

Clasificadores de Inteligencia Artificial basados en Radiómica del TC Basal para predecir el pronóstico funcional en pacientes con Hemorragia Intracerebral Espontánea

A. López-Rueda¹, E. Serrano¹, J. Moreno², A. Rodríguez¹, L. Llull¹, S. Amaro¹, L. Oleaga¹

¹Hospital Clinic de Barcelona (España)

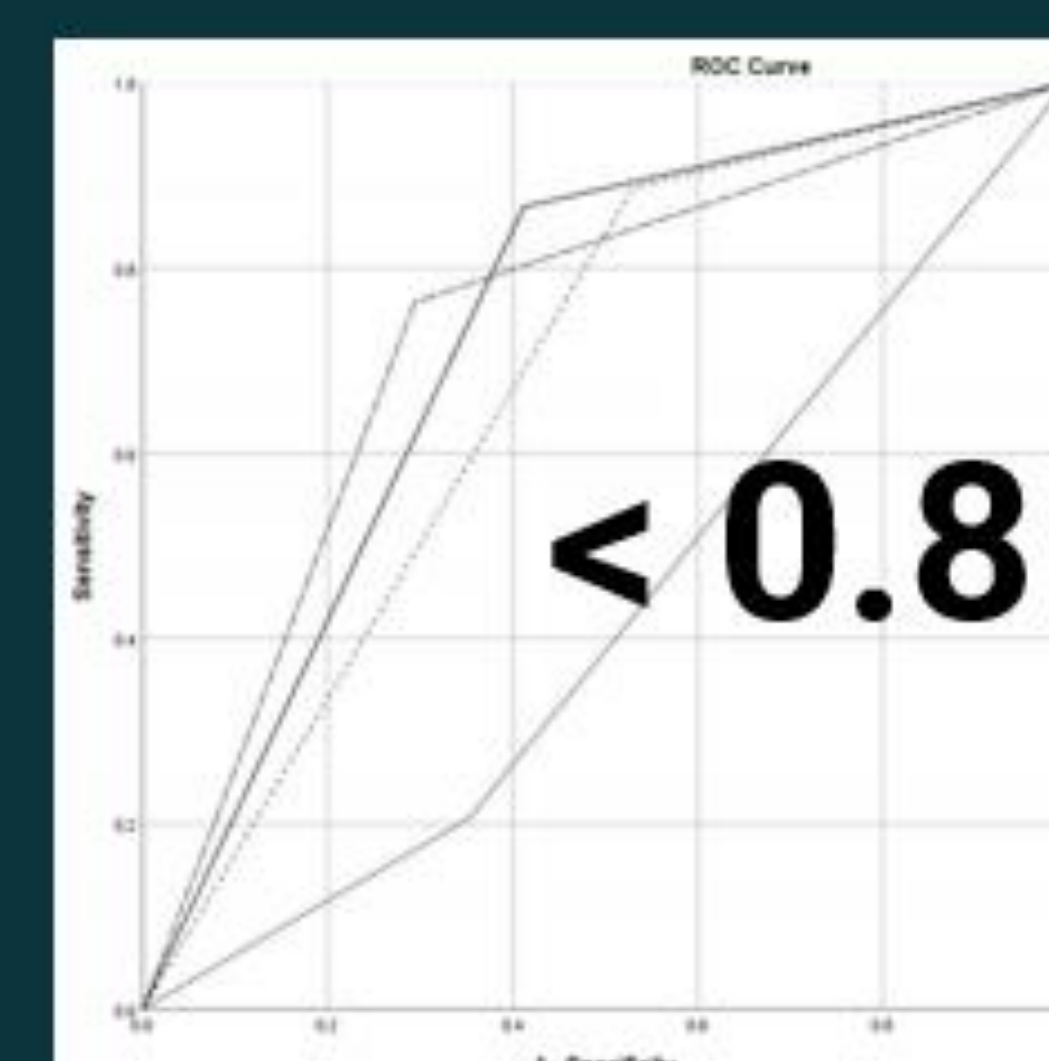
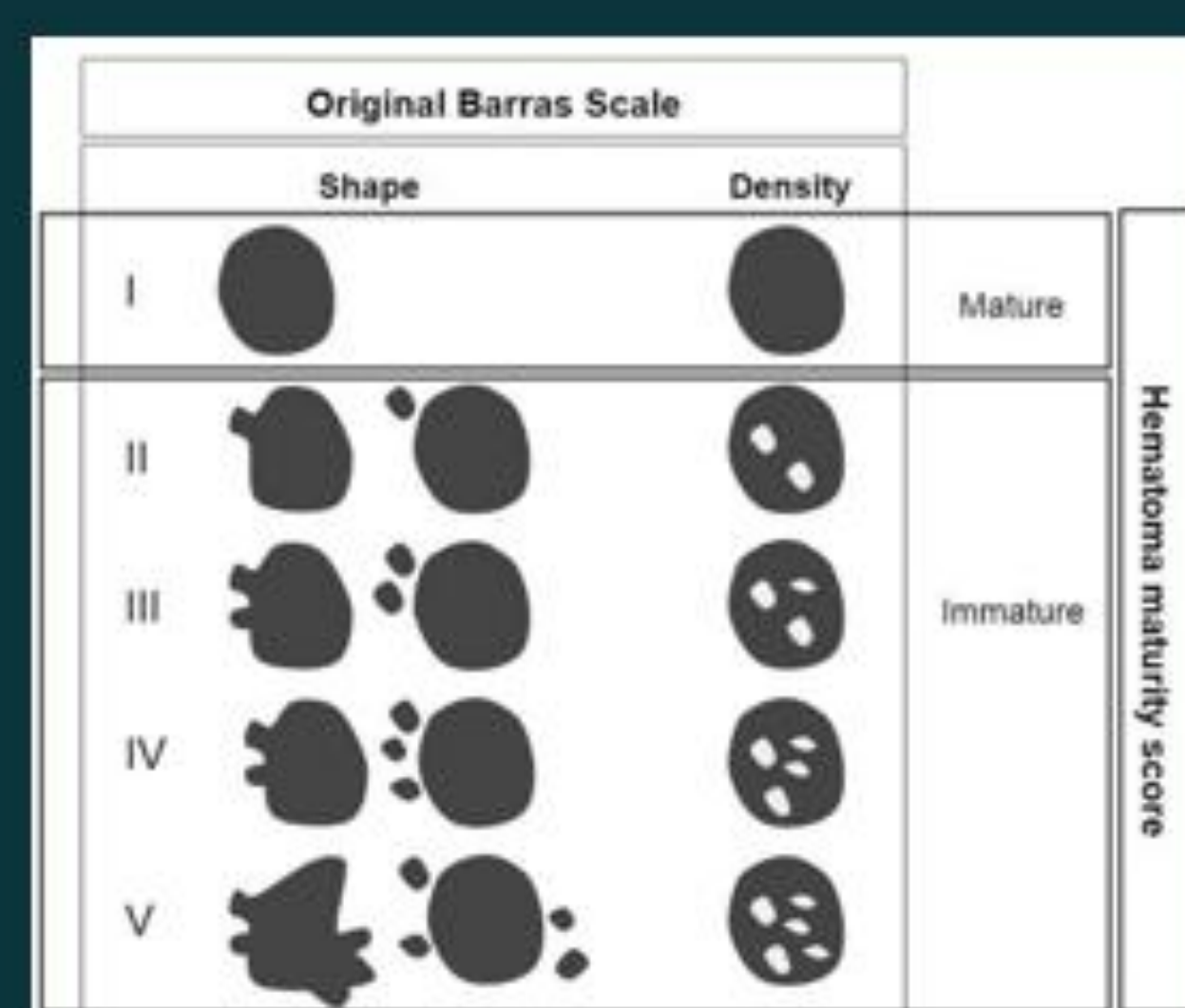
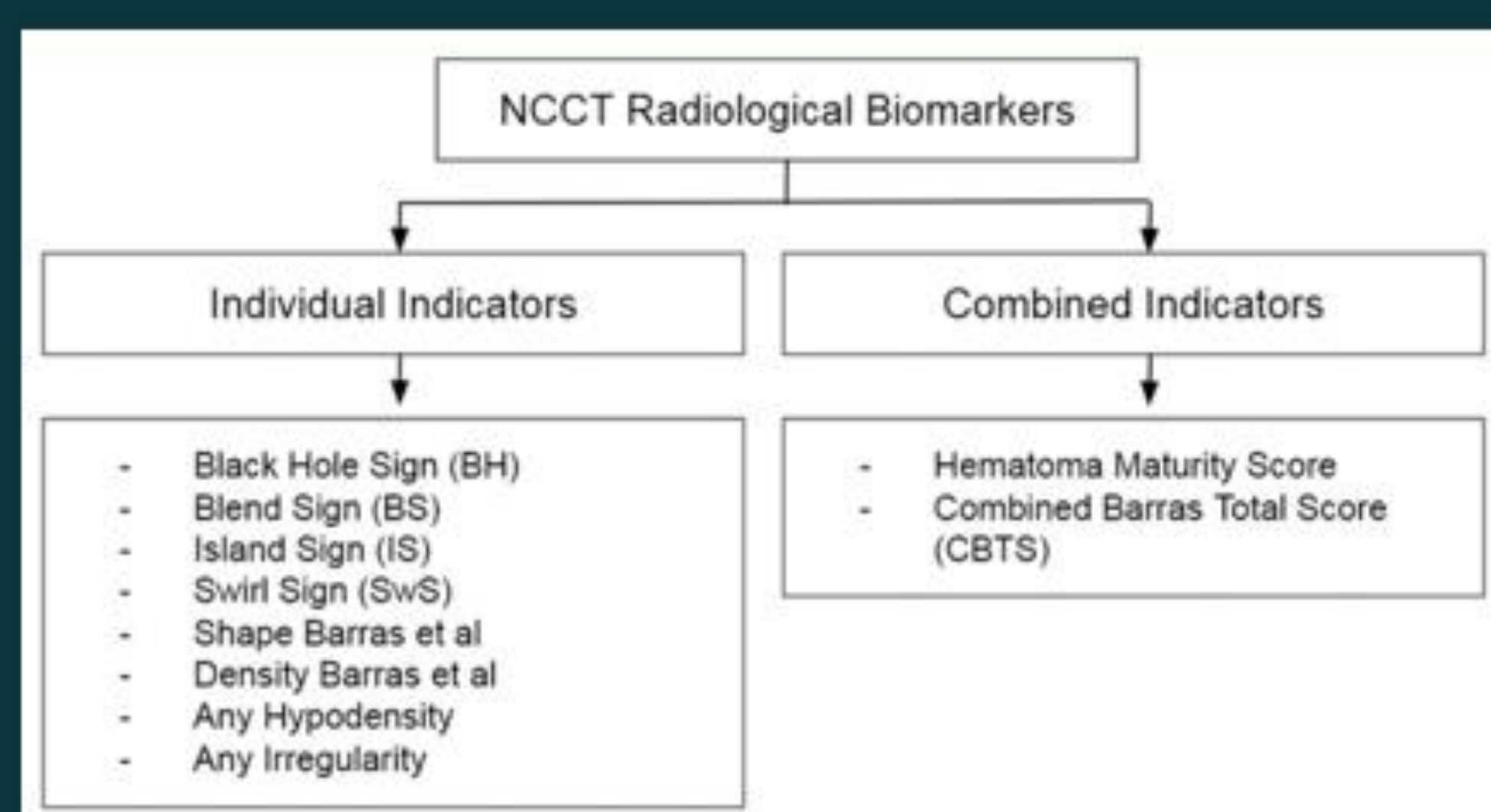
² Clínica Iribas IRM (Asunción, Paraguay)

