

Utilidad de la secuencia DIR en las lesiones desmielinizantes. Comparación con secuencias clásicas FLAIR y DP/T2.

Tipo: Presentación Electrónica Científica

Autores: Juan Sanz Díaz, Ana Isabel Barrio Alonso, Lucia Terán Álvarez, Antonio Saiz Ayala, Elena Santamarta Liebana, Sandra Sánchez García

Objetivos

La Esclerosis Múltiple (EM) es la enfermedad desmielinizante más frecuente en el sistema nervioso central (SNC), afectando principalmente a la sustancia blanca pero también en ocasiones a la sustancia gris.

La secuencia de doble inversión recuperación (DIR), ha sido recientemente incorporada al ya extenso arsenal diagnóstico de la resonancia magnética (RM) en 1.5 y 3 Teslas permitiendo su uso clínico.

Mediante la aplicación de 2 pulsos de inversión (se trata de una secuencia híbrida entre el FLAIR y el STIR) la secuencia DIR atenúa tanto el LCR como la grasa, permitiendo diferenciar mejor la sustancia gris de la sustancia blanca y del LCR. Esta característica, aumenta teóricamente la conspicuidad de las lesiones, permitiendo además la detección de pequeñas lesiones intracorticales en número mayor a las secuencias habituales.

Los equipos de RM de ultra-alto-campo de 7 Teslas son mucho más sensibles pero su uso está aún restringido a la investigación.

El efecto fisiopatológico de las lesiones corticales en EM sigue estando en estudio. Se sospecha que las lesiones corticales contribuyen en gran medida a los síntomas clínicos que están aparentemente relacionados con la corteza cerebral tales como el deterioro cognitivo, la depresión, trastornos en el nivel de conciencia, convulsiones; de ahí la importancia de la detección de lesiones en la corteza cerebral que nos brinda la secuencia DIR para dar justificación a este tipo de clínica.

Por otra parte, estudios recientes han puesto de manifiesto que los daños de la sustancia gris es un hallazgo patológico dominante en la EM progresiva donde no existen marcadores inflamatorios lo que sugiere un mecanismo de producción distinto al de las lesiones de sustancia blanca.

Objetivo

El objetivo de este estudio es, a través de nuestra reciente experiencia, determinar la utilidad de la secuencia DIR en el estudio de imagen de la EM y comparar su capacidad para demostrar lesiones en las diferentes zonas del SNC con las secuencias FLAIR 3D y densidad protónica (DP).

Material y métodos

Pacientes:

Se trata de un estudio retrospectivo en el que se ha incluido 66 pacientes con sospecha de enfermedad desmielinizante, a los cuales se les realizó el protocolo específico de RM en nuestro hospital desde el año 2014 hasta el momento actual.

Estos 66 individuos presentaban edades comprendidas entre los 20 y los 67 años.

El 74.2% (49) fueron mujeres. La edad media fue de 42.7 años y fue similar para hombres y mujeres (p-valor 0.838).

<u>EDAD</u>	Género	N	Media	Desviación típica	Mediana	Mínimo	Máximo
	F	49	42,55	12,495	41,00	20	67
	M	17	43,06	7,972	45,00	30	60
	Total	66	42,68	11,445	41,50	20	67

Respecto a la clínica; 2 pacientes presentaban una forma progresiva secundaria (EMPS), 3 pacientes presentaban una primaria progresiva de EM (EMPP), 7 pacientes presentaron un episodio clínico aislado (CIS) (Neuritis Óptica en 4 casos), y el resto de pacientes incluidos en este estudio (54) sufrían una EM tipo remitente-recurrente (EMRR).

La duración media de la enfermedad en los pacientes con EMRR es de 9 años, con un rango que se extiende desde el inicio hasta los 34 años de duración.

Protocolo RM:

Los estudios RM fueron realizados en un dispositivo 3T SIEMENS (Magnetom Skyra) con antena de 20 canales.

PARAMETRO	<u>DIR</u>	<u>FLAIR</u>	<u>DP</u>
Plano	Sagital	Sagital	Transverso
FOV (mm)	250	250	240
Matriz	192x192	256x256	300x300
Número de cortes	120	160	35
Grosor del corte (mm)	1,4	1	3
Tamaño del voxel (mm)	1,3x1,3x1,4	0,5x0,5x1	0,4x0,4x3
Ancho de banda (Hz/pixel)	868	781	252
PAT	2	2	-
Tiempo de Repetición (ms)	7500	5000	3770
Tiempo de Eco (ms)	319	396	¹ 9,4 / ² 94
Tiempo de Inversión (ms)	¹ 3000 / ² 450*	1800	-
Tiempo de adquisición(min)	5:17	3:27	4:07

* El tiempo de inversión largo es la duración entre ambos pulsos de inversión mientras que el tiempo de inversión corto es la duración entre el segundo pulso de inversión y el pulso de excitación.

Dentro de nuestro protocolo, hemos incluido la secuencia DIR inmediatamente después de la administración de gadolinio aprovechando el tiempo de espera protocolizado para la adquisición de las secuencias FSET1+Gd.

Aunque obviamente las secuencias DIR alargan aproximadamente entre 5 y 8 min el tiempo total de exploración, la planificación de esta secuencia tras la administración de gadolinio permite ajustarse a los protocolos estándar.

Si bien esta planificación podría estar limitada por los artefactos de flujo debido a la presencia de contraste.

Análisis de Imagen:

La evaluación de las imágenes fue realizada por 3 residentes de Radiodiagnóstico, coordinados y supervisados por un neurorradiólogo experimentado. Cada uno de los observadores se encargó de la lectura de una secuencia específica (FLAIR o DP), sin conocer los hallazgos obtenidos en las otras secuencias. Tampoco conocían los antecedentes clínicos así como otros métodos diagnósticos. Previamente se consensuó los criterios a seguir de lectura y tabulación de diferentes lesiones, descartando así la lectura errónea de posibles artefactos (estructuras vasculares por ejemplo).

Se consideró lesión desmielinizante a toda lesión hiperintensa mayor de 3 mm, clasificándola según un anatomotopográfico según su localización en 8 áreas: intracortical, yuxtacortical, sustancia blanca profunda, periventriculo, cuerpo calloso, tronco del encéfalo, cerebelo y médula cervical.

Tanto la secuencia FLAIR como la secuencia DIR fueron adquiridas en 3D, siendo casi isotrópica la secuencia DIR, y con la isotropía la secuencia FLAIR.

Para la evaluación MPR en la consola se aumentó el grosor del corte a 3 mm.

También se incluyó en el protocolo la secuencia FSE-DP/T2, aunque únicamente se analizaron los hallazgos incluidos en la secuencia DP (TE corto).

En las secuencias de DP no se incluyó la médula cervical, dada su adquisición en 2D en el plano axial. Sí se realizó comparación entre DIR y FLAIR a nivel cervical alto (incluyendo hasta el nivel C5).

Análisis estadístico:

Todas las variables en estudio fueron razonablemente simétricas por lo que se realizaron pruebas paramétricas, describiendo las variables mediante medias y desviaciones típicas.

Se dió el coeficiente de correlación de Pearson entre los pares de variables y el valor de estos pares se comparó mediante la T de Student para muestras pareadas.

P-valores inferiores a 0.05 fueron considerados estadísticamente significativos.

