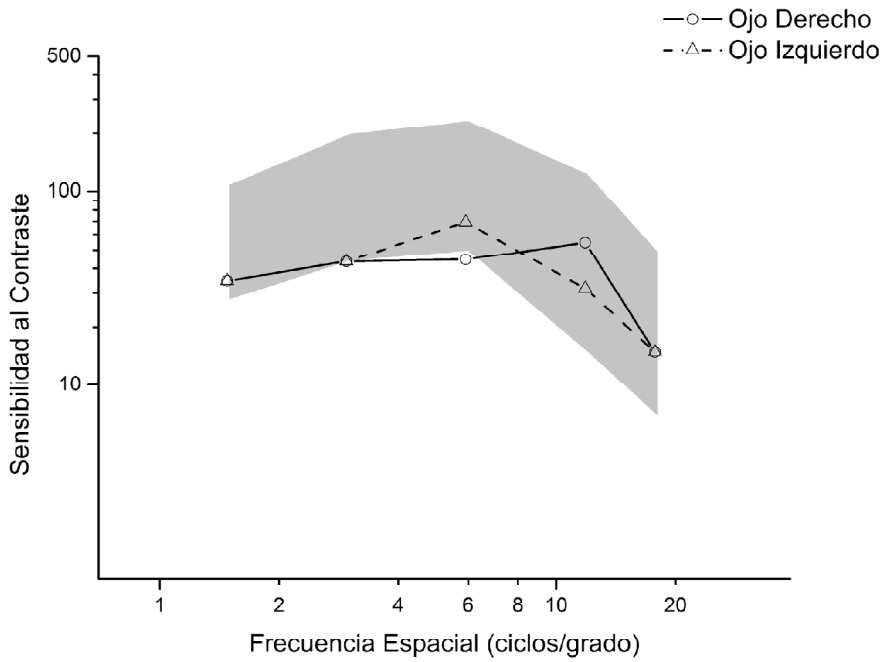


Figura 1. FSC obtenida con a) VCTS 6500 – Vistech – y b) FVC 100 para el sujeto RN (28 años de edad)

Sin embargo, para los otros cuatro sujetos clínicamente normales, los resultados del VCTS 6500 se encuentran fuera del rango de normalidad por lo menos para tres de las frecuencias espaciales (RJ, AAV, BJC, DAR). En la Figura 2 mostramos como ejemplo las curvas del sujeto RJ.

Este primer estudio podría evidenciar que el sistema computarizado presenta una mayor capacidad para discriminar los casos normales de los patológicos.

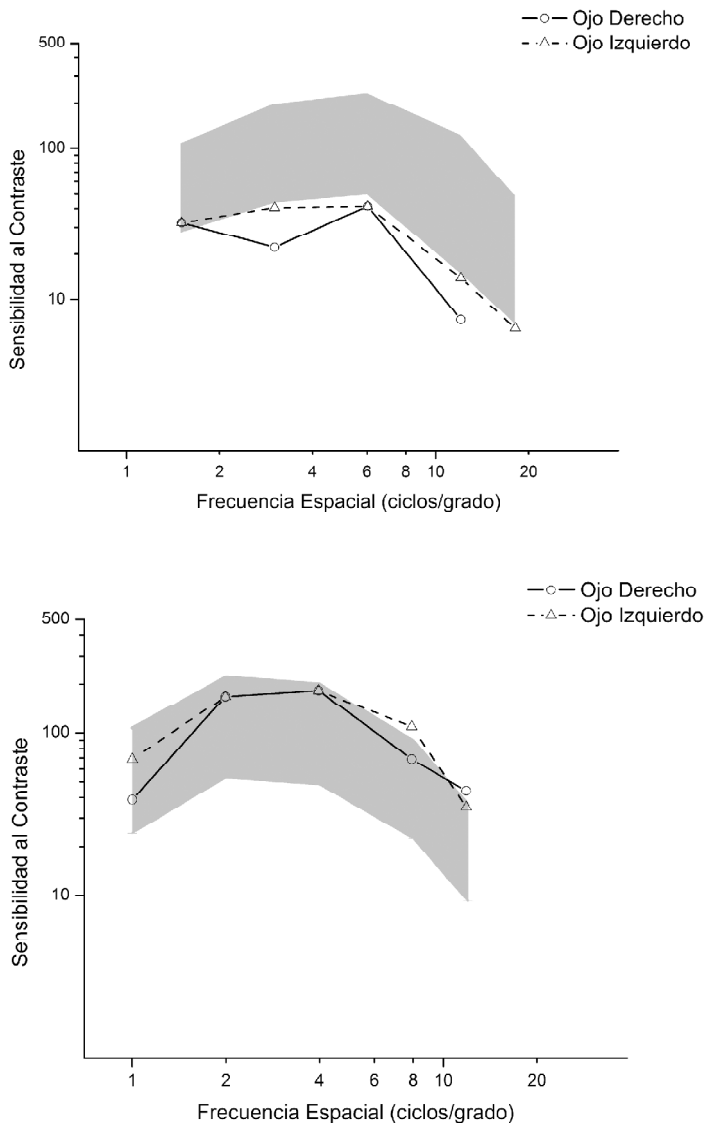


Figura 2. FSC obtenida con a) VCTS 6500 - Vistech - y b) FVC 100 para el sujeto RJ (54 años de edad)

Para el grupo de siete pacientes con glaucoma, encontramos que los resultados de ambos tests fue similar para seis de ellos (GWJ, JJ, OPR, CHD, QH, PM), lo que significa que los resultados de las cinco frecuencias espaciales medidas sigue un patrón debajo del límite inferior del rango de normalidad. A modo de ejemplo, en la Figura 3 se muestra las curvas del observador GWJ. Sin embargo, para el paciente que resta de este grupo (GM), el FVC 100 no detecta el glaucoma. El VCTS 6500 muestra que los valores de las cinco frecuencias espaciales cae debajo del estándar – para ambos ojos, siendo menores los valores correspondientes al ojo derecho; contrariamente, el FVC 100 presenta el siguiente resultado: la curva completa del ojo izquierdo se ubica entre los límites inferior y superior del rango de normalidad para ese rango de edad (50-69 años), en tanto que la curva del ojo derecho presenta el mismo comportamiento para tres de las frecuencias espaciales. Este sistema muestra que todos los resultados para el ojo derecho se encuentran debajo de los correspondientes del ojo izquierdo. La Figura 4 presenta los resultados del paciente GM.