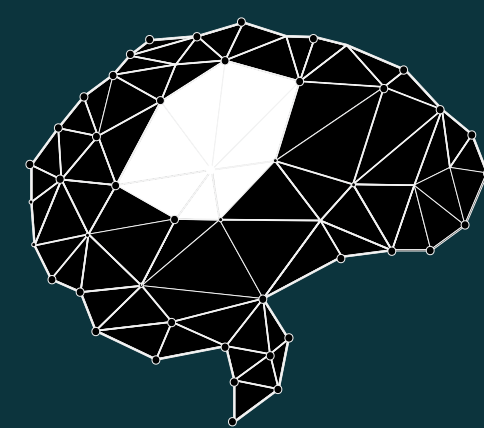
INTRODUCCIÓN

1. Hemorragia Intracerebral Espontánea es subtipo ictus más devastador
2. Mortalidad en 30 días hasta del 40%
3. Sólo un 20% de buen pronóstico funcional a los 6 meses
4. Signos radiológicos → Predictores Funcionales

The new Hematoma Maturity Score is highly associated with poor clinical outcome in spontaneous intracerebral hemorrhage

Elena Serrano¹ · Antonio López-Rueda¹ · Javier Moreno¹ · Alejandro Rodríguez² · Laura Llull² · Christian Zwanzger¹ · Laura Oleaga¹ · Sergi Amaro²





OBJETIVO

Evaluar si clasificadores de Inteligencia Artificial basados en Radiómica del TC Basal pueden predecir el pronóstico funcional en pacientes con HIE

MATERIAL Y MÉTODOS

Análisis Retrospectivo de Registro Prospectivo

Enero 2016 - Abril 2018

Criterios Inclusión:

- >18 años
- TC antes de 24 horas de síntomas

Criterios Exclusión:

- Hemorragia Intracerebral Secundaria
- Hemorragia Intraventricular Primaria
- No disponibles variables Radiómica

