

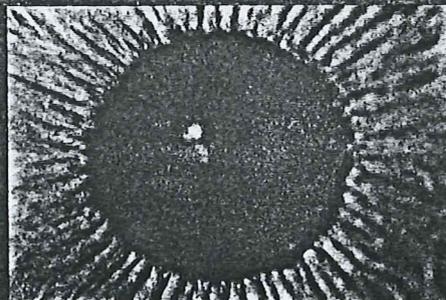
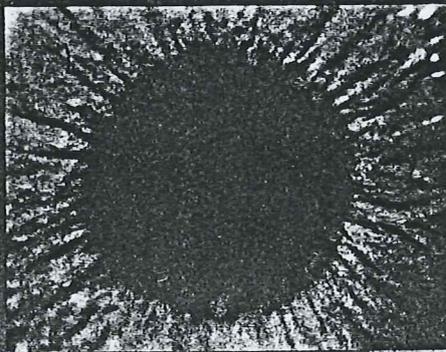
ARCHIVOS DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE OFTALMOLOGIA



Vol. LXXI

Octubre 1992

Núm. 4



OCULOS DE CEREBELLSACKA
1992

Contenido

Normas

Editorial

Estudio de vacuolas endotelial en córneas conservadas a corto, medio y largo plazo

Sistema de aprendizaje por ordenador para la queratometría radial: estudio clínico de 300 casos

Estudio comparativo de la interfase posterior del vítreo, mediante ecografía y biomicroscopia en pacientes con desprendimiento de la retina

Principales alteraciones oftalmológicas en niños con síndrome de Down

Relación entre los defectos de la CFNR y las alteraciones campimétricas en el diagnóstico precoz del glaucoma

Trabeculectomía ambulante

Incidencia y factores de riesgo del glaucoma en la queratoplastia penetrante

Valoración del uso de la metoclopramida como medicación de rutina en la angiografía fluorescénica

Resultados iniciales con la CIO bifocal 8191M de IOLAB

Progresión de la miopía y carga ocular en la utilización de los video terminales

Desprendimiento de retina pseudotrófico

Procedimiento e indicaciones para la realización de punción aspiración con acuñón (PAAC) ante la sospecha de melanoma de coroides

Codificación en color y análisis de la catarata nuclear

El «Detemar»: un tipo imitatorio para los amantes de la historia de la medicina

Notas varias

Sociedades y Reuniones Científicas

Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología

PUBLICACION MENSUAL

EDITOR:

Prof. José Carlos Pastor Jimeno

EDITORES ADJUNTOS:

Dra. M.^a Antonia Saornil Álvarez
Dr. Salvador Nos Barberá

SECRETARIA DEL EDITOR:

M.^a José Rodríguez García

SECCIÓN HISTÓRICA:

Dr. Carlos López de Letona

La correspondencia de la SOCIEDAD deberá dirigirse a la Secretaría General y la relacionada con la Redacción de ARCHIVOS al Prof. José Carlos Pastor Jimeno, ambas en Donoso Cortés, 73, 1º Izq. Tels. 544 58 79 – 544 80 35. Fax: 544 18 47 (Audiovisual y Marketing, S.L.), 28015 Madrid.

Cuota anual de socio	10.000 ptas.
Suscripción anual	15.000 ptas.
Número suelto	1.250 ptas.
Cuota anual de socio extranjero	110 \$ USA
Suscripción anual extranjero	125 \$ USA

S.V.R. 90

Depósito Legal M. 134-1958 ISSN 0365-6691

CAPTA, ARTES GRAFICAS S.A. – CTRA. DE LOECHES, Nº. 50 – 28850 TORREJON DE ARDOZ

Contenido - Contents

Normas	
Editorial.	
Arenas Archila E	305
Estudio de viabilidad endotelial en córneas conservadas a corto, medio y largo plazo. <i>Corneal endothelium viability study in corneas under short term, medium term and long term preservation.</i>	
Canals Imohr M, Costa Vila J, Ruano Gil D, Pita Salorio D.....	307
Sistema de aprendizaje por ordenador para la queratotomía radial: estudio clínico de 300 casos. <i>Expert system for radial keratotomy: clinical study of 300 cases.</i>	
García-Ibor F, Harto M, Cortina P, Sendín M, Barber F, Cisneros A.....	319
Estudio comparativo de la interfase posterior del vítreo, mediante ecografía y biomicroscopía en pacientes con desprendimiento de la retina. <i>A comparative study of the posterior vitreal interface by means of ultrasound and biomicroscopy in patients with retinal detachment.</i>	
Santos Insúa L, Capeans Tomé C, García Campos J, Lorenzo Carrero J, Suárez Campo A, Tourino Peralba R, Blanco Teijeiro M.ªJ, Sánchez Salorio M.....	325
Principales alteraciones oftalmológicas en niños con síndrome de Down. <i>Principal ophthalmologic alterations in children with Down's syndrome.</i>	
González Viejo I, Ferrer Novella C, Pueyo Subías M, Ronchera Oms JM, Ferrer Novella E, Fernández Tirado FJ, Bueno Lozano J	331
Relación entre los defectos de la CFNR y las alteraciones campimétricas en el diagnóstico precoz del glaucoma. <i>Relation between defects in RNFL and alterations in visual field in early glaucoma diagnosis.</i>	
Honrubia López FM, González Viejo I, Sánchez Pérez A.....	337
Trabeculectomía ambulante. <i>Outpatient trabeculectomy.</i>	
Gutiérrez E, Cava C, Montero M, Mencia E	345
Incidencia y factores de riesgo del glaucoma en la queratoplastia penetrante. <i>Incidence and risk factors of glaucoma in penetrating keratoplasty.</i>	
Lema I, Rodríguez-Ares MT, Fente B, Díez-Feijoo E, Sánchez Salorio M	351
Valoración del uso de la metoclopramida como medicación de rutina en la angiografía fluoresceínica. <i>Assessment of the routine use of metoclopramide in fluorescein angiography.</i>	
Fernández Guardiola A, Cordero Vallverdú JM, Oliver Pujol E, Xipell Costas J	357

