

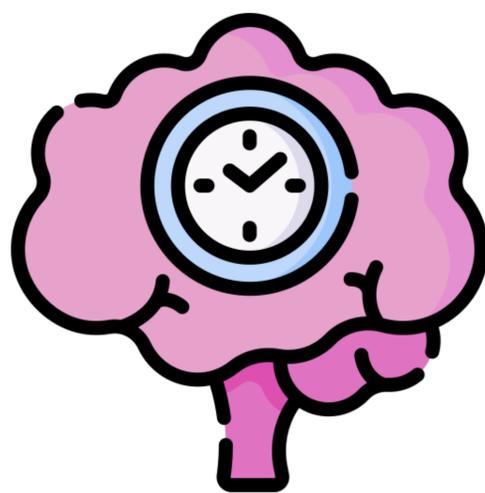
# Comparación entre hipodensidad en TC sin contraste y análisis de perfusión por software automático en ictus isquémico: análisis del volumen final de infarto

**Paloma Montosa Ródenas**, Francisco Javier Pérez  
García, María de la Paz Calderón Pérez, Sergio Molina  
Espinoza, Antonio Jesús Morillo Gil

Hospital Virgen de las Nieves, Granada

# Introducción

El **ictus isquémico** es una **emergencia médica** que requiere un diagnóstico preciso y rápido. En este contexto, los **softwares de cuantificación automática** han emergido como herramientas fundamentales en la neurorradiología de urgencias. Este estudio explora su potencial **contribución** en la **estimación precisa del volumen de infarto**, factor determinante en la adecuada selección de pacientes potencialmente beneficiarios de tratamientos endovasculares



# Objetivos

Evaluación de la utilidad diagnóstica y la concordancia volumétrica entre el volumen de infarto predicho mediante el **análisis de perfusión cerebral** y el **volumen de hipodensidad** determinado por software automático (**Brainomix**) en comparación con el volumen real de infarto determinado en pruebas de imagen de control (**DWI-RM o TC craneal**) tras trombectomía en pacientes con ictus isquémico agudo secundario a **oclusión de gran vaso e isquemia aguda** en el territorio de la arteria cerebral media.

# Métodos

Inicialmente, recogimos un grupo de **211 pacientes** con infarto isquémico cerebral agudo debido a oclusión **de grandes vasos (OVG)** que recibieron **trombectomía mecánica** en nuestra institución con un resultado angiográfico excelente (**TICI 3**) durante el periodo comprendido entre junio de 2021 y junio de 2023.

Se establecieron los siguientes factores de exclusión para no tener en cuenta los casos que potencialmente podrían impedir una medición precisa del área del núcleo del infarto del área central del infarto en las pruebas de imagen de control; es decir, RM, considerando las secuencias DWI y FLAIR, y TAC craneal.

# Métodos

Así, un total de 169 pacientes fueron excluidos del grupo inicial (Fig. 1). Criterios de exclusión:

1. TAC-perfusión (TCP) inicial no disponible (n = 33).
2. TCP no valiosa debido a artefactos de movimiento (n = 10).
3. Sin pruebas de imagen de control (n = 41).
4. Tiempo de punción a recanalización (tiempo P-R) superior a 35 minutos (n = 41).
5. Transformación hemorrágica no petequiral, por ejemplo, hematoma parenquimatoso de tipo 1 ó 2 según el European Cooperative Acute Stroke Study, ECASS II (n = 23).
6. Infarto isquémico cerebral agudo recurrente (n = 5).
7. Ictus isquémico de circulación posterior (n = 16).