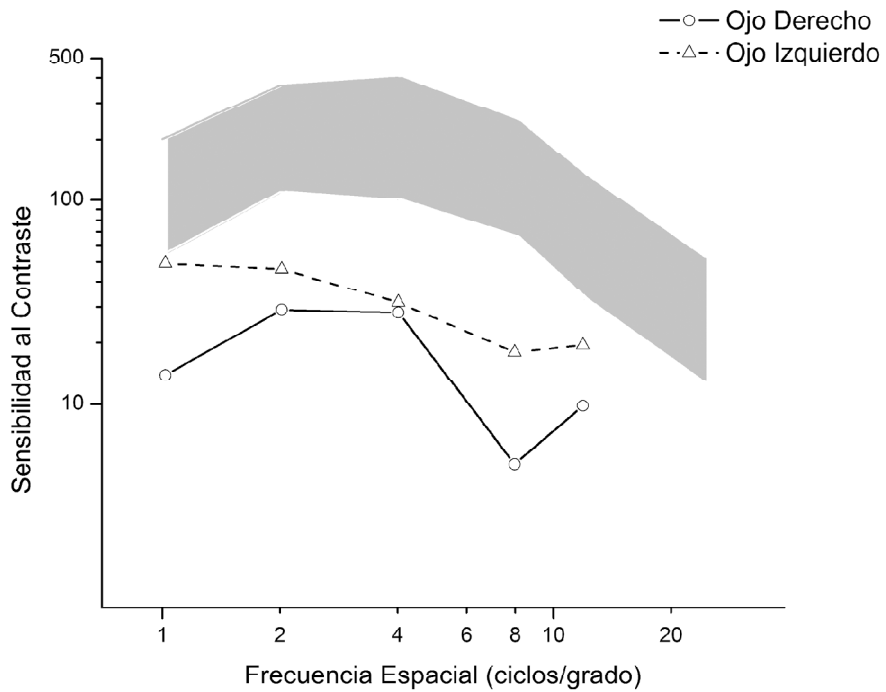
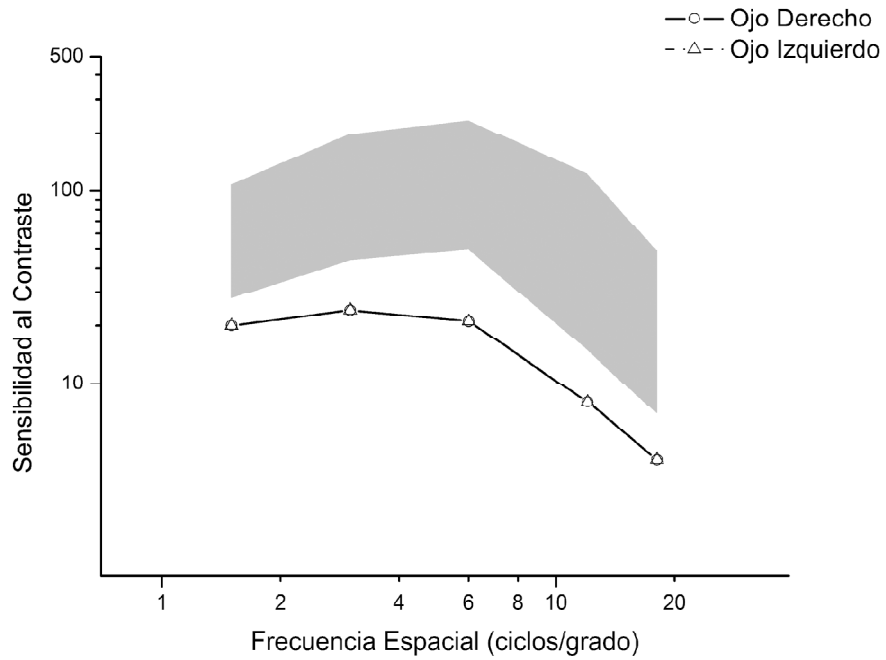


Figura 3. FSC obtenida con a) VCTS 6500 – Vistech – y b) FVC 100 para el sujeto GWJ (28 años de edad)