Dentro del análisis estadístico, y en consenso con el estadístico colaborador se decidió que, de cara al estudio cuantitativo

- Se consideró lesión desmielinizante a toda lesión hiperintensa mayor de 3 mm que no fuese susceptible de cualquier artefacto.
- Toda área o zona con más de 15 lesiones tendría un valor cuantitativo de 16.
- No sería evaluada la extensión o volumen de las lesiones a la hora de realizar el recuento de lesiones, teniendo el valor cuantitativo por ejemplo una lesión de 3 mm que una extensa lesión de 20 mm.

Imágenes en esta sección:

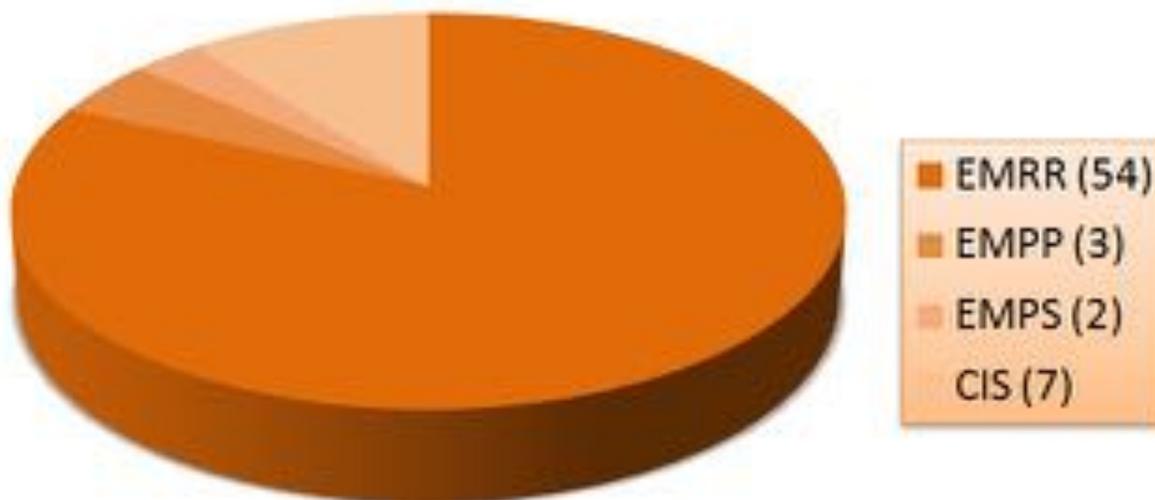


Fig. 1: Resumen de la clínica de los pacientes incluidos en el estudio.

Resultados

Comparación entre FLAIR y DIR

Las [correlaciones](#) fueron razonablemente altas. Bajas para cuerpo caloso y muy altas en la puntuación total.

La secuencia FLAIR detectó, significativamente, más lesiones en las regiones Yuxtacortical, Periventricular, [Cuerpo c](#) Tronco del Encéfalo y Sustancia Blanca Profunda.

Mientras que el DIR detectó mayor número de lesiones a nivel intracortical.

En promedio, FLAIR identificó casi 6 lesiones más que DIR.

	Media	Desviación típica	Diferencias relacionadas		Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Sig. (bilate)
			Error típico de la media	95%	Superior	Inferior			
FLAIR - DIR Intracortical	-1,242	2,695	,332	-1,905	-,580	-3,745	65	,000	
FLAIR - DIR Yuxtacortical	2,439	3,958	,487	1,466	3,412	5,007	65	,000	
FLAIR - DIR Periventricular	2,561	3,393	,418	1,727	3,395	6,131	65	,000	
FLAIR- DIR Cuerpo caloso	,394	1,391	,171	,052	,736	2,301	65	,025	
FLAIR - DIR Profunda	1,258	3,412	,420	,419	2,096	2,994	65	,004	
FLAIR - DIR Tronco Éncefalo	,485	1,657	,204	,077	,892	2,377	65	,020	
FLAIR - DIR Cerebelo	-,061	1,744	,215	-,489	,368	-,282	65	,779	
FLAIR - DIR Médula	,015	1,045	,129	-,242	,272	,118	65	,907	
FLAIR - DIR TOTAL	5,848	8,400	1,034	3,783	7,913	5,656	65	,000	

Comparación entre FLAIR y DP

Entre FLAIR y DP las [correlaciones](#) fueron, en general, más bajas que en la comparación anterior aunque la correlación puntuación total fue bastante alta.

FLAIR detectó significativamente más lesiones que DP en todas las localizaciones. A nivel del Cuerpo Caloso, la detección de lesiones se igualó siendo el número de lesiones detectadas similar.

En general, FLAIR detectó casi 12 lesiones más que DP (hay que tener en cuenta que la médula no está incluida en DP FLAIR).

Diferencias relacionadas	t	gl	Sig. (bilate)
--------------------------	---	----	---------------

	Media	Desviación típica	Error típico de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		Media	Desviación típica	Error típico media
				Superior	Inferior			
FLAIR – DP Intracortical	1,051	2,694	,351	,349	1,753	2,997	58	,004
FLAIR – DP Yuxtacortical	3,576	3,856	,502	2,571	4,581	7,124	58	,000
FLAIR – DP Periventricular	2,797	3,468	,451	1,893	3,700	6,194	58	,000
FLAIR – DP Cuerpo calloso	-,051	1,209	,157	-,366	,264	-,323	58	,748
FLAIR – DP Profunda	1,678	3,303	,430	,817	2,539	3,902	58	,000
FLAIR – DP Tronco Éncefalo	1,373	2,059	,268	,836	1,909	5,123	58	,000
FLAIR – DP Cerebelo	,780	2,118	,276	,228	1,332	2,828	58	,006
FLAIR – DP TOTAL	11,847	8,894	1,158	9,530	14,165	10,232	58	,000

Comparación entre DIR y DP

En esta comparativa, nuevamente las [correlaciones](#) no fueron muy altas aunque bastante buenas en el número total de le

DIR detectó significativamente más lesiones que DP en localización intracortical, yuxtacortical, sustancia blanca pro: tronco del encéfalo.

DP detectó significativamente más lesiones que DIR en el cuerpo calloso.

En total, DIR detectó, de media, casi 6 lesiones más que DP (recordamos que la médula cervical no está incluid secuencia DIR).

	Media	Desviación típica	Diferencias relacionadas		t	gl	Sig. (bilate Error típico media)	
			Error típico de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
			Superior	Inferior				
DIR – DP Intracortical	2,305	3,425	,446	1,412	3,198	5,169	58	,000
DIR – DP Yuxtacortical	1,220	2,633	,343	,534	1,907	3,560	58	,001
DIR – DP Periventricular	,102	2,657	,346	-,591	,794	,294	58	,770
DIR – DP Cuerpo calloso	-,407	1,353	,176	-,759	-,054	-2,309	58	,025
DIR – DP Profunda	,203	2,347	,306	-,408	,815	,666	58	,508
DIR – DP Tronco Éncefalo	,746	1,123	,146	,453	1,039	5,099	58	,000
DIR – DP Cerebelo	,780	1,609	,209	,360	1,199	3,722	58	,000
DIR – DP TOTAL	5,627	7,216	,939	3,747	7,508	5,990	58	,000

Tabla por N pacientes y por total de lesiones:

	N	Media	Desv. típ.	Mediana	Mínimo	Máximo
FLAIR Intracortical	66	1,65	2,815	1,00	0	16
FLAIR Yuxtacortical	66	6,65	5,354	5,00	0	16
FLAIR Periventricular	66	7,00	4,486	7,00	0	16
FLAIR Cuerpo calloso	66	1,36	1,399	1,00	0	6
FLAIR SB Profunda	66	5,12	3,881	4,00	0	16
FLAIR Tronco Éncefalo	66	1,80	2,171	1,00	0	10
FLAIR Cerebelo	66	1,50	2,438	1,00	0	16
FLAIR Médula	66	,68	1,040	,00	0	5
FLAIR TOTAL	66	25,77	14,742	23,50	4	74
DIR Intracortical	66	2,89	3,469	2,00	0	16
DIR Yuxtacortical	66	4,21	3,528	3,00	0	16
DIR Periventricular	66	4,44	2,690	5,00	0	11
DIR Cuerpo calloso	66	,97	1,052	1,00	0	4
DIR SB Profunda	66	3,86	2,700	3,00	0	14
DIR Tronco Éncefalo	66	1,32	1,570	1,00	0	7
DIR Cerebelo	66	1,56	1,693	1,00	0	8
DIR Médula	66	,67	,997	,00	0	3
DIR TOTAL	66	19,92	11,488	17,00	3	56
DP Intracortical	59	,68	1,121	,00	0	4
DP Yuxtacortical	59	3,20	2,683	3,00	0	10
DP Periventricular	59	4,31	3,070	4,00	0	16
DP Cuerpo calloso	59	1,42	1,453	1,00	0	5
DP SB Profunda	59	3,58	2,479	3,00	0	10
DP Tronco Éncefalo	59	,51	,935	,00	0	5
DP Cerebelo	59	,85	1,495	,00	0	7
DPTOTAL	59	14,54	9,115	14,00	2	42

Resultados por zonas anatómicas:

En nuestro estudio, a nivel [yuxtacortical](#), el mayor número de lesiones fue identificado con las imágenes FLAIR y el menor en DP.

A nivel periventricular y la [sustancia blanca profunda](#) la secuencia FLAIR también fue la que más lesiones detectó delante de la secuencia DIR y DP respectivamente.

Según nuestros resultados, a nivel de la fosa posterior, las secuencias DIR y FLAIR detectaron más lesiones que la se DP, tanto en el tronco del encéfalo como en el cerebelo. Recordamos que la médula cervical no se incluyó en la secuencia por lo que no hay resultados de la comparación en esta región.

Entre ellas las secuencias DIR y FLAIR tiene un comportamiento similar en las estructuras de la fosa posterior. La se DIR es ligeramente más sensible y muestra más lesiones a nivel del cerebelo, mientras que la secuencia FLAIR es capaz de mostrar un discreto mayor número de lesiones en el tronco del encéfalo.

Los [resultados totales](#) muestran una mayor capacidad de detectar lesiones en la secuencia FLAIR (1701), seguida de la secuencia DIR (1315) y en menor número el DP (858).

Discusión:

El diagnóstico de la EM se basa entre otras pruebas diagnósticas, en la detección de las lesiones por medio de estudios según los criterios de McDonald. Además, la RM permite también la detección de lesiones en episodios clínicos aislados que podrían estar en relación con una futura EM. Los estudios de RM actuales en EM se basan en pro

multi-secuenciales que incluye secuencias clásicas potenciadas en T2 de doble eco FSE-DP/T2, secuencias FSE-T1 ante la administración de contraste, secuencias FLAIR (2D o 3D), y en los últimos años, y con menor difusión la secuencia de inversión recuperación (DIR).

Las secuencias convencionales identifican alteraciones histopatológicas como la inflamación activa (realce o captación inyección de contraste) y la desmielinización y edema como hiperintensidad en las secuencias DP/T2 en las desmielinizantes.

La destrucción axonal irreversible se pone de manifiesto como focos hipointensos (agujeros negros) en las secuencias 1 que no muestran realce.

La secuencia DIR aunque tiene una mayor sensibilidad para identificar lesiones corticales que sus antecesoras, está por debajo en el número de lesiones identificadas en estudios post mortem.

Además, las diferentes secuencias presentan sensibilidades distintas según la localización anatómica de las lesiones: Teóricamente, la secuencia FLAIR, debido al pulso de inversión y su tiempo de eco largo, anula la señal del cefalorraquídeo (LCR), aumentando la sensibilidad en la detección de lesiones cercanas a éste, es decir, las de localización yuxtacortical y de la sustancia blanca periventricular.

Clásicamente las secuencias potenciadas FSE-DP/T2 han sido consideradas más sensibles para observar lesiones infratentoriales a pesar de los artefactos presentes en DP en esta área.

Actualmente las secuencias FLAIR-3D han aumentado mucho la sensibilidad en la detección de lesiones infratentoriales. Desafortunadamente, no existe aún ningún método que combine las diferentes sensibilidades de las secuencias convencionales en una sola secuencia, que facilite la detección de las lesiones de EM.

Comparativa con estudios precedentes:

Revisando y comparando múltiples estudios previos, éstos muestran una gran variabilidad en sus resultados:

- Por ejemplo, a nivel de las lesiones periventriculares, hay autores como Geurts o Wattjes que indican que la secuencia DIR es más sensible mientras que otros como Moraal indica que la secuencia FLAIR detecta mayor número de lesiones.
- Por otro lado, las lesiones de la sustancia gris profunda, que presentarían un comportamiento similar a las [intracorticales](#), son detectadas con mayor facilidad por DIR en los estudios realizados por Geurts.
- Nuestros resultados, al igual que en los estudios publicados por Wattjes y Vural, muestran que las imágenes FLAIR detecta un mayor número de lesiones yuxtacorticales con respecto a la secuencia DP (en nuestro estudio, prácticamente el doble) siendo también la secuencia DIR más sensible que DP en esta localización.
- Tanto Geurts como Moraal manifiestan la alta sensibilidad de la secuencia DIR para las lesiones [intracorticales](#). Geurts ha correlacionado la carga lesional de la sustancia gris cortical con el desarrollo de discapacidad, de ahí la importancia de la rápida detección, mediada por DIR, de estas lesiones dado sus importantes implicaciones pronósticas.
- En la identificación [total](#) de lesiones obtuvimos unos resultados similares a Moraal pero diferentes a Geurts y Wattjes que determinan que el mayor número de lesiones fue detectado por DIR.

Como apunte, las lesiones [intracorticales](#) son identificadas con relativa facilidad en estudios de autopsia, por lo que la secuencia DIR podría ser una herramienta útil para su identificación y poder llevar un mejor manejo clínico al establecer un pronóstico más correcto e individualizado en cada paciente.

En nuestro estudio, la secuencia DIR identifica 1,242 lesiones intracorticales respecto a la secuencia FLAIR y 2,305 lesiones en comparación con DP. Estos datos no parecen ser suficientemente significativos clínicamente para estandarizar la secuencia en estudios de rutina.

Como ya hemos indicado, una de las principales **ventajas** de la secuencia DIR 3D es la alta sensibilidad para detectar lesiones [intracorticales](#), basada en la mayor conspicuidad que se produce al aumentar el contraste entre la sustancia gris cortical y la sustancia blanca subcortical. Esto es debido principalmente a las diferencias en los tiempos de relajación de T1 de la sustancia gris y del LCR.

En nuestra experiencia, la secuencia DIR también es una secuencia que se ve afectada en menor grado que el FLAIR por las inhomogeneidades de la señal/ruido en los lóbulos temporales.

Como contrapartida, una de las **limitaciones** principales de la secuencia DIR, a parte de un tiempo de adquisición más largo que las otras secuencias, es su menor definición y resolución espacial de las lesiones; debido en nuestro caso a la mala adquisición de la secuencia donde se sopesó evitar tiempos de adquisición de duración mayor de 6 minutos.