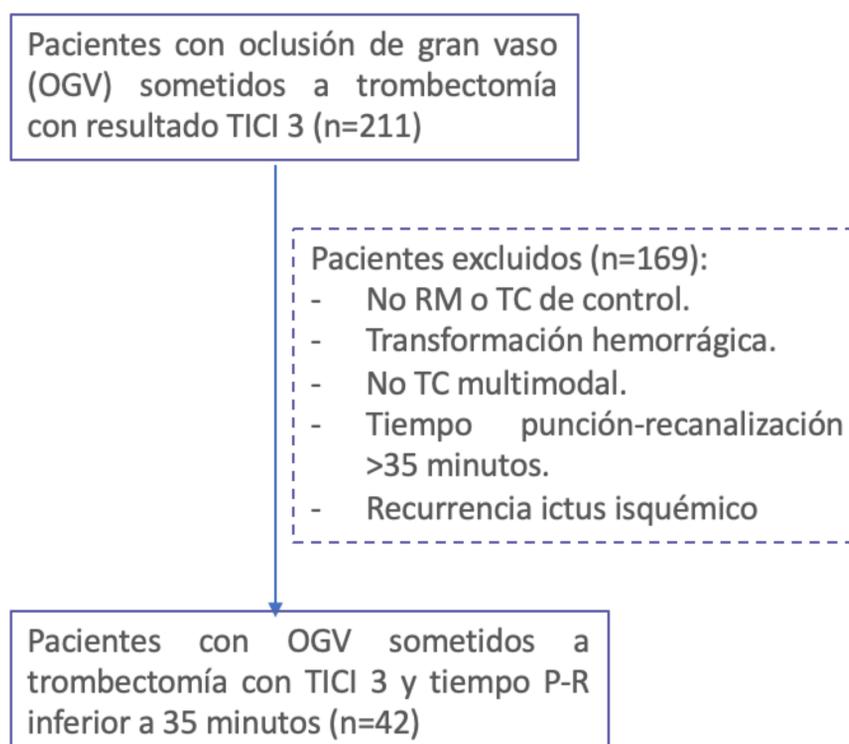
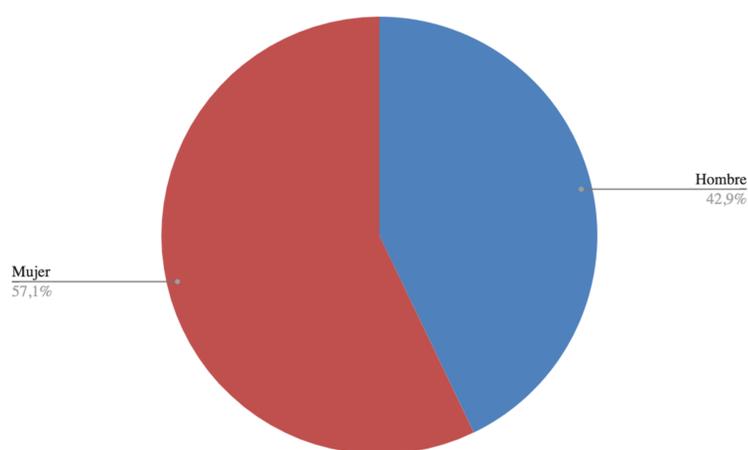


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de selección de pacientes. Junio 2021-2023.