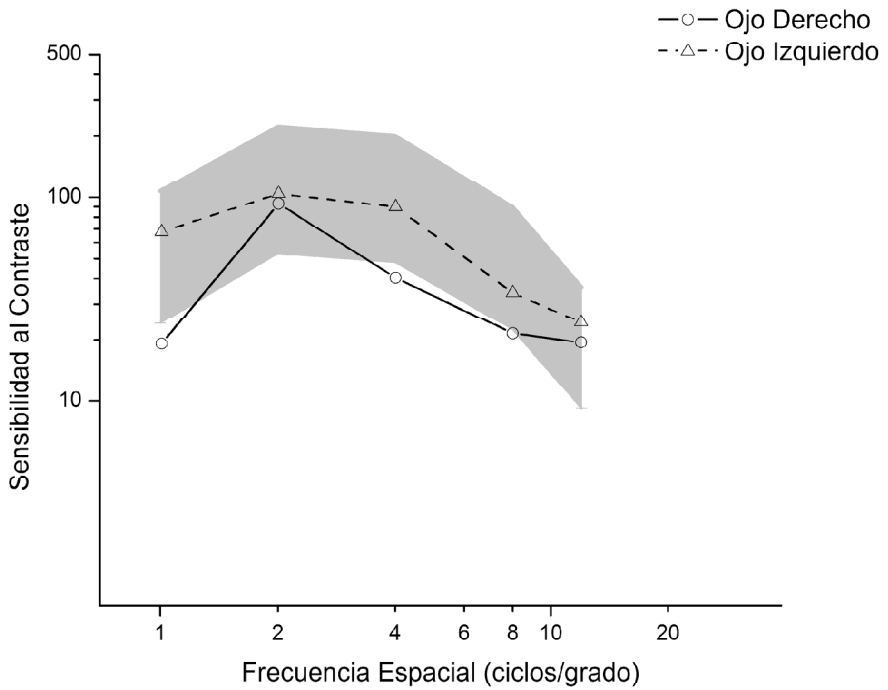
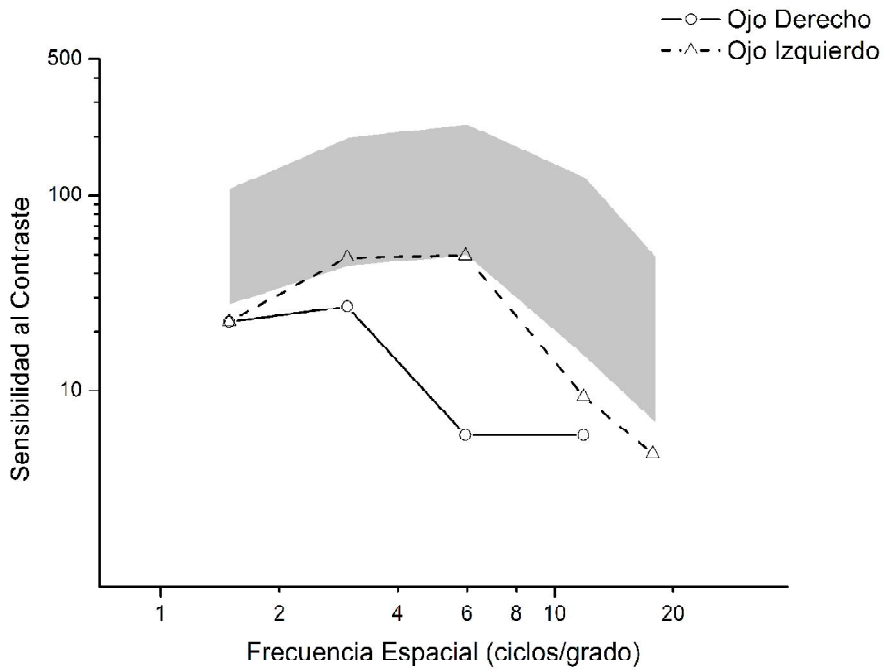


Figura 4. FSC obtenida con a) VCTS 6500 – Vistech – y b) FVC 100 para el sujeto GM (54 años de edad)

La Figura 5 exhibe un ejemplo (MJC) de un grupo de cinco pacientes (MJC, BEN, GI, EAE, MMC) que presenta cataratas en ambos ojos, siendo detectadas por ambos sistemas. Sólo para un paciente con catarata incipiente en un ojo (FJS) el VCTS muestra una ligera caída para las altas frecuencias espaciales (18 ciclos/grado), mientras que el FVC 100 muestra una curva normal, incluso con valores más altos que los normales para las frecuencias espaciales medias y altas (4, 8 y 12 ciclos/grado). La Figura 6 presenta este resultado.

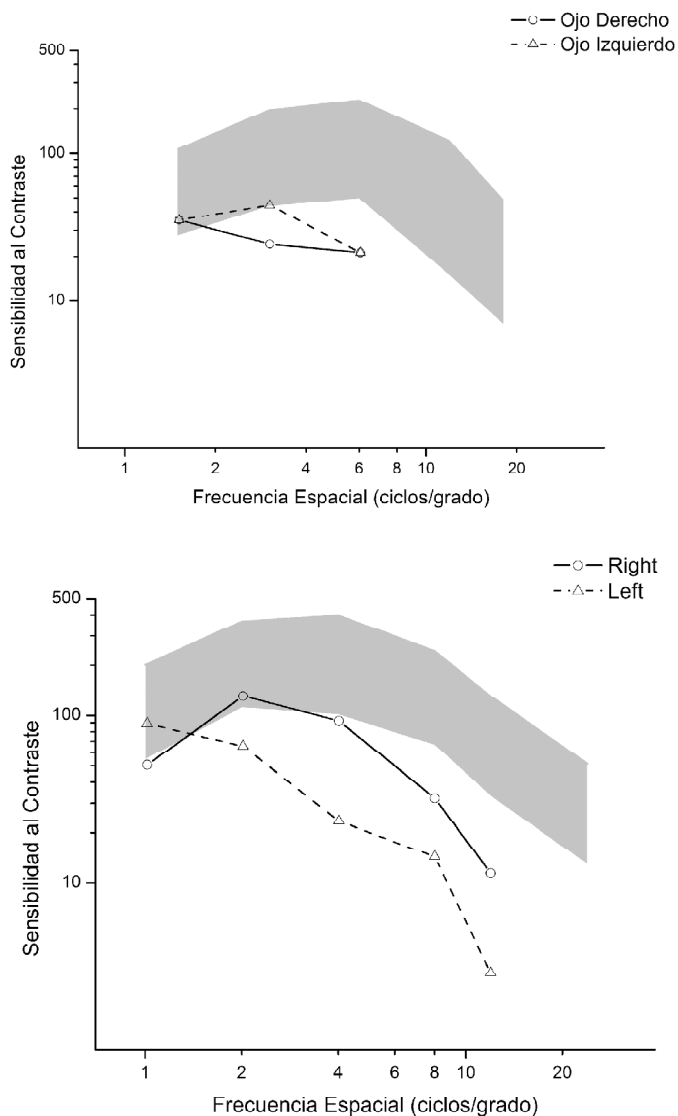


Figura 5. FSC obtenida con a) VCTS 6500 – Vistech – y b) FVC 100 para el sujeto MJC (47 años de edad)

