

Sincronización de adquisición en ictus agudo: comparación del BolusTracking automático y activación manual en AngioTC de troncos supraaórticos e intracraneal.

Llobregat Bretones, Irene; Pinos Montalvo, Armando Damián; Perez Soto, Mauricio Andrés; Vicente De Robles, María; Guedea Martín, Alfonso; Garcia Jimenez, Óscar; Navarro Sornosa, Luis; Rodeyro, Juan Ignacio.

Hospital Universitario Joan XXIII de Tarragona

OBJETIVO

Comparar la **calidad** de la imagen y la eficacia para lograr la **fase arterial selectiva** entre dos métodos de sincronización:

- Activación **automática** mediante Bolus Tracking una vez que el ROI alcanza el umbral de atenuación determinado (120UH)
 - Frente a la activación **manual** de la adquisición por el TSID operador, guiada por la visualización del bolo de contraste y la curva del ROI.
-

REVISIÓN DEL TEMA

1. Justificación técnica

La sincronización precisa entre la administración del medio de contraste y la adquisición de la imagen es crítica para garantizar una alta calidad de la imagen diagnóstica y una rápida detección de estenosis/oclusiones arteriales en ictus agudo.

Peak Enhancement Time (PET)

Es el momento de la máxima atenuación endoluminal antes de que el retorno venoso oscurezca las estructuras arteriales.

El desafío fisiológico

La llegada del bolo a la región de interés no es uniforme.

Bajo esta premisa, se evalúa la eficacia de dos estrategias de adquisición:

- Bolus Tracking (Automático)
- Adquisición Manual o Retraso Fijo.



Edad (retraso $+0,086\text{s/año}$)



Gasto cardíaco



Distensibilidad vascular



Ateromatosis calcificada

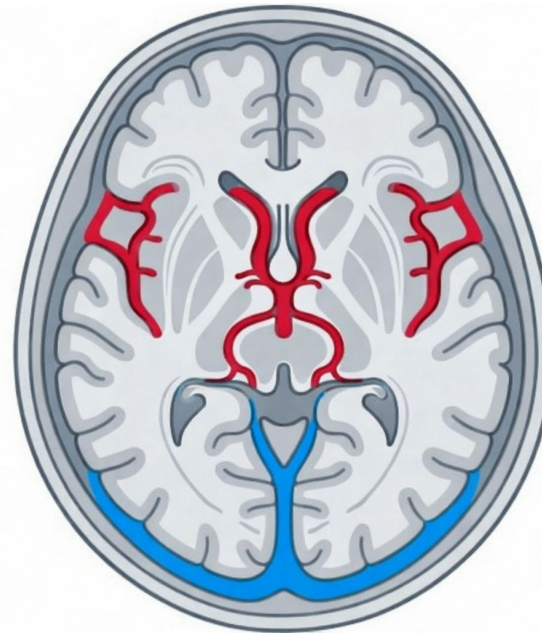
2. Criterios de calidad del estudio neurovascular

a) Criterios Cuantitativos

Atenuación Arterial

250-300UH

Medida en la ACI y polígono de Willis



Atenuación Venosa

La mínima posible.
Medida en el seno sagital superior.

Gradiente Arterio-Venoso >150UH

Maximizar diferencia entre las arterias intracraneales y el seno sagital superior

2. Criterios de calidad del estudio neurovascular

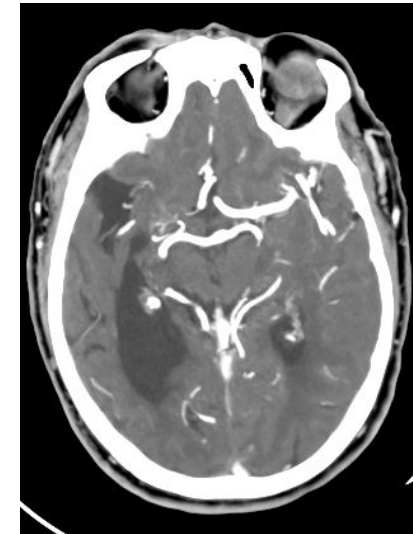
b) Criterios Cualitativos (intravasculares)

Fase Arterial Pura (Ideal)



Visualización nítida de las ramas de las ACM.
Ausencia de contraste en sistema venoso.