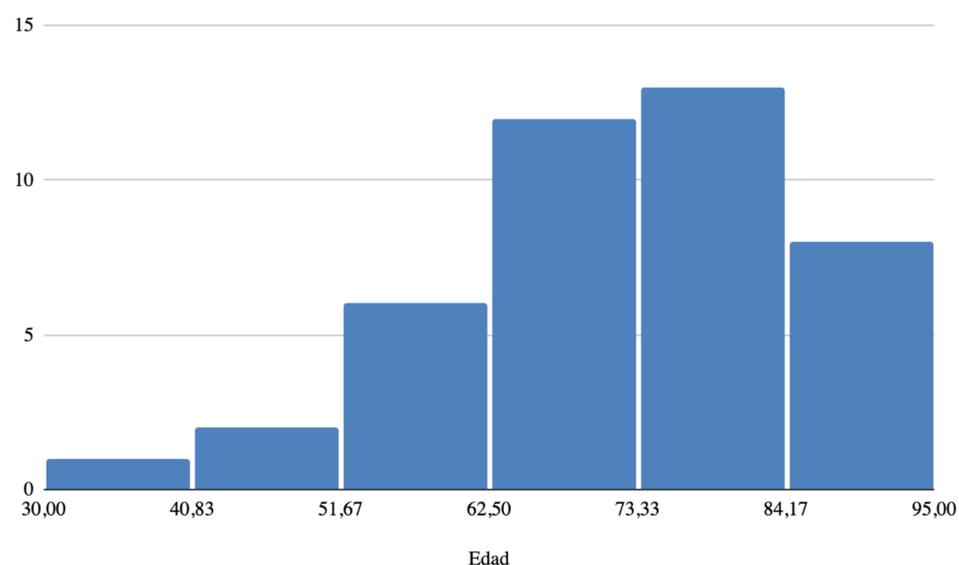
# Métodos

Finalmente, nuestra muestra incluyó 42 pacientes, 24 mujeres y 18 hombres (Fig 2) , con una edad media de 71,5 años (rango 31 - 93) (Fig 3).

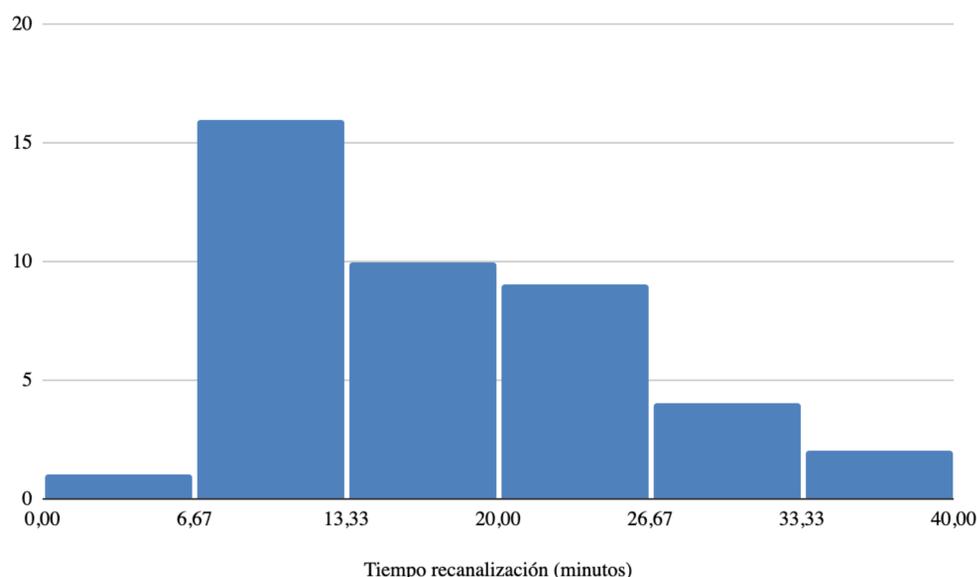
Estos pacientes fueron sometidos a trombectomía mecánica con resultado TICI 3 en nuestra institución en un tiempo medio de 17 min (5 - 35 min) (Fig 4).



**Figura 2.** Distribución de sexos los pacientes de la muestra.



**Figura 3.** Distribución de edad los pacientes de la muestra.



**Figura 4.** Tiempo punción-recanalización en los pacientes de la muestra.

# Métodos

Utilizamos **Brainomix** para determinar **automáticamente** los datos de **perfusión cerebral** y los **volúmenes de hipodensidad** (Fig 5).

