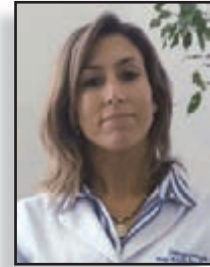


Accidente Cerebro Vascular isquémico

– rol actual de la imagenología –

Dr. Nicolás Sgarbi*,
Dra. Ximena González Larramendi**

* Ex-Profesor Agregado. ** Profesora Adjunta.
Departamento de Radiología, Hospital de Clínicas,
Montevideo, Uruguay.



Introducción

El **Accidente Cerebro Vascular isquémico (ACVi)** es un verdadero problema sanitario a nivel mundial por el elevado porcentaje de la población afectada, las secuelas que produce y los elevados costos en salud que genera.

En Uruguay las cifras de pacientes afectados han ido en aumento y es una de las principales causas de muerte y discapacidad.

En los últimos años el encare de esta enfermedad se ha visto sustancialmente modificado por los excelentes resultados de diferentes tratamientos^(1,2).

Los principales objetivos del tratamiento en la actualidad en el paciente con ACVi son:

- restaurar el flujo sanguíneo a la zona afectada y
- disminuir el efecto de la isquemia en el tejido para limitar el tejido dañado de forma irreversible⁽³⁾.

El principal cambio se ha dado en el manejo en las **primeras horas del evento**, en donde la introducción de distintos protocolos de selección de pacientes y su manejo terapéutico ha impactado en el pronóstico vital y funcional⁽⁴⁾.

Al mismo tiempo que se ha evolucionado en el tratamiento, sobre todo en la modalidad **endovascular**, las diferentes técnicas de imagen aportan información sustancial no sólo en vistas al tratamiento sino también en la mejor comprensión de la patología⁽⁵⁾.

Así las diferentes técnicas permiten:

- establecer el diagnóstico de isquemia y descartar diferenciales,
- identificar el tejido potencialmente recuperable (*penumbra o tejido en riesgo isquémico*),
- la búsqueda de la oclusión vascular y
- la selección de los pacientes candidatos a tratamiento y su modalidad⁽¹⁾.

E-mail: nsgarbi@gmail.com

Sin dudas que el ACVi es una emergencia médica y por lo tanto la técnica de imagen elegida debe ser realizada e interpretada de forma rápida y precisa de forma tal de no retrasar el tratamiento.

Es aquí donde surge una de las interrogantes más discutida en los últimos años, **¿cuál es la mejor modalidad de imagen a utilizar y su rol en la selección de pacientes?: tomografía computada (TC) o resonancia magnética (RM)**⁽⁶⁾.

Está claramente establecido que la TC tiene un excelente rendimiento en la detección de hemorragia mientras que la RM es el método más sensible y específico para detectar isquemia de forma precoz⁽⁷⁾.

Revisaremos el estado actual de las diferentes técnicas de imagen disponibles para el estudio del paciente con ACVi en fase hiperaguda y su impacto en la selección y manejo terapéutico.

Objetivos de los métodos de imagen

En el estudio de un paciente con ACVi los métodos de imagen son fundamentales ya que impactan de forma significativa en el manejo terapéutico inicial y por ello en el pronóstico⁽⁸⁾.

La mayoría de los ensayos clínicos proponen **algoritmos de selección** de pacientes que se basan en criterios o información obtenida de los estudios de imagen.

Los métodos de imagen, sobre todo la TC, en un paciente con sospecha de ACVi tiene como principal objetivo establecer el diagnóstico y descartar hemorragia o posibles simuladores.

En los últimos años, con la evidencia disponible, estos objetivos se han modificado sustancialmente. Es así que no sólo es importante la evaluación cerebral y confirmar la ausencia de hemorragia (*principal contraindicación del uso de fibrinolíticos*), sino también buscar isquemia configurada y analizar el estado de la circulación cerebral o hemodinamia encefálica⁽⁸⁾.

No existe un consenso único sobre qué modalidad de imagen es preferida para seleccionar pacientes con ACVi.

Es claro que la modalidad seleccionada debe brindar información de forma rápida para poder realizar una adecuada selección de pacientes para tratamiento precoz.

Las recomendaciones de la American Heart Association (AHA) señalan que tanto la TC como la RM pueden ser elegidas como método de estudio en los pacientes con sospecha de isquemia en la fase hiperaguda (*menos de 6 horas de evolución*). Deben ser considerados como métodos complementarios y por ello el paradigma no debe intentar elegir cuál técnica es la más adecuada.

