

LIBRO PARA LA FORMACIÓN DE LOS RESIDENTES EN OFTALMOLOGÍA

NEUROFTALMOLOGÍA

2

**Diagnóstico por imagen en
neuro-oftalmología**

Beatriz Alba Pérez, Nicolás Alejandro Almeida Arostegui

Servicio de Radiología. H.U. Ramón y Cajal. Madrid.



SOCIEDAD ESPAÑOLA
DE OFTALMOLOGÍA

OBJETIVOS DEL CAPÍTULO

- Exponer las características y limitaciones de las modalidades diagnósticas fundamentales en el campo de la neuro-oftalmología: La tomografía computarizada (TC) y resonancia magnética (RM), así como sus principios básicos de adquisición.
- Conocer las indicaciones de las pruebas diagnósticas de imagen en neuro-oftalmología.

INTRODUCCIÓN

La neuro-oftalmología es la rama de la ciencia médica que estudia las enfermedades que afectan a sistema visual, motilidad ocular y función pupilar. Los avances en neuroimagen han influido en el diagnóstico, tratamiento y pronóstico de las enfermedades neuro-oftalmológicas, permitiendo una adecuada valoración anatómica de las estructuras que conforman la vía visual, los nervios oculomotores, la órbita y su patología.

TÉCNICAS DE IMAGEN

Las principales técnicas de imagen disponibles para el estudio del cerebro y la órbita son la TC, la RM y la angiografía por sustracción digital (ASD) cuya utilidad es diagnóstica y terapéutica.

La TC es más accesible, económica y rápida, razones que la convierten en la técnica de elección en el ámbito de urgencias. La RM es, sin embargo, la técnica elegida en la mayoría de las patologías neuro-oftalmológicas debido a su mayor resolución de contraste y mejor capacidad para la caracterización tisular (1).

TC

Principios técnicos

La TC fue la primera técnica de imagen capaz de distinguir los tejidos blandos del cuerpo humano, evitando la superposición de estructuras propia de los rayos X convencionales.

La densidad de un tejido se puede medir a partir del **coeficiente de atenuación** o de absorción del haz de rayos X al atravesarlo. Los detectores del escáner miden la intensidad de la radiación atenuada que emerge del cuerpo y, mediante una reconstrucción matemática de la imagen, se calcula la atenuación local en cada punto del corte.

La unidad de atenuación se denomina unidad Hounsfield (UH) y fue definida siguiendo una proporción lineal con el coeficiente de absorción. Los tejidos que conforman la

órbita tienen coeficientes de absorción diferentes que les confieren un excelente contraste intrínseco natural (fig. 1). En TC se emplean contrastes yodados que difunden desde los capilares produciendo aumento de la densidad tisular (2).

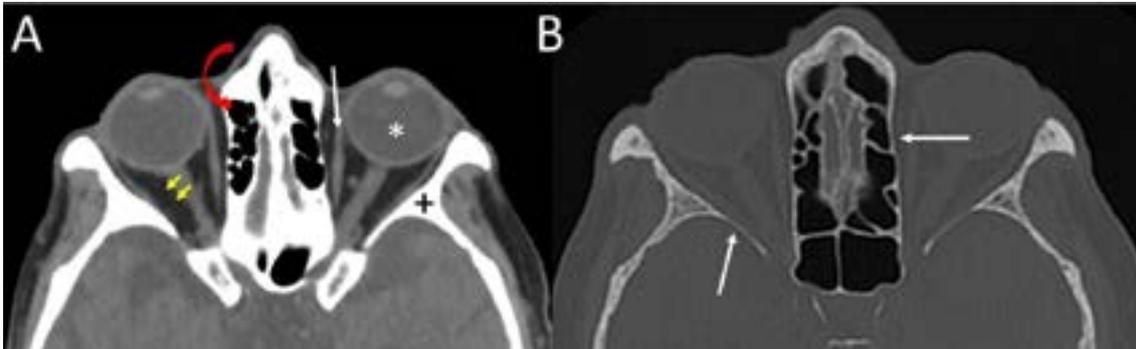


Figura 1: Cortes axiales de TC de órbita que demuestran las diferentes densidades de los tejidos orbitarios. A. Corte axial reconstruido con algoritmo de partes blandas, en el que se observa: la densidad grasa (flechas amarillas cortas) correspondiente a la grasa intraconal, que tiene un coeficiente de atenuación aproximado de -70 a -100 UH. La densidad aire (flecha curva) de las celdillas etmoidales, en torno a -1000 UH, la densidad de partes blandas (flecha blanca) del músculo recto medial, con una aproximadamente de 20-40 UH, la densidad líquido (asterisco) del humor vítreo (0 UH), y la densidad hueso (cruz) de la pared lateral de la órbita, en torno a 1000 UH.

