

# Hipodensidad en TC sin contraste en código ictus y core en estudio de perfusión cerebral: ¿cuál mide mejor el infarto establecido?

Francisco Javier Pérez García<sup>1</sup>, Elvira Ruiz Castellano<sup>1</sup>, Mónica Crespo Balbuena<sup>1</sup>, Paloma Montosa Ródenas, Rosa María Martínez Moreno<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Hospital Universitario Virgen de las Nieves, Granada (España).

## Objetivo

La selección para trombectomía mecánica de pacientes que presentan un infarto cerebral isquémico agudo es una complicada tarea diaria para neurorradiólogos intervencionistas y neurólogos en todo el mundo [1].

Este proceso tiempo-dependiente comprende un amplio espectro de factores clave: desde aspectos clínicos individuales hasta diversas consideraciones relacionadas con la neuroimagen. En los últimos años ha aumentado exponencialmente la importancia de estas últimas [2].

Entre estos factores, el volumen de hipodensidad detectado en la TC sin contraste como predictor del *core* de infarto parece haber quedado relegado en favor de otros observados en los estudios de perfusión por TC, como el valor relativo de volumen sanguíneo cerebral (rVSC), [3].

Este estudio observacional tiene como objetivo volver a examinar la utilidad de este criterio comparándolo con el *core* obtenido mediante el estudio de la perfusión por TC.

Para ello, analizaremos la correlación entre el volumen de hipodensidad en el estudio inicial de TC sin contraste (determinado automáticamente por un software disponible en nuestro centro) y el *core* obtenido en el estudio de perfusión por TC con el volumen final de infarto definido en las pruebas de imagen de control post-trombectomía.

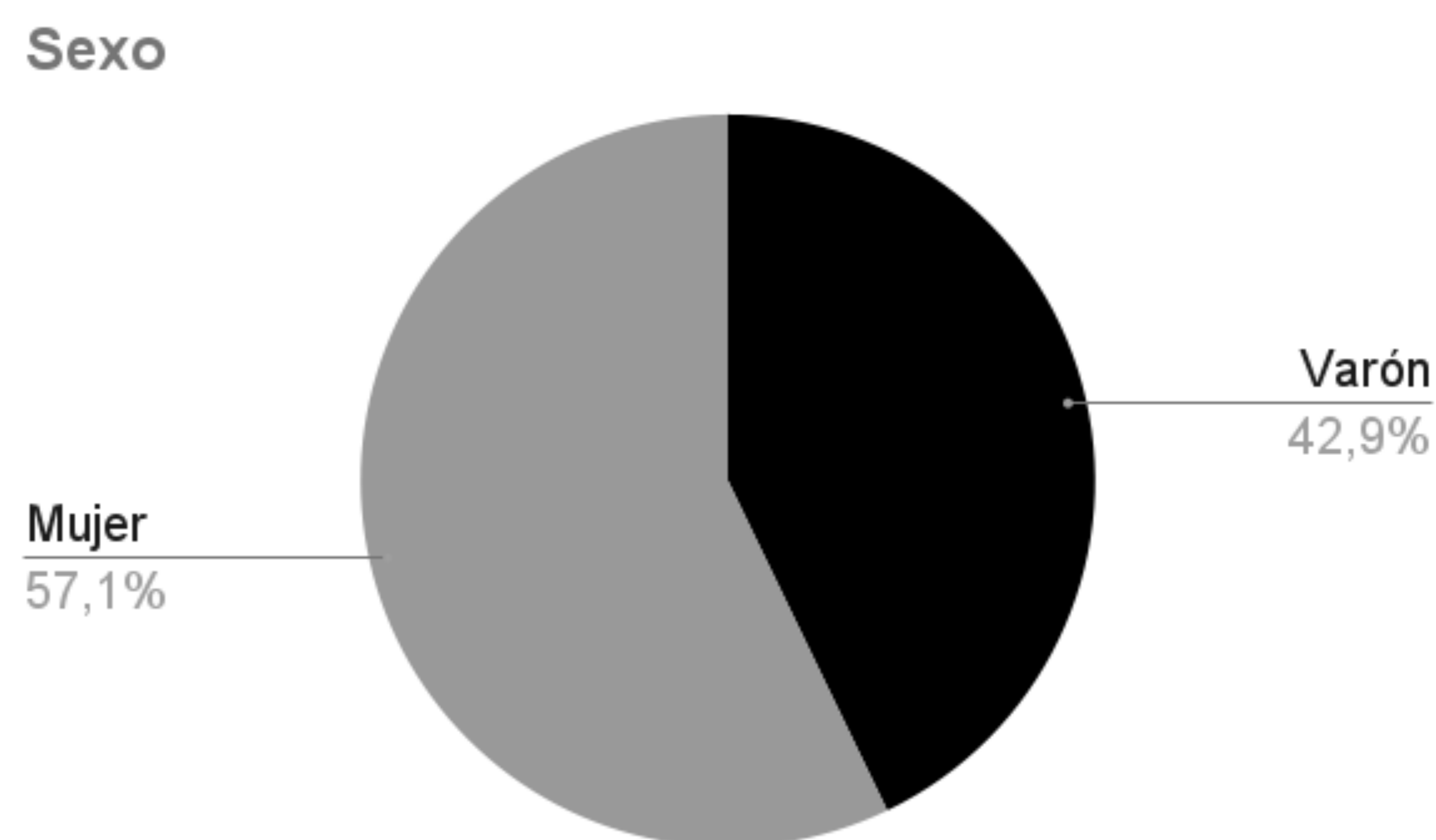
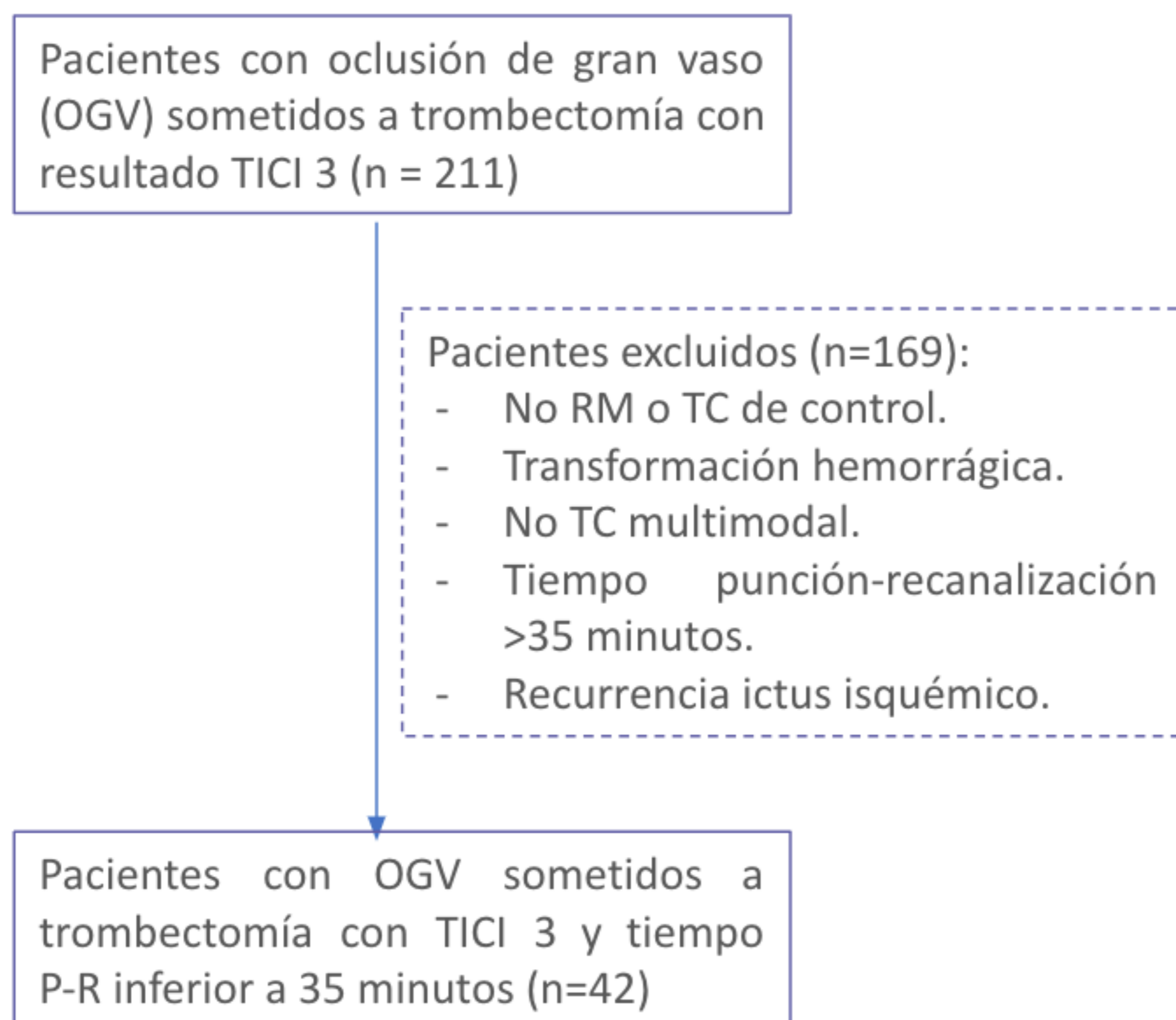
## Material y métodos