Luego de descartar la presencia de hemorragia, es fundamental definir la presencia de isquemia configurada y su extensión, parámetro fundamental en la toma de decisiones en la fase hiperaguda.

El segundo punto de interés es la detección de oclusión de una arteria cerebral mayor (*oclusión proximal*), que junto a la valoración neurológica son los parámetros que permiten predecir mejor el pronóstico del paciente⁽⁹⁾.

En la actualidad también entra en consideración la valoración del tejido potencialmente recuperable, objetivo fundamental de las terapias de reperfusión, (*área de penumbra*).

Diagnóstico y cuantificación del área de isquemia

En un paciente con sospecha de ACVi en fase hiperaguda es fundamental como primer paso el estudio del estado del parénquima encefálico.

Se debe definir de forma rápida, luego de **excluir hemorragia**, la existencia o no de isquemia y delimitar su extensión lo que define el **área de infarto (core/tejido no recuperable)**.

La presencia y extensión de tejido dañado de forma irreversible es uno de los factores que impactan de forma directa en el pronóstico.

Tomografía Computada

La TC sin contraste (s/c) está claramente establecida como el método de primera elección a realizar de forma inmediata frente a la sospecha de ACVi (*Clase I, Nivel de evidencia A*)⁽¹⁰⁾. Su principal objetivo sigue siendo descartar diagnósticos diferenciales o simuladores de isquemia encefálica, y excluir la presencia de hemorragia, principal factor excluyente de tratamientos de revascularización.

La TC s/c tiene alta sensibilidad para el diagnóstico de hemorragia parenquimatosa y subaracnoidea y por lo tanto es suficiente para excluir pacientes de tratamientos de reperfusión por esta causa⁽¹⁾.

Es aceptado desde hace años que la TC s/c es el único método suficiente para la toma de decisiones en pacien-

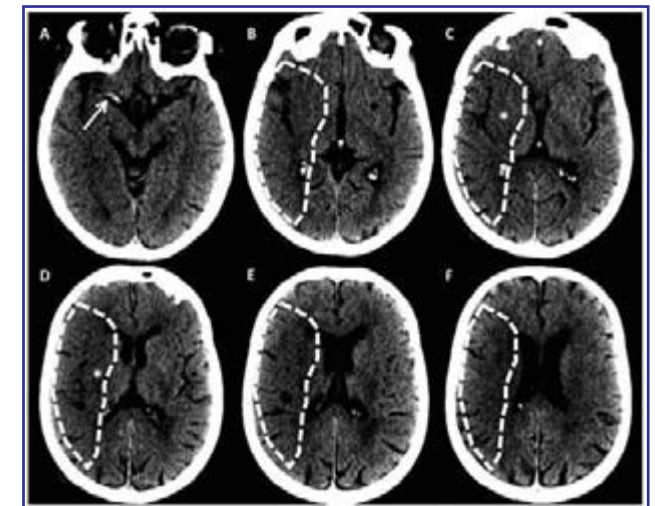


Figura 1 TC s/c en ACVi hiperagudo. Imágenes de TC s/c seleccionadas (A-E) de estudio realizado en paciente de 63 años con hemiplejía izquierda de instalación brusca de 2 horas de evolución. En A se identifica el signo de la arteria cerebral media hiperdensa (→) que indica una oclusión proximal en el segmento M1 de dicha arteria. En el resto de las imágenes se identifican signos precoces de isquemia en el territorio de la arteria mencionada: borramiento del núcleo lenticular (*) y pérdida de diferenciación sustancia gris/blanca extensa (área punteada). Dada la extensión del área comprometida con un score de ASPECTS menor a 7 se excluye a la paciente de terapia de reperfusión.

tes donde se utilizará trombolíticos i/v en ACVi (*Clase I, Nivel de evidencia A*)^(12,13).

A pesar de este principio claramente establecido, la TC tiene bajo rendimiento para el diagnóstico de isquemia en las primeras horas de instalada, lo que depende de la localización de las áreas de infarto^(14,15).

Dentro de las primeras 3 a 6 horas de instalada la isquemia, período crítico en la selección de pacientes, los signos en TC son muy sutiles y habitualmente el estudio es normal (más del 60% del total de estudios).

A medida que pasan las horas, la TC muestra las clásicas áreas de isquemia, las cuáles se ven en todos los casos a las 36-48 horas como zonas de hipodensidad bien definidas⁽¹⁶⁾.

Se han elaborado estrategias para cuantificar las zonas de tejido isquémico y de esta manera seleccionar los pacientes. Es así que surge el score de ASPECTS (*Alberta Stroke Program Early CT Score*) que permite de forma simple cuantificar el tejido dañado e irreparable en pacientes con compromiso de la arteria cerebral media⁽¹⁷⁾ (*ver figura 1*).

