

La tomografía computarizada y la resonancia magnética en patologías frecuentes de órbita y vía óptica. Una revisión

Computed Tomography (CT) and Magnetic Resonance Imaging (MRI) in Frequent Orbital and Optical Path Pathologies. A Review

LINA MARCELA ACUÑA BEDOYA*
SARA VIVIANA ANGULO SÁNCHEZ*

RESUMEN

Objetivo: determinar las aplicaciones clínicas de la tomografía axial computarizada (TAC) y la resonancia magnética (RM) en el diagnóstico y manejo de algunas patologías frecuentes de órbita y vía óptica. *Materiales y métodos:* se realizó una revisión bibliométrica empleando estrategias de búsqueda en las bases de datos Pubmed y Medline, entre otras. *Resultados y discusión:* con la presente revisión se identificó el examen de preferencia por ciertos autores entre el 2009 y el 2012 para patologías frecuentes de órbita y vía óptica. Sin embargo, en el proceso de búsqueda se evidenció que algunas presentaron frecuencias similares durante un periodo determinado, mientras que otras demostraron cambios significativos en el examen de elección a través de los años, lo que permitiría asegurar que ambas técnicas son complementarias para el diagnóstico, el tratamiento y el seguimiento de la patología. No obstante, es indispensable reconocer las manifestaciones clínicas, puesto que tendrán un valor predictivo al elegir el examen diagnóstico; asimismo, es importante hacer hincapié en el beneficio de la detección precoz de patologías mortales, lo cual ha favorecido la investigación de la medicina preventiva, puesto que la imaginología es crucial en la valoración de la extensión de la enfermedad ocular, la extensión retrobulbar y la metástasis intracraneal en determinados casos.

Palabras clave: TC, RM, contraste, neuroimagen, sellar, parasellar, neoplasias orbitarias, neuritis óptica, oftalmopatía tiroidea, fistula carótido-cavernosa, retinoblastoma, celulitis.

ABSTRACT

Objective: To determine the clinical applications of the computed axial tomography (CAT) and the magnetic resonance imaging (MRI) in the diagnosis and management of some frequent orbit and optical path pathologies. *Materials and Methods:* A bibliometric review was conducted by using search strategies in the Pubmed and Medline databases, among others. *Results and Discussion:* With this review, the preferred exam for some authors between 2009 and 2012 for frequent orbital and optical path pathologies was identified. However, during the search process, it became evident that some of them showed similar frequencies during a determined period, while others showed significant changes in the test of choice through the years, which would make it possible to ensure that both techniques are complementary for the diagnosis, the treatment and the follow-up of the pathology. Nevertheless, it is necessary to recognize the clinical manifestations, because they would have a predictive value when choosing the diagnostic exam; it is likewise important to highlight the benefit of early detection of mortal pathologies, which has favored research in preventive medicine, given that imaging is crucial in the assessment of the extension of ocular disease, retrobulbar extension and intracranial metastasis in certain cases.

Keywords: CAT, MRI, contrast, neuroimaging, sellar, parasellar, orbital neoplasm, optical neuritis, thyroid ophthalmopathy, carotid-cavernous fistula, retinoblastoma, cellulitis.

*Estudiantes del programa de Optometría, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de La Salle.

INTRODUCCIÓN

La radioimagen ha recorrido un largo camino desde el descubrimiento de los rayos X en 1895 hasta el desarrollo de sofisticadas técnicas de imagen como la tomografía computarizada (TC) y la resonancia magnética (RM) (Gandhi y Nair, 2011). En consecuencia, han sido métodos de gran utilidad para el diagnóstico de lesiones estructurales, orbitarias e intracraneales.

La RM se basa en las propiedades de la interacción entre campos magnéticos y eléctricos (Pedrosa, 2009). Durante las últimas décadas sus aplicaciones han tenido una rápida expansión. Por su parte, la TC se basa en el principio de atenuación de los rayos X en los tejidos que poseen diferentes densidades o valores de atenuación (Rojas, Prada y Araque, 2005). Cada uno de estos métodos diagnósticos tiene tanto especificidad como sensibilidad para el diagnóstico precoz de patologías orbitarias y de la vía óptica que han sido ampliamente discutidas en investigaciones; sin embargo, las indicaciones para algunas patologías no han sido específicas, pues la TC y la RM son procedimientos de diagnóstico complementarios y pueden ser utilizados conjuntamente en algunas circunstancias (Bilaniuk y Farber, 1992).

La Ley 372 de 1997, que rige la actividad profesional del optómetra en Colombia, incluye “acciones de prevención y corrección de las enfermedades del ojo y del sistema visual por medio del examen, diagnóstico, tratamiento y manejo que conduzca a lograr la eficiencia visual y la salud ocular” (Ministerio de Educación Nacional, 1997). De este modo, la integralidad de la optometría les exige a los profesionales del área de la salud visual tener el conocimiento acerca de la anatomía, la patología y los avances en neuroimagen que les permita realizar una evaluación óptima de los desórdenes orbitarios y de la vía visual o incluso realizar la remisión pertinente, asumiendo como objetivos primordiales la excelencia clínica y el bienestar del paciente, objetivos estos obtenidos a través de la transdisciplinariedad médica y de otros profesiona-

les de salud. No obstante, es evidente el desconocimiento por parte de los optómetras con respecto a las técnicas de neuroimagen, por lo cual surge la necesidad de dar a conocer los principios básicos de funcionamiento y las indicaciones específicas para las patologías más frecuentes, teniendo en cuenta los hallazgos semiológicos que se pueden presentar durante la consulta optométrica. El presente trabajo determinó las aplicaciones clínicas de la imagenología como apoyo para el diagnóstico y manejo de algunas patologías orbitarias y lesiones de la vía óptica a partir de una revisión bibliométrica.

METODOLOGÍA

Se realizó una revisión bibliométrica empleando estrategias de búsqueda en las bases de datos Pubmed y Medline, entre otras. Inicialmente se llevó a cabo la búsqueda de artículos publicados respecto a las generalidades de las técnicas de neuroimagen, sus principios físicos, indicaciones clínicas y contraindicaciones; posteriormente, la revisión se orientó a la exploración de publicaciones acerca del uso de la TC y de la RM en el diagnóstico de patologías específicas. En este caso los ítems fueron buscados en inglés; estos fueron: *magnetic resonance imaging, orbit computed tomography, diagnostic imaging, neuro-ophthalmic disorders, imaging retinoblastoma, imaging techniques, macromolecular MRI contrast agents, cavernous hemangioma, carotid cavernous fistula, Graves's orbitopathy, optic glioma, optic neuritis y orbital cellulitis*. Los artículos fueron seleccionados con base en su aplicabilidad directa en el tema, y la estrategia de búsqueda estuvo limitada por año de publicación (2009-2012). Adicionalmente, se reunió información de revistas electrónicas y de libros de neurorradiología especializados en el tema.

ANTECEDENTES

Es fundamental comprender los principios físicos, las indicaciones y las contraindicaciones de las dos

técnicas de imagen (TC y RM) para seleccionar el método diagnóstico adecuado o realizar la remisión pertinente.

TOMOGRFÍA COMPUTARIZADA

La TC es una modalidad de radiología empleada para evaluar una variedad de trastornos que afectan la cabeza y el cuello, entre otras partes del cuerpo. Aparece por primera vez en 1972, basado en el estándar de rayos X, con la atenuación por los tejidos de diferentes densidades. La presencia de los rayos X significa exposición a la radiación, a diferencia de la RM. Las imágenes se adquieren por la rotación rápida de un tubo de rayos X. La radiación transmitida se mide por un anillo detector situado en el gantry y los datos obtenidos por este son analizados por un ordenador. Se calculan la densidad o el valor de atenuación del tejido en cada punto. La imagen se reconstruye de acuerdo con elementos de esta denominados píxeles, a cada píxel se le asigna un valor numérico. Estos valores se comparan con el valor de atenuación del agua, asignado por *sir* Godfrey Hounsfield, quien fue pionero de la TC, y se muestran en una escala de unidades arbitrarias llamadas unidades Hounsfield. La de Hounsfield es una escala cuantitativa que describe el radio de densidad. En ella se asignan diferentes valores de atenuación: por ejemplo, para el agua el valor de atenuación es cero, mientras que materiales más densos como el plomo atenúan o bloquean el haz de rayos X, mientras que el material menos denso permite que el haz pase a través de los detectores. Así, por convención, los materiales densos como los huesos aparecen más brillantes (unidades positivas de Hounsfield) en la TC y los que son menos densos, como el aire, aparecen más oscuros (unidades negativas Hounsfield) (Murray, 2008).

Durante la década de 1980 con los avances técnicos se habilitó el tubo de rayos X para girar continuamente en una dirección alrededor del paciente. Esto condujo a la introducción en 1989 de la TC de tipo helicoidal (o espiral), lo que favoreció el que las grandes regiones anatómicas del cuerpo

lograran estar menos expuestas a la radiación global; así mismo, se incrementó el rendimiento del paciente (Murray, 2008).

El multicorte o multidetector para la exploración de TC es la actual generación de escáneres disponibles en el mercado. Estos no solamente emplean el principio de escáneres helicoidales, sino que incorporan varias filas de anillos detectores (de 4 a 64) y por tanto pueden adquirir múltiples cortes por rotación del tubo y mayor superficie cubierta en un tiempo determinado por el haz de rayos X, lo cual ofrece una imagen muy clara de la órbita, el tejido circundante y el cerebro. Este procedimiento dura aproximadamente una hora (Mukherji et ál., 2010; Murray, 2008). El examen estándar debe consistir en la adquisición de imágenes en el plano axial, y cuando se utiliza un escáner multidetector se reconstruye en el plano coronal. En ausencia de cualquier contraindicación, el contraste por vía intravenosa debe administrarse en la evaluación de neoplasias, enfermedades inflamatorias y lesiones vasculares; no obstante, las imágenes con precontraste son necesarias cuando se intenta identificar calcio en entidades como el retinoblastoma (Dolinskas, 2008).

En el plano axial las secciones contiguas o superpuestas deben ser obtenidas de la parte superior del seno frontal, y después es necesario continuar inferiormente a través del paladar duro, mientras que en el plano coronal las secciones contiguas o que se superponen se deben obtener del reborde orbitario de la silla turca. En ambos casos el grosor del corte de la pantalla no debe exceder los tres milímetros. Cuando se evalúan los pequeños cuerpos extraños, el grosor de los cortes en la pantalla no debe exceder los 1,5 milímetros (Dolinskas, 2008).

RESONANCIA MAGNÉTICA

La RM es una herramienta útil en la medicina de diagnóstico y en la investigación preclínica. Utiliza los protones de agua del tejido para visualizar las estructuras anatómicas con alta resolución espacial. La primera imagen de este tipo fue publicada en

1973 por Paul Lauterbur. Posteriormente, los estudios iniciales fueron realizados en humanos y se publicaron en 1977. La primera publicación de la utilización de agentes de contraste paramagnéticos apareció en la década de 1980. Durante las últimas décadas, las aplicaciones de la RM en la clínica han ido en rápida expansión (Tan y Lu, 2011).

La RM es un método de imagen multiplanar basado en la interacción entre la radiofrecuencia (RF), los campos electromagnéticos y algunos núcleos del cuerpo (por lo general los núcleos de hidrógeno). La RM es un examen sensible para detectar patologías. Esta sensibilidad se da gracias a variaciones en las propiedades de relajación magnética de los diferentes tejidos, tanto normales como patológicos, y la dependencia de la señal de RM en estas propiedades de los tejidos. Los puntos fuertes de la RM son la alta resolución espacial ($<0,1$ mm), la resolución temporal, la ausencia de radiación ionizante, la penetración a los tejidos y los múltiples mecanismos de contraste (Demer y Dushyanth, 2011; Fischera y Kempkesb, 2010; Golding, 2010).