Limitaciones y seguridad

La calidad de los estudios puede verse comprometida por distintos tipos de artefactos. Endurecimiento del haz de rayos, causados por marcadas diferencias de densidad en las interfases tisulares, movimientos del paciente y «streaking», producidos por objetos metálicos (2).

La TC emplea radiación ionizante y los valores de exposición dependen de los parámetros de adquisición. Recordemos que el cristalino es el órgano más radiosensible del cuerpo, un factor limitante en el estudio de la órbita, ya que puede ser causa de cataratas (2).

Los contrastes yodados empleados en TC son factor de riesgo reconocido de fracaso renal agudo (FRA). Ocurre en un 2-12% de los pacientes y suele ser leve. La insuficiencia renal (IR) es una contraindicación relativa para administrar contraste y obliga a valorar con antelación la tasa de filtrado glomerular, con valor umbral de 30 ml/s. En caso de Fracaso renal Agudo (FRA), no hay evidencia de que el contraste lo agrave, pero estos pacientes son más susceptibles a nefrotoxicidad, por lo que es prudente evitar administrarlo si es posible. También es recomendable evitar su administración en caso de historia de hipertiroidismo. Los antecedentes de reacción alérgica conocida a los contrastes yodados son una contraindicación relativa, ya que existen pautas de premedicación que previenen esta complicación.

Adquisición del estudio

El protocolo estándar de un TC de órbita incluye imágenes axiales desde el techo de los senos frontales hasta los incisivos, paralelas a la línea infraorbitomeatal (fig. 2). Así aseguramos la visualización del fascículo óptico y los músculos rectos medial y lateral en una sola imagen. El grosor de corte óptimo es de 1 mm ya que nos permite realizar posteriormente reconstrucciones multiplanares (fig. 3) y 3D de alta calidad. Deberán incluirse reconstrucciones con algoritmos de partes blandas y hueso (2).

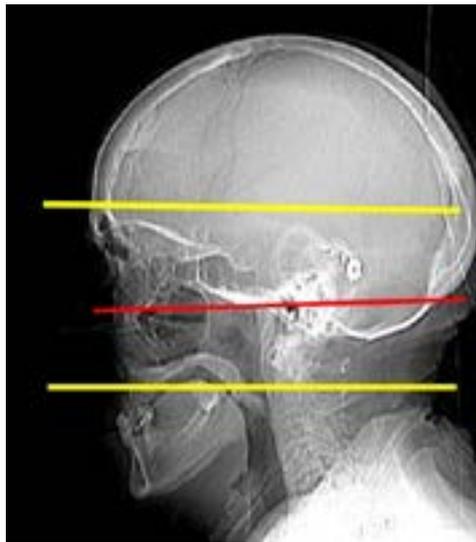


Figura 2: Topograma sagital de TC. Las líneas amarillas delimitan la extensión de una TC de órbitas (desde el techo del seno frontal hasta los incisivos). La línea roja marca la angulación de las reconstrucciones axiales.

