

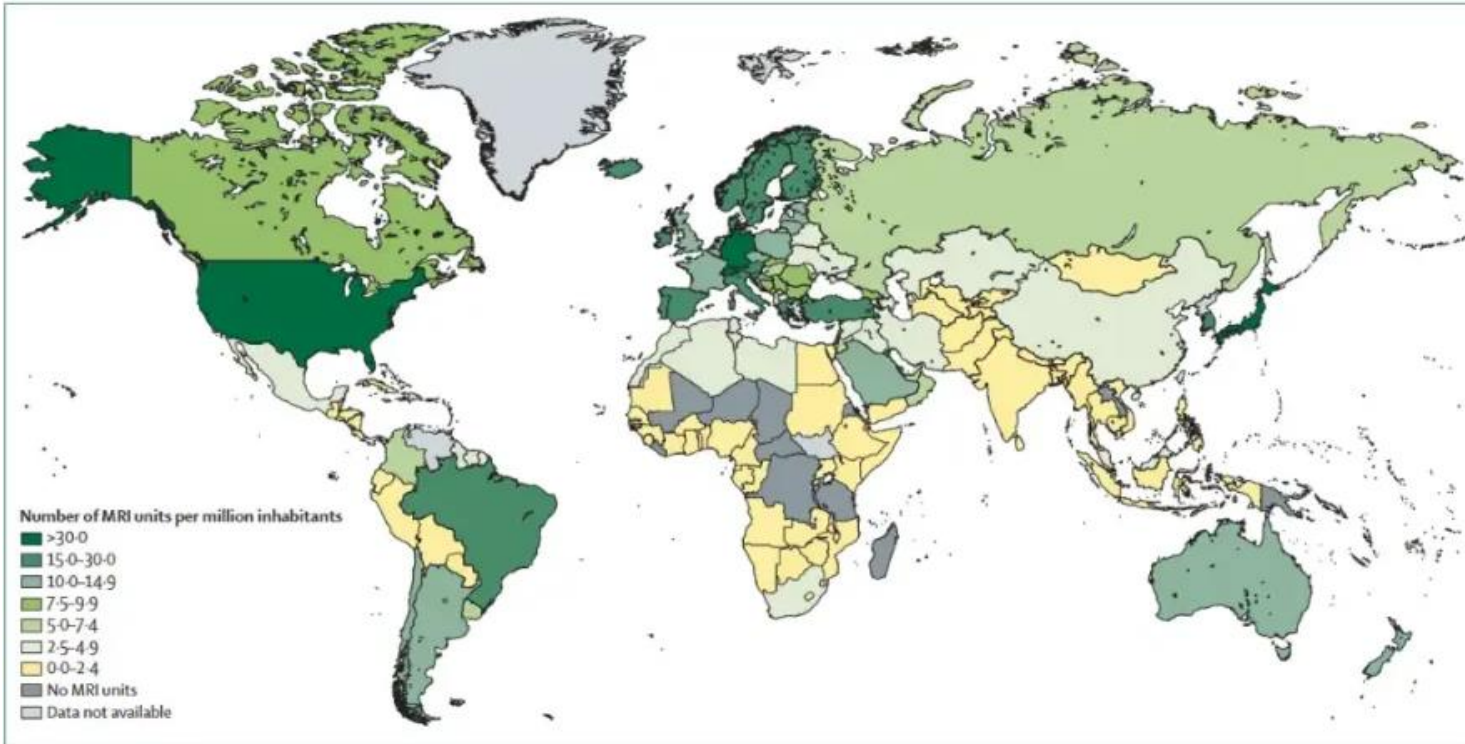
Resonancia magnética donde y cuando se necesite.

Validación de un Sistema Portátil

José Ramón Aviñó Nouselles¹, Pablo García Cristobal², Luis Martí-Bonmatí³, Paula Doria Borrell¹, Joseba Alonso Otamendi², Amadeo Ten Esteve¹, Eduardo Pallás Lodeiro²

¹Instituto de Investigación Sanitaria La Fe, Valencia; ² Instituto de Instrumentación para Imagen Molecular (I3M), Valencia; ³Hospital Universitario y Politécnico La Fe, Valencia

PROBLEMAS DE ACCESIBILIDAD



El acceso a resonancia magnética sigue limitado a entornos hospitalarios con alto nivel de infraestructuras.