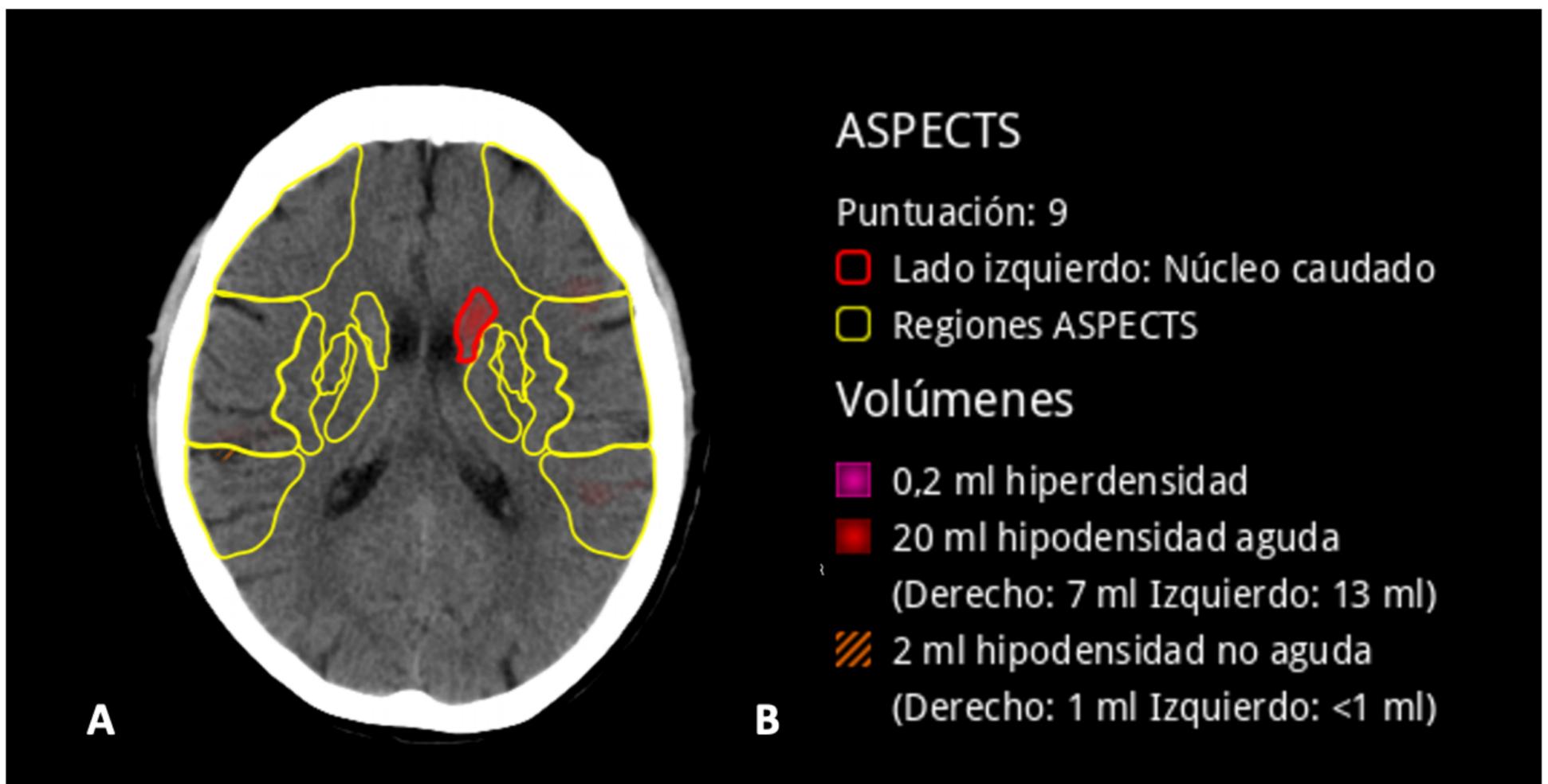
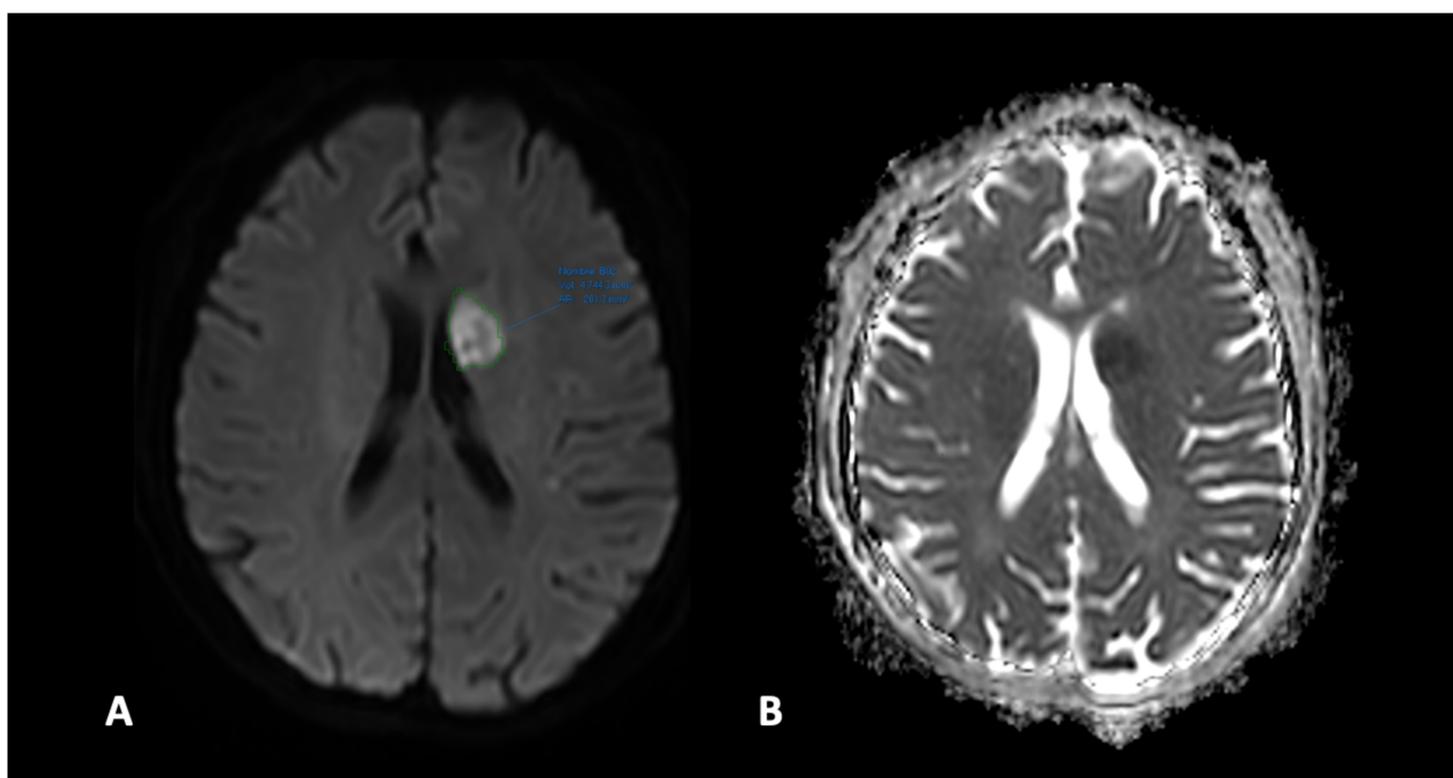