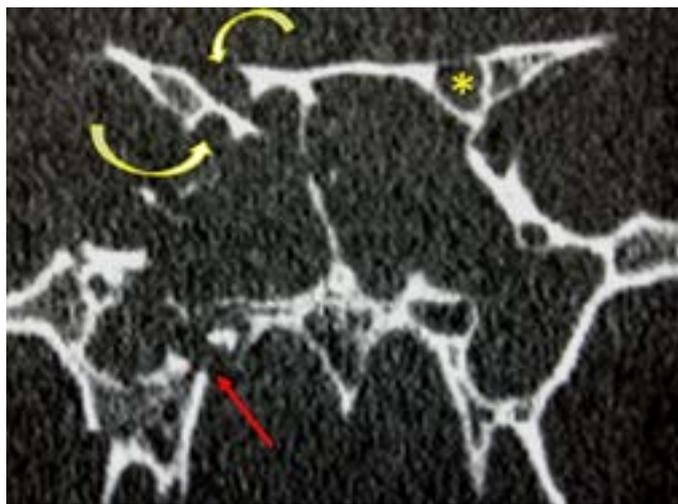


Figura 3: Reconstrucción coronal de TC en ventana de hueso en la que se objetiva una fractura del ala mayor del esfenoides con afectación y desplazamiento del canal óptico (flechas curvas) en el contexto de una fractura más amplia (flecha roja). El asterisco amarillo muestra el canal óptico izquierdo normal. Este tipo de fractura se denomina en «tijera» y se asocia a lesión del fascículo óptico y ceguera.

La indicación de administrar contraste intravenoso se suele limitar a los pacientes con sospecha de patología tumoral, vascular o inflamatoria. En el caso de patología infecciosa, es preferible realizar una hélice con doble embolada de contraste para conseguir un realce más evidente de los tejidos inflamados. En caso de sospecha de varices orbitarias se completará el estudio con maniobras de Valsalva.

La patología vascular se estudiará con un protocolo específico angiográfico que debe incluir región facial y cráneo de forma íntegra.

RM

Principios técnicos

La RM es una modalidad diagnóstica que permite generar imágenes basadas en el fenómeno físico de resonancia magnética nuclear (2). Para ello, se coloca al paciente en el seno de un imán cuya potencia de campo está directamente relacionada con la resolución de la imagen obtenida. Con antenas específicas, se emiten pulsos de radiofrecuencia que interaccionan con los diferentes tejidos a través de una propiedad de los núcleos de hidrógeno, denominada spin. Se puede imaginar esta propiedad como una flecha anclada a las partículas, que se alinea con el campo magnético. A continuación, se retira el pulso de radiofrecuencia y se registra la señal que emiten estos tejidos hasta volver a su estado basal. Para generar la imagen se utilizan los datos obtenidos en este proceso de relajación, y el resultado final dependerá de la configuración de estos pulsos. Por último, la información se recoge y procesa para transformarla en la imagen final.

A diferencia de la TC, donde la escala de grises depende de la densidad tisular, en la RM la escala de grises varía en función de la secuencia empleada (tabla 1).

Tabla 1. Se resume el comportamiento de los tejidos en las secuencias de pulso utilizadas en la práctica clínica habitual

	T1	T1 Supresión grasa	Densidad protónica	T2	FLAIR	
Grasa	↑↑	↓↓	↓	↗ →	↑	
Globo ocular (cuerpo vítreo)	↓	↓	→	↑	↓	
Músculos extraoculares	↓	(con contraste) ↑	↗	↘	↘	→ Señal intermedia (gris)
Hueso cortical	●	●	●	●	●	↗ Moderadamente hiperintenso (gris claro)
Médula ósea	↑	↓	↑	↘	↘	↑ Hiperintenso (brillante, blanco)
Sustancia gris	↓	↓	→	↗ →	↗ →	↘ Moderadamente hipointenso (gris intermedio)
Sustancia blanca	↗	↗	→	↓	↓	↓ Hipointenso (gris muy oscuro)
LCR	↓	↓	→	↑/↑↑	●	● Ausencia de señal (negro). Aunque es muy variable
Vasos sanguíneos	●	●	●	●	●	

2. Diagnóstico por imagen en neuro-oftalmología

Beatriz Alba Pérez, Nicolás Alejandro Almeida Arostegui

Además de las secuencias convencionales, disponemos de otras que nos aportan información complementaria. La secuencia de difusión (DWI) se basa en la medida del movimiento aleatorio (browniano) de las moléculas de agua en los tejidos, que es libre en condiciones normales. Cuando está limitado, se dice que está restringido y se traduce en un área hiperintensa en la imagen. El coeficiente de difusión aparente (CDA) es un valor cuantitativo, calculado de forma automática a partir de la secuencia de difusión, que mide la magnitud de la misma. Se expresa en mm^2/s y cuanto menor sea su valor mayor será la restricción a la difusión. Esta secuencia es útil en casos de sospecha de patología isquémica (fig. 4), infecciosa (abscesos) o tumoral. Las secuencias eco de gradiente (EG) y de susceptibilidad magnética (SWI) son muy sensibles para detectar hemorragia. Las secuencias que suprimen la señal de la grasa, tanto en T1 como en T2, son útiles para la detección, delimitación y caracterización de lesiones orbitarias (fig. 5). Las secuencias angiográficas suprimen la señal de los tejidos estacionarios mientras que mantienen la señal de la sangre circulante (2,3).