Inicialmente, seleccionamos un grupo de 211 pacientes con infarto cerebral isquémico agudo debido a oclusión de gran vaso (OGV) que recibieron trombectomía mecánica en nuestra institución con un resultado angiográfico excelente (TICI 3) durante el periodo entre junio de 2021 a junio de 2023.

Se establecieron los siguientes factores de exclusión para no considerar casos que podrían dificultar una medición precisa del área de *core* en pruebas de imagen de control; específicamente secuencias de DWI y FLAIR en resonancia magnética (RM) y TC sin contraste. Así, un total de 169 pacientes fueron excluidos del grupo inicial (Figura 1).

1. No se disponía de estudio de perfusión TC inicial (n = 33).
2. Perfusión TC no válida debido a artefactos de movimiento (n = 10).
3. No se realizó estudio de imagen de control (n = 41).
4. El tiempo de punción a recanalización (PR) fue mayor de 35 minutos (n = 41).
5. Transformación hemorrágica no petequial, es decir, hematoma parenquimatoso tipo 1 o 2 según el European Cooperative Acute Stroke Study, ECASS II (n = 23).
6. Infarto cerebral isquémico agudo de repetición (n = 5).
7. Infarto cerebral isquémico agudo en circulación posterior (n = 16).

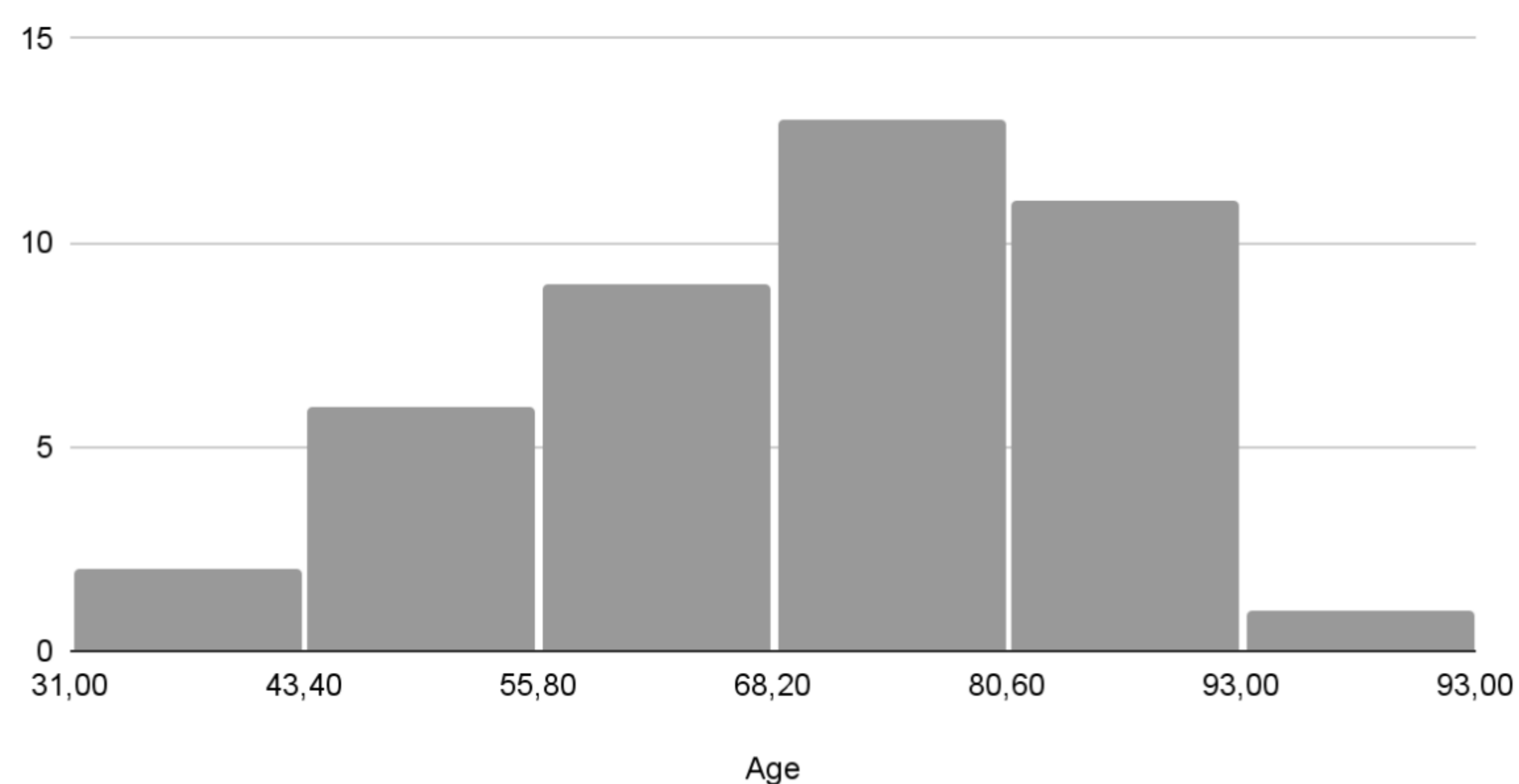
Finalmente, nuestra muestra se compuso de un total de 42 pacientes, 24 mujeres (57,1 %) y 18 hombres (42,9 %), (Figura 2) con una edad media de 71,5 años (31-93) (Figura 3). Estos pacientes fueron sometidos a trombectomía mecánica con un resultado TICI 3 en nuestra institución en un tiempo medio de 17 minutos (5-35 minutos) (Figura 4).