Fase Contaminación Venosa



Presencia de contraste en sistema venoso profundo y senos dures.
Indica adquisición tardía o tránsito acelerado.

2. Criterios de calidad del estudio neurovascular

c) Criterios Cualitativos (extravasculares)

Contrast-to-Noise Ratio (CNR)

Capacidad de diferenciar el vaso realzado de las estructuras adyacentes.

Esencial para reconstrucciones MIP y evaluar de colaterales leptomeníngicas.



3. Tipos de adquisición de imagen tras administración de contraste

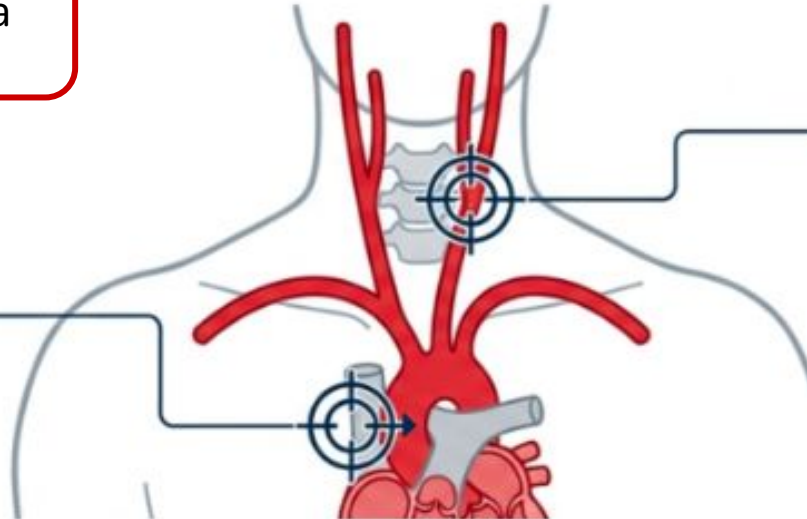
Adquisición	Método	Funcionamiento Técnico
Bolus Tracking	Seguimiento Automático	Monitoriza en tiempo real las HU en un ROI (ej. Carótida). Al llegar al umbral (100-120 HU), dispara.
Test Bolus	Bolo de Prueba	Inyecta 10-20 ml primero para calcular el tiempo de tránsito exacto antes del bolo real.
Fixed Delay	Retraso Fijo	La máquina dispara automáticamente a los X segundos.
Dynamic / Shuttling Scan	Adquisición Dinámica / 4D	La mesa se mueve adelante y atrás o el detector es tan ancho que cubre todo el cerebro, disparando continuamente.

5. Anatomía Radiológica del ROI (Puntos Óptimos)

¡Atención! La colocación precisa del ROI es fundamental para evitar disparos fallidos

Aorta Ascendente:

Estándar en neurovascular.
Asegura activación antes de llegar al Polígono de Willis.



Bifurcación Carotídea (C4-C5):

ROI circular en carótida común.
Alternativa para detectar el ascenso exacto de la curva.

6. Ventajas y Limitaciones

Adquisición automática



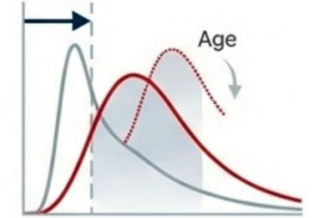
Ventaja

- Enfoque personalizado para alta atenuación arterial

Limitaciones

- Ruido de imagen
- Calcificaciones densas en el ROI
- Desplazamiento del vaso por respiración

Adquisición automática



Ventaja

- Simplicidad en anatomía predecible

Limitaciones

- Ignora fisiología: El pico de realce se retrasa con la edad (0,086s/año)
- Riesgo: Un Scan Delay fijo (5-10s) puede truncar la curva y generar imágenes no diagnósticas.

MATERIAL Y MÉTODO

Estudio **retrospectivo** de **10 pacientes** con código de activación por sospecha de **ictus** isquémico, dividido en **dos grupos** (n=5 por brazo).