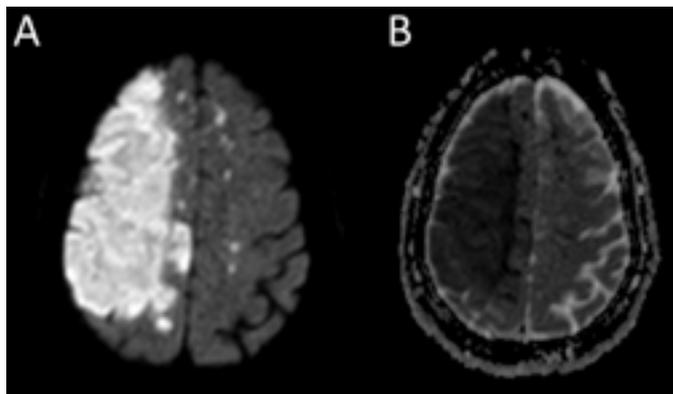


Figura 4: RM axial, secuencia de difusión. A. Corte axial de la secuencia de difusión (b-1500) a nivel de los centros semioviales, donde se observa un área fronto-parietal derecha hiperintensa y algunos focos puntiformes en el hemisferio izquierdo con la misma intensidad de señal. B. Corte axial correspondiente del mapa de CDA, que demuestra valores bajos (hipointensos), compatibles con restricción de la difusión indicativo de isquemia reciente (menos de 5 días).



Figura 5: RM de órbitas. A. Corte axial potenciado con T2 sin saturación grasa, por lo que la grasa intraconal es hiperintensa (asteriscos). Además, se aprecia una voluminosa lesión sólida centrada en el trígono esfenoidal (cruz blanca), con crecimiento intracraneal e intraorbitario, que desplaza y comprime el globo ocular. B Corte axial potenciado en T2 con saturación de la grasa, que suprime la señal de la grasa intraconal, hipointensa (asteriscos). La lesión es un meningioma con infiltración ósea.

En RM se utiliza contraste paramagnético (gadolinio), que acorta el tiempo de relajación T1 y produce aumento de señal en estas secuencias. En el SNC mejora la detección de patología demostrando áreas de rotura de la barrera hematoencefálica.

Limitaciones y seguridad

Los equipos actuales utilizan imanes superconductores, refrigerados con helio, para generar campos magnéticos de entre 1.5-5 T. Los campos magnéticos de tan alta intensidad requieren ciertas precauciones. Pacientes con dispositivos ferromagnéticos no compatibles no deben exponerse a RM de alto campo. Además, ocasionan una significativa disminución de la calidad de la imagen debido a que condicionan artefactos de susceptibilidad magnética. Es necesario estar absolutamente seguro sobre su compatibilidad y contraindicar la exploración en caso de duda.

Otra limitación frecuente es la claustrofobia. En estos casos sería necesario realizar la exploración bajo sedación.

El tiempo de adquisición de las secuencias de RM es largo, oscilando entre 2 y más de 10 minutos. El paciente deberá permanecer inmóvil y con los ojos cerrados durante la prueba.

Las reacciones al gadolinio son muy infrecuentes. Sin embargo, sí existe una asociación clara entre su uso en pacientes con IR y la fibrosis sistémica nefrogénica. Por ello, están contraindicados en pacientes con FRA o enfermedad renal crónica grave.

Adquisición del estudio

Aunque existen protocolos estándar en función de la región anatómica a estudiar es necesario adaptarlos a la sospecha clínica. Es recomendable incluir al menos 2 planos de adquisición diferentes en la órbita, habitualmente axial y coronal. En caso de sospecha de neuritis del fascículo óptico, debido a que una de las causas más frecuentes es la esclerosis múltiple, se debe completar el estudio valorando el SNC.