European Radiology
<https://doi.org/10.1007/s00330-021-08085-4>

NEURO

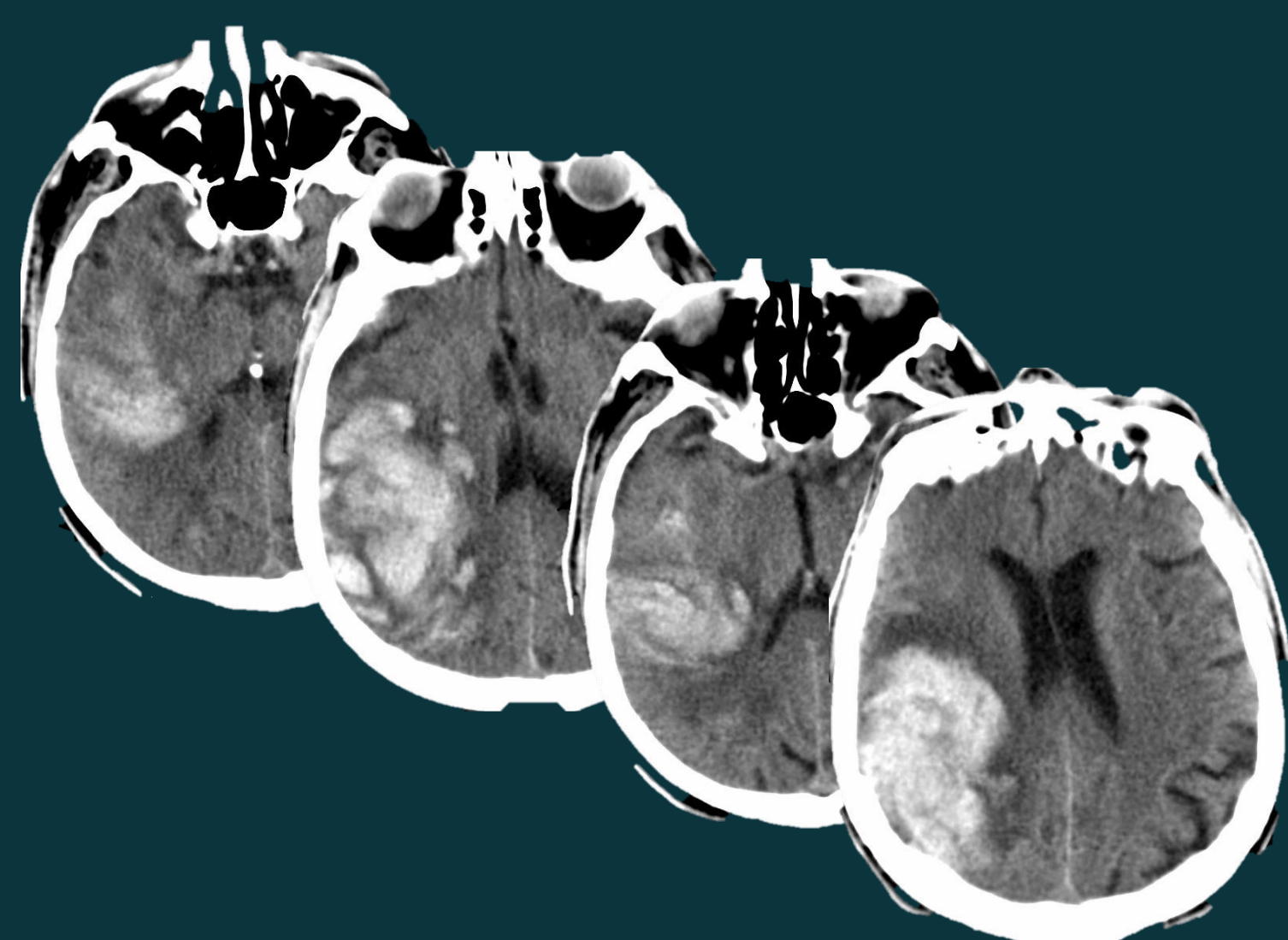
The new Hematoma Maturity Score is highly associated with poor clinical outcome in spontaneous intracerebral hemorrhage

Elena Serrano¹ · Antonio López-Rueda¹ · Javier Moreno¹ · Alejandro Rodríguez² · Laura Llull² · Christian Zwanzger¹ · Laura Oleaga¹ · Sergi Amaro²

Variable Resultado

PRONÓSTICO FUNCIONAL AL ALTA

ADQUISICIÓN

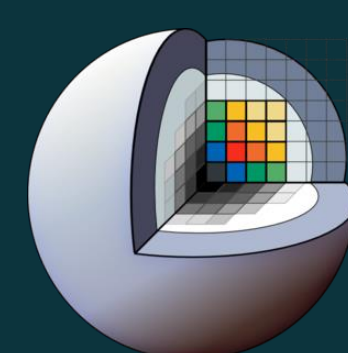


TC BASAL

Axial Orbitomeatal
5 mm grosor
140 kV, 230 mAs

Somatom Flash Siemens
Sensation 64 Siemens

SEGMENTACIÓN



3DSLICER

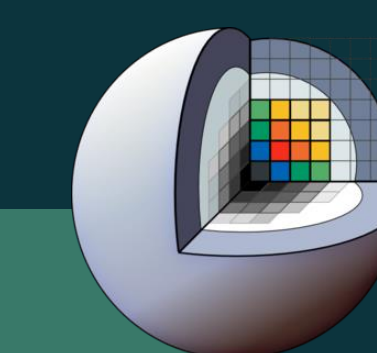
MÓDULO SEGMENT EDITOR

EXTRACCIÓN VARIABLES



PyRadiomics

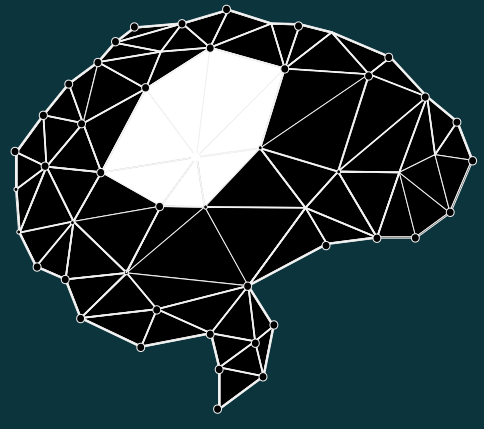
Open-source toolbox for radiomic feature extraction



3DSLICER

MÓDULO RADIOMICS





MATERIAL Y MÉTODOS



PROCESAMIENTO DATOS

Valores Perdidos

Valores Atípicos (Outliers)

Isolation Forest 5%

Estandarización

Normalización

SELECCIÓN VARIABLES

Sin seleccionar

ANOVA (Spearman $<0,5$)

PCA-80

PCA-90

tSNE-7

Isomap-7

LLE-7

CONSTRUCCIÓN MODELO

K-Nearest Neighbors (KNN)

Euclidean distance (KNN-E)

Manhattan distance (KNN-M)

Support-Vector Machine (SVM)

Polynomial kernel (P-SVM)

Radial kernel (R-SVM)

Sigmoid kernel (S-SVM)

Random Forest (RF)

10 Tree depth (RF-10)

50 Tree Depth (RF-50)

Gradient Boosting (GB)

CatBoost (GB)

RESULTADOS

105 pacientes analizados

128 pacientes incluidos (01/2016 - 04/2018)

Excluidos:

- 5 MAVs
- 1 Tumor
- 1 Trombosis Venosa
- 1 Transformación hemorrágica isq
- 1 Hemorragia Intraventricular 1º
- 5 Ausencia mRS al alta
- 9 No disponible Radiómica

Descriptivo de la muestra

Edad 78 (66-84) // Hombres

59(56,2%)

Fumador 7 (6,7%)

HTA 66 (62,9%) // DL 41 (39%)

DM 23 (21,9%) // FA 22 (21%)

Cardiopatía Isquémica 8 (7,6%)