**FIGURA 1.** Diagrama del proceso de selección de pacientes de junio de 2021 a junio de 2023.

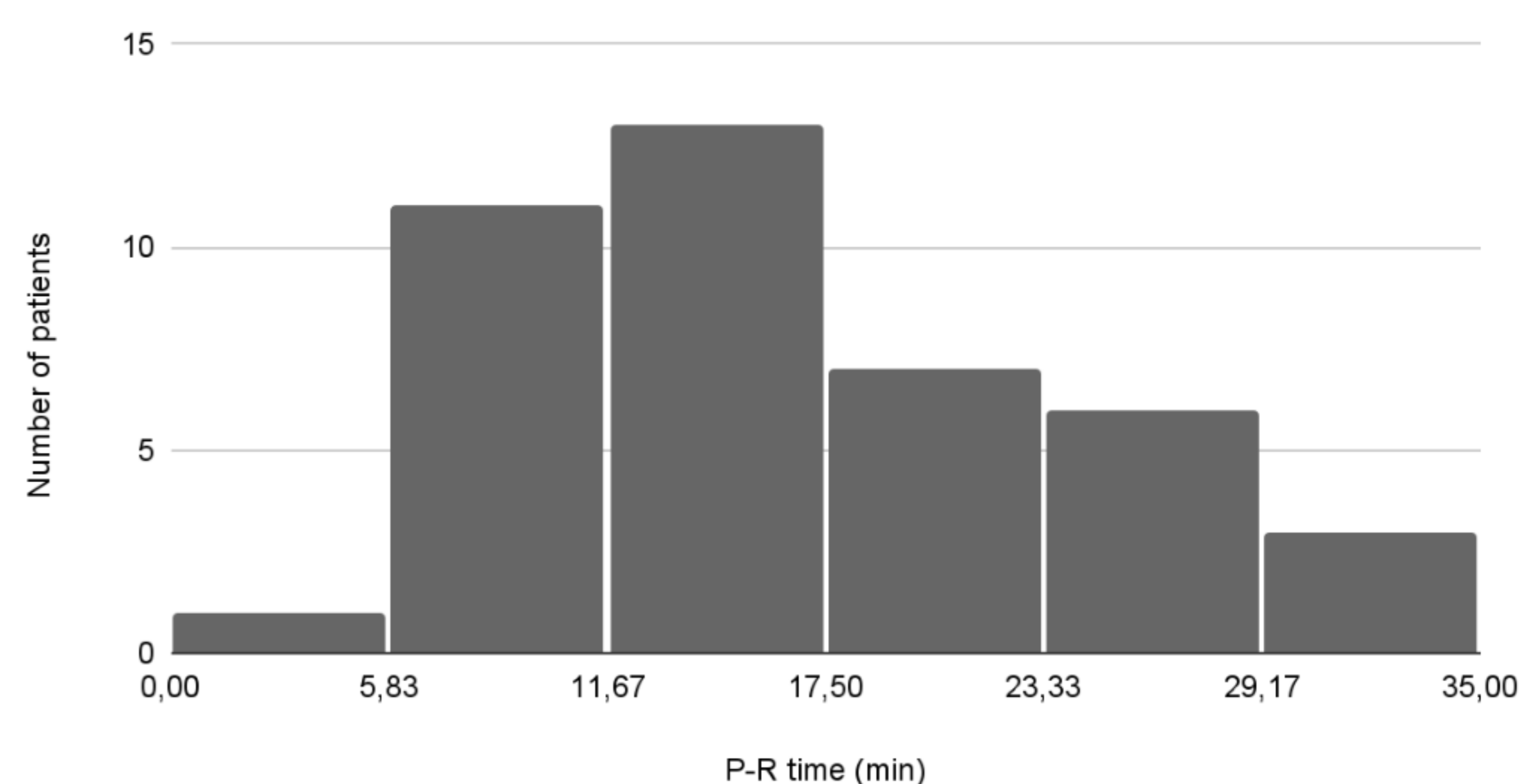
**FIGURA 2.** Distribución por género de los pacientes de la muestra.