Para el estudio de la órbita se usarán cortes finos (3 mm) para conseguir una adecuada resolución anatómica y se ajustará el *field of view* (FOV). El protocolo habitual incluye secuencias ponderadas en T1 y T2 en planos axial y coronal, incluyendo al menos una adquisición T2 con supresión de la señal de la grasa. En caso de sospecha de patología infecciosa o tumoral, se añade la secuencia de difusión. Si se sospechan enfermedades que cursan con alteración de la señal del fascículo óptico (neuritis o degeneración walleriana en el contexto de glaucoma), se incluye una secuencia STIR-FLAIR coronal que, al suprimir la señal del LCR y la grasa intraconal, hará mucho más evidente cualquier aumento de señal en el fascículo óptico (4) (fig. 6). La administración de contraste intravenoso no se realiza de forma rutinaria. Ayuda a caracterizar lesiones de gran tamaño y a detectar lesiones pequeñas.

2. Diagnóstico por imagen en neuro-oftalmología

Beatriz Alba Pérez, Nicolás Alejandro Almeida Arostegui

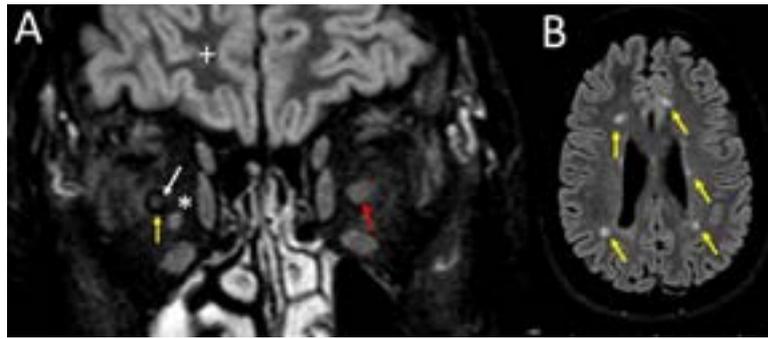


Figura 6: A. Corte coronal de órbitas de secuencia STIR-FLAIR. En esta secuencia se suprime la señal del líquido cefalorraquídeo que rodea al fascículo óptico (flecha amarilla) y la señal de grasa orbitaria (asterisco). El fascículo óptico (flecha blanca), en condiciones normales presenta una intensidad de señal intermedia y es isointenso a la sustancia blanca (cruz blanca). En casos de neuritis hay un engrosamiento y aumento de la intensidad de señal de fascículo óptico (flecha roja). B. Corte axial STIR-FLAIR de cráneo en que se identifican varias lesiones hiperintensas subcorticales, yuxtacorticales y periventriculares (flechas amarillas). Los hallazgos son compatibles con neuritis óptica izquierda en el contexto de esclerosis múltiple.

Si la sospecha es patología hipofisaria (hemianopsia bitemporal), el protocolo del estudio deberá incluir secuencias sagitales y coronales de la región hipofisaria, potenciadas en T1 y T2, estudio dinámico con gadolinio y secciones coronales y sagitales post-contraste (fig. 7).

