



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

Facultad de Ciencias

FACULTAD DE CIENCIAS  
CURSO DE ADAPTACIÓN AL GRADO EN ÓPTICA  
Y OPTOMETRÍA

Detección de pérdidas en la funcionalidad del sistema visual  
mediante el Analizador de Doble Modulación ATD.

Alicante, Junio de 2011

Trabajo fin de grado presentado por Dña. Inmaculada Cabezos Juan.

# ÍNDICE:

## 1. INTRODUCCIÓN.

1.1. CAMPIMETRÍA VISUAL.

1.2. PROCESADO DE LA INFORMACIÓN VISUAL.

1.3. ESPACIOS ATD.

1.4. PATOLOGÍAS ANALIZADAS QUE PUEDEN AFECTAR A LA FUNCIONALIDAD DE DISTINTOS CANALES CROMÁTICOS.

1.4.1. RETINOPATÍA DIABÉTICA.

1.4.2. GLAUCOMA.

## 2. OBJETIVOS.

## 3. MATERIALES Y MÉTODOS.

### 3.1. MATERIALES.

3.1.1. TEST CROMÁTICO DE FARNSWORTH MUNSELL 100 HUE.

3.1.2. NEUMOTONÓMETRO.

3.1.3. RETINÓGRAFO NO MIDRIÁTICO.

3.1.4. TOMOGRAFÍA DE COHERENCIA ÓPTICA DE SEGMENTO POSTERIOR (OCT).

3.1.5. CAMPÍMETRO SBP-3000.

3.1.6. ANALIZADOR DE DOBLE MODULACIÓN ATD.

### 3.2. PACIENTES.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN PARA EL PACIENTE NÚMERO 1.

4.2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN PARA EL PACIENTE NÚMERO 2.

## 5. CONCLUSIONES.

## 6. ANEXO: FICHA DEL PROTOCOLO CLÍNICO.

## 7. PROYECTOS DE FUTURO.

## 8. BIBLIOGRAFÍA.

## 2. OBJETIVOS.

1. El objetivo fundamental del presente trabajo es estudiar la capacidad del Analizador de Doble Modulación ATD para detectar pérdidas en la funcionalidad del sistema visual.

Se ha demostrado que distintas patologías afectan a la funcionalidad de distintos canales cromáticos y/o acromáticos en estadios iniciales, incluso antes de poder observar signos clínicos o percibir el paciente los síntomas característicos de su patología.

Con el Analizador de Doble Modulación ATD, se estudia en cada paciente su campo visual mediante la sensibilidad al contraste espacio-temporal para cada canal cromático y acromático, seleccionando las frecuencias espacio-temporales que minimizan el efecto de los demás canales ante la señal presentada. Al estudiar la función visual de forma separada para cada canal, teóricamente sería posible detectar de forma precoz pérdidas en su funcionalidad que con campimetrías convencionales podrían pasar todavía desapercibidas.

Un signo y/o síntoma precoz de una determinada patología ocular, puede conducir a un diagnóstico también precoz de la misma y esto a su vez conlleva normalmente a un mejor pronóstico, tratamiento y evolución. En determinadas patologías, una detección precoz no conlleva una posible intervención para la mejor evolución del caso, pero podría servir para el desarrollo de nuevos tratamientos y terapias en un futuro que frenen y/o mejoren el proceso de forma temprana.

Esta línea de investigación resultaría especialmente útil para el estudio y seguimiento de pacientes pertenecientes a grupos de riesgo para desarrollar una determinada patología ocular. Concretamente en este trabajo analizaremos un caso de un paciente con Diabetes Mellitus tipo 2 no insulino dependiente, diagnosticado de RD bilateral y otro paciente con GCS.

2. Como segundo objetivo, se ha pretendido desarrollar un protocolo clínico adecuado para aplicar a pacientes cuya función visual vaya a ser valorada con el Analizador de Doble Modulación ATD. Este protocolo, debe servir para todo paciente independientemente de su patología de base o de si está libre de patología.