Figura 5. Ejemplo de determinación automática de los volúmenes de hipodensidad aguda por Brainomix en paciente con oclusión de la arteria cerebral media izquierda. A. Sombreado en rojo las áreas con hipodensidad aguda. B. Desglose con los valores calculados como hipodensidad aguda.

# Métodos

Se definió el core de infarto como área con rCBF <30%. **El volumen final del infarto** se midió en estudios de control posteriores a la trombectomía mediante **segmentación semi-automática** utilizando la herramienta Livewire de Carestream<sup>®</sup> en **DWI- RM , FLAIR-RM (FIG) o TC craneal (Fig 6)**.

El tiempo medio de realización de prueba de imagen (TC o RM) tras la trombectomía fue de de 5,16 días.



**Figura 6. RM secuencias DWI (A) y mapa ADC (B).** Ejemplo de segmentación semi-automática en paciente con oclusión de arteria cerebral media izquierda e Infarto isquémico agudo en cabeza del núcleo caudado izquierdo. Volumen de infarto de unos 0,2 ml.

# Métodos

Para evaluar la precisión diagnóstica en la determinación del volumen de infarto entre ambos métodos de estimación del volumen de infarto agudo se hizo un análisis estadístico.

Se evaluaron y compararon las métricas del coeficiente de correlación de Spearman, el Error Absoluto medio (MAE), el Error Cuadrático Medio (MSE), la Raíz del Error Cuadrático Medio (RMSE) y el coeficiente de determinación R<sup>2</sup>.