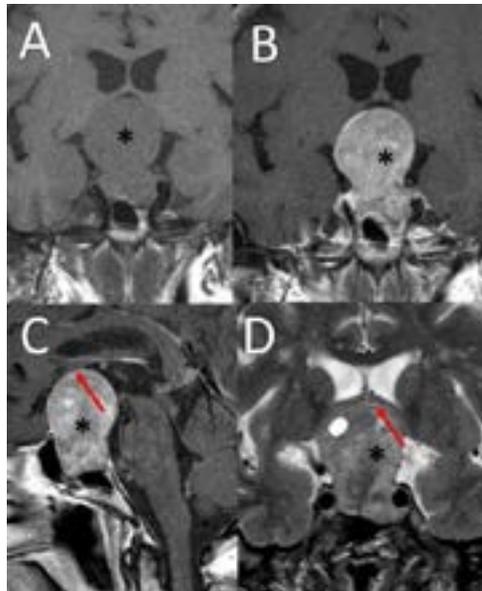


Figura 7: RM de silla turca. A. Corte coronal de silla turca potenciado en T1 sin contraste intravenoso, en el que se objetiva una voluminosa lesión hipofisaria (asterisco) que oblitera las cisternas supraselar y supraquiasmática. B y C. Cortes coronal y sagital potenciado en T1 tras la administración de gadolinio intravenoso, en las que se observa que la lesión tiene una captación heterogénea de contraste (asterisco) y que además desplaza al quiasma (flecha roja). D. Corte coronal de RM potenciado en T2, en la que se observa que la lesión (asterisco) tiene una intensidad de señal heterogénea y no se demuestra alteración de la señal del quiasma (flecha roja). El diagnóstico final de esta lesión fue de macroadenoma hipofisario.

2. Diagnóstico por imagen en neuro-oftalmología

Beatriz Alba Pérez, Nicolás Alejandro Almeida Arostegui

En casos de sospecha de hipertensión intracraneal idiopática se realiza un protocolo específico que incluye: cortes sagitales T2 de la silla turca, cortes axiales T2 y FLAIR de la órbita (valora la papila y erosiones óseas en fosa craneal media y anterior), flebo-RM post-civ (para demostrar trombosis/estenosis de los senos venosos) y, axial FLAIR de la órbita tras la administración de gadolinio para descartar realce de la papila (fig. 8).

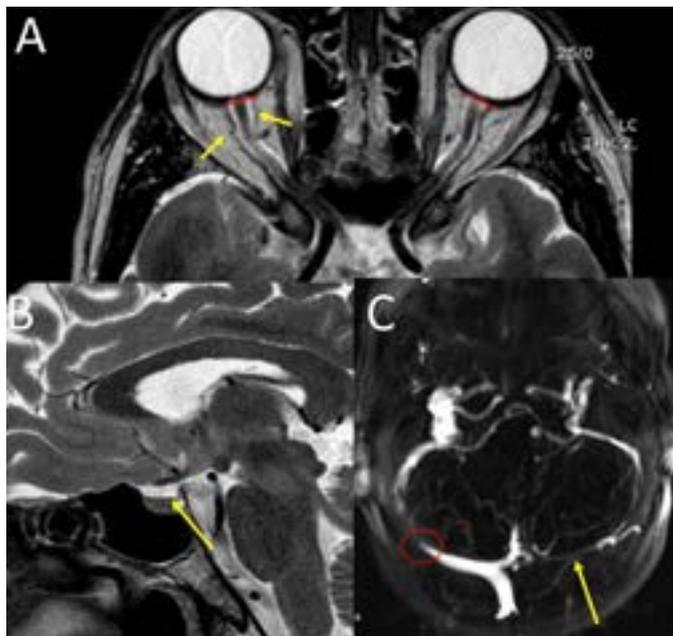


Figura 8: Protocolo de RM para valoración de la hipertensión Intracraneal idiopática. A. Corte axial potenciado en T2 en el que se objetiva un aplanamiento del borde escleral posterior (líneas rojas) y leve tortuosidad y ectasia de la vaina del fascículo óptico (flecha amarilla). B. Corte sagital de silla turca potenciado en T2 en el que se objetiva pérdida de la convexidad de la adenohipófisis (flecha amarilla). C. corte axial secuencial de flebo RM en el que se observa una estenosis de la porción lateral del seno transversal derecho (círculo rojo) y una estenosis severa del izquierdo (flecha amarilla). Los hallazgos descritos son compatibles con el diagnóstico de sospecha de hipertensión intracraneal idiopática.

Tabla 2. Diferencias principales entre TC y RM

TC	RM
Utiliza radiación ionizante y contraste yodado	Utiliza el campo magnético y contraste paramagnético
Muy sensible para detectar hemorragia aguda y calcificaciones/lesiones óseas	Muy buena resolución y caracterización tisular
Artefactos de endurecimiento del haz de rayos	Artefactos de susceptibilidad magnética
Rápida, accesible, barata	Menos accesible, mayor duración y coste del estudio
Contraindicación relativa para administrar contraste en insuficiencia renal	Contraindicación relativa en pacientes con claustrofobia y marcapasos

ASD

La ASD es una técnica fluoroscópica que se usa ampliamente en radiología intervencionista para visualizar vasos sanguíneos. Las estructuras radiopacas, como los huesos, se eliminan digitalmente permitiendo una representación precisa de los vasos.