Figura 1. Estimación del número de unidades de resonancia magnética por millón de habitantes.

Los datos proceden de la base de datos mundial de recursos de medicina nuclear e imagen médica (IMAGINE) de la Agencia Internacional de Energía Atómica. El mapa ha sido elaborado por la Agencia Internacional (Viena, Austria) y puede utilizarse libremente siempre que se cite la base de datos IMAGINE.

PROBLEMAS DE ACCESIBILIDAD



2 M€

→ El imán es el principal coste del sistema

Cuerpo entero,
no portátil (3T, 4600 kg)

Figura 2. Resonancia Magnética convencional de 3T.

La resonancia magnética convencional es costosa, pesada y limitada al entorno hospitalario.

CONCEPTO DE RM PORTÁTIL

Los sistemas portátiles de bajo campo pueden ampliar el acceso a la imagen médica.

Extremidades y neuroimagen, portátil (86 mT, 350 kg)



Figura 3. Resonancia Magnética portátil de 86mT.

CONCEPTO DE RM PORTÁTIL

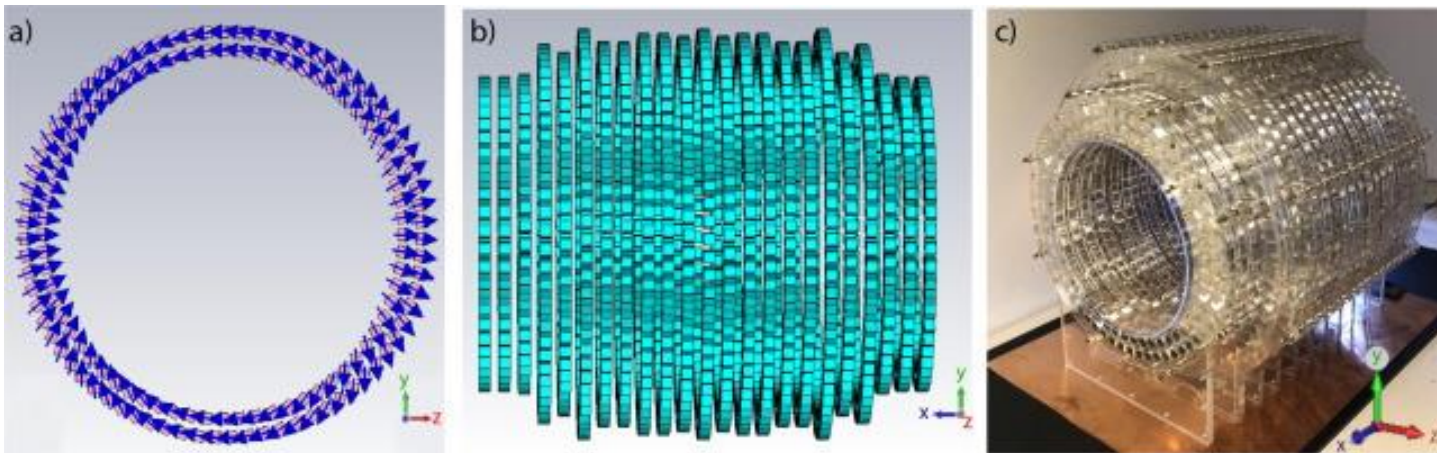


Figura 4. Diseño del imán tipo Halbach.

Imán tipo Halbach

- ✓ menor peso
- ✓ diseño compacto
- ✓ geometrías complejas
- ✗ menor homogeneidad

Arreglo de imanes permanentes con orientación rotatoria que concentra el campo magnético en el interior y lo reduce en el exterior.

BAJO CAMPO VS ALTO CAMPO

Tabla 1. Diferencias entre alto y bajo campo.