Resultados iniciales con la LIO bifocal 8191M de IOLAB. <i>Initial results with IOLAB 8191M bifocal IOL.</i> Baamonde Arbaiza MB, Fernández-Vega Sanz L, Alfonso Sánchez J	363
Progresión de la miopía y fatiga ocular en la utilización de los vídeo-terminales. <i>Progressive short-sightedness and eye strain when using computers.</i> De Timoteo Barranco MJ	369
Desprendimiento de retina pseudofáquico. <i>Pseudophakic retinal detachment.</i> Suárez Leoz M, Simón Castellvi S, Pertejo Fernández E, Calles Romero C, Vidal Fernández P, Teijeiro Permuy M. ^ª A, Aparicio Hernández Lastra M. ^ª J	377
Procedimiento e indicaciones para la realización de punción aspiración con aguja fina (PAAF) ante la sospecha de melanoma de coroides. <i>Procedure and symptoms for the performance of fine needle aspiration puncture (FNAP) with possible choroidal melanoma.</i> Rodríguez-Galietero A, Prieto M, Maldonado MJ, Muñoz G, Tarek AZ, Menezo JL	383
Codificación en color y análisis de la catarata nuclear. <i>Colour codification and analysis of nuclear cataracts.</i> Maldonado MJ, Arnau V, Pérez-Torregrosa V, Rodríguez-Galietero A, Harto MA, Menezo JL	391
El «Detema», un libro imprescindible para los amantes de la historia de la medicina. Esteban de Antonio M	401
Notas varias	
Sociedades y Reuniones Científicas	

PROTESIS OCULARES



DRES.

LAISECA
MEDICOS OCULARISTAS

28036 MADRID

Paseo de La Habana, 184, bajo.

Tel. 350 30 12 (p.p.h. de 9 a 2, excepto sábados)

41001 SEVILLA

Calle Rosario, 16, 3º E.

Tel. (954) 21 46 42 (p.p.h. de 10 a 1, excepto sábados)

CODIFICACIÓN EN COLOR Y ANÁLISIS DE LA CATARATA NUCLEAR

MALDONADO MJ¹, ARNAU V², PÉREZ-TORREGROSA V¹, RODRÍGUEZ-GALITIERO A¹
HARTO MA³, MENEZO JL⁴

SUMMARY

COLOUR CODIFICATION AND ANALYSIS OF NUCLEAR CATARACTS

Objective: Since the simple viewing of nuclear cataracts on the slit-lamp is subject to the observer's bias, we attempted to improve the accuracy of objective assessment of lens opacities. We present an original technique that aims to standardize images of nuclear opacification by means of digital colour codification and further analysis.

Design: In order to locate the corneal reflex of the slit-lamp we used a technique of thresholding of the intensities over 17 photographed developmental cataracts. Then, we assigned different colours to the different intensities which outline the distribution of lens opacities over the mydriatic pupil. To enhance contrast and definition of the shape and density of the opacities, we performed statistical analysis of the image captured in grey scale and spread the histogram of intensities to the full range of intensity levels (256).

Results: We obtained a 100% successful localisation of the corneal reflex and produced a mean enhancement of the grey scale intensity level of 26%. We yielded numerous colour-coded images of the lens opacities after using original colour tables. We found that tables assigning cold colours to the healthy lens and warm colours to the opacified nuclei rendered better results.

Conclusions: This method enhanced the detailed features of images of nuclear cataracts. It proved to be superior to previous reported subjective methods since it gave objective information that was also sensitive to small increments of opacification. Over other objective techniques, our method seemed to have good reproducibility, feasibility and the information was shown in a more intuitive way. Because of all this, our technique appears to be useful for the objective evaluation of nuclear cataracts.

KEY WORDS: Nuclear cataract, digital image analysis, colour codification.

Servicio de Oftalmología, Hospital Universitario La Fe (Departamento de Cirugía, Universidad de Valencia).