**Age distribution**



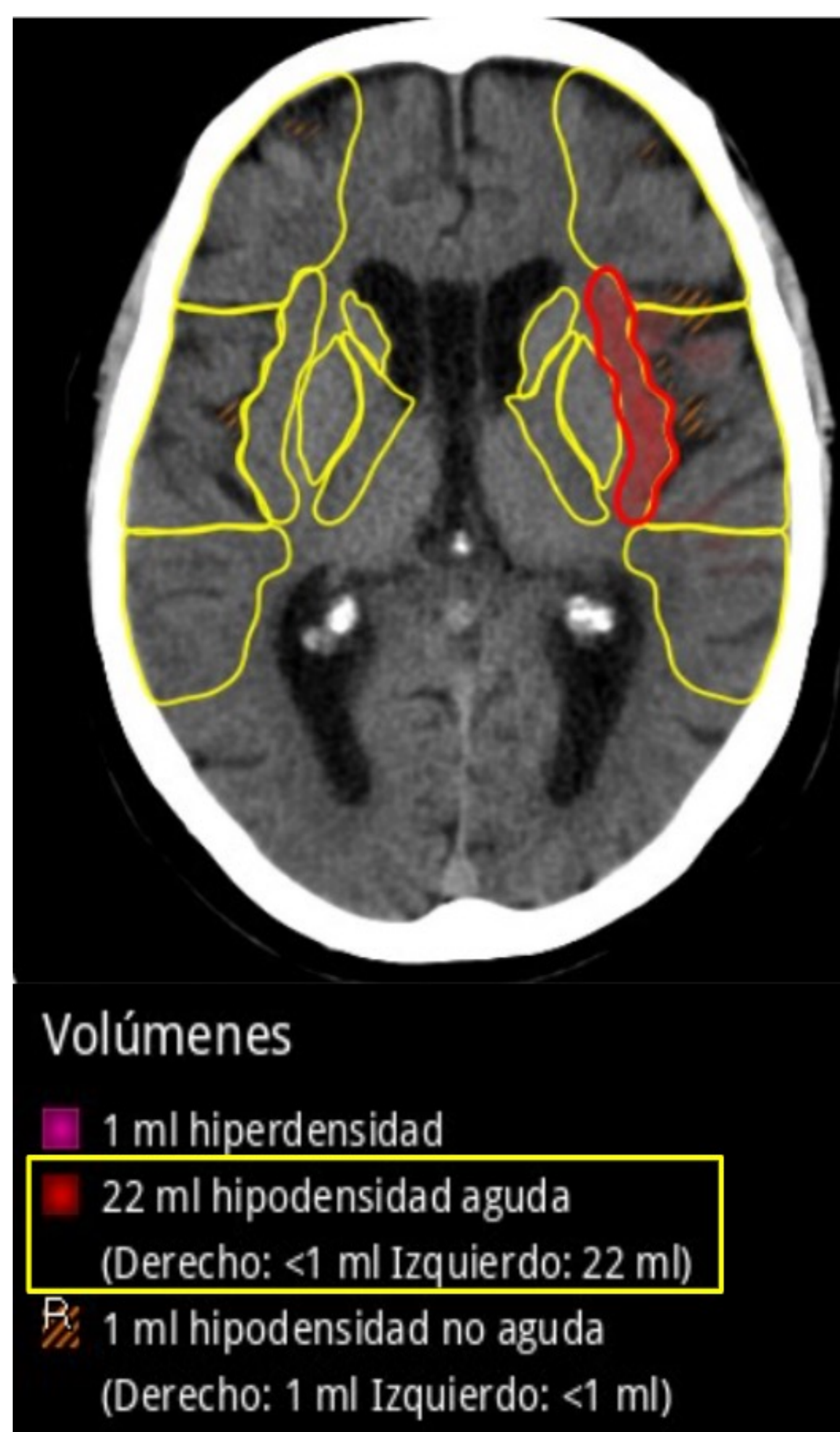
**FIGURA 3.** Distribución por edad de los pacientes de la muestra.

**P-R time (minutes)**



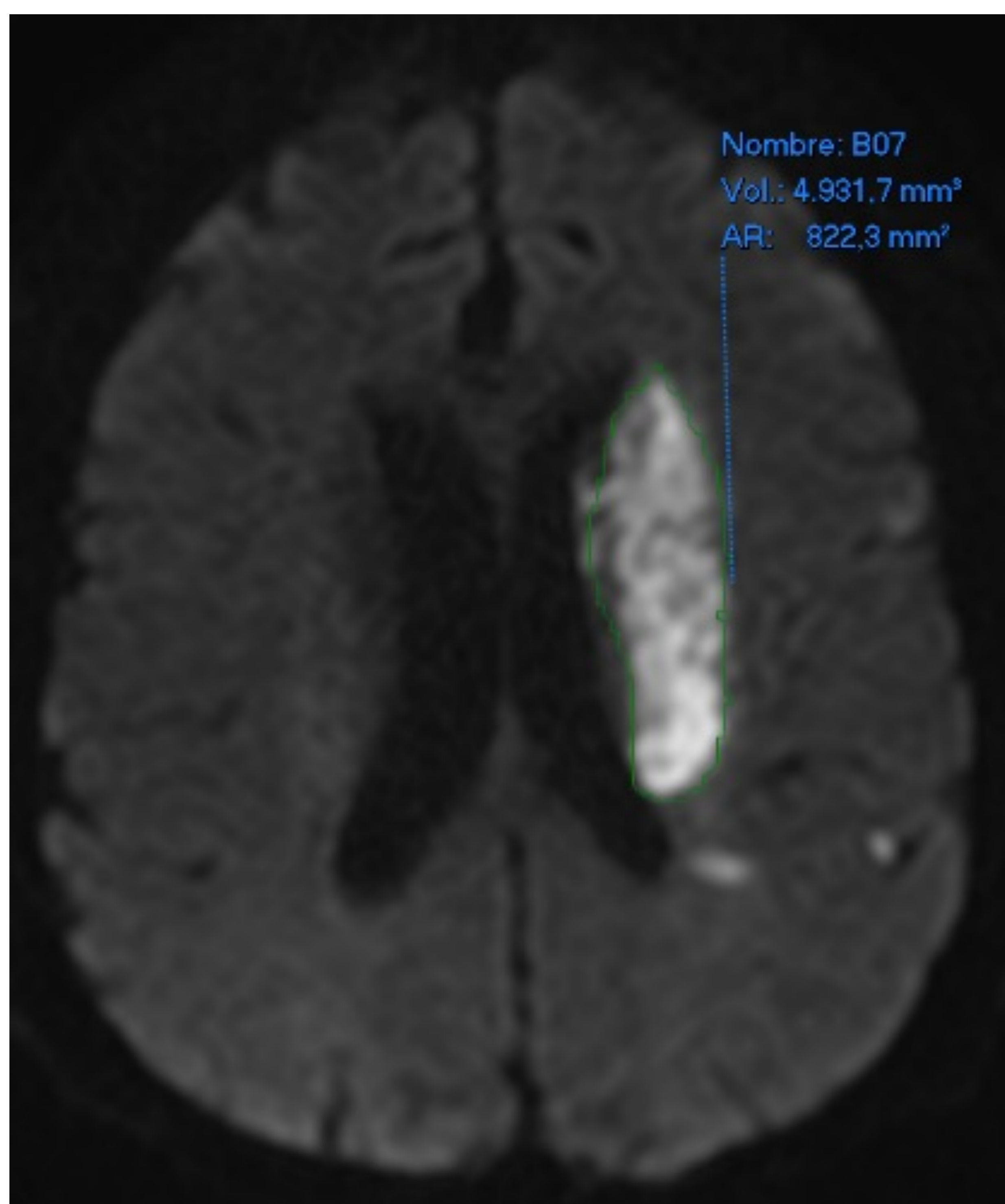
**FIGURA 4.** Distribución por tiempos de punción-recanalización (PR) de los pacientes de la muestra.

Inicialmente, recogimos los volúmenes de hipodensidad calculados automáticamente por un software especializado (Brainomix, Brainomix Ltd, UK) en la TC sin contraste inicial en todos los pacientes incluidos, como se muestra en la Figura 5. De forma paralela, anotamos los volúmenes de *core* del estudio de perfusión cerebral por TC arrojados por otro software (RAPID).