	3T MRI	86mT MRI
Campo	Alto	Bajo ($\div 34$)
SNR	Alto	Menor
Contraste	Alto	Menor
Artefactos metálicos	Más	Menos
Tiempo de escaneo	Corto	Mayor
Portabilidad	No	Sí

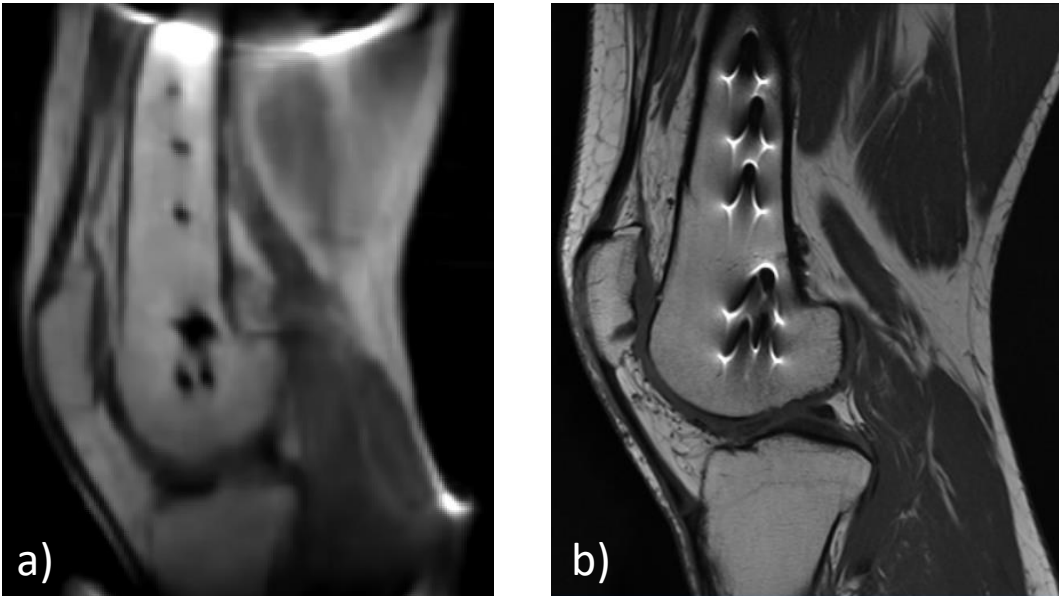


Figura 5. Imagen de bajo campo (a) vs de alto campo (b).

La RM de bajo campo reduce la calidad de imagen pero permite portabilidad y menor coste.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

Características principales

- Campo magnético: **86mT**
- Peso total: **~350 kg**
- Arquitectura magnética **tipo Halbach**
- Apertura elíptica para mayor ergonomía
- Instalación rápida (**~2 min**)

Componentes principales

- Imán permanente
- Gradientes
- Bobina RF
- Sistema electrónico y software

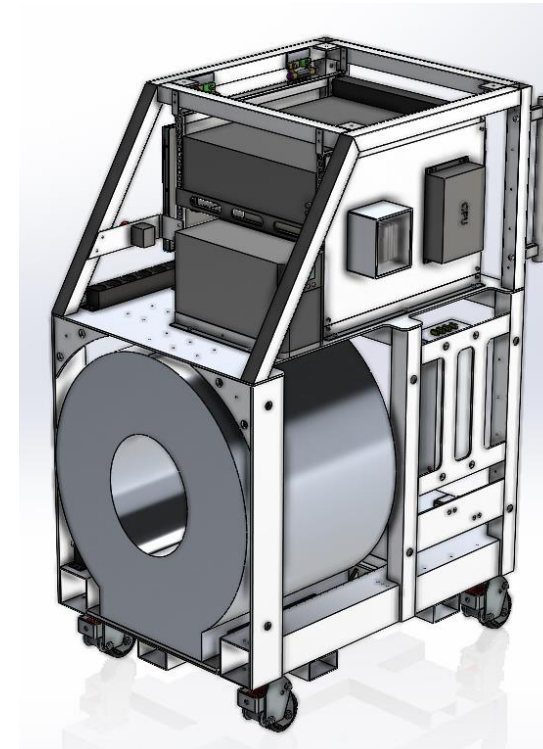


Figura 6. Resonancia Magnética portátil de 86mT.

DISEÑO DEL ESTUDIO

Estudio prospectivo multicéntrico de validación clínica

Evaluar la viabilidad clínica y la capacidad diagnóstica de una RM portátil de 86mT frente a RM clínica de 3T.