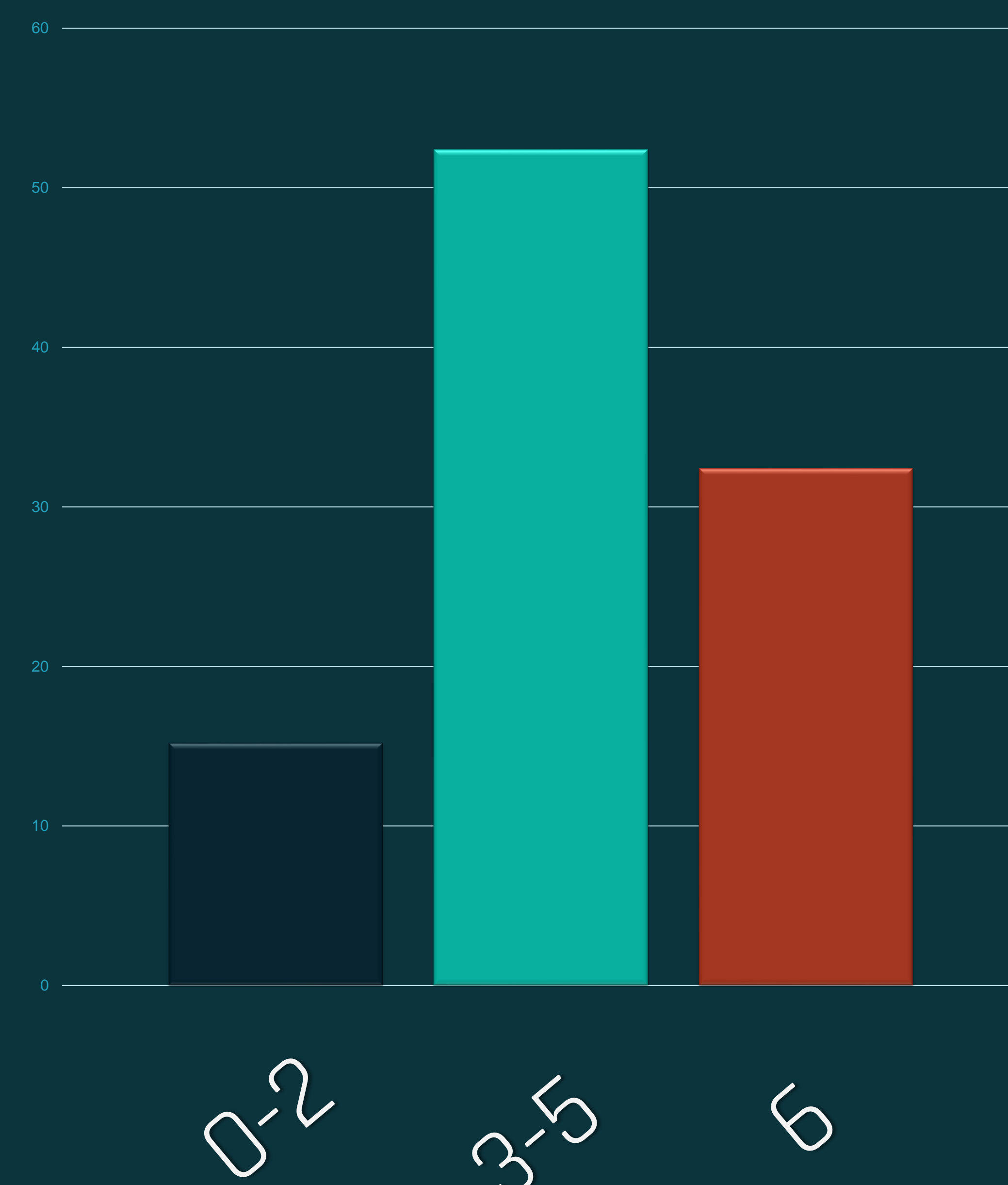
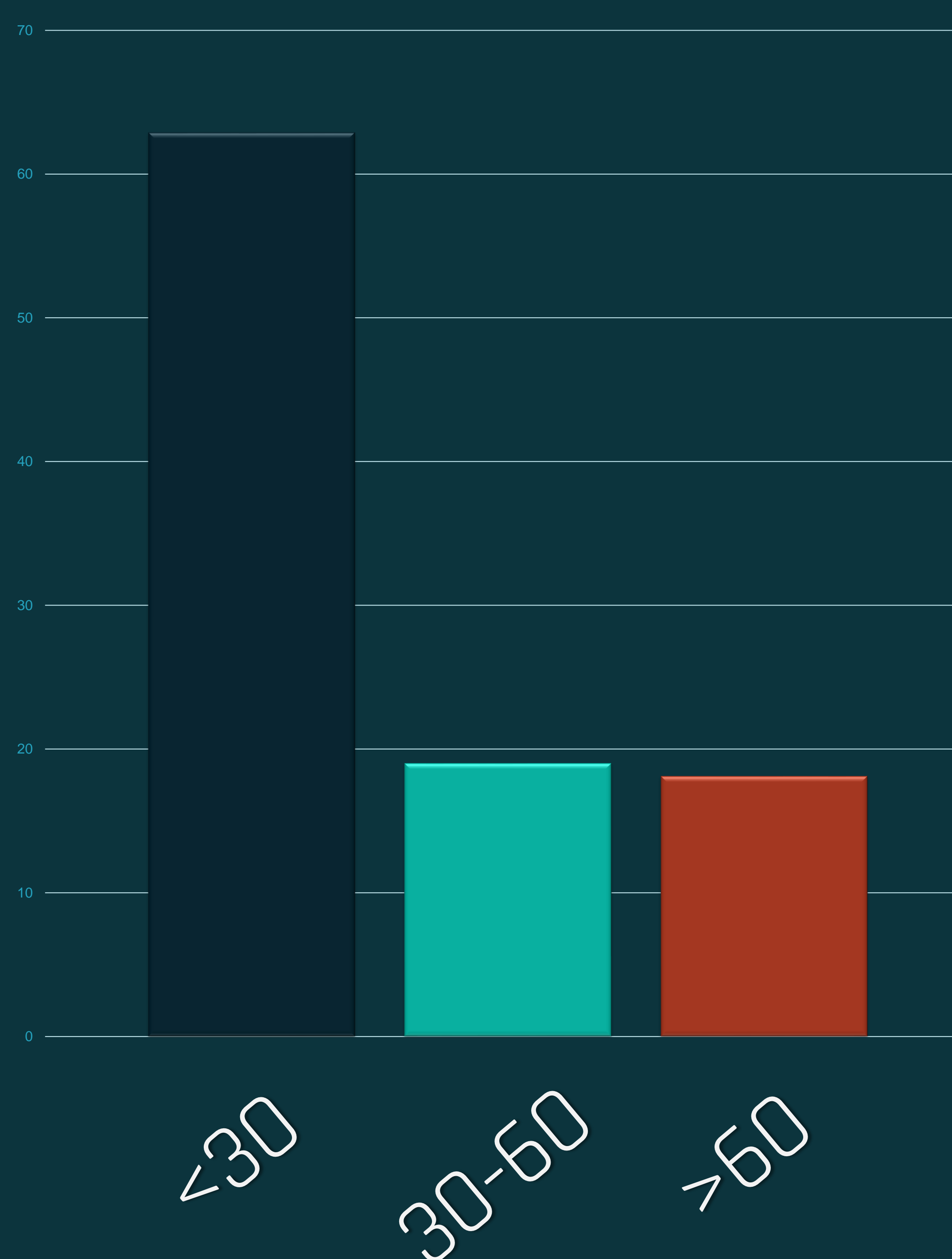
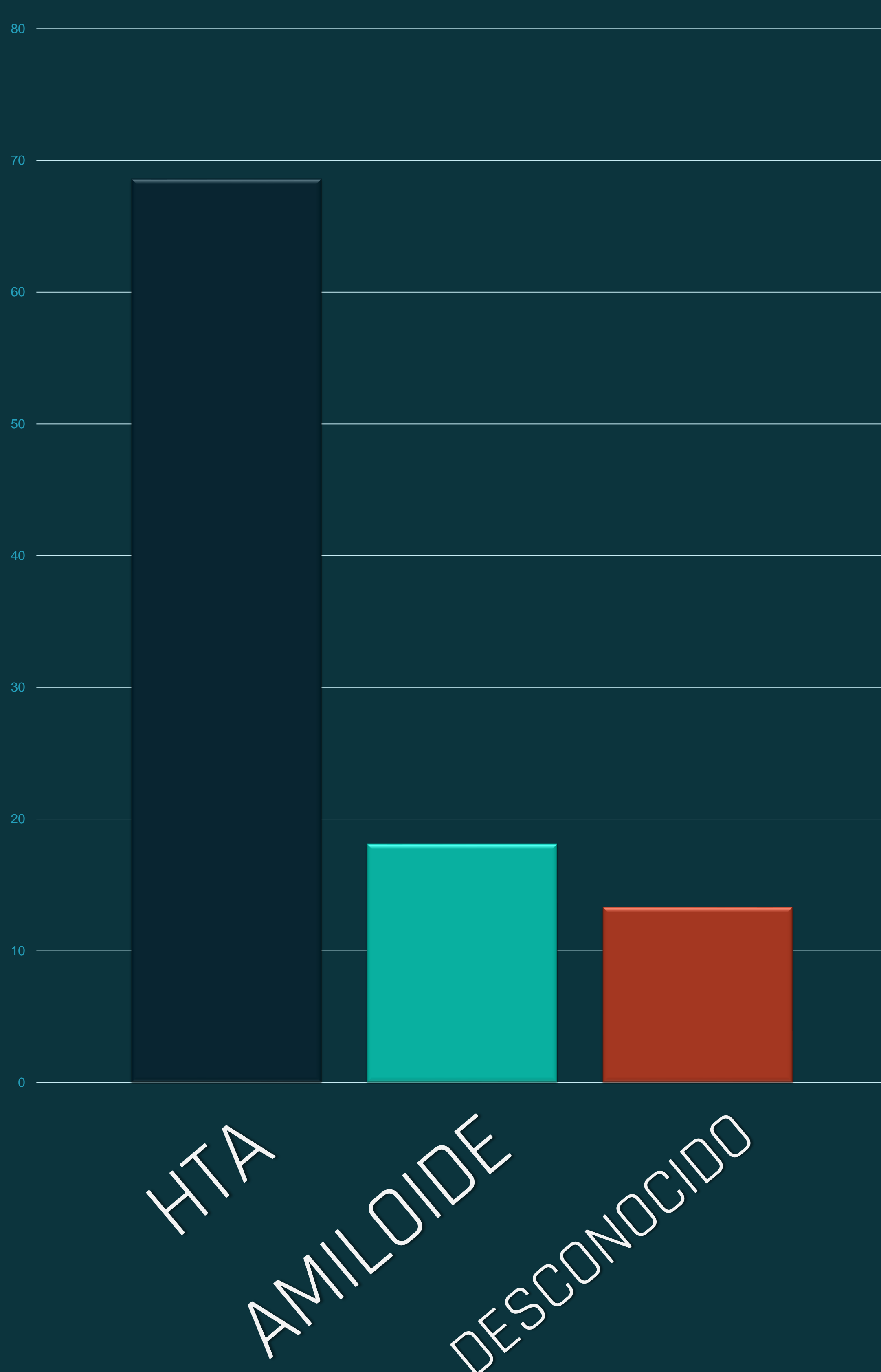
Ictus previo 14 (13,3%)

