

# LA RESONANCIA MAGNÉTICA EN NEUROPATÍAS QUE AFECTAN A LA MARCHA

Trabajo final de grado

Grado en Podología

Autor: Mercedes González Vilar

Tutor: Antonio Zalacain Vicuña

Código de asignatura: 1415TFGDG21

8 de junio de 2015

## ÍNDICE

1. RESUMEN Y PALABRAS CLAVE .....	08
1. ABSTRAT AND KEYWORDS .....	09
2. INTRODUCCIÓN .....	10
2.1 CONOCER LA EXPLORACIÓN DE RM: QUE ES LA RM?, COMO SE REALIZA Y CONTRAINDICACIONES .....	10
3. OBJETIVOS .....	13
3.1 OBJETIVO PRINCIPAL .....	13
3.2 OBJETIVOS SECUNDARIOS .....	13
4. HIPÓTESIS .....	13
5. MATERIAL Y MÉTODOS .....	14
6. MARCO TEÓRICO .....	15
6.1 IMÁGENES DIAGNÓSTICAS.....	15
6.1.1 Anatomía SNC por RM .....	15
6.1.2 Artefactos de la imagen .....	19
6.2 PROTOCOLOS SNC .....	24
6.2.1 Protocolo básico para RM cráneo .....	24
6.2.2 Protocolo vascular .....	28
6.2.3 Protocolo básico para RM columna .....	33
6.3 DIAG. POR RM DE LAS NEUROPATÍAS MÁS FRECUENTES QUE PUEDEN AFECTAR A LA MARCHA ..	38
6.3.1 Neuropatías Infecciosas .....	38
6.3.1.1 Meningitis .....	39

6.3.1.2	Encefalitis .....	40
6.3.1.3	Mielitis transversa .....	42
6.3.2	Neuropatías Degenerativas .....	44
6.3.2.1	Esclerosis Múltiple .....	44
6.3.2.2	Degeneración discal .....	48
6.3.3	Neuropatías Tumorales .....	50
6.3.3.1	Gliomas .....	51
6.3.3.2	Meningiomas .....	52
6.3.3.3	Metástasis vertebral (compresión medular) ..	54
6.3.4	Neuropatías Traumáticas .....	56
6.3.4.1	Fractura vertebral .....	56
6.3.5	Neuropatía congénita .....	58
6.3.5.1	Espina bífida (mielomeningocele) .....	58
6.3.6	Neuropatías Vasculares .....	60
6.3.6.1	Enfermedad cerebro-vascular(ictus) .....	61
6.3.6.2	Aneurisma Cerebral .....	63
7.	DISCUSIÓN .....	66
8.	CONCLUSIÓN .....	67
9.	BIBLIOGRAFÍA .....	68
10.	AGRADECIMIENTOS .....	70

## ÍNDICE FIGURAS

Figura (fig.)2.1 RM .....	10
Fig. 2.2 RM abierta .....	11
Fig. 2.3 Axial DP artefacto dental .....	12
Fig. 2.4 Sagital (SAG) T1 artefacto sobra de ojos .....	12
Fig. 6.1 SAG. T1 anatomía cerebral .....	16
Fig. 6.2 Axial T1 anatomía cerebral .....	16
Fig. 6.3 MIP Sag. TOF 3D anatomía .....	17
Fig. 6.4 Secuencia 3DPC. MIP sagital. SSS (Seno sagital superior).SR (Seno Recto), VG (Vena de Galeno, VB Rosenthal (Vena Basal de Rosenthal), VCI (Venas cerebrales internas), VTE (Venas tálamo estriadas) .....	17
Fig. 6.5 D: Anatomía médula espinal y nervios I: Sag T2 columna .	18
Fig. 6.6 Imagen columna con secciones transversales de médula .	18
Fig. 6.7 Axial T2 1ª: artefacto de movimiento 2ª: sin artefacto de movimiento .....	19
Fig. 6.8 Axial T1+GD 1ª: artefacto de movimiento de fase codificada (flechas) 2ª: fase modificada .....	20
Fig. 6.9 Axial T2 1ª: artefacto aliasing 2ª: FOV y fase modificada sin artefacto .....	20
Fig. 6.10 Sag T1 fat/sup. 1ª: artefacto alteración de fat/sup en los márgenes superior e inferior de la imagen, vértebras con señal hiper-intensa que son efecto del artefacto 2ª: no artefacto ajustando campode visión a la antena utilizada .....	21

Fig. 6.11 1ª axial GR T2 con gran artefacto metálico, es una secuencia con gran susceptibilidad magnética, 2ª axial DP con menos artefacto que las secuencias GR; 3ª Sag T1 con gran artefacto por llevar ortodoncia metálica .....	21
Fig. 6.12 Sag T2, T1 y STIR de columna dorsal portadora de artrodesis que produce artefacto .....	22
Fig. 6.13 Cros de axiales que muestra el solapamiento posterior, produciendo artefacto en el canal medular .....	23
Fig. 6.14a Artefacto en espiga en secuencias T1, Dif, STIR .....	23
Fig. 6.14b Sag T1 que muestra grasa hiper-intensa, sus. gris iso-intensa y LCR hipo-intenso .....	24
Fig. 6.15 Axial T2/DP, T2 muestra hiper-intenso LRC, iso-intensa la grasa y sus gris .....	25
Fig. 6.16 Cros coronal Flair cogiendo todo el cerebro con la inclinación del tronco cerebral .....	26
Fig. 6.17 Axial difusión normal y con infarto agudo (menos de dos semanas) .....	26
Fig. 6.18 axial gradiente T2 sin y con sangrado donde se aprecia un punto negro efecto de la hemosiderina .....	27
Fig. 6.19 colapso TOF 3D polígono de Willis y basilar con hiper-intensidad de la grasa .....	29
Fig. 6.20 colapso coronal TOF 2D venoso .....	30
Fig. 6.21 colapso 3D polígono de Willis con algunos de sus cortes .	30
Fig. 6.22 colapso MIP TOF 3D P.Willis en sag. y coronal .....	31
Fig. 6.23 MIP arterial intracraneal oblicuos coronales despejando carótidas internas y basilar .....	31

Fig. 6.24 reconstrucciones coronal oblicuas de SPGR 3D con gadolínico de TSA .....	32
Fig. 6.25 Composing sag. T2 de toda la columna en 1 sola imagen.	33
Fig. 6.26 Sag T2 mielopatía híper-intensa y Sag T1 mielopatía Hipo-intensa .....	34
Fig. 6.27 Sag T1 cervical mostrando que los cortes sagitales han de abarcar hasta los agujeros de conjunción .....	35
Fig. 6.28 Sag T2 cervical mostrando que los cortes sagitales han de abarcar hasta los agujeros de conjunción .....	35
Fig. 6.29 Sag STIR cervical mostrando que los cortes sagitales han de abarcar hasta los agujeros de conjunción .....	36
Fig. 6.30 Cros mostrando inclinación del disco vertebral de los cortes axiales GR T2 que son más útiles ante la cervicoartrosis (osteofitos q afectan al canal medular) .....	37
Fig. 6.31 Cros mostrando inclinación del disco vertebral de los cortes axiales T2 que son más útiles en la columna dorso-lumbar (mejor diferenciación LCR con médula) .....	37
Fig. 6.32 secuencia T1 con Fat/sup con y sin contraste, evidenciando el resalte de la lesión .....	38
Fig. 6.33 Visualización de una leptomeningitis, prácticamente visualizada con contraste .....	40
Fig. 6.34 Visualización de una encefalitis donde al ser una enfermedad inflamatoria y aguda, prácticamente se visualiza en todas las secuencias excepto en las T1 .....	41
Fig. 6.35 Vista sag. mielitis dorsal híper-intensa en T2 y leve realce con contraste en T1 .....	43

Fig. 6.36 Vista transversal mielitis dorsal híper-intensa en T2 y leve realce con contraste en T1 .....	44
Fig. 6.37 Lesiones típicas de EM lesiones en el cuerpo calloso y yuxtacorticales .....	47
Fig. 6.38 Placas de desmielinización de la médula, en T2 híper-intensas y con realce de contraste en Sag T1 por ser una placa activa (fase inflamatoria) .....	48
Fig. 6.39 placa EM híper-intensa en axial T2 .....	48
Fig. 6.40 Etapas de degeneración discal .....	49
Fig. 6.41 Vista disco intervertebral normal y degenerado en secuencia T2 .....	49
Fig. 6.42 Hernia extruida L4-L5 en sag T2, T1 y axial T2 .....	50
Fig. 6.43 Imagen glioma produciendo efecto masa en el cerebro, con zona de inflamación perilesional y con realce de contraste .....	52
Fig. 6.44 Meningioma tipo I (no edema medular, crecimiento lento) dorsal muy bien definido extraaxial, intradural con realce de contraste homogéneo con leve forma de uso en los cortes sagitales .....	53
Fig. 6.45 Meningioma tipoII con importante efecto masa, gran captación de contraste y forma de uso característica de este TM ....	54
Fig. 6.46 Zonas de predilección de la metástasis vertebral .....	54
Fig. 6.47 Metástasis vertebral dorsal con afectación del canal medular y compresión medular .....	56
Fig. 6.48 Representación cuadriplejia y paraplejia según la zona de la afectación medular .....	57
Fig. 6.49 Fractura luxación cervicales con afectación medular .....	58

Fig. 6.50 Mielomegingocele con apertura del sacro .....	60
Fig. 6.51 Ictus de menos de dos semanas pues brilla en secuencia difusión .....	62
Fig. 6.52 Ictus antiguo donde se aprecia en angio RM disminución de flujo en la arteria cerebral izquierda .....	62
Fig. 6.53 Representación de aneurisma cerebral .....	63
Fig. 6.54 Aneurisma cerebral volum rendering sífón carotídeo izquierdo y coronal T2. ....	64
Fig. 6.55 aneurisma cerebral donde se aprecia el resalte de contraste en el coronal T1 .....	64
Fig. 6.56 Reconstrucción vascular volum rendering sífón carotideo con presencia de un aneurisma .....	65



## 1. RESUMEN

La Resonancia Magnética es una prueba de diagnóstico por imagen que se basa en el procesamiento de ondas de radio que pasan por el paciente, el cual es sometido a un potente campo magnético. Esta técnica no utiliza radiaciones ionizantes como es el caso de la tomografía axial computarizada o las radiografías simples. Nos presenta imágenes muy detalladas en cualquier perspectiva y con diferentes secuencias. Las imágenes obtenidas con la RM permiten evaluar de una forma muy precisa el sistema nervioso central y determinar la presencia de ciertas patologías que pueden afectar a la marcha humana. A pesar de que la RM no es una exploración que soliciten habitualmente los podólogos, ante una exploración podológica en que nos aparezcan signos de neuropatía traducidos en una alteración de la marcha, se debe valorar con la anamnesis (puede aportar una RM) si bien son secuelas de alguna patología del sistema nervioso ya conocida o bien son signos de una posible patología reciente, por lo que entonces el podólogo debe realizar un informe con los hallazgos de la exploración, para que su médico le solicite una RM si lo considera necesario. Una vez este paciente ya está diagnosticado y nos vuelve a la consulta para realizarle el tratamiento podológico oportuno, hemos de saber interpretar mínimamente las imágenes de dicha patología neurológica. Este trabajo nos proporciona las bases para interpretar imágenes de RM de neuropatías más habituales del sistema nervioso que nos suelen dar alteraciones de la marcha. Estas patologías neurológicas son la meningitis, la encefalitis, la mielitis, la esclerosis múltiple, degeneraciones discales, los gliomas, los meningiomas, las metástasis, la espina bífida, el ictus y el aneurisma cerebral.

## PALABRAS CLAVE

Resonancia magnética, SNC, neuropatías, trastorno de la marcha.

## 1. ABSTRAT

MRI is an imaging test that is based on the processing of radio waves passing through the patient, which is subjected to a strong magnetic field. This technique does not use ionizing radiation such as computed tomography or plain radiographs. It presents highly detailed images in any perspective and with different sequences. The images obtained with MRI to assess a very precisely the central nervous system and the presence of certain diseases that can affect the human gait. Although MRI is not an examination that usually requested by podiatrists, before a podiatric examination in which we appear signs of neuropathy translated into a gait disturbance, it should be assessed with anamnesis (you can make an RM) although they are consequences of any pathology already known or nervous system are recent signs of a possible pathology, so then the podiatrist must make a report with the findings of the examination, so your doctor will request an MRI if necessary. Once the patient is diagnosed and returns us to the clinic for podiatry Give you the right treatment, we know minimally interpret images of this neurological disease. This work provides the basis for interpreting MRI most common nervous system neuropathies we usually give gait disturbances. These neurological diseases are meningitis, encephalitis, myelitis, multiple sclerosis, disc degeneration, gliomas, meningiomas, metastases, spina bifida, stroke and brain aneurysm.

## KEYWORDS

MRI, SNC, neuropathies, gait disturbance.

## 2. INTRODUCCIÓN

### 2.1 CONOCER LA EXPLORACIÓN DE RM: QUE ES LA RM?, COMO SE REALIZA Y CONTRAINDICACIONES.

La resonancia magnética es la mejor técnica de imagen para estudiar el SNC. Consiste en un gran y muy potente imán en el que el



Figura (fig.)2.1 RM. Fuente información (F.I): Siemens Healthcare

paciente se acuesta dentro. Una antena de ondas de radio se utiliza para enviar señales al cuerpo y luego recibir señales de vuelta. Estas señales de retorno se convierten en imágenes mediante un ordenador

conectado al escáner. La calidad de las imágenes

recibidas depende de muchos factores técnicos. Los factores más importantes son: el posicionamiento de la paciente, la selección adecuada de la bobina, la selección de secuencias apropiadas y planos de imagen. El gran contraste entre los diferentes tejidos proporciona una oportunidad para diagnosticar diversas lesiones. En algunos casos es necesaria la administración de contraste para la optimización del diagnóstico, el contraste utilizado se llama gadolinio y, al contrario que el contraste usado para hacer un TAC, no está compuesto por yodo, por lo que es poco probable que cause efectos secundarios o alergia. Este medio de contraste se administra por vía intravenosa. En muchos centros médicos de la resonancia magnética ha reemplazado a la mielografía por su modalidad no invasiva y porque proporciona un excelente detalle anatómico. Las imágenes obtenidas con la RM permiten evaluar el SNC y determinar la presencia de ciertas neuropatías. Así las imágenes pueden

examinarse en el monitor de un ordenador, donde las visualiza el técnico especialista en RM quien imprime las imágenes o copia en un CD y el radiólogo emite un informe.

La máquina de RM es un túnel de unos 2 metros de largo en un campo magnético en el cual, la zona a explorar ha de estar en el centro. Los pacientes han de estar quietos durante aproximadamente unos 20-30 minutos, en los cuales son sometidos a unas radiofrecuencias (por lo que el paciente escucha diferentes ruidos). A los pacientes se les proporciona protección de los oídos con cascos y almohadillas que ayudan a la inmovilización y a la comodidad en la posición requerida que suele ser decúbito supino (como es posicionar una almohadilla en el hueco poplíteo que permite una ligera flexión de las rodillas, la cual ayuda a la relajación de los psoas iliacos). También se les proporciona un avisador (alarma acústica) por si en algún momento durante la exploración el paciente necesita comunicar algo. A pesar de ello en ocasiones hay pacientes con claustrofobia que representan un gran problema a la hora de realizarles la exploración. Ante pacientes con claustrofobia se les facilita una carta donde se le explica al médico solicitante de la exploración, el problema de claustrofobia de su paciente. El médico



Fig. 2.2 RM abierta F.I: Siemens Healthcare

es el que valora si solicita otra resonancia pero abierta (son dos plataformas una encima de la otra, no un túnel) las cuales son de medio campo (intensidad del imán como máximo de 0,5T) por lo que la calidad de la imagen no es la misma. O si le puede administrar a la

hora de la exploración (dependiendo de sus antecedentes patológicos,

alergias) algún ansiolítico como el diazepam. O cree que es indispensable la resonancia magnética para el diagnóstico, se puede solicitar con anestesia (sedación que sólo dura el tiempo de la exploración).

También supone un inconveniente los pacientes portadores de prótesis metálicas incompatibles con el campo magnético como es el caso de los marcapasos, válvulas cardíacas y neuro-estimuladores, que en la actualidad cada vez son más compatibles con el campo magnético. No se puede realizar la exploración a los pacientes



Fig. 2.3 Axial DP artefacto dental F.I.: CETIR

portadores de éstas prótesis que son incompatibles, ni en resonancias de bajo campo. También se tiene que tener en cuenta pacientes que trabajan o hayan trabajado fresando metal, por posibles virutas metálicas en los ojos. Así como pacientes portadores de prótesis dental que puedan extraerla. Hay casos en los que incluso se le pide al paciente que se retire el maquillaje de los ojos, pues puede dar artefacto por las partículas metálicas que llevan.



Fig. 2.4 Sagital (SAG) T1 artefacto sobre de ojos F.I.: CETIR

Hay muchas combinaciones diferentes de secuencias posibles para las imágenes de RM cráneo y columna. Más utilizados son: T1, T2, FLAIR, DIFUSIÓN, T2\*(GRADIENTE) y STIR. Las secuencias básicas que se realizan utilizan cortes de entre 3 y 5 mm de grosor, pudiéndose utilizar en secuencias especiales como en

las vasculares y adquisiciones 3D grosores de menos de 1 mm.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO PRINCIPAL

Reconocer imágenes de RM en las neuropatías más habituales que pueden afectar a la marcha.

#### 3.2 OBJETIVOS SECUNDARIOS

Diferenciar imágenes con patología o con artefacto.

Conocer la exploración: cómo y cuándo se debe realizar.

### 4. HIPÓTESIS:

La RM es la prueba de elección ante las neuropatías del SNC, que son una de las principales causas que provocan secuelas en la marcha humana.

## 5. MATERIAL Y MÉTODOS

Para llevar a cabo este trabajo se han utilizado diferentes fuentes de información.

- Libros de anatomía SNC
- Libros sobre RM
- WEB U.S. National Library of Medicine
- Artículos científicos de American Journal of Roentgenology, AJR.
- Base de datos de Radiopaedia.org, utilizando los términos buscados: MRI, artifacts, meningitis, encephalitis, transverse, myelitis, multiple sclerosis, disc degeneration, gliomas, meningiomas, spinal metastases, spinal fractures, spina bifida, cerebral vascular disease.
- Base de datos de la empresa CETIR (ERESA) de 6 centros de RM:
  - CETIR ESPLUGAS
  - CETIR CRUZ ROJA
  - CETIR SANT ANDREU
  - CETIR CLÍNICA DEL PILAR
  - CETIR SANT JORDI
  - CETIR SANT CUGAT

La búsqueda de casos clínicos se ha limitado al periodo comprendido entre 2011 al 2015, buscando por orientación diagnóstica de la RM toda causa que produzca alteración de la marcha como son: parestesias extremidades inferiores (EEII), hemiparesias lateralizadas derecha o izquierda, inestabilidad en la marcha, trastornos de la marcha, claudicación neurógena, dificultad a la deambulacion, pérdida de fuerza EEII. Visualizando las imágenes y el informe del radiólogo.

## 6. MARCO TEÓRICO

### 6.1 IMÁGENES DIAGNÓSTICAS

#### 6.1.1 Anatomía SNC por RM

El conocimiento básico del SNC es imprescindible para la valoración de este.

Las tres partes más importantes del cerebro son las siguientes:

- El cerebro es la parte más grande del cerebro. Está en la parte superior de la cabeza. El encéfalo controla el pensamiento, el aprendizaje, la solución de problemas, las emociones, el habla, la lectura, la redacción y el movimiento voluntario.
- El cerebelo está en la región inferior y posterior del cerebro (cerca de la mitad posterior de la cabeza). Controla el movimiento, el equilibrio y la postura.
- El tronco encefálico conecta el cerebro con la médula espinal. Está en la parte más baja del cerebro (justo arriba de la parte de atrás del cuello). El tronco encefálico controla la respiración, la frecuencia cardíaca, y los nervios y músculos que se usan para ver, oír, caminar, hablar y comer.