La RM genera imágenes de tejidos mediante la medición de la interacción entre campos eléctricos, campos magnéticos externos y el momento magnético de protones de agua. Cualquier átomo que tenga un número impar de protones (como es el caso del átomo de hidrógeno) posee la capacidad de comportarse como un pequeño imán en presencia de un campo magnético (momento magnético) y de generar otro campo magnético al serle aplicada una onda eléctrica o de radiofrecuencia (Tan y Lu, 2011). El ser humano adulto normal tiene aproximadamente 60% del peso corporal compuesto de agua. Los protones de agua tienen un momento magnético y las orientaciones de estos son aleatorias en la ausencia de un campo magnético externo. Cuando el paciente se coloca en un equipo de RM, los momentos magnéticos se alinean con los protones a lo largo (baja energía) o en contra (alta energía) del campo magnético estático (B_0) del escáner y crean una magnetización neta que apunta en la dirección del princi-

pal campo magnético. El número de protones en estado de energía más baja es ligeramente mayor que aquellos en el campo de energía más alto (Tan y Lu, 2011).

La RM posee tiempos de relajación. Este fenómeno se debe a una serie de procesos físicos en los cuales los hidrogeniones se excitan y, luego, al cesar la excitación, vuelven a la situación original (Pedrosa, 2009). Estos momentos de relajación se clasifican en: el tiempo de relajación T_1 , definido como el tiempo requerido después de la excitación de 63% de la magnetización longitudinal para recuperar su magnitud original, y el tiempo de relajación T_2 , que se define como el tiempo requerido después de la excitación de la magnetización para reducirse al 37% de su valor inicial a través de procesos irreversibles. La relajación es fundamental para el contraste de una imagen de RM ya que los tejidos tienen características diferentes de relajación. Los tejidos con poco tiempo de relajación T_1 dan una fuerte señal de RM, lo que resulta en imágenes brillantes en T_1 ; es decir, contraste positivo de la imagen. Asimismo, visualizan bien la grasa y la anatomía, mientras que los tejidos con poco tiempo de relajación como los T_2 presentan una débil señal de RM, lo que resulta en imágenes oscuras en T_2 ; es decir, contraste negativo de la imagen. Este es el caso de muchos tumores malignos (Fischera y Kempkesb, 2010; Frullano y Caravan, 2011; Tan y Lu, 2011).

NEUROIMAGEN (TC Y RM) CON CONTRASTE

El contraste de la imagen puede lograrse mediante la adición de un compuesto paramagnético denominado “agente de contraste”. Estas moléculas actúan como catalizadores, por ejemplo para acortar los tiempos de relajación de las moléculas de agua que se generan como resultado de los cambios de la señal en RM (Frullano y Caravan, 2011). Los contrastes tienen potencial para detectar los biomarcadores relacionados con la patología en correlación con su localización anatómica precisa. El uso de agentes de contraste ha crecido considerablemente en los últimos años, han

sido ampliamente aplicados en la clínica para la detección de tumores cerebrales, aneurismas y obstrucciones arteriales, y la perfusión de órganos, por nombrar unas pocas aplicaciones (Fischer y Kempkesb, 2010; Frullano y Caravan, 2011; Tan y Lu, 2011). Por lo general se emplea una dosis de 0,05 mmol/kg de gadolinio inyectado por vía intravenosa, y se obtienen seis series consecutivas de tres imágenes en el plano coronal cada diez segundos (Chaudhary y Bano, 2011; Kadom y Sze, 2008). La gran mayoría de agentes se basan en Gd (III); sin embargo, también se han utilizado otros iones paramagnéticos tales como Mn (II) y Fe (III) (Lu y Wu, 2010).

En el caso de la TC el material de contraste empleado es el yodado; en general, el uso de contraste mejora la sensibilidad y la especificidad de la TC, así como su interpretación y análisis. Sin embargo, es necesario tener en cuenta las reacciones adversas que se puedan presentar como las reacciones alérgicas al yodo. Asimismo, es necesario tener presentes los antecedentes de insuficiencia renal o contraindicaciones para el uso de contraste en la TC (Pedrosa, 2009).

En cuanto a la RM, es necesario un campo local magnético de tipo fluctuante para inducir la relajación de los protones del agua. El Gd (III) tiene siete electrones no apareados y genera un campo local grande, ya que cae en la solución. Sin embargo, el Gd (III) con iones de agua no puede utilizarse debido a que forma un fosfato insoluble, carbonato y/o complejos de hidróxido en sangre a un pH de 7,4; además, se ha demostrado en experimentos *in vitro* e *in vivo* en ratas que el Gd (III) es tóxico para las células humanas, probablemente debido a la inhibición de canales transmembranales a través de Ca (II) o mediante la formación de agregados de sal inorgánicos insolubles tales como los aniones de fosfatos (Frullano y Caravan, 2011).

Una forma evidente de reducir la toxicidad de los iones de Gd (III) es administrar en forma de un complejo estable mediante el uso de un ligando

multidentado para quelar los iones de Gd (III). Diferentes estudios describen ligandos de Gd (III) y la mayoría son ligandos poliamino-policarboxilato. El diseño de agentes de contraste para RM debe equilibrar la necesidad de una alta estabilidad termodinámica e inercia cinética con respecto a la liberación de Gd (III) (seguridad del agente) con un efecto de relajación intenso en los protones del agua (eficacia del agente) (Frullano y Caravan, 2011; Tan y Lu, 2011).

RESULTADOS

Con base en la revisión de la muestra bibliométrica se identificaron una serie de situaciones clínicas que por sus índices de prevalencia se destacan en el estudio imagenológico. Cada una de ellas mostró una variación en las frecuencias de las publicaciones a lo largo de tiempo en el cual se delimitó la búsqueda (2009-2012) (tabla 1). Aunque algunas patologías mostraron cambios significativos en cuanto a la técnica de elección, otras mantuvieron frecuencias similares durante el mismo periodo de tiempo, lo cual corrobora las afirmaciones de algunos autores, quienes aseguran que son técnicas complementarias, y la preferencia por algún procedimiento está supeditada a múltiples factores.

La tabla 1 permite reconocer la RM como el examen de elección para la mayoría de indicaciones neurooftálmicas; esta es la que tiene mayor frecuencia de elección, con independencia de la patología por evaluar. Sin embargo, hay casos como en las celulitis pre y postseptal, en las cuales la técnica de elección es la TC.

DISCUSIÓN

Los beneficios de la detección precoz de enfermedades mortales han promovido el cambio de la investigación biomédica en el ámbito de la medicina predictiva y preventiva. La imagen no solo desempeña un papel confirmatorio en el proceso

TABLA 1. Frecuencias de las publicaciones durante el período de recolección de datos (2009-2012)

AÑO	INDICACIÓN CLÍNICA	FRECUENCIA (NÚMERO DE AUTORES)		
		TC	RM	
2009	Neoplasias orbitarias y del nervio óptico	Hemangioma cavernoso	3	5
		Glioma de nervio óptico	0	3
	Neuropatías del nervio óptico	Neuritis óptica	0	5
	Alteraciones vasculares	Fístula carótido-cavernosa	2	3
	Trastorno endocrino	Oftalmopatía tiroidea	2	4
	Causa de leucocoria	Retinoblastoma	4	3
	Alteraciones de senos paranasales	Celulitis orbitaria o postseptal	3	1
		Celulitis periorbitaria o preseptal	7	1
2010	Neoplasias orbitarias y del nervio óptico	Hemangioma cavernoso	1	6
		Glioma de nervio óptico	1	4
	Neuropatías del nervio óptico	Neuritis óptica	0	7
	Alteraciones vasculares	Fístula carótido-cavernosa	2	2
	Trastorno endocrino	Oftalmopatía tiroidea	3	4
	Causa de leucocoria	Retinoblastoma	3	4
	Alteraciones de senos paranasales	Celulitis orbitaria o preseptal	5	0
		Celulitis periorbitaria	3	1
2011	Neoplasias orbitarias y del nervio óptico	Hemangioma cavernoso	3	5
		Glioma de nervio óptico	2	6
	Neuropatías del nervio óptico	Neuritis óptica	0	6
	Alteraciones vasculares	Fístula carótido-cavernosa	3	5
	Trastorno endocrino	Oftalmopatía tiroidea	5	3
	Causa de leucocoria	Retinoblastoma	6	7
	Alteraciones de senos paranasales	Celulitis orbitaria	2	1
		Celulitis periorbitaria	3	1
2012	Neoplasias orbitarias y del nervio óptico	Hemangioma cavernoso	0	3
		Glioma de nervio óptico	2	4
	Neuropatías del nervio óptico	Neuritis óptica	1	8
	Alteraciones vasculares	Fístula carótido-cavernosa	2	1
	Trastorno endocrino	Oftalmopatía tiroidea	1	5
	Causa de leucocoria	Retinoblastoma	1	7
	Alteraciones de senos paranasales	Celulitis orbitaria o preseptal	6	3
		Celulitis periorbitaria	3	1

Fuente: elaboración propia.

de diagnóstico, sino que es crucial en la evaluación de la extensión de la enfermedad ocular, en la extensión retrobulbar y en la metástasis intracraneal.

La TC, aunque es poco utilizada para la evaluación de lesiones selares y paraselares, es un examen útil que muestra las calcificaciones de los tejidos blandos y la anatomía ósea; adicionalmente, es la modalidad de neuroimagen de primera línea para la evaluación orbitaria en la fase aguda, pues ofrece un registro de adquisición de imágenes rápido y de mayor resolución espacial, que en muchos casos es superior a la observada con la RM; asimismo, es adecuada para la evaluación de fracturas, calcificaciones y presencia de cuerpos extraños, especialmente aquellos de los cuales no se conocen sus propiedades ferromagnéticas, puesto que la presencia de un cuerpo extraño metálico en órbita, de marcapasos cardíacos, de ciertos implantes cocleares y dispositivos electrónicos son contraindicaciones para la RM, debido al riesgo de migración del cuerpo extraño con daño resultante en las estructuras oculares. De igual manera, la TC es útil para la valoración de infecciones localizadas, como puede ser una infección agresiva en los senos adyacentes, mientras que la RM es en general el procedimiento de elección para obtener imágenes orbitarias y de tejidos blandos, debido a su ausencia de radiación ionizante, la delineación de detalle altamente definido y la excelente demostración de patología intracraneal asociada (Brown, 2011; Pedrosa, 2009).

Estos tipos de técnicas de imagen han dado lugar a mejoras en el diagnóstico y el tratamiento de numerosas enfermedades; sin embargo, los posibles efectos adversos asociados con la exposición a la radiación constituyen un factor importante que considerar cuando se selecciona la técnica de imagen. En los Estados Unidos, la Food and Drug Administration (FDA) ha buscado apoyar los beneficios de estos exámenes de imagenología médica reduciendo al mínimo los riesgos; por ejemplo, a través de la iniciativa para reducir la exposición innecesaria a la radiación a partir de imágenes médicas, la FDA está abogando por la

adopción universal de los dos principios de protección radiológica: justificación adecuada para ordenar cada procedimiento y optimización cuidadosa de la dosis de radiación utilizada durante cada procedimiento (Gandhi y Nair, 2011).

Con la revisión de la muestra se ha evidenciado la existencia de múltiples factores que intervienen en la elección de la técnica imagenológica para el diagnóstico y seguimiento de las patologías orbitarias y de la vía óptica; sin embargo, se debe tener en cuenta que la TC y la RM son técnicas complementarias, que al usarse en conjunto proporcionan una imagen más completa de la naturaleza, la extensión y las repercusiones de la lesión; esto aplica particularmente para lesiones que generan alteración tanto ósea como de tejidos blandos.