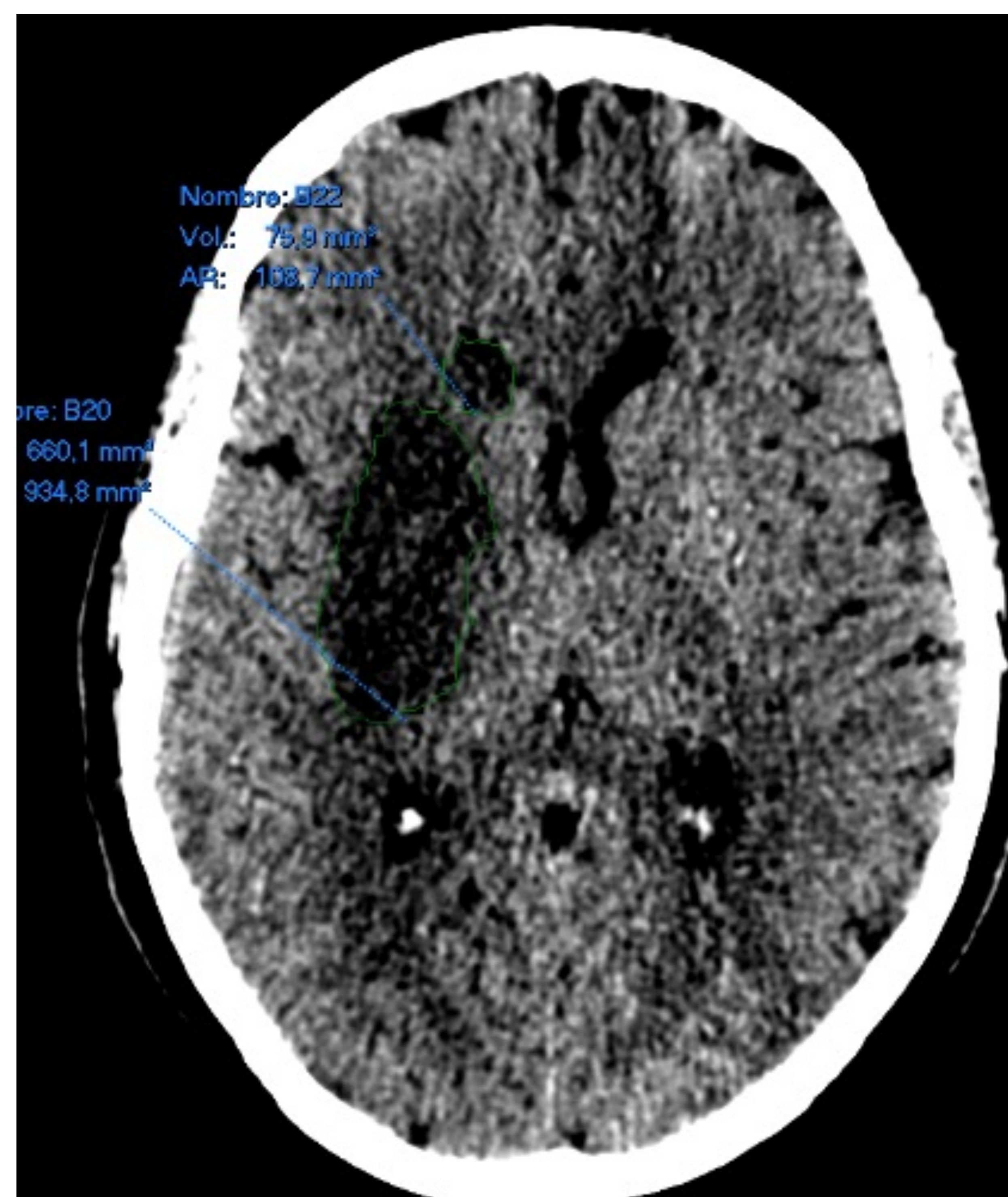


**FIGURA 5.** Ejemplo de una determinación automática de hipodensidad aguda en ínsula izquierda en TC sin contraste.

Más tarde, segmentamos de forma semi-automática el área de infarto final en estudios de imagen de control utilizando la herramienta Livewire® del software Carestream Vue PACS (Carestream Health, Nueva York, EE. UU.). Específicamente, se examinaron las secuencias de DWI y FLAIR y la TC sin contraste para ello, como se muestra en las Figuras 6 y 7 [4, 5].



**FIGURA 6.** Imagen que muestra una segmentación semi-automática de un área de core de infarto reciente en caudado y corona radiata izquierda, definida como una hiperintensidad en DW en una RM de control 6 días tras la trombectomía.



**FIGURA 7.** Imagen que muestra una segmentación semi-automática de un área de core de infarto reciente, definida como un área de franca hipodensidad lenticular en una TC sin contraste de control 5 días tras la trombectomía.

Solo consideramos estudios de imagen de control realizados dentro de los primeros 10 días, con un tiempo medio desde la trombectomía de 5,7 días (2-10). Actuamos de esta manera para tratar de disminuir el efecto confusor de los fenómenos de retracción del parénquima cerebral post-infarto, que podrían disminuir el área final del *core* en comparación con el estudio inicial.

Finalmente, se realizó un análisis estadístico en dos partes comparando los volúmenes de infarto final obtenidos, los volúmenes de hipodensidad inicial en TC y los valores de core en CTP para evaluar la correlación entre ellos.