Este campímetro es de reciente aparición y no se ha desarrollado hasta la fecha ningún protocolo de trabajo para su realización.

## 5. CONCLUSIONES.

1. Con los resultados obtenidos para los dos pacientes explorados y apoyándonos en estudios previos realizados por otros autores,<sup>7, 8</sup> parece confirmarse la capacidad del Analizador de Doble Modulación ATD para detectar pérdidas en la funcionalidad del sistema visual. Si bien es cierto, que se necesitaría para poder afianzar esta conclusión de posteriores estudios, con muestras de pacientes superiores a la utilizada en este trabajo (ver apartado 7).

Los resultados obtenidos con este prototipo se han comparado con los resultados obtenidos con un campímetro acromático convencional ya validado y utilizado en la práctica clínica habitual. Se ha podido comprobar que reproduce resultados similares en el canal acromático A Magnocelular (con coordenadas espacio-temporales 0.5 cpg/12 Hz) y que en todos los canales estudiados respetan la pérdida de sensibilidad hallada con la campimetría convencional. Hay que recordar que estas dos campimetrías, como ya se ha comentado, no son totalmente comparables.

También se ha podido comprobar que aislando los distintos canales con las frecuencias espacio-temporales adecuadas, se detectan pérdidas de sensibilidad mayores que con campimetrías convencionales. Parece que se obtiene más información a partir de los canales cromáticos que estudiando la sensibilidad retiniana con la campimetría acromática convencional. Esto en principio indicaría una posible detección precoz de la pérdida de funcionalidad del sistema visual, seleccionando el canal a estudio en estadios asintomáticos para el paciente y en los que todavía posiblemente no manifiesta pérdida con campímetros convencionales.

2. Se ha desarrollado un protocolo clínico adecuado para aplicar a pacientes cuya función visual vaya a ser valorada con el Analizador de Doble Modulación ATD (Ver Anexo en el apartado 6).

Se ha visto la necesidad de dividir la exploración en dos visitas diferentes si se va a realizar el estudio completo:

- En una primera visita debe realizarse la exploración convencional para todo paciente independientemente de la patología de base: datos refractivos, test colorimétrico, estudio de la reacción y simetría pupilar, exploración del segmento anterior y posterior y tonometría. En el caso de ser necesario, se pueden realizar optativamente técnicas diagnósticas complementarias como una retinografía y una

OCT u otras que surjan durante la exploración. Esta última básicamente si se ve o se sospecha la posibilidad de patología macular o la patología de base es susceptible de provocarla (como en el caso del paciente número 1). Estas técnicas diagnósticas se han utilizado obligatoriamente en el presente estudio como apoyo diagnóstico y como documentación de los casos presentados. La campimetría SBP-3000 se utilizó sólo como comparativa para el presente estudio (no pertenecería al protocolo clínico definido).

- Para el estudio con el Analizador de Doble Modulación ATD es conveniente citar al paciente otro día diferente al de la exploración básica previa. Se deberá de tener la precaución de realizar un descanso entre las distintas exploraciones campimétricas de unos cinco minutos, dependiendo de las necesidades del paciente concreto. El protocolo del analizador de Doble Modulación ATD, aconseja un descanso igual al tiempo empleado en la realización de la prueba, pero resulta arriesgado generalizar. Va a depender de cada persona, del cansancio y la ansiedad que le suponga el realizar las pruebas. Dependerá del esfuerzo que le suponga el tener que esperar todo ese tiempo de descanso, lo cual crea un estrés que puede influir en pruebas sucesivas. En cambio, es posible que algunas personas necesiten un descanso superior al estipulado. Se aconseja respetar el protocolo permitiendo cierta libertad de actuación personalizada.

Si se decidiese realizar el estudio para una sola frecuencia espacio-temporal, en el caso de que queramos sólo dirigirlo al canal supuestamente más afectado por la patología de base (como es el rojo-verde para la patología de nervio óptico o el azul –amarillo para la de retina), toda esta exploración se podría realizar completa en una sola visita. Simplemente habría que realizar un breve descanso tras la exploración básica ocular antes de pasar a realizar la campimetría.