A continuación se mencionan las características de las imágenes diagnósticas correspondientes a algunas patologías, los avances recientes en las técnicas de diagnóstico y el seguimiento de cada una de ellas.

NEOPLASIAS ORBITARIAS Y DEL NERVIÓ ÓPTICO

El hemangioma cavernoso y el glioma del nervio óptico fueron las condiciones que se revisaron en lo referente a neoplasias orbitarias y del nervio óptico.

HEMANGIOMA CAVERNOSO

Los hemangiomas cavernosos son malformaciones vasculares benignas que hacen parte de los tumores primarios de la órbita en adultos y representan el 80% de las lesiones angiomatosas de la órbita; son la segunda causa más frecuente de proptosis unilateral indolora (Acciarri, Giulioni, Padovani, Gaist, Pozzati y Acciarri, 1995; Locatelli, Carrabba, Guastella, Gaini y Spagnoli, 2011) y generalmente se manifiestan entre la cuarta y la quinta década de la vida (Acciarri et ál. 1995; Orcuitt, Wulc, Mills y Smith, 1991). Aunque los signos clínicos son inespecíficos ya que dependen del tamaño y

la extensión de la lesión, esta se caracteriza por presentar proptosis de progresión lenta, deterioro de los músculos extraoculares y alteración de la función visual (Acciarri et ál., 1995; Wilms, Raat, Dom, Carlo, Philippe, Godelieve et ál., 1995; Xian, Zhang, Wang, Li, Yang, Chen, Chang y He, 2010).

Tanto la TC como la RM se han empleado para el diagnóstico de estas alteraciones; sin embargo, teniendo en cuenta que la TC muestra lesiones isodensas más discretas que la RM, en los últimos años la resonancia ha sido establecida como la mejor técnica imagenológica para realizar el diagnóstico y el seguimiento de dicha patología. La RM muestra una lesión redonda u ovalada que se encuentra encapsulada y genera una señal isointensa en T1 e hiperintensa T2, además de un llenado completo tras la inyección del medio de contraste (Omodaka, Fujimura, Endo, Inoue, Shimizu y Tominaga, 2010), como se observa en la figura 1.

Los hemangiomas cavernosos y los schwannomas comparten muchas características clínicas y radiológicas, por lo cual es necesario distinguirlos. La importancia de esta diferenciación radica en que los tratamientos varían para una u otra patología (Akiyama, Tsutsumi, Suga, Abe, Yasumoto, Ito, 2009; Arora, Prat, Kazim, 2011; Locatelli et ál., 2011). La RM desempeña un papel fundamental en el diagnóstico diferencial de los hemangiomas cavernosos y schwannomas; los segundos muestran una masa heterogénea isointensa frente al músculo en T1 y ligeramente hiperintensa en T2, localizada en el espacio intraconal o extraconal (Nagashima, Yamamoto, Kawamura, Nagashima, Nomura y Yoshida, 2012; Weir, Evans, Hajdu y Potts, 2009). Al administrar el gadolinio, en el hemangioma se produce inicialmente el realce de una porción del tumor, que se va llenando progresivamente; al final muestra un llenado total y homogéneo. A este proceso se le denomina “patrón de realce progresivo” (Boari, Gagliardi, Castellazzi y Mortini, 2011; Nagashima et ál., 2012). En comparación, los schwannomas se llenan a partir de un área más amplia y posteriormente generan un realce hetero-

géneo, convirtiendo el patrón de realce progresivo en el signo patognomónico de los hemangiomas diagnosticados con RM (de Jong, Demaerel, Sciote y Van Calenbergh, 2010; Tokunaga y Date, 2011; Xian et ál., 2010).

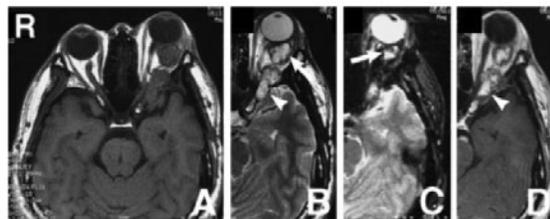


FIGURA 1. Imagen de RM axial que muestra masa tumoral multilobulosa en la órbita izquierda. A) La imagen en T1 muestra una masa isointensa extendida desde la región frontal de la órbita hasta su región posterior, cercana al nervio óptico. B) En T2 la imagen muestra la masa como una lesión hiperintensa y heterogénea. C) La imagen en T1, con medio de contraste, muestra el anillo hipointenso alrededor de la masa tumoral. D) Masa tumoral parcialmente resectada.

Fuente: Omodaka et ál. (2010).

GLIOMA DEL NERVIÓ ÓPTICO

Se clasifica como un astrocitoma pilocítico juvenil y supone dos tercios de todos los tumores primarios del nervio óptico: del 1,5 al 3% de todos los tumores de la órbita y hasta el 1,5% de todos los tumores intracraneales (Kline y Laning, 2009). Según la OMS, los gliomas de bajo grado, también llamados gliomas de la vía óptica (astrocitomas pilocíticos juveniles grado 1 y 2) son los tumores más comunes en niños (Avery, Liu, Fisher, Quinn, Belasco, Phillips, Maguire y Balcer, 2011). Los gliomas ópticos aparecen a una edad promedio de 8,5 años (cinco años en neurofibromatosis tipo 1, y doce años en ausencia de neurofibromatosis), con más del 80% antes de los veinte años de edad. A diferencia de los niños en los que las lesiones son de crecimiento lento y benignas, el infrecuente glioma de nervio óptico en el adulto suele ser maligno, con extensión intracraneal frecuente y mal pronóstico. Los pacientes pueden ser asintomáticos. Los que tienen síntomas presentan estrabismo, pérdida de agudeza visual tardíamente y defecto pupilar aferente seguido de exoftalmos. En el 25% de los casos hay una relación con neurofibroma-

tosis tipo I NF-1, en cuyo caso el glioma puede ser bilateral. Aproximadamente un cuarto de los gliomas de la vía óptica están limitados al nervio óptico intraorbitario; el resto afecta las porciones intracraneales del nervio óptico, el quiasma o el resto de la vía óptica (Avery et ál., 2011; Kline y Laning, 2009).

Con base en la revisión bibliométrica, la RM es la técnica de elección para el diagnóstico, la planificación de los tratamientos (cirugía y radioterapia) y el monitoreo de la respuesta al tratamiento del glioma de nervio óptico (Frazier, Johnson, Burger, Weingart y Quinones-Hinojosa, 2010; von Hornstein, Kortmann, Pietsch, Emser, Warmuth-Metz, Soerensen, Straeter, Graf, Thieme y Gnekow, 2011). La secuencia FLAIR es la que mejor delimita los márgenes del tumor. La imagen característica es una lesión intraaxial redonda u ovalada, con hipointensidad en T1 (figura 2-A) e hiperintensidad en T2 y en FLAIR, que mejoran con contraste, como se observa en la figura 2-B (Bommakanti, Panigrahi, Yarlagadda, Sundaram, Uppin y Purohit, 2010; Rueda, Sierra, Infante, Berciano, Vázquez-Barquero, Ciordia y Martino, 2011). Algunos autores mencionan que el uso de contraste permite hacer diagnóstico diferencial entre los gliomas de bajo orden grado I y II, ya que la ausencia de captación de contraste se considera un signo muy característico de los gliomas de bajo orden -grado II (Rueda et ál., 2011), mientras que los grado I mejoran intensamente con el contraste, debido a la vascularización abundante del tumor (Bommakanti et ál., 2010).

Aunque para el diagnóstico tradicionalmente se han utilizado la TC (Hosoda, Takeuchi, Hashimoto, Kitai, Arishima, Koderá, Higashino, Sato y Kikuta, 2011) y la RM (Skogen, Ganeshan, Good, Critchley y Miles, 2011; Van Cauter, Veraart, Sijbers, Peeters, Himmelreich, De Keyzer, Van Gool, Van Calenbergh, De Vleeschouwer, Van Hecke y Sunaert, 2012), que brindan información sobre la localización exacta, ambas fallan en delimitar la extensión precisa del tumor y en la diferenciación

de la recidiva, la fibrosis posquirúrgica, la radionecrosis y el edema, razón por la cual recientemente se han mejorado las técnicas de neuroimagen para el diagnóstico preciso de los tumores, lo cual se evidencia en las publicaciones de 2011 y 2012 en las que se menciona la tomografía por emisión de positrones (PET) acompañada ya sea del radiotrazador 18F- fluorodexiglucosa (18F-FDG) o del 11C-metionina (11C-MET) como una modalidad de imagen útil para la detección de tumores cerebrales, que puede ser combinada con la TC o la RM (Li, Xu, Wang, Wu y Li, 2012; Santra, Kumar, Sharma, Bal, Kumar, Julka y Malhotra, 2012). Teniendo en cuenta que el radiotrazador se acumula fisiológicamente en el tejido cerebral normal, es posible detectar tumores con actividad iso e hipometabólica como los gliomas de bajo orden (figura 2C) (Li et ál., 2012; Roselli, Pisciotto, Aniello, Niccoli-Asabella, Defazio, Livrea y Rubini, 2011; Santra et ál., 2012). Cabe mencionar que en el presente artículo no se hace hincapié en las técnicas más recientes, ya que ellas no pertenecen al objetivo de estudio.

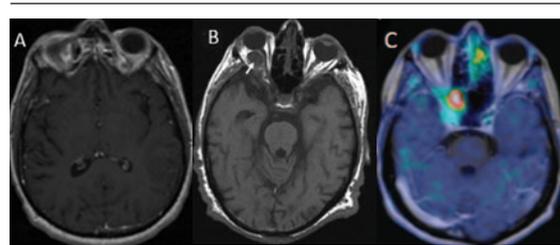


FIGURA 2. A) RM que muestra una lesión temporal izquierda hipointensa y sin captación de contraste en secuencia potenciada en T1, compatible con un glioma de bajo orden grado II. B) RM axial en T1 que muestra una masa tumoral isointensa adyacente al nervio óptico derecho, el cual se encuentra desplazado lateralmente. C) Imagen PET con acumulación de (18F-FDG) fusionada con RM en T1 con contraste, la cual muestra la alta actividad del glioma del quiasma óptico

Fuente: Mumoli (2009), Rueda (2011) y Li et ál. (2012).

NEUROPATÍAS DEL NERVIÓ ÓPTICO

La neuritis óptica fue la patología investigada dentro de las neuropatías del nervio óptico.

NEURITIS ÓPTICA

Es una enfermedad inflamatoria aguda causada por la desmielinización del nervio óptico. Su etiología generalmente se asocia a la esclerosis múltiple, aunque se han reportado otras enfermedades que la producen con menor frecuencia como la vasculitis, el lupus eritematoso sistémico y la infección viral (Choi, Kim, Chang, Kim y Yu, 2012). Se presenta con dolor, disminución súbita de la agudeza visual, anomalías de visión cromática y defecto pupilar aferente. Está presente en el 87% de los pacientes con esclerosis múltiple (EM) y puede ser su primera manifestación clínica en el 20% de los casos (Kline y Laning, 2009).