Neuroimagen
Esclerosis múltiple (n = 50)



Musculoesquelético
Patología articular (n = 132)

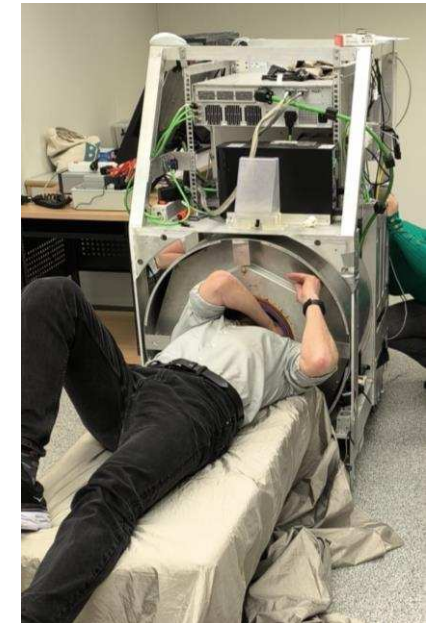


Figura 7. RM portátil de 86mT.

Evaluación

Paciente → comodidad | **TSID** → usabilidad del sistema | **Radiólogo** → capacidad diagnóstica

Objetivo secundario

Entrenamiento de redes neuronales para apoyo diagnóstico.

DISEÑO DEL ESTUDIO

Neuroimagen Esclerosis Múltiple (n = 50)

Tabla 2. Imágenes adquiridas por escáner y duración.

Secuencia	86mT MRI	3T MRI
T1w	✓	✓
T2w	✓	✓
FLAIR	✓	✓
DW (b=1000)	-	✓
SWI	-	✓
Duración total:	45 minutos	25 minutos

FLUJO DE TRABAJO



Reclutamiento
(Consentimiento Informado)



3T



86mT

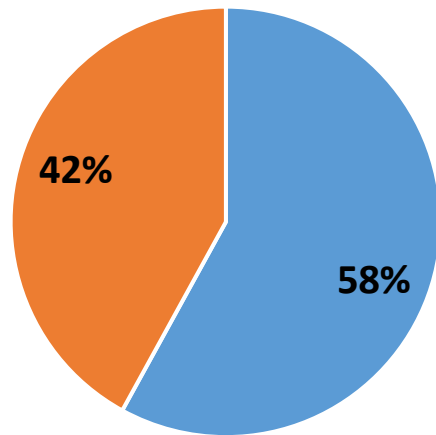


Cuestionarios
(TSIDs, pacientes
y radiólogos)

ESTADO DEL RECLUTAMIENTO

 Neuroimagen Esclerosis Múltiple (n = 29/50)

Reclutamiento



■ Reclutados ■ Por reclutar

Figura 8. Progreso del reclutamiento en EM.