Se analizaron la **calidad** de imagen, la presencia de **artefactos**, el grado de **opacificación venosa**, identificación de **oclusiones** arteriales y la **concordancia** con los hallazgos clínicos.

RESULTADOS: DESCRIPTIVOS

Variable	Adquisición Automática (n=5)	Adquisición Manual (n=5)
Edad (años)	71,8±8,1	66,2±9,5
Género (Femenino)	80% (n=4)	60% (n=3)
Frecuencia Cardíaca (LPM)	75,0±3,5	69,8±7,9
TAS (mmHg)	144,0±23,6	146,2±22,6
Arteriopatía Calcificada Grave	0% (Ausente)	0% (Ausente)
Antecedente Insuf. Cardíaca	0% (Ausente)	0% (Ausente)

RESULTADOS: DESCRIPTIVOS

Comparabilidad entre grupos

Ausencia de diferencias significativas basales entre grupos



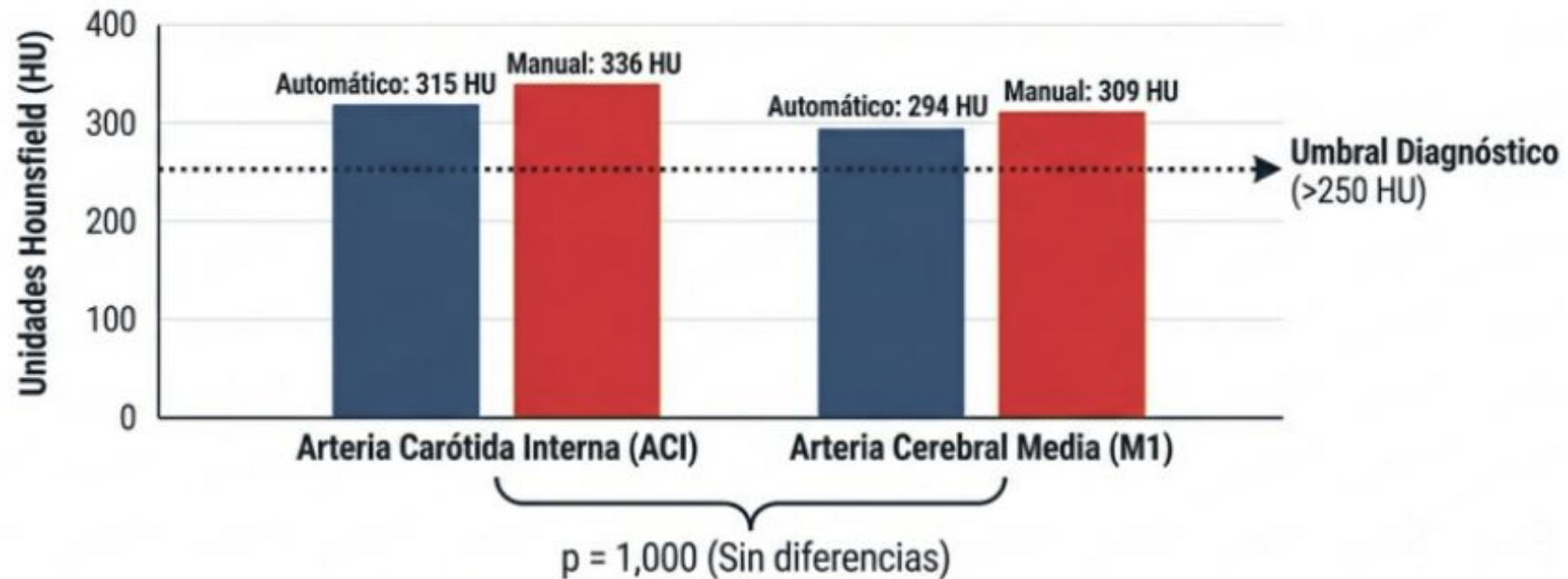
RESULTADOS: ANALÍTICOS

Variable	Adquisición Automática	Adquisición Manual	Significación (p)
Densidad ACI (HU)	315,0±37,0	336,2±17,9	p=1,000 (No sig.) +2
Densidad M1 (HU)	294,8±28,9	309,8±29,7	Sin diferencia sig.
Contaminación Venosa	0% Significativa	60% Significativa	Clínicamente relevante
Calidad MIP Óptima	80% (n=4)	20% (n=1)	Diferencia marcada
Calidad Visual Global	100% Buena/Excelente	60% Subóptima	p=0,046 (Lineal) +2