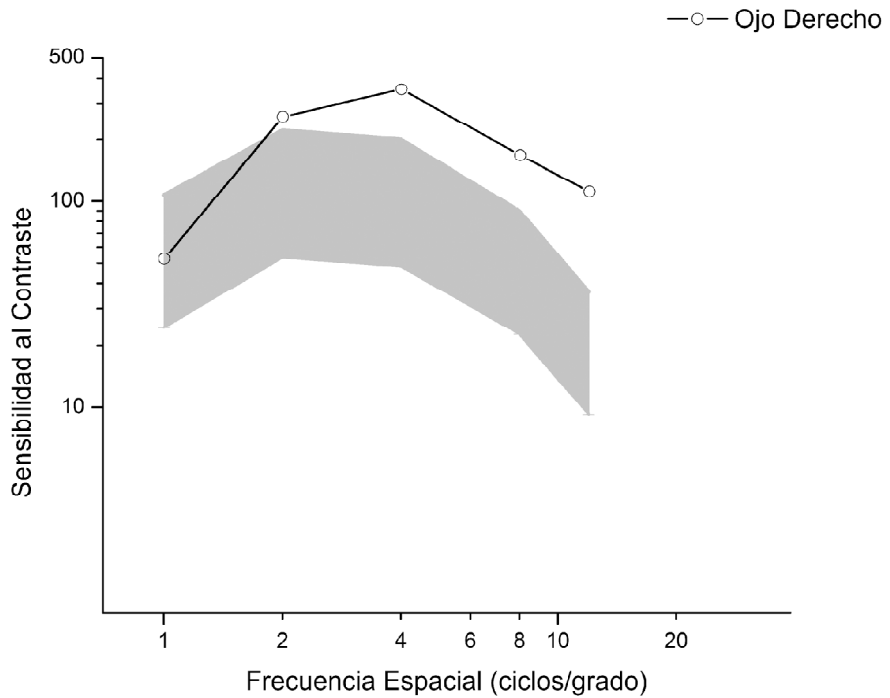
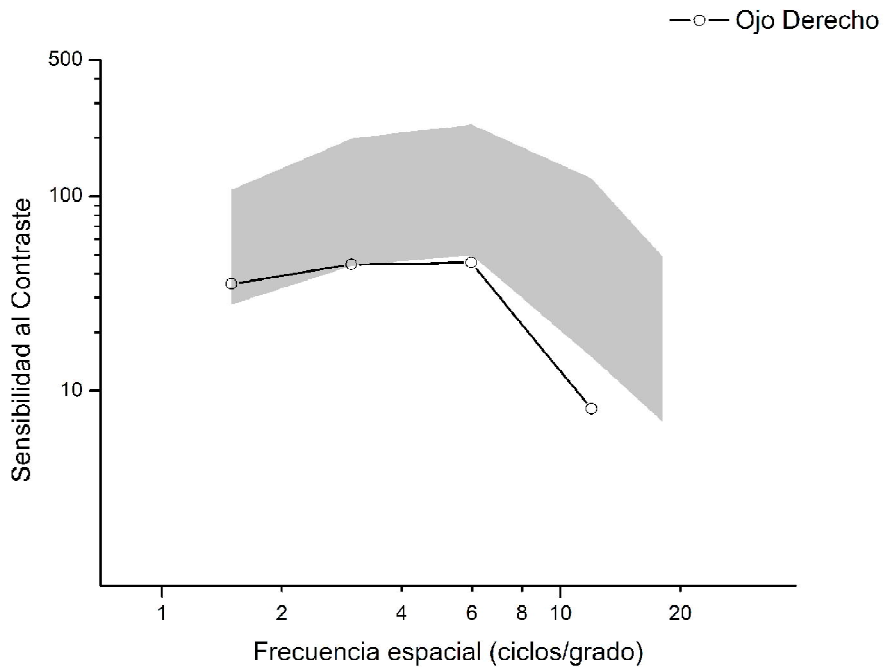


Figura 6. FSC obtenida con a) VCTS 6500 – Vistech – y b) FVC 100 para el ojo derecho del sujeto FJS (64 años de edad)

En el grupo con glaucoma y cataratas (tres personas: PM, QO, LE) encontramos que los resultados de ambos test fueron similares para dos sujetos (QO y PM). Esto significa que los valores de las cinco frecuencias espaciales medidas en ambos ojos fueron, en todos los casos, menores al límite inferior de normalidad de cada test. La Figura 7 muestra como ejemplo las curvas del sujeto QO. No obstante, para el sujeto restante de este grupo (LE) los resultados del VCTS 6500 no señalan patología, lo que si hace el FVC 100. En la Figura 8 se presentan las curvas de sensibilidad al contraste del sujeto LE.

