

T1 – DARK RIM. ¿Sirve para predecir la conversión a esclerosis múltiple secundariamente progresiva?

Ainhoa Pérez Siles¹; Pablo Naval Baudín²

¹Hospital Universitario Doctor Peset, Valencia; ²Hospital Universitario de Bellvitge, Barcelona.

OBJETIVO

JUSTIFICACIÓN

- Predecir la conversión de EMRR a EMSP es un reto clínico sin biomarcadores de RM convencional suficientes.
- Las lesiones con borde paramagnético (PRLs) identificadas en secuencias SWI se plantean como un marcador de la progresión de la discapacidad [1].



OBJETIVO

PROBLEMA Y OBJETIVO

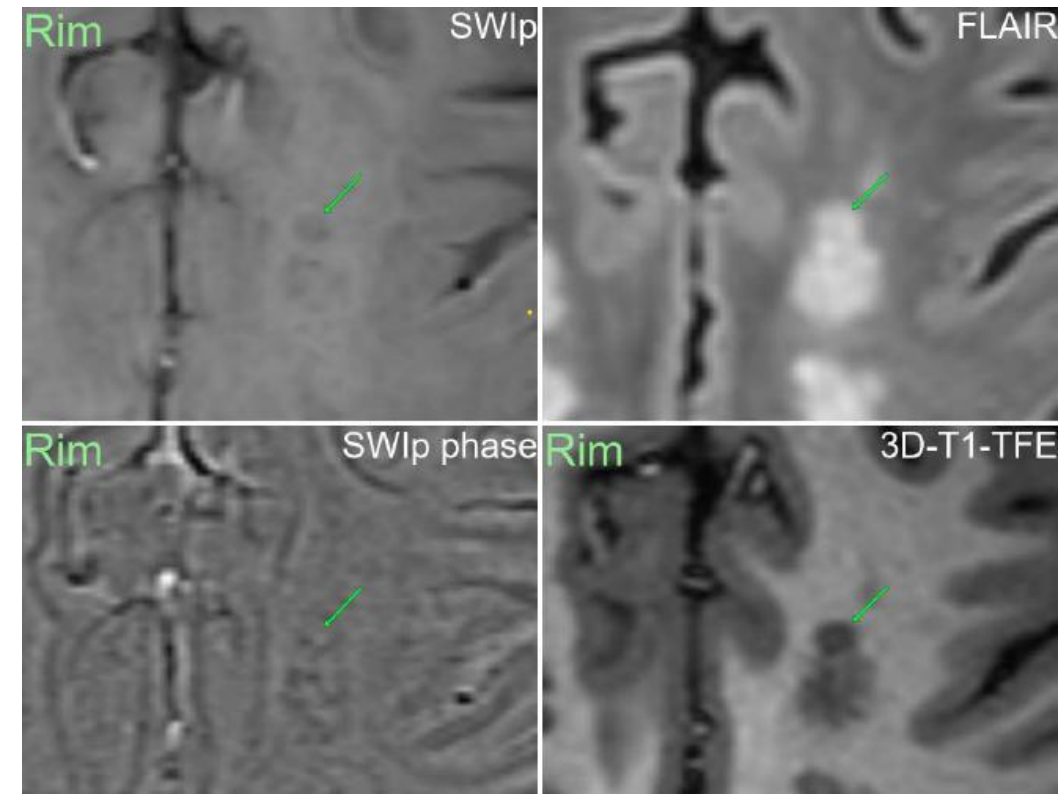
- Las SWI no son una secuencia obligatoria en los protocolos de seguimiento por imagen de la EM.
 - El signo T1-dark rim (T1-DRL) se identifica en la secuencia 3DT1 estándar, presente en todos los protocolos de EM
 - **Objetivo:** ¿puede el recuento basal de T1-DRLs predecir la conversión EMRR a EMSP?
-