RESULTADOS

Opacificación Arterial (>250HU)

Ambos métodos logran una opacificación arterial adecuada

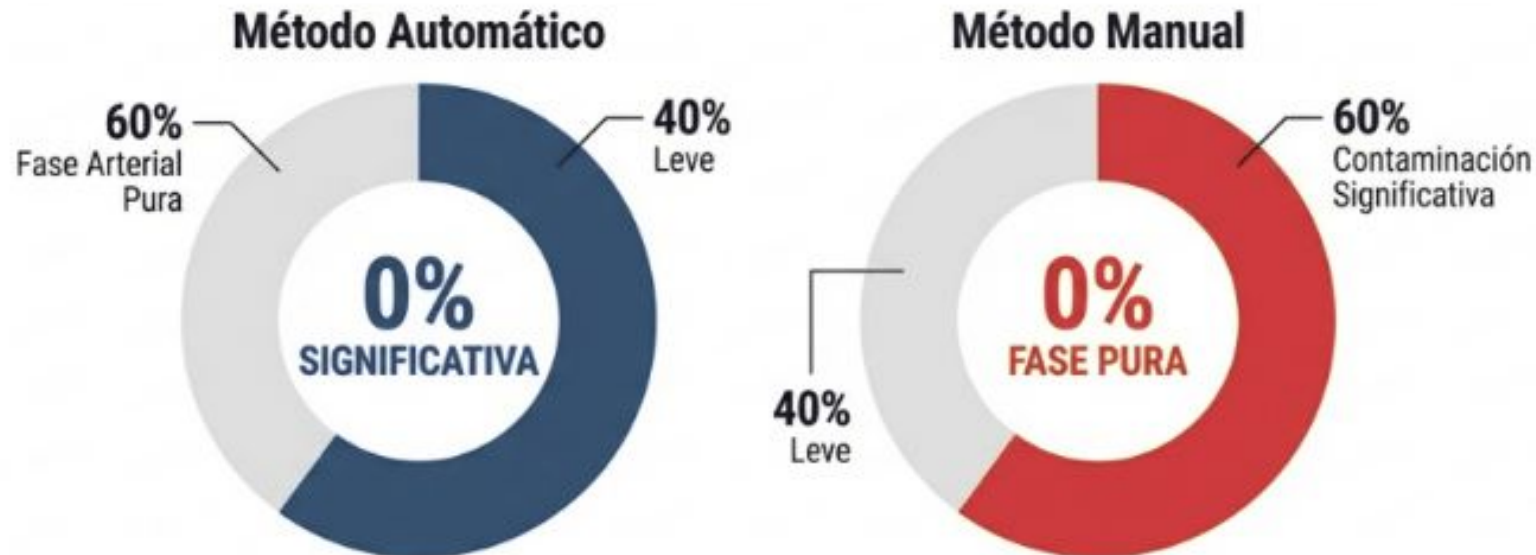


RESULTADOS

Radiológicamente
MUY relevante

Contaminación Venosa

Únicamente se presentó de manera significativa en el grupo manual.