¹ Licenciado en Medicina

² Doctor en Física.

³ Doctor en Medicina.

⁴ Doctor en Medicina y Cirugía.

Comunicación presentada en el LXX Congreso de la S.E.O. (Tenerife, 1994)

Correspondencia:
Dr. Miguel J. Maldonado
Avd. Pío XII, 11-15 A
46009 Valencia

RESUMEN

Objetivo: Debido a que la observación de las cataratas en la lámpara de hendidura está muchas veces sujeta al error de apreciación individual, nos proponemos mejorar la precisión de la valoración objetiva de las opacidades cristalínicas. Presentamos una técnica original que pretende lograr la estandarización de imágenes de catarata nuclear por medio de la codificación digital en color y el ulterior análisis.

Diseño: Con el fin de localizar el reflejo corneal artefactante producido por el haz de la lámpara de hendidura aplicamos una técnica de umbralización de intensidades sobre las fotografías de 17 cataratas juveniles. Entonces, asignamos colores diferentes a las distintas intensidades que marcan la distribución de las opacidades dentro de la pupila midriática. Posteriormente, y con el fin de mejorar el contraste y la definición de la forma y densidad de las opacidades, realizamos un análisis estadístico de la imagen capturada en niveles de gris y extendimos el rango de variación a todos los niveles de intensidad (256).

Resultados: De este modo obtuvimos una correcta localización del reflejo corneal en el 100% de los casos y conseguimos una media del 26% de mejora de intensidad en la escala de grises. Analizamos la totalidad de las imágenes de opacidades cristalínicas codificadas en color después de utilizar las tablas diseñadas. Encontramos que aquellas tablas que asignaban colores fríos para las áreas de cristalino transparente y cálidos para los núcleos opacificados proporcionaron unos mejores resultados.

Conclusiones: Este método mejoró las características de las imágenes de cataratas nucleares. Demostró ser superior a los métodos subjetivos previamente publicados al proporcionar información objetiva y ser también sensible a pequeñas variaciones en la opacidad. Sobre otras técnicas objetivas nuestro método pareció ser reproducible y viable, ofreciendo la información de una forma más intuitiva. Por todo ello, nuestra técnica parece ser útil para la evaluación objetiva de las cataratas nucleares.

PALABRAS CLAVE: Cataratas nucleares, análisis digital de imagen, codificación en color.

INTRODUCCIÓN

Resulta paradójico encontrar cómo, pese a la alta prevalencia que la catarata presenta en nuestra sociedad, no existe un método objetivo para la evaluación de su magnitud que haya sido aceptado por la mayoría de los oftalmólogos.

Habitualmente, la valoración de la cuantía de la opacidad cristalíniciana se realiza en base a dos parámetros: uno, la imagen observada en la lámpara de hendidura y dos, la disminución de la agudeza visual (AV) que en ese momento se registra. Con menos frecuencia, esta información básica se complementa con la proporcionada por tests de sensibilidad al contraste y medida del deslumbramiento. Sin embargo, estos

parámetros no guardan siempre una relación directa con la opacidad de la catarata. Así, la imagen que percibimos en la lámpara de hendidura es el resultado de la captación de dos tipos de dispersión luminosa, la aparente y la real (1). Este fenómeno con frecuencia conduce a que la impresión obtenida sea una sobreestimación de la imagen auténtica (1, 2). Por otro lado, sabemos que la agudeza visual es un aspecto importante, pero no el único de la visión, y que otros parámetros de la función visual como la sensibilidad al contraste y el umbral al deslumbramiento se ven profundamente afectados por la presencia de cataratas. Incluso asumiendo que la agudeza visual es el más importante de ellos, su disminución no sólo puede deberse a la presencia de opacidades en el cris-

talino, sino que también a patología presente a cualquier otro nivel de la estructura ocular o vía visual. Además, la correlación entre agudeza visual y catarata observable en la lámpara de hendidura resulta en muchas ocasiones escasa (3, 4).

De todo esto se desprende la necesidad de encontrar un método para cuantificar la opacidad cataratosa que resulte preciso, sensible a pequeños cambios de opacidad y fácilmente reproducible en el espacio y en el tiempo. Se han realizado intentos recientes de cuantificar la magnitud de las cataratas que incluyen tanto métodos subjetivos como objetivos. Entre los primeros destacan los sistemas de clasificación basados en sistemas de fotograduación (5, 6) y valoración de fotografías Scheimpflug (7). Entre los segundos se encuentran el análisis densitométrico longitudinal de imágenes fotográficas (8), el método de sustracción del componente de color (9), el sistema Lensmeter 701 (10) y la autofluorescencia (11). Las limitaciones descritas para los métodos de evaluación subjetivos incluyen la deficiente graduación de las imágenes, la falta de relación entre la graduación del color y parámetros del color no contemplados como el tono, la saturación y la luminosidad, la falta de sensibilidad para la detección de cambios en estadios precoces y la falta de igualdad de los intervalos propuestos en las diferentes escalas (6). La mayoría de los métodos objetivos encuentran, por otro lado, difícil aplicación en la clínica diaria y resultan poco intuitivos.