OBJETIVO

HIPÓTESIS

Mayor carga basal de T1-DRLs

→ mayor riesgo de conversión EMSP



MATERIAL Y MÉTODO

- Contexto:
 - Hospital terciario de referencia EM
 - Escáner único 3T. Protocolo de imagen unificado
 - Criterios de inclusión
 - Diagnóstico EMRR confirmada
 - RM referencia con protocolo EM realizada feb 2016 – nov 2017
 - Seguimiento clínico ≥ 5 años post-RM de referencia
 - Secuencia 3DT1TFE basal disponible en RM referencia
-

MATERIAL Y MÉTODO

CREACIÓN DE LOS GRUPOS DE ESTUDIO- EMPAREJAMIENTO

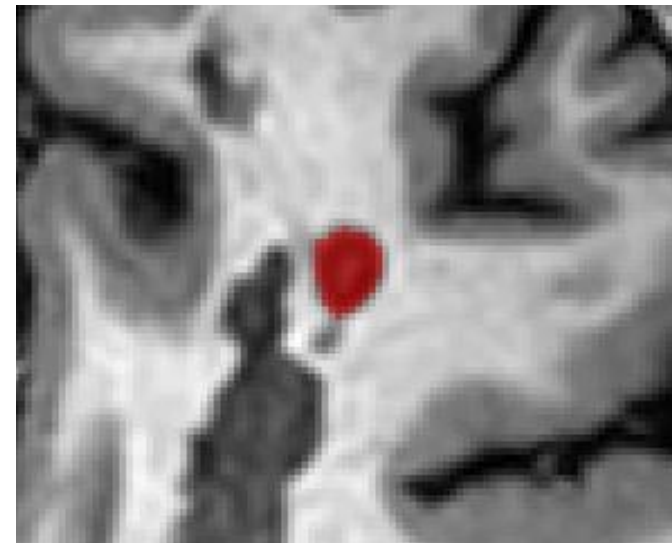
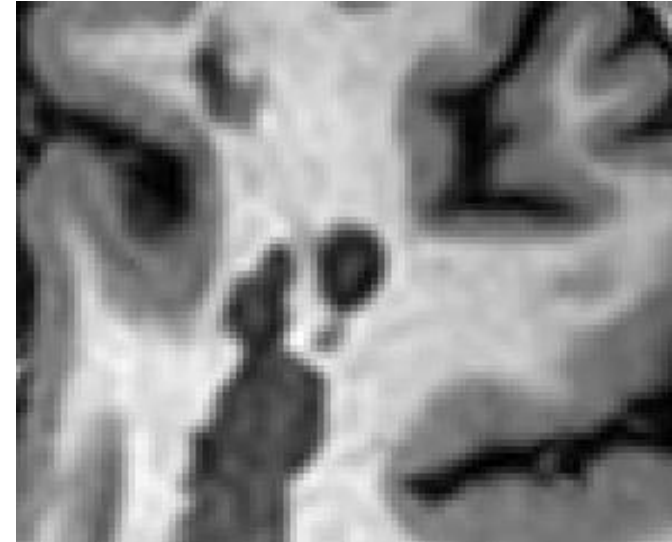
- Cardinality matching (paquete MatchIt en R v.4.4.1) para formar dos grupos caso-control equilibrados: uno de pacientes que presentaron conversión a EMSP y otro de los que no.
 - Covariables: edad, sexo, EDSS, duración enfermedad, seguimiento, tipo y duración de DMT · Balance: todos $|SMD| \leq 0,10$
-

MATERIAL Y MÉTODO

SEGMENTACIÓN DE T1- DARK- RIM LESIONS

Etapa 1 – Máxima sensibilidad:

- 2 lectores independientes
- Segmentación manual ITK-SNAPv4 de lesiones “candidatas”