La RM ha sido la técnica que reporta mayor frecuencia de elección en las publicaciones revisadas. Permite la observación de una elongación focal o difusa del nervio e hiperintensidad anormal de este en T2 (tal como se observa en figura 3A); sin embargo, es necesario tener en cuenta que dichas lesiones no son visibles en las imágenes de RM de rutina; para apreciarlas, los autores han recomendado emplear supresión grasa en T2 y contraste en T1 (como se observa en figura 3B-F) (Oreja-Guevara, Noval, Álvarez-Linera, Gabaldón, Manzano, Chamorro y Díez-Tejedor, 2012; Shams y Plant, 2009). No obstante, en las publicaciones más recientes (Choi, Kim, Chang, Kim y Yu, 2012; Kline y Laning, 2009), se ha determinado que la secuencia de pulso con recuperación de la inversión de ruido atenuado FLAIR (empleada para suprimir la señal del líquido cefalorraquídeo-LCR), permite observar la hiperintensidad anormal del nervio, acentuando la inflamación perivenosa y, consecuentemente, generando el realce, visible en el 50% pacientes con neuritis óptica (Fuglø, Kallenbach, Tsakiri, Simonsen, Sander, Hansen, Rostrup, Frederiksen y Larsson, 2011; Kline y Laning, 2009; Plant, Sibtain y Thomas, 2011). Así pues, la RM se ha convertido en un estudio esencial para la evaluación de pacientes con sospecha de EM (Borhani-Haghighi, Ghodsi, Razeghinejad, Mardani, Mardani, Nikseresht Safari y Bagheri, 2012; Choi et ál., 2012).

En 2002 Riozzo y Lesell informaron que la neuritis óptica isquémica anterior no arterítica (NOIA-NA) tiene múltiples perfiles clínicos que dificultan su diferenciación de la neuritis óptica; sin embargo, mencionaron que la RM posibilita el diagnóstico diferencial (Choi et ál., 2012; Demer y Dushyanth, 2011). En un reporte realizado en el 2012 acerca de neuritis óptica en pacientes mayores de cincuenta años se confirmó que la RM permite diferenciarlas, ya que la mayoría de pacientes con neuritis óptica muestran en la RM con contraste una anomalía en la intensidad de señal del nervio, mientras que en la NOIA-NA son pocos los pacientes que reflejan anomalías en la RM (Choi et ál., 2012). Por otro lado, en varias publicaciones de 2011 y 2012 se estableció que la RM permite confirmar la presencia de neuritis óptica aguda (caracterizada por dolor al realizar movimientos oculares) que antecede la pérdida visual y se muestra como hiperintensidad de los nervios ópticos en T1 poscontraste (Gal, Vedula y Beck, 2012; Jo, Kim, Chae y Yu, 2010; Plant, Sibtain y Thomas, 2011). Adicionalmente, en la misma época se determinó que el estudio con RM es el principal predictor de esclerosis múltiple posterior a la neuritis óptica aguda (Costello, Hodge, Pan, 2011; Mamarabadi, Razjouyan, Mohammadi y Moghaddasi, 2011; Mounahc y Houmadi, 2009).

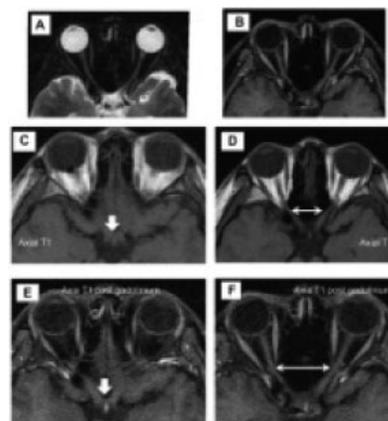


FIGURA 3. RM de nervio óptico. A) Aumento de intensidad de señal en T2; B) Realce de la imagen en T1 poscontraste; C-F) Muestra la expansión y aumento de intensidad en T1 y posgadolinio

Fuente: Jo et ál. (2010).

ALTERACIONES VASCULARES

La fístula carótido-cavernosa se ubica dentro de las alteraciones vasculares. A continuación se describe el resultado de la búsqueda bibliométrica.

FÍSTULA CARÓTIDO-CAVERNOSA

La fístula carótido-cavernosa (FCC) es una comunicación anormal directa entre la porción intracavernosa de la arteria carótida y el seno cavernoso (Kim, Shin, Chang y Lee, 2011). Se clasifica de acuerdo con su etiología (traumática o espontánea), la anatomía (directamente de la arteria carótida o de sus ramas durales) y hemodinámicamente (de alto flujo o de bajo flujo) (Karadag, Bayraktar, Kirbas y Durmus, 2011). Generalmente es el resultado de un trauma intenso, de la rotura espontánea de un aneurisma carotídeo cavernoso. Las manifestaciones clínicas son exoftalmos pulsátiles, soplo orbitario, alteración de la motilidad con vasos conjuntivales dilatados y glaucoma; la fístula produce aumento de tamaño de los músculos extraoculares y dilatación de la vena oftálmica superior secundaria a congestión y edema por hipertensión venosa orbitaria (Kline y Laning, 2009). En la semiología también se ha reportado quemosis, diplopía, parálisis de los nervios y pérdida visual progresiva causada por los cambios hemodinámicos (Karadag, Bayraktar, Kirbas y Durmus, 2011; Yu, Hwang, Sheen y Cho, 2011).

La TC muestra dilatación de la vena oftálmica superior, hipertrofia de los músculos orbitarios y hemorragia intraocular; también puede verse edema periorbitario y difuso relacionado con el edema conjuntival o las pulsaciones (Kline y Laning, 2009; Korn y Zhang, 2011). La RM muestra hallazgos similares y acompañada de técnicas de flujo puede indicar la presencia o ausencia de la alteración de la vena oftálmica superior o inferior (como se observa en la figura 4A). La dilatación venosa se observa en T2 con una hiperintensidad marcada, pero se refuerza la imagen T1 con supresión grasa y contraste (Chaudhry, Elkhamry et ál., 2009; Fernández, Murias, Vega et ál., 2010; Kato,

Ikegame, Toyoda, Ogura, Kitajima, Yoshimura e Iwama, 2009; Kline, 2009; Sharma, Kumar, Nanda y Moses, 2009). Con base en la revisión, en la mayoría de artículos publicados entre 2009 y 2010 los autores destacan la importancia de la TC y la RM en la confirmación del diagnóstico de la fístula y en la determinación de una posible intervención, ya que permiten detectar la proptosis del ojo afectado, la alteración venosa y la atrofia muscular; sin embargo, las últimas publicaciones mencionan la angiografía carotídea como *gold standard* para el diagnóstico de las fístulas carotídeo-cavernosas debido a que muestra tanto la anatomía de la fístula como el flujo arteriovenoso (Ishihara, Ishihara, Okawara, Suzuki, Kanazawa, Kohyama, Yamane y Uchino, 2009; Mohammad-Reza y Mansooreh, 2011; Ruff, Stroyk, Rahman, Szeder, Pile-Spellman y Marshall, 2010). A partir del año 2010, aproximadamente, se empieza a mencionar el uso de nuevas técnicas; entre ellas la CT dinámica mejorada (CT-DE), una herramienta de diagnóstico inicial, ya que muestra el alto y bajo flujo de la FCC, y la angiografía por RM, que permite detectar la dirección y magnitud de las circulaciones colaterales, evidenciando con ello el alto flujo de algunas fístulas (como se describe en la figura 4B), aunque carece de los detalles necesarios para realizar la evaluación completa (Asai, Hasuo, Hara, Miyagishima y Terano, 2010). Cabe mencionar que en el presente artículo no se hace hincapié en las técnicas más recientes, ya que estas no pertenecen al objetivo de estudio.

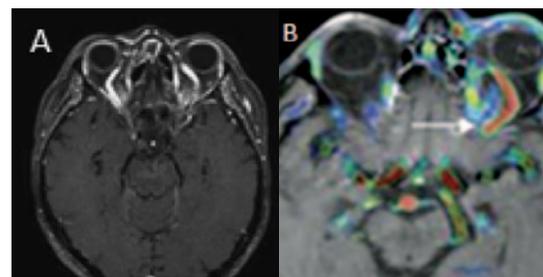


FIGURA 4. Presencia de fístula carotídeo-cavernosa. A) La RM indica una vena oftálmica superior prominente compatible con FCC; B) Angiografía por RM con secuencia de contraste de fase (3D-PC) donde se observa "arterialización" de la vena oftálmica superior izquierda

Fuente: Asai et ál. (2010) y Li et ál. (2012).

TRASTORNO ENDOCRINO

Dentro de los trastornos endocrinos se abordó el tema de la oftalmopatía tiroidea.

OFTALMOPATÍA TIROIDEA (OFTALMOPATÍA DE GRAVES)

Es un trastorno inmunológico mediado por células humorales, asociado con enfermedad tiroidea que afecta el espacio retroocular (Pieroni, Gebrim y Monteiro, 2012). Las características clínicas son secundarias a sobreproducción de glicosaminoglicanos producidos por los fibroblastos estimulados, que realizan una reacción cruzada de antígenos y liberación de citosinas. La producción excesiva de glicosaminoglicanos se localiza en la región perivascular de los músculos extraoculares, lo cual resulta en la fibrosis endomisial secundaria a depósitos de mucopolisacáridos (Hasso, Dreyer, Anderson, Braffman, Davis, Deck, Johnson, Masaryk, Pomeranz, Seidenwurm, Tanenbaum y Masdeu, 2010). Los signos clínicos son retracción del párpado superior, edema conjuntival difuso, inyección vascular en la inserción de los músculos rectos, proptosis, oftalmoplejía, conjuntivitis y quemosis (Hasso et ál., 2010; Latchow, 2000). Su diagnóstico se basa en la coexistencia de síntomas oculares y síntomas típicos de hipertiroidismo, alteración de las pruebas funcionales de la tiroides y aumento de anticuerpos (Pieroni et ál., 2012). Es la principal causa de proptosis bilateral (Latchow, 2000), representando el 85% de los casos; el 5% presenta afectación unilateral y el 10% normalidad muscular.

Las imágenes neurorradiológicas permiten apreciar el aumento de la grasa orbitaria, incremento del tamaño de la glándula lagrimal, edema palpebral y angulación posterior del globo ocular. Además, tanto en la TC como en la RM, se observa aumento de volumen de uno o más de los músculos rectos extraoculares; por lo general, el recto inferior es el más afectado, seguido por el recto medial, el superior y el lateral (Latchow, 2000). Es importante mencionar que ambas técnicas de

neuroimagen son importantes para determinar el grado de compresión del nervio óptico en el vértice orbitario (Dodds, Atcha, Birchall y Jackson, 2009; Hasso et ál., 2010).

La RM permite diferenciar entre la fase inflamatoria aguda (activa) y la fase fibrótica (inactiva) de la patología. La fase aguda se caracteriza por un edema intersticial de los músculos extraoculares (como se observa en la figura 5A) y de los tejidos orbitarios causado por la inmunosupresión, mientras que el estadio final de la enfermedad presenta fibrosis muscular. En 2009 se determinó que las secuencias de T2 con supresión grasa permiten detectar el edema característico de la inflamación (observar la figura 5B), lo cual tiene importantes implicaciones terapéuticas, puesto que la fibrosis no responde al tratamiento *inmomodulador* (Ducasse, 2009; Kirsch, Hammer y Von Arx, 2009; Krisch, Kaim, De Oliveira y My Von Arx, 2010). Estos resultados son confirmados en un estudio realizado en 2012, en el cual se estableció que la intensidad de señal en STIR (supresión de señal grasa) se relaciona directamente con el incremento del tiempo de relajación en T2 causado por la presencia de mayor contenido acuoso en los tejidos, propio de la actividad inflamatoria (Dumont, Bouletreau y Guyot, 2012; Stan, Garrity y Bahn, 2012). En las imágenes T1 el realce con contraste, en combinación con la saturación grasa, son herramientas útiles para la detección de una señal hiperintensa de los músculos extraoculares o del párpado, que caracterizan la fase aguda; sin embargo, otros autores establecen que las imágenes en T1 sin supresión grasa son útiles en la detección de la degeneración muscular (como se observa en la figura 5C), la cual no genera aumento de contraste en T1 con supresión grasa.