## **Coeficiente de correlación de Spearman:**

- BRAINOMIX: 0,61
- HIPODENSIDAD: 0,63

## **Error Cuadrático Medio (MSE):**

- BRAINOMIX: 274,24
- HIPODENSIDAD: 184,83

## **Coeficiente de determinación R<sup>2</sup>:**

- RAPID: 0,4520 (o 45,20%)
- HIPODENSIDAD: 0,5495 (o 54,95%)

## **Error Absoluto Medio (MAE):**

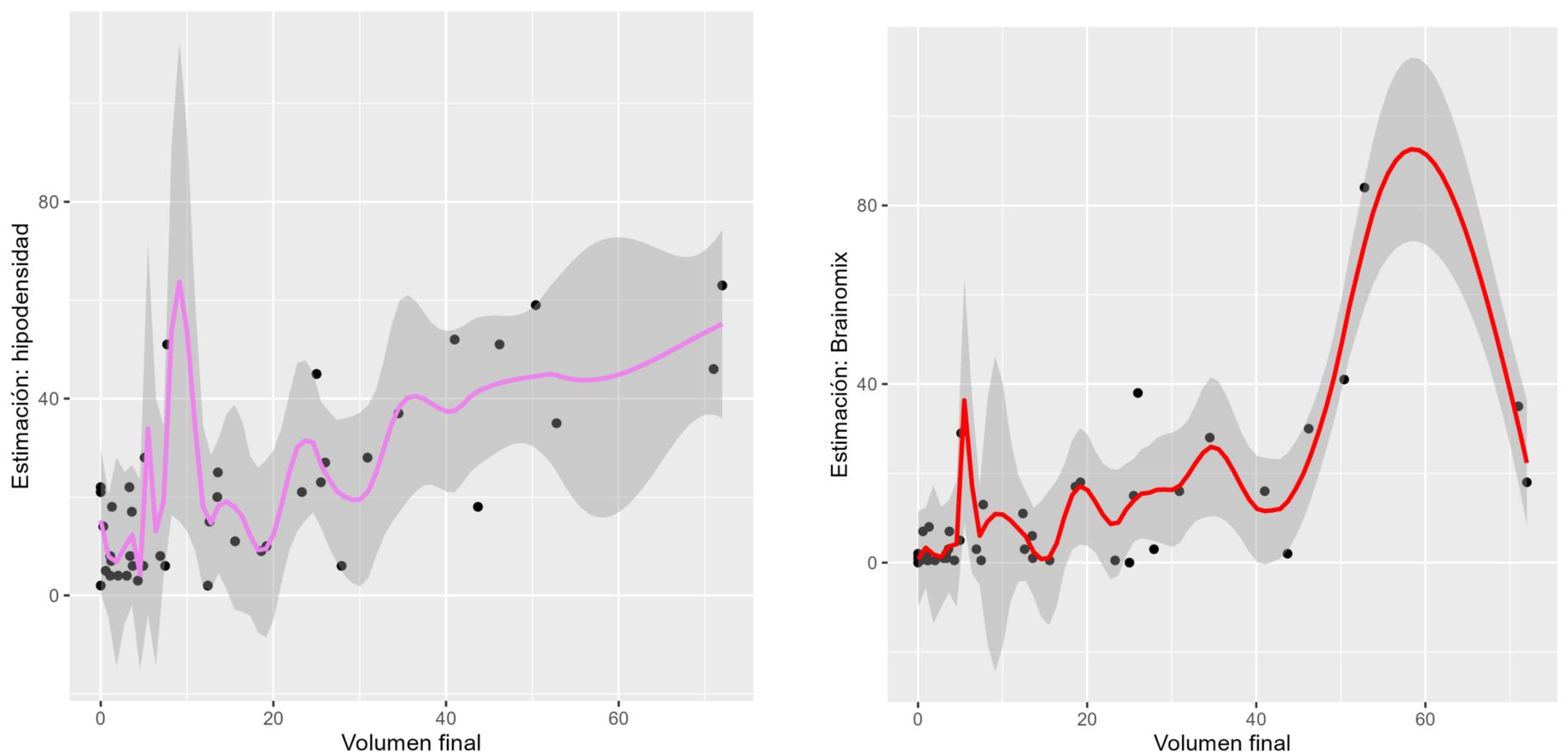
- BRAINOMIX: 10,78
- HIPODENSIDAD: 11,68

