

ANÁLISIS MACROSCÓPICO DE TROMBOS MEDIANTE APRENDIZAJE PROFUNDO

RESPUESTAS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL AL DIAGNÓSTICO ETIOLÓGICO DEL ICTUS

La Fe
Hospital
Universitari
i Politècnic



Instituto de Investigación
Sanitaria La Fe



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Aliena Valero, A. ¹; Escudero Martínez, I. ^{1,2}; Vielba Gómez, I. ^{1,2};
Lucero Garofano, A ^{1,3}, Morales Caba, L. ^{1,2}; Fortea Cabo, G. ^{1,2};
Vázquez Añón Pérez, V. ⁴; Aparici Robles, F. ⁴; Tembl Ferrairo, J.I. ^{1,2};
Manjón Herrera, J.V. ³; Salom Sanvalero, J.B. ^{1,5}

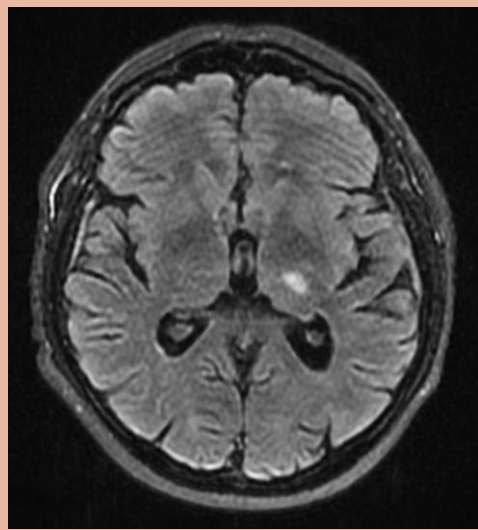
1. Unidad mixta de investigación cerebrovascular. Instituto de Investigación Sanitaria La Fe.
2. Servicio de Neurología. Hospital Universitari i Politècnic La Fe.
3. Instituto de Aplicaciones de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones Avanzadas. Universitat Politècnica de València.
4. Servicio de Radiología. Hospital Universitari i Politècnic La Fe.
5. Departamento de Fisiología. Universitat de Valencia.

INTRODUCCIÓN

- Ictus isquémico representa el 85% de los ictus.
- Se categorizamos en función de su etiología según la clasificación TOAST