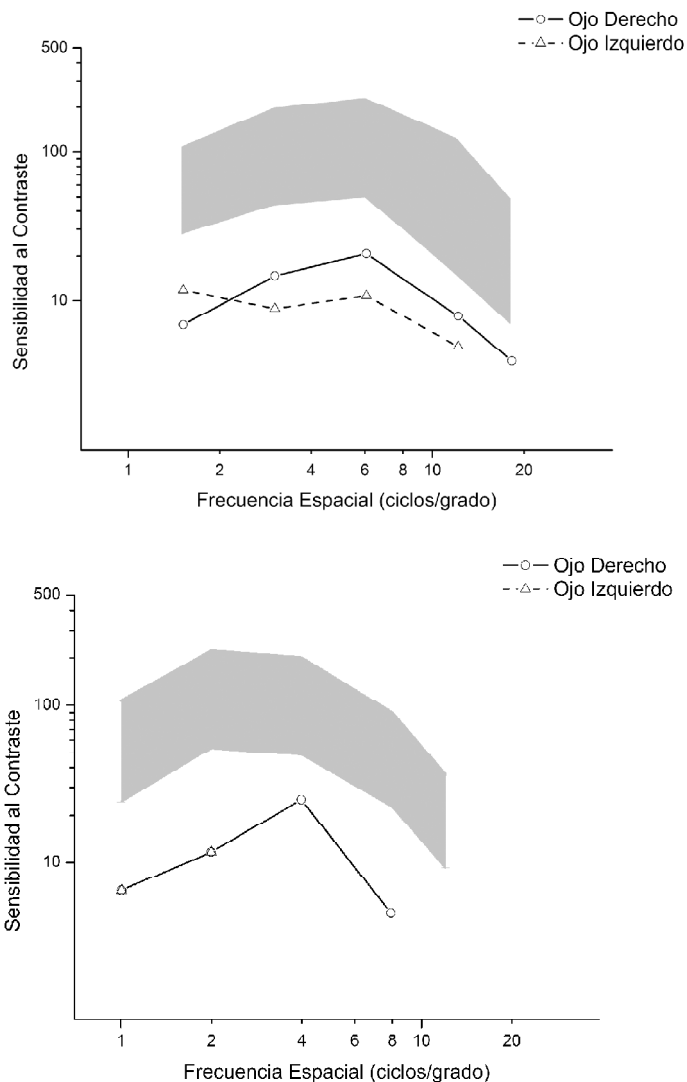


Figura 7. FSC obtenida con a) VCTS 6500 – Vistech – y b) FVC 100 para el sujeto QO (28 años de edad)

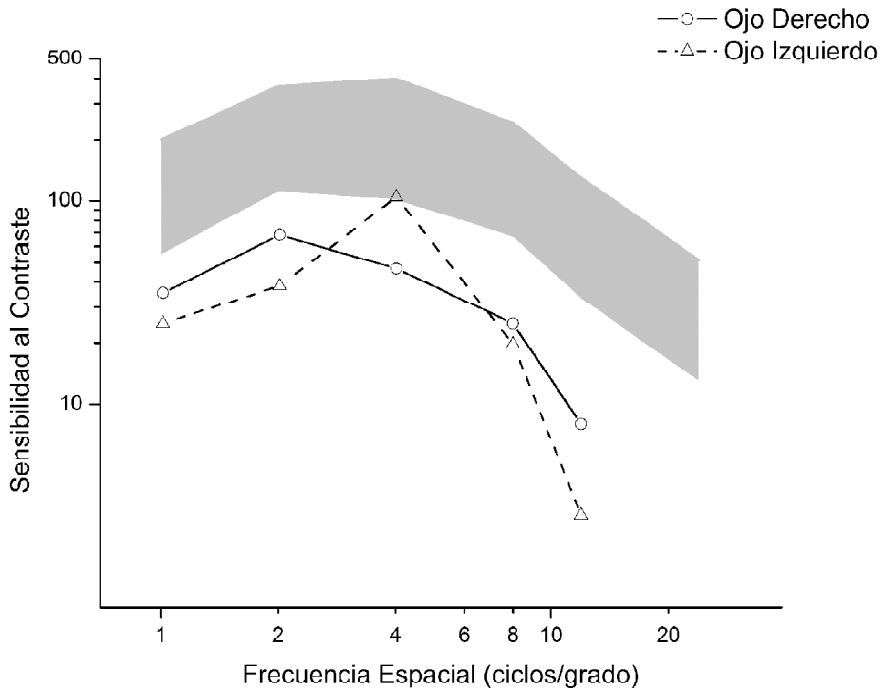
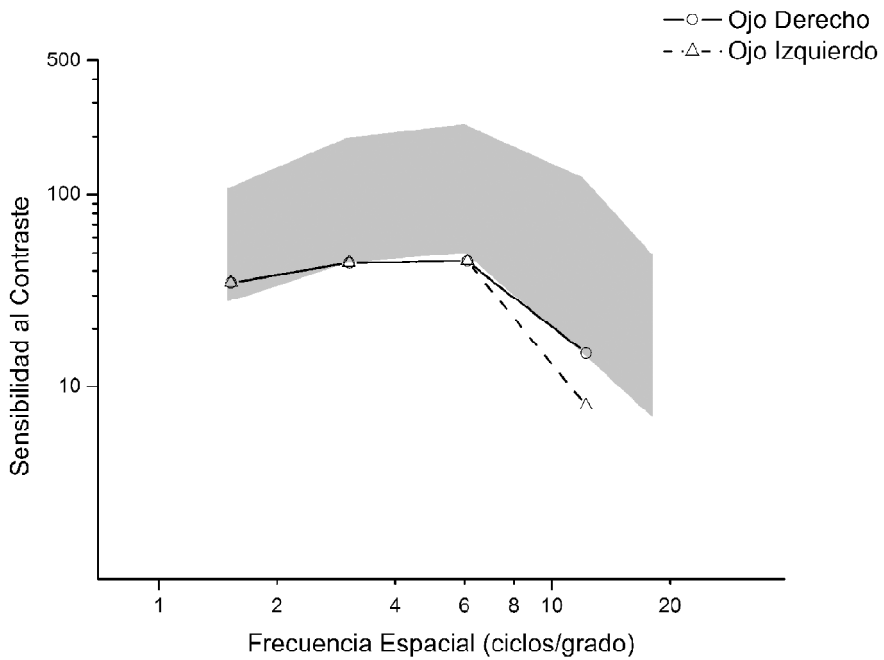