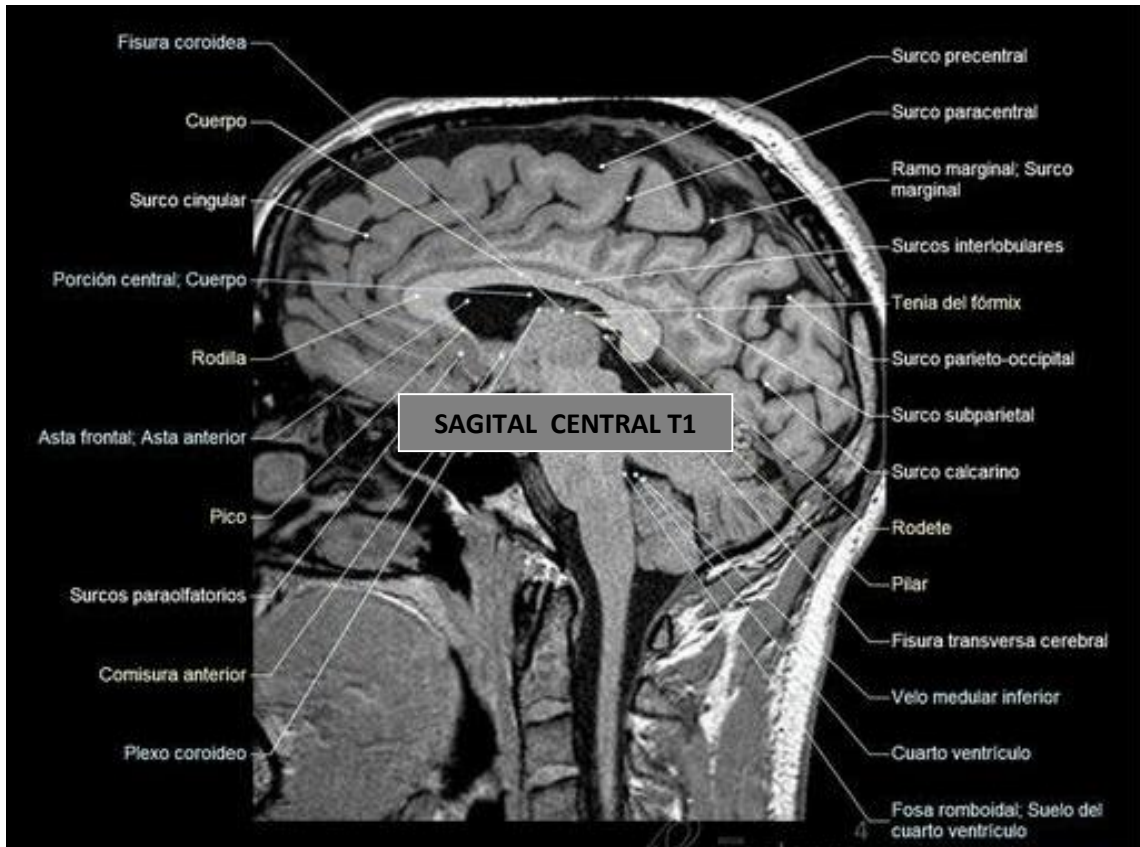


Fig. 6.1 SAG. T1 anatomía cerebral F.I.: CETIR

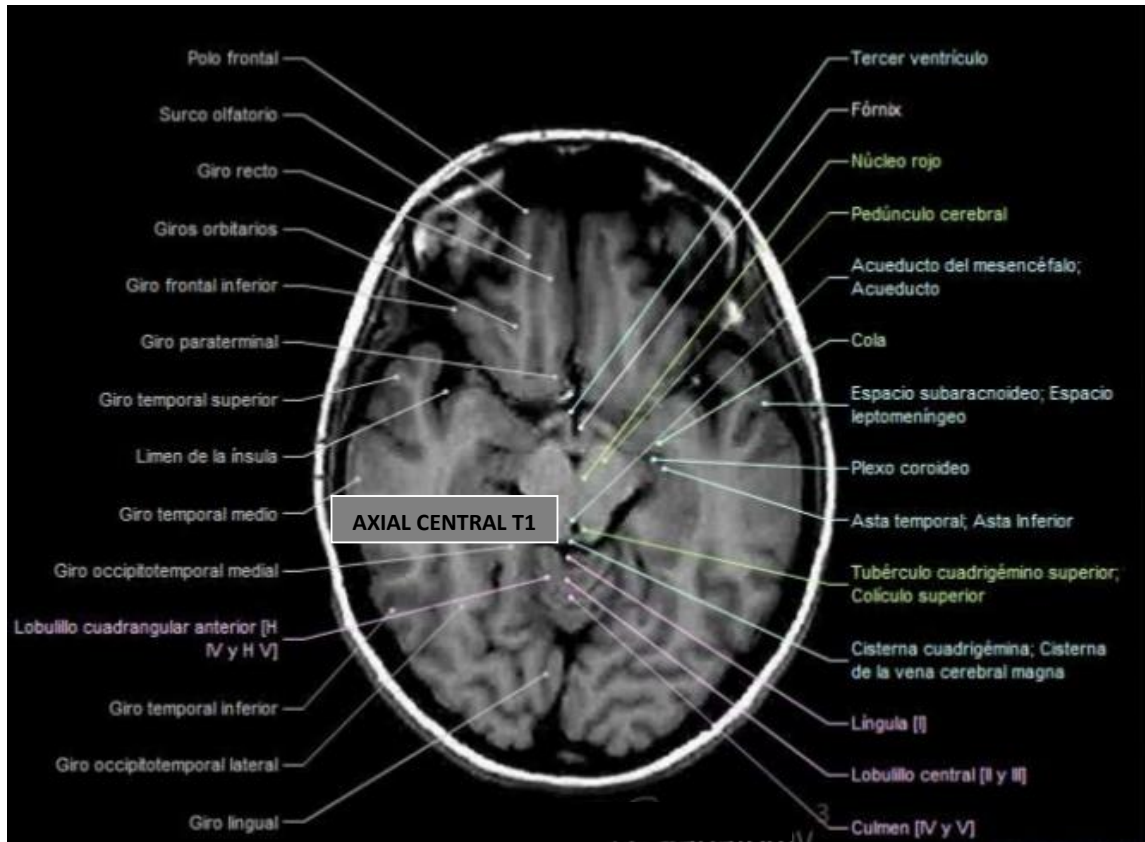


Fig. 6.2 Axial T1 anatomía cerebral F.I.:

Anatomía del cerebro donde se muestra el cerebro, los ventrículos (con el líquido cefalorraquídeo en azul), el cerebelo, el tronco encefálico (la protuberancia y la médula) y otras partes del cerebro.

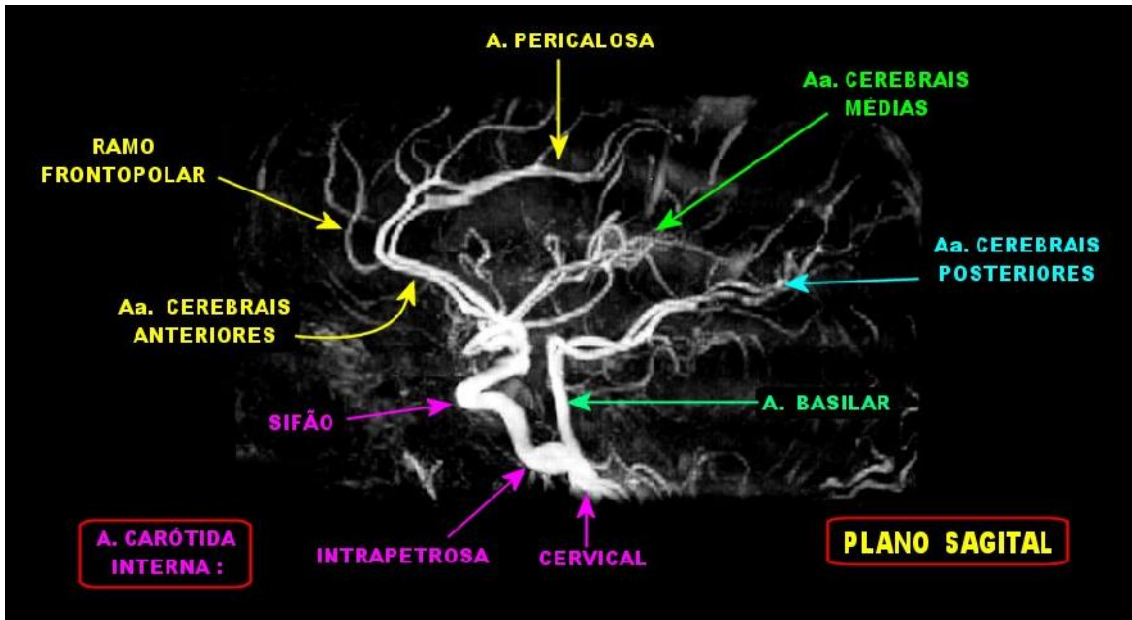


Fig. 6.3 MIP Sag. TOF 3D anatomía F.I.: CETIR

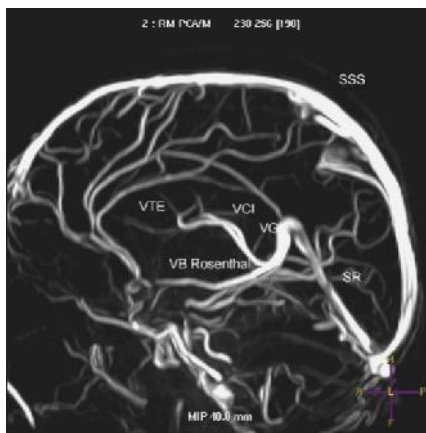


Fig. 6.4 Secuencia 3DPC. MIP sagital. SSS (Seno sagital superior).SR (Seno Recto),VG (Vena de Galeno, VB Rosenthal (Vena Basal de Rosenthal), VCI (Venas cerebrales internas), VTE (Venas tálamo estriadas) F.I.: CETIR

La médula espinal es una columna de tejido nervioso que va desde el tronco encefálico hacia abajo, por el canal medular hasta aproximadamente a la altura de la primera o segunda vértebra lumbar. Está cubierta por tres capas delgadas de tejido conectivo que se llaman meninges, desde la más interna a la más externa: piamadre, aracnoides y duramadre. La médula espinal es la encargada de llevar impulsos nerviosos a los 31 pares de nervios raquídeos. Por lo que es la transmisora de los mensajes que el cerebro envía a los músculos para caminar

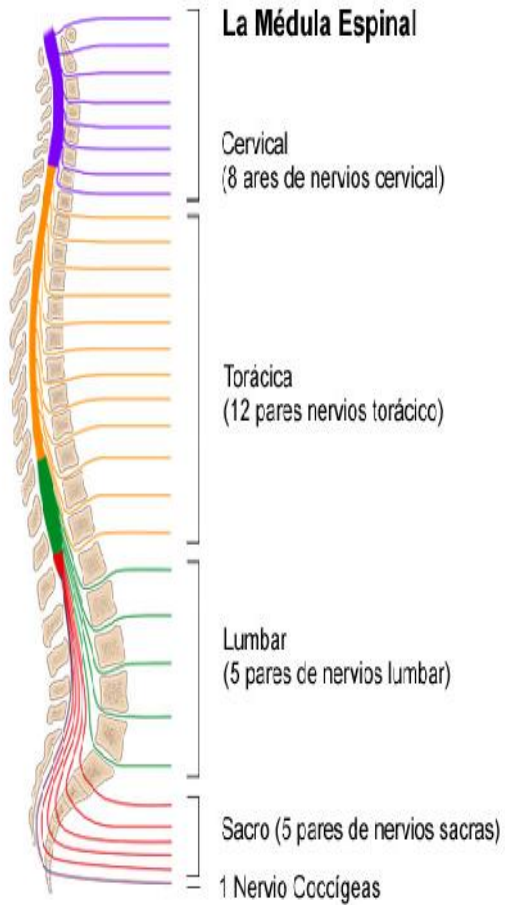


Fig. 6.5 D: Anatomía médula espinal y nervios F.I.:  
[http://www.uchicagokidshospital.org/images/gs/si\\_2710.jpg](http://www.uchicagokidshospital.org/images/gs/si_2710.jpg) I: Sag T2 columna F.I.: CETIR

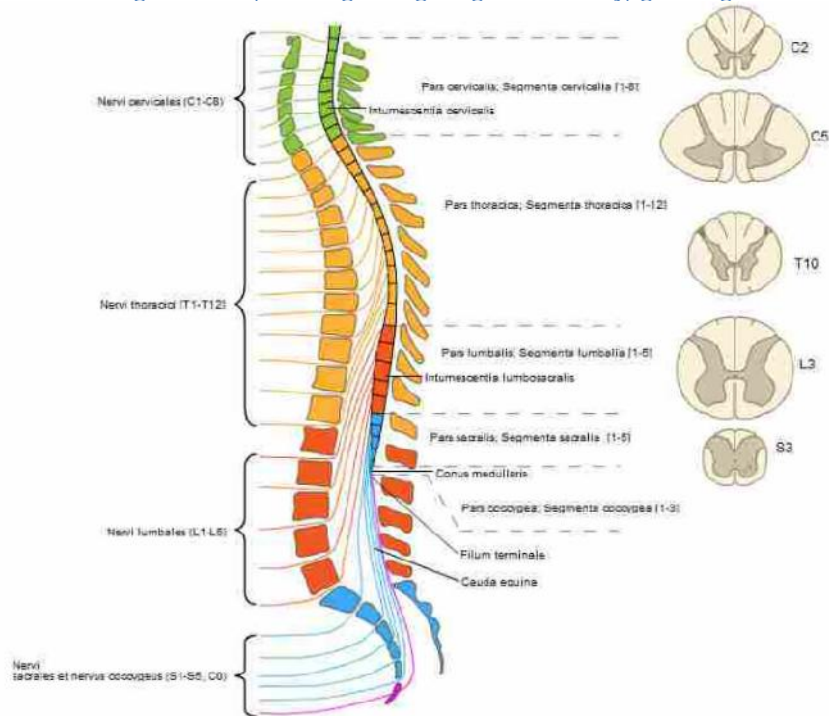


Fig. 6.6 Imagen columna con secciones transversales de médula F.I.:  
<http://www.uchicagokidshospital.org>

### 6.1.2 Artefactos de la imagen

Artefactos de la RM son numerosos y dan una idea de la física detrás de cada secuencia. Muchos artefactos tienen un aspecto característico y con experiencia que pueden ser fácilmente identificados. Algunos artefactos afectan a la calidad del examen de resonancia magnética, mientras que otros no afectan a la calidad del diagnóstico, pero pueden confundirse con patología.

El artefacto más habitual es por causa del movimiento del paciente.

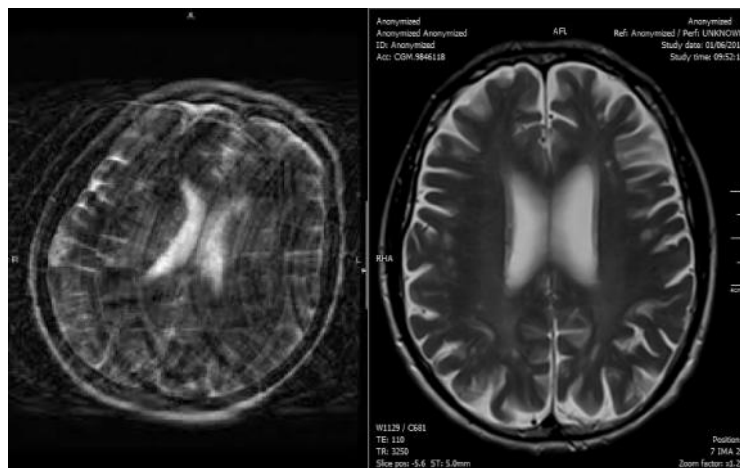


Fig. 6.7 Axial T2 1ª: artefacto de movimiento 2ª: sin artefacto de movimiento F.I.: CETIR

Al encontrar un artefacto desconocido, es útil examinar sistemáticamente las características generales del artefacto para tratar de entender su clase general.

Artefacto de movimiento de fase codificada es cuando se produce como resultado de tejido / fluido en movimiento durante la exploración y se manifiesta como efecto fantasma en la dirección de codificación de fase, por lo general en la dirección del eje corto de la imagen.



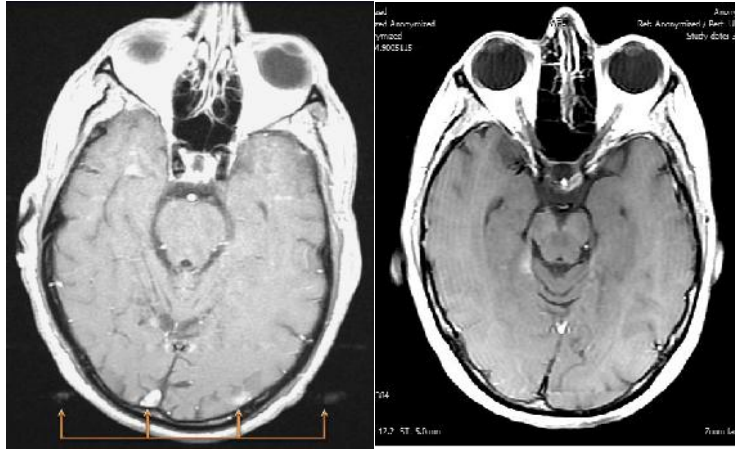


Fig. 6.8 Axial T1+GD 1ª: artefacto de movimiento de fase codificada (flechas) 2ª: fase modificada F.I.: CETIR

Dirección Aliasing en RM (también conocido como wrap-around) es un artefacto común. Se produce cuando el campo de visión (FOV) es más pequeño que la parte de cuerpo que está siendo fotografiado. La parte del cuerpo que se encuentra más allá del borde de la FOV se proyecta sobre el otro lado de la imagen.

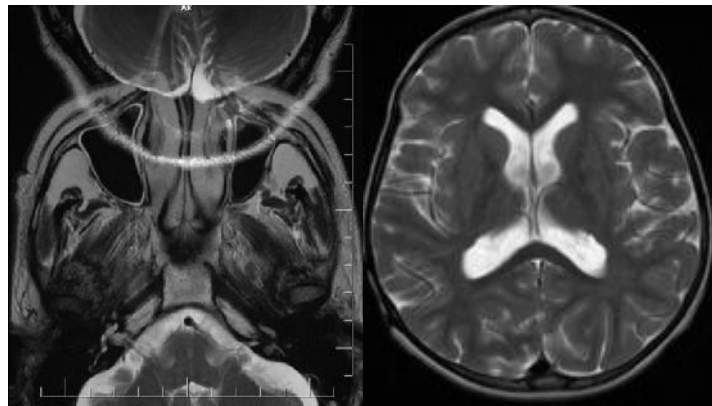


Fig. 6.9 Axial T2 1ª: artefacto aliasing 2ª: FOV y fase modificada sin artefacto F.I.: CETIR

Artefacto en secuencias con técnica de supresión de grasa (fat/sup), por un campo de visión (FOV) muy amplio. Pueden confundir pues en los bordes de la imagen queda alterada.