LACUNAR

25%



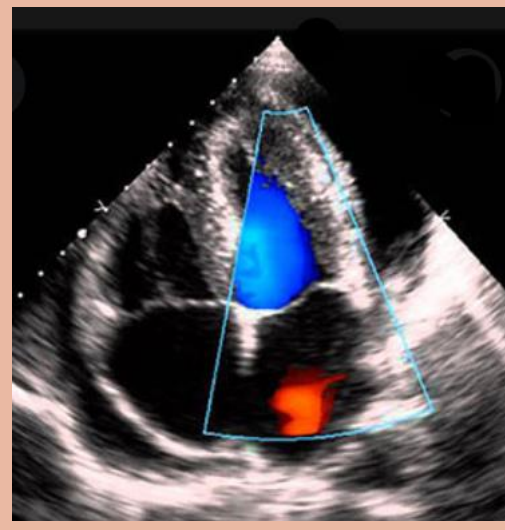
ATEROSCLERÓTICO

20%



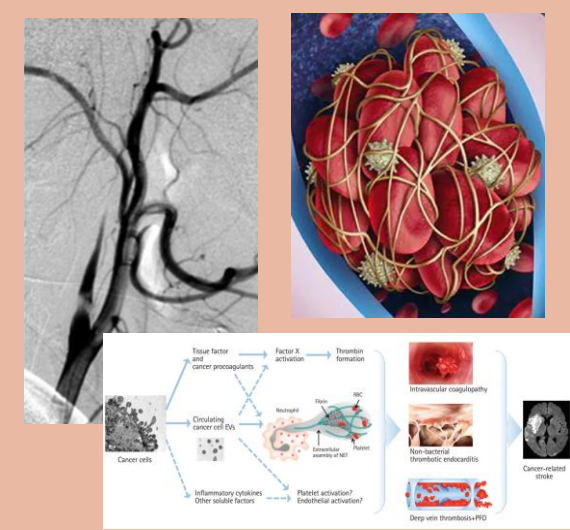
CARDIOEMBÓLICO

20%



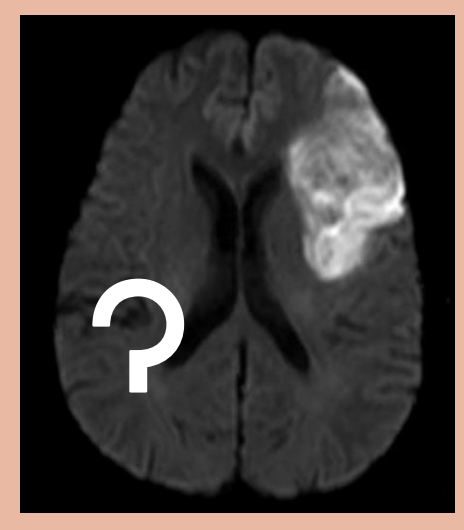
CAUSA INFRECUENTE

5%



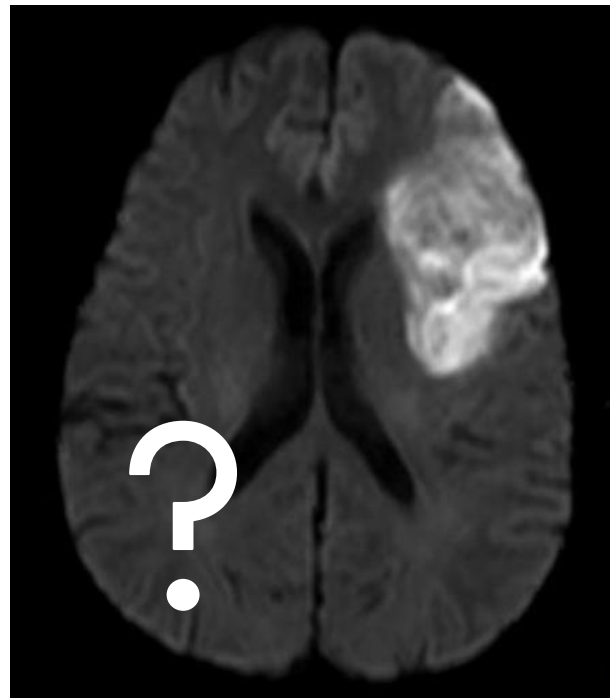
INDETERMINADO

30%



INTRODUCCIÓN

- 25-30% de todos los ictus.
- Tasa de recurrencia del 5% anual a pesar de tratamiento antitrombótico.



Embolic Stroke of Undetermined Source A Systematic Review and Clinical Update

Robert G. Hart, MD; Luciana Catanese, MD; Kanjana S. Perera, MBBS;
George Ntaios, MD, PhD; Stuart J. Connolly, MD

Prognosis of ESUS Patients

Five studies that included 1605 ESUS patients provided data on the rate of recurrent stroke during follow-up of ESUS patients (Table 4). Most (86%) ESUS patients were treated with antiplatelet therapy during follow-up, and 13% were given oral anticoagulants. Incomplete reporting of lost-to-follow-up and unspecified selection for oral anticoagulant therapy confound available data; **annualized recurrent stroke rates averaged 4.5% per year during a mean follow-up of 2.7 years** (Table 4). ESUS patients had higher rates of stroke recurrence compared with non-ESUS patients in 2 studies.^{16,26} One study reported that atrial fibrillation was subsequently diagnosed in 29% of ESUS patients during 3.2 years of follow-up;¹³ in this study, for the diagnosis of ESUS, Holter ECG monitoring was used in 52% of ESUS patients and cardiac telemetry in most of the remainder.^{26,27}