Además, las secuencias DIR pueden ser susceptibles a artefactos relacionados con el flujo, así como a las variaciones regionales en la intensidad de señal de sustancia gris y áreas de hiperintensidad producidas por contacto cortical en los

que dejan a la experiencia y a la subjetividad del observador la identificación de las lesiones y por lo tanto pueden dar detección falsas lesiones (falsos positivos). Al no contar con un verdadero Gold-Standard no hemos podido analizar particular.

Dentro de las limitaciones de nuestro estudio, a parte de las posibles diferencias interobservador y la ausencia de una falta de "agreement", hay que reseñar que una pequeña parte de los estudios incluidos en el estudio fueron realizados con dispositivo de 1,5 Teslas, así como las diferencias en las matrices de cada secuencia incluida en el estudio.

Pensamos que la secuencia DIR no debe ser utilizada en protocolos de rutina en el estudio de la EM, dado el incremento injustificado en el tiempo de exploración.

Esta secuencia debe de ser reservada para casos seleccionados, dudosos o en protocolos de investigación.

Imágenes en esta sección:

	N	Correlación	Sig.
FLAIR Intracortical y DIR Intracortical	66	,650	,000
FLAIR Yuzda y DIR Yuzdecortical	66	,674	,000
FLAIR Periventricular y DIR Periventricular	66	,657	,000
FLAIR Cuerpo calloso y DIR Cuerpo calloso	66	,304	,001
FLAIR Sust Blanca Profunda y DIR Sustancia Blanca Profunda	66	,511	,000
FLAIR Tronco y DIR Tronco	66	,650	,000
FLAIR Cerebelo y DIR Cerebelo	66	,699	,000
FLAIR Médula y DIR Médula	66	,475	,000
FLAIR TOTAL y DIR TOTAL	66	,823	,000

	N	Correlación	Sig.
F Cortical y DP Cortical	59	,397	,002
F Yuzda y DP Yuzda	59	,749	,000
F Periventricular y DP Periventricular	59	,657	,000
F Cuerpo calloso y DP Cuerpo calloso	59	,653	,000
F Profunda y DP Profunda	59	,573	,000
F Tronco y DP Tronco	59	,392	,002
F Cerebelo y DP Cerebelo	59	,553	,000
F TOTAL y DP TOTAL	59	,858	,000

	N	Correlación	Sig.
DIR - DP Intracortical	59	,314	,015
DIR - DP Yuzdecortical	59	,687	,000
DIR - DP Periventricular	59	,589	,000
DIR - DP Cuerpo calloso	59	,463	,000
DIR - DP SB Profunda	59	,616	,000
DIR - DP Tronco Cerebelo	59	,674	,000
DIR - DP Cerebelo	59	,518	,000
DIR - DP TOTAL	59	,800	,000

Tbl. 2: Correlaciones de muestras relacionadas en: - FLAIR y DIR - FLAIR y DP - DIR y DP.

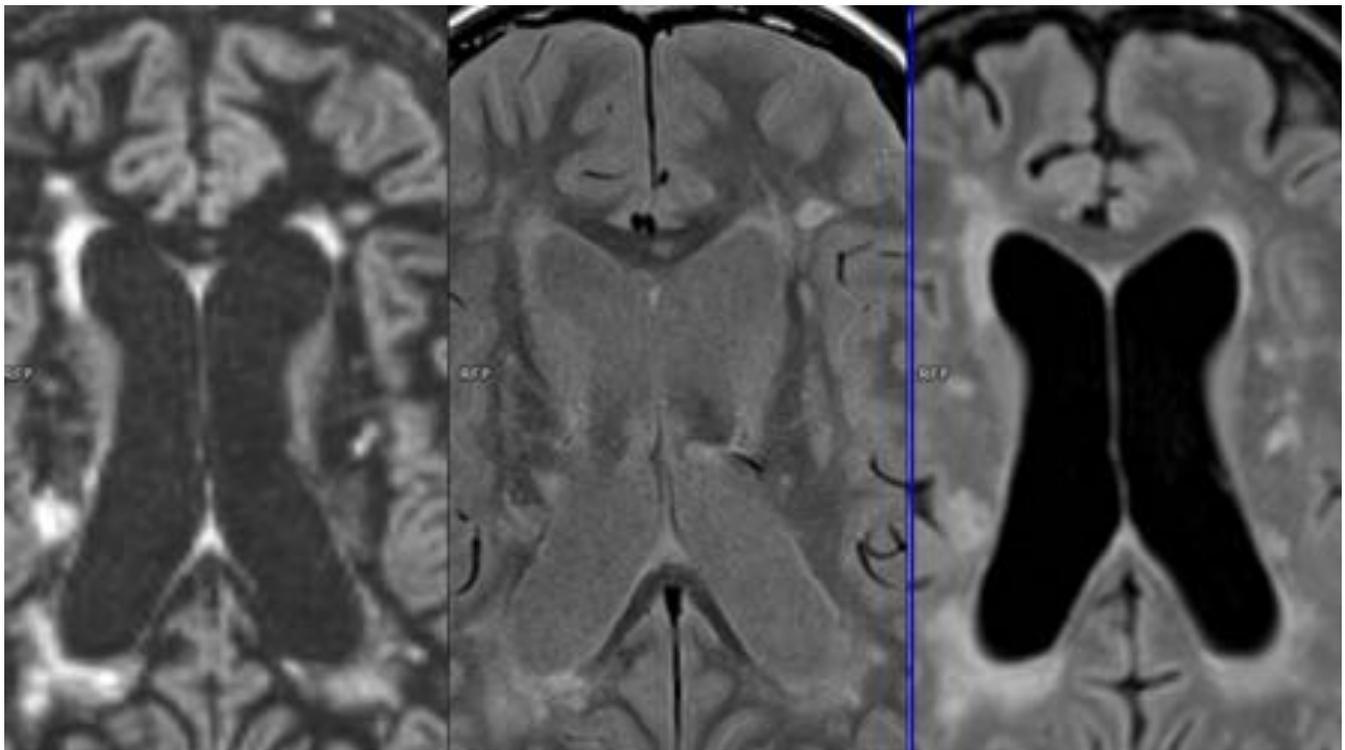


Fig. 3: Secuencias DIR, DP y FLAIR. Ejemplo de lesión a nivel del cuerpo calloso, más visible en la imagen de la secuencia DIR.