Figura 8. FSC obtenida con a) VCTS 6500 – Vistech – y b) FVC 100 para el sujeto LE (76 años de edad)

Como conclusión podemos decir que, a partir de considerar como referencia el criterio clínico de 23 sujetos/pacientes (45 ojos) de acuerdo a los siguientes grupos: 7 normales, 7 glaucomatosos, 6 con cataratas y 3 con glaucoma y cataratas, ambos tests psicofísicos mostraron un buen desempeño para 16 sujetos/pacientes (un total de 32 ojos). Sin embargo, para 5 sujetos/pacientes el VCTS 6500 no consiguió informar adecuadamente sobre 4 casos de normalidad (8 ojos) y no detectó un caso de glaucoma y catarata (1 paciente, 2 ojos). Por otro lado, el FVC 100 no detectó un caso de cataratas incipiente (1 paciente, 1 ojo) ni un caso de glaucoma en tratamiento (1 paciente, 2 ojos). Más aún, hubo otros casos – tales como el del paciente MJC – donde el sistema informatizado consiguió medir la sensibilidad al contraste para más frecuencias espaciales. Estas particularidades y su desempeño parecen tornar el test computadorizado una herramienta de mejores prestaciones y con la cual se debe continuar realizando un estudio más largo en el futuro.

Discusión

En la actualidad existen varios equipos comerciales para medir la sensibilidad al contraste y, en consecuencia, han sido publicados varios trabajos analizando su desempeño (p.e. Colombo et al., 2009; Hohberger et al., 2007; Onal et al., 2008; Pesudovs et al., 2004; Thayaparan, Crossland, & Rubin, 2007). Las principales diferencias serían: el tipo de estímulos usados (optotipos, redes sinusoidales lineales o radiales), si están basados en láminas o en displays electrónicos (LCD o TRC) y el método que emplean para evaluar el umbral de percepción.

En este trabajo seleccionamos dos test basados en redes sinusoidales a partir de considerar estudios previos que muestran su mayor sensibilidad frente a aquellos sistemas que se basan en optotipos (Ginsburg, 1996). Si bien los dos sistemas elegidos se basan en redes sinusoidales, uno presenta los estímulos en una lámina y el otro incluye un paquete de software que permite presentarlos en un monitor TRC. La decisión de usar un sistema informatizado está de acuerdo con trabajos previos. Por ejemplo, Rubin (1988) mostró, a partir de un análisis de test-retest, que las mediciones de SC usando un equipo basado en monitor TRC fueron más confiables que las realizadas con láminas impresas. Igualmente, otros trabajos muestran que los test basados en equipos electrónicos presentan una mejor discriminación de los casos normales de aquellos que presentan patologías (Brown, Doran, & Woodhouse, 1987; Ross, Bron, & Clarke, 1985).

En relación a la metodología, el FVC 100 usa un método psicofísico adaptativo, lo que permite reducir el tiempo de medición, y el VCTS 6500 emplea una presentación de estímulos constantes debido a la simplicidad

para su implementación experimental. Una diferencia significativa es que, mientras el método adaptativo basado en el algoritmo QUEST (Watson & Pelli, 1983) estima inmediatamente el umbral de contraste, el método de estímulos constantes requiere un procesamiento extra para obtener el mencionado umbral.

En este estudio se evaluaron los resultados de mediciones clínicas de 23 sujetos/pacientes que llegaron procurando un control, reemplazo de los anteojos o porque sentían algún tipo de molestia, mientras que el resto concurren por consulta ya que tenían glaucoma crónico o cataratas. Todos fueron adultos de entre 20 y 70 años de edad. Se esperaba que las curvas para los casos normales cayeran dentro de los límites de los rangos de normalidad, que aquellas para los glaucomatosos presentaran una caída pronunciada y que las de los que tenían cataratas mostraran una caída en las frecuencias espaciales más altas. Encontramos que, para el 71% de los ojos medidos, ambos test mostraron resultados acordes a los análisis esperados. Para 22% de los ojos medidos el FVC 100 detectó el problema, mientras que el VCTS 6500 no consiguió hacerlo. Finalmente, para el 7% del total de ojos medidos, el FVC 100 falló al no detectar el problema visual del sujeto. Como todas estas mediciones fueron realizadas una única vez, es posible que la repetición de las mismas pudiera lograr una reducción en estos porcentajes. El hecho de que el FVC 100 incluye referencias de normalidad discriminadas para dos rangos de edades (20-49 y 50-69 años) – como se estableció en un trabajo previo (Colombo et al., 2009) – podría explicar su mejor desempeño en la detección de ciertos casos. En la misma línea de razonamiento, creemos que los sistemas informatizados pueden ser de mayor utilidad en el diagnóstico y seguimiento de los pacientes, así como para procedimientos de detección temprana aplicados a un gran número de personas – “*screening*” (Colombo et al., 2007).