Fig. 6.10 Sag T1 fat/sup. 1ª: artefacto alteración de fat/sup en los márgenes superior e inferior de la imagen, vértebras con señal hiper-intensa que son efecto del artefacto 2ª: no artefacto ajustando campo de visión a la antena utilizada. F.I: CETIR

### Presencia de cuerpos extraños metálicos



Fig. 6.11 1ª axial GR T2 con gran artefacto metálico, es una secuencia con gran susceptibilidad magnética, 2ª axial DP con menos artefacto que las secuencias GR; 3ª Sag T1 con gran artefacto por llevar ortodoncia metálica. F.I: CETIR



Fig. 6.12 Sag T2, T1 y STIR de columna dorsal portadora de artrodesis que produce artefacto. F.I: CETIR

Artefacto rebanada-solapamiento (también conocido como diafonía artefacto)

El artefacto rebanada-solapamiento (también conocida como cross-talk artefacto) es un nombre dado a la pérdida de la señal se ve en una imagen de una multi-ángulo, la adquisición de cortes múltiples, como se obtiene comúnmente en la columna vertebral lumbar. No se debe confundir con la excitación transversal que, aunque similar en la causalidad, no se debe a las imágenes en ángulo. Si las rodajas obtenidas en diferentes espacios de disco no son paralelas, entonces las rodajas pueden solaparse. Si dos niveles se realizan al mismo tiempo, por ejemplo, L4-5 y L5-S1, entonces el nivel adquirido segundo incluirá giros que ya han sido saturados. Esto hace que una banda de paso de pérdida de señal horizontalmente en su imagen, por lo general peor posteriormente. Las bandas horizontales oscuras en la parte inferior de la imagen axial siguiente a través de la columna lumbar demuestra este artefacto. Mientras la zona saturada se queda por detrás del canal espinal que no causa ningún daño.

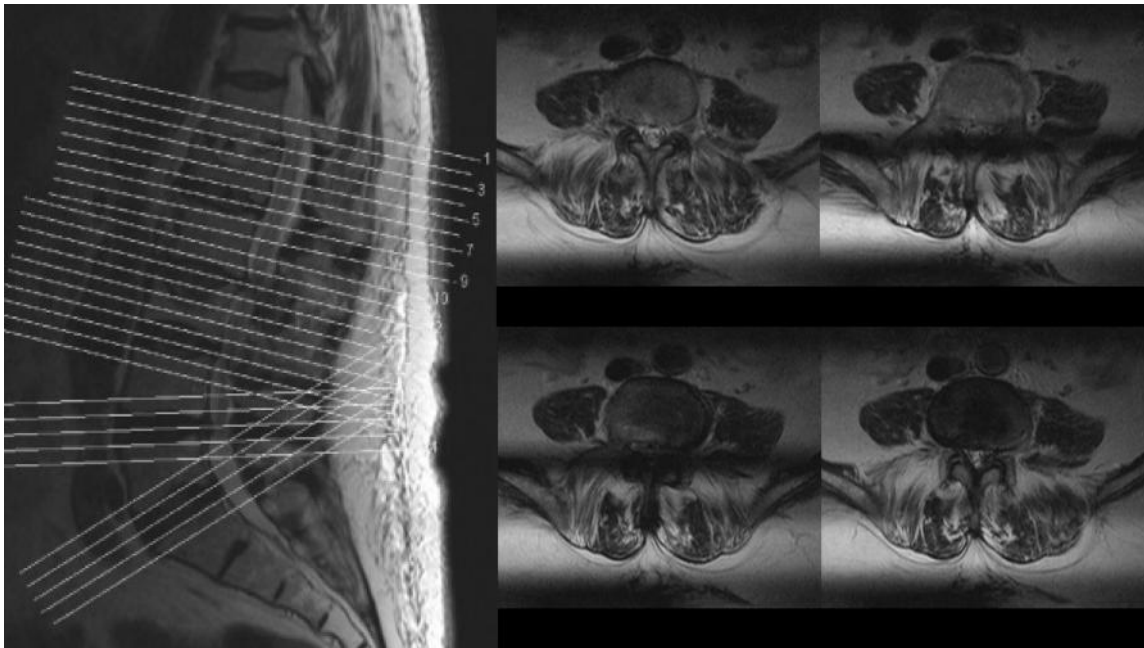


Fig. 6.13 Cros de axiales que muestra el solapamiento posterior, produciendo artefacto en el canal medular. F.I: CETIR

Artefacto en espiga (también llamado como entrecruzamiento artefacto o artefacto de pana) es un artefacto RM, aparece como un tejido de hueso arenque. Artefacto está disperso por toda la imagen en un solo corte o varios. Causas como picos electromagnéticos por bobinas de gradiente; suministro de energía fluctuante o discrepancias pulso de radiofrecuencia.

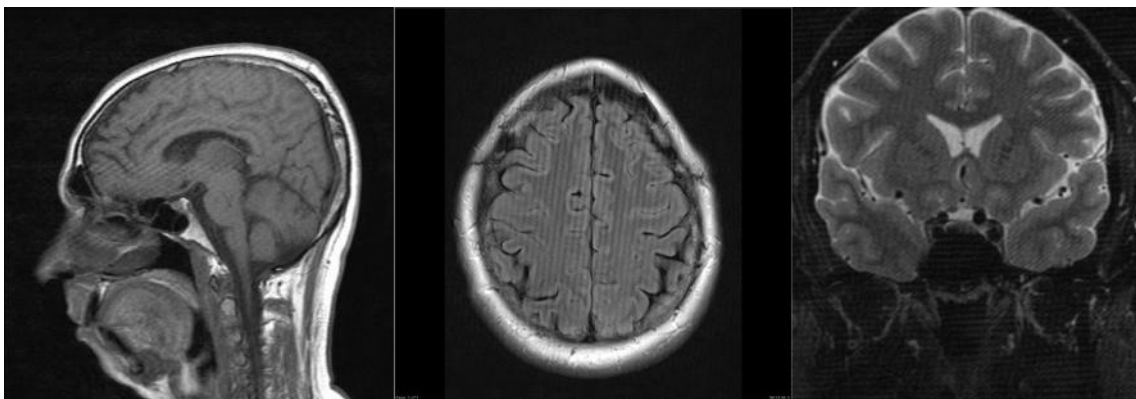


Fig. 6.14a Artefacto en espiga en secuencias T1, Dif, STIR. F.I: CETIR



## 6.2 PROTOCOLOS SNC

### 6.2.1 Protocolo básico para RM cráneo:

Sagital T1, secuencia muy anatómica pero poco sensible a los cambios patológicos. En ella se aprecia el líquido hipo-intenso y la grasa híper-intensa. Es la secuencia que se utiliza post-contraste, realzando (híper-intensa) la lesión.

Secuencias T1:

Blanco (híper-intenso): Grasa, hemorragia sub-aguda, contraste magnético y sustancia blanca.

Gris (iso-intenso): Sustancia gris, hígado, bazo, páncreas, riñón, músculos y lesiones con agua.

Negro (hipo-intenso): LCR, Orina, quistes, tendones, vasos y aire.

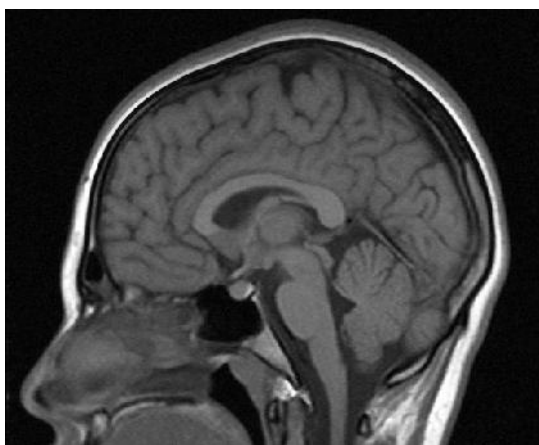


Fig. 6.14b Sag T1 que muestra grasa híper-intensa, sus. gris iso-intensa y LCR hípo-intenso F.I: CETIR

Axial o transversal VEMP (T2, DP), secuencia en que nos ofrece dos imágenes una potenciada en T2 dando el líquido híper-intenso y la grasa también, y la imagen densidad de protones en que el líquido es iso-intenso y la grasa híper-intensa. Como la mayoría de patologías son de origen inflamatorio o tumoral y comportan un

edema (aumento de agua en los tejidos) la mayoría de las lesiones será hiper-intensa en T2.

Secuencias T2:

Blanco (híper-intenso): líquido cefalorraquídeo, orina, quistes, tumores, riñón, bazo y agua libre.

Gris (iso-intenso): Sustancia gris y grasa.

Negro (hipo-intenso): Sustancia blanca, páncreas, hígado, músculo, hueso cortical, tendones, aire y vasos.

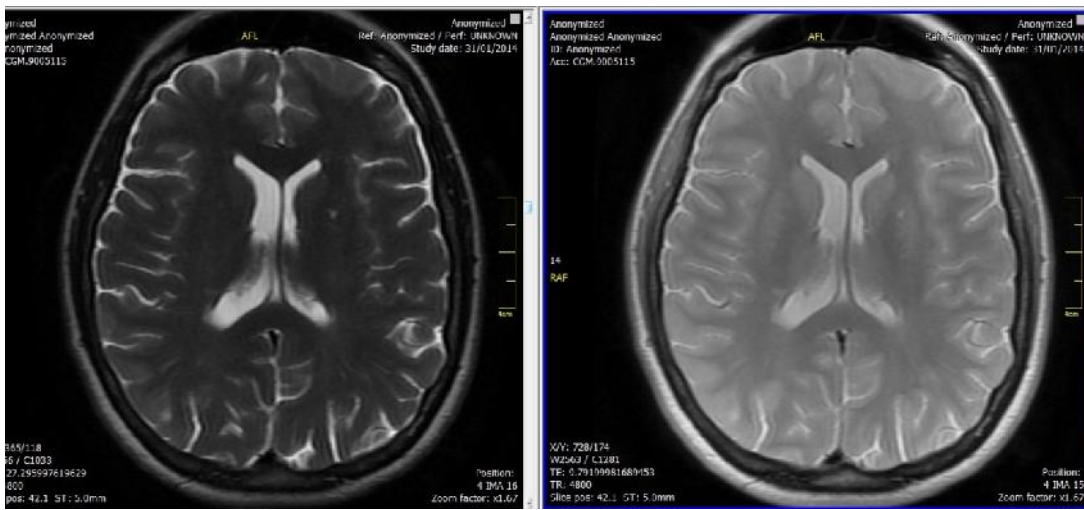


Fig. 6.15 Axial T2/DP, T2 muestra híper-intenso LRC, iso-intensa la grasa y sus gris. F.I.: CETIR

Coronal Flair o dark fluid, es una secuencia potenciada en T2, en la que se anula la señal proveniente del líquido cefalorraquídeo. La sustancia blanca se observa de menor intensidad de señal en relación con la sustancia gris (típico de la potenciación en T2) y el líquido cefalorraquídeo hipo-intenso.

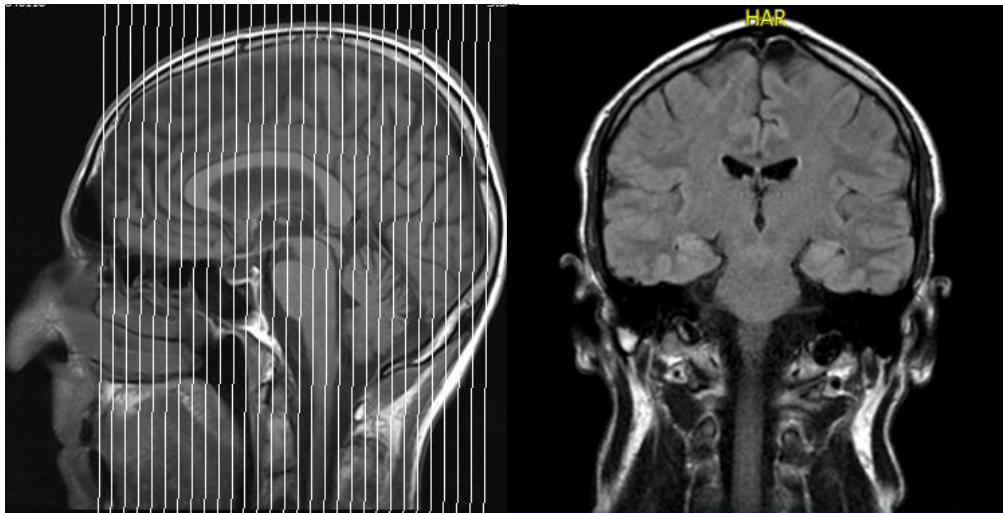


Fig. 6.16 Cros coronal Flair cogiendo todo el cerebro con la inclinación del tronco cerebral. F.I: CETIR

Axial o transversal difusión ponderada, es una secuencia con poco valor anatómico pero sí con mucho valor para la identificación temprana del ictus isquémico, diferenciación entre quiste epidermoide y el quiste aracnoideo, diferenciación de absceso de tumores necróticos y evaluación de actividad de desmielinización, entre otras. Es una secuencia muy corta que solo requiere 20-30 segundos, por lo que debe realizarse en todos los estudios cerebrales ya que permite detectar isquemia aguda no sospechada.

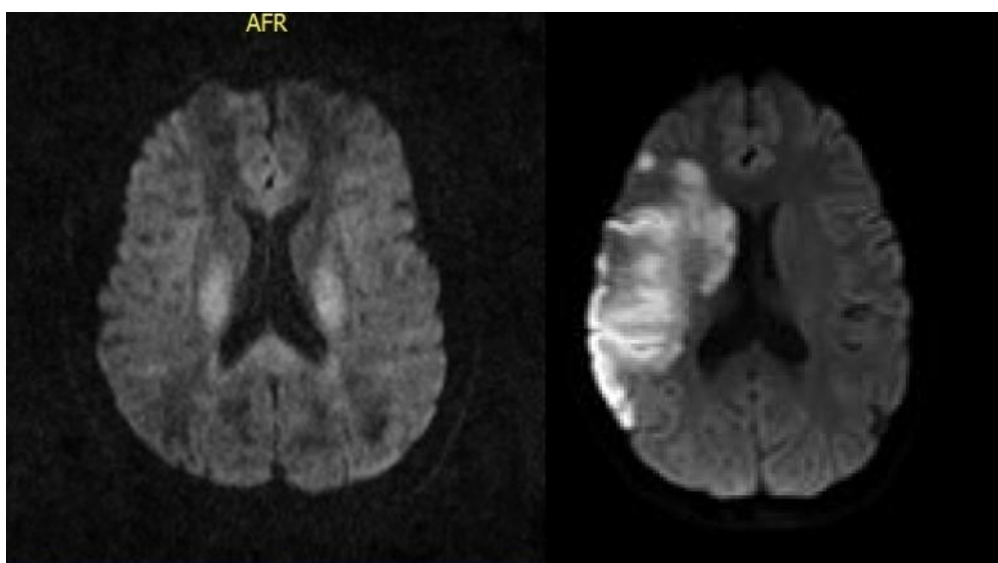


Fig. 6.17 Axial difusión normal y con infarto agudo (menos de dos semanas) F.I: CETIR

Axial o transversal T2\* o eco de gradiente T2, con susceptibilidad magnética. Es imprescindible para identificar factores que alteran la homogeneidad del campo magnético, como hemorragia, calcificaciones, metales o aire. La transformación hemorrágica, se observa como una pérdida de señal producida por los productos de degradación de la hemoglobina, que hacen perder homogeneidad al campo magnético local. Si se sospecha una lesión hemorrágica, cavernoma o en pacientes mayores de 60 años debemos añadir una secuencia de gradiente (T2\*) o de Susceptibilidad para detectar mejor depósitos de hemosiderina.

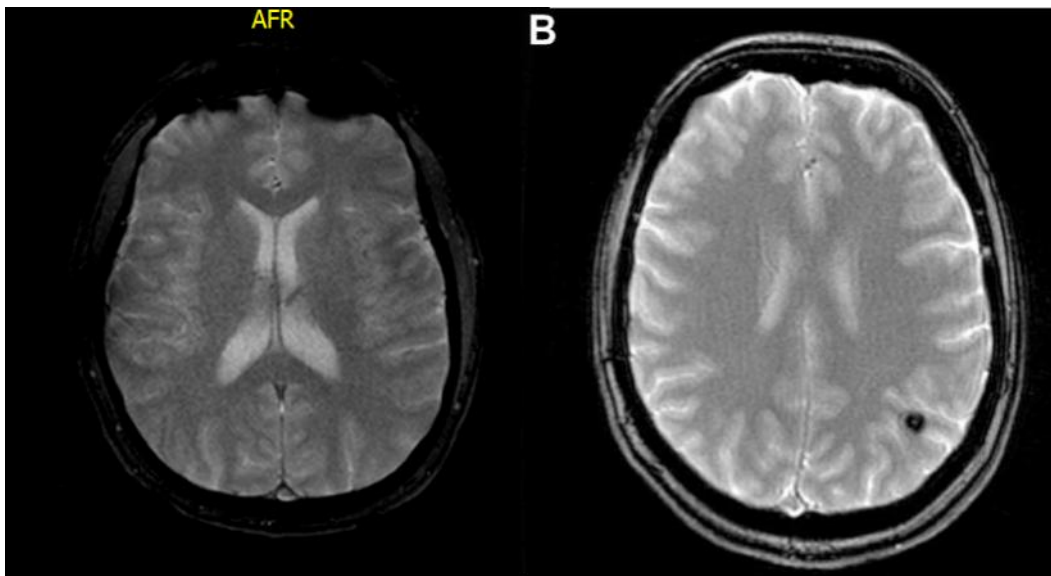


Fig. 6.18 axial gradiente T2 sin y con sangrado donde se aprecia un punto negro efecto de la hemosiderina. F.I.: CETIR

En ocasiones se utilizan secuencias short-tau inversión-recovery (STIR) o se aplica la técnica de supresión de grasa en algunas secuencias, lo que se produce es la anulación de la señal de la grasa, volviéndola hipo-intensa, para la valoración de algunos tumores mixtos o neuritis del nervio óptico.

### 6.2.2 Protocolo vascular

Es una alternativa a la angiografía convencional y la angiografía TC, eliminando la necesidad de medios de contraste yodados, aunque hoy en día hay algunos tipos de ARM que usan contraste. También se evita la radiación ionizante. No todos los equipos de RM son iguales. Para la evaluación de patología vascular cerebral es deseable utilizar equipos de alto campo (igual o mayor de 1.5 Tesla). Pero hoy en día también hay equipos de campo medio (1 T) o bajo campo (0.2- 0.5 T) con software avanzado que permiten realizar secuencias vasculares aceptables. Los equipos de mayor potencia 3 Tesla no están tan accesibles, aunque ofrecen indudables ventajas en calidad de imagen y rapidez. Ofrece ventajas frente al TC para evaluar los vasos arteriales y venosos intracraneales y del cuello, permitiendo la separación de la circulación arterial y venosa (dependiente de las diferencias de velocidad y dirección del flujo) algunas veces sin necesidad de inyección de medio de contraste intravenoso. Las exploraciones son largas (para evaluar sólo el parénquima pueden ser necesarios entre 15 y 20 minutos pero los estudios angiográficos de alta calidad o secuencias especiales pueden alargar la exploración hasta los 40-50 minutos. Las técnicas de ARM utilizan pulsos de excitación que anulan la señal del tejido estacionario y aumentan la señal de los espines móviles, las técnicas TOF (Time of Flight) y PC (Phase Contrast) permiten obtener mayor señal de flujo en el interior de los vasos, para ello hay que optimizar los parámetros de la secuencia, ángulo del vector de magnetización, TE, TR y grosor de corte, así como la dirección y velocidad de flujo del vaso que queremos estudiar. La calidad de las antenas de superficie disponibles (bobinas multicanal) y potencia de los gradientes magnéticos del equipo también mejoran la calidad de las imágenes.

Tiempo de la angiografía de vuelo (TOF) es la técnica básica de resonancia magnética para visualizar el flujo dentro de los vasos, sin la necesidad de administrar contraste. Estas imágenes se pueden combinar mediante el uso de una técnica de reconstrucción tales como proyección de intensidad máxima (MIP), para obtener una imagen 3-D de los vasos análogos a la angiografía convencional. En las secuencias TOF todas las anomalías híper-intensas en T1 dan señal híper-intensa (grasa, proteínas y metahemoglobina).