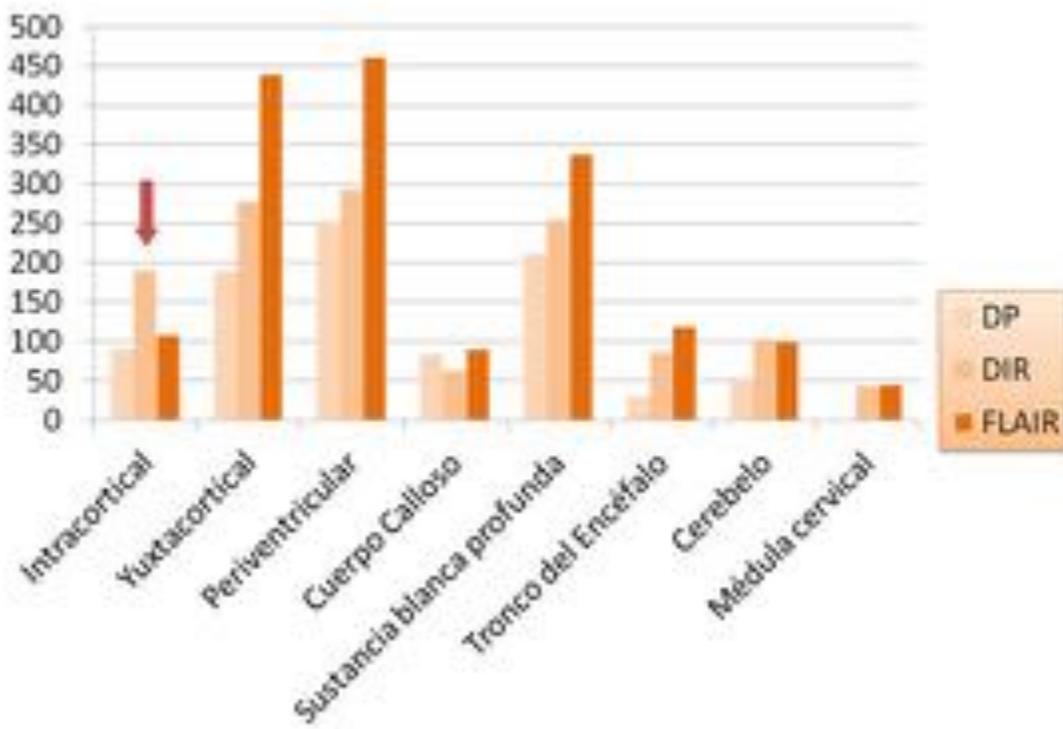


Fig. 4: Distribución según su localización anatómica de las diferentes lesiones visualizadas en función de

una de las 3 secuencias a estudio (DP/DIR/FLAIR)

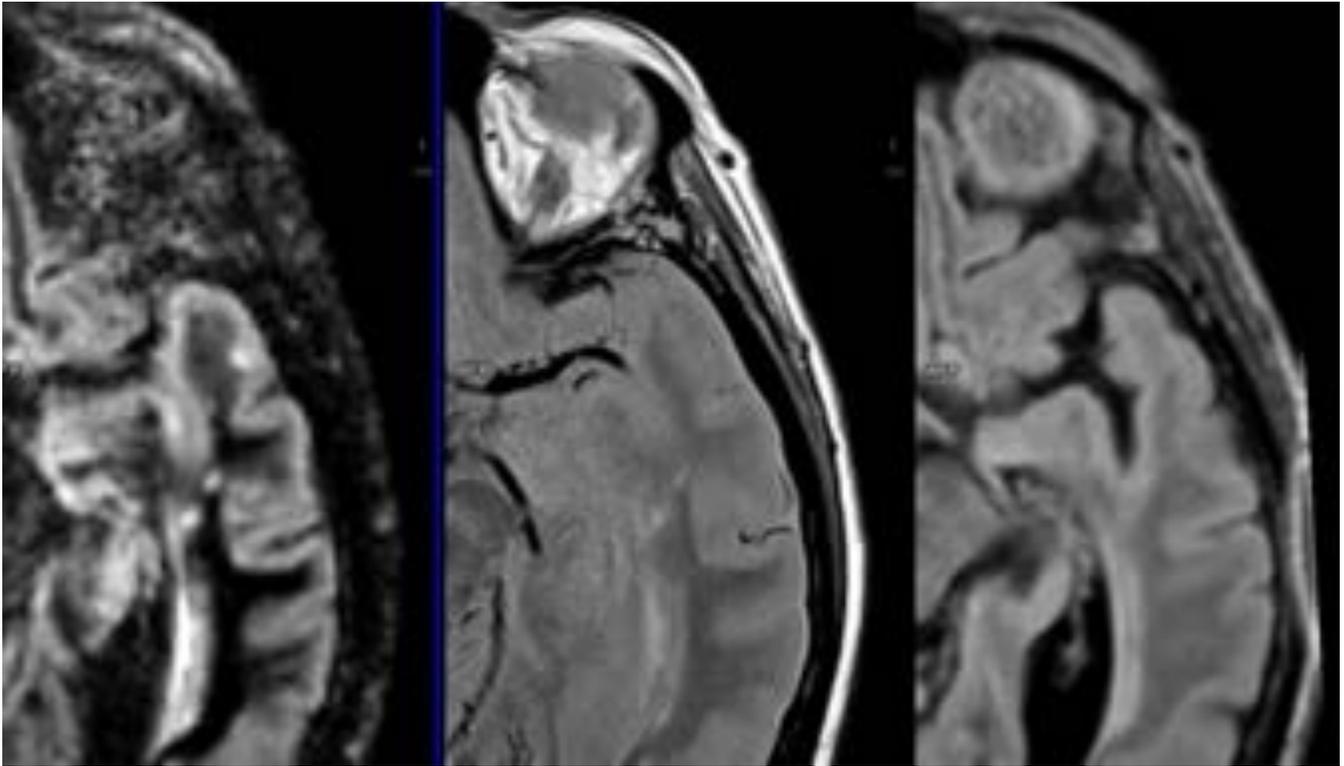


Fig. 5: Ejemplo de lesión yuxtacortical en el lóbulo temporal izquierdo visible en DIR, siendo no visible secuencias FLAIR y DP.

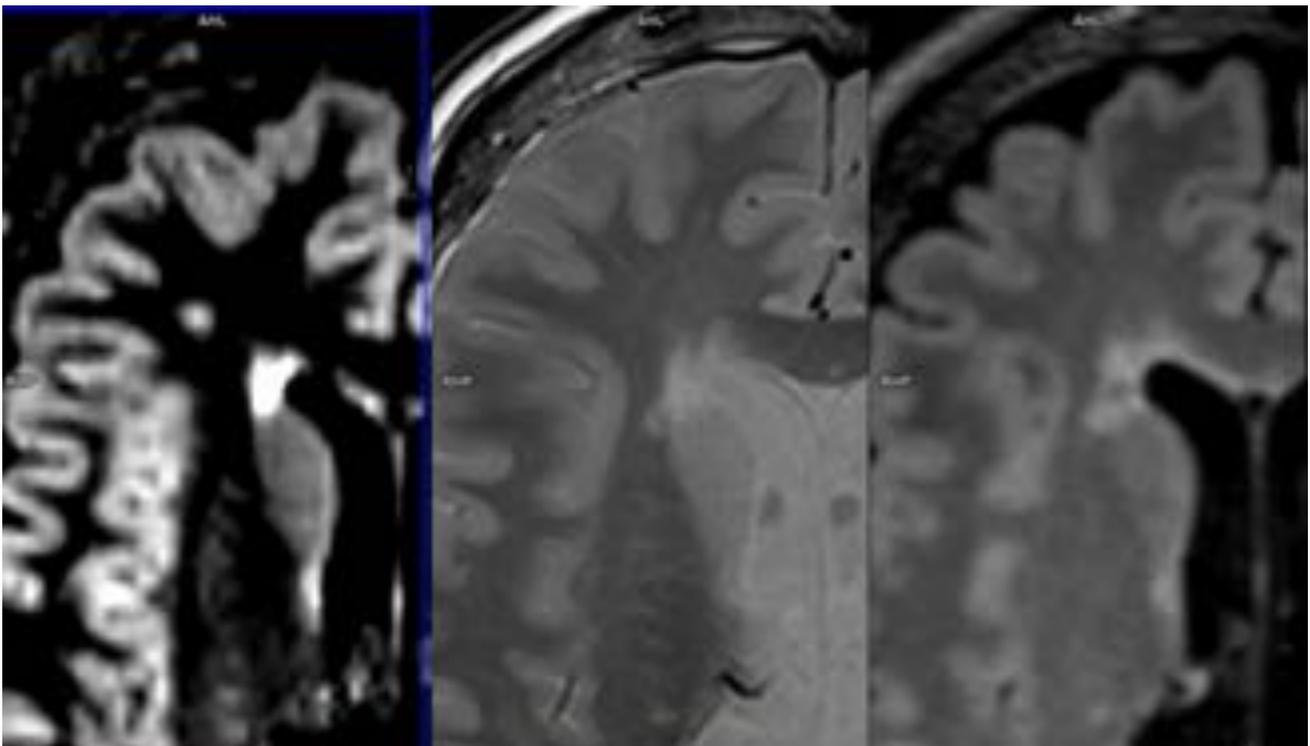


Fig. 6: (DIR/DP/FLAIR). Lesión a nivel de la sustancia blanca profunda visible únicamente en la secuen DIR.