Motivos de exclusión

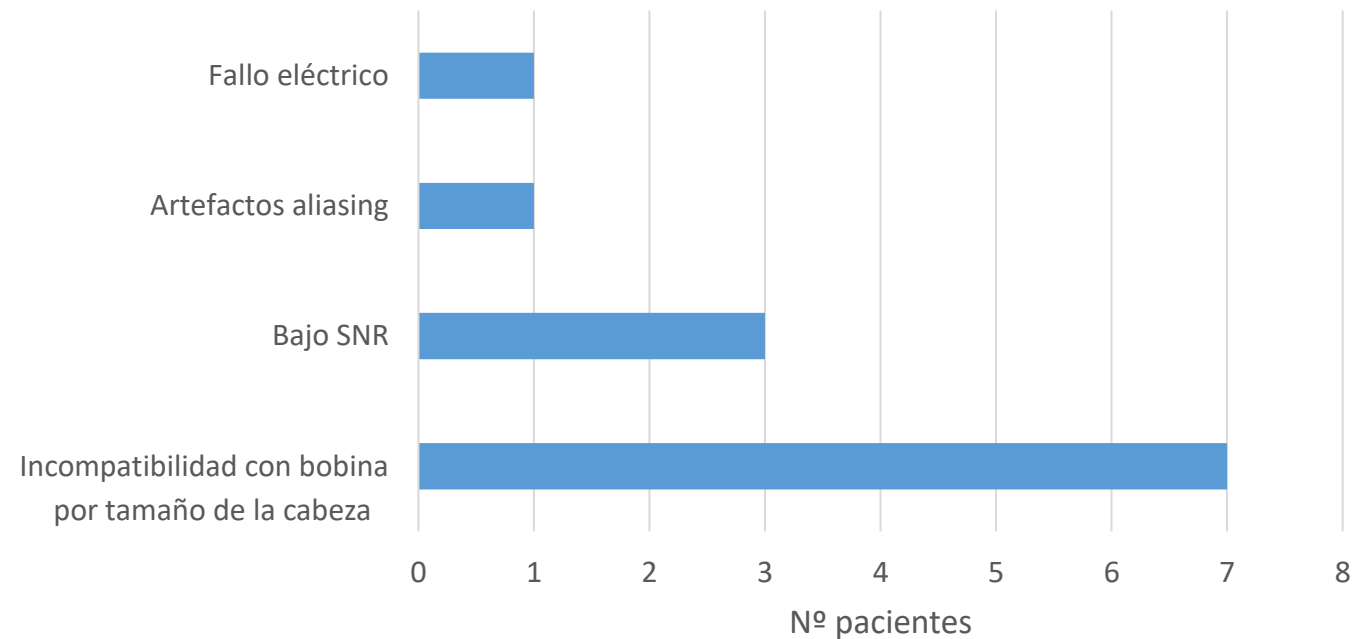


Figura 9. Principales causas de exclusión en el estudio.