Su uso en la selección de pacientes se impuso rápidamente y si bien la extensión del área de isquemia no excluye al paciente del tratamiento, impacta de forma sustancial en su pronóstico. Así, pacientes con scores bajos, o sea extensas zonas de isquemia configurada, son excluidos de tratamiento de reperfusión precoz.

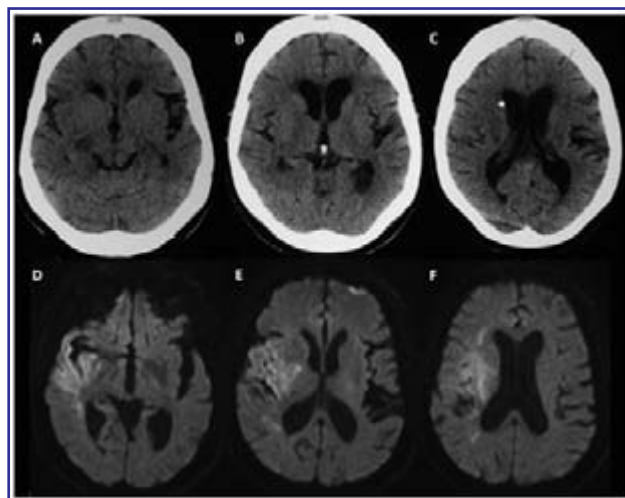


Figura 2 TC s/c vs RM en ACVi hiperagudo. Comparación entre TC s/c y RM con técnica de DWI en paciente de 54 años, hipertenso que comienza 1 hora y 45 minutos previo a la consulta con pérdida de fuerzas de hemisferio izquierdo que no retrocede. Las imágenes de TC seleccionadas (A-C) realizadas a las 2 horas del comienzo del cuadro clínico no muestran alteraciones y fueron interpretadas como normales. Las imágenes de difusión en RM (D-E) realizadas inmediatamente después muestran un área de edema citotóxico (→) que compromete parte del territorio superficial de la arteria cerebral media del lado derecho correspondiente a isquemia ya establecida.

Resonancia Magnética

La RM es un método con alta sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de isquemia en las primeras horas de evolución, sobre todo, desde la introducción de las **secuencias de difusión y mapa de coeficiente de difusión aparente (DWI/ADC)**^(9,18). Este es uno de los elementos que ha determinado que muchos centros utilicen a la RM como método de elección en la selección de pacientes.

La sensibilidad y especificidad de la DWI/ADC para detectar isquemia en las primeras 6 horas es superior al 95% (*Nivel de evidencia A*) y con rendimiento independiente de su volumen o localización^(11,19) (ver figura 2).

Clásicamente se mencionaba a la TC como un método superior a la RM para la detección de hemorragia en estadios iniciales.

La RM tiene una sensibilidad y especificidad similares a la TC para el diagnóstico de hemorragia cerebral aguda (*Nivel de evidencia B*)^(13,20).

Cuantificación

La cuantificación del volumen del core o núcleo del infarto (*tejido irrecuperable*) es de crucial importancia para el pronóstico y es uno de los signos predictivos independientes de mayor jerarquía.

Actualmente está claramente establecido que el volumen del core cuantificado por DWI/ADC es uno de los factores que más impacto tiene en el pronóstico del paciente⁽²¹⁾.

Un volumen de 70-100 ml de isquemia en el territorio de la arteria cerebral media es altamente específico de una pobre evolución, independiente de la existencia de penumbra (*tejido potencialmente recuperable*) o de una recanalización vascular exitosa⁽²²⁻²⁴⁾.

Además el riesgo de hemorragia significativa por tratamiento, aumenta en relación con la extensión del tejido infartado, sobre todo cuando el área es mayor a 100 ml⁽²⁵⁾. Por esto muchos autores no recomiendan las terapias de reperfusión en este grupo de pacientes.

A pesar de ello no se ha establecido un punto de corte exacto que permita excluir pacientes de terapias de reperfusión ya que se han reportado casos de pacientes con áreas de isquemia extensas con un pronóstico favorable luego del tratamiento.

Análisis del árbol vascular y búsqueda de oclusión

El estudio del estado del árbol vascular intracraneano en la etapa hiperaguda en el paciente con ACVi es fundamental y su impacto en la toma de decisiones está bien demostrado⁽²⁶⁾.