NIHSS ingreso 14 (5-21)

ETIOLOGÍA

VOLUMEN

mRS Alta



RESULTADOS

105 pacientes

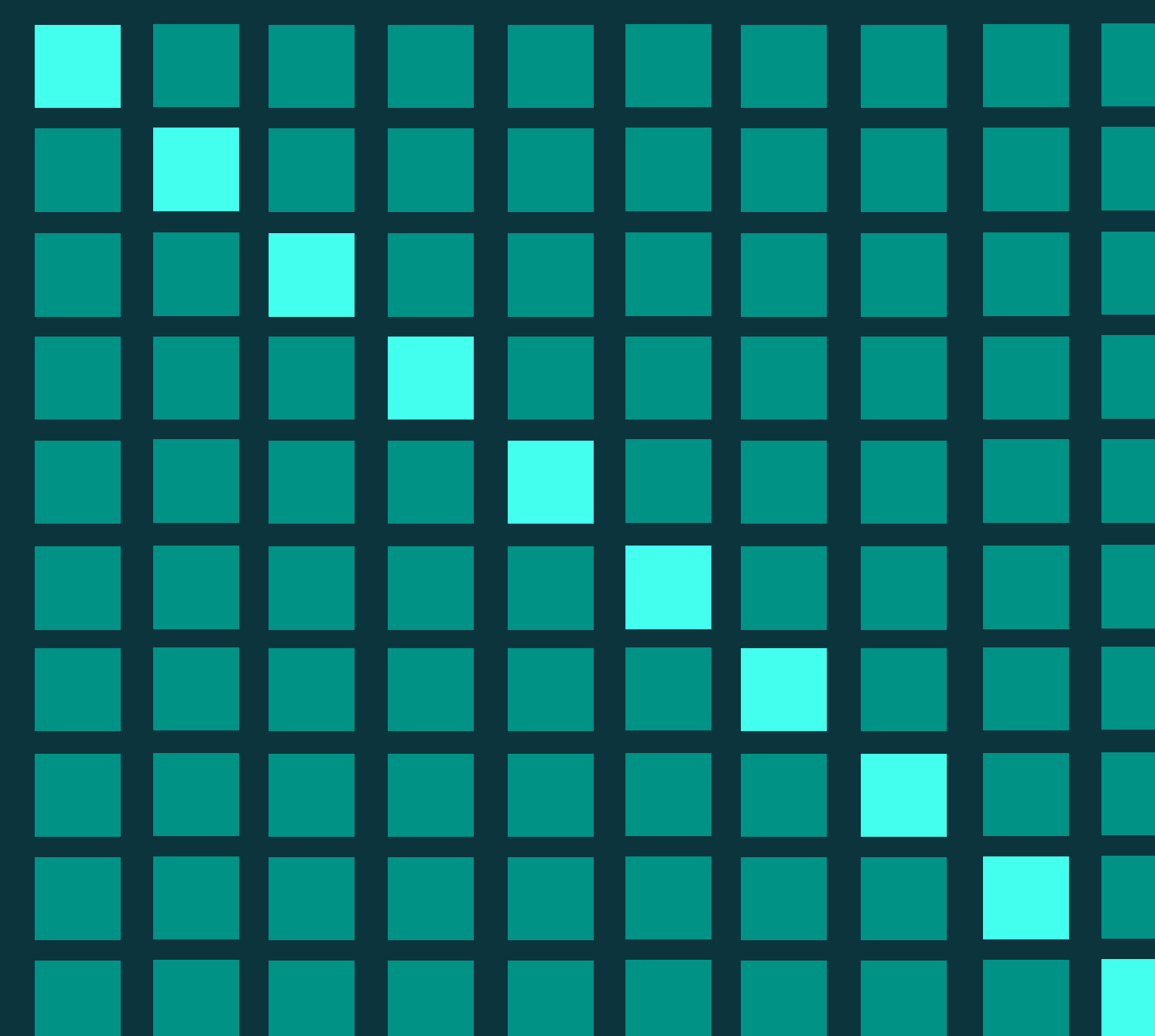
PyRadiomics
Open-source toolbox for radiomic feature extraction