Fig. 6.19 colapso TOF 3D polígono de Willis y basilar con híper-intensidad de la grasa. F.I.: CETIR

Así los trombos subagudos intravasculares, o en aneurismas parcialmente trombosados, o en disecciones, darán señal híper-intensa en T1 que puede ser difícil de separar de la señal del flujo intravascular. Existen dos tipos de secuencia: TOF: 2-D TOF, múltiples cortes delgados de imágenes se adquieren con una secuencia eco de gradiente con compensación de flujo, se pone una banda de saturación en la parte más inferior del cráneo para saturar arterias y en la parte superior para saturar las venas en una

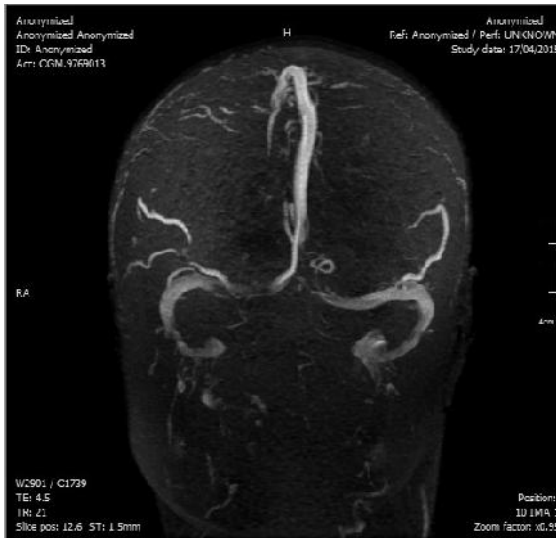


Fig. 6.20 colapso coronal TOF 2D venoso F.I.: CETIR

adquisición en el plano axial, así el estudio resulta más selectivo para su estudio si es necesario.

Con 3-D TOF, se obtiene un volumen de imágenes simultáneamente por fase-codificación en la dirección del corte de selección. Por lo que es muy importante que los cortes programados sean lo más

perpendiculares al flujo de los vasos que se desean estudiar. Dependiendo de la RM se pueden coger tanto el polígono de Willis como toda la extensión de la basilar, cuando la RM no permite abarcar tanto se ha de realizar en dos secuencias, siempre han de estar solapadas para no saltarnos ningún tramo vascular.

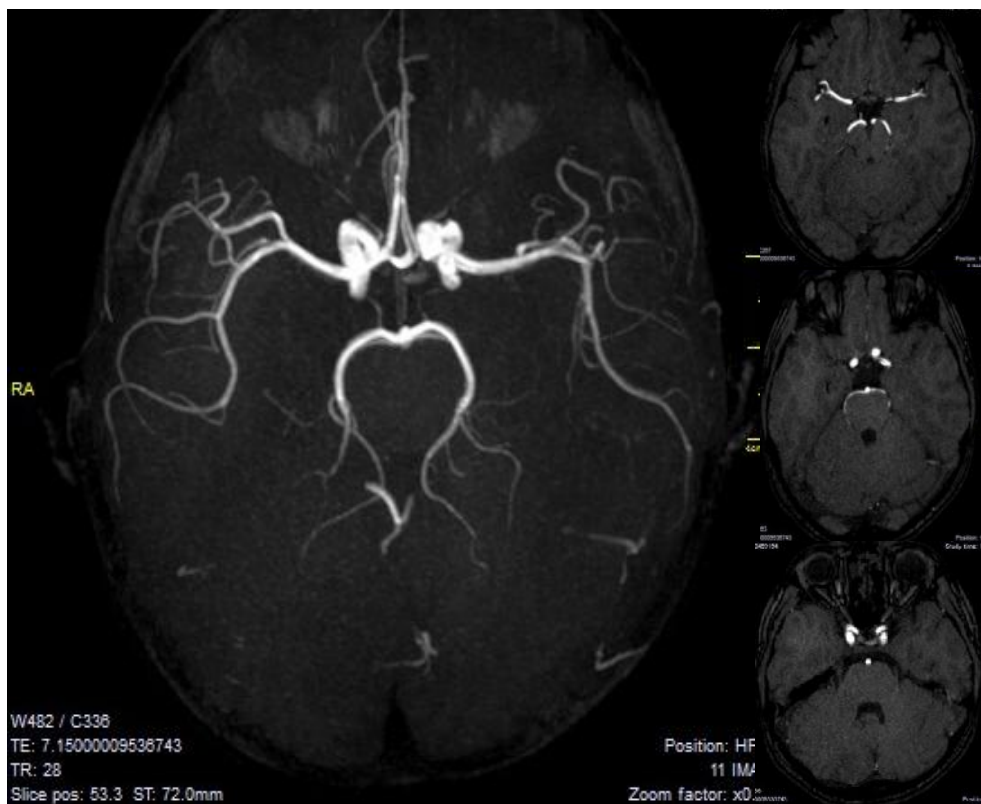


Fig. 6.21 colapso 3D polígono de Willis con algunos de sus cortes. F.I.: CETIR



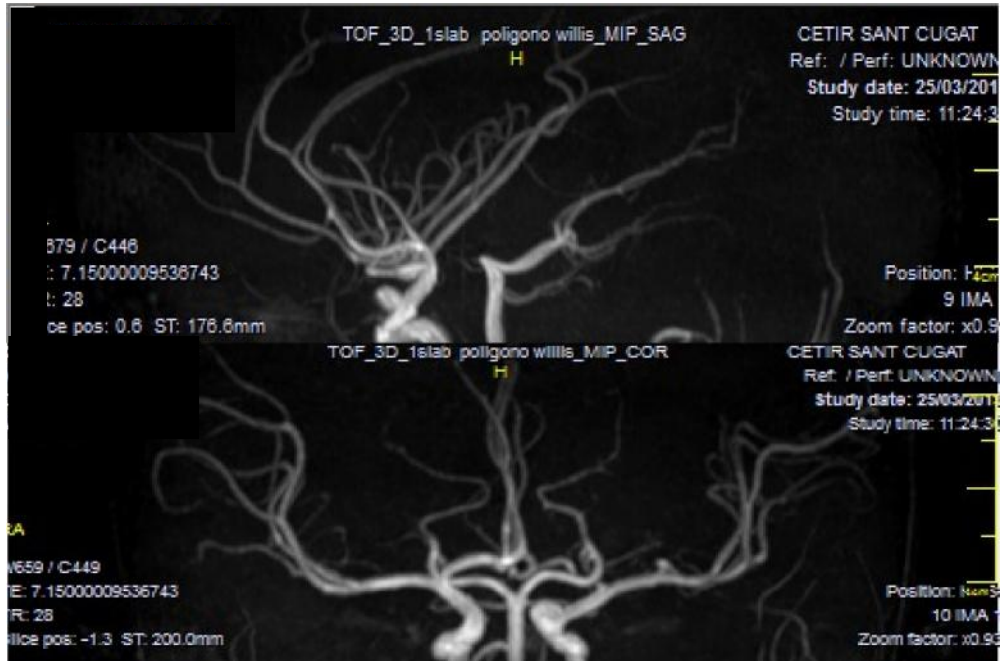


Fig. 6. 22 colapso MIP TOF 3D P.Willis en sag. y coronal. F.I: CETIR

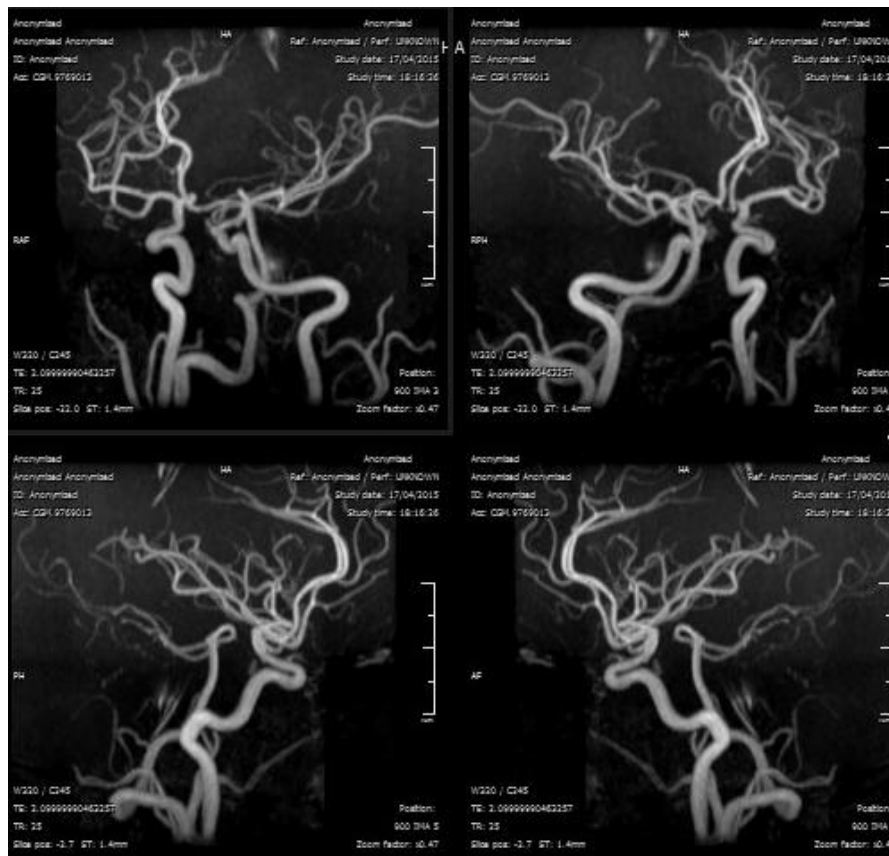


Fig. 6.23 MIP arterial intra craneal oblicuos coronales despejando carótidas internas y basilar. F.I: CETIR



En la sospecha de trombosis de senos venosos se pueden realizar secuencias de flujo 2D y 3D TOF o PC sin y con contraste. Para evaluar las venas corticales o senos pequeños es siempre recomendable realizar estudios 3D con contraste. En los casos de trombos corticales es preferible realizar ambos estudios sin y con contraste. Los senos venosos profundos y los senos cavernosos son más complejos de evaluar, siendo más difícil detectar trombos en su interior, pero se pueden detectar patrones de desvío/recirculación del flujo venoso.

Para realizar una Evaluación de Troncos Supra aórticos (TSA) desde cayado aórtico a vasos silvianos intracraneales en el estudio de la estenosis carotídea arteriosclerótica es preferible usar técnicas 3D TOF con contraste IV. Las técnicas 3D PC y 2D TOF sin contraste presentan mayor pérdida de señal en regiones de flujo turbulento (bulbo carotídeo) o tramos horizontales al plano de estudio (bucles, trayectos petrosos y cavernosos). En general las imágenes son de mejor calidad si se obtienen dos adquisiciones una basal o "máscara" sin contraste y otra en la fase arterial con el bolo de contraste, realizando posteriormente una substracción para obtener mayor señal y eliminación de la señal del tejido estacionario.

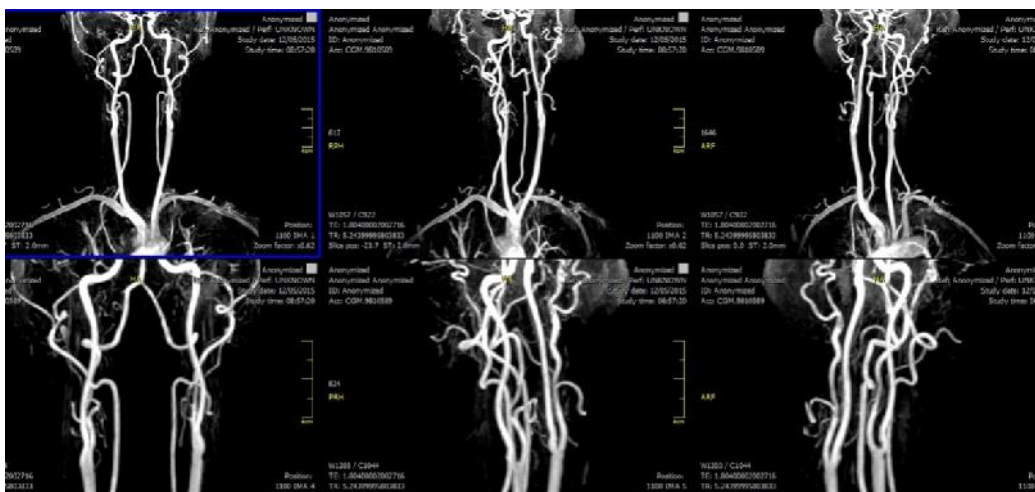


Fig. 6.24 reconstrucciones coronal oblicuas de SPGR 3D con gadolínico de TSA. F.I.: CETIR

### 6.2.3 Protocolo básico para RM columna:

El protocolo de columna siempre han de realizarse 3 sagitales (T1, T2, STIR) y 1 axial (T2 o T2\*). Debido a que en la columna cervical suelen haber osteofitos en la zona del canal medular se utilizan secuencias T2\* en los axiales para diferenciarlos mejor de protusiones o herniaciones de disco intervertebral. Los sagitales han de ir desde los agujeros de conjunción de un lado al otro siguiendo la longitud del canal medular, para ofrecer una imagen completa de la médula. En casos de escoliosis en que no permiten la visualización completa del segmento estudiado de médula se añade un coronal. Y los axiales han de cubrir la zona solicitada o la que se vea afectada, siguiendo la inclinación de los discos intervertebrales. Debido a la longitud de la columna se ha de estudiar por zonas: cervical, dorsal o torácica y lumbar. Existen algunas RM que pueden llegar a fusionar imágenes y dar una imagen global de la columna entera.



Fig. 6.25 Composing sag. T2 de toda la columna F.I: CETIR

	T1	T2	T2 FS	STIR	T1 FS conGd
<i>LCR (agua)</i>	Hipointenso (oscuro)	Hiperintenso (brillo)	Hiperintenso (brillo)	Hiperintenso (brillo)	Hipointenso (oscuro)
Disco intervertebral	Hipointenso (oscuro)	Hiperintenso (brillo)	Hiperintenso (brillo)	Hiperintenso (brillo)	Hipointenso (oscuro)
Cuerpo vertebral	Intermedio/gris	Intermedio/gris	Hipointenso (oscuro)	Hipointenso (oscuro)	Hipointenso (oscuro)
<i>Grasa</i>	Hiperintenso (brillo)	Hiperintenso (brillo)	Hipointenso (oscuro)	Hipointenso (oscuro)	Hipointenso (oscuro)
<i>Edema Lesiones inflamatorias activas</i>	Hipointenso (oscuro)	Hiperintenso (brillo)	Hiperintenso (brillo)	Hiperintenso (brillo)	Hiperintenso (brillo)

Tabla 1. Características de la imagen en resonancia magnética nuclear en la columna

La mayoría de las lesiones de la médula espinal son iso o hipointensas en secuencias potenciadas en T1 e híper-intensas en secuencia potenciada en T2.

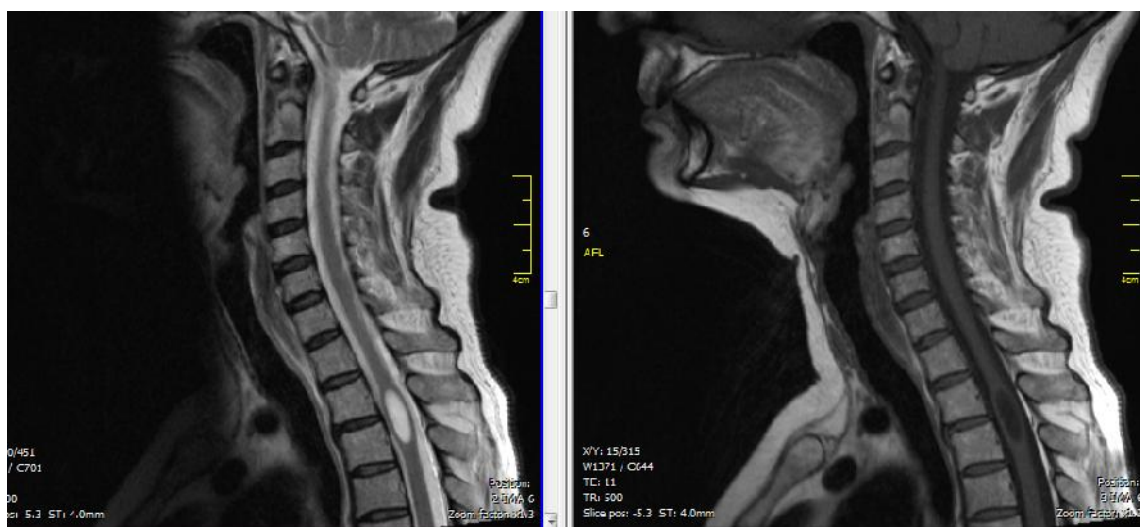


Fig. 6.26 Sag T2 mielopatía híper-intensa y Sag T1 mielopatía Hipo-intensa F.I: CETIR

## Sagital T1

La secuencia T1 aporta una mejor definición anatómica, la grasa se observa híper-intensa («blanca») y el líquido cefalorraquídeo hipointenso («oscuro»), lo que la convierte en una secuencia poco sensible para detectar lesiones agudas y mucho más útil en la

detección de cambios destructivos (erosiones) y proliferativos (sindesmofitos, anquilosis).

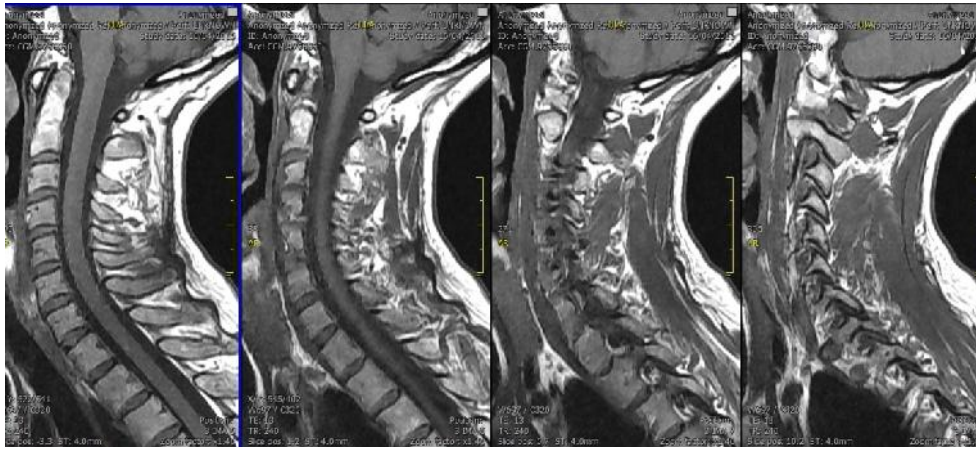


Fig. 6.27 Sag T1 cervical mostrando que los cortes sagitales han de abarcar hasta los agujeros de conjunción F.I.: CETIR

### Sagital T2

Esta secuencia nos dará la patología que puede haber en el canal medular, así como otras lesiones óseas, muestra un gran detalle del líquido cefalorraquídeo y la médula espinal. El grosor de corte debe ser 3 mm en casos de sospecha de lesión medular.



Fig. 6.28 Sag T2 cervical mostrando que los cortes sagitales han de abarcar hasta los agujeros de conjunción F.I.: CETIR

## Sagital STIR

En STIR la grasa se suprime (hipo-intensa) y el líquido se observa híper-intenso. Es una secuencia con peor definición anatómica, sensible a la inflamación (edema óseo y partes blandas) y menos útil para la valoración de cambios destructivos o proliferativos.