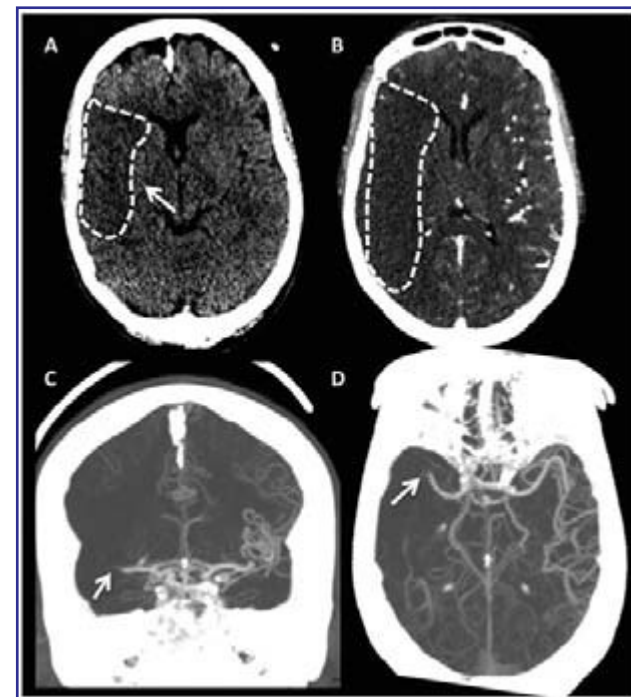


Figura 3 TC s/c y Angio-TC en ACVi hiperagudo. Aportes de la angio-TC en un paciente de 63 años, masculino, con hemiplejía izquierda de instalación brusca de 2 horas 15 minutos de evolución. En TC s/c (A) se identifican signos de isquemia precoz dados por el borramiento del núcleo lenticular (→) y pérdida de diferenciación en sustancia gris/blanca en parte del territorio superficial de la cerebral media derecha (área punteada). En la imagen axial de angio-TC (B) se hace evidente el área hipodensa (área punteada) con ausencia total de redes vasculares distales lo que es claro al compararse con el árbol vascular del lado opuesto. En las imágenes de angio-TC procesadas (C coronal y D axial) se identifica claramente la oclusión proximal de la cerebral media (→) y la ausencia de redes colaterales distales.

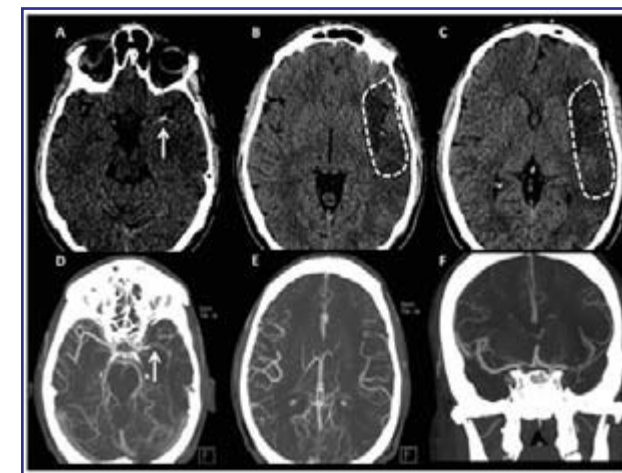


Figura 4 TC s/c y Angio-TC en ACVi hiperagudo. Protocolo de TC s/c (A-C) + angio-TC (D-E) en paciente de 57 años, femenino, con afasia y hemiparesia derecha severa de 3 horas de evolución. En TC s/c se observa el signo de la cerebral media hiperdensa (→) y distalmente un área hipodensa en parte del territorio superficial de la cerebral media del lado izquierdo (área punteada). En angio-TC se observa la oclusión proximal (→) de la cerebral media y en este caso la presencia de importantes ramos colaterales distales a la oclusión, elemento de gran importancia para el tratamiento y el pronóstico funcional del paciente.

El objetivo primario del tratamiento endovascular intraarterial es la detección de una **oclusión proximal**, por lo que la realización de estudios vasculares no invasivos es primordial (*Recomendación de la AHA Clase I, Nivel de evidencia A*)⁽²⁷⁾ (ver figura 3).

En este punto la angio TC aporta información fundamental si bien también puede ser utilizada la angio RM (*AHA, Clase I, Nivel de evidencia A*).

La fácil y rápida adquisición de la angio TC la hace el método preferido en numerosos centros con niveles de sensibilidad y especificidad muy altos para detectar oclusiones proximales⁽²⁸⁾.

La técnica de angio TC utiliza medio de contraste yodado y radiaciones para su adquisición lo que se ha señalado como desventajas de la modalidad.