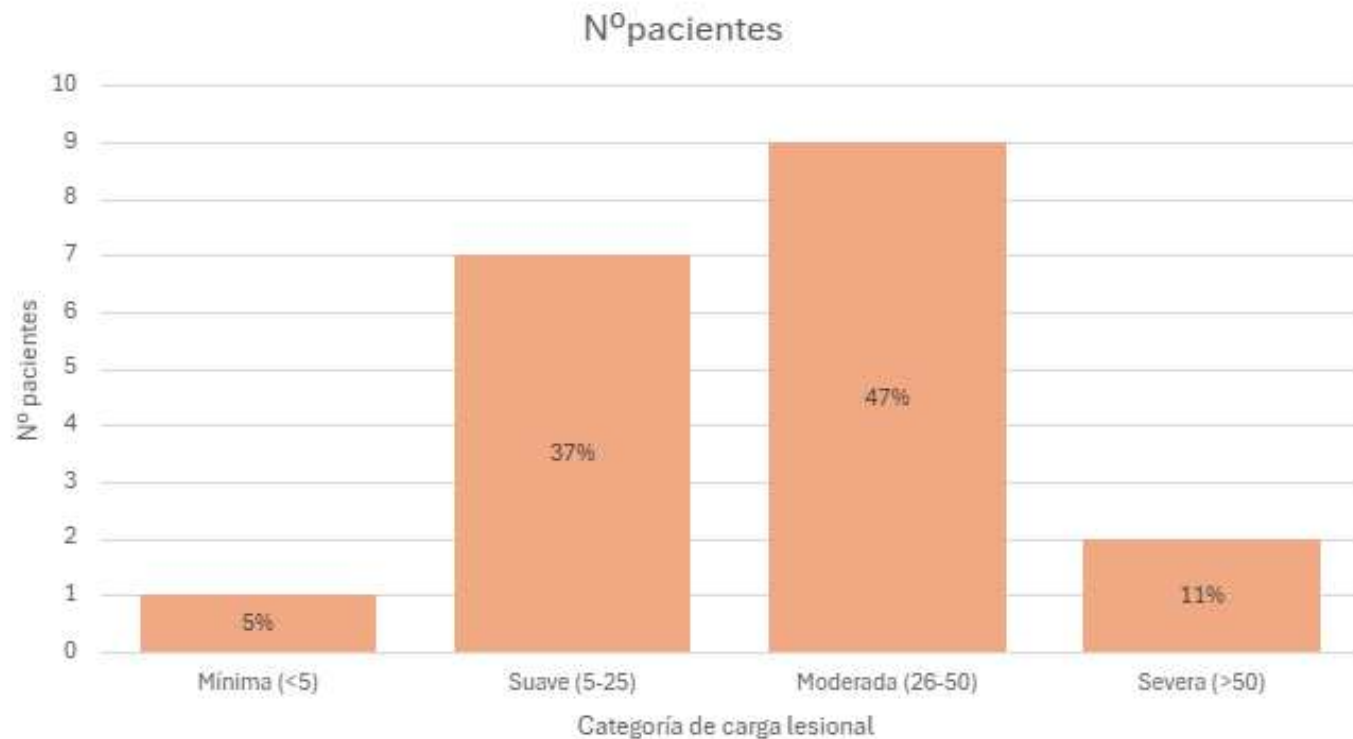
CARACTERÍSTICAS DE LA COHORTE

Tabla 3. Características de la muestra por edad y género.

Edad (años)	n	%	Mujer	%
26-30	1	3,4%	1	100,0%
31-35	1	3,4%	1	100,0%
36-40	4	13,8%	4	100,0%
41-45	5	17,2%	3	60,0%
46-50	2	6,9%	2	100,0%
51-55	5	17,2%	5	100,0%
56-60	6	20,7%	6	100,0%
>60	5	17,2%	4	80,0%
Total	29	100,0%	26	89,7%

Edad media: 49 años
Rango: 30–82
Sexo femenino: 89,7%

CARACTERÍSTICAS DE LA COHORTE

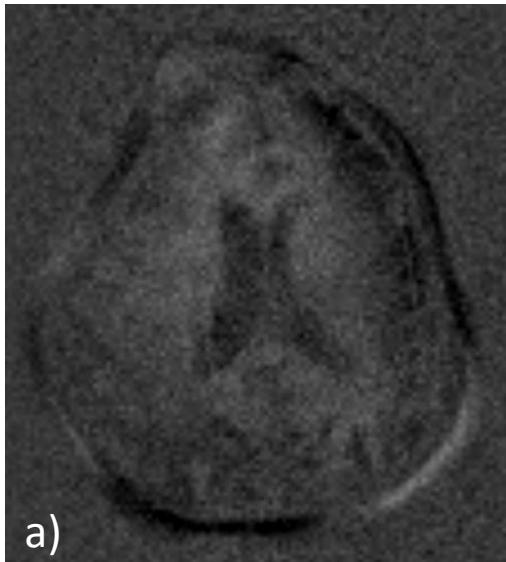


Evaluación del rendimiento
según carga lesional

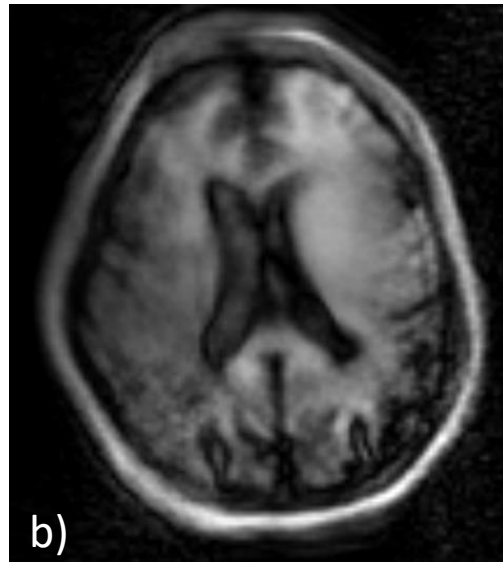
Figura 10. Distribución de la carga de lesiones.