INTENSIDAD FORMA TEXTURA



10 Iteraciones
Validación Cruzada Estratificada



Media de los valores de AUC

METODOS DE SELECCIÓN DE VARIABLES	CLASIFICADORES								
	KNN-E	KNN-M	P-SVM	R-SVM	S-SVM	RF-10	RF-50	GB	
Sin Seleccionar	0.554	0.472	0.693	0.575	0.330	0.514	0.607	0.709	
ANOVA + SPEARMAN (7)	0.752	0.629	0.798	0.636	0.522	0.742	0.715	0.690	
PCA-80 (23)	0.558	0.466	0.487	0.462	0.425	0.572	0.536	0.601	
PCA-90 (34)	0.494	0.528	0.384	0.419	0.512	0.548	0.581	0.505	
tSNE-7	0.600	0.590	0.462	0.288	0.328	0.574	0.638	0.596	
Isomap-7	0.585	0.475	0.530	0.399	0.411	0.355	0.311	0.268	
LLE-7	0.462	0.491	0.433	0.468	0.482	0.486	0.482	0.513	

99 pacientes

Isolation Forest 5%

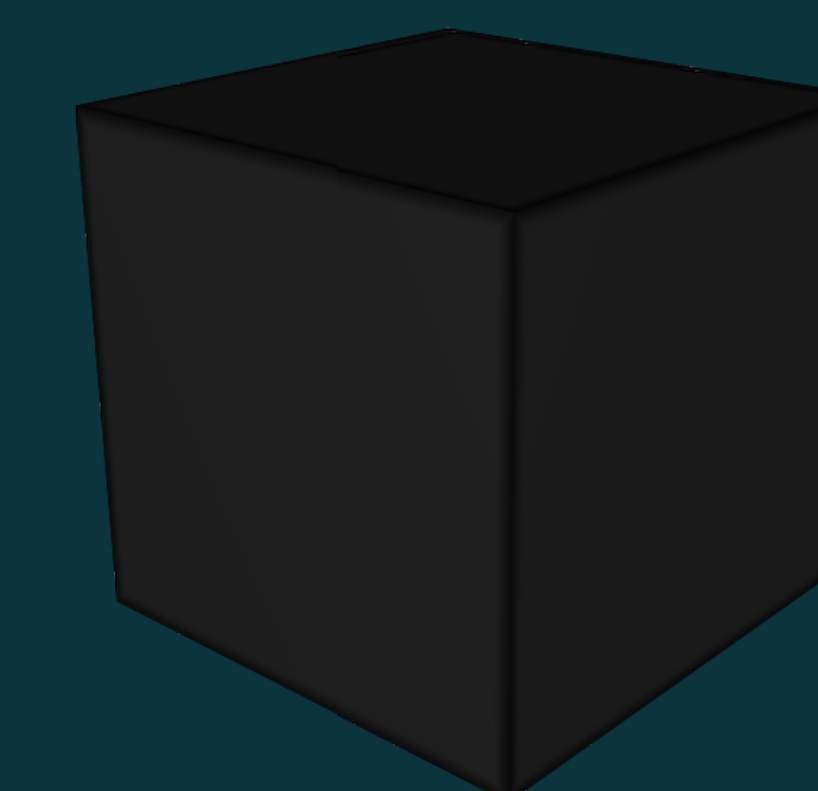
Training-Test Split Estratificado

Entrenamiento

70% (70)

Validación Interna

30% (29)



Media AUC de clasificadores tras 10 iteraciones de validación cruzada estratificada en cohorte entrenamiento

METODOS DE SELECCIÓN DE VARIABLES	CLASIFICADORES								
	KNN-E	KNN-M	P-SVM	R-SVM	S-SVM	RF-10	RF-50	GB	
Sin Seleccionar	0.554	0.472	0.693	0.575	0.330	0.514	0.607	0.709	
ANOVA + SPEARMAN (7)	0.752	0.629	0.798	0.636	0.522	0.742	0.715	0.690	
PCA-80 (23)	0.558	0.466	0.487	0.462	0.425	0.572	0.536	0.601	
PCA-90 (34)	0.494	0.528	0.384	0.419	0.512	0.548	0.581	0.505	
tSNE-7	0.600	0.590	0.462	0.288	0.328	0.574	0.638	0.596	
Isomap-7	0.585	0.475	0.530	0.399	0.411	0.355	0.311	0.268	
LLE-7	0.462	0.491	0.433	0.468	0.482	0.486	0.482	0.513	