INTRODUCCIÓN

Embolic strokes of undetermined source: the case for a new clinical construct

Robert G Hart, Hans-Christoph Diener, Shelagh B Coutts, J Donald Easton, Christopher B Granger, Martin J O'Donnell, Ralph L Sacco, Stuart J Connolly, for the Cryptogenic Stroke/ESUS International Working Group

Lancet Neurol 2014; 13: 429–38

Panel 2: Criteria for diagnosis of embolic stroke of undetermined source*

- Stroke detected by CT or MRI that is not lacunar†
- Absence of extracranial or intracranial atherosclerosis causing $\geq 50\%$ luminal stenosis in arteries supplying the area of ischaemia
- No major-risk cardioembolic source of embolism‡
- No other specific cause of stroke identified (eg, arteritis, dissection, migraine/vasospasm, drug misuse)

*Requires minimum diagnostic assessment (panel 3). †Lacunar defined as a subcortical infarct smaller than or equal to 1.5 cm (≤ 2.0 cm on MRI diffusion images) in largest dimension, including on MRI diffusion-weighted images, and in the distribution of the small, penetrating cerebral arteries; visualisation by CT usually needs delayed imaging greater than 24–48 h after stroke onset. ‡Permanent or paroxysmal atrial fibrillation, sustained atrial flutter, intracardiac thrombus, prosthetic cardiac valve, atrial myxoma or other cardiac tumours, mitral stenosis, recent (< 4 weeks) myocardial infarction, left ventricular ejection fraction less than 30%, valvular vegetations, or infective endocarditis.



Otros actualmente en fase de ensayo clínico: milvexian, asundexian

INTRODUCCIÓN

Clot Composition Analysis as a Diagnostic Tool to Gain Insight into Ischemic Stroke Etiology: A Systematic Review

Alicia Aliena-Valero,^{a,*} Júlia Baixauli-Martín,^{b,*} Germán Torregrosa,^a José I. Tembl,^c Juan B. Salom^{a,b}

^aJoint Cerebrovascular Research Unit, La Fe Health Research Institute, University of Valencia, Valencia, Spain

^bDepartment of Physiology, University of Valencia, Valencia, Spain

^cStroke Unit, Neurology Service, La Fe University and Polytechnic Hospital, Valencia, Spain

- Revisa la literatura referente a la utilización del trombo como herramienta diagnóstica.
- La mayor parte se centra en el análisis macroscópico e histológico:
 1. Proporción de eritrocitos y fibrina
 2. Gran superposición entre trombo cardioembólico y criptogénico.
 1. Los trombos aterotrombóticos son de mayor tamaño y fragmentados.
- Registros muy variables con respuestas en ocasiones contradictorias.