A pesar de ello su gran disponibilidad y fácil realización la posicionan como la modalidad de elección.

Se comienza el estudio adquiriendo imágenes desde el cayado aórtico hasta la totalidad del polígono de Willis y sus ramas, y se realizan reconstrucciones 3D en todos los planos del espacio con alta resolución anatómica.

La técnica de angio RM es una modalidad preferida en varios centros debido a que no utiliza medio de contraste y su rendimiento global es adecuado para evaluar el nivel de oclusión^(29,30).

Otro aporte del estudio vascular es el análisis de la **circulación colateral**.

Es claro que luego de una oclusión vascular, la extensión de la zona infartada dependerá no sólo del nivel de la

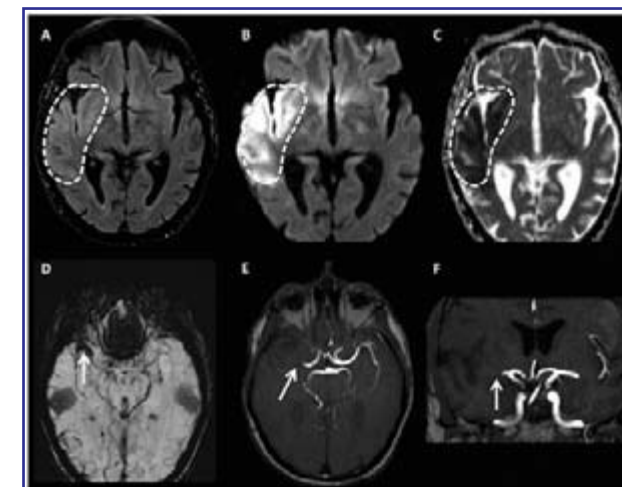


Figura 5 RM y Angio-RM en ACVi hiperagudo. Paciente de 45 años con pérdida de fuerzas de hemisferio izquierdo de instalación brusca y 35 minutos de evolución. En secuencia FLAIR (A) de RM se identifica el área patológica en territorio silviano del lado derecho (área punteada) y se corrobora que corresponde a una zona de isquemia conúrgada reciente en secuencia de difusión (B) y mapa de ADC (B). En imagen de susceptibilidad (D) se descarta presencia de hemorragia y se identifica el trombo en el segmento proximal de la silviana (→). Esto se corrobora en angio-RM en el plano axial (E) y coronal (F).

oclusión sino además de las redes de circulación colateral distales a la misma. Es indiscutible la importancia de la valoración de las redes leptomeníngas que rodean al core del infarto y que impactan en la presencia o no de áreas de penumbra y su extensión.

La denominada angio TC multifase permite la rápida y fácil visualización del árbol vascular distal y la reserva de vasos colaterales en cada paciente.

Se ha establecido claramente que la presencia de buenas colaterales piales distales a una oclusión proximal se correlaciona con un core de infarto de menor extensión, y más tejido potencialmente recuperable lo que se correlaciona con una mejor evolución (ver figuras 4 y 5).

La cantidad y calidad de las redes colaterales leptomeníngas se correlaciona con la extensión del core y del tejido potencialmente recuperable por lo que debe ser considerado un factor predictivo de la evolución del paciente.

Análisis de la perfusión cerebral y cuantificación del área de penumbra

La captación precoz de los pacientes y la identificación y cuantificación del tejido encefálico en riesgo (*penumbra o tejido potencialmente recuperable*) es fundamental.

La imagenología acompañó este cambio en el paradigma de estudio y tratamiento del paciente con ACVi y las técnicas de perfusión juegan en la actualidad un papel de gran jerarquía.