En este trabajo describimos la utilidad de la aplicación de distintas técnicas de tratamiento digital de imágenes, que mejoran las ya expuestas por nosotros en el congreso internacional Cataract'93 (Melbourne, Australia), en la comunicación titulada "A diagnostic approach to the digital imaging of developmental cataracts", con el fin de establecer un estándar en el tratamiento y visualización de imágenes de cataratas que sea fácilmente reproducible, de aplicación clínica y que aporte una objetiva mejora sobre la imagen obtenida en la lámpara de hendidura.

MATERIAL Y MÉTODOS

Nuestro estudio se realiza sobre 17 imágenes fotográficas de cataratas nucleares obtenidas bajo midriasis, sin difusor y con la máxima apertura de hendidura (Fig. 1), observando que el reflejo de la lámpara sobre la córnea quede lo más periférico posible, pero sin perder detalle de la opacidad. Sobre estas imágenes realizamos la adquisición y tratamientos digitales utilizando: un ordenador PC-Compatiable, una placa digitalizadora PIP-1024 de la marca MATROX, una cámara CCD de Blanco/Negro de la marca RCA y un monitor de visualización en color marca SONY, tecnología trinitrón y modelo KX-14CP1.

El tratamiento digital realizado sobre las imágenes comprendió tres fases cuyo fin fue la obtención de una perfecta estandarización de la visualización de imágenes médicas. El primer tratamiento consistió en la umbralización por intensidad de la imagen a estudio para discriminar el reflejo artefactante producido por el foco de luz al reflejarse en la córnea cuando se tomó la imagen. El segundo tratamiento se basó en la pseudocoloración de las imágenes monocromas para permitir que el ojo del oftalmólogo captara una mayor información de las variacio-

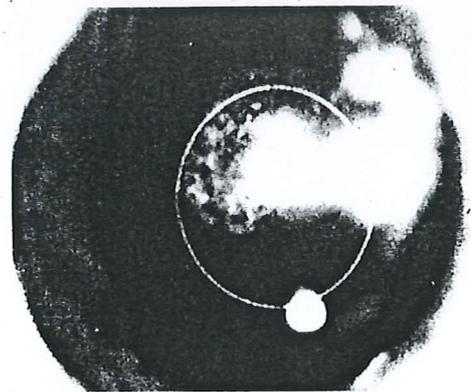


Fig. 1. Imagen de la catarata nuclear bajo midriasis en niveles de gris.

nes tonales. Para finalizar con un tercer tratamiento, ya más sofisticado, consistente en la normalización en escala de grises de la imagen, con dos importantes fines: el primero, minimizar las diferencias en las condiciones de luminosidad y apertura de diafragma de las distintas capturas de imagen, y el segundo, ofrecer una óptima visualización de la imagen pseudocoloreada de forma que toda la gama de colores de la paleta apareciera en la misma.

Partimos de imágenes fotográficas que al ser digitalizadas en niveles de gris con el hardware específico incorporado al ordenador se convirtieron en matrices de puntos de tamaño 512x512 y con una resolución de 256 niveles de gris por punto de imagen. Estas matrices fueron susceptibles tanto de ser almacenadas en el ordenador como de ser visualizadas en un monitor. Sobre estas imágenes digitalizadas se pueden realizar infinidad de tratamientos con fines específicos. Para nuestro estudio consideramos más útiles las técnicas de: 1) umbralización, 2) pseudocoloreación (12) y 3) realce mediante modificación de histograma. Estas son respectivamente las tres fases de las que se compone el tratamiento realizado sobre las imágenes.

Mediante la umbralización perseguimos buscar un valor de intensidad discriminador por encima del cual sólo se encontrasen puntos de imagen pertenecientes al reflejo corneal artefactante, quedando los puntos de imagen pertenecientes a la catarata por debajo de este valor. Conociendo este umbral, realizamos una modificación del valor de intensidad de los puntos de imagen con luminosidad mayor, que pertenecían al reflejo artefactante, para que no pudieran ser confundidos con los puntos de imagen de la catarata, para lo cual les asignamos el valor 0 de luminosidad en escala de grises. Con esta técnica pretendimos discriminar y localizar los reflejos de la imagen que poseían una gran intensidad y que saturaban normalmente los sensores de la cámara.

El siguiente tratamiento que realizamos sobre las imágenes umbralizadas fue la pseudocoloreación. Este método consistió en asignar a cada uno de los 256 niveles de gris un color diferente. Se realizó asignado a cada nivel de gris un valor de coordenadas colorimétricas RGB -R=rojo, G=verde, B=azul- (Gráfico 1). Teniendo en cuenta que cada una de estas coordenadas puede variar en un rango de 0 a 255, con el hardware disponible tuvimos la posibilidad de generar 16 millones de colores, de los cuales elegimos 256 que asignamos a cada nivel de gris, de forma no arbitraria sino persiguiendo unos ciertos objetivos: uniformidad en la asignación, colores fríos para intensidades bajas y cálidos para intensidades altas, abarcar una amplia gama de tonalidades cromáticas y respetar el color negro para el nivel de gris más oscuro.