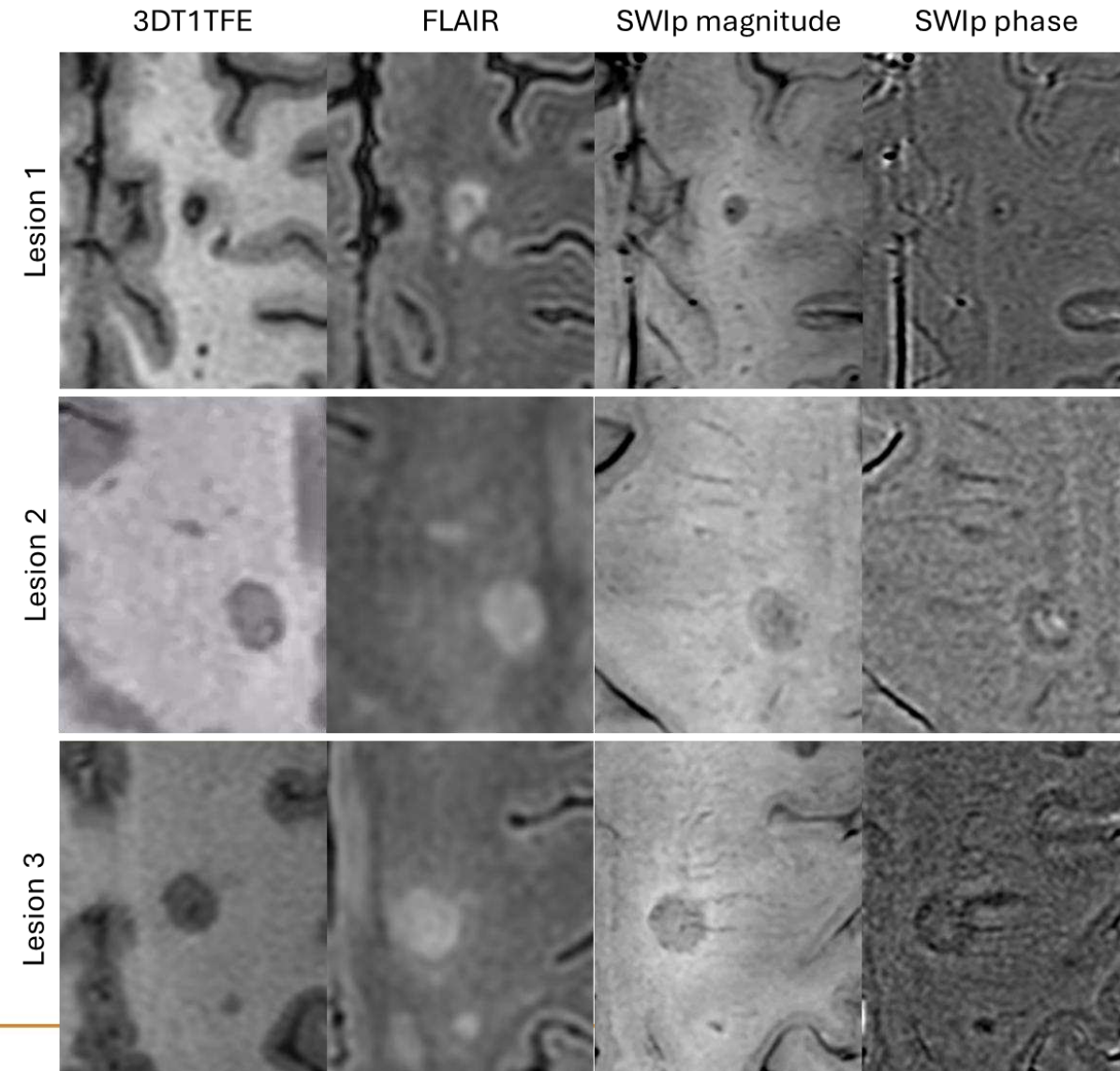


MATERIAL Y MÉTODO

REVISIÓN DE LAS SEGMENTACIONES

Etapas 2 – Especificidad:

- Lesiones “candidatas” revisadas por dos lectores entrenados en la valoración de T1-DRLs



MATERIAL Y MÉTODO

REVISIÓN DE LAS SEGMENTACIONES

- Ambos revisaron conjuntamente todas las lesiones candidatas y decidieron por consenso si cada una cumplía los criterios de T1-DRL.
 - La tasa de concordancia entre ambos superó el 80%.
 - Una vez obtenida la lectura final consensuada, se extrajo para cada paciente el número total de T1-DRLs.
-