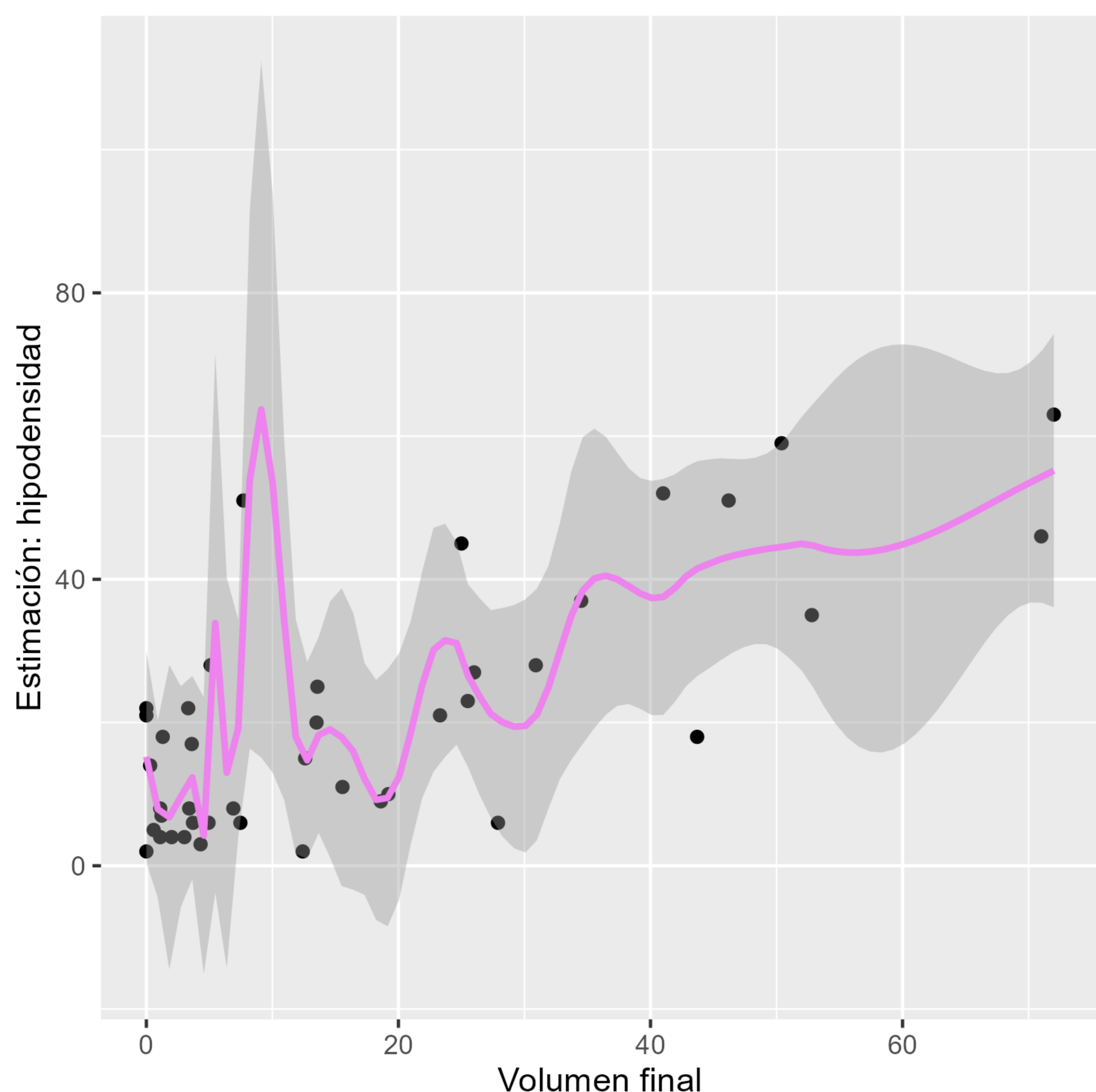
Primero, llevamos a cabo una prueba de normalidad. Se realizaron diferentes análisis como la prueba de normalidad (Shapiro-Wilk), la prueba de homogeneidad de varianzas (prueba de Levene) y la prueba U de Mann-Whitney (para muestras no paramétricas), que demostraron una distribución no normal de los datos.

En segundo lugar, se realizaron varios análisis: coeficiente de correlación de Spearman, Error Absoluto Medio (MAE), Error Cuadrático Medio (MSE), Error Cuadrático Medio de la Raíz (RMSE) y Coeficiente de determinación  $R^2$ . Las métricas obtenidas fueron evaluadas.

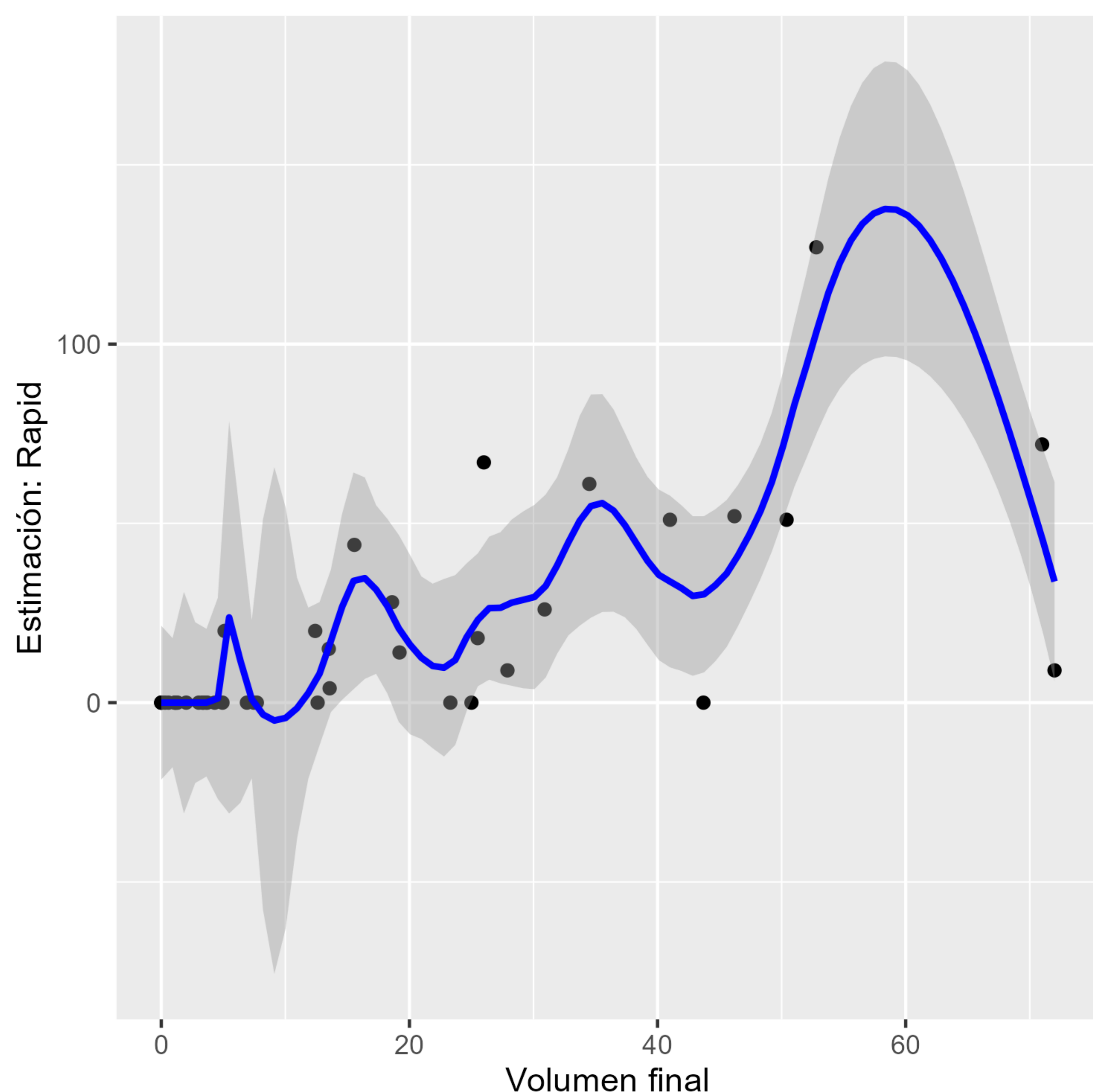
## Resultados

Nuestros resultados indican que existe una fuerte correlación tanto del *core* determinado en estudios de perfusión cerebral por TC según RAPID ( $R^2$  de 0,45 y coeficiente de correlación de Spearman de 0,75) como de la hipodensidad en TC sin contraste ( $R^2$  de 0,55 y coeficiente de correlación de Spearman de 0,63) con el volumen final de infarto.