## **Raíz del Error Cuadrático Medio (RMSE):**

- BRAINOMIX: 16,56
- HIPODENSIDAD: 13,60

# Resultados

Tanto el análisis de perfusión cerebral como la hipodensidad en la TC sin contraste presentaron una fuerte correlación con el estándar de referencia en la estimación del volumen de infarto. Los coeficientes de correlación de Spearman fueron de 0.63 para el análisis de perfusión y 0.63 para la hipodensidad, con coeficientes de determinación de 0.41 para análisis de perfusión y 0.55 para la hipodensidad.



**Figura 7. Representación gráfica de la estimación del volumen final de infarto predecido por hipodensidad (derecha) y software de cuantificación de perfusión-Brainomix (izquierda) y el área infartada en pruebas de control (RM-TC).** Las líneas continuas y el sombreado gris representan las estimaciones de volumen e intervalos de confianza, los puntos representan el valor de volumen real medido con RM-DWI/TC craneal.

# Conclusión

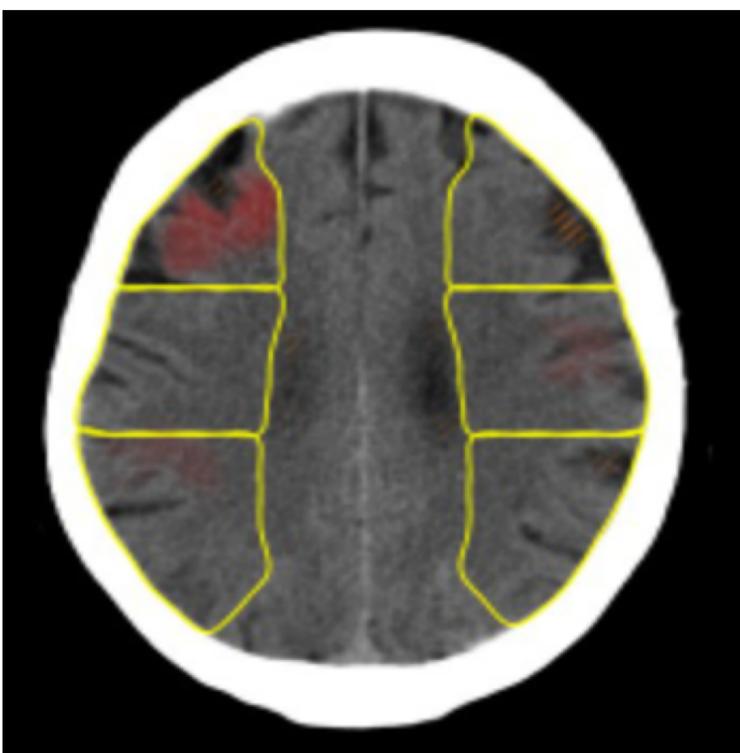
En pacientes con ictus isquémico agudo secundario a OGV con isquemia cerebral aguda en territorio de la arteria cerebral media sometidos a una trombectomía exitosa (TICI 3) y con tiempos cortos entre la punción y la recanalización, la hipodensidad en la TC basal demostró una mejor correlación en comparación con el análisis de perfusión de Brainomix para determinar el volumen final del infarto. Estos datos sugieren que la determinación del volumen de hipodensidad en la TCNC inicial en código ictus podría tener un importante papel como indicador precoz del núcleo del infarto.

Si se valida, este enfoque podría ser útil a la hora de seleccionar pacientes para trombectomía mecánica. Podría ser especialmente útil en los casos en que los estudios de perfusión por TAC carezcan de la calidad técnica suficiente para permitir una interpretación precisa o simplemente no estén incluidos en el protocolo de ictus.