Con el fin de obtener imágenes perfectamente contrastadas, aplicamos a continuación la técnica conocida como ecualización lineal del histograma (10). Para ello realizamos un estudio estadístico con el objeto de conocer la distribución de la frecuencia de aparición de cada nivel de gris. La representación de este estudio estadístico constituyó el histograma de la imagen original (Gráfico 2). La variación de estos niveles de gris en las imágenes digitalizadas no se extendió al 100% de su rango de amplitud, con lo cual las imágenes pseudocoloreadas no presentaban toda la gama de colores de la paleta que

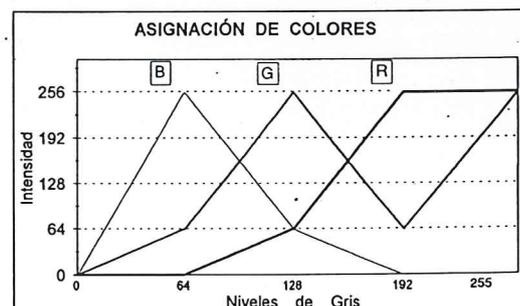


GRÁFICO 1. Asignación de color en espacio colorimétrico RGB a cada intensidad de gris. (R= rojo, G=verde, B=azul).

se muestra en la parte inferior de la imagen. Por consiguiente, modificamos el nivel de gris de cada punto de imagen para que la imagen final tuviera una distribución estadística que se extendiera a lo largo de todo el rango posible de intensidades (Gráfico 3).

Posteriormente, realizamos un estudio sobre tablas de color citadas en libros de tratamiento de imagen (10) y experimentamos a partir de ellas con tablas de diseño propio.

RESULTADOS

Obtuvimos una eficiente localización del reflejo corneal artefactante en las imágenes de catarata, a la vez que mejoramos consi-

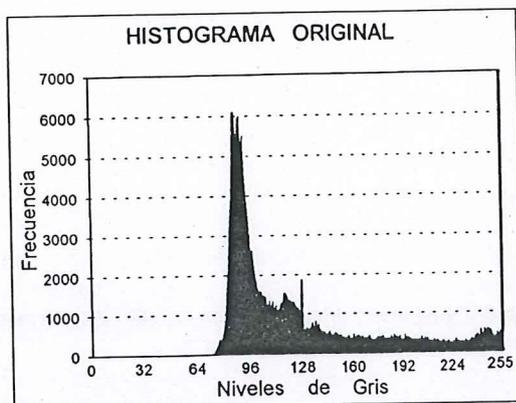


GRÁFICO 2. Histograma de niveles de gris de la imagen de la figura 1.

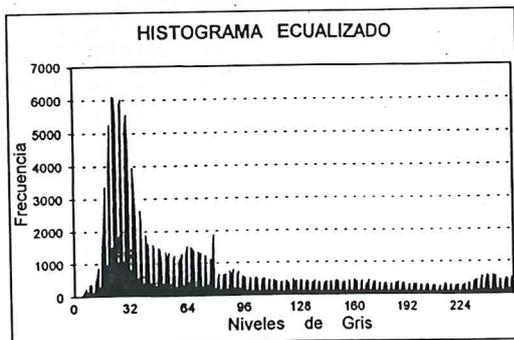


GRÁFICO 3. Histograma ecualizado a la máxima amplitud de niveles de gris.

derablemente la calidad final de la imagen al aumentar el contraste de la misma. De la serie estudiada, conseguimos una media del 26% de mejora en el rango de variación de los niveles de gris y un 100% en la localización de los reflejos artefactantes.

Nuestro método permitió la codificación en color de las opacidades cristalinas, como se ilustra en el caso completo expuesto a continuación. Aquí se aprecia la imagen acromática de la catarata nuclear original (Fig. 1) y las imágenes resultado de aplicar cada una de las técnicas digitales tendentes a la estandarización de la visualización de imágenes acromáticas. Llevamos a cabo una umbralización de la imagen (Fig. 2) con el fin de aislar los reflejos corneales artefactantes; después, asignamos una primera paleta de colores a la misma (Fig. 3); y, para finalizar, tras el estudio estadístico de la distribución de niveles de gris realizamos una ecualización de histograma que mejoró el contraste final de la imagen de la catarata, (Fig. 4). Esta técnica digital de ecualización de histograma permitió una normalización en la visualización de las imágenes, pues éstas siempre abarcaron toda la gama de colores disponibles en la paleta. El incremento medio en nuestra serie desde la imagen inicial en niveles de gris hasta la normalizada, que recoge el 100% del rango, fue del 26% de niveles. La compa-

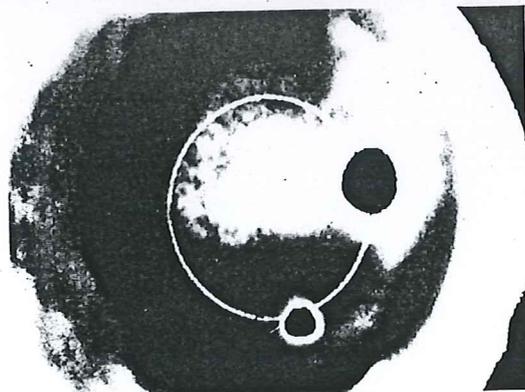


FIG. 2. Umbralización de la imagen de catarata por intensidad luminosa. Discriminación del reflejo corneal artefactante.

ración entre las figuras 3 y 4 ilustra la eficiencia de este tratamiento.