IMPACTO DEL POSTPROCESADO

Imágenes de la RM portátil



Sin procesar



Procesada

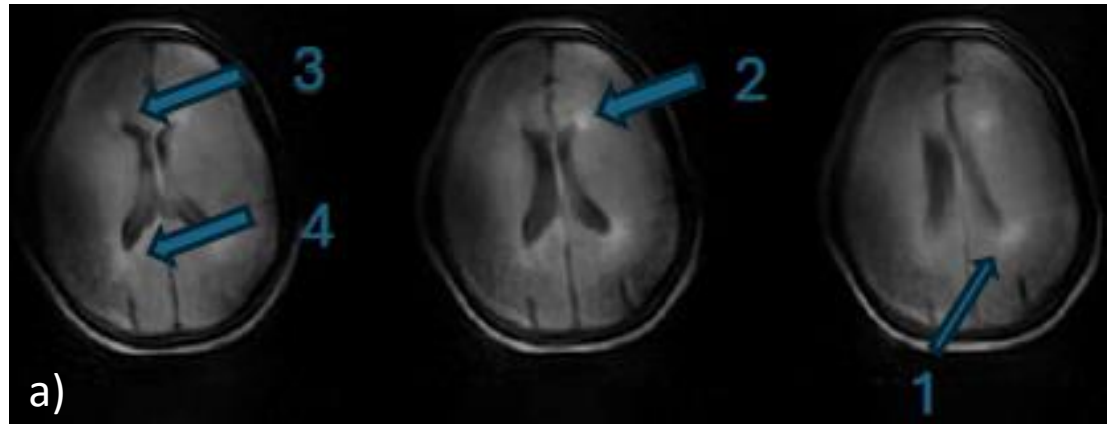
Postprocesado:

- Corrección de distorsiones con SPDS (Single Point Double Shot)
- Denoising con red SNRAware de Microsoft

Figura 11. Comparación de imagen sin procesar (a) y postprocesada (b) en RM portátil de bajo campo.

DETECTABILIDAD DE LESIONES

86mT



3T

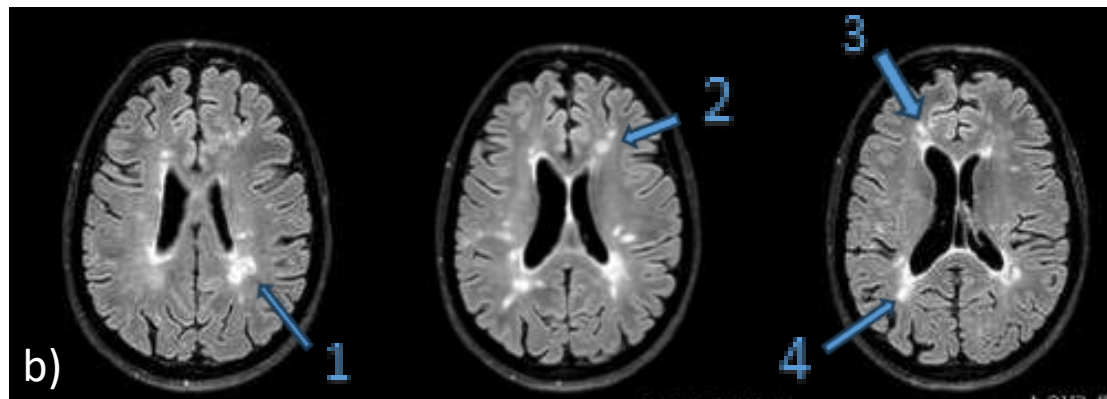


Figura 12. Comparación de detectabilidad de lesiones de la RM portátil de bajo campo (a) con la RM comercial de alto campo (b).

LIMITACIÓN PRINCIPAL: CAMPO DE VISIÓN (FOV)

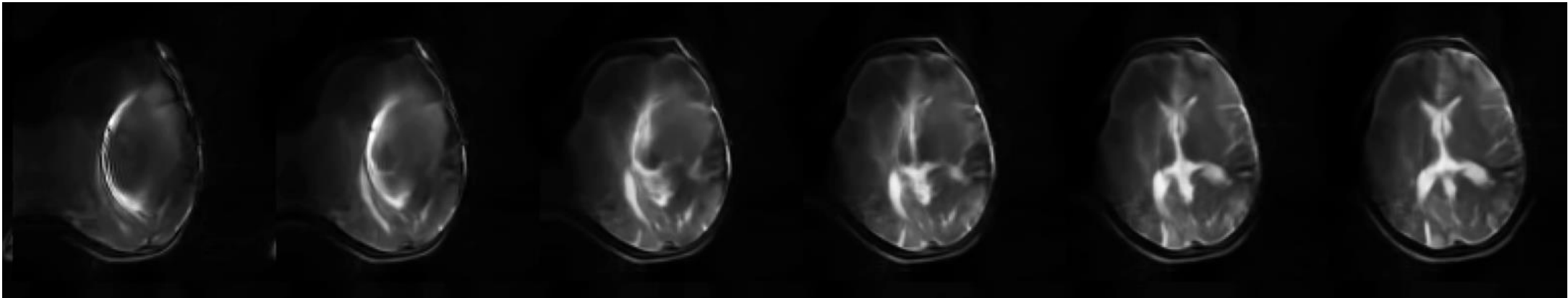


Figura 13. Ejemplo de limitación de cobertura cerebral por FOV reducido.