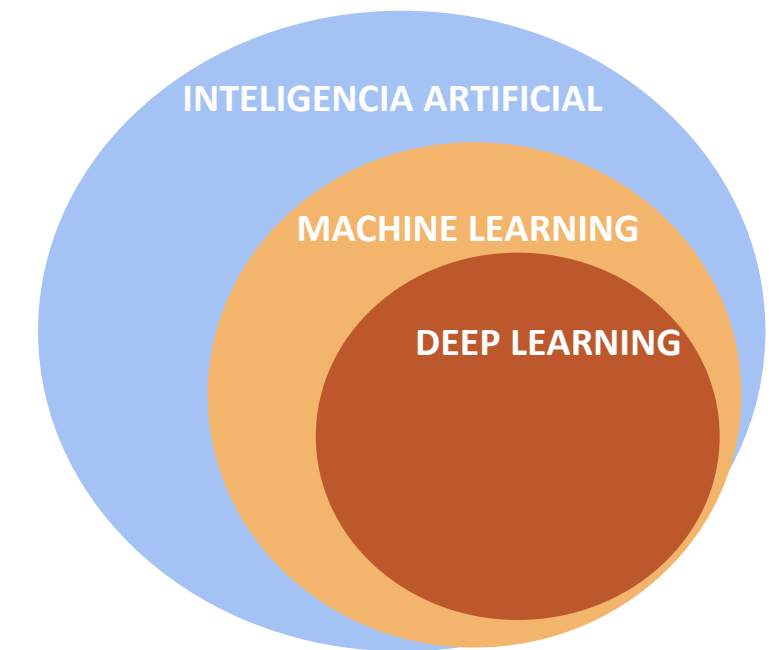
Table 1. Study characteristics summary

Variable	No. (%)
All study types	134 (100)
Cohort	97 (72.39)
Case report (1–2 patients)	31 (23.13)
Case series (3–6 patients)	6 (4.48)
Histopathology	108 (80.60)
Conventional	101 (75.37)
Immunohistochemistry	45 (33.58)
Electron microscopy	6 (4.48)
Other analyses	62 (46.27)
Physical (macroscopic, mechanical, etc.)	33 (24.63)
Biological (biochemical, biomolecular, etc.)	15 (11.19)
Microbiological	20 (14.93)
Diagnostic	73 (54.48)
TOAST etiology	32 (23.88)
Atypical etiology/underlying pathology	41 (30.30)
None	62 (46.27)

INTRODUCCIÓN

The screenshot shows the PubMed.gov search results for 'artificial intelligence'. The search bar contains 'artificial intelligence' and the search button is labeled 'Search'. Below the search bar, there are options for 'Advanced', 'Create alert', and 'Create RSS'. The results section shows 182,133 results. A 'RESULTS BY YEAR' chart shows a significant increase in publications starting around 2017, with a peak in 2023. The first result is a review article titled 'Artificial intelligence in medicine' by Ramesh AN, Kambhampati C, Monson JR, and Drew PJ, published in Ann R Coll Surg Engl in 2004. The article is available as a free PMC article.

- Hace 5 años (2017): 8 238 publicaciones.
- 2022: >31 000 publicaciones.



REVIEW ARTICLE

FRONTIERS IN MEDICINE

Machine Learning in Medicine

Alvin Rajkomar, M.D., Jeffrey Dean, Ph.D., and Isaac Kohane, M.D., Ph.D.

OBJETIVOS

Aplicar técnicas de Inteligencia Artificial como el **Machine Learning** para el análisis del **trombo** responsable del ictus y así conseguir su **clasificación** en función de su aspecto macroscópico en origen cardioembólico o aterotrombótico.

MATERIAL Y MÉTODOS

SELECCIÓN DE PACIENTES

- 167 pacientes
- Ictus por oclusión de gran vaso.
 - Circulación anterior y/o posterior.
 - Criterio de tratamiento mediante trombectomía mecánica.
 - Independiente de administración de rtPa o no.
- Recanalización con Stent retriever.
- Imágenes en color (640x480) realizadas a las muestras en fresco.
- Clasificación de las muestras en función de diagnóstico TOAST.
 - Las muestras de ictus de causa infrecuente fueron excluidas.



MATERIAL Y MÉTODOS

ANÁLISIS DE MUESTRAS

- Se han desarrollado dos modelos de Deep Learning que se aplicarán en dos fases:



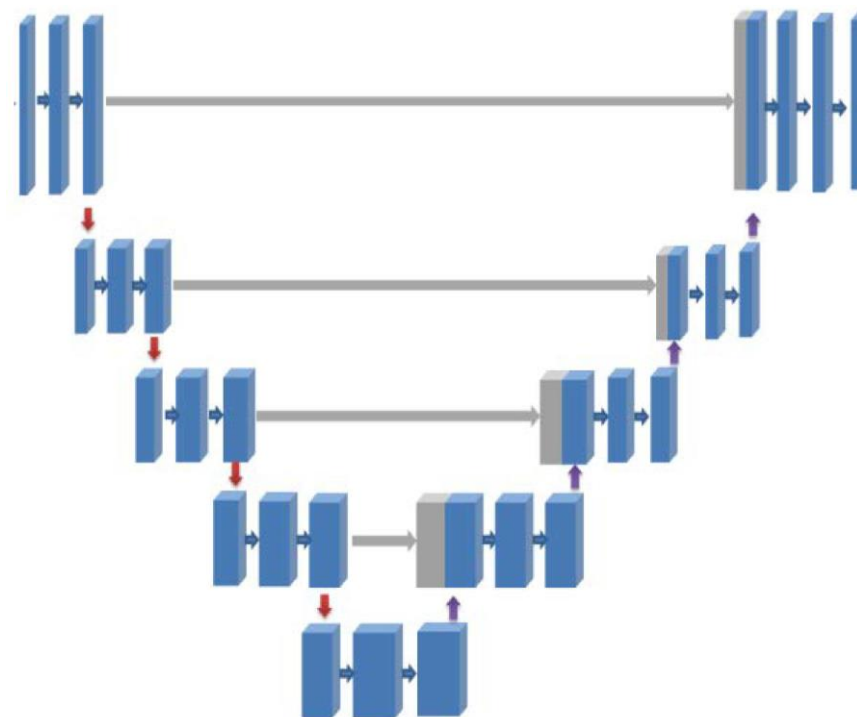
MATERIAL Y MÉTODOS

RED DE SEGMENTACIÓN

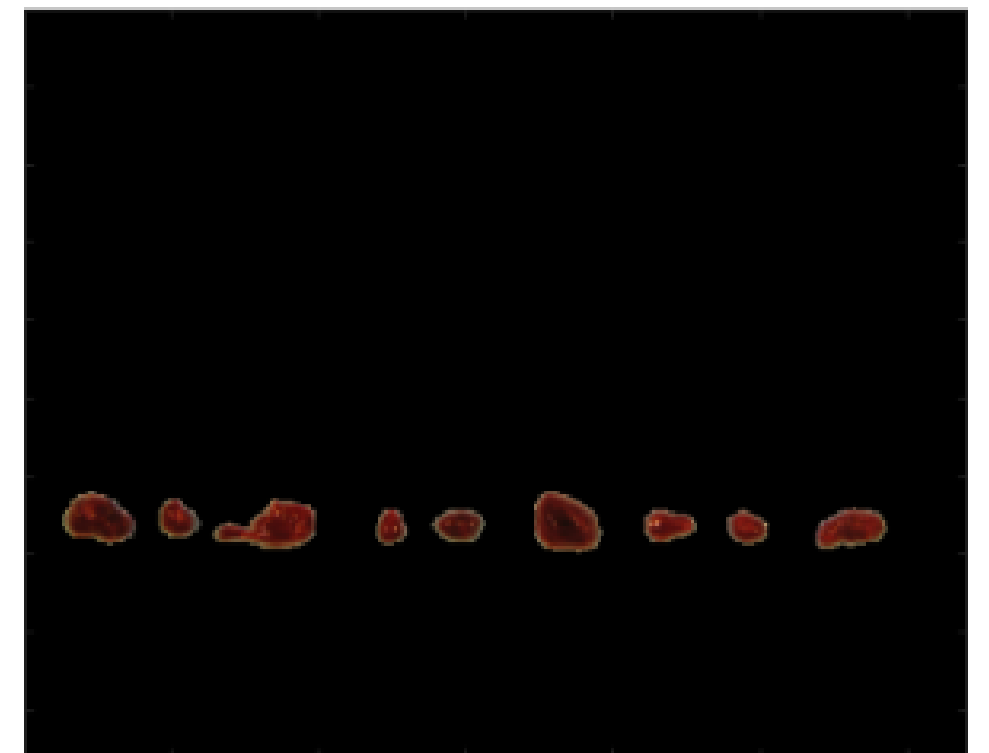
INPUT



RED UNET2D

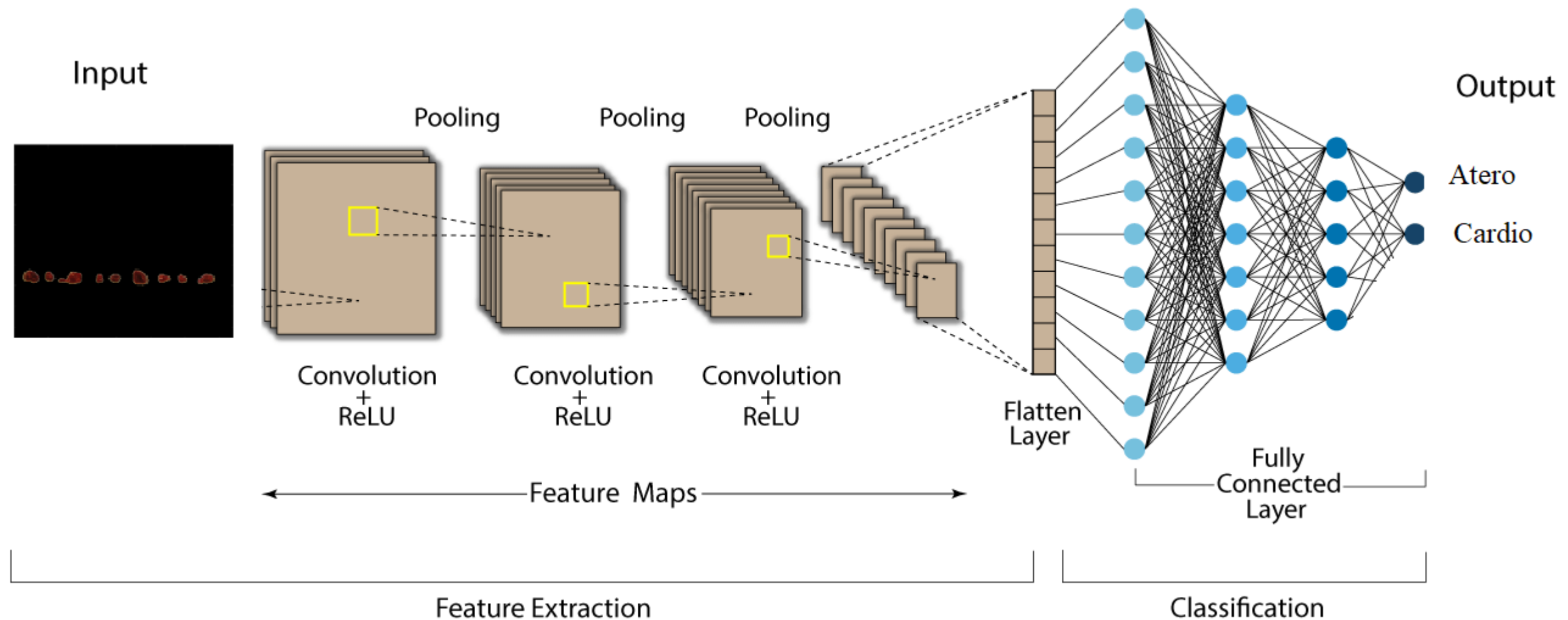