Los resultados presentados también hacen evidente la necesidad de continuar trabajando para conseguir un atlas con la información de la FSC tomando en cuenta las diferentes patologías y/o problemas visuales. Puede concluirse que nuestros resultados agregan nueva evidencia sobre cómo la determinación de la SC es un test importante, aunque desvalorizado, como ya afirmaran otros autores (Thayaparan, Crossland, Rubin, 2007), esperando también que la disponibilidad de diversos test psicofísicos estimule a los clínicos a incorporarla en su examen de rutina.

Comparison of two contrast sensitivity tests in a clinical setup

Abstract: The purpose of this study was to compare the performance of two psychophysical contrast sensitivity tests, one based on a computerized system – FVC 100 – and the other based on printed charts – VCTS 6500, both using the discrimination of sinusoidal grating orientation under photopic adaptation. Altogether, 45 eyes of 23 people with ages ranging from 28 to 70 years were tested in this study. Subjects were recruited in an Ophthalmological Service to which they went looking for medical supervision or consult. Taking the clinical criterion as a reference, the results show that of the 23 subjects, both systems correctly identify 16 cases, in five cases (10 eyes) only the FVC 100 performed well, whereas in two cases this system did not detect the visual problem and the VCTS 6500 did. Considering the obtained data, a better performance of the computerized system can be observed, pointing out the need to keep working in order to obtain a contrast sensitivity atlas which takes into account the different visual pathologies.

Keywords: Contrast sensitivity. Normal values. Visual psychophysics. Eye test.

Comparaison de deux tests psychophysiques de sensibilité au contraste en clinique

Résumé: L'objectif de cette étude était de comparer les performances de deux tests psychophysiques de la sensibilité au contraste, l'un basé sur l'ordinateur – FVC 100 – et un autre imprimé feuilles – VCTS 6500. Avec les deux systèmes est évaluée discrimination des réseaux sinusoidaux dans des conditions d'adaptation photopique. Ont été mesurées 45 yeux de 23 personnes âgées entre 28 et 70. Les sujets ont été recrutés dans un service d'ophtalmologie. Ce service a été suivi par la consultation et de contrôle. Après avoir fait référence au critère clinique, les résultats montrent que, parmi les 23 sujets, dans 16 cas, les deux systèmes correctement identifié état visuel. Dans cinq cas (10 yeux) FVC100 seulement réussi à le faire, tandis que dans deux cas, ce système n'a pas détecté les problèmes visuels. Toutefois, s'il est détecté VCTS6500 le problème dans ces deux derniers cas. Considérant les résultats obtenus avec les deux systèmes, vous pouvez voir une meilleure performance du test informatisé par rapport à celui basé sur des feuilles imprimées. Il souligne la nécessité de continuer à travailler vers un atlas des informations sur la fonction de sensibilité au contraste qui tient compte des différentes pathologies visuelles.

Mots-clés: Sensibilité au contraste. Psychophysique visuelle. Valeurs normales. Test de l'ophtalmologie.

Comparação de dois testes psicofísicos de sensibilidade ao contraste em um ambiente clínico

Resumo: O objetivo deste estudo foi comparar o desempenho de dois testes psicofísicos de sensibilidade ao contraste, um baseado num sistema informatizado – FVC 100 – e um outro em lâminas impressas –VCTS 6500, ambos empregando a discriminação de grades sinusoidais em condições fotópicas de adaptação. Foram avaliados 45 olhos de 23 pessoas com idades entre 28 e 70 anos. Os sujeitos foram recrutados num Serviço de Oftalmologia onde compareceram tanto para consulta como para controle. Tomando o critério clínico como referência, os resultados mostram que, dos 23 sujeitos, em 16 casos ambos sistemas detectaram corretamente seu estado visual, em cinco casos (10 olhos) só o FVC 100 conseguiu fazê-lo, contudo em um dos casos este sistema não detectou o problema visual e sim o VCTS. Considerando os dados obtidos, aprecia-se um melhor desempenho do teste informatizado, evidenciando-se a necessidade de continuar trabalhando para conseguir um atlas com informação da função de sensibilidade ao contraste que considere as diferentes patologias visuais.

Palavras-chave: Sensibilidade ao contraste. Psicofísica visual. Valores normais. Testes oftalmológicos.

Referencias

- Bozkurt, E., Yazici, A. T., Pekel, G., Pekel, E., Bayraktar, S., & Yilmaz, O. F. (2010). The effects of posterior continuous curvilinear capsulorhexis on contrast sensitivity. *Eye*, 24(5), 805-809.
- Brown, V.A., Doran, R.M., Woodhouse, J.M. (1987). The use of computerized contrast sensitivity, arden gratings and low contrast letter charts in the assessment of amblyopia. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 7, 43-51.
- Colombo, E.M., Issolio, L.A., Santillán, J.E., & Aguirre, R.C. (2009). What characteristics a clinical CSF system has to have? *Optica Applicata*, 39(2), 415-428.
- Colombo, E., Santillán, J.E., Aguirre, R., & Issolio, L. (2007). Sensitivity of a new CSF system as a screening tool in a non clinical population. Work presented at the ARVO conference, Fort Lauderdale, USA.
- Ginsburg, A. P. (2003). Contrast sensitivity and functional vision. *International Ophthalmology Clinics*, 43(2), 5-15.