La arteriografía mantiene su indicación en casos seleccionados de patología vascular que requieran confirmación diagnóstica y procedimientos terapéuticos. En tumores muy vascularizados, puede resultar beneficiosa su embolización previa a la intervención quirúrgica (1).

INDICACIONES DE LAS PRUEBAS DE IMAGEN

Las indicaciones clínicas más frecuentes para solicitar un estudio de imagen en neuro-oftalmología son la pérdida visual, la anisocoria o ptosis, la proptosis, la diplopía u oftalmoplejía, la oscilopsia y las anomalías campimétricas.

El primer paso para elegir la prueba diagnóstica adecuada es la localización de la lesión. La exploración clínica permite situar el origen de la patología en niveles anatómicos precisos permitiendo así elegir la técnica de imagen apropiada. Desde el punto de vista de la imagen, puede hacerse una división anatómica genérica en: globo ocular, órbita, fascículo óptico, quiasma (región hipotálamo-hipofisaria), y vía retroquiasmática / fosa posterior (1). En la tabla 3 quedan reflejadas las técnicas de imagen más apropiadas para el estudio de cada región en función de la sospecha clínica. No obstante, hay que recordar que las pruebas diagnósticas no son excluyentes entre sí y en algunos casos será necesario complementar el estudio con otras técnicas.

Tabla 3. Indicaciones de las técnicas de imagen según áreas anatómicas y sospecha clínica

ÁREA ANATÓMICA	PATOLOGÍA/SIGNOS O SÍNTOMAS CLÍNICOS	TÉCNICA DE 1ª ELECCIÓN	OBSERVACIONES
Globo ocular	Cuerpo extraño o calcificaciones	TC	
	Tejidos blandos	RM	
Órbita	Traumatismo, cuerpo extraño, lesión ósea, calcificaciones	TC	Completar reconstrucciones multiplanares
	Orbitopatía tiroidea (enf. Graves)	TC	La administración de contraste yodado puede interferir con el tratamiento y no aporta datos adicionales * La demostración de alta señal en los músculos en STIR → complicación visual próxima
	Exoftalmos, sospecha de tumores	RM	
	Celulitis orbitaria	TC	La RM es muy útil en caso de sospecha de trombosis de seno cavernoso
	Lesión vascular	ASD Angio-TC/ RM	En caso de varices considerar maniobras de Valsalva
Fascículo óptico	Tumor, patología inflamatoria/desmielinizante, hipertensión intracraneal (papiledema)	RM	Papiledema: contraste para valoración de senos venosos. Desmielinizante: incluir RM de cráneo
	Amaurosis fugax	Angio-TC/ RM	En ocasiones puede requerirse eco Doppler carotídeo
Quiasma	Lesión selar/paraselar (escotoma de la unión o hemianopsia bitemporal)	RM	En caso de urgencia se podría emplear la TC, (sospecha apoplejía hipofisiaria)
	Base de cráneo	TC	
	Lesión vascular (fístula carótido-cavernosa)	Angio-TC/ RM	Pueden verse venas oftálmicas superiores dilatadas. En ocasiones se necesita ASD (tratamiento)
Vía retroquiasmática y fosa posterior	Hemianopsia homónima, síndromes de ceguera cortical, síndromes de tronco cerebral (oftalmoplejía internuclear, nistagmo, entre otros)	RM	La secuencia de difusión es la de elección para la patología isquémica
	Urgencia	TC	Por su mayor disponibilidad y rapidez
Pares craneales oculomotores	Parálisis de III, IV, VI o síndrome del seno cavernoso	RM	La TC es útil para valorar calcificaciones aneurismáticas/tumorales e hiperostosis
Vía simpática	Síndrome de Horner	RM o TC	Incluir el cráneo y la región cervical hasta el opérculo torácico. Realizar secuencias angiográficas

MENSAJES CLAVE A RECORDAR

Las pruebas de imagen son muy útiles en el estudio de las enfermedades neuro-oftalmológicas, pero su valor depende de que el radiólogo reciba la información clínica adecuada para aplicar un protocolo de estudio óptimo en cada caso.

Además, es necesario conocer las fortalezas y debilidades de cada técnica para solicitar la prueba que mejor se ajuste a cada caso clínico concreto.