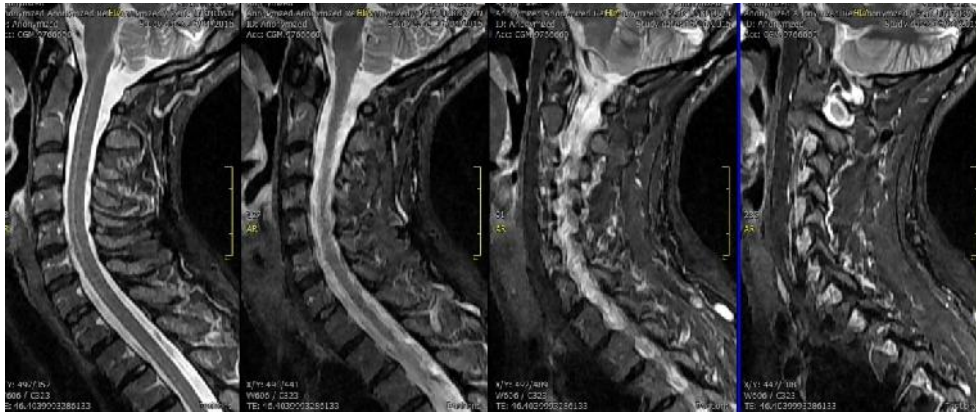


Fig. 6.29 Sag STIR cervical mostrando que los cortes sagitales han de abarcar hasta los agujeros de conjunción F.I: CETIR

## Axial T2 y T2\*

Las secuencias T2 tienen un gran efecto mielográfico y permiten detectar edema, isquemia, gliosis, inflamación y hemorragia en una lesión de la médula espinal. Las secuencias T2\* (eco gradiente T2) son mejores que las FSE T2 en el plano axial sobre todo en región cervical debido a la mayor sensibilidad a fenómenos de flujo de las secuencias FSE T2 y a una mayor susceptibilidad ante osteofitos en el canal medular. En las regiones dorsal y lumbar se utilizan FSE T2. La inclinación de los cortes axiales en la columna han de llevar la inclinación del disco intervertebral.





Fig. 6.30 Cros mostrando inclinación del disco vertebral de los cortes axiales GR T2 que son más útiles ante la cervicoartrosis (osteofitos que afectan al canal medular) F.1: CETIR

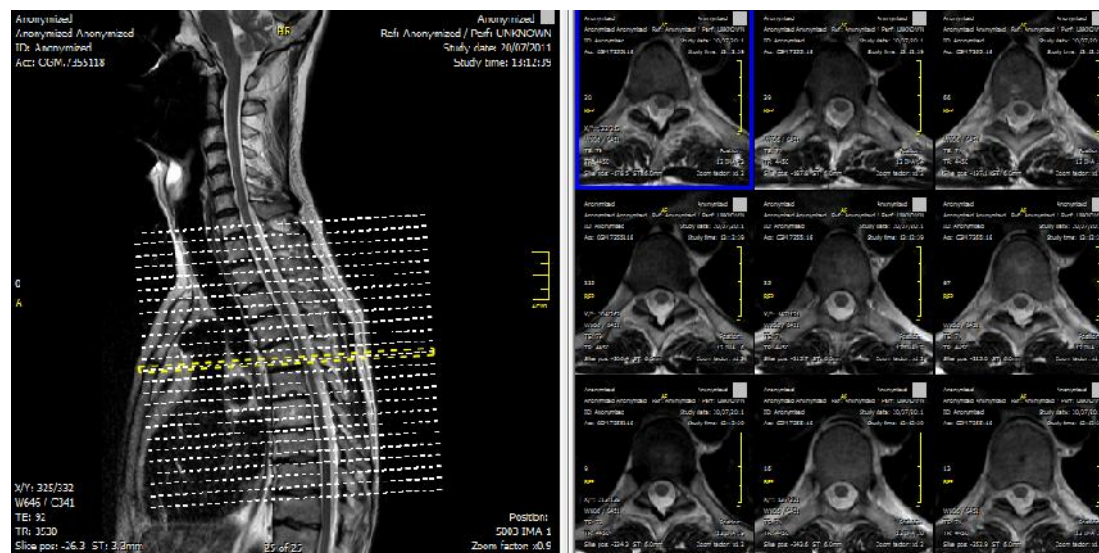


Fig. 6.31 Cros mostrando inclinación del disco vertebral de los cortes axiales T2 que son más útiles en la columna dorso-lumbar (mejor diferenciación LCR con médula) F.1: CETIR

Sagital y axial en T1 con técnica de supresión de grasa

Cuando a la secuencia T1 se le suprime la grasa y administra Gd se convierte en la secuencia más sensible para detectar cambios inflamatorios. En este caso, la grasa queda hipo-intensa y únicamente las imágenes hiper-intensas corresponden a inflamación. No obstante, no es necesaria la administración de Gd en estudios de rutina, porque no aporta una mayor información que STIR y tiene

como desventajas el mayor tiempo de duración de la prueba, el mayor coste económico y la propia administración del contraste.



Fig. 6.32 secuencia T1 con Fat/sup con y sin contraste, evidenciando el resalte de la lesión. F.I.: CETIR

## 6.3 DIAGNÓSTICO POR RM DE LAS NEUROPATÍAS MÁS FRECUENTES QUE PUEDEN AFECTAR A LA MARCHA.

### 6.3.1 Neuropatías Infecciosas:

Algunas de estas infecciones pueden afectar directamente al cerebro o a la médula espinal. Generalmente, una infección es una enfermedad que es ocasionada por la invasión de un microorganismo patógeno.

#### 6.3.1.1 Meningitis

La meningitis es la inflamación del tejido delgado que rodea el cerebro y la médula espinal, llamada meninge. Existen varios tipos de meningitis. La más común es la meningitis viral, que se adquiere cuando un virus penetra en el organismo a través de la nariz o la boca y se traslada al cerebro. La meningitis bacteriana es rara, pero puede ser mortal. Suele comenzar con bacterias que causan infecciones parecidas a una gripe. Puede obstruir los vasos sanguíneos en el cerebro y llegar a causar un derrame y lesiones

cerebrales.. También puede dañar otros órganos. Las infecciones por neumococo y las infecciones meningocócicas pueden causar meningitis bacteriana.

Cualquier persona puede contraer meningitis, pero es más común en las personas cuyos organismos tienen dificultades para combatir las infecciones. La meningitis puede avanzar rápidamente. Debe buscar la atención médica rápidamente si se le presenta:

- Una fiebre súbita
- Un dolor de cabeza fuerte
- Una rigidez en el cuello

El tratamiento anticipado puede ayudarle a prevenir problemas graves, que incluye la muerte. Las vacunas pueden prevenir ciertas infecciones bacterianas que causan la meningitis. Los padres de los adolescentes y estudiantes que viven en viviendas estudiantiles deberán consultar a un médico lo relacionado con las vacunas.

Una vez superadas, este tipo de infecciones pueden quedar secuelas, en muchas ocasiones alteraciones de la marcha del paciente. Ahí es donde el paciente nos puede aportar alguna resonancia magnética cerebral o espinal, a modo explicativo como sus antecedentes patológicos de interés.

Generalmente para el diagnóstico de las meningitis nos encontramos con resonancias cerebrales en las que se administró contraste. Ya que este tipo de patologías a no ser por incompatibilidad con el contraste de gadolinio (en raras ocasiones hay reacciones alérgicas, si hay suelen ser leves y en muy pocas ocasiones son graves) se administra contraste.

En una resonancia cerebro-espinal con una orientación diagnóstica de meningitis se realiza el protocolo estándar más la administración de



contraste, para valorar el engrosamiento y la captación del contraste de la meninge con más claridad.

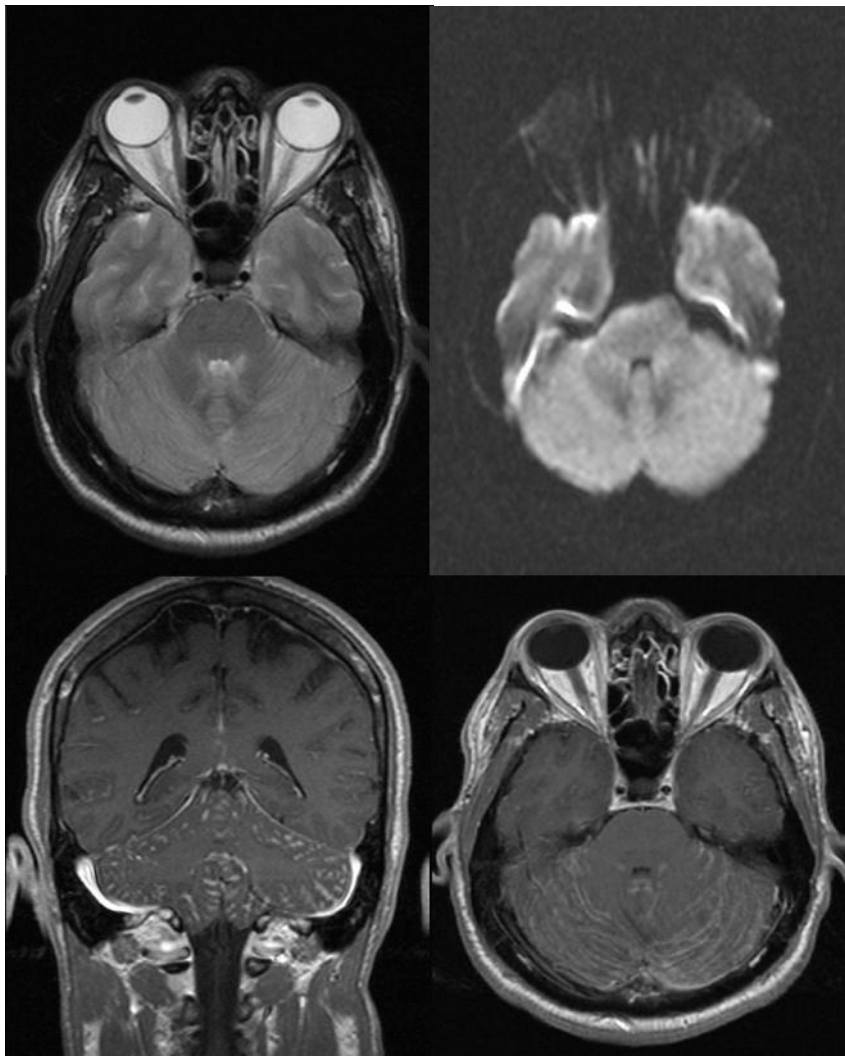


Fig. 6.33 Visualización de una leptomeningitis, prácticamente visualizada con contraste. F.1: Radiopaedia

#### 6.3.1.2 Encefalitis

La encefalitis es una inflamación del cerebro. La causa más común es una infección viral, pero las bacterias también pueden ocasionarla. Puede ser leve o grave. La mayoría de los casos son leves. Si es así, se presentan síntomas parecidos a los de la gripe. Usted debería hacer reposo, beber mucho líquido y tomar algún medicamento para el dolor.

Los casos más graves, necesitan tratamiento inmediato. Los síntomas son: dolores de cabeza fuertes, fiebre súbita, somnolencia, vómitos, confusión y convulsiones.

En los bebés, pueden presentarse otros síntomas como llanto constante, no querer comer, rigidez corporal y fontanelas (el punto blando en la parte superior de la cabeza) hinchadas.

Es posible que en los casos más graves la persona tenga que quedarse en el hospital. El tratamiento incluye medicamentos por vía intravenosa para reducir la inflamación y tratar la infección. Las personas que tengan dificultad para respirar pueden necesitar respiración artificial. Es probable que una vez que la infección este bajo control, la persona necesite terapia física, del lenguaje y ocupacional.

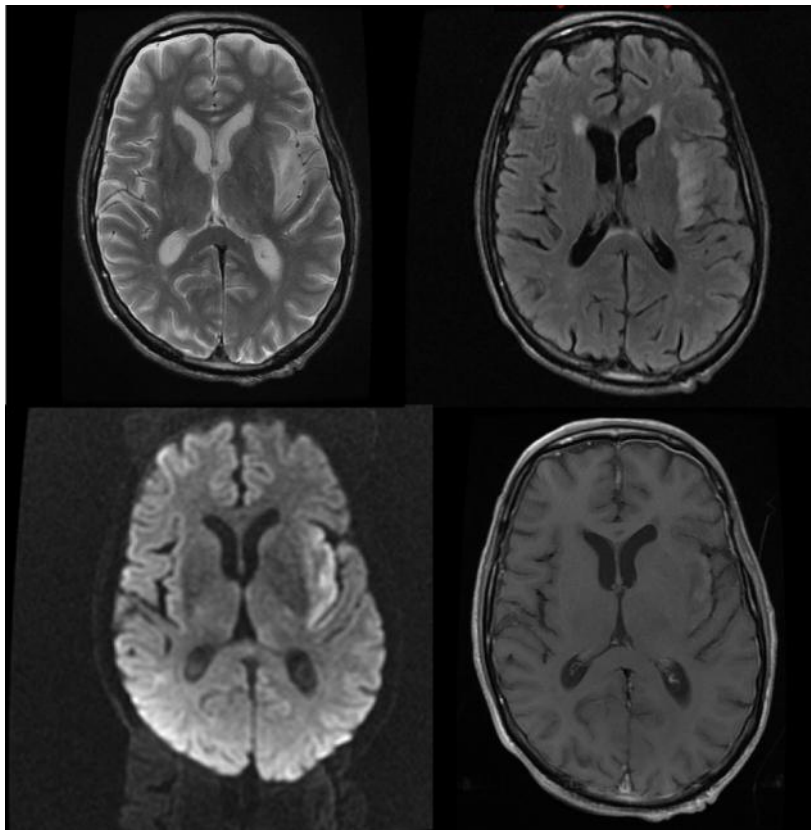


Fig. 6.34 Visualización de una encefalitis donde al ser una enfermedad inflamatoria y aguda, prácticamente se visualiza en todas las secuencias excepto en las T1. F.I: Radiopaedia

### 6.3.1.3 Mielitis transversa

La mielitis transversa es un trastorno neurológico causado por inflamación en ambos lados de un nivel, o segmento de la médula espinal. El término mielitis se refiere a inflamación de la médula espinal; transversa describe la posición de la inflamación a través del ancho de la médula espinal. Los ataques de inflamación pueden dañar o destruir la mielina, la sustancia grasa aislante que cubre las fibras celulares nerviosas. Este daño causa cicatrices en el sistema nervioso que interrumpen las comunicaciones entre los nervios de la médula espinal y el resto del cuerpo.

Los síntomas de mielitis transversa incluyen una pérdida de función de la médula espinal durante varias horas a varias semanas. Lo que generalmente comienza como el inicio súbito de dolor en la zona lumbar, debilidad muscular, o sensaciones anormales en los dedos de los pies y los pies puede progresar rápidamente a síntomas más graves, que incluyen parálisis, retención urinaria y pérdida del control intestinal. Aunque algunas personas se recuperan de la mielitis transversa con problemas menores o sin rastros, otros sufren deterioro permanente que afecta su capacidad de realizar tareas ordinarias de la vida diaria. La mayoría de las personas tendrá solo un episodio de mielitis transversa; un pequeño porcentaje puede tener una recurrencia.

El segmento de la médula espinal en el que se produce el daño determina qué partes del cuerpo están afectadas. Los nervios de la región cervical (cuello) controlan las señales al cuello, brazos, manos y los músculos que controlan la respiración (el diafragma). Los nervios de la región torácica (parte superior de la espalda) envían señales al torso y algunas partes de los brazos. Los nervios de la zona lumbar (espalda media) controlan las señales a las caderas y las piernas. Finalmente, los nervios sacros, ubicados dentro del

segmento más bajo de la médula espinal, envían señales a la ingle, los dedos de los pies y algunas partes de las piernas. El daño en un segmento afectará la función en ese segmento y los segmentos por debajo de éste. En las personas con mielitis transversa, la desmielinización generalmente se produce a nivel torácico, causando problemas con el movimiento de las piernas y el control de la vejiga, que requiere señales de los segmentos más bajos de la médula espinal. Características de la señal típicas incluyen:

T1: iso-intensas o hipo-intensa

T2: señal híper-intensa mal delineada

T1 + C: patrones de realce variable (ninguno, difusa, irregular, periférica)



Fig. 6.35 Vista sag. mielitis dorsal híper-intensa en T2 y leve realce con contraste en T1.  
F.I: Radiopaedia

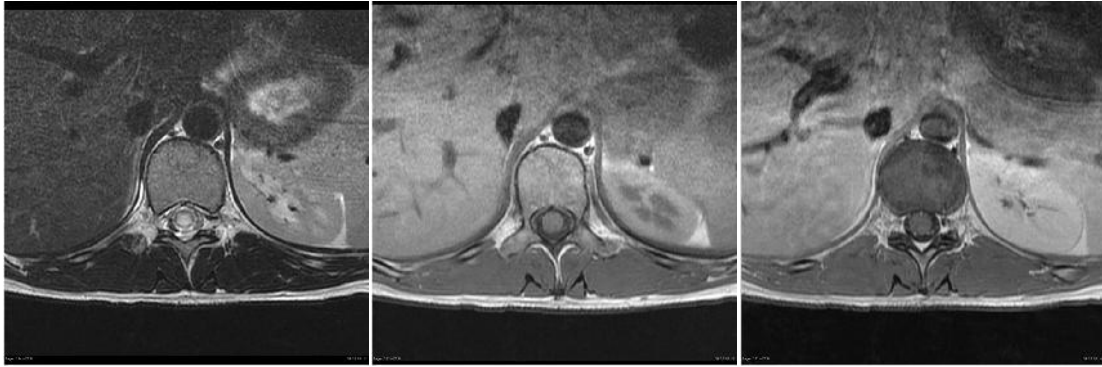


Fig. 6.36 Vista transversal mielitis dorsal híper-intensa en T2 y leve realce con contraste en T1. F.I: Radiopaedia

### 6.3.2 Neuropatías Degenerativas:

La degeneración cerebral puede causar enfermedades del sistema nervioso central. Los trastornos degenerativos de la médula espinal incluyen una pérdida de sus funciones. La presión sobre la médula y los nervios espinales puede estar asociada con hernias o desplazamiento de las vértebras.

#### 6.3.2.1 Esclerosis Múltiple

La esclerosis múltiple (EM) es la enfermedad neurológica discapacitante más común entre los adultos jóvenes.

Aparece con más frecuencia cuando las personas tienen entre 20 y 40 años de edad. Sin embargo, también puede afectar a los niños y personas mayores.

El curso de la EM es imprevisible. Un pequeño número de aquellos con EM tendrá una enfermedad leve con poca o ninguna discapacidad, mientras que un grupo más pequeño padecerá una enfermedad de empeoramiento constante que lleva a un aumento de la discapacidad con el tiempo. La mayoría de las personas con EM, sin embargo, tendrá períodos cortos de síntomas seguidos por períodos largos de alivio relativo, con recuperación parcial o total. No hay

manera de predecir, al comienzo, cómo evolucionará la enfermedad de una persona.

Los investigadores han pasado décadas tratando de comprender por qué algunas personas contraen EM y otras no, y por qué algunas personas con EM tienen síntomas que evolucionan rápidamente y otros no. ¿Cómo comienza la enfermedad? ¿Por qué es el curso de la EM tan distinto entre las personas?

¿Hay algo que podamos hacer para prevenirlo? ¿Puede curarse?

Este folleto incluye información sobre por qué se contrae la EM, cómo evoluciona, y qué nuevas terapias se están usando para tratar sus síntomas y retrasar su evolución. Nuevos tratamientos pueden reducir la discapacidad a largo plazo de muchas personas con EM.

Sin embargo, aún no hay una cura o manera clara de prevenir que se contraiga la EM.

La esclerosis múltiple (EM) es una enfermedad neuro-inflamatoria que afecta a la mielina, una sustancia que forma la membrana (llamada vaina de mielina) que envuelve a las fibras nerviosas (axones). Los axones mielinizados comúnmente se denominan materia blanca. Los investigadores han aprendido que la EM también daña a los cuerpos celulares nerviosos, que se encuentran en la materia gris del cerebro, al igual que a los axones en el cerebro, la médula espinal, y el nervio óptico (el nervio que transmite la información visual del ojo al cerebro). A medida que evoluciona la enfermedad, la corteza cerebral se encoge (atrofia cortical).