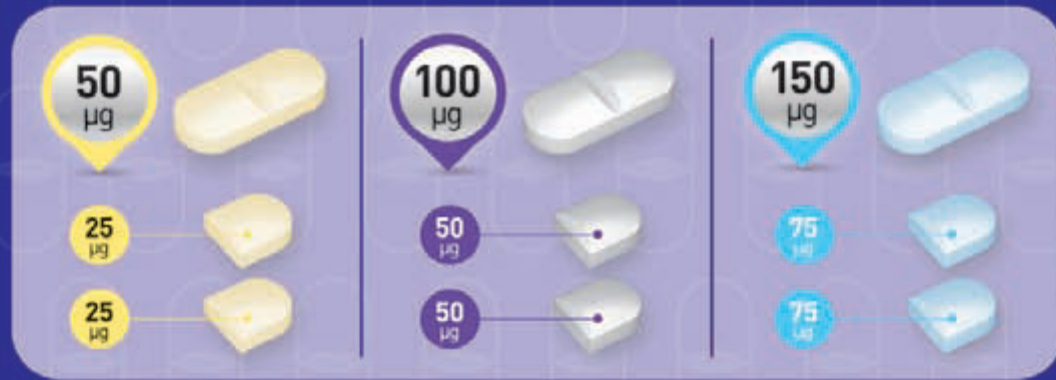
Levotiroxina Sódica

Gramón Bagó

La misma Levotiroxina
Ahora en
NUEVO
Mini-Comprimido



RANURADO



Exactitud



Calidad



Seguridad

NUEVAS PRESENTACIONES

Levotiroxina 50 µg x 50 comp. / Levotiroxina 50 µg x 20 comp.
Levotiroxina 150 µg x 50 comp.



COMPROMETIDOS CON LA VIDA
COMMITTED TO LIFE



Sumando las técnicas de perfusión a los estudios convencionales, ya sean de TC o RM, se logra una mejor selección de pacientes y elegir en cada uno la mejor estrategia terapéutica (no tratamiento vs tratamiento de rescate o reperfusión)^(11,31).

La evidencia muestra que la identificación del tejido en riesgo de isquemia conocido como penumbra y su cuantificación, permiten una mejor selección de los pacientes y del esquema terapéutico.

El tejido en riesgo o penumbra se define como una zona de tejido con una severa disminución de la perfusión que eventualmente puede llegar a formar parte del core en ausencia de reperfusión^(32,33).

Para evaluar este tejido varios autores señalan la utilidad de la perfusión, (PTC o PRM) que se puede diferenciar entre: el tejido isquémico, infartado, no recuperable, y aquel con alteración circulatoria y funcional.

Es así que surge el concepto de mismatch entre las zonas de isquemia en TC sin contraste, y los mapas de perfusión para diferenciar; tejido dañado de forma irreversible, del tejido en riesgo o de aquel eventualmente recuperable⁽³⁴⁻³⁶⁾.

Las zonas de penumbra o tejido recuperable presentan disminución del flujo sanguíneo cerebral debido a la oclusión vascular, pero los fenómenos de autorregula-

ción cerebral permiten mantener el volumen sanguíneo cerebral dentro de límites normales (ver figuras 6 y 7).

Esto se corresponde conceptualmente con zonas donde el aporte vascular está conservado aunque enlentecido lo cual de mantenerse en el tiempo lleva al daño isquémico irreversible.

Existen varios estudios, como el DEFUSE y EPITHET, que han puesto en evidencia la importancia de detectar la zona de penumbra y su utilización como parámetro de selección de pacientes⁽³⁴⁾.

De estos estudios se concluye que la presencia de discordancia o mismatch y lograr una reperfusión precoz luego de la trombólisis, se asocian con una mejor recuperación neurológica⁽³⁴⁾.

Un reciente meta análisis sugiere que la técnicas de perfusión pueden ser consideradas como una herramienta complementaria en la selección de pacientes para terapias de reperfusión a pesar de algunas limitaciones⁽³³⁾.

Algoritmos de estudio por imágenes

Si bien los algoritmos de estudio por imágenes en ACVi son múltiples y discutidos, hay puntos de concordancia

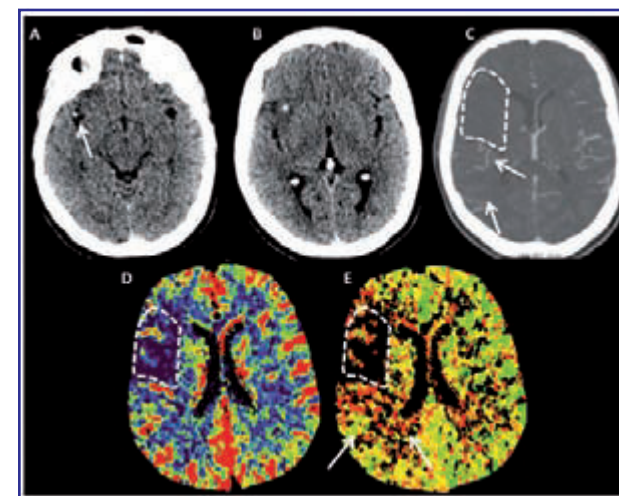


Figura 6 TC s/c y Perfusión TC en ACVi hiperagudo. Paciente de 52 años con hemiplejía izquierda de instalación brusca de 60 minutos de evolución. Se realiza TC s/c (A y B) en donde se observa el signo de la cerebral media hiperdensa (→) del lado derecho y una pequeña zona de pérdida de diferenciación sustancia gris/blanca (*). En la angio-TC (C) existen redes colaterales distales (→) con una zona anterior sin estructuras vasculares. En los mapas de perfusión volumen sanguíneo cerebral (D) y tiempo de tránsito medio (E) se delimita el área anterior (punteada) hipoperfundida, y una zona distal con enlentecimiento circulatorio pero volumen conservado (→). Esta zona es el área de penumbra o tejido potencialmente recuperable.