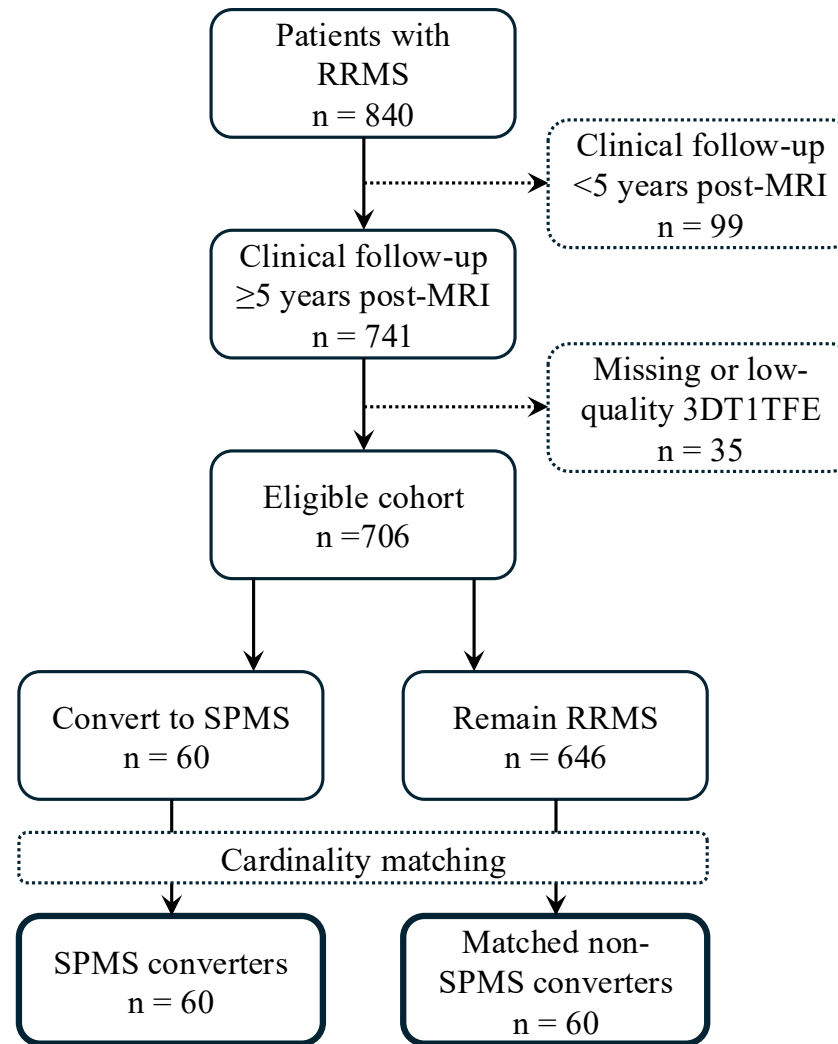
MATERIAL Y MÉTODO

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

- Se comparó el número de T1-DRL entre ambos grupos
 - U de Mann-Whitney (bilateral)
 - AUC-ROC con IC 95% (bootstrap)
 - Delta de Cliff (δ) como medida del tamaño del efecto
 - Significación: $p < 0,05$
-

RESULTADOS

MUESTRA



RESULTADOS

MUESTRA

- 60 de 706 pacientes elegibles (8,5%) convirtieron a EMSP.
 - Tras cardinality matching: n=120 (60 conversores + 60 no conversores).
 - Grupos bien equilibrados: todos $|SMD| \leq 0,10$.
-

Variable	Global	Conversión a EMSP	No conversión	p-valor
Edad en RM (años)	48,34 [42,08–54,82]	48,99 [43,14–53,82]	46,95 [41,00–58,50]	0,739
Duración de la enfermedad (años)	15,26 [8,24–22,63]	15,93 [8,87–22,63]	13,53 [7,60–22,63]	0,700
EDSS basal	3,5 [2,5–4,0]	3,5 [2,0–4,5]	3,25 [2,5–4,0]	0,928
Sexo femenino (%)	66,7% (80/120)	66,7% (40/60)	66,7% (40/60)	1,000
Tratamiento actual (%)				0,968
Sin DMT	20,8% (25/120)	21,7% (13/60)	20,0% (12/60)	
DMT moderada eficacia	45,0% (54/120)	45,0% (27/60)	45,0% (27/60)	
DMT alta eficacia	34,2% (41/120)	33,3% (20/60)	35,0% (21/60)	
Años DMT moderada eficacia	6,19 [1,68–13,26]	6,56 [1,21–12,23]	5,01 [1,80–14,20]	0,868
Años DMT alta eficacia	0 [0–0,95]	0 [0–0,60]	0 [0–1,00]	0,686