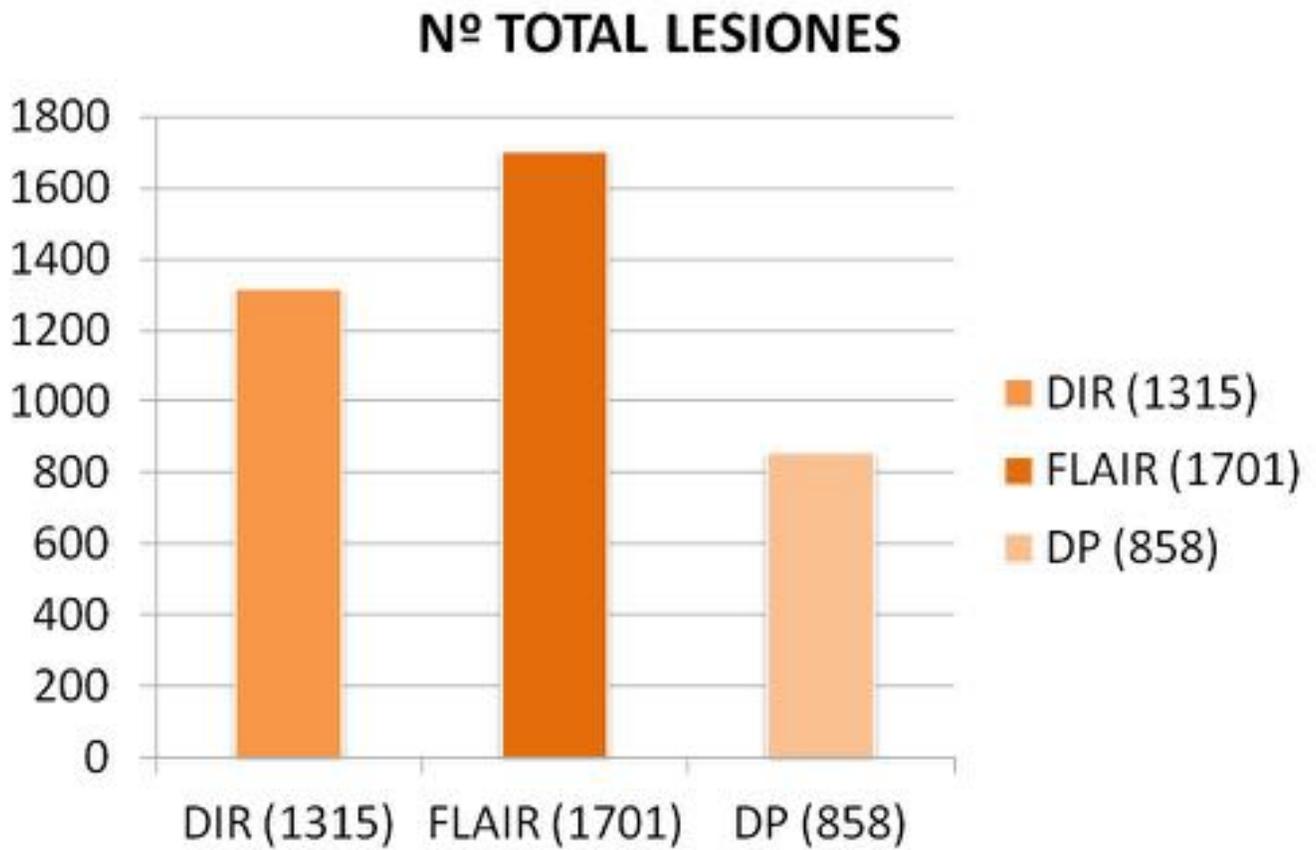


Fig. 7: Número total de lesiones identificadas en cada secuencia.

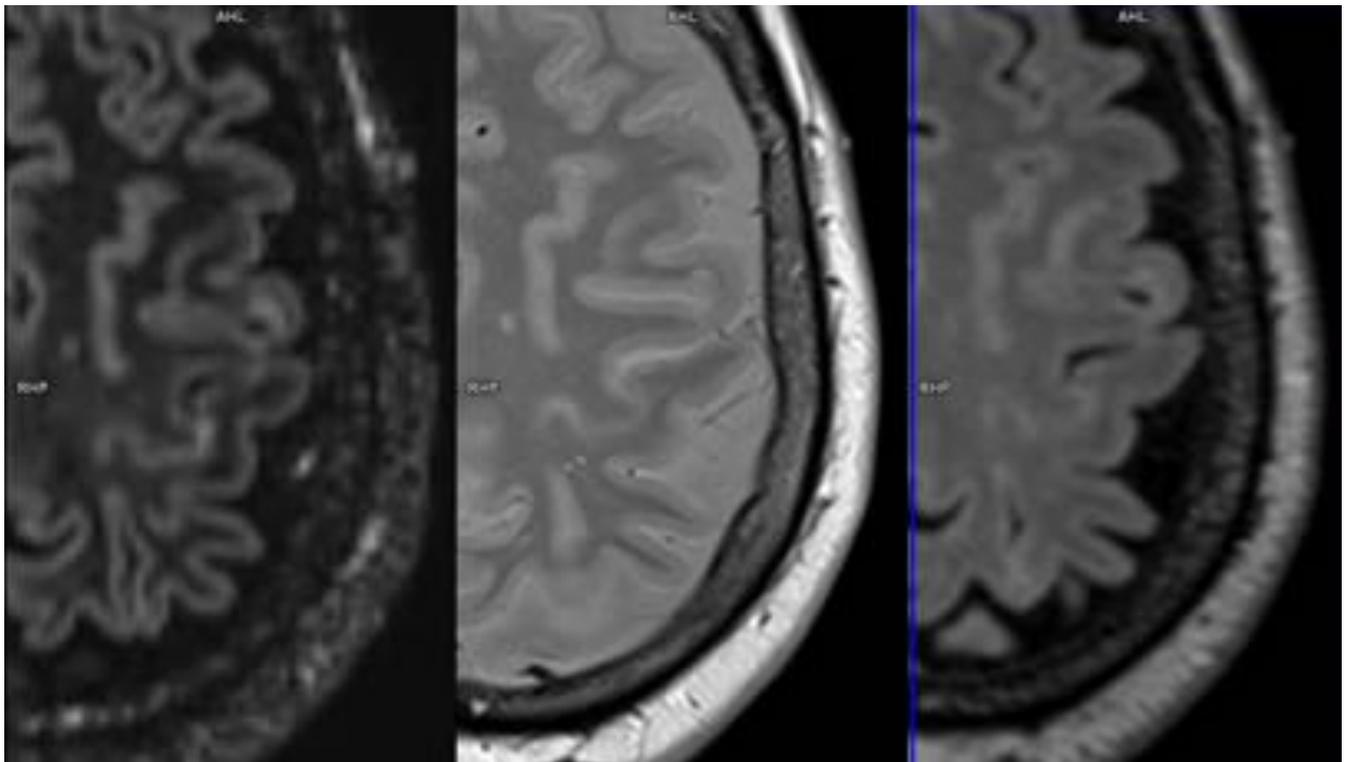


Fig. 8: Lesión intracortical parietal izquierda no visible en secuencias DP y FLAIR y que sí se identifica secuencia DIR.