Además, de la multitud de tablas de colores ensayadas, de las cuales acabamos de mostrar una, ofrecemos imágenes finales de otras tres obtenidas sobre la misma catarata para posterior discusión de los diferentes resultados. La primera ya expuesta (Fig. 4) fue diseñada para que, partiendo del negro, se asignase a los puntos de menor intensidad luminosa el color azul, y según los puntos de imagen ganasen en intensidad, se variase gradualmente hacia colores más luminosos y cálidos, progresando del azul al verde, luego al marrón, rojo, para finalizar con el

color amarillo para los tonos más luminosos. Mostramos una segunda paleta (Fig. 5) que asignó al cristalino transparente el color blanco y conforme aumentaba la opacidad progresivamente, el azul, verde, amarillo y rojo, terminando en negro para aquellos puntos que ofrecían mayor opacidad. Se puede observar también una tercera paleta de colores (Fig. 6) que resultaba ser el negativo de la anterior, de modo que la asignación de colores fue la inversa. Por último, seleccionamos una cuarta paleta de colores (Fig. 7) similar a la tercera pero con la diferencia de que en la asignación eliminamos los colores acromáticos (negro y blanco).

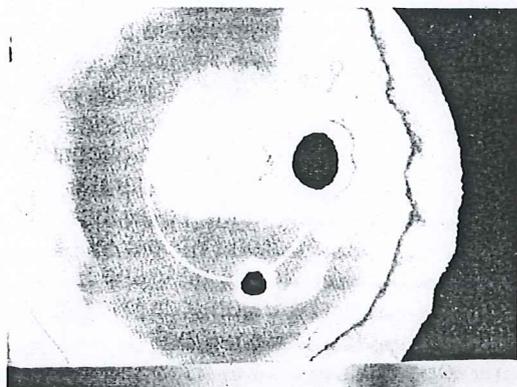


FIG. 3. Aplicación de la pseudocoloración a la imagen de catarata umbralizada. Observar paleta de color en la base.

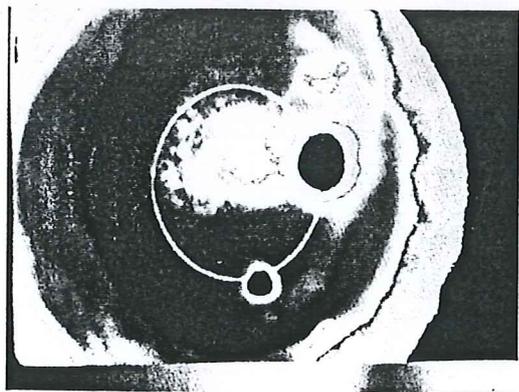


FIG. 4. Imagen pseudoloreada tras la aplicación de la equalización digital del histograma.

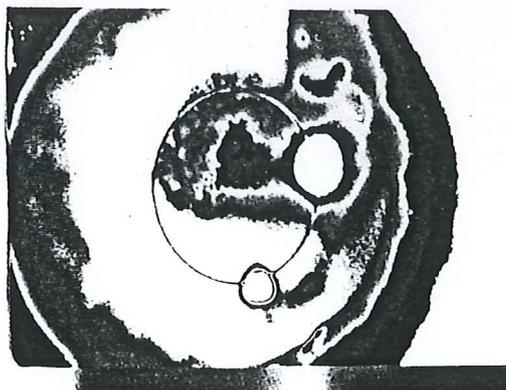


FIG. 5. Aplicación de una segunda paleta de colores a la imagen umbralizada.

DISCUSIÓN

Salvando los criterios sobre las preferencias personales de los colores asignados, es indudable que la aplicación combinada de las tres técnicas de tratamiento digital de imágenes nos ofrece un método estandarizador en la visualización de imágenes médicas, que permitió obtener siempre unas tonalidades constantes e invariantes a las condiciones de captura de las imágenes, dependiendo la distribución de los colores tan sólo del grado de opacidad de las cataratas y del espectro de colores seleccionado.