Los términos esclerosis múltiple se refieren a las áreas distintivas de tejido cicatrizal (esclerosis o placas) que se ven en la materia blanca de las personas que padecen EM.

Las placas pueden ser tan pequeñas como una cabeza de alfiler o tan grandes como una pelota de golf.

Los médicos pueden ver estas áreas examinando el cerebro y la médula espinal usando la resonancia magnética.

Aunque a veces la EM causa discapacidad severa, raramente es fatal y la mayoría de las personas con EM tienen una expectativa de vida normal.

En los estudios cerebrales, las secuencias rápidas (fast/turbo) para la obtención de imágenes ponderadas en densidad protónica (DP) y T2 (también llamadas secuencias T2 de doble eco [corto y largo]) son preferibles a las secuencias spin eco de convencionales. Ello se explica por la menor duración en la adquisición de las primeras, lo cual minimiza los artefactos de movimiento. Las secuencias fast-FLAIR pueden utilizarse de forma complementaria a las secuencias T2 y, en general, es recomendable obtenerlas en el plano sagital y transversal por su alta sensibilidad en la detección de lesiones en el cuerpo calloso y yuxtacorticales. Si bien algunos estudios han demostrado una mayor sensibilidad de la secuencia fast-FLAIR en comparación con las secuencias T2 de doble eco en la detección de lesiones supratentoriales, ésta es claramente inferior en la detección de lesiones infratentoriales y medulares. Por lo tanto, no es recomendable utilizar esta secuencia como sustituto de la secuencia T2 de doble eco. Una estrategia que ofrece una máxima sensibilidad en un tiempo razonable es la combinación de secuencias fast-T2 de doble eco y fast-FLAIR.

La utilización de secuencias potenciadas en T1 en combinación con la inyección de contraste paramagnético (compuestos que contienen gadolinio) permite identificar de forma selectiva las lesiones con actividad inflamatoria a partir del realce (híper-signal) que muestran gadolinio sólo es visible durante aproximadamente 1 mes.



Este realce parece ser un acontecimiento constante y precoz en las lesiones de EM, y puede adoptar diferentes formas (nodular, anillo completo, anillo incompleto) que dependerán de la localización en la placa desmielinizante de las zonas con actividad inflamatoria. Un realce en anillo incompleto es un signo muy específico de lesiones, que es de gran ayuda para diferenciar lesiones desmielinizantes pseudotumorales de lesiones tumorales o infecciosas. Los segmentos de la periferia de la lesión en los que no hay realce coinciden con el margen de la lesión que contacta con la sustancia gris, donde hay menor grado de reacción inflamatoria.

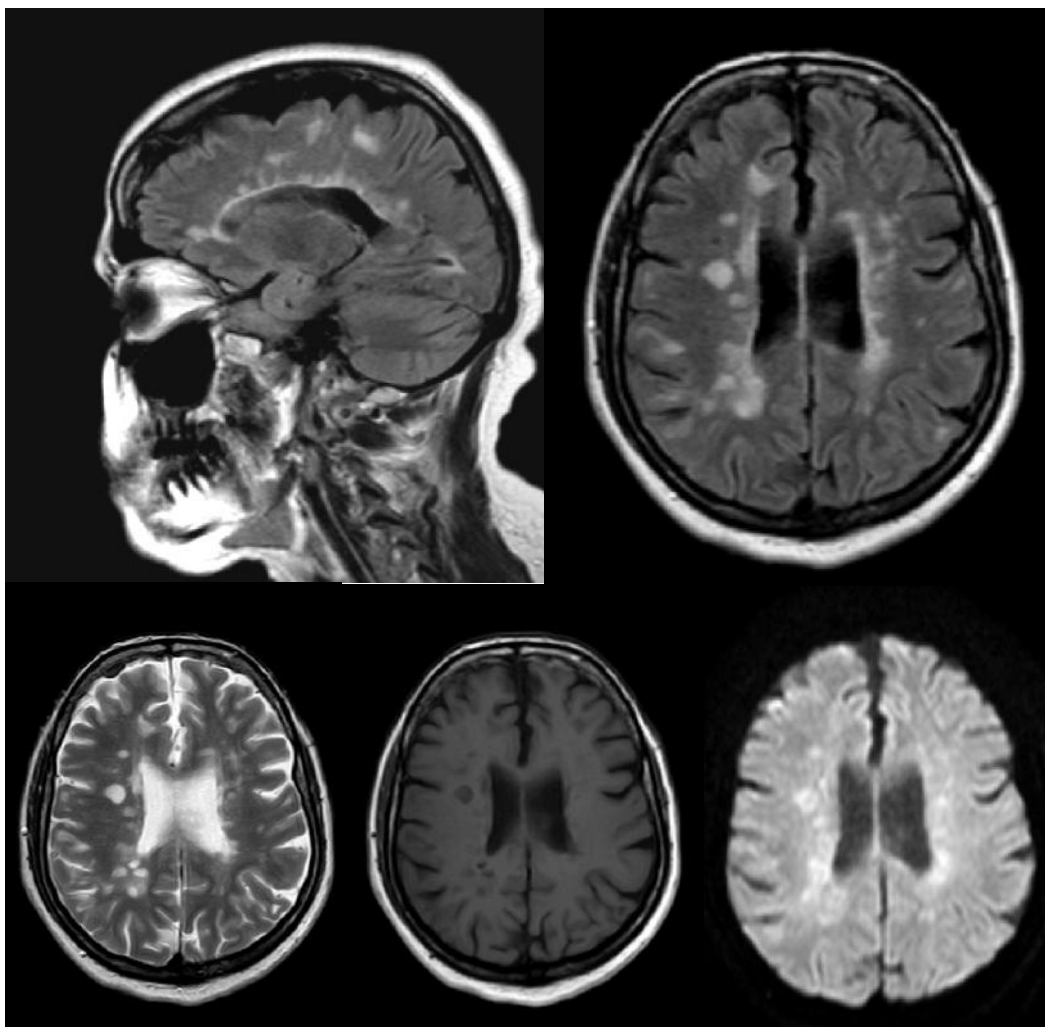


Fig. 6.37 Lesiones típicas de EM lesiones en el cuerpo calloso y yuxtacorticales F.I: Radiopaedia



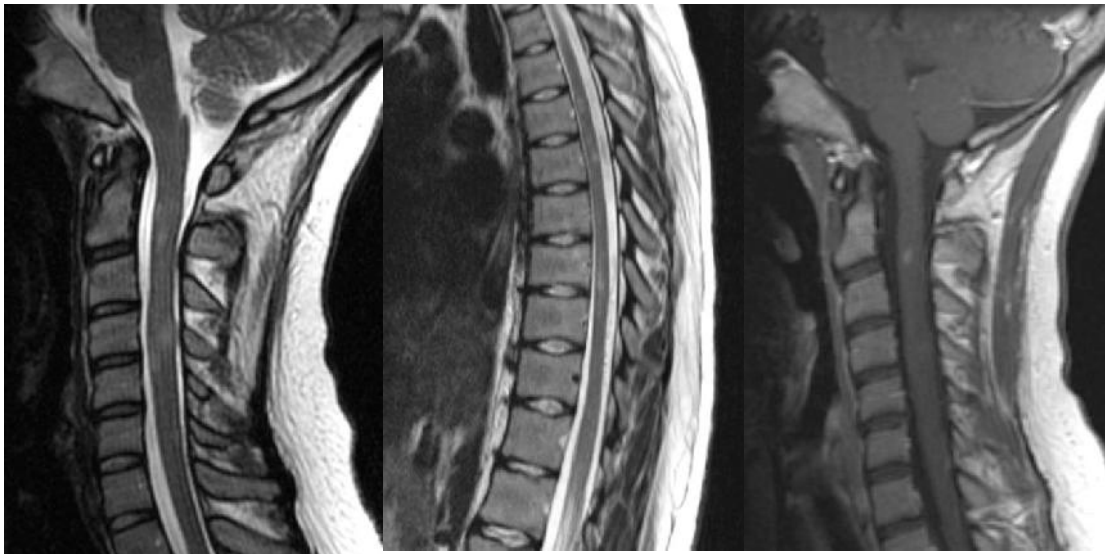


Fig. 6.38 Placas de desmielinización de la médula, en T2 hiper-intensas y con realce de contraste en Sag T1 por ser una placa activa (fase inflamatoria) F.I: CETIR

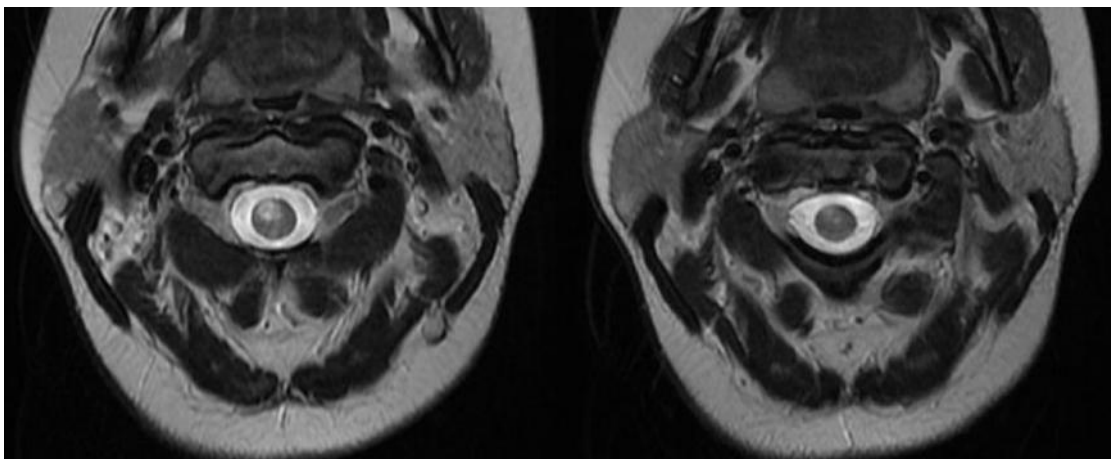


Fig. 6.39 placa EM hiper-intensa en axial T2 F.I: CETIR

### 6.3.2.2 Degeneración discal

A medida que los discos pierden su contenido de agua debido a una enfermedad o a la edad, pierden su altura, acercando las vertebrae entre sí. Como resultado, las aperturas de los nervios de la columna vertebral se estrechan. Cuando esto ocurre, los discos no absorben los impactos producidos por el movimiento habitual igual de bien, particularmente cuando camina, corre o salta. El deterioro, una

postura deficiente y los movimientos incorrectos del cuerpo también pueden debilitar el disco, causando la degeneración del mismo.

Los síntomas más comunes que sugieren la enfermedad degenerativa de disco incluyen, entre otros, la raquialgia irradiada tanto a las extremidades superiores (cervicobraquialgia) como a las extremidades inferiores (ciatálgia), normalmente es donde se producen la mayoría de las degeneraciones discales. Y dentro de estas la que suele producir alteraciones en la marcha es la que se produce en la zona lumbar.

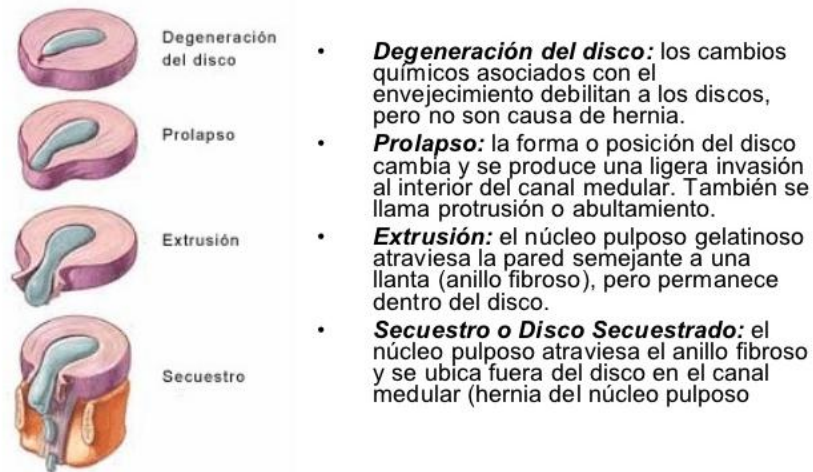


Fig. 6.40 Etapas de degeneración discal. F.I: Radiopaedia

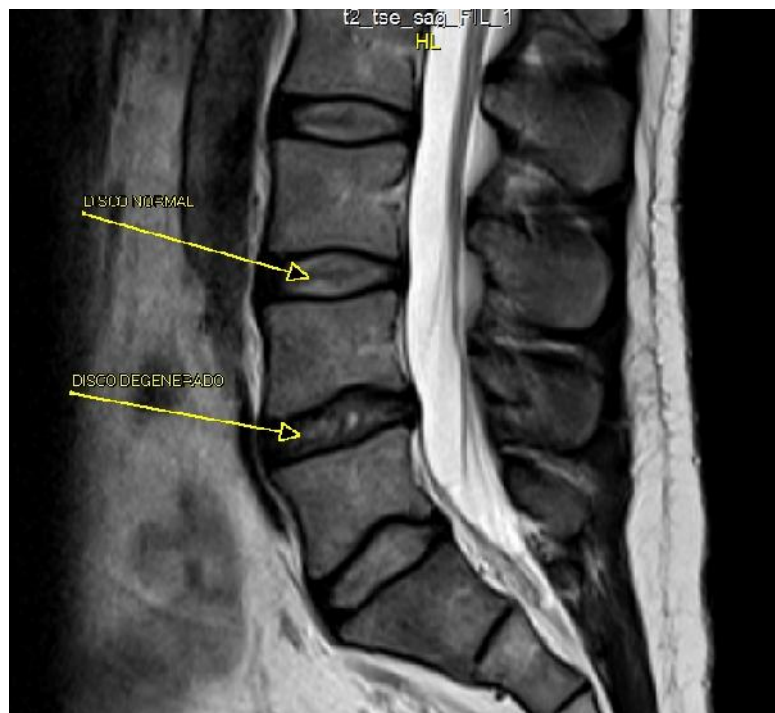


Fig. 6.41 Vista disco intervertebral normal y degenerado en secuencia T2. F.I: CETIR

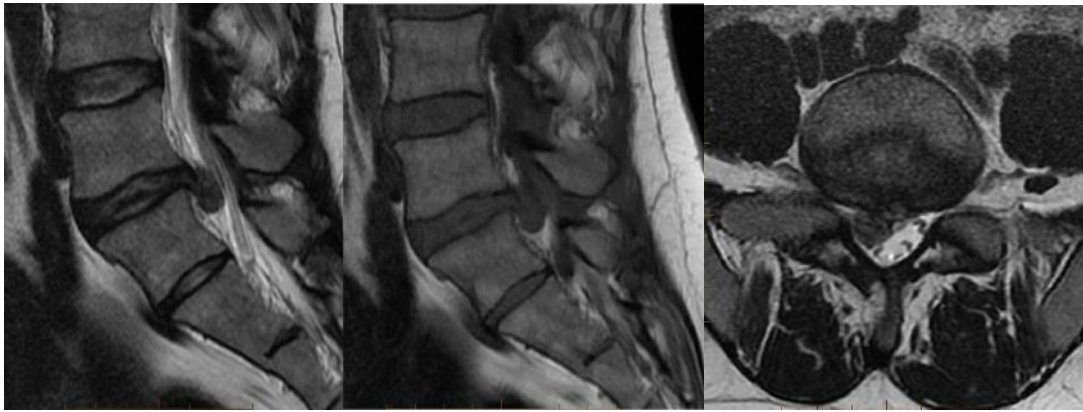


Fig. 6.42 Hernia extruida L4-L5 en sag T2, T1 y axial T2. F.I: CETIR

### 6.3.3 Neuropatías Tumorales:

Los tumores cerebrales y de la médula espinal se encuentran en el tejido dentro del cráneo o la columna vertebral ósea que conforma el sistema nervioso central (SNC). Un tumor es una masa de células normales o anormales que forma un crecimiento nuevo o está presente en el nacimiento (congénito). Los tumores se producen cuando los genes que regulan el crecimiento celular se dañan o mutan, permitiendo que las células crezcan y se dividan sin control. Los tumores pueden formarse en cualquier parte del cuerpo.

Dependiendo de su tipo, un tumor en crecimiento puede matar células sanas o perturbar su función. Puede moverse o presionar sobre tejido sensible y bloquear el flujo sanguíneo y otros líquidos, causando dolor e inflamación. Un tumor también puede bloquear el flujo normal de electricidad en el cerebro o las señales nerviosas desde y hacia el cerebro. Algunos tumores no causan ninguna molestia.

Existen más de 120 tipos de tumores cerebrales y de la médula espinal. Algunos se denominan por el tipo de célula en la que comienzan (como el glioma) o la ubicación (como el meningioma, que se forma en el revestimiento del cerebro y la médula espinal).

Si las pruebas con imágenes muestran que puede haber tumor cerebral, habitualmente menudo se realiza una biopsia.

Se desconoce la causa de la mayoría de tumores cerebrales y de la médula espinal.

Los signos y síntomas de los tumores cerebrales y de la médula espinal en adultos no son los mismos en cada persona.

Los signos y síntomas dependen de lo siguiente:

- Lugar del cerebro donde se forma el tumor.
- Lo que controla la parte del cerebro afectada.
- Tamaño del tumor.

#### 6.3.3.1 Gliomas

Los gliomas se originan en las células gliales, especialmente los astrocitos . Los astrocitomas son tumores que se originan en las células cerebrales denominadas astrocitos. Algunas veces los términos "astrocitoma" y "glioma" se utilizan indistintamente.

Los astrocitomas son de dos tipos principales: de gran malignidad y de escasa malignidad. Los tumores de gran malignidad crecen con rapidez, y pueden diseminarse fácilmente a todo el cerebro. Los astrocitomas de escasa malignidad por lo general se circunscriben a un área determinada, y crecen lentamente durante un lapso prolongado de tiempo. Los tumores de gran malignidad son mucho más agresivos y requieren una terapia muy intensa. En su mayoría, los tumores astrocíticos pediátricos son de escasa malignidad, mientras que en los adultos, la mayoría son de gran malignidad.