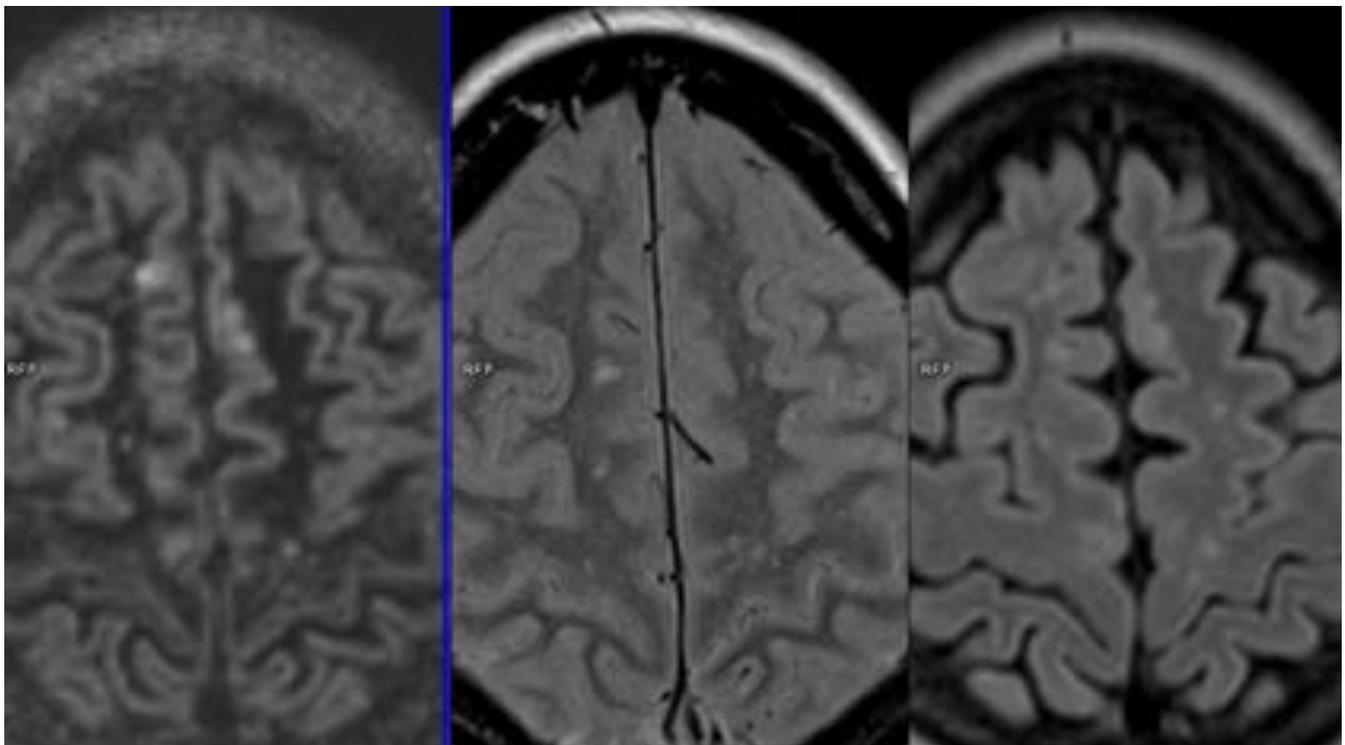


Fig. 9: Secuencias DIR,DP y FLAIR. Otro ejemplo de lesión intracortical frontal derecha, más visible en secuencia DIR respecto a las otras 2 secuencias.

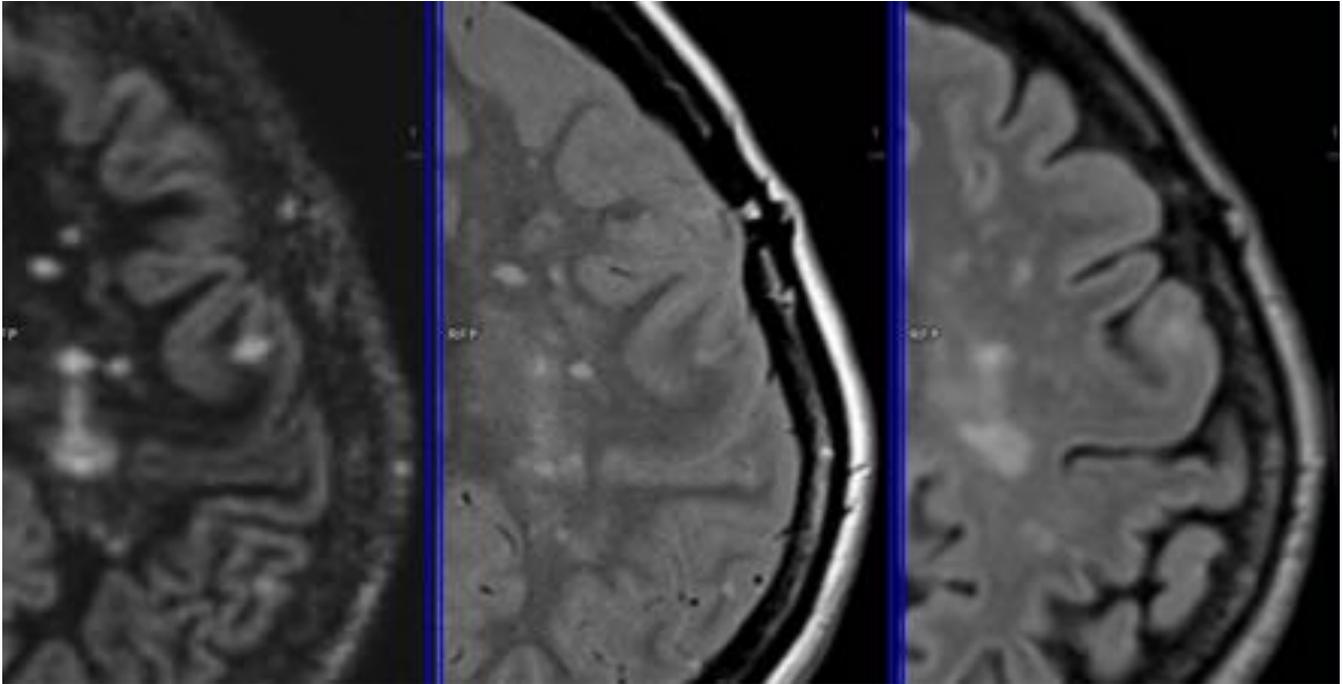


Fig. 10: Secuencias DIR, DP y FLAIR. La secuencia DIR presenta mayor conspicuidad para la detección lesión intracortical frontal izquierda.