El tratamiento digital realizado sobre las imágenes de cataratas nucleares juveniles o congénitas comprendió tres fases mediante las cuales se consiguió una visualización objetiva y graduada en pseudocolor. Cada una de ellas se ideó para soslayar las dificultades que este tipo de imágenes ofrecen para su análisis. Así, la existencia del reflejo corneal artefactante en la imagen (Fig. 1) dificultaba la visualización de la catarata y podía inducirnos a errores de apreciación. Por ello proponemos la toma de imagen a la lámpara de hendidura con el haz incidiendo oblicuo con un ángulo de 90 a 120 grados con la perpendicular, de forma similar a como se toman las fotografías Scheimpflug (7). De este modo, el reflejo queda situado lo más periféricamente posible interfiriendo menos con la opalescencia cataratosa. Además, realizamos una umbralización de la imagen a estudio para discriminar el reflejo producido por el foco de luz al reflejarse en la córnea cuando se tomó la imagen. Este proceso lo aplicamos de manera original al estudio de la catarata nuclear, ya que sólo con nuestro método, que estudia imágenes frontales totales, se recoge dicho reflejo, y no con ningún otro publicado (3, 5, 6, 7, 8, 9, 10), pues en éstos se analizan cortes biomicroscópicos de las opacidades nucleares. Así mismo, se pudo comprobar que si no hubiésemos realizado la umbralización por intensidad, la imagen final pseudocoloreada obtenida hubiera ofrecido dificultades en su visualización, pues el reflejo artefactante hubiera sido confundido con una zona de alta opacidad (comparar figuras 1 y 2).

El segundo tratamiento se basó en la pseudocoloración de las imágenes monocromas para permitir que el ojo del oftalmólogo captara una mayor información de las variaciones tonales. El ojo humano distingue infinidad de colores y, sin embargo, tan sólo es capaz de diferenciar entre una o dos docenas de niveles de gris (10), las últimas en el caso de poseer un gran entrenamiento en el discernimiento de variaciones de intensidad. Es por esto que la apli-

cación de pseudocoloración propició que el método resultara más evidente que otros análisis objetivos descritos (8, 9, 10, 11) en la identificación de distintos grados de opacidad. De las cuatro tablas de color mostradas en la sección de resultados observamos que: la primera (Fig. 4) muestra una progresión de colores desde gamas frías a otras progresivamente más cálidas que facilita, por ello, un análisis intuitivo de la imagen final, además de discriminar de manera eficiente las opacidades en su zona central; la segunda (Fig. 5), al asignar al cristalino transparente el color blanco, a la mayor opalescencia el negro y entre ellas mantener una progresión de colores fríos a cálidos, supera a la anterior

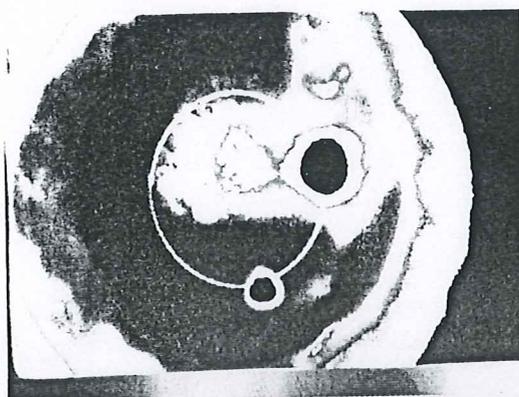


FIG. 6. Aplicación de una tercera paleta de colores a la imagen umbralizada. Esta paleta de color es inversa a la aplicada en la figura 5.

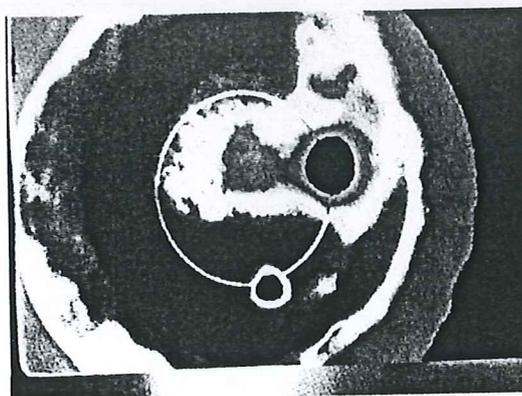


FIG. 7. Aplicación de una cuarta paleta de colores a la imagen umbralizada.

en cuanto a lo intuitivo de la resultante; la tercera (Fig. 6), que es la inversa o negativo de la anterior, ofrece también una muy buena capacidad de distinguir pequeños incrementos de opacidad, distinguiendo de manera más evidente el reflejo corneal artefactante, sin embargo, no ofrece una progresión colorimétrica acorde con un grado mayor de opacidad al evolucionar desde los colores cálidos hasta los fríos; la cuarta (Fig. 7) no muestra tampoco una progresión lógica del espectro y, además, no se demostró ser tan resolutive como las anteriores en la distinción de los aspectos centrales de la catarata.