OUTPUT



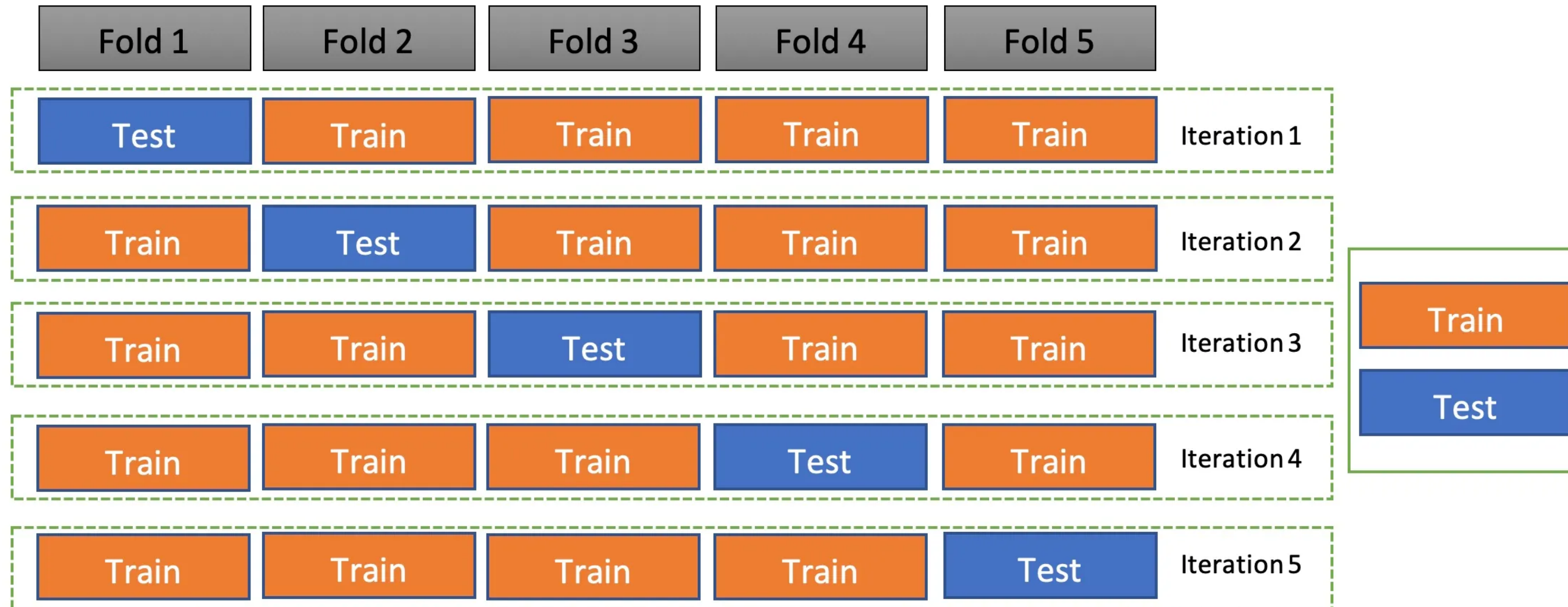
MATERIAL Y MÉTODOS

RED DE CLASIFICACIÓN



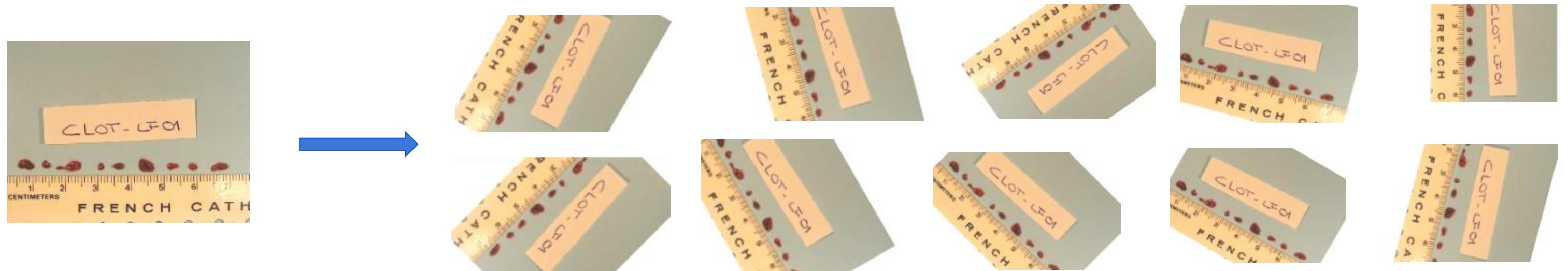
MATERIAL Y MÉTODOS

TRAINING, VALIDACIÓN, TEST (K-FOLD K=5)



MATERIAL Y MÉTODOS

DATA AUGMENTATION



RESULTADOS

LA MUESTRA

- 167 pacientes que se clasificaron en función de su TOAST:
- Características (tabla).