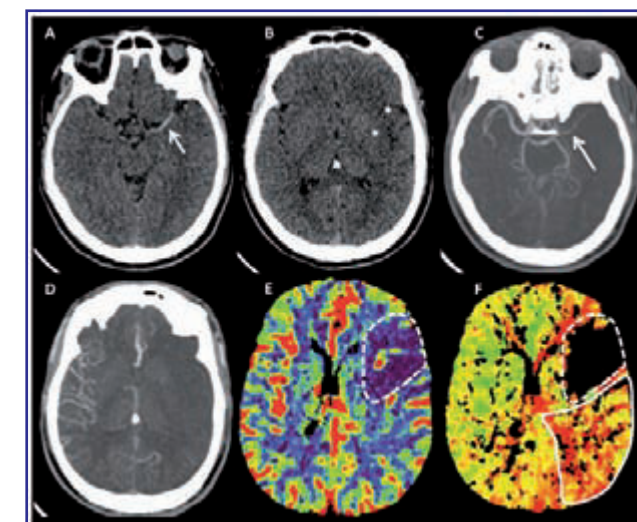
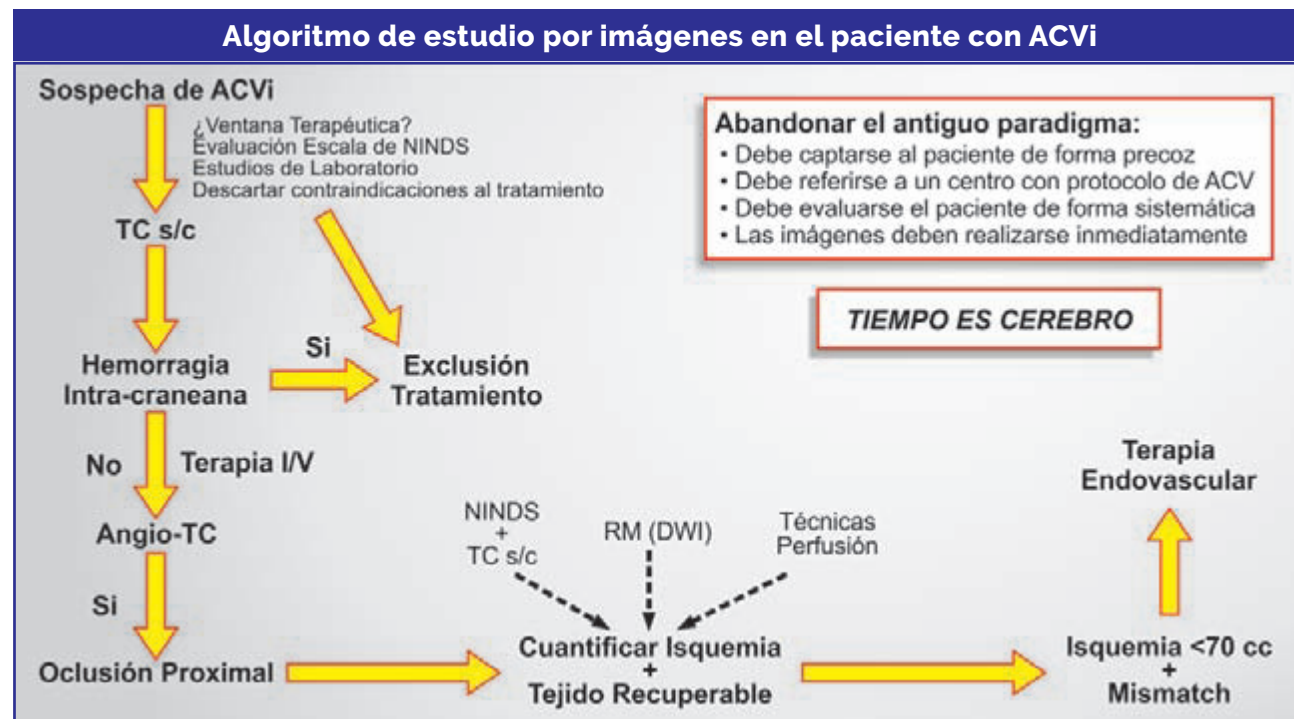