## 6. ANEXO: FICHA DEL PROTOCOLO CLÍNICO.

ELABORACIÓN DE LA FICHA CLÍNICA PARA EL ESTUDIO CON EL ANALIZADOR DE DOBLE MODULACIÓN ATD.

(\*) Campos no obligatorios dependientes de la exploración

<b>DATOS DE FILIACIÓN</b>	
<b>FECHA DE EXPLORACIÓN</b>	
<b>ANAMNESIS</b>	
Motivo de la consulta	
Antecedentes médicos	
Medicación sistémica	
Alergias conocidas	
Antecedentes oculares	
Tratamiento ocular	
Antecedentes oculares familiares	
Antecedentes médicos familiares	
<b>ESTADO REFRACTIVO</b>	
Refracción actual en gafas	
OD AV	
OI AV	
Refractómetro automático	
OD	
OI	
Examen subjetivo	
OD AV	
OI AV	
<b>TEST DE FARNSWORTH MUNSELL 100 Hue</b>	
OD	OI



<b>ATD(elegir ojo/s y canal/es*)</b>	
OD	
Lente correctora:	
Mancha ciega:	
A 0.5 cpd /12 Hz	
T 0.5 cdp/2 Hz	
D 0.5 cpd /2 Hz	
A 4 cpd/2 Hz	
Observaciones:	
OI	
Lente correctora:	
Mancha ciega:	
A 0.5 cpd /12 Hz	
T 0.5 cdp/2 Hz	
D 0.5 cpd /2 Hz	
A 4 cpd/2 Hz	
Observaciones	
<b>DIAGNÓSTICO Y/O RESULTADOS OBTENIDOS</b>	
<b>TRATAMIENTO Y/O INDICACIONES</b>	



## 8. BIBLIOGRAFÍA.

- (1) Kanski JJ. Técnicas de exploración ocular. En: Kanski JJ. Oftalmología Clínica. 6ª Ed. Barcelona: Elsevier España S.L. 2009. p 1-32.
- (2) García Sanchez J, García Feijoó J, Martínez de la Casa JM, Martínez García A. Glaucoma. En: Técnicas diagnósticas en Oftamología. Barcelona: Prous Science, S.A; 2003. p. 59-102.
- (3) Artigas JM, Capilla P, Felipe A y Pujol J. Óptica Fisiológica. Psicofísica de la Visión. Madrid: Mc Graw-Hill-Interamericana de España; 1995.
- (4) Nomura R, Terasaki H, Hirose H, Miyake Y. Blue-on-yellow perimetry to evaluate S cone sensitivity in diabetics. Ophthalmic Res. 2000;32:69-72.
- (5) Johnson CA, Brandt JD, Khong AM, Adams AJ. Short-wavelength automated perimetry in low-, medium-, and high-risk ocular hypertensive eyes. Initial baseline results. Arch Ophthalmol 1995;113:70-6.
- (6) Ferreras A, Polo V, Larrosa JM, et al. Can frequency-doubling technology and short-wavelength automated perimetries detect visual field defects before standard automated perimetry in patients with preperimetric glaucoma? J Glaucoma 2007;16:372-83.
- (7) Morilla A, Antón A, Jiménez B, Rodríguez C, Martínez V, Fallon M, Capilla P, Luque MJ, Felipe A, Artigas JM. ATD perimetry in glaucoma and ocular hypertensive patients. A preliminary study. EVER 2007, pp-64, PS3-448.
- (8) Morilla-Grasa A, Antón A, Santamaría S, Capilla P, Gómez-Chova J, Luque MJ, Artigas JM, Felipe A. Contrast sensitivity differences between glaucoma, ocular hypertensive and glaucoma suspect patients found by ATD perimetry, ARVO 2009, Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2009. 50: Issue 5; E-Abstract 5290.
- (9). Hubel DH. Ojo, cerebro y visión. 2ª ed . Murcia: Servicio de publicaciones de la Universidad de Murcia; 2000.
- (10) Tovee MJ. An introduction to the Visual System. Cambridge: Cambridge University Press; 2009.
- (11) De Valois KK. Seeing. San Diego: Academic Press; 2000.
- (12) Luque MJ, Capilla P, Malo J. Espacios lineales de representación del color. En: Capilla P, Artigas JM, Pujol J. Fundamentos de Colorimetría. Valencia: Universitat de València; 2002. p. 31-52.