La frecuencia de evolución temporal de las publicaciones revisadas permitió observar una marcada preferencia por la RM, sobre todo en los últimos años, posiblemente debido a que permite identificar los cambios inflamatorios de la patología y la respuesta al tratamiento inmunomodulador (Bloise, Mimura, Moura y Nicolau, 2011; El-Kaissi y

Wall, 2012; Harris, Realini, Hogg y Sivak-Callcott, 2012; Jiang, Wang, Xian, Li, Chen, y Ai, 2012; Kikkawa, 2010; Tachibana, Murakami, Noguchi, Noguchi, Nakashima, Ohyabu y Noguchi, 2010); sin embargo, vale la pena mencionar que actualmente la TC está indicada en la planificación y seguimiento de la cirugía de descompresión orbitaria ya que permite definir los parámetros morfológicos orbitarios (ver figura 5D) que podrían influir en el resultado de determinada técnica para la descompresión orbitaria. Además, se ha indicado en los casos en los cuales no haya acceso a la RM (Al-suhaibani, Carter, Policeni y Nerad, 2011; Bloise et ál., 2011; Kamer, Noser, Schramm, Hammer y Kirsch, 2010; Liao y Huang, 2011; Lukas, Hansrudi, Alexander, Beat y Eberhard, 2009; Regensburg, Wiersinga, Berendschot, Saeed y Mourits, 2011).



FIGURA 5. A) Imagen en T1 con gadolinio y supresión grasa. Muestra aumento de tamaño bilateral de los rectos inferior y medial. B) Imagen en T2 con supresión grasa. Muestra aumento voluminoso de los músculos orbitarios con cambios edematosos. C) Imagen en T1 sin contraste o saturación grasa muestra alteración de los rectos. D) Imagen de TC axial y coronal. Muestra apiñamiento apical de los músculos extraoculares

Fuente: Lukas et ál. (2013).

CAUSA DE LEUCOCORIA

La leucocoria es un signo clínico inespecífico que se presenta en patologías como el retinoblastoma, la enfermedad de Coats, la toxocariasis, las drusas

del nervio óptico, la retinopatía de la prematuridad, el vítreo primario hiperplásico persistente y la ptisis bulbi.

RETINOBLASTOMA

El uso de imágenes diagnósticas (TC o RM) no solo permite confirmar el diagnóstico presuntivo, sino que también es crucial en la evaluación de la extensión de la patología, la propagación retrobulbar y la existencia de metástasis (Berrington de González, Mahesh y Kim, 2009).

Teniendo en cuenta que las calcificaciones intraoculares están presentes en más del 90% de los casos de retinoblastoma, se ha establecido que la TC es la mejor herramienta para la detección de dicho signo (ver figura 6) (Chawla, Sharma y Sen, 2012; Chraibi y Bhallil, 2011; De Graaf, Göricke y Rodjan, 2012; Mafee, 2008; Mahajan y Crum, 2011; Malhotra, Minja y Crum, 2011; Mireskandari y Tehrani, 2011; Prabhakar, Rath y Haresh, 2011; Sachdeva y Schoenfield, 2011). Aunque la RM permite la evaluación de metástasis a lo largo de la vía óptica, tiene una especificidad limitada, debido a la dificultad para identificar calcificaciones. No obstante, es indispensable resaltar que los pacientes con un diagnóstico confirmado de retinoblastoma deben someterse a RM para realizar el seguimiento de la patología (Arif, Iqbal y Zia-ul, 2009; De Graaf, Pouwels y Rodjan, 2012; Galluzzi, Hadjistilianou y Cerase, 2009; Jurkiewicz y Pakuła-Kościesza, 2010; Nikièma, Wencesla Diallo, Daboué et ál., 2009; Ray y Gombos, 2012; Shrestha, Adhikari y Saiju, 2010).

En la RM el uso de contraste y supresión grasa es la modalidad preferida para la evaluación de la invasión del nervio óptico, el compromiso extraocular, subaracnoideo e intracraneal, y el diagnóstico de casos raros de retinoblastoma trilateral. También es eficaz en el diagnóstico diferencial de retinoblastoma con la enfermedad de Coats, entre otras. La masa en la RM aparece isointensa o ligeramente hiperintensa al vítreo en secuen-

cias ponderadas T1 (como se observa en la figura 7), con una señal hipointensa ponderada en T2 (Galluzzi, Hadjistilianou y Cerase, 2009). Las calcificaciones tumorales se presentan como un vacío de señal y no suelen visualizarse; puede haber desprendimiento de retina de tipo exudativo; se presenta una señal moderada a hiperintensa en la zona de mayor declive. El tumor puede invadir la esclerótica, la papila óptica, la cápsula de Tenon y la órbita extraocular (Brennan, Wilson y Kaste, 2012; Ghosh, Mukhopadhyay y Dutta, 2010; Kase, Yoshida y Suzuki, 2011; Khetan, Al-Kharusi y Ganesh, 2011; Malhotra, Minja y Crum, 2011; Mehta, Sethi y Pushker, 2012; Vajzovic, Murray y Aziz-Sultan, 2011).

La especificidad de la RM en el diagnóstico de retinoblastoma es menor que la de la TC debido a la dificultad de identificación de calcificaciones que pueden representar con diversos grados de hipointensidad de señal en todas las secuencias de impulsos. Sin embargo, la RM diferencia mejor el retinoblastoma de otras lesiones similares. Con respecto al tamaño, el límite inferior para la detección de lesiones RM retinoblastoma se considera que es de dos a tres milímetros (Abdel Razek y Elkhamary, 2012; Aikena y Mukherjee, 2011; Chaudhry, Al-Rashed y Arat, 2012; De Graaf, Pouwels y Rodjan, 2012; Douira-Khomsy, Korchane y Louati, 2009; Friedman y Neil, 2010; Razek y Elkhamary, 2011; Rodjan, De Graaf y Moll, 2010; Saket y Mafee, 2009; Smith, Williams y Ratchford, 2011).



FIGURA 7. RM con gadolinio ponderada en T1 (se muestra un realce de la masa intraocular y el nervio óptico)

Fuente: Galluzzi, Hadjistilianou y Cerase (2009).

ALTERACIONES DE SENOS PARANASALES

Las celulitis periorbitaria y orbitaria fueron incluidas en esta investigación.

CELULITIS PERIORBITARIA

La celulitis periorbitaria es un proceso inflamatorio-infeccioso que implica a las estructuras de los tejidos subcutáneos palpebrales y periorbitarios anteriores al tabique orbitario. El septo orbitario es una lámina fibrosa que se extiende desde el perios-

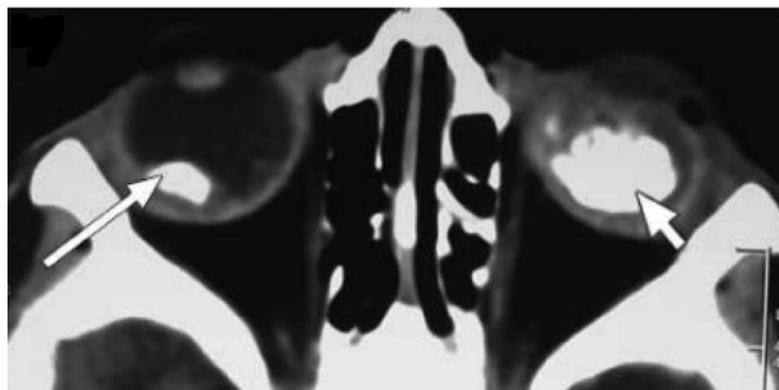


FIGURA 6. TAC de retinoblastoma bilateral sin contraste (evidentes calcificaciones del tumor en ambos ojos)

Fuente: De Graaf, Görlicke y Rodjan (2012).

tio del hueso de la órbita y se inserta en los tejidos palpebrales a lo largo de los tarsos, constituyendo una barrera efectiva que evita la diseminación de la infección a la órbita (Antonio y de Mier, 2009; Capps, Kinsella y Gupta, 2010; Cueto, Sánchez y Refolio, 2011; González y Durairaj, 2010; Ludwig, Foster y Saito, 2010; Rudloe, Harper y Prabhu, 2010; Sepahdari, Aakalu y Kapur, 2009; Smith, Williams y Ratchford, 2011). La inflamación anterior al septum orbitario o celulitis preseptal se presenta con frecuencia de 85%, generalmente en niños menores de cinco años (Clarke, 2004; Ozkavucu, Fitoz y Yagmurlu, 2007; Parvizi, Choudhury y Singh, 2012; Pham Dang, Bouchet y Mondie, 2011; Saldana, Gupta, Khandwala y Weir, 2010; Smith, Williams y Ratchford, 2011). No presenta proptosis, se conserva la motilidad ocular y la agudeza visual, no hay presencia de dolor orbitario, la reacción pupilar es normal y la quemosis es de leve a moderada. Es importante distinguir entre celulitis preseptal y celulitis orbitaria, lo cual se hace con métodos de radioimagen. Estas manifestaciones suelen ocurrir secundarias a un traumatismo periorbitario o por la propagación de la infección contigua (de cara, dientes o anexos oculares). En caso de traumatismo se debe pensar en una infección por *Staphylococcus* (Beech, Robinson, McDermott et ál., 2009; Caulley, Corsten y Hong, 2012; Lakshmanan, Bala y Belfer, 2009; Smith, Williams y Ratchford, 2011).

Con la TAC se observa una imagen difusa que demuestra el engrosamiento de los tejidos blandos por delante del septum orbitario, sin formación de abscesos. Es importante el empleo de la técnica de supresión grasa, acompañada de un agente de contraste (como se observa en la figura 8) (Antonio y de Mier, 2009; Pantoja, Luis, Benítez et ál., 2011; Parvizi, Choudhury, Singh, 2012).

CELULITIS ORBITARIA

La celulitis orbitaria involucra a los tejidos blandos postseptales, que pueden ser divididos en intraconal (en el cono, el cual incluye los músculos extraoculares y la fascia [membrana intermuscu-

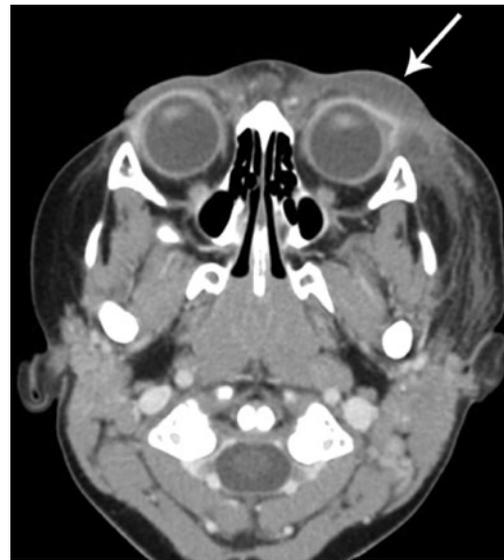


FIGURA 8. TAC en el que se observa celulitis periorbitaria con edema en párpado izquierdo. La imagen requiere contraste para demostrar la inflamación de los tejidos blandos preseptales, en este caso que recubren al ojo izquierdo

Fuente: Capps, Kinsella y Gupta (2010).

lar]), extraconal (fuera del cono muscular, entre el hueso orbital y la membrana intermuscular) y localización subperióstica. La celulitis orbitaria ocurre comúnmente secundaria a la sinusitis paranasal con la propagación de la infección perivascular. Los abscesos subperiósticos se ven a menudo en jóvenes y adultos jóvenes, y se asocian frecuentemente con sinusitis etmoidal en el 84% de los casos reportados (Pantoja, Luis, Benítez et ál., 2011; Porter, Kaplan y Homeier, 2010; Tsironi, Zacharaki, Grivea et ál., 2012); también pueden deberse a una infección esfenoidal, maxilar o frontal. Los patógenos aislados con mayor frecuencia son *Streptococcus* y *Staphylococcus* (Forcada, 2009; Martins da Silva, Santello et ál., 2009; Sepahdari, 2009; Tsironi et ál., 2012).