RESULTADOS

105 pacientes

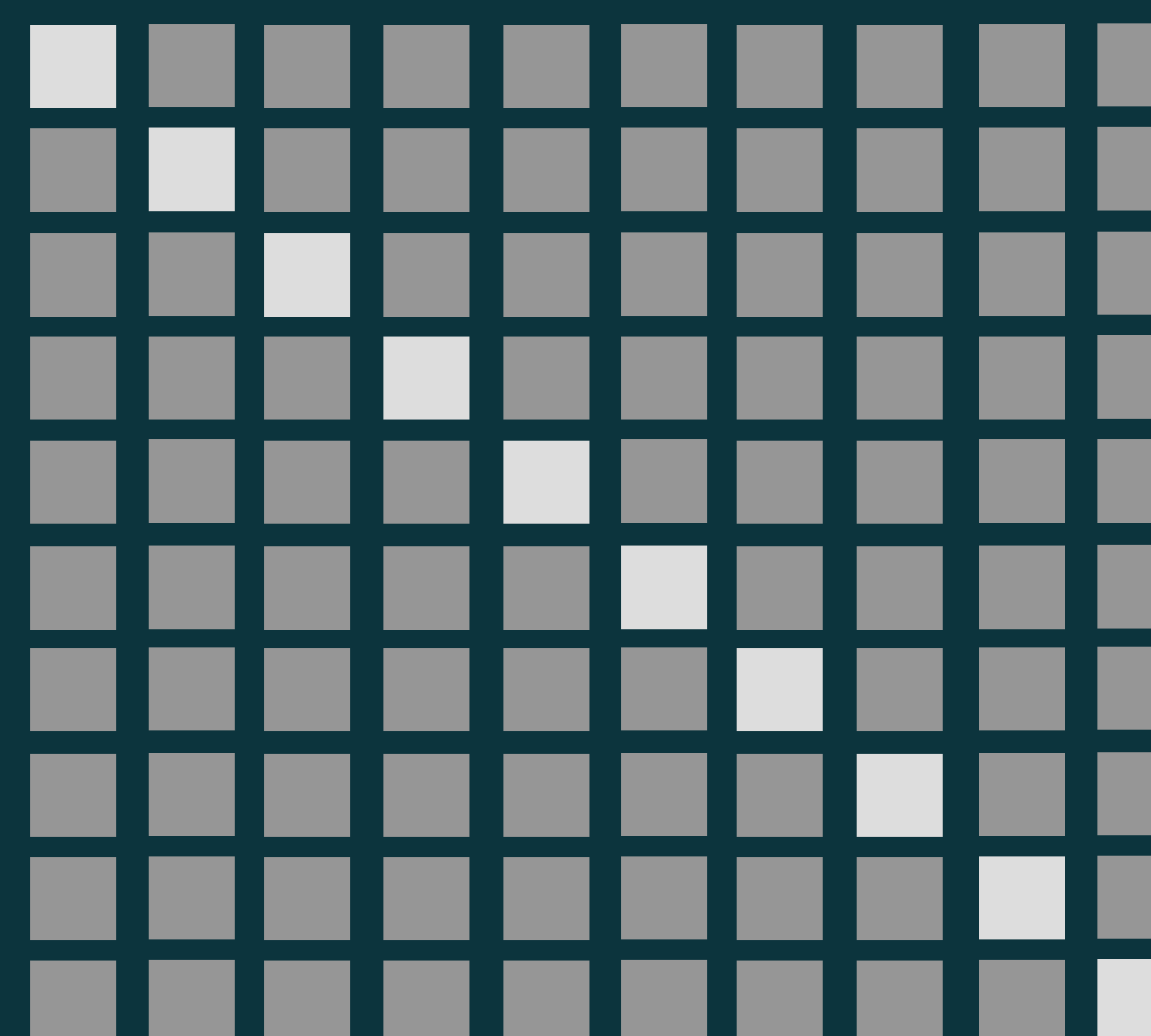
PyRadiomics
Open-source toolbox for radiomic feature extraction



INTENSIDAD FORMA TEXTURA



10 Iteraciones
Validación Cruzada Estratificada



Media de los valores de AUC

		CLASIFICADORES							
		KNN-E	KNN-M	P-SVM	R-SVM	S-SVM	RF-10	RF-50	GB
METODOS DE SELECCIÓN DE VARIABLES	Sin Seleccionar	0.862	0.862	0.862	0.862	0.862	0.862	0.828	0.862
	ANOVA + SPEARMAN (7)	0.897	0.897	0.897	0.862	0.828	0.897	0.862	0.793
	PCA-80 (23)	0.862	0.862	0.828	0.862	0.828	0.862	0.828	0.862
	PCA-90 (34)	0.862	0.862	0.828	0.862	0.862	0.828	0.862	0.828
	tSNE-7	0.828	0.793	0.793	0.862	0.828	0.862	0.862	0.828
	Isomap-7	0.862	0.862	0.862	0.862	0.862	0.897	0.862	0.828
	LLE-7	0.862	0.862	0.793	0.862	0.862	0.862	0.862	0.828

99 pacientes

Isolation Forest 5%

Training-Test Split Estratificado

Entrenamiento

70% (70)

Validación Interna

30% (29)

PREDICCIONES

Sensibilidad de los clasificadores en la cohorte de validación

		CLASIFICADORES							
		KNN-E	KNN-M	P-SVM	R-SVM	S-SVM	RF-10	RF-50	GB
METODOS DE SELECCIÓN DE VARIABLES	Sin Seleccionar	0.862	0.862	0.862	0.862	0.862	0.862	0.828	0.862
	ANOVA + SPEARMAN (7)	0.897	0.897	0.897	0.862	0.828	0.897	0.862	0.793
	PCA-80 (23)	0.862	0.862	0.828	0.862	0.828	0.862	0.828	0.862
	PCA-90 (34)	0.862	0.862	0.828	0.862	0.862	0.828	0.862	0.828
	tSNE-7	0.828	0.793	0.793	0.862	0.828	0.862	0.862	0.828
	Isomap-7	0.862	0.862	0.862	0.862	0.862	0.897	0.862	0.828
	LLE-7	0.862	0.862	0.793	0.862	0.862	0.862	0.862	0.828