Figura 7 TC s/c + Angio-TC + Perfusión TC en ACVi hiperagudo. Se muestra el estudio de TC multimodal en paciente que se despierta por la mañana con hemiplejía y afasia desconociéndose en tiempo de evolución (ACV del despertar). En TC s/c (A y B) se observa el signo de la cerebral media hiperdensa (→) del lado izquierdo y una pequeña zona de pérdida de diferenciación sustancia gris/blanca y borramiento del núcleo lenticular del mismo lado (*). En las imágenes de angioTC (C y D) se corrobora la oclusión proximal (→) y ausencia de ramos colaterales distales a la misma. Finalmente en perfusión se observa un área (área punteada) de disminución del volumen sanguíneo cerebral (E) y tiempo de tránsito medio (F) y otra distal con tiempo de tránsito aumentado que corresponde a la zona de penumbra (área con línea continua). Esto comprueba la presencia de tejido potencialmente recuperable con terapias de reperfusión.



Cuadro 1

claros con interrogantes que deben responderse de forma rápida para la toma de decisiones frente a un paciente con ACVi (ver cuadro 1).

El algoritmo debe adaptarse al medio en el cuál se presenta el paciente y el o los métodos de imagen que están disponibles de forma rápida para no retrasar la puesta en marcha del tratamiento.

Este algoritmo, utilizado en varios centros en el mundo, se adapta a la mayoría de los centros en Uruguay

Frente a la sospecha de ACVi el paciente es evaluado mediante la escala de NINDS y se realiza tomografía computada sin contraste sin pérdida de tiempo.

Aquí surge la primera interrogante: ¿existe hemorragia?

Si se evidencia hemorragia se excluye al paciente de tratamiento de reperfusión, mientras que su ausencia desencadena habitualmente el comienzo de la terapia con fibrinolíticos por vía intravenosa (incluso en la sala de tomografía).

Inmediatamente debe evaluarse si existe o no una oclusión proximal accesible a terapias de reperfusión intervencionistas (trombectomía mecánica).

Es entonces fundamental realizar una angio-TC que como vimos tiene un excelente rendimiento para constatar esta interrogante.

Debe cuantificarse entonces la isquemia (tejido irreversible) y la presencia de tejido recuperable, lo cual puede realizarse con distintas modalidades, siendo la correlación entre el NINDS y los hallazgos de la TC s/c la más utilizada.

Del análisis de la clínica, el tiempo de evolución o ventana terapéutica, y la información disponible de los métodos de imagen se toman las decisiones terapéuticas.

Conclusiones

El sustancial cambio que se ha producido en los últimos años en el encare terapéutico de los pacientes con ACVi ha tenido su base fundamental, no sólo, en los avances del tratamiento endovascular, sino también, en una mejor comprensión de las alteraciones que se producen en el parénquima cerebral.

Es aquí donde los métodos avanzados de imagen aportan información fundamental que permite en el paciente con ACVi en fase hiperaguda la elaboración de distintas estrategias de abordaje terapéutico. La exclusión de hemorragia con alta sensibilidad y especificidad, la identificación del área de infarto y su cuantificación, el análisis de las zonas de tejido en riesgo potencial, y la topografía de la oclusión vascular, son factores que, han impactado de forma significativa en la elección de la mejor opción terapéutica para cada paciente.

Tanto la tomografía computada (TC) multimodal como la resonancia magnética (RM) avanzada, brindan información suficiente para un adecuado encare terapéutico (37).

La modalidad debe elegirse teniendo en cuenta factores locales no sólo de disponibilidad de equipamiento sino también del entrenamiento y experiencia de cada centro en las distintas técnicas y sobre todo, de las posibilidades de incluir un mayor número de pacientes dentro de la ventana terapéutica (38) (ver cuadro 1).

Creemos que la RM, a pesar de sus limitaciones logísticas, es el método que permite una mejor y mayor selección de pacientes, y que impacta de forma significativa en el pronóstico funcional y vital.

Debe abandonarse el antiguo paradigma del paciente con ACVi. En la actualidad es fundamental elaborar estrategias de educación sanitaria, programas de educación continua al personal médico y técnico para lograr

la captación precoz del paciente afectado, realizar una correcta evaluación imagenológica, y elegir de la mejor opción terapéutica lo cual impacta en el pronóstico mejorando la morbimortalidad.

Recibido: 05/04/2018
Aprobado: 03/05/2018

Bibliografía

- Gonzalez RG, Copen WA, Schaefer PW et al. The Massachusetts General Hospital acute stroke