Presenta disminución de la agudeza visual, quemosis conjuntival, cefalea, diplopía, proptosis, tumefacción palpebral, limitación de los movimientos extraoculares, defecto pupilar aferente relativo y asociación sistémica (Forbes, 2009; Forcada, 2009; Pérez, Castro, Mansilla et ál., 2012; Rovira, 2010; Sepahdari, 2009). Es necesario realizar el diagnóstico diferencial con oftalmopatía tiroidea, inflama-

ción orbitaria idiopática, absceso subperióstico, neoplasia orbitaria (rabdomyosarcoma) vasculitis orbitaria, traumatismo, fístula carotidocavernosa y trombosis del seno cavernoso, así como de procesos inflamatorios tales como pseudotumor orbital y miopía orbitaria, y de tumores extra e intraorbitarios. Las complicaciones de la celulitis orbital incluyen trombosis de la vena oftálmica superior y del seno cavernoso, meningitis y absceso intracraneal. Hallazgos en la TC incluyen la opacificación del seno, trezado retrobulba y colección de fluido extraconal adyacente a la pared orbital (como se observa en la figura 9), con efecto de masa sobre los músculos extraoculares (Forbes, 2009; Pérez, 2012; Sepahdari, 2009).



FIGURA 9. TAC con contraste (demuestra inflamación del tejido blando postseptal que recubre el globo izquierdo)

Fuente: Clarke (2004).

Aunque la RM con contraste y supresión grasa en T1 es elegida como el *gold standard* en la detección y caracterización de la patología orbitaria, las imágenes ponderadas en T2 con supresión grasa tienen una sensibilidad similar para la detección de lesiones orbitarias y la fácil localización de patologías postseptales (figura 9), por medio del realce de contraste; sin embargo, es esencial para distinguir un absceso de un edema. Por tanto, este método es fiable en la identificación de absceso orbitario. El aspecto inicial del edema y la celulitis es el de una infiltración mal definida, hipointensa en T1 e hiperintensa en T2, que del espacio preseptal o de la pared interna de la órbita pasa a la grasa peri y retroorbitaria (Emmett Hurley y Harris, 2012; Mouriaux, Rysanek, Babin et ál.,

2012; Oester, Sahu, Fowler et ál., 2012; Slavsky, Fraga, González et ál., 2010).

A pesar de que en la actualidad sea evidente la preferencia de una técnica con respecto a otra para una alteración orbitaria o de la vía óptica específica, la selección del procedimiento se encuentra limitada en muchos casos por las particularidades del sistema tradicional de salud colombiano, por el acceso a cada procedimiento (ya sea por factores económicos, limitaciones tecnológicas o disponibilidad del examen).

Si bien existe una gran variedad de técnicas de neuroimagen, es esencial solicitar el procedimiento apropiado, ya que muchos diagnósticos son dependientes de la técnica que se emplee; adicionalmente, es indispensable mantener la comunicación constante con el neurorradiólogo u otros profesionales de la salud, constituyendo relaciones de transdisciplinariedad claves para el diagnóstico y el seguimiento adecuados de cada patología. A pesar de que la neuroimagen puede ayudar a la localización de una lesión, los estudios radiológicos deben ser solicitados con prudencia y nunca pueden sustituir un examen clínico completo.

AGRADECIMIENTOS

Dr. Alfonso Martínez Flechas, médico radiólogo, Universidad Militar Nueva Granada. Dr. Héctor Pérez Estepa, optómetra, Ms. en Ciencias de la Visión, docente investigador, Programa de Optometría, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de La Salle.

REFERENCIAS

- Abdel Razek, A. y Elkhamary, S. (2012). Correlation of apparent diffusion coefficient at 3t with prognostic parameters of retinoblastoma. *American Journal of Neuroradiology*, 8-10.
- Acciarri N., Giulioni, M., Padovani, R., Gaist, G., Pozzati, E. y Acciarri, R. (1995). Orbital cavernous angiomas:

- Surgical experience on a series of 13 cases. *Journal of Neurosurgical Sciences*, 39, 203-209.
- Aikena, A. y Mukherjee, P. (2011). Imaging of optic neuropathy with extended echo-train acquisition fluid-attenuated inversion recovery. *American Journal of Neuroradiology*, 32, 301-305.
- Akiyama, O., Tsutsumi, S., Suga, Y., Abe, Y., Yasumoto, Y. e Ito, M. (2009). Orbital cavernous hemangioma presenting with atypical appearance: case report. *Neurologia Medico-Chirurgica*, 49 (5), 209-212.
- Alsuhailani, A., Carter, K., Policeni, B. y Nerad J. A. (2011). Effect of orbital bony decompression for Graves' orbitopathy on the volume of extraocular muscles. *The British Journal of Ophthalmology*, 95 (9), 1255-1258.
- Antonio, M. y de Mier, M. (2009). Celulitis periorbitaria y celulitis orbitaria. *Form Medical Attention Primary*, 14, 483-484.
- Arif, M., Iqbal, Z. y Zia-ul, I. (2009). Retinoblastoma in NWFP, Pakistan. *Journal of Ayub Medical Collage, Abbottabad*, 21 (4), 60-62.
- Arora, V., Prat, M. C. y Kazim, M. (2011). Acute presentation of cavernous hemangioma of the orbit. *Orbit*, 30 (4), 195-197.
- Asai, K., Hasuo, K., Hara, T., Miyagishima, T. y Terano, N. (2010). Traumatic persistent trigeminal artery - Cavernous sinus fistula treated by transcatheter arterial embolization. *Interventional Neuroradiology*, 16 (1), 93-96.
- Avery, R. A., Liu, G. T., Fisher, M. J., Quinn, G. E., Belasco, J. B., Phillips, P. C., Maguire, M. G. y Balcer, L. J. (2011). Retinal nerve fiber layer thickness in children with optic pathway gliomas. *American Journal of Ophthalmology*, 151 (3), 542-549.
- Beech, T., Robinson, A., McDermott, A. et ál. (2009). Paediatric periorbital cellulitis and its management. *Rhinology*, 45 (1), 47-49.
- Berrington de González, A., Mahesh, M. y Kim, K. (2009). Projected cancer risks from computed tomographic scans performed in the United States in 2007. *Archives of Internal Medicine*, 169 (22), 2071-2077.
- Bilaniuk, L.T. y Farber M. (1992). Imaging of developmental anomalies of the eye and the orbit. *American Journal of Neuroradiology*, 13 (2), 793-803.
- Bloise, W., Mimura, L., Moura, J. y Nicolau, W. (2011). Treatment of mild to moderate Graves' ophthalmopathy with sodium diclofenac: A pilot study. *Archives of Internal Medicine*, 55 (9), 692-695.
- Boari, N., Gagliardi, F., Castellazzi, P. y Mortini, P. (2011). Surgical treatment of orbital cavernomas: Clinical and functional outcome in a series of 20 patients. *Acta Neurochirurgica*, 153 (3), 491-498.
- Bommakanti, K., Panigrahi, M., Yarlagadda, R., Sundaram, C., Uppin, M. S. y Purohit A. K. (2010). Optic chiasmatic-hypothalamic gliomas: Is tissue diagnosis essential? *Neurology India*, 58 (6), 833-840.
- Borhani-Haghighi A., Ghodsi, M., Razeghinejad, M. R., Mardani, S., Mardani, M., Nikseresht, A. R., Safari, A. y Bagheri, M. H. (2012). Erythropoietin for acute multiple sclerosis in patients with optic neuritis as a first demyelination event. *Neurosciences*, 17 (2), 151-155.
- Brennan, R., Wilson, M. y Kaste, S. (2012). US and MRI of pediatric ocular masses with histopathological correlation. *Pediatric Radiology*, 42 (6), 738-749.
- Brown J. J. (2011). ACR practice guideline for performing and interpreting magnetic resonance imaging (MRI). Performing and Interpreting MRI. *Journal of the American College of Radiology*, 3 (9), 665-76.
- Capps, E., Kinsella, J. y Gupta, M. (2010). Emergency imaging assessment of acute, nontraumatic conditions of the head and neck. *Radiographics*, 30 (5), 1335-1352.
- Caulley, L., Corsten, G. y Hong, P. (2012). Recurrent periorbital cellulitis in a very young child: A case report and review of literature. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 76 (4), 606-608.
- Chaudhary, V. y Bano, S. (2011). Imaging of the pituitary: Recent advances. *Indian Journal Endocrinology and Metabolism*, 15 (Supl. 3), S216-S223.
- Chaudhry, I., Al-Rashed, W. y Arat, Y. (2012). The hot orbit: Orbital cellulitis. *Middle East African Journal of Ophthalmology*, 19 (1), 34-42.
- Chawla, B., Sharma, S. y Sen, S. (2012). Correlation between clinical features, magnetic resonance imaging, and histopathologic findings in retinoblastoma: A prospective study. *Ophthalmology*, 119 (4), 850-856.

- Choi J., Kim, S. J., Chang, J. W., Kim, J. H. y Yu, Y. S. (2012). Clinical characteristics of optic neuritis in Koreans greater than 50 years of age. *Korean Journal of Ophthalmology*, 26 (2), 111-115.
- Chraïbi, F. y Bhallil, S. (2011). Hyphema revealing retinoblastoma in childhood. A case report. *Bulletin de la Societè Belge d'Ophthalmologie*, 318, 41-43.
- Clarke, W. (2004). Periorbital and orbital cellulitis in children. *Paediatrics and Child Health*, 9 (7), 471-472.
- Costello, F., Hodge, W. y Pan, Y. I. (2011). Exploring the Association between retinal nerve fiber layer thickness and initial magnetic resonance imaging findings in patients with acute optic neuritis. *Multiple Sclerosis International*, 10, 1155-1158.
- Cueto, L., Sánchez, L. y Refolio, F. (2011). Fracturas y procesos infecciosos de la cara. *Radiologia*, 53 (Supl. 1), 23-29.
- De Graaf, P., Görcke, S. y Rodjan, F. (2012). Guidelines for imaging retinoblastoma: Imaging principles and MRI standardization. *Pediatric Radiology*, 42 (1), 2-14.
- De Graaf, P., Pouwels, P. y Rodjan, F. (2012). Single-shot turbo spin-echo diffusion-weighted imaging for retinoblastoma: Initial experience. *American Journal of Neuroradiology*, 33 (1), 110-118.
- de Jong, L., Demaerel, P., Sciôt, R. y Van Calenbergh F. (2010). A patient with swelling of the eyelid: Ancient schwannoma of the supraorbital nerve (2010: 6b). *European Radiology*, 20 (9), 2301-2304.
- Demer, J. y Dushyanth, A. (2011). T2-weighted fast spin-echo magnetic resonance imaging of extraocular muscles. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*, 15 (1), 17-23.
- Dodds, N., Atcha, A., Birchall, D. y Jackson, A. (2009). Use of high-resolution MRI of the optic nerve in Graves' ophthalmopathy. *The British Journal of Radiology*, 82 (979), 541-544.
- Dolinskas, C. A. (2008). Practice guideline for the performance of magnetic resonance imaging (MRI) of the head and neck. *American College of Radiology*, 1-6.
- Douira-Khomsî, W., Korchane, N. y Louati, H. (2009). MRI exploration for the evaluation of orbital implant biocolonization in children enucleated for retinoblastoma. *Journal Francais d'Ophthalmologie*, 32 (8), 540-543.
- Ducasse, A. (2009). Practical management of proptosis. *Journal Francais d'Ophthalmologie*, 32 (8), 581-588.
- Dumont, N., Bouletreau, P. y Guyot, L. (2012). Reoperation after orbital decompression for Graves' ophthalmopathy. *Revue de Stomatologie et de Chirurgie Maxillofaciale*, 113 (2), 81-86.
- El-Kaissi, S. y Wall, J. (2012). Determinants of extraocular muscle volume in patients with graves' disease. *Journal of Thyroide Research*, 2012, 368536. doi: 10.1155/2012/368536. Epub 2012 Feb 15.
- Emmett Hurley, P. y Harris, G. (2012). Subperiosteal abscess of the orbit: duration of intravenous antibiotic therapy in nonsurgical cases. *Ophthalmology Plastic Reconstructon Surgical*, 28 (1), 22-26.
- Fischera, M. y Kempkesb, U. (2010). Recurrent orbital myositis mimicking sixth nerve palsy: Diagnosis with MR imaging. *American Journal of Neuroradiology*, 31, 275-276.
- Forbes, B. (2009). *Diagnóstico microbiológico*. Edición Médica Panamericana.
- Forcada, E. (2009). *Guía MIR: las claves de la preparación*. Ediciones Díaz de Santos.
- Frazier, J. L., Johnson, M. W., Burger, P. C., Weingart, J. D. y Quinones-Hinojosa, A. (2010). Rapid malignant transformation of low-grade astrocytomas: report of 2 cases and review of the literature. *World Neurosurgery*, 73 (1), 53-62.
- Friedman, N. J. (2010). *Manual ilustrado de oftalmología*. España: Elsevier.
- Frullano, L. y Caravan, P. (2011). Strategies for the preparation of bifunctional gadolinium (III) chelators. *Current Organic Synthesis*, 8 (4), 535-565.
- Fuglø, D., Kallenbach, K., Tsakiri, A., Simonsen, H., Sander, B., Hansen, A. E., Rostrup, E., Frederiksen, J. y Larsson, H. B. (2011). Retinal atrophy correlates with fMRI response in patients with recovered optic neuritis. *Neurology*, 77 (7), 645-651.
- Gal, R. L., Vedula, S. S. y Beck, R. (2012). Corticosteroids for treating optic neuritis. *Cochrane Database Of Systemic Review*, 18, 4, CD001430.
- Galluzzi, P., Hadjistilianou, T. y Cerase, A. (2009). Is CT still useful in the study protocol of retinoblastoma? *American Journal of Neuroradiology*, 30 (9), 1760-1765.