- (13) García Domene MC. Evaluación y modelización de la discriminación cromática en una pantalla de visualización de datos [trabajo fin de máster]. Alicante: Universidad de Alicante; 2006.
- (14) Krauskopf J, Williams DR, Heeley DW. Cardinal directions of color space. *Vision Res.* 1982;22:1123-1131.
- (15) Brainard DH. Cone contrast and opponent modulation color spaces. In Kaiser PM, Boynton RM. *Human Color Vision*. Optical Society of America. Washington DC.1996:563-579.
- (16) Kanski, JJ. Enfermedad vascular retiniana. En: Kanski JJ. *Oftalmología Clínica*. 6ª Ed. Barcelona: Elsevier España S.L. 2009. p 557-616.
- (17) Loyda M, Savón G. Glaucoma y visión a color. *Indexmedico Journal* [revista en Internet] 1996 [acceso 1 de Julio de 2008]; 2: [742-47]. Disponible en: [http://www.indexmedico.com/publicaciones/indexmed\\_journal/edicion5/glaucoma/savon\\_george.htm](http://www.indexmedico.com/publicaciones/indexmed_journal/edicion5/glaucoma/savon_george.htm)
- (18) Davies N, Morland A. Extent of foveal tritanopia in diabetes mellitus. *Br. J. Ophthalmol* [revista en Internet] 2003 [acceso 12 de Junio de 2007]; 87; [742-746]. Disponible en: <http://www-users.york.ac.uk/~arm501/PDF/Davies%20and%20Morland%20BJO%202003.pdf>
- (19) Kanski, JJ. Glaucoma. En: Kanski, JJ. *Oftalmología Clínica*. 6ª Ed. Barcelona: Elsevier España S.L. 2009. p 364-431.
- (20) Pacheco-Cutillas M, Sahraie A, Edgar DF. Acquired colour vision defects in glaucoma—their detection and clinical significance. *Br J Ophthalmol* 1999; 83: [1396–1402].
- (21) Arana G, Castillo DH. Alteraciones de la visión al color en pacientes presbitas [trabajo fin de máster]. Madrid: Fundación COI. 2003.
- (22) Manual de instrucciones del test cromático Farnsworth Munsell 100 Hue.
- (23) Manual de instrucciones del tonómetro de aire TOPCON CT-80.
- (24) Manual de retinógrafo no midriático TOPCON TRC-NW6S Non-Mydriatic Retinal Camera.
- (25) Corcóstegui B, Castillo R, Moreno J. Segmento posterior. En: *Técnicas diagnósticas en Oftamología*. Barcelona: Prous Science, S.A.; 2003. p. 103-142.
- (26) Manual de instrucciones de la OCT OPTOPOL SOCT Copernicus HR.
- (27) Kanski, J.J. Técnicas de imagen. En: Kanski, JJ. *Oftalmología Clínica*. 6ª Ed. Barcelona: Elsevier España S.L. 2009. p 33-57.

(28) Manual del campímetro TOPCON SBP-3000.

(29) Pérez VV, De Fez D, Martínez F. Colour vision: theories and principles. En: Gulrajani ML. Colour measurement. Principles, advances and industrial applications. Cambridge: 2010. p. 1-18.

(30) Johnson CA, Brandt JD, Khong AM, Adams AJ. Short-wavelength automated perimetry in low-, medium-, and high-risk ocular hypertensive eyes. Initial baseline results. Arch Ophthalmol 1995;113:70-6.

(31) Manual del Analizador de Doble Modulación ATD.