Mediante la normalización en escala de grises de la imagen, al tiempo de aumentar el contraste entre las distintas tonalidades, se cumplieron otros dos importantes fines: el primero, minimizar las diferencias en las condiciones de luminosidad y apertura de diafragma de las distintas capturas de imagen, y el segundo, ofrecer una óptima visualización de la imagen pseudocoloreada de forma que toda la gama de colores de la paleta apareciera en la misma. Una imagen acromática está perfectamente contrastada cuando el rango de variación de los niveles de gris abarca toda la amplitud de valores posibles, que va de 0 a 255 (12). Si la visualización de esta imagen es en pseudocolor, este máximo contraste se hará patente cuando la imagen ofrezca toda la gama de colores que presenta la paleta de color seleccionada. Dicho principio se cumplió en todos los casos, como se puede observar en las distintas fotografías (Fig. 4, 5, 6, 7). Este último paso facilita que este método presente una mejor graduación, sensibilidad e igualdad en los intervalos de densidad que los métodos subjetivos (7, 8, 9), permitiendo por ello una estandarización capaz de ser reproducida y comparada fácilmente por distintos observadores o por un mismo observador en situaciones distintas. Por ello, una de las ventajas de este tratamiento es la potencialidad de ser reproducido y contrastado conociendo la técnica de realce aplicada y la tabla de

colores propuesta. Con el tiempo, podría llegar a convertirse en un elemento diagnóstico en el que gracias a la codificación de colores atribuida a cada nivel de intensidad de gris se pudiera comparar de manera intra e interindividual la magnitud y evolución de la catarata nuclear.

CONCLUSIONES

El tratamiento digital aquí descrito ha permitido obtener imágenes de cataratas nucleares en pseudocolor con unas tonalidades uniformes e invariantes a las condiciones de captura de las imágenes. Gracias a la normalización aplicada, se logra una estandarización en la visualización de la imagen que supera alguna de las dificultades principales que presentan otros métodos de evaluación de la catarata.

Este análisis digital nos permitió desarrollar un método intuitivo y extremadamente sensible en la detección de mínimos contrastes en opacidades, por la aplicación de las tablas de color, haciéndolo útil en el diagnóstico y seguimiento de cataratas en estadios evolutivos iniciales.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hess R, Woo G.: Vision through cataracts. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1978; 17: 428-435.
2. Weale RA.: New method for visualising discontinuities in the crystalline lens. *Br J Ophthalmol.* 1986; 70: 925-930.
3. Sparrow JM, Bron AI, Brown MAP, Ayliffe W, Hill AR.: The Oxford clinical cataract classification and grading system. *Int. Ophthalmol.* 1986; 9: 207-225.
4. Guthauser U, Flammer J.: Quantifying visual field damage caused by cataract. *Am J Ophthalmol.* 1988; 106: 480-484.
5. Chylack LT Jr., Leske MC, McCarthy D, Khu PM, Kashiwagi T, Sperduto R.: Lens Opacities Classification System II (LOCS II). *Arch Ophthalmol.* 1989; 107: 991-997.
6. Chylack LT Jr., et al.: Lens Opacities Classification System III (LOCS III). *Arch Ophthalmol.* 1993; 111: 831-836.

7. Hockwin O, Lerman S, Ohrloff C.: Investigations of lens transparency and its disturbances by microdensitometric analysis of Scheimpflug photographs. *Curr Eye Res.* 1984; 3: 15-22.
8. Rouhiainen P, Rouhiainen H, Notkola IL, Salonen JT.: Comparison of the Lens Opacities Classification System II and Lensmeter 701. *Am J Ophthalmol* 1993; 116: 617-621.
9. Khu PM, Kashiwagi T.: Quantitative Nuclear Opacification in Color Scheimpflug Photographs. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1993; 34: 130-136.
10. Flammer J, Bebie H.: Lens opacity meter. A new instrument to quantify lens opacity. *Ophthalmologica.* 1987; 195: 69-74.
11. Van Best JA, et al.: In vivo assessment of lens transmission for blue-green light by autofluorescence measurement. *Ophthalmic Res.* 1985; 17: 90-95.
12. Gonzalez RC, Wintz P.: *Digital Image Processing.* Second ed. USA: Addison-Wesley Publishing Company, 1989: 191-197.



números | búsqueda de artículos

[todos](#) [anterior](#) [actual](#) [próximo](#) [autor](#) [materia](#) [búsqueda](#) [alfab](#)

[english](#)
[português](#)

Actualizado en
Noviembre 15, 2005

- ▶ [sobre nosotros](#)
- ▶ [cuerpo editorial](#)
- ▶ [instrucciones a los autores](#)
- ▶ [suscripción](#)



ARCHIVOS DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE OFTALMOLOGÍA

ISSN 0365-6691
versión impresa

Publicación de:
Sociedad Española de Oftalmología

Misión

Publicar trabajos de investigación básica y clínica, así como trabajos de temas históricos y motivos iconográficos relacionados con la Oftalmología.

Título anterior:

Archivos de la Sociedad Oftalmológica Hispano-Americana

© 2005 *Sociedad Española de Oftalmología*

C/ Donoso Cortés, 73, 1º Izda.
28015 - MADRID
Tels.: 91 544 58 79 - 91 544 80 35
Fax: 91 544 18 47



archivosdelaseo@infonegocio.com