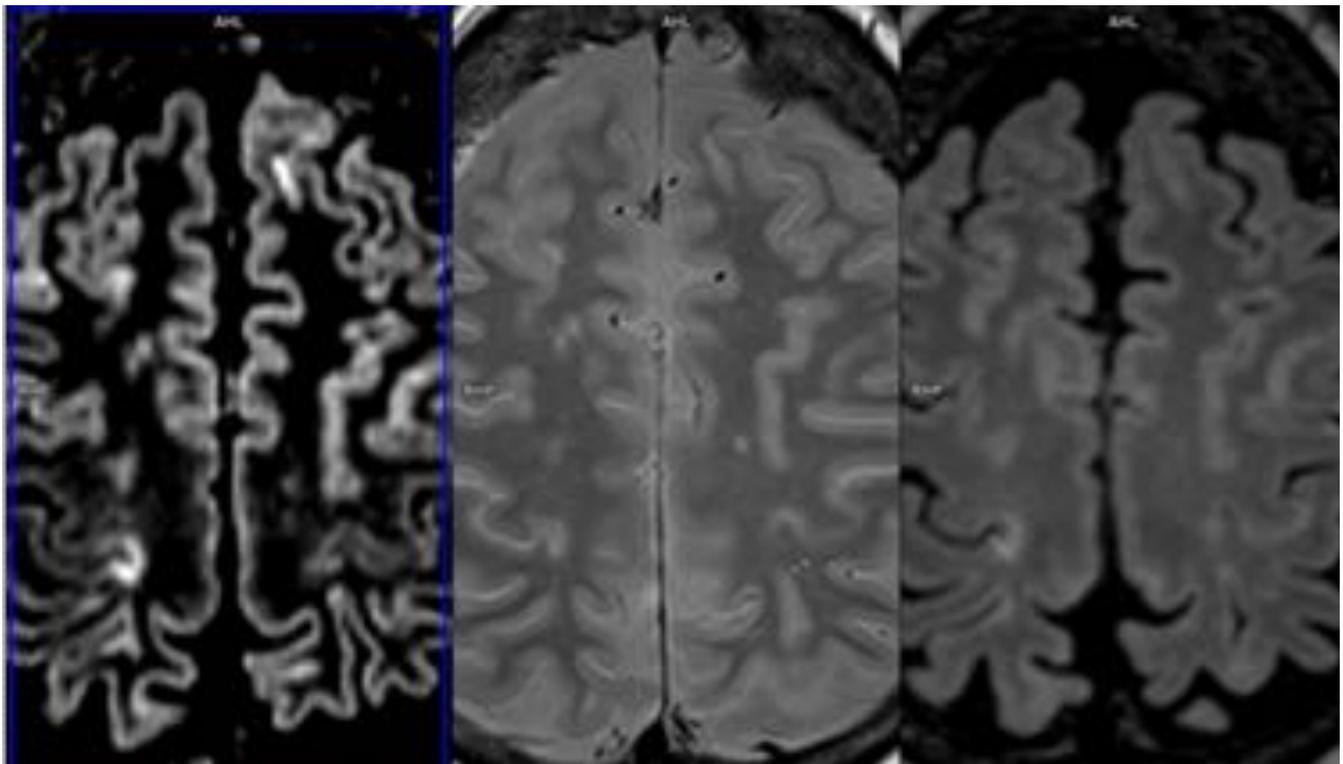


Fig. 11: Comparación entre las 3 secuencias (DIR/DP/FLAIR). La secuencia DIR es capaz de detectar 3 lesiones: 2 intracorticales frontales derechas y una yuxtacortical frontal izquierda. Véase la imagen FLAI donde parece intuirse la lesión intracortical frontal derecha más posterior.

Conclusiones

La secuencia DIR es una herramienta útil en el diagnóstico de la EM mediante RM ya que aumenta la capacidad de de lesiones de localización intracortical, con la importancia que ello traduce para una mejor comprensión de la enfermedad del paciente especialmente en el diagnóstico inicial de la enfermedad.

A la vista de nuestros hallazgos, la secuencia isotrópica 3D FLAIR es la que mayor número de lesiones detecta y por lo tanto la más útil en la práctica clínica diaria y, teóricamente permitiría obviar la realización de la secuencia FSE-DP/T2 acortando el tiempo de exploración de estos pacientes.

Bibliografía / Referencias

1. Wattjes MP, Lutterbey GG, Gieseke J, et al. Double inversion-recovery brain imaging at 3.0 Tesla: diagnostic value in the detection of multiple sclerosis lesions. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2007;28:54–59.
2. [Vural G1](#), [Keklikoglu HD](#), [Temel S](#), et al. Comparison of double inversion recovery and conventional magnetic resonance brain imaging in patients with multiple sclerosis and relations with disease disability *Neuroradiol J.* 2013 Apr;26(2):133-42. Epub 2013 May 10.
3. Simon JH, Li D, Traboulsee A, et al. Standardized MR imaging protocol for multiple sclerosis: consensus of MS centers consensus guidelines. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2006;27:455–461.
4. Wattjes MP, Lutterbey GG, Harzheim M, et al. Imaging of inflammatory lesions at 3.0 Tesla in patient clinically isolated syndromes suggestive of multiple sclerosis: a comparison of fluid-attenuated inversion recovery with T2 turbo spin-echo.
5. Geurts JJG, Pouwels PJW, Uitdehaag BMJ, Polman CH, Barkhof F, Castelijns JA. Intracortical Lesions in Multiple Sclerosis: Improved Detection with 3D Double Inversion-Recovery MR Imaging. *Radiology* 2005;236:254–260.
6. Geurts JJ, Roosendaal SD, Calabrese M, Ciccarelli O, Agosta F, Chard DT, et al. Consensus recommendations for MS cortical lesion scoring using double inversion recovery MRI. *Neurology* 2011; 76:418–24
7. [Geurts JJ1](#), [Pouwels PJ](#), [Uitdehaag BM](#), et al. Intracortical lesions in multiple sclerosis: improved detection with 3D double inversion-recovery MR imaging. *Radiology.* 2005 Jul;236(1):254-60.
8. Simon B, Schmidt S, Lukas C, et al. Improved in vivo detection of cortical lesions in multiple sclerosis: using double inversion recovery MR imaging at 3 Tesla. *European Radiology.* 2010;20(7):1675-1683.
9. Tintoré M, Rovira A, Martínez MJ, et al. Isolated demyelinating syndromes: comparison of different MRI imaging criteria to predict conversion to clinically definite multiple sclerosis. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2000;21:702–706.
10. Swanton JK, Rovira A, Tintore A, et al. MRI criteria for multiple sclerosis in patients with clinically

isolated syndromes: a multicentre retrospective study. *Lancet Neurol.* 2007;6:677–686.

11. Simon B, Schmidt S, Lukas C, et al. Improved in vivo detection of cortical lesions in multiple sclerosis using double inversion recovery MR imaging at 3 Tesla. *European Radiology.* 2010;20(7):1675-1683.

12. Calabrese M, Stefano N, Atzori M, et al. Detection of cortical inflammatory lesions by double inversion recovery magnetic resonance imaging in patients with multiple sclerosis. *Arch Neurol.* 2007;64:1416–14

13. Wattjes MP, Lutterbey GG, Harzheim M, et al. Higher sensitivity in the detection of inflammatory brain lesions in patients with clinically isolated syndromes suggestive of multiple sclerosis using high field MR intraindividual comparison of 1.5T with 3.0T. *Eur Radiol.* 2006;16:2067–2073.

14. Turetschek K, Wunderbaldinger P, Bankier AA, et al. Double inversion recovery imaging of the brain: initial experience and comparison with fluid attenuated inversion recovery imaging. *Magn Reson Imaging.* 1998;16:127–135.

15. Moraal B, Rosendaal SD, Pouwels PJ, et al. Multi-contrast isotropic, single-slab 3D MR imaging in multiple sclerosis. *Eur Radiol.* 2008;18:2311–2320.

16. [Nelson F1](#), [Poonawalla AH](#), [Hou P](#), et al. Improved identification of intracortical lesions in multiple sclerosis with phase-sensitive inversion recovery in combination with fast double inversion recovery MR imaging. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2007 Oct;28(9):1645-9.