Las Figuras 8, 9 y 10 proporcionan una representación gráfica de estos resultados.

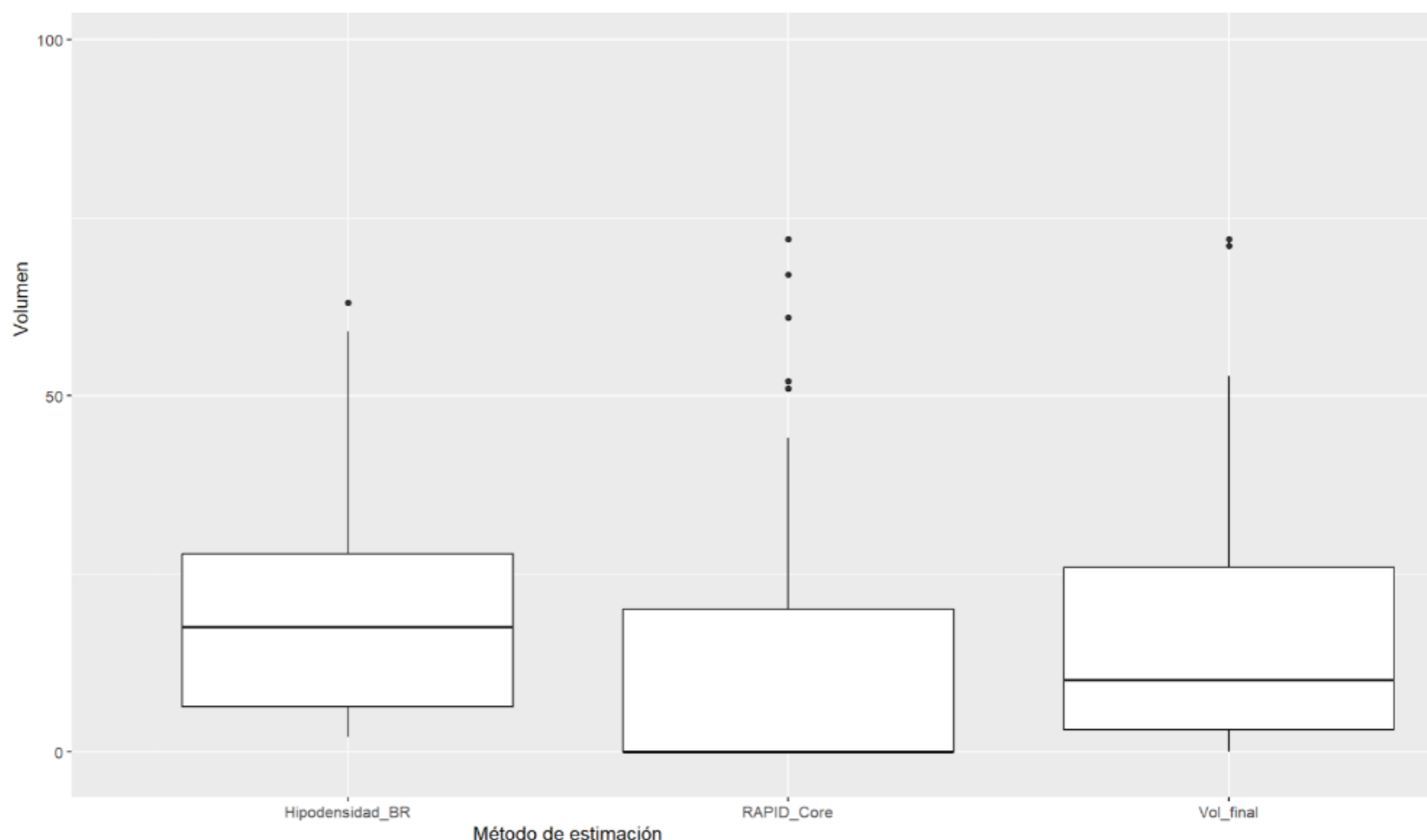


**FIGURA 8.** Diagrama gráfico que representa la correlación entre los volúmenes de hipodensidad en la TC sin contraste inicial y el área final de infarto en las pruebas de imagen de control post-trombectomía.



**FIGURA 9.** Diagrama gráfico que representa la correlación entre los volúmenes de core según RAPID en el estudio de perfusión por TC inicial y el área final de infarto en las pruebas de imagen de control post-trombectomía.

**FIGURA 10.** Diagrama gráfico que relaciona la correlación entre los volúmenes de hipodensidad en la TC sin contraste inicial, el core según RAPID en el estudio de perfusión por TC inicial y el área final de infarto en las pruebas de imagen de control posttrombectomía.