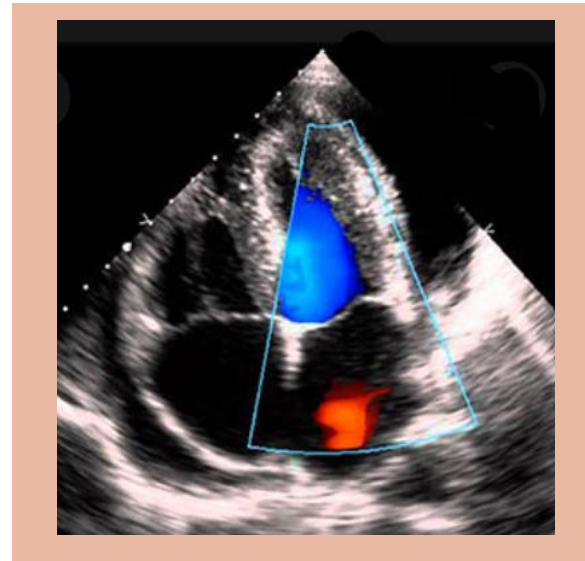
ATEROTROMBÓTICO

31



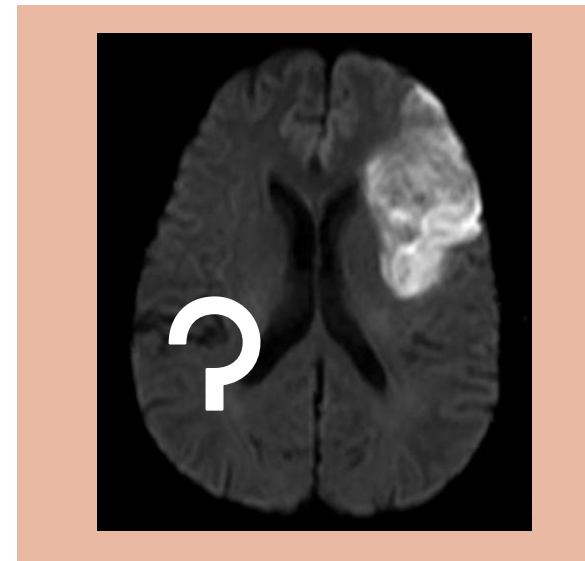
CARDIOEMBÓLICO

88



INDETERMINADO

48



119 pacientes en fase clasificación

Mediana de edad	68 años
Distribución de sexos	30.5% mujeres
Fumadores	53.6%
Hipertensión	57.3%
Diabetes II	24.4%
Dislipemia	48.8%
Dos o más FR	42.7%

RESULTADOS

RED DE SEGMENTACIÓN (N=167)

- DICE Score: 95% de acierto en la fase de test.

RED DE CLASIFICACIÓN (N=119)

- Tasa de acierto total del 96.6%.
- 97% de acierto en cardioembólicos.
- 96% de acierto en los aterotrombóticos.

CONCLUSIONES

- Estudio preliminar, con una N muy pequeña.
- El trombo puede ser una herramienta útil en el diagnóstico etiológico del ictus.
- Las técnicas de Machine Learning como el Deep Learning nos permite la clasificación del trombo en cardioembólico o tromboembólico.
- El Machine Learning puede ser una herramienta útil para reducir el porcentaje de ictus criptogénicos.

La Fe
Hospital
Universitari
i Politècnic



Instituto de Investigación
Sanitaria La Fe



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Gracias por su atención