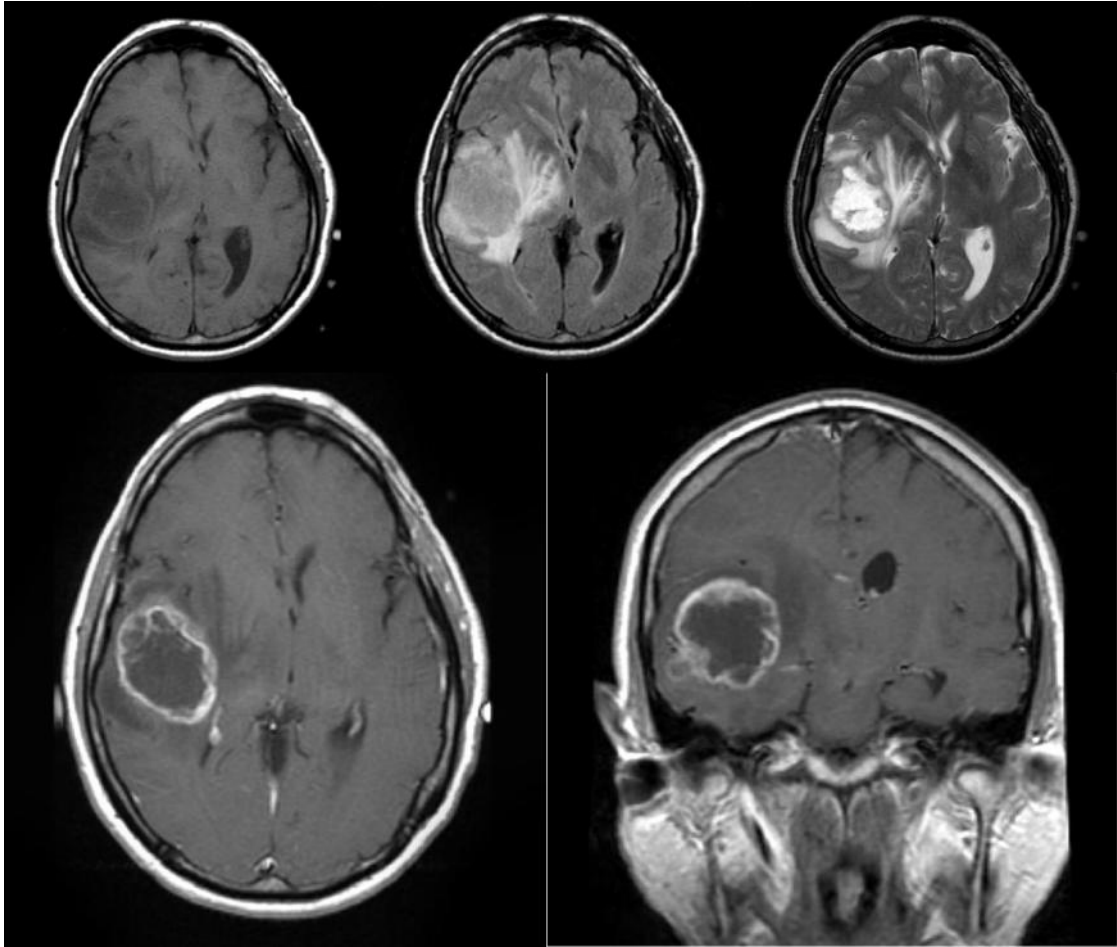


Fig. 6.43 Imagen glioma produciendo efecto masa en el cerebro, con zona de inflamación perilesional y con realce de contraste. F.I: Radiopaedia

### 6.3.3.2 Meningiomas

Los meningiomas son los tumores extra-axiales más comunes de la del sistema nervioso central . Son una neoplasia no glial que se origina en las células de las meninges (capas delgadas de tejido que cubren el cerebro y la médula espinal). Los meningiomas tienen hallazgos radiológicos característicos aunque hay muchas variantes. Por lo general son benignos, con una tasa de recurrencia baja, pero rara vez pueden ser malignos. Los meningiomas son más comunes en los adultos. Los tipos de tumores meníngeos son los siguientes:

- Meningioma (grado I): un meningioma de grado I es el tipo más común de tumor meníngeo. Un meningioma de grado I es



- un tumor de crecimiento lento que se forma con más frecuencia en la duramadre. El meningioma de grado I se puede curar si se extirpa por completo por medio de cirugía.
- Meningioma (grados II y III): este es un tipo de tumor meníngeo poco frecuente. Crece rápidamente y es probable que se disemine dentro del cerebro y la médula espinal. El pronóstico es más precario que el de un meningioma de grado I porque habitualmente el tumor no se puede extirpar por medio de cirugía.

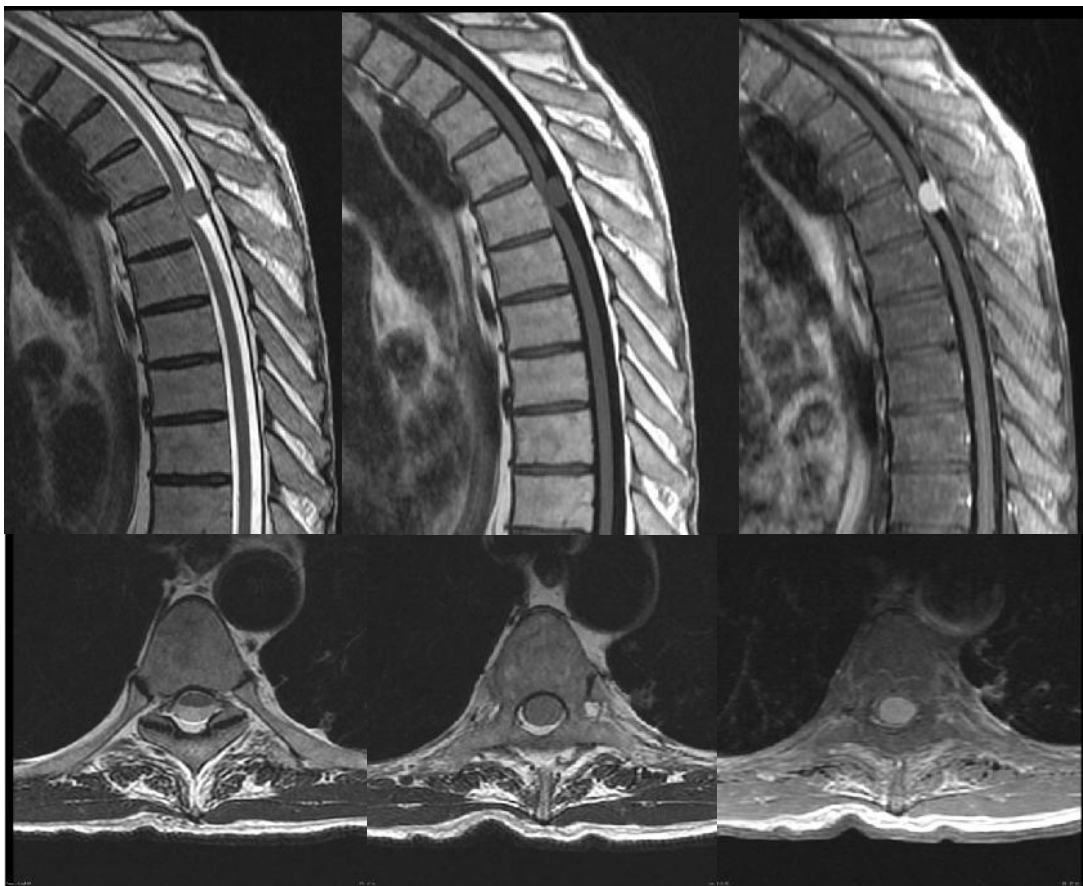


Fig. 6.44 Meningioma tipo I (no edema medular, crecimiento lento) dorsal muy bien definido extraaxial, intradural con realce de contraste homogéneo con leve forma de uso en los cortes sagitales. F.I: CETIR

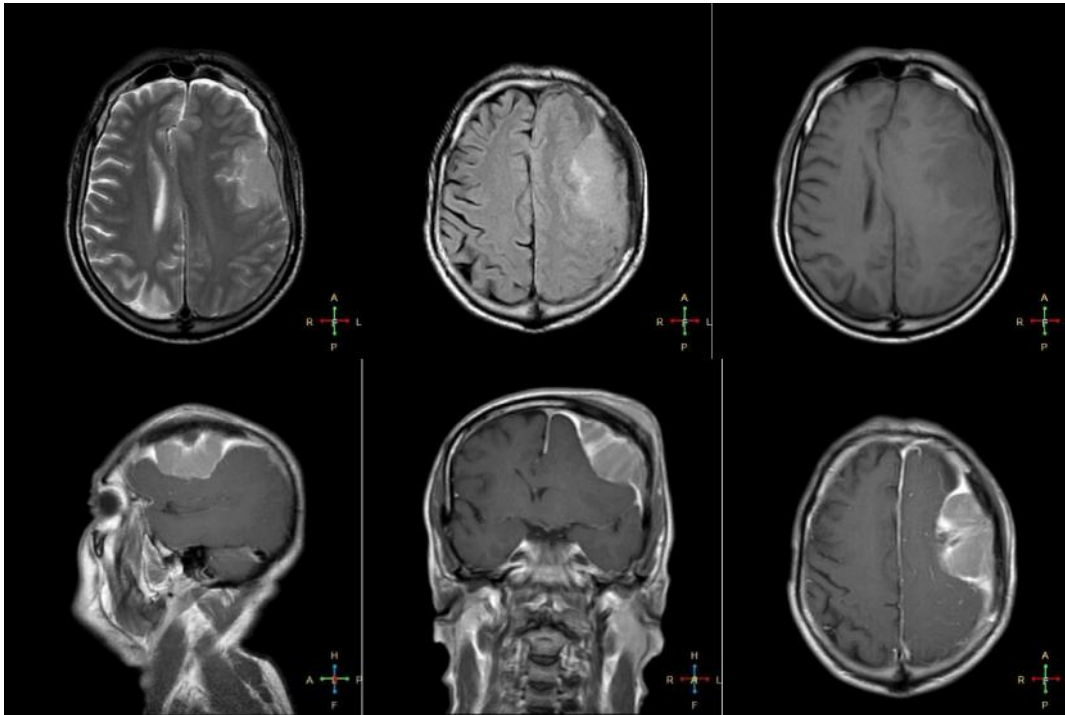


Fig. 6.45 Meningioma tipoII con importante efecto masa, gran captación de contraste y forma de uso característica de este tumor. F.I: Radiopaedia

### 6.3.3.3 Metástasis vertebral (compresión medular)

Las metástasis tienen predilección por la participación del cuerpo vertebral posterior y pedículo, su evolución acaba produciendo una compresión medular.

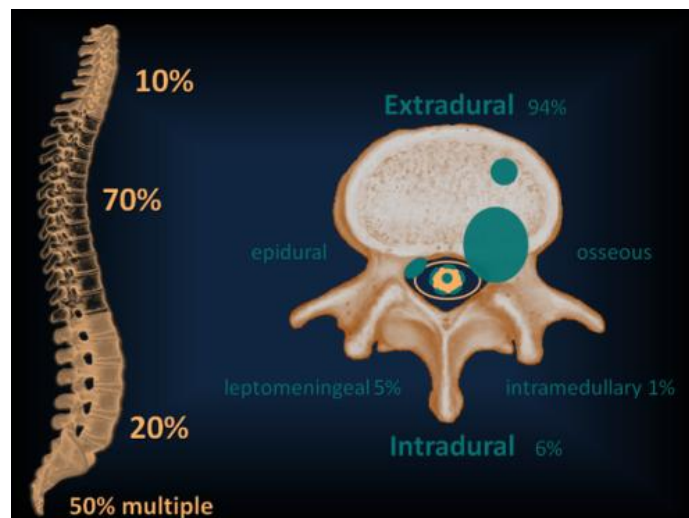


Fig. 6.46 Zonas de predilección de la metástasis vertebral. F.I: Radiopaedia

La compresión medular (CM) se define como la invasión del canal medular por un tumor localmente avanzado o por una metástasis que produce compresión o desplazamiento de la médula espinal. El 70-96% de los pacientes con compresión medular (CM) presentan dolor vertebral, que suele preceder al diagnóstico en días o meses. Los tumores primarios más frecuentes son de mama, pulmón y próstata. El dolor puede ser de tipo radicular, local o mixto. El dolor local es el más frecuente y se produce por destrucción y expansión de los elementos óseos vertebrales. En el 70% de los casos, la localización es dorsal, en el 20% lumbar y en el 10% cervical. En un 20-30% de los casos hay múltiples localizaciones no contiguas de CM. La alteración de la función motora se presenta en el 60-90% de los casos. Aparece de forma progresiva por debajo de la zona medular afectada con pérdida de fuerza, ausencia de tono muscular e hiporreflexia (gradualmente se irá sustituyendo por paraplejía en flexión) y, por último, alteración de la función autonómica con incontinencia urinaria y fecal. La alteración en la función sensitiva en forma de pérdida de sensibilidad y parestesias es más tardía y ocurre en el 45-80% de los casos. Suele aparecer varios segmentos medulares por debajo del segmento afectado por la CM, por lo que no es un buen signo para identificar la localización de la CM. El diagnóstico de la CM se basa en una historia clínica y una exploración neurológica detalladas, con el apoyo del estudio radiológico. La técnica de elección es la resonancia magnética (RM), que permite confirmar el diagnóstico, conocer la extensión de la enfermedad y planificar el posterior tratamiento quirúrgico o radioterapéutico.



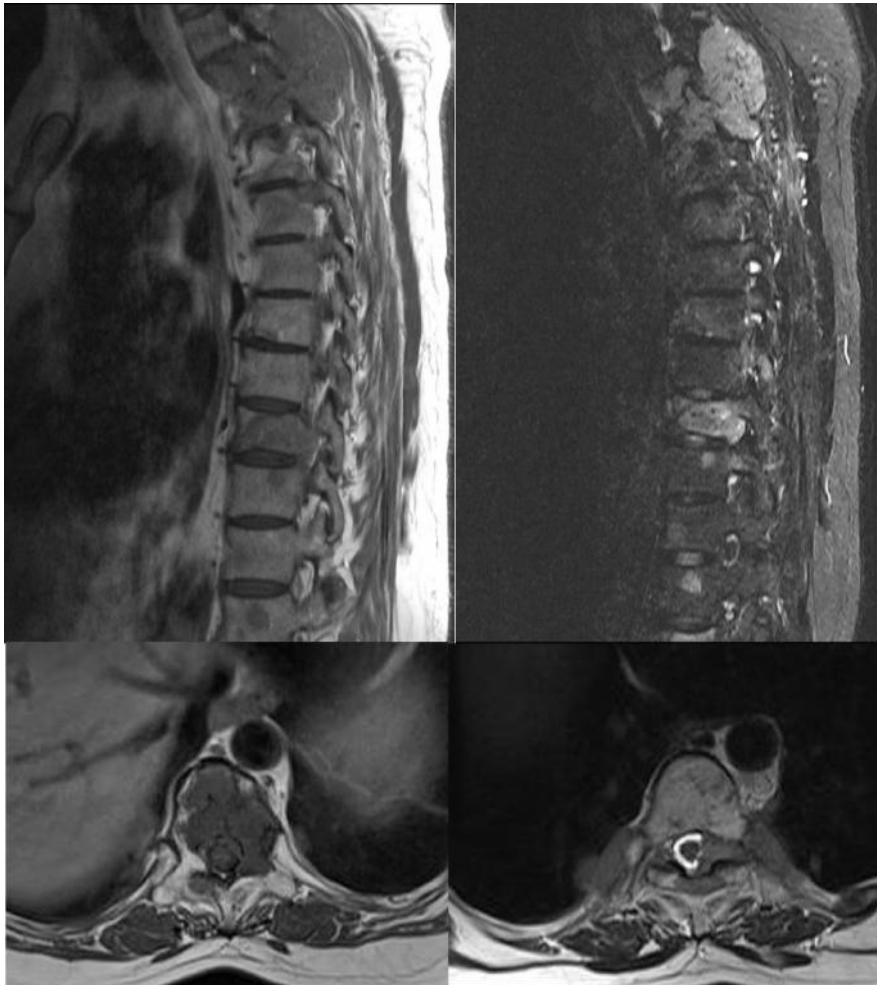


Fig. 6.47 Metástasis vertebral dorsal con afectación del canal medular y compresión medular. F:1: CETIR

#### 6.3.4 Neuropatías Traumáticas:

##### 6.3.4.1 Fractura vertebral

Las lesiones de la columna vertebral pueden clasificarse en tres tipos:

- El tipo de lesión más frecuente y menos grave es la fractura-acuñamiento. Se caracteriza porque el cuerpo vertebral, habitualmente cuadrado, adquiere la forma de una cuña en su región anterior. Muy raramente se asocia a una lesión neurológica.

- El segundo tipo en frecuencia es la fractura-estallido. En esta fractura el cuerpo vertebral "estalla" en múltiples fragmentos. Suele ser debida a traumatismos de alta energía y no es infrecuente que se asocie a lesiones neurológicas ya que los fragmentos óseos pueden desplazarse al interior del canal raquídeo y comprimir las estructuras nerviosas. No obstante, la presencia de estos fragmentos dentro del canal no implica necesariamente que se haya producido o vaya a producirse una lesión neurológica.
- Por último, la forma más grave de lesión vertebral es la fractura-luxación. A consecuencia de traumatismos de muy alta energía, se rompen los ligamentos que unen a las vértebras entre sí, y dos vértebras contiguas pierden su relación. Esta pérdida de posición distorsiona también la forma del canal medular y, por dicha razón, en muchas de estas lesiones se produce una lesión de la médula espinal.

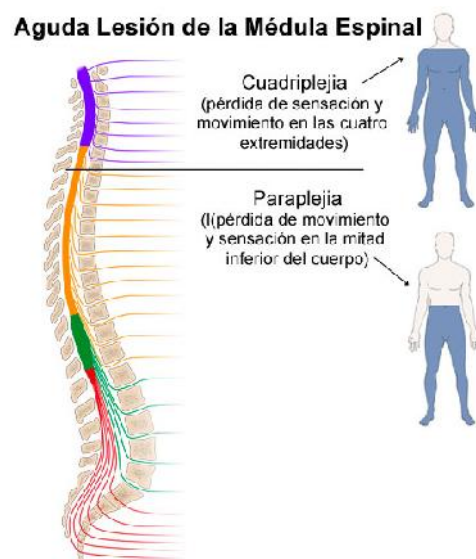


Fig. 6.48 Representación cuadriplejia y paraplejia según la zona de la afectación medular.F.I: <http://www.uchicagokidshospital.org>

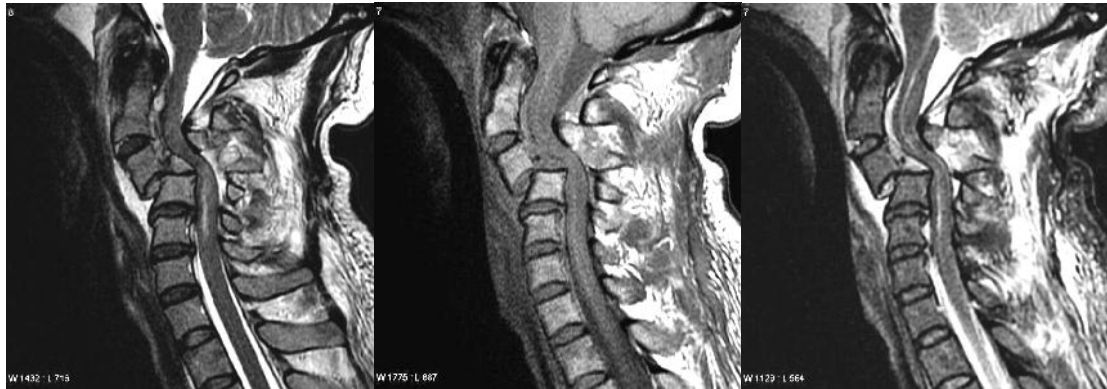


Fig. 6.49 Fractura luxación cervicales con afectación medular. F.I: Radiopaedia

### 6.3.5 Neuropatía congénita

#### 6.3.5.1 Espina bífida (mielomeningocele)

El sistema nervioso humano se desarrolla de una placa de células pequeña y especializada a lo largo de la espalda del embrión. Al comienzo del desarrollo, los bordes de esta placa comienzan a enroscarse y acercarse entre sí, creando el tubo neural, un tubo estrecho que se cierra para formar el cerebro y la médula espinal del embrión. A medida que progresa el desarrollo, la parte superior del tubo se convierte en el cerebro y el resto se convierte en la médula espinal. Este proceso generalmente se completa en el día 28 del embarazo. Pero si ocurrieran problemas durante este proceso, el resultado puede ser trastornos cerebrales llamados defectos del tubo neural, incluida la espina bífida.

La espina bífida, que literalmente significa "columna hendida," está caracterizada por el desarrollo incompleto del cerebro, la médula espinal, o las meninges (la cubierta protectora alrededor del cerebro y la médula espinal). Es el defecto del tubo neural más común en los países desarrollados

¿Cuáles son los tipos diferentes de espina bífida?  
Existen cuatro tipos de espina bífida: oculta, defectos del tubo neural cerrado, meningocele y mielomeningocele.

La oculta es la forma más común y más leve en la cual una o más vértebras están malformadas. El nombre "oculta" indica que la malformación o apertura en la columna está cubierta por una capa de piel. Esta forma de espina bífida raramente causa incapacidad o síntomas.