Tabla 1. Características demográficas globales y por grupo. Datos presentados como Mediana [rango intercuartílico] o porcentaje (cuenta). Contrastes calculados de variables cualitativas Chi2, y variables cuantitativas con U-Mann Whitney. Abreviaciones: Expanded Disability Status Scale (EDSS), tratamiento modificador de la enfermedad (DMT – por sus siglas en inglés).

RESULTADOS

Sin diferencias entre grupos (Mann-Whitney $p = 0,398$).

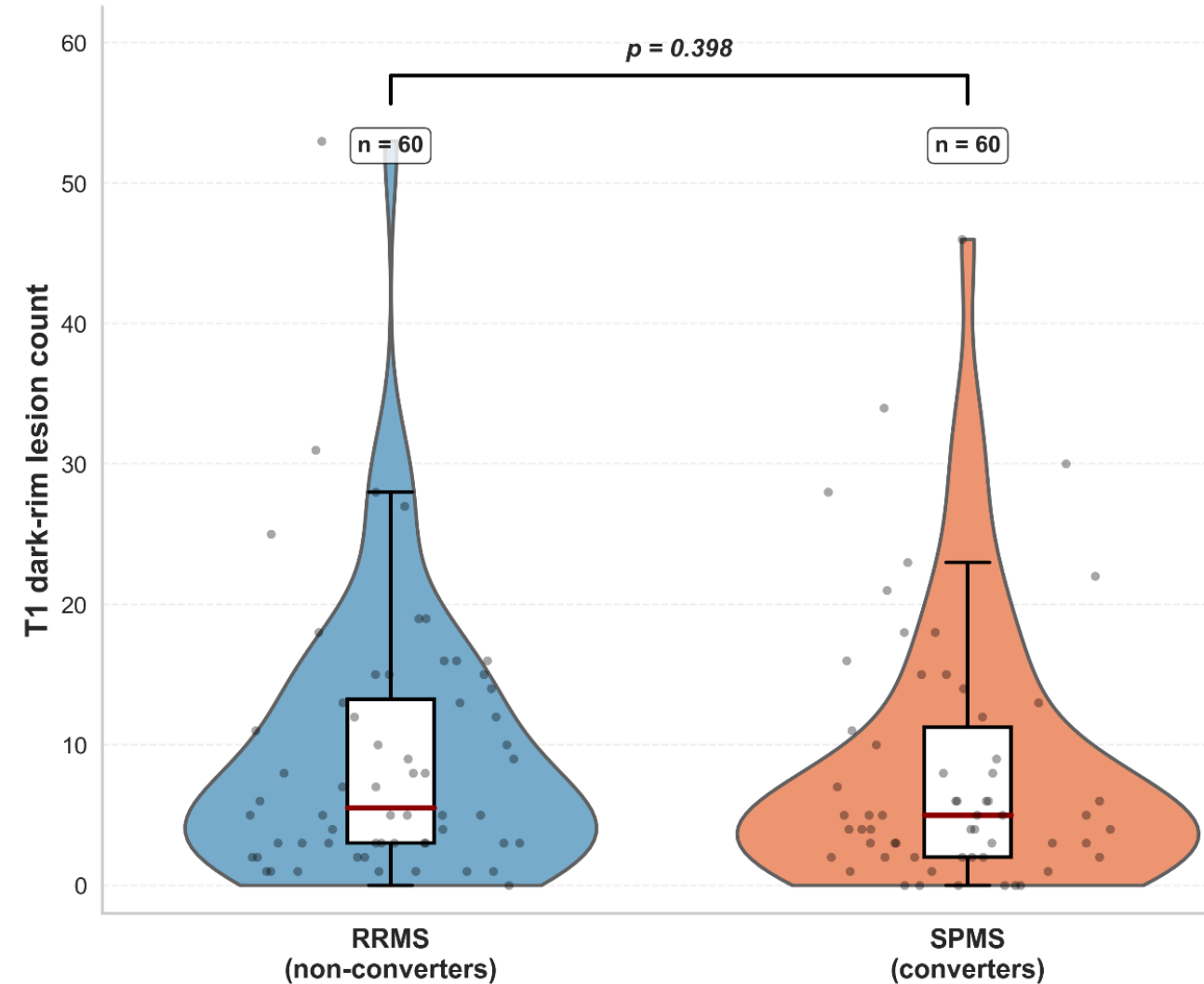
AUC-ROC = 0,46 (IC 95%: 0,36–0,56).