- Gandhi, R. A. y Nair, A. G. (2011). Role of imaging in the management of neuro-ophthalmic disorders. *Indian Journal of Ophthalmology*, 59, 111-116.
- Ghosh, S., Mukhopadhyay, S. y Dutta, S. (2010). Diagnostic accuracy in retinoblastoma. *Journal of the Indian Medical Association*, 5, 509-511.
- Golding, S. J. (2010). Radiation exposure in CT: What is the professionally responsible approach? *Radiology*, 255, 683-686.
- González, M. y Durairaj, V. (2010). Understanding pediatric bacterial preseptal and orbital cellulitis. *Middle East African Journal of Ophthalmology*, 17 (2), 134-137.
- Harris, M., Realini, T., Hogg, J. y Sivak-Callcott, J. (2012). CT dimensions of the lacrimal gland in Graves orbitopathy. *Ophthalmic Plastic and Reconstructive Surgery*, 28 (1), 69-72.
- Hasso, A. N., Drayer B. P., Anderson R. E., Braffman, B., Davis P. C., Deck, M., Johnson, B. A., Masaryk, T., Pomeranz, S. J., Seidenwurm, D., Tanenbaum, L. y Masdeu, J. C. (2010). Orbits, vision, and visual loss. *American College of Radiology. ACR Appropriateness Criteria. Radiology*, 215, 579-587.
- Hosoda, T., Takeuchi, H., Hashimoto, N., Kitai, R., Arishima, H., Koderu, T., Higashino, Y., Sato, K. y Kikuta, K. (2011). Usefulness of intraoperative computed tomography in surgery for low-grade gliomas: A comparative study between two series without and with intraoperative computed tomography. *Neurologia Medico-Chirurgica*, 51 (7), 490-495.
- Ishihara, H., Ishihara, S., Okawara, M., Suzuki, M., Kanazawa, R., Kohyama, S., Yamane, F. y Uchino, A. (2009). Two cases of a dural arteriovenous fistula mimicking a brain tumor. *Interventional Neuroradiology*, 15 (1), 77-80.
- Jiang, H., Wang, Z., Xian, J., Li, J., Chen, Q. y Ai, L. (2012). Evaluation of rectus extraocular muscles using dynamic contrast-enhanced MR imaging in patients with Graves' ophthalmopathy for assessment of disease activity. *Acta Radiology*, 53 (1), 87-94.
- Jo, D. H., Kim, S. J., Chae, J. H. y Yu, Y. S. (2010). The clinical characteristics of optic neuritis in Korean children. *Korean Journal of Ophthalmology*, 25 (2), 116-120.
- Jurkiewicz, E. y Pakula-Kościeszka, I. (2010). Trilateral retinoblastoma: An institutional experience and review of the literature. *Childs Nervus System*, 26 (1), 129-132.
- Kadom, N. y Sze, R. (2008). Radiological reasoning: Leukocoria in a Child. *American Journal of Radiology*, 191 (3), S40-S44.
- Kamer, L., Noser, H., Schramm, A., Hammer, B. y Kirsch, E. (2010). Anatomy-based surgical concepts for individualized orbital decompression surgery in gravesorbitopathy. I. Orbital size and geometry. *Ophthalmic Plastic and Reconstructive Surgery* 26 (5), 348-352.
- Karadag, R., Bayraktar, N., Kirbas, I. y Durmus M. (2011). Unilateral, indirect spontaneous carotid-cavernous fistula with bilateral abduction palsy. *Indian Journal of Ophthalmology*, 59 (4), 336-337.
- Kase, S., Yoshida, K. y Suzuki, S. (2011). Diffuse infiltrating retinoblastoma invading subarachnoid space. *Clinical Ophthalmology*, 5, 861-863.
- Kato, M., Ikegame, Y., Toyoda, I., Ogura, S., Kitajima, H., Yoshimura, S. e Iwama, T. (2009). Hemispheric laminar necrosis as a complication of traumatic carotid-cavernous sinus fistula. *Neurologia Medico Chirurgical*, 49 (1), 26-29.
- Khetan, V., Al-Kharusi, N. y Ganesh, A. (2011). Diffuse infiltrating retinoblastoma with central nervous system metastasis. *Archives of Ophthalmology*, 129 (3), 375-377.
- Kikkawa, D. (2010). Histopathologic analysis of palpebral conjunctiva in thyroid-related orbitopathy (an American Ophthalmological Society thesis). *Transactions of the American Ophthalmology Society*, 108, 46-61.
- Kim, C. K., Shin, J. Y., Chang, J. Y. y Lee, S. H. (2011). Spontaneous carotid cavernous fistula in a case with protein S deficiency that newly developed ophthalmoplegia after embolization. *Journal Clinical of Neurology*, 7 (3), 164-167.
- Kirsch, E., Hammer, B. y Von Arx, G. (2009). Graves' orbitopathy: Current imaging procedures. *Swiss Medical Weekly*, 139 (43-44), 618-623.
- Kline L. y Laning, B. (2009). *Neurooftalmología. Curso de Ciencia Básicas y Clínicas*. España: Elsevier.
- Korn, B. S. y Zhang, K. (2011). Images in clinical medicine. Carotid-cavernous sinus fistula. *New England Journal Medical*, 364 (8), 15.

- Krisch, E., Kaim, A., De Oliveira, M. y Von Arx, G. (2010). Correlation of signal intensity ratio on orbital MRI-TIRM and clinical activity score as a possible predictor of therapy response in Graves' orbitopathy—a pilot study at 1.5 T. *Neuroradiology*, 52 (2), 91-97.
- Lakshmanan, A., Bala, S. y Belfer, K. (2009). Intraorbital organic foreign body - A diagnostic challenge. *Orbit*, 27 (2), 131-133.
- Latchow, R. (2000). *Diagnóstico por imagen en resonancia magnética y tomografía computarizada de cabeza, cuello y columna*. España: Mosby.
- Li, D. L., Xu, Y. K., Wang, Q. S., Wu, H. B. y Li, H. S. (2012). ^{11}C -methionine and ^{18}F -fluorodeoxyglucose positron emission tomography/CT in the evaluation of patients with suspected primary and residual/recurrent gliomas. *Chinese Medical Journal*, 125 (1), 91-96.
- Liao, S. y Huang, S. (2011). Correlation of retrobulbar volume change with resected orbital fat volume and proptosis reduction after fatty decompression for Graves ophthalmopathy. *American Journal of Ophthalmology*, 151 (3), 465-469.
- Locatelli, M., Carrabba, G., Guastella, C., Gaini, S. M. y Spagnoli, D. (2011). Endoscopic endonasal removal of a cavernous hemangioma of the orbital apex. *Surgical Neurology International*, 2, 58.
- Lu, Z. y Wu, X. (2010). Polydisulfide based biodegradable macromolecular magnetic resonance imaging contrast agents. *Israeli Journal of Chemistry*, 50 (2), 220-232.
- Ludwig, B., Foster, B. y Saito, N. (2010). Diagnostic imaging in nontraumatic pediatric head and neck emergencies. *Radio Graphics*, 30, 781-799.
- Lukas, K., Hansrudi, N., Alexander, S., Beat, H. y Eberhard, K. (2009). A step towards individualized, anatomy-based surgical concepts for orbital decompression in Graves' orbitopathy. *Orbit*, 28 (4), 237-240.
- Mafee, M. (2008). Medical imaging in pediatric ophthalmology. *Pediatric Clinics of North America*, 50, 259-286.
- Mahajan, A. y Crum, A. (2011). Ocular neoplastic disease. *Seminars in Ultrasound CT, and MR*, 32 (1), 28-37.
- Malhotra, A., Minja, F. y Crum, A. (2011). Ocular anatomy and cross-sectional imaging of the eye. *Seminars in Ultrasound CT, and MR*, 32 (1), 2-13.
- Mamarabadi, M., Razjouyan, H., Mohammadi, F. y Moghaddasi M. (2011). Assessment of outcome predictors after first attack of optic neuritis. *The Canadian Journal of Neurological Sciences*, 38 (6), 887-895.
- Martins, M., da Silva, J. y Santello, P. et ál. (2009). Orbital abscess secondary to acute dacryocystitis: Case report. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*, 71, 4.
- Mehta, M., Sethi, S. y Pushker, N. (2012). Retinoblastoma. *Singapore Medical Journal*, 53 (2), 128-135.
- Ministerio de Educación Nacional (1997). Página web. Recuperado el 3 de abril del 2012, de http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-105003_archivo_pdf.pdf.
- Mireskandari, K. y Tehrani, N. (2011). Anterior segment imaging in pediatric ophthalmology. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 37 (12), 2201-2210.
- Mohammad-Reza, R. y Mansoori, J. T. (2011). Sudden onset and blinding spontaneous direct carotid-cavernous fistula. *Journal of Ophthalmic Vision Research*, 6 (1), 50-53.
- Mounahc, J. y Houmadi, A. (2009). Macular tuberculoma and optic neuritis: Rare association with tuberculosis meningoencephalitis. *Journal Frances de Ophtalmología*, 32 (9), 673-678.
- Mouriaux, F., Rysanek, B., Babin, E. et ál. (2012). Orbital cellulitis. *Journal Francais de Ophtalmologie*, 35 (1), 52-57.
- Mukherji, S. K. et ál. (2010). Treatment response assessment of head and neck cancers on CT using computerized volume analysis. *American Journal of Neuroradiology*, 31(9), 1744-1751.
- Murray, T. G. (2008). Retinoblastoma. The National Retinoblastoma Research and Support Foundation, 1 (2), 167-172.
- Nagashima, H., Yamamoto, K., Kawamura, A., Nagashima, T., Nomura, K. y Yoshida M. (2012). Pediatric orbital schwannoma originating from the oculomotor nerve. *Journal of Neurosurgical Pediatrics*, 9 (2), 165-168.
- Nikièma, Z., Wencesla Diallo, J. y Daboué, A. et ál. (2009). Trilateral retinoblastoma in Burkina Faso: Three cases. *Sante*, 19 (4), 185-188.
- Oester, A., Sahu, P., Fowler, B. et ál. (2012). Radiographic predictors of visual outcome in orbital compartment