- Cobertura cráneo-caudal insuficiente para el cerebro.
- Inhomogeneidades en el imán. Cerebro desplazado del centro de la esfera usada para la optimización del imán.

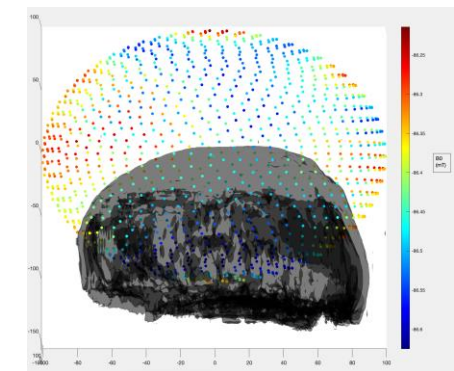


Figura 14. Distribución del campo magnético.

LIMITACIONES

¿Solución? Rediseño del imán

Acortar longitud, tamaño del gantry menor → ¿Mayor inhomogeneidad?

Sacrificar capacidades musculoesqueléticas por un sistema más orientado a neuroimagen.

Otras geometrías y tipos.

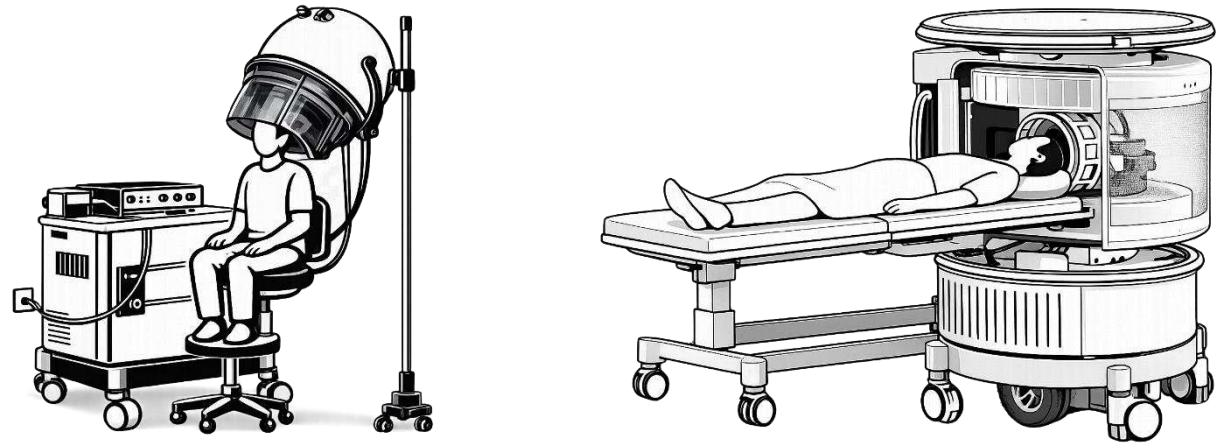


Figura 15. Ejemplos de geometrías distintas.

DISCUSIÓN



La detectabilidad de lesión es prometedora, aunque condicionada por FOV y calidad de imagen.



86mT vs 3T

El prototipo demuestra potencial clínico, lejos de equivalencia frente a 3T.



La validación actual debe interpretarse en el contexto del estadio tecnológico del dispositivo.

CONCLUSIONES

La RM portátil de 86mT permite la detección de lesiones en EM en entorno clínico real



El campo de visión actual está limitado por una cobertura cerebral incompleta.



Validación en entorno clínico real y optimización basada en la valoración clínica.



Base sólida para el desarrollo de una solución clínicamente implementable.