Delta de Cliff $\delta = -0,08$ · Efecto negligible.

El IC 95% del AUC excluye 0,65

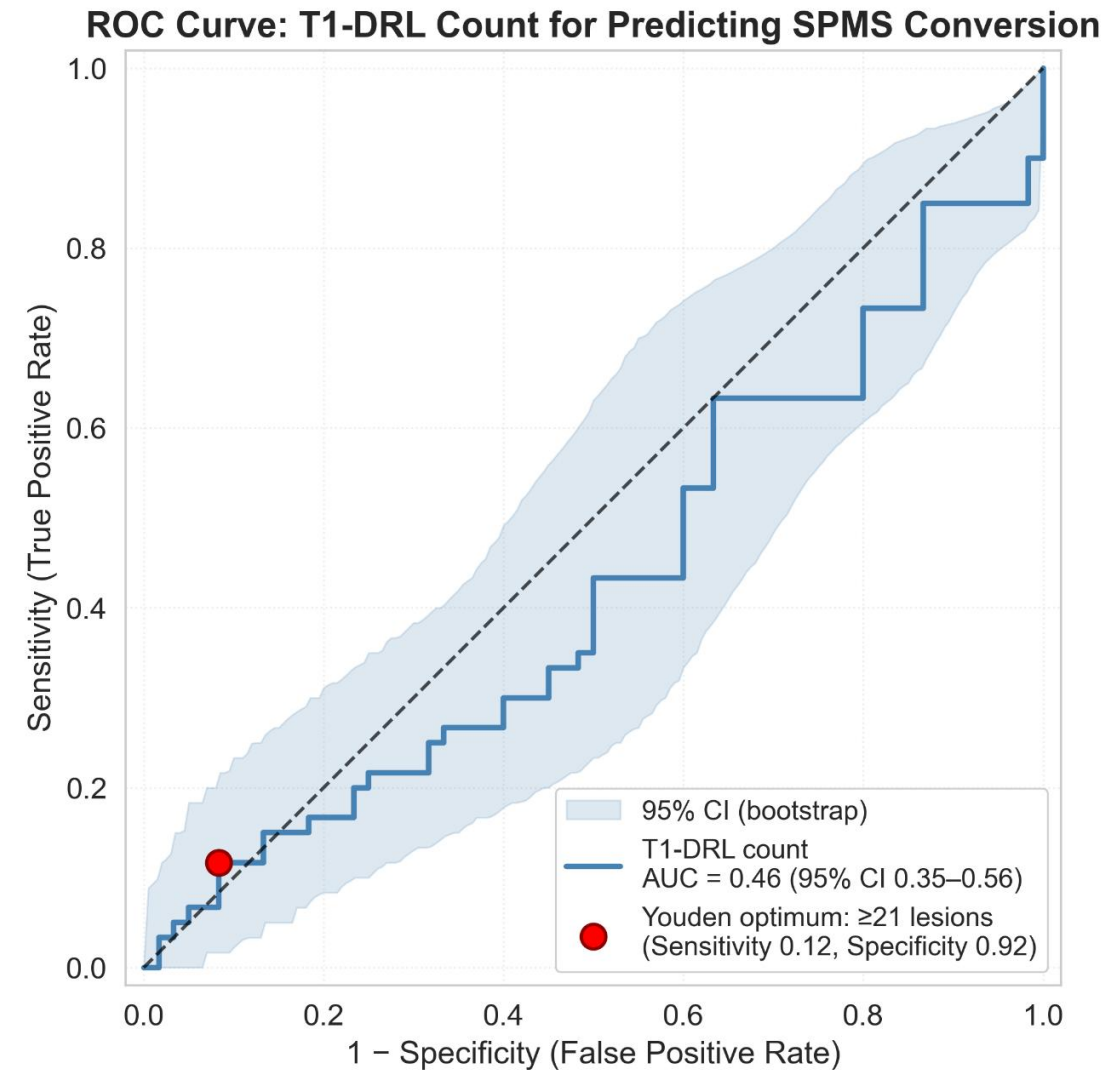
RESULTADOS

- Mediana:
 - 5 lesiones (EMRR, RIC 2–12)
 - vs.
 - 4 lesiones (EMSP, RIC 2–10).
- Amplia superposición entre grupos.



RESULTADOS

- AUC-ROC = 0,46 (IC 95%: 0,36–0,56).
Capacidad discriminativa nula.



DISCUSIÓN

El recuento basal de T1-DRLs no discrimina la conversión a EMSP.

Posibles explicaciones:

- El recuento solo puede ser insuficiente: características del borde, topografía [5]
 - La dinámica longitudinal puede ser más informativa que el baseline [6]
 - La conversión a EMSP es un endpoint tardío y heterogéneo
 - Valor potencial en modelos multimodales (atrofia, PRLs, clínica)
-

DISCUSIÓN

- Las T1-DRLs son accesibles (secuencia 3DT1 estándar, disponible en datos históricos) y biológicamente relevantes. Su valor pronóstico requiere evaluar características cuantitativas del borde y dinámica longitudinal.
-

CONCLUSIONES

- El recuento basal de T1-DRLs no se asoció con la conversión a EMSP
 - Este estudio presenta un resultado negativo **sólido**: con un diseño emparejado ($|SMD| \leq 0,10$), lectura ciega, potencia suficiente para descartar $AUC \geq 0,65$
 - Las T1-DRLs siguen siendo accesibles y biológicamente relevantes. Se requiere evaluar características del borde, dinámica longitudinal e integración en modelos multimodales
-

REFERENCIAS

1. Naval-Baudin P, Pons-Escoda A, Castillo-Pinar A, Martínez-Zalacaín I, Arroyo-Pereiro P, Flores-Casaperalta S, et al. The T1-dark-rim: a novel imaging sign for detecting smoldering inflammation in multiple sclerosis. *Eur J Radiol.* 2024;173:111358. doi:10.1016/j.ejrad.2024.111358.
 2. Absinta M, Sati P, Schindler M, Leibovitch EC, Ohayon J, Wu T, et al. Persistent 7-Tesla phase rim predicts poor outcome in new multiple sclerosis patient lesions. *J Clin Invest.* 2016;126(7):2597–609.
 3. Dal-Bianco A, Grabner G, Kronnerwetter C, Weber M, Höftberger R, Berger T, et al. Long-term evolution of multiple sclerosis iron rim lesions in 7 T MRI. *Brain.* 2021;144(3):833–47.
 4. Maggi P, Absinta M, Grammatico M, Vuolo L, Emmi G, Carlucci G, et al. Central vein sign and paramagnetic rim lesions are associated with clinical progression in multiple sclerosis. *Neurology.* 2020;95(8):e1–11.
 5. Elliott C, Arnold DL, Chen H, Keil M, Zhu F, Chard D, et al. Patterning chronic active demyelination in multiple sclerosis: clinical and imaging correlates of paramagnetic rim lesions. *Mult Scler.* 2019;25(13):1757–67.
 6. Marshall M, Aphiwatthanasumet K, Mougin O, et al. T1-Dark Rim as a Marker of New and Chronic Active Multiple Sclerosis Lesions: A Serial Study With Frequent 7T MRI. *J Neuroimaging.* 2025;35:1–9.
-