La adquisición de los estudios orbitarios requiere de unas especificaciones técnicas concretas entre las que destacan un FOV y grosor de corte ajustados para lograr una resolución anatómica suficiente para valorar las estructuras de la vía óptica.

BIBLIOGRAFÍA

1. Vela Marín AC, Seral Moral P, Bernal Lafuente C, Izquierdo Hernández B. Diagnóstico por la imagen en neurooftalmología. *Radiología*. 2018;60(3):190-207.
2. Baert AL, Müller-Forell WS, Sartor K. *Imaging of Orbital and Visual Pathway Pathology*. Berlin, Heidelberg. Springer. 2006.
3. Lee A, Brazis P, Garrity J, White M. Imaging for neuro-ophthalmic and orbital disease. *American Journal of Ophthalmology*. 2004;138(5):852-862.
4. Jacobs D, Galetta S. Neuro-ophthalmology for neuroradiologists. *American Journal of Neuroradiology*. 2007; 28:3-8.
5. Kruger JM, Lessell S, Cestari DM. Neuroimaging: A Review for the General Ophthalmologist. *Seminars in Ophthalmology*. 2012;5.

PREGUNTA TIPO TEST

(pulse en la flecha para comprobar las respuestas)

1. **Respecto a los principios técnicos de las pruebas diagnósticas utilizadas en el campo de la neuro-oftalmología, señale la afirmación verdadera:**
 - a. La TC obtiene imágenes empleando ondas de ultrasonido, emitidas por detectores helicoidales.
 - b. La RM se basa en la emisión de radiación ionizante y la capacidad de los tejidos para absorberla o reflejarla.
 - c. La RM es rápida y accesible, por lo que es la técnica de elección para la evaluación de la patología en urgencias.
 - d. La TC se basa en el principio fundamental de que la densidad de un tejido se puede medir a partir del coeficiente de atenuación que experimente el haz de rayos X al atravesarlo.
 - e. La TC, si bien presenta muchas ventajas respecto a la RM, no permite realizar reconstrucciones multiplanares y en caso de requerirlas deberemos realizar nuevas adquisiciones.

- 2. En cuanto a las siguientes afirmaciones sobre las secuencias de pulso empleadas en RM, señale la respuesta falsa.**
- a. Las secuencias de RM con saturación de la grasa mejoran la delimitación de las lesiones intraorbitarias.
 - b. El gadolinio acorta el tiempo de relajación T1, por lo que se ve hiperintenso en las secuencias potenciadas en T1.
 - c. La secuencia de difusión, al depender su interpretación también del CDA, no es útil para la valoración de la patología isquémica.
 - d. La secuencia FLAIR suprime la señal del líquido cefalorraquídeo.
 - e. Los músculos extraoculares realzan en secuencias potenciadas de T1, tras la administración de gadolinio intravenoso, hallazgo que no debe ser confundido con patología.

3. Señale la afirmación falsa, de las siguientes relaciones entre técnicas/secuencias/protocolos y sospechas de patologías que se muestran a continuación:

- a. Secuencia de difusión – tumores y sospecha de patología isquémica.
- b. Secuencia STIR-FLAIR coronal – neuritis óptica.
- c. TC con reconstrucciones multiplanares – fracturas orbitarias.
- d. Secuencia T1/T2 sagitales y coronales de la silla turca – hemianopsia bitemporal.
- e. RM con FOV sólo de órbita – sospecha de neuritis óptica en esclerosis múltiple.

4. Señale la respuesta falsa:

- a. En ocasiones, para confirmar el diagnóstico de fístula carótido-cavernosa es necesario realizar ASD.

- b. En caso de sospecha de orbitopatía tiroidea, se debe administrar contraste yodado intravenoso, para demostrar el realce patológico del músculo recto inferior, característico de esta enfermedad.

- c. En pacientes con alteración de la función renal, el valor analítico más importante es la tasa de filtrado glomerular.

- d. La alergia a contrastes yodados es una contraindicación relativa para la realización de TC con contraste.

- e. En caso de papiledema y sospecha de hipertensión intracraneal se debe realizar un protocolo específico que incluye secuencias de flebo-RM, para la valoración de los senos venosos.