RESULTADOS

Calidad reconstrucción MIP

Diferencia marcada entre grupos. Impacto directo en la valoración de colaterales

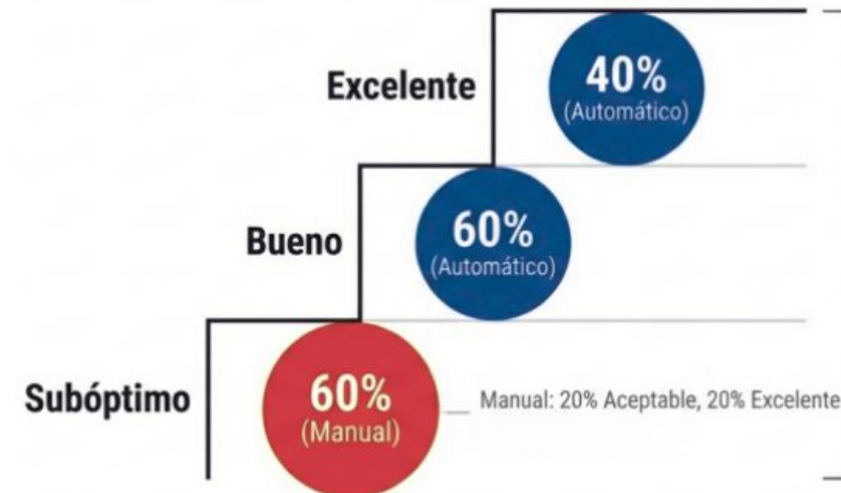


RESULTADOS

Calidad Visual Global

Mejor calidad visual valorada por radiólogos en una escala del 1-5

Puntuación	Calidad	Criterios
1	No diagnóstica	Opacificación < 200 HU. Imposible valorar oclusión.
2	Subóptima	Realce débil. Dudas en colaterales y vasos distales.
3	Aceptable	Suficiente para ver gran vaso. Contaminación venosa presente.
4	Buena	Excelente realce (> 250 HU). Senos duros oscuros.
5	Excelente	Contraste brillante. Venas negras. MIP perfecto para colaterales.



**Asociación Estadística
Significativa (p = 0,046)**

DISCUSIÓN

Hallazgos

Adquisición automática **superior cualitativamente** al método manual en angio-TC de ictus agudo.

- Sin diferencias significativas en la **densidad arterial** (ACI y M1).
- Reducción de **contaminación venosa**: 0% vs. 60%.
- Mejor calidad de **reconstrucciones MIP**
- Mejor **Calidad Visual Global** ($p=0.046$)

Limitaciones

- **Tamaño muestral** reducido.
- No se incluyeron pacientes con **insuficiencia cardíaca** ni **arteriopatía calcificada grave**. En estos casos podría requerirse protocolo manual supervisado.

Perspectivas

- Necesarios **estudios más amplios** para confirmar los hallazgos.

CONCLUSIONES

La técnica de **activación automática mejora significativamente la calidad visual** de la angio-TC de troncos supraaórticos e intracraneal en el ictus agudo.

En base a estos resultados, la adquisición automática fue adoptada como **estándar técnico** en los protocolos de urgencias neurológicas de nuestro hospital, aunque se recomienda continuar la investigación en poblaciones más amplias y diversas para consolidar la evidencia.

REFERENCIAS

- (1) Rau A, Elsheikh S, Cimflova P, Stein T, Taschner CA, Hosp JA, et al. Contrast bolus timing in CT-angiography and CT-perfusion: insights from a large clinical dataset. *Neuroradiology*. 2025;67(5):1171–81. doi:10.1007/s00234-025-03558-5
 - (2) Shirasaka T, Hiwatashi A, Yamashita K, Kondo M, Hamasaki H, Shimomiya Y, et al. Optimal scan timing for artery-vein separation at whole-brain CT angiography using a 320-row MDCT volume scanner. *Br J Radiol*. 2017;90(1070):20160634. doi:10.1259/bjr.20160634
 - (3) Prabhu A, Pradhan A, S S, et al. Optimization of Bolus-Tracking Thresholds levels in Cerebral CT Angiography: Influence of Patient Characteristics on contrast enhancement dynamics and radiation dose metrics. *F1000Research*. 2025;14:1219. doi:10.12688/f1000research.171062.2
 - (4) Deak Z, Schuettoff L, Lohse AK, Fabritius M, Reidler P, Forbrig R, et al. Reduction in Radiation Exposure of CT Perfusion by Optimized Imaging Timing Using Temporal Information of the Preceding CT Angiography of the Carotid Artery in the Stroke Protocol. *Diagnostics (Basel)*. 2022;12(11):2853. doi:10.3390/diagnostics12112853
-