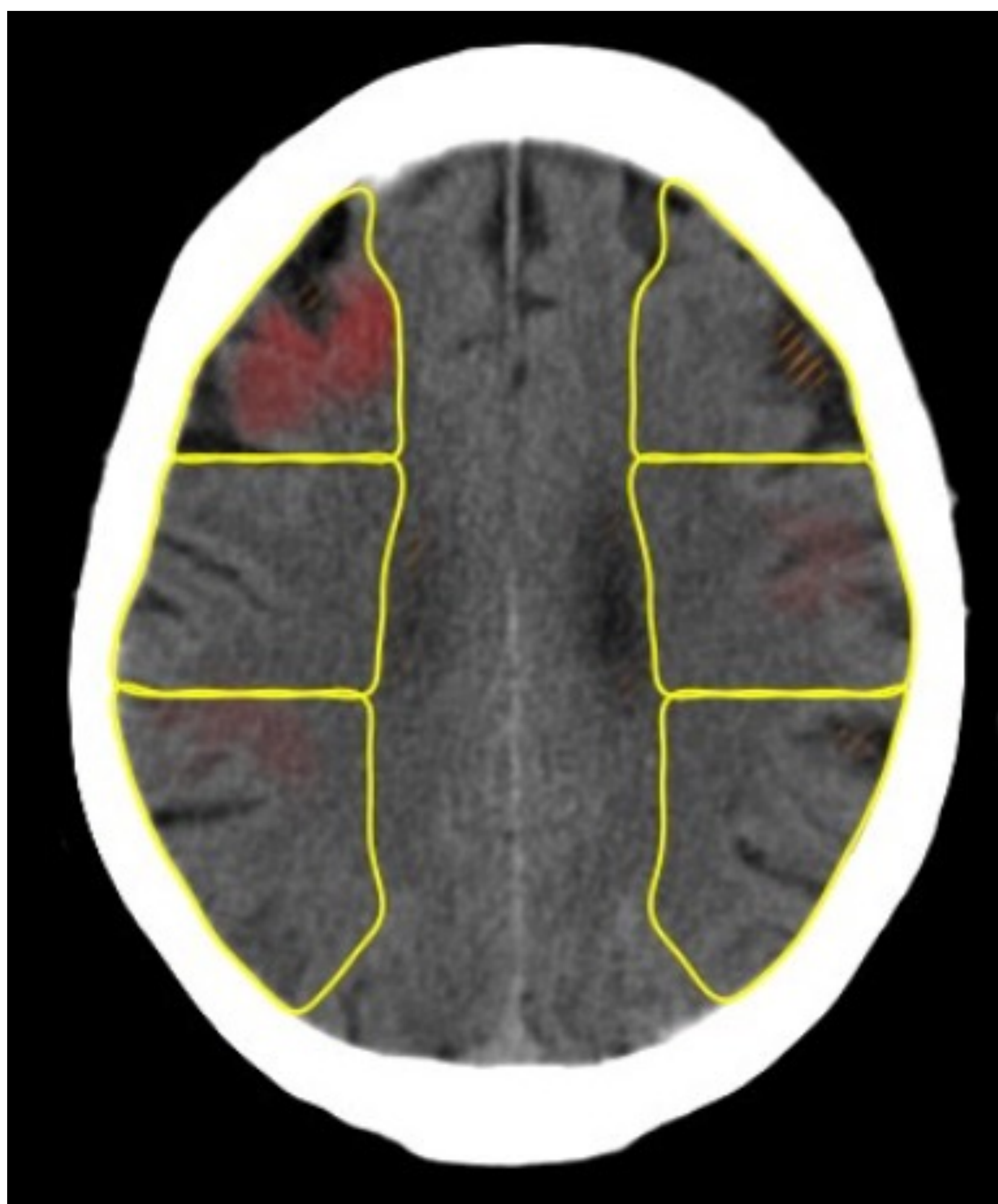
## Conclusiones

Estos datos sugieren que la determinación del volumen de hipodensidad en la TC sin contraste inicial en el estudio de código ictus podría tener un papel importante como indicador precoz del *core* de infarto.

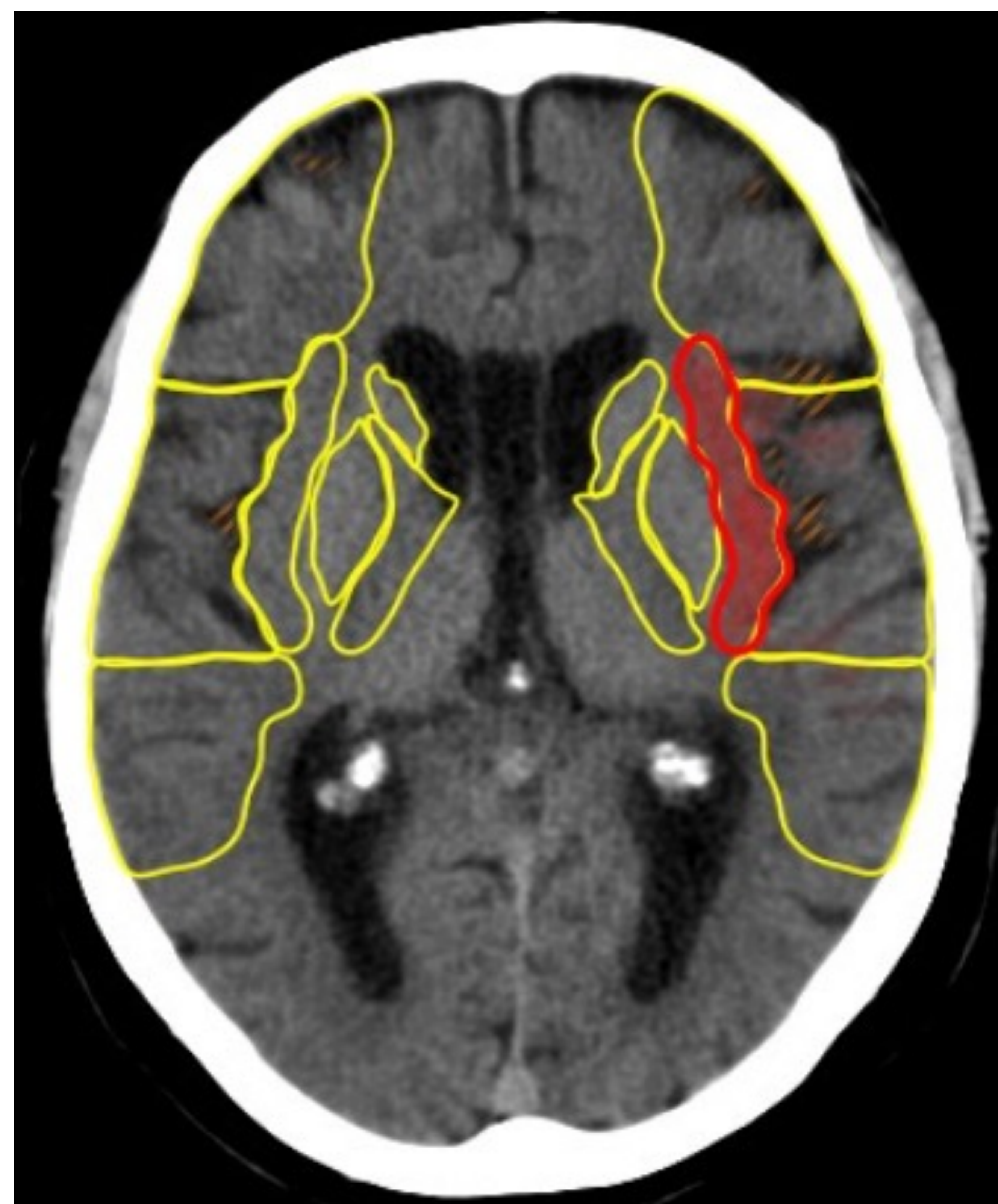
De ser validado, esto podría ser de gran utilidad al seleccionar pacientes para trombectomía mecánica, especialmente en aquellos casos donde los estudios de perfusión cerebral por TC carecen de calidad técnica suficiente para permitir una interpretación precisa o no están incluidos dentro del protocolo de ictus.

### Limitaciones

- Nuestra muestra es pequeña, por lo que se necesitan estudios multicéntricos con muestras mayores para obtener una evidencia robusta.
- El software que utilizamos no está exento de errores. Por ejemplo, en hasta 20 de 42 casos, se identificó algún grado de hipodensidad en el hemisferio sano (Figura 11), aunque observamos que tiende a delinear el área de hipodensidad real en el hemisferio patológico con un borde más grueso (Figura 12). Creemos que puede ser útil como herramienta adicional, pero la interpretación de un radiólogo es completamente esencial y obligatoria a lo largo de todo el proceso diagnóstico.



**FIGURA 11.** Ejemplo que muestra un caso en el que el software interpreta algún grado de hipodensidad aguda en el hemisferio no patológico (derecho).



**FIGURA 12.** El software tiende a delinear el área de hipodensidad real en el hemisferio patológico (ínsula izquierda) con un borde más grueso.

## 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-difusion 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.