- syndrome. *Ophthalmic Plastic Reconstructive Surgery*, 28 (1), 7-10.
- Omodaka, S., Fujimura, M., Endo, T., Inoue, T., Shimizu, H. y Tominaga T. (2010). De novo formation of orbital cavernous malformation 9 years after surgical management of dural arteriovenous fistula in the anterior middle fossa: Case report. *Neurologia Medico-Chirurgica*, 50 (4), 324-327.
- Orcutt, J. C., Wulc, A. E., Mills, R. P. y Smith, C. H. (1991). Asymptomatic orbital cavernous hemangiomas. *Ophthalmology*, 98, 1257-1260.
- Oreja-Guevara, C., Noval, S., Álvarez-Linera, J., Gabaldón, L., Manzano, B., Chamorro, B. y Díez-Tejedor E. (2012). Clinically isolated syndromes suggestive of multiple sclerosis: An optical coherence tomography study. *PLoS One*, 7 (3), e33907.
- Ozkavukcu, E., Fitoz, S. y Yagmurlu, B. (2007). Orbital wall infarction mimicking periorbital cellulitis in a patient with sickle cell disease. *Pediatric Radiology*, 37 (4), 388-390.
- Pantoja, O., Luis, M., Benítez, D. et ál. (2011). Celulitis orbitaria como forma de presentación de la sinusitis complicada en el niño. *Revista Cubana de Pediatría*, 84 (1), 112.
- Parvizi, N., Choudhury, N. y Singh, A. (2012). Complicated periorbital cellulitis: Case report and literature review. *Journal of Laryngol and Otology*, 126 (1), 94-96.
- Pedrosa, C. (2009). *Diagnóstico por imagen*. España: Marban.
- Pérez, G., Castro, G., Mansilla, C. et ál. (2012). Celulitis orbitaria neonatal por *Staphylococcus aureus* meticilinoresistente de la comunidad. *Archivo Argentino de Pediatría*, 7, 1.
- Pham Dang, N., Bouchet, A. y Mondie, J. (2011). Frontal sinusitis, mucocele and subperiosteal superolateral orbit abscess. *Revue de Stomatologie et de Chirurgie Maxillofaciale*, 112 (1), 47-50.
- Pieroni, A., Gebrim, E. y Monteiro, M. (2012). Imaging studies for diagnosing Graves' orbitopathy and dysthyroid optic neuropathy. *Clinics*, 67 (11), 1327-1334.
- Plant, G. T., Sibtain, N. A. y Thomas, D. (2011). Hyperacute corticosteroid treatment of optic neuritis at the onset of pain may prevent visual loss: a case series. *Multiple Sclerosis International*, 10, 1-8.
- Porter, R., Kaplan, J. y Homeier, B. (2010). *Manual Merck de signos y síntomas del paciente. Diagnóstico y tratamiento*. Editorial Médica Panamericana.
- Prabhakar, R., Rath, G. y Haresh, K. (2011). A study on the tumor volume computation between different 3D treatment planning systems in radiotherapy. *Journal of Cancer Research Therapeutics*, 7 (2), 168-173.
- Ray, A. y Gombos, D. (2012). Retinoblastoma: An overview. *Indian Journal of Pediatrics*, 8-10.
- Razek, A. y Elkhamary, S. (2011). MRI of retinoblastoma. *British Journal Radiology*, 84 (1005), 775-784.
- Regensburg, N., Wiersinga, W., Berendschot, T., Saeed, P. y Mourits, M. (2011). Densities of orbital fat and extraocular muscles in graves orbitopathy patients and controls. *Ophthalmic Plastic Reconstructive Surgery*, 27 (4), 236-240.
- Rodjan, F., De Graaf, P. y Moll, A. (2010). Brain abnormalities on MR imaging in patients with retinoblastoma. *American Journal of Neuroradiology*, 31 (8), 1385-1389.
- Rojas L., Prada, R. y Araque J. (2005). *Imágenes diagnósticas de la vía visual. Manual de correlación clínica radiológica*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Schandinavia Pharm.
- Roselli, F., Pisciotto, N. M., Aniello, M. S., Niccoli-Asabella, A., Defazio, G., Livrea, P. y Rubini G. (2011). Brain F-18 Fluorocholine PET/CT for the assessment of optic pathway glioma in neurofibromatosis-1. *Clinical Nuclear Medicine*, 35 (10), 838-839.
- Rovira, A. (2010). *Radiología de cabeza y cuello*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Rudloe, T., Harper, M. y Prabhu, S. (2010). Acute periorbital infections: Who needs emergent imaging? *Pediatrics*, 125 (4), e719-2.
- Rueda, E., Sierra, M., Infante, J., Berciano, J., Vázquez-Barquero, A., Ciordia, R. y Martino J. (2011). Controversial aspects in WHO grade II gliomas management: Review of recent literature. *Revista de Neurología*, 53 (12), 747-757.
- Ruff, I., Strozyk, D., Rahman, C., Szeder, V., Pile-Spellman, J. y Marshall, S. (2010). Clinical reasoning: A 21-year-old woman with right eye swelling and bruising. *Neurology*, 75 (22), 2039-2043.

- Sachdeva, R. y Schoenfield, L. (2011). Retinoblastoma with autointeraction presenting as orbital cellulitis. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*, 15 (3), 302-304.
- Saket, R. y Mafee, M. (2009). Anterior-segment retinoblastoma mimicking pseudoinflammatory angle-closure glaucoma: Review of the literature and the important role of imaging. *American Journal of Neuroradiology*, 30 (8), 1607-1609.
- Saldana, M., Gupta, D., Khandwala, M. y Weir, R. (2010). Periorbital necrotizing fasciitis: Outcomes using a CT-guided surgical debridement approach. *European Journal of Ophthalmology*, 20 (1), 209-214.
- Santra, A., Kumar, R., Sharma, P., Bal, C., Kumar, A., Julka, P. K. y Malhotra, A. (2012). F-18 FDG PET-CT in patients with recurrent glioma: comparison with contrast enhanced MRI. *European Journal of Radiology*, 81 (3), 508-513.
- Sepahdari, A., Aakalu, V. y Kapur, R. (2009). MRI of orbital cellulitis and orbital abscess: The role of diffusion-weighted imaging. *American Journal Roentgenology*, 193 (3), W244-50.
- Shams, P. N. y Plant, G. T. (2009). Optic neuritis: A review. *International MS Journal*, 16 (3), 82-89.
- Sharma, S., Kumar, S., Nanda, A. y Moses, E. (2009). Case report: Carotid-cavernous fistula due to aneurysmal rupture in a case of aortoarteritis with bilateral giant internal carotid artery aneurysms. *Indian Journal of Radiology & Imaging*, 19 (4), 308-310.
- Shrestha, A., Adhikari, R. y Saiju, R. (2010). Retinoblastoma in a 37 years old man in Nepal: A case report. *Kathmandu University Medical Journal*, 8 (30), 247-250.
- Skogen, K., Ganeshan, B., Good, T., Critchley, G. y Miles, K. A. (2011). Imaging heterogeneity in gliomas using texture analysis. *Cancer Imaging*, 11 Spec No A: S113.
- Slavsky, A., Fraga, J., González, G et ál. (2010). Fractura de etmoides como diagnóstico diferencial de celulitis orbitaria en pediatría. Caso clínico. *Archivos Argentinos de Pediatría*, 108 (5), e118-e120.
- Smith, S., Williams, Z. y Ratchford, J. (2011). Diffusion tensor imaging of the optic nerve in multiple sclerosis: Association with retinal damage and visual disability. *American Journal of Neuroradiology*, 32 (9), 1662-1668.
- Stan, M., Garrity, J. y Bahn, R. (2012). The evaluation and treatment of graves ophthalmopathy. *Medical Clinic of North America*, 96 (2), 311-328.
- Tachibana, S., Murakami, T., Noguchi, H., Noguchi, Y., Nakashima, A., Ohyabu, Y. y Noguchi, S. (2010). Orbital magnetic resonance imaging combined with clinical activity score can improve the sensitivity of detection of disease activity and prediction of response to immunosuppressive therapy for Graves' ophthalmopathy. *Endocrinology Journal*, 57 (10), 853-861.
- Tan, M. y Lu Z. (2011). Integrin targeted MR imaging. *Theranostics*, 1, 83-101.
- Tokunaga, K. y Date I. (2011). Clinical features and management of cavernous and venous angiomas in the head. *Brain and Nerve*, 63 (1), 17-25.
- Tsironi, E., Zacharaki, F., Grivea, I. et ál. (2012). European ST80 community-associated methicillin resistant Staphylococcus aureus orbital cellulitis in a neonate. *BMC Ophthalmol*, 12 (1).
- Vajzovic, L., Murray, T y Aziz-Sultan, M. (2011). Supra-selective intra-arterial chemotherapy: Evaluation of treatment-related complications in advanced retinoblastoma. *Clinic of Ophthalmology*, 5, 171-176.
- Van Cauter, S., Veraart, J., Sijbers, J., Peeters, R. R., Himmelreich, U., De Keyser, F., Van Gool, S. W., Van Calenbergh, F., De Vleeschouwer, S., Van Hecke, W. y Sunaert, S. (2012). Gliomas: Diffusion kurtosis MR Imaging in grading. *Radiology*, 263 (2), 492-501.
- von Hornstein, S., Kortmann, R. D., Pietsch, T., Emser, A., Warmuth-Metz, M., Soerensen, N., Straeter, R., Graf, N., Thieme, B. y Gnekow, A. K. (2011). Impact of chemotherapy on disseminated low-grade glioma in children and adolescents: Report from the HIT-LGG 1996 trial. *Pediatric Blood and Cancer*, 56 (7), 1046-1054.
- Weir, R. E., Evans, S., Hajdu, S. D. y Potts, M. J. (2009). The convex retina: Optical coherence tomography in hypermetropic shift, without choroidal folds, from intraconal cavernous haemangioma. *Orbit*, 28 (6), 398-400.
- Wilms, G., Raat, H., Dom, R., Carlo, T., Philippe, D., Godelieve, D. et ál. (1995). Orbital cavernous hemangioma: Findings on sequential Gd-enhanced MRI. *Journal of Computer Assisted Tomography*, 19, 548-551.

Xian, J., Zhang, Z., Wang, Z., Li, J., Yang, B., Chen, Q., Chang, Q. y He, L. (2010). Evaluation of MR imaging findings differentiating cavernous haemangiomas from schwannomas in the orbit. *European Radiology*, 20 (9), 2221-2228.

Yu, J. K., Hwang, G., Sheen, S. H. y Cho, Y. J. (2011). Bilateral visual loss as a sole manifestation complicating carotid cavernous fistula. *Journal of Korean Neurosurgical Society*, 49 (4), 229-30.

Recibido: 3 de marzo del 2013
Aceptado: 22 de marzo del 2013

CORRESPONDENCIA

Lina Marcela Acuña Bedoya
lacuna42@unisalle.edu.co
Sara Viviana Angulo Sánchez
sangulo24@unisalle.edu.co