- Ginsburg, A. P. (2006). Contrast sensitivity: Determining the visual quality and function of cataract, intraocular lenses and refractive surgery. *Current Opinion in Ophthalmology*, 17(1), 19-26.
- Higgins, K. E., Jaffe, M. J., Caruso, R. C., & deMonasterio, F. M. (1988). Spatial contrast sensitivity: Effects of age, test-retest, and psychophysical method. *Journal of the Optical Society of America. A, Optics and image science*, 5(12), 2173-2180.
- Hohberger, B., Laemmer, R., Adler, W., Juenemann, A., & Horn, F. (2007). Measuring contrast sensitivity in normal subjects with OPTEC 6500: Influence of age and glare. *Graefé's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 245(12), 1805-1814.
- Itoh, N., Sagawa, K., Okamoto, A., Mitani, S., & Yoshida, T. (2007). Visual property of people with low vision: Contrast sensitivity function. *Proceeding CIE 26th Session*, Beijing, D1-107-110.
- Kaiserman, I., Hazarbassanov, R., Varssano, D., & Grinbaum, A. (2004). Contrast sensitivity after wave front-guided LASIK. *Ophthalmology*, 111(3), 454-457.
- Leat, S. J., & Wegmann, D. (2004). Clinical testing of contrast sensitivity in children: Age-related norms and validity. *Optometry and Vision Science*, 81(4), 245-254.
- Montes-Mico, R., & Charman, W. N. (2002). Mesopic contrast sensitivity function after excimer laser photorefractive keratectomy. *Journal of Refractive Surgery*, 18(1), 9-13.
- Onal, S., Yenice, O., Cakir, S., & Temel, A. (2008). FACT contrast sensitivity as a diagnostic tool in glaucoma. *International Ophthalmology*, 28(6), 407-412.
- Owsley, C. (2003). Contrast sensitivity. *Ophthalmology Clinics of North America*, 16, 171-177.
- Owsley, C., Sekuler, R., & Siemsen, D. (1983). Contrast sensitivity throughout adulthood. *Vision Research*, 23(7), 689-699.
- Pelli, D. G., Robson, J. G., & Wilkins, A. J. (1988). The design of a new letter chart for measuring contrast sensitivity. *Clinical Vision Science*, 2(3), 187-199.
- Pelli, D. G., & Zhang, L. (1991). Accurate control of contrast on microcomputer displays. *Vision Research*, 31(7), 1337-1350.
- Pesudovs, K., Hazel, C. A., Doran, R. M., & Elliott, D. B. (2004). The usefulness of Vistech and FACT contrast sensitivity charts for cataract and refractive surgery outcomes research. *British Journal of Ophthalmology*, 88(1), 11-16.

- Quesnel, N.-M., Lovasik, J. V., Ferremi, C., Boileau, M., & Ieraci, C. (2004). Laser in situ keratomileusis for myopia and the contrast sensitivity function. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, *30*(6), 1209-1218.
- Reeves, B. C., Wood, J. M., & Hill, A. R. (1991). Vistech VCTS 6500 charts-within- and between-session reliability. *Optometry and Vision Science*, *68*(9), 728-737.
- Ross, J. E. (1985). Clinical detection of abnormalities in central vision in chronic simple glaucoma using contrast sensitivity. *International Ophthalmology*, *8*, 167-177.
- Ross, J. E., Clarke, D. D., & Bron, A. J. (1985). Effects of age on contrast sensitivity function: Uniocular and binocular findings. *British Journal of Ophthalmology*, *69*, 51-56.
- Rubin, G. (1988). Reliability and sensitivity of clinical contrast sensitivity test. *Clinical Vision Sciences*, *2*, 169-178.
- Thayaparan, K., Crossland, M. D., & Rubin, G. S. (2007). Clinical assessment of two new contrast sensitivity charts. *British Journal of Ophthalmology*, *91*(6), 749-753.
- Tochel, C. M., Morton, J. S., Jay, J. L., & Morrison, J. D. (2005). Relationship between visual field loss and contrast threshold elevation in glaucoma. *BMC Ophthalmology*, *5*, 22.
- Watson, A. B., & Pelli, D. G. (1983). QUEST: A Bayesian adaptative psychometric method. *Perception & Psychophysics*, *33*(2), 113-120.

Elisa Colombo, Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán e Instituto de Investigación en Luz, Ambiente y Visión (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas – CONICET). Endereço para correspondência: Avda. Independencia 1800, San Miguel de Tucumán (4000), Tucumán, Argentina. Endereço eletrônico: ecolombo@herrera.unt.edu.ar

Javier Santillán, Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán e Instituto de Investigación en Luz, Ambiente y Visión (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas – CONICET). Endereço para correspondência: Avda. Independencia 1800, San Miguel de Tucumán (4000), Tucumán, Argentina. Endereço eletrônico: jsantillan@herrera.unt.edu.ar

Walter Arellano, Cátedra de Oftalmología, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Tucumán. Endereço para correspondência: Avda. Benjamín Aráoz, 750, San Miguel de Tucumán (4000), Tucumán, Argentina. Endereço eletrônico: arellanow77@yahoo.com.ar

Myriam Berman, Cátedra de Oftalmología, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Tucumán. Endereço para correspondência: Avda. Benjamín Aráoz, 750, San Miguel de Tucumán (4000), Tucumán, Argentina. Endereço eletrônico: mberman@arnet.com.ar

Roberto Sanchez, Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán e Instituto de Investigación en Luz, Ambiente y Visión (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas – CONICET). Endereço para correspondência: Avda. Independencia 1800, San Miguel de Tucumán (4000), Tucumán, Argentina. Endereço eletrônico: roberto_francisco_sanchez@hotmail.com

Clemente Paz, Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán e Instituto de Investigación en Luz, Ambiente y Visión (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas – CONICET). Endereço para correspondência: Avda. Independencia 1800, San Miguel de Tucumán (4000), Tucumán, Argentina. Endereço eletrônico: tanquepaz@hotmail.com

Luis Issolio, Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán e Instituto de Investigación en Luz, Ambiente y Visión (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas – CONICET). Endereço para correspondência: Avda. Independencia 1800, San Miguel de Tucumán (4000), Tucumán, Argentina. Endereço eletrônico: lissolio@herrera.unt.edu.ar

Recebido: 21/10/2010

Aceito: 13/12/2010