Los defectos del tubo neural cerrado componen el segundo tipo de espina bífida. Esta forma consiste en un grupo diverso de defectos espinales en los que la columna vertebral está marcada por una malformación de grasas, huesos o membranas. En algunos pacientes hay pocos o ningún síntoma; en otros la malformación causa parálisis incompleta con disfunción urinaria e intestinal.

En el tercer tipo, el meningocele, las meninges sobresalen de la apertura espinal, y la malformación puede o no estar cubierta por una capa de piel. Algunos pacientes con meningocele pueden tener pocos o ningún síntoma mientras que otros pueden tener síntomas similares a los defectos del tubo neural cerrado.

El mielomeningocele, la cuarta forma, es la más grave y se produce cuando la médula espinal está expuesta a través de la apertura en la columna, dando como resultado una parálisis parcial o completa de las partes del cuerpo por debajo de la apertura espinal. La parálisis puede ser tan grave que el individuo afectado no puede caminar y puede tener disfunción urinaria e intestinal. Mielomeningocele (también conocido como espina bífida quística) es un complejo anomalía congénita espinal que resulta en la malformación de la médula espinal (mielodisplasia).

Es una de las más comunes las anomalías congénitas del sistema nervioso central y cree que ocurre en aproximadamente 1: 500 de nacidos vivos. Puede haber una ligera predilección hembra.

Los pacientes presentan una parálisis de miembros inferiores y pérdida sensorial, la vejiga y disfunción intestinal, así como el deterioro cognitivo. Su ubicación suele ser: lumbosacra (45%), toracolumbar (30%), lumbar (20%), cervical (2%)



Fig. 6.50 Mielomegingocele con apertura del sacro. F.I: Radiopaedia

### 6.3.6 Neuropatías Vasculares

#### Enfermedad cerebro-vascular

Clínicamente, el accidente cerebrovascular es la aparición súbita de síntomas neurológicos focales debido a la isquemia (88%), hemorragia en el cerebro (9%) o hemorragia en los espacios subaracnoideos (3%). Debemos diferenciar las arteriopatías

periféricas (AP) agudas y las crónicas, si bien en algunas circunstancias se encuentran ligadas. Dentro de las AP agudas tenemos las oclusiones (ya sea por embolia o trombosis arterial) y las soluciones de continuidad por traumatismos abiertos o cerrados. Dentro de las AP crónicas se incluyen las estenosis en las Enfermedades estenosantes y las dilataciones patológicas que vemos en los aneurismas.

Si bien la trombosis venosa intracraneal es una patología relativamente poco frecuente, es una entidad que debe ser diagnosticada a tiempo y con certeza en los servicios de urgencia, dada la necesidad de pronto tratamiento para evitar complicaciones graves que incluyen déficit neurológicos e incluso muerte.

#### 6.3.6.1 Ictus

El ictus son un conjunto de enfermedades que afectan a los vasos sanguíneos que suministran la sangre al cerebro. Este grupo de patologías, conocidas popularmente como embolias, también se denominan accidentes cerebro-vasculares (ACV) y se manifiestan súbitamente. Existen dos tipos principales de ictus. Son los ictus hemorrágicos o hemorragias cerebrales, que se producen cuando un vaso sanguíneo (vena o arteria) se rompe, y los ictus isquémicos o infartos cerebrales, que ocurren cuando una arteria se obstruye por la presencia de un coágulo de sangre. A menudo, este trombo se origina en el corazón y se desplaza hasta el cerebro, donde interrumpe el flujo sanguíneo. Cuando se sufre un ictus, el daño cerebral adquirido puede ser irreparable y dejar secuelas graves, que repercutan de forma notable en la calidad de vida de los afectados. Después de un ictus, sólo un tercio de los pacientes se recupera totalmente, otro tercio queda con secuelas y otro tercio fallece. Además, el 25% de las personas que padecen un ictus mueren durante los 30 días siguientes.

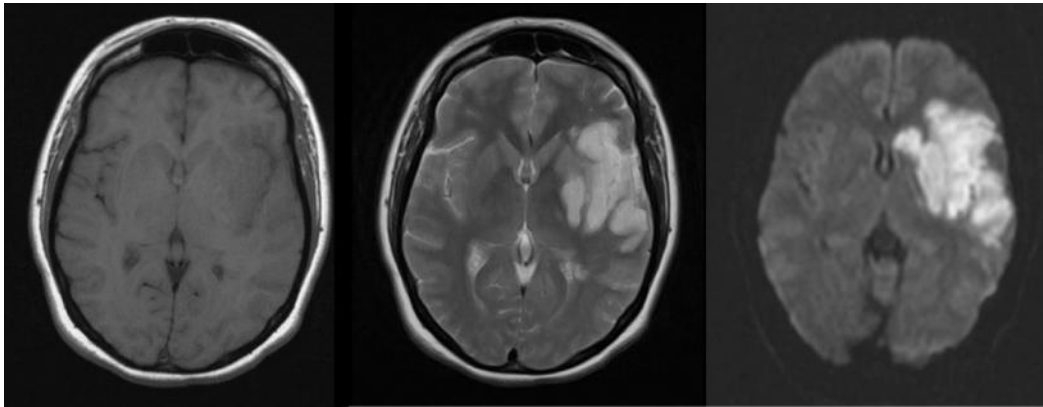


Fig. 6.51 Ictus de menos de dos semanas pues brilla en secuencia difusión. F.I.:Radiopaedia

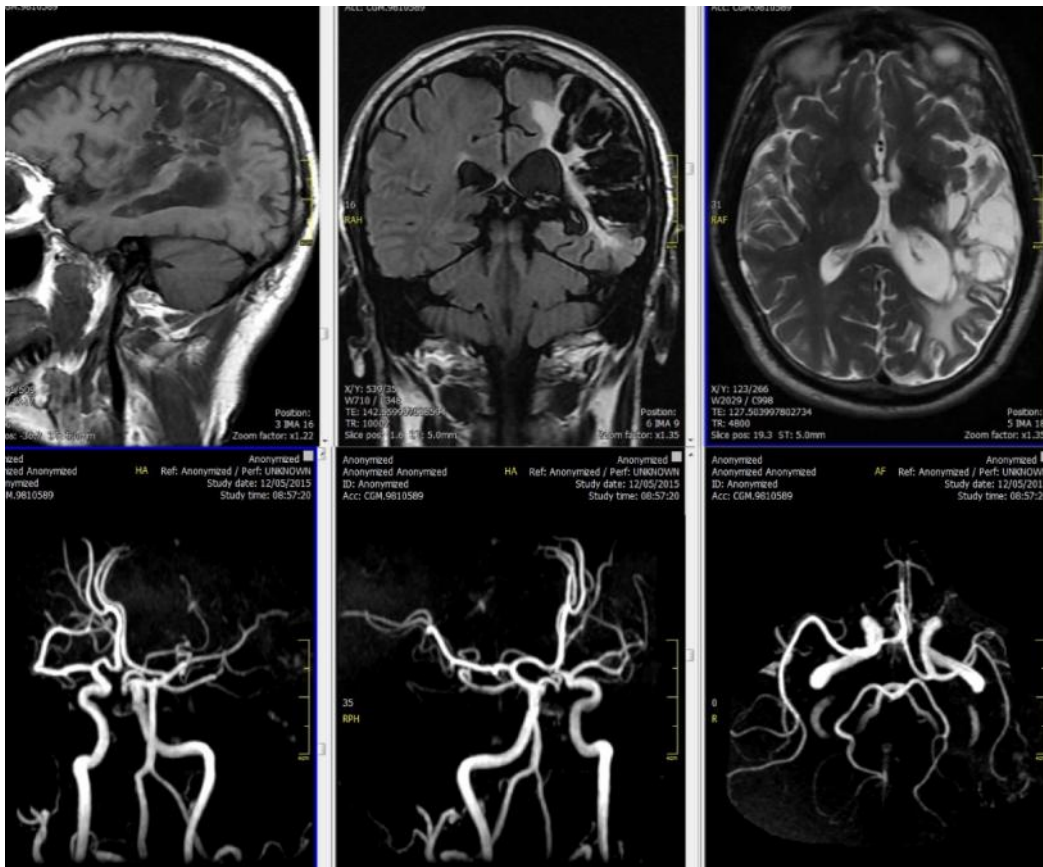


Fig. 6.52 Ictus antiguo donde se aprecia en angio RM disminución de flujo en la arteria cerebral izquierda. F.I.: CETIR



### 6.3.6.2 Aneurisma Cerebral

Un aneurisma cerebral es un ensanchamiento anormal en la pared de una arteria del cerebro. La mayoría de los aneurismas cerebrales no muestra síntomas hasta que se hacen grandes, filtran sangre o se rompen. Si se sospechan aneurismas cerebrales en pacientes de riesgo (antecedentes familiares o enfermedades predisponentes) se puede realizar angiografía (ARM) sin contraste, ya que la evaluación intracraneal de fosa posterior y polígono de Willis es relativamente pequeña y se puede hacer con corte fino sin contraste en toda su extensión. Debemos sin embargo tener en cuenta que la resolución hoy en día con 1.5T o campo mayor permite detectar aneurismas de hasta 2mm de diámetro (pero con limitaciones según su localización).

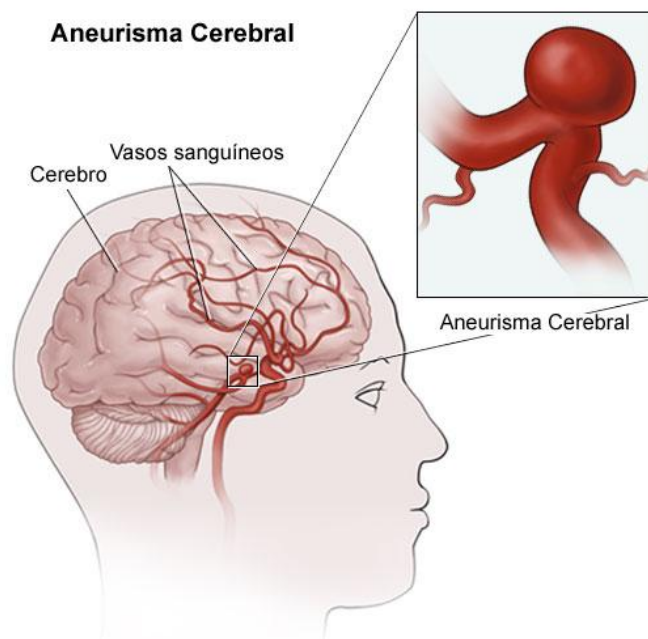


Fig. 6.53 Representación de aneurisma cerebral.  
F.I: <http://www.uchospitals.edu/>



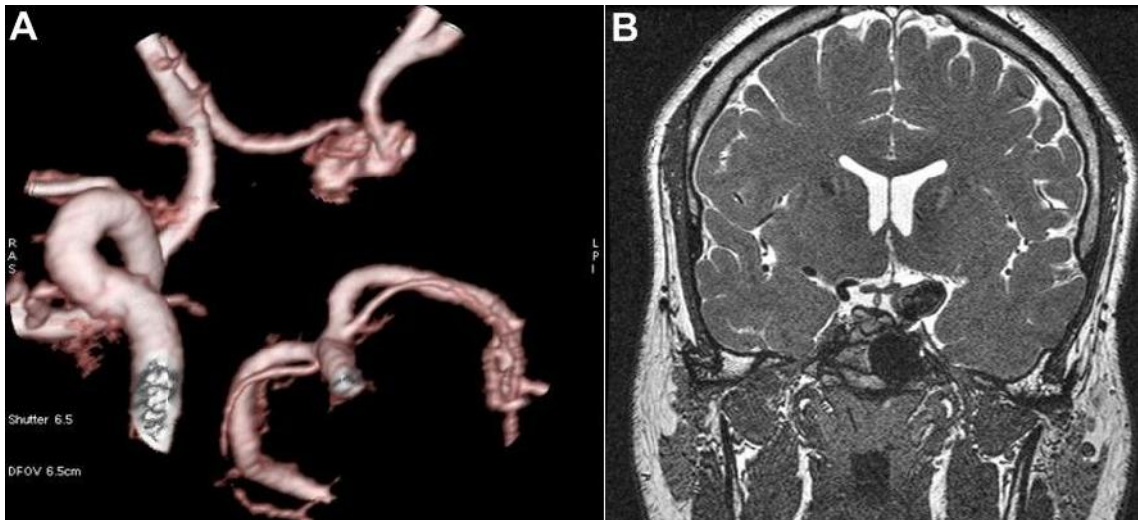


Fig. 6.54 Aneurisma cerebral volum rendering sifón carotídeo izquierdo y coronal T2.

F.I: Radiopaedia

La angiografía por resonancia magnética (ARM) produce imágenes más detalladas de vasos sanguíneos. Las imágenes pueden verse como tridimensionales o cortes transversales bidimensionales del cerebro y los vasos. Estos procedimientos indoloros y no invasivos pueden mostrar el tamaño y la forma de un aneurisma no roto y pueden detectar el sangrado en el cerebro.

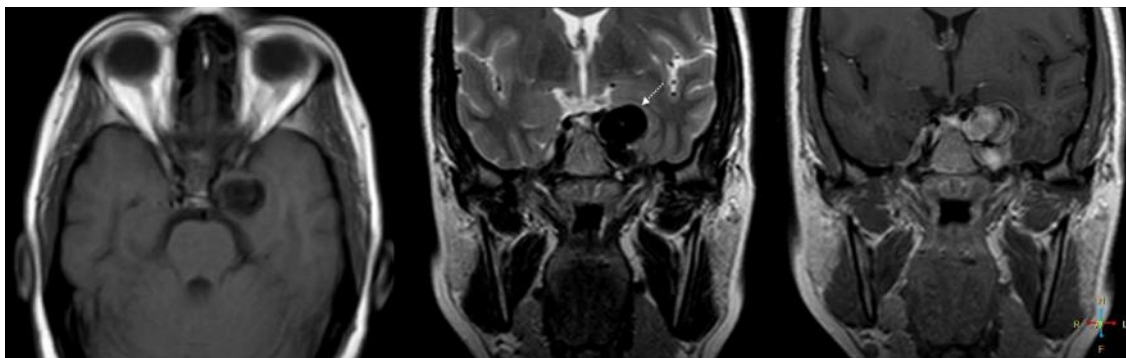


Fig. 6.55 aneurisma cerebral donde se aprecia el resalte de contraste en el coronal T1.

F.I: Radiopaedia



Fig. 6.56 Reconstrucción vascular volum rendering sífon carotideo con presencia de un aneurisma.  
F.I: Radiopaedia

## 7. DISCUSIÓN

Después de realizar una revisión de exploraciones por RM de cráneo, angio cerebral, cervical, dorsal y lumbar en 6 centros de resonancia de CETIR (ERESA) con diferentes orientaciones diagnósticas como: parestesias extremidades inferiores (EEII), hemiparesias lateralizadas derecha o izquierda, inestabilidad en la marcha, trastornos de la marcha, claudicación neurógena, dificultad a la deambulación, pérdida de fuerza EEII, todas ellas susceptibles de una alteración de la marcha. Y de revisar el resultado de los informes del radiólogo, he constatado que la patología del sistema nervioso que más da secuelas en la marcha humana es el ICTUS. Estos pacientes llegan a nuestra consulta con secuelas de por vida que han de ser tratadas con soportes plantares para evitar hiperpresiones en ciertas localizaciones del pie por paresias en las extremidades que de no tratar podrían causar rozadoras, úlceras y amputaciones. La patología mayoritaria en cuanto a prevalencia dando marchas antiálgicas por las irradiaciones a las extremidades son las degeneraciones discales lumbares, aunque este tipo de patologías suelen mejorar la clínica y el tratamiento puede variar.

La necesidad de realizar una buena técnica de imagen como es la resonancia magnética facilita y en algunos casos es imprescindible para el diagnóstico y para un correcto tratamiento.

## 8. CONCLUSIÓN

- 1.- La neuropatía más frecuente del SNC con afectación de la marcha es el ICTUS.
- 2.- La utilización de la RM para un diagnóstico de patologías del SNC es indispensable.
- 3.- Para un diagnóstico certero es imprescindible utilizar un protocolo correcto que no produzca artefactos en la imagen.
- 4.- Para interpretar las imágenes de resonancia magnética SNC, es importante comprender los métodos usados para crearlas, pues el contraste en la imagen depende específicamente de la manera en que se ha adquirido la información.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

Dr. Jaime Gili Planas, Dr. Antoni Capdevila Cirera,  
RESONANCIA MAGNETICA, edita CENTRE DIAGNOSTIC  
PEDRALBES, Barcelona 1992

U.S. National Library of Medicine

<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/meningitis.html>

Def: 6.3.1.1 Meningitis pg.34

<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/encephalitis.html>

Def: 6.3.1.2 encefalitis pg.37

NIH: National Institute of Neurological Disorders and Stroke

[http://espanol.ninds.nih.gov/trastornos/mielitis\\_transversa.htm](http://espanol.ninds.nih.gov/trastornos/mielitis_transversa.htm)

Def: 6.3.1.3 Mielitis transversa pg.38

[http://espanol.ninds.nih.gov/trastornos/esclerosis\\_multiple.htm](http://espanol.ninds.nih.gov/trastornos/esclerosis_multiple.htm)

Def: 6.3.2.1 Esclerosis Múltiple pg.41

National Cancer Institute

<http://www.cancer.gov/espanol/pdq/tratamiento/cerebralesadultos/Patient>

6.3.3 Neuropatías Tumorales pg.47

[http://espanol.ninds.nih.gov/trastornos/tumores\\_cerebrales\\_y\\_medula\\_spinal.htm](http://espanol.ninds.nih.gov/trastornos/tumores_cerebrales_y_medula_spinal.htm)

Def: 6.3.3.1 Gliomas pg.48, 6.3.3.2 Meningiomas pg.49

Servicio de Oncología Radioterápica y Radiodiagnóstico.  
Hospital Clínic. Barcelona

Diagnóstico y tratamiento de las metástasis vertebrales con compresión medular. S Jorcano Picart <sup>a</sup>, J Fernández-Ibiza <sup>a</sup>, I Toscas Vigarà <sup>a</sup>, C de Juan García <sup>a</sup>, C Conill Llobet <sup>a</sup>, B Farrús Lucaya <sup>a</sup>

<http://www.elsevier.es/es-revista-atencion-primaria-27-articulo-diagnostico-tratamiento-las-metastasis-vertebrales-13063389>

6.3.3.3 Metástasis vertebral (compresión medular) pg.51

DR. David Moreta Munujos,

TRAUMATOLOGÍA - CIRUGÍA ORTOPÉDICA ADULTOS

<http://www.teknon.es/web/moreta/fracturas>

6.3.4.1 Fractura vertebral pg.53

NIH: National Institute of Neurological Disorders and Stroke

[http://espanol.ninds.nih.gov/trastornos/espina\\_bifida.htm](http://espanol.ninds.nih.gov/trastornos/espina_bifida.htm)

Def: 6.3.5.1 Espina bífida (mielomeningocele) pag.55

AJNR: AMERICAN JOURNAL OF NEUROADIOLOGY

<http://www.ajnr.org/content/28/6/1197.full>

6.3.6.1 Enfermedad cerebro-vascular pg.57

<http://www.observatoriodelictus.com/index.php/que-es-un-ictus>

Def: Ictus pag.58

U.S. National Library of Medicine

<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/brainaneurysm.html>

Def: 3.6.2 Aneurisma Cerebral pg.60

## 10. AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer en primer lugar a mi tutor Antonio Zalacaín la confianza en mí para realizar este trabajo, sabiéndomela transmitir para darme ánimos en momentos en que me faltaba. Por su paciencia, su ayuda, su tiempo y sus consejos para encaminarme en este trabajo.

Agradecimientos también para mi marido Leo Zayuelas, que con sus conocimientos informáticos me ha ayudado en la maquetación del trabajo.

Finalmente agradecer a la empresa donde trabajo hace casi 25a CETIR (ERESA) que me ha facilitado material para la realización de este trabajo.