RESULTADOS

MATRIZ DE CONFUSIÓN

REALIDAD

BUEN PX

MAL PX

PREDICCIÓN
BUEN PX MAL PX

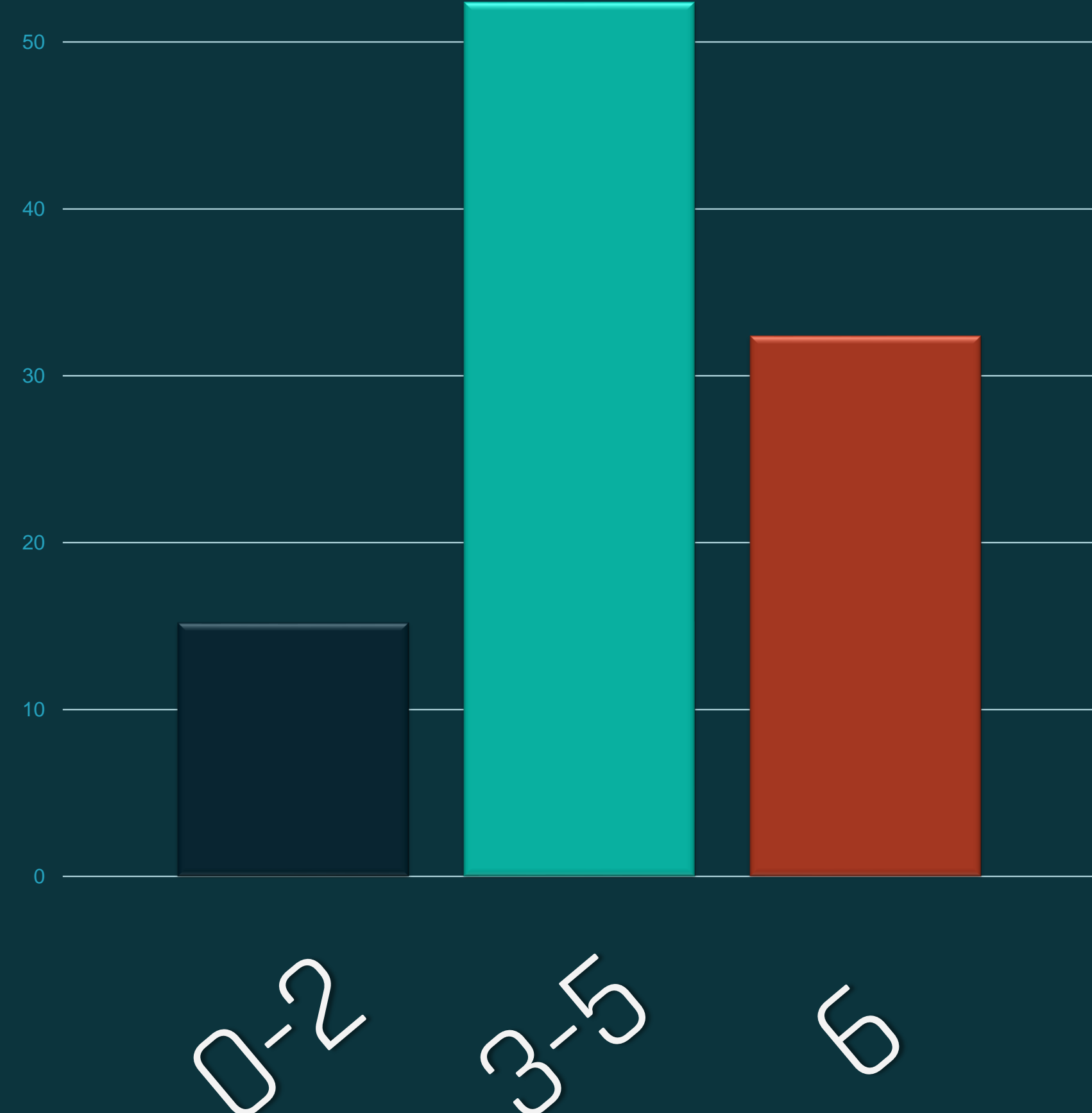
1	3	4
0	25	25
1	28	29

Evaluación mejores Algoritmos IA

- Sensibilidad 0.897 (IC 95%: 0.77-1)
- Valor Predictivo Positivo 100%
- Valor Predictivo Negativo 25%

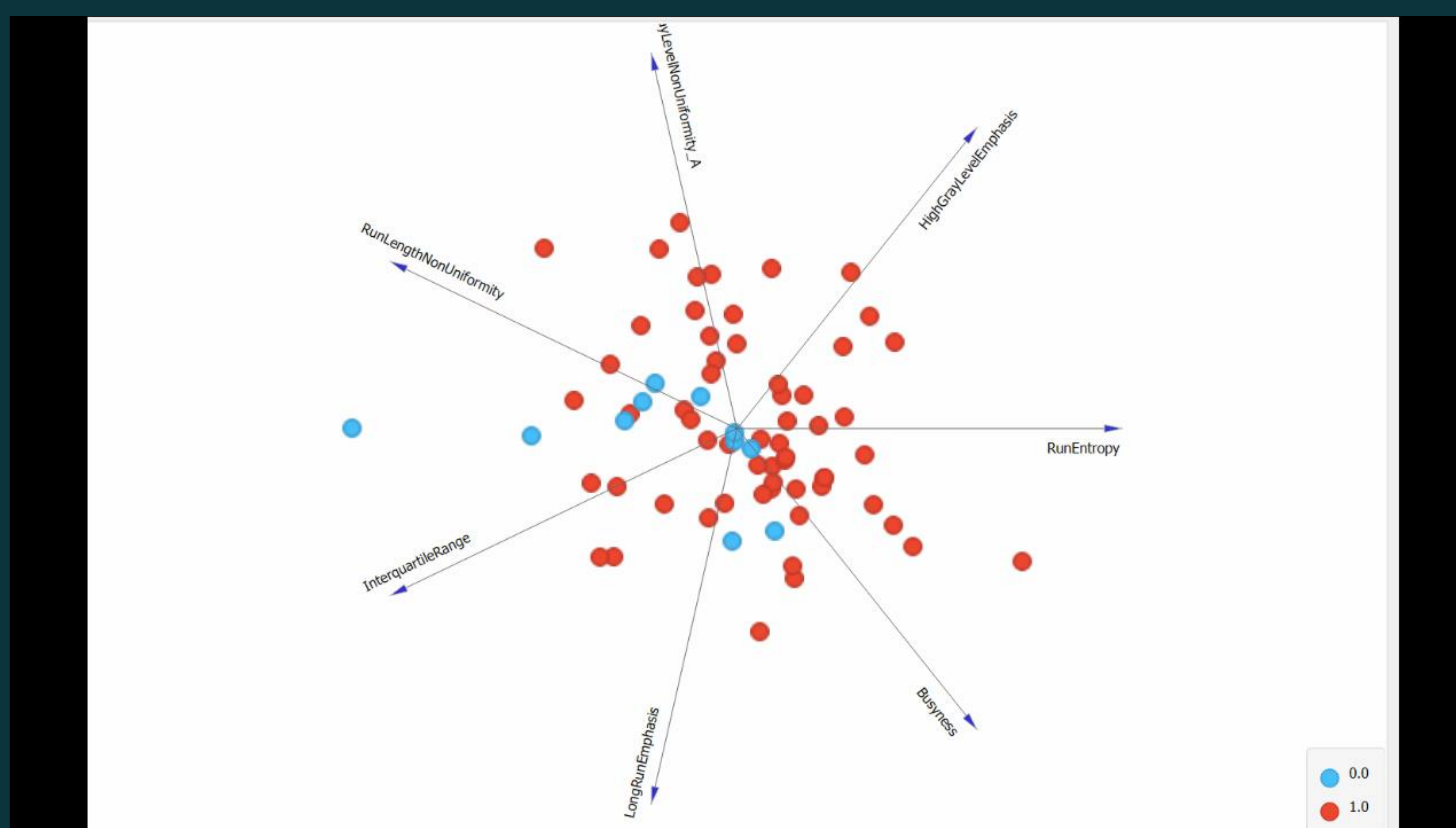
Un método DXCO que identificara a todos los pacientes con "MAL PRONÓSTICO" tendría una Sensibilidad 0.862 (IC 95%: 0.69-1)

mRS Alta



METODOS DE SELECCIÓN DE VARIABLES	CLASIFICADORES								
	KNN-E	KNN-M	P-SVM	R-SVM	S-SVM	RF-10	RF-50	GB	
Sin Seleccionar	0.862	0.862	0.862	0.862	0.862	0.862	0.828	0.862	
ANOVA + SPEARMAN (7)	0.897	0.897	0.897	0.862	0.828	0.897	0.862	0.793	
PCA-80 (23)	0.862	0.862	0.828	0.862	0.828	0.862	0.828	0.862	
PCA-90 (34)	0.862	0.862	0.828	0.862	0.862	0.828	0.862	0.828	
tSNE-7	0.828	0.793	0.793	0.862	0.828	0.862	0.862	0.828	
Isomap-7	0.862	0.862	0.862	0.862	0.862	0.897	0.862	0.828	
LLE-7	0.862	0.862	0.793	0.862	0.862	0.862	0.862	0.828	

Representados en el espacio con las 7 dimensiones de las variables seleccionadas NO parece que haya ningún hiperplano que separe los pacientes de los 2 grupos (rojo: mal px; azul: buen px)



DISCUSIÓN

LIMITACIONES

Muestra Desbalanceada

Ausencia de Datos Clínicos

Ausencia de Optimización Hiperparámetros

OBJETIVO

Evaluar si clasificadores de Inteligencia Artificial basados en Radiómica del TC Basal pueden predecir el pronóstico funcional en pacientes con HIE

CONCLUSIÓN

Clasificadores de Inteligencia Artificial basados en Radiómica del TC Basal **NO** pueden predecir el pronóstico funcional en pacientes con HIE bajo las condiciones de este estudio

Dadas las limitaciones de este estudio **NO** descartamos la posibilidad de que puedan ser útiles en la predicción del pronóstico funcional si se solucionan las limitaciones expuestas...