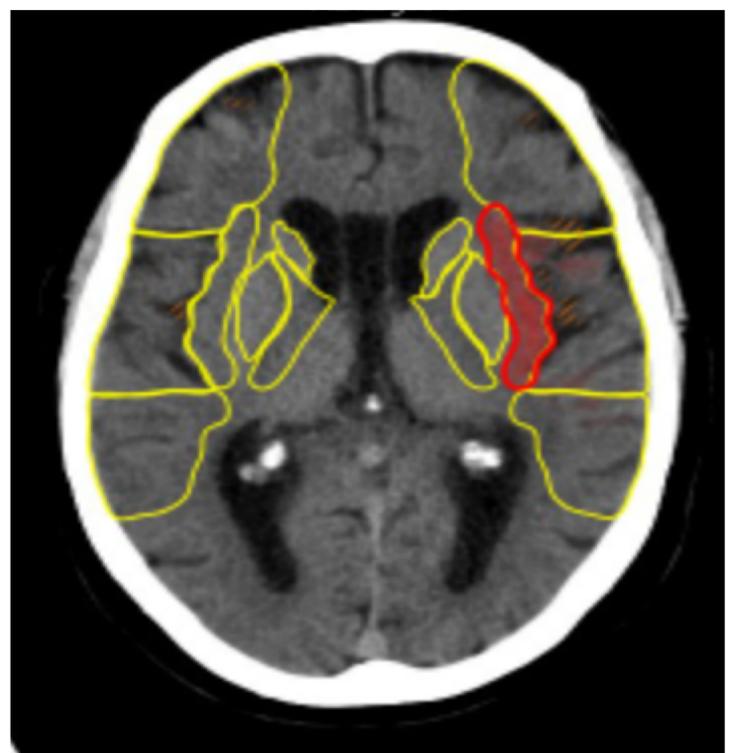
# Conclusión

## Limitaciones

- Nuestra muestra es pequeña, por lo que se necesitan estudios multicéntricos con muestras más grandes para obtener pruebas más sólidas.
- El software para la determinación de hipodensidad que utilizamos incurre en errores significativos, por lo que la interpretación de un radiólogo entrenado sigue siendo obligatoria a lo largo de toda la interpretación de los casos. Por ejemplo, en hasta 20 de 42 casos, se atribuye cierto grado de hipodensidad al hemisferio sano (FIG) hemisferio sano, aunque observamos que el software tiende a delinear la zona de hipodensidad más notable en el hemisferio patológico con un borde más grueso.



**Figura 8.** Ejemplo que muestra cómo el software interpreta a menudo cierto grado de hipodensidad aguda en el hemisferio no hemisferio no patológico (derecha).



**Figura 9.** El software tiende a delinear el área de hipodensidad más notable en el hemisferio patológico (ínsula izquierda) con un borde más grueso como se muestra.

# Referencias

1. Demeestere J, Garcia-Esperon C, Garcia-Bermejo P, Ombelet F, McElduff P, Bivard A, et al. Evaluation of hyperacute infarct volume using ASPECTS and brain CT perfusion core volume. *Neurology*. 2017 Jun 13;88(24):2248–53.
2. Alzahrani A, Zhang X, Albukhari A, Wardlaw JM, Mair G. Assessing Brain Tissue Viability on Nonenhanced Computed Tomography After Ischemic Stroke. *Stroke*. 2023 Feb;54(2):558–66.
3. Potter CA, Vagal AS, Goyal M, Nunez DB, Leslie-Mazwi TM, Lev MH. CT for Treatment Selection in Acute Ischemic Stroke: A Code Stroke Primer. *Radiographics*. 2019 Oct;39(6):1717–38.
4. Roldan-Valadez E, Lopez-Mejia M. Current concepts on magnetic resonance imaging (MRI) perfusion-diffusion assessment in acute ischaemic stroke: a review & an update for the clinicians. *Indian J Med Res*. 2014 Dec;140(6):717–28.
5. Goyal M, Ospel JM, Menon B, Almekhlafi M, Jayaraman M, Fiehler J, et al. Challenging the Ischemic Core Concept in Acute Ischemic Stroke Imaging. *Stroke*. 2020 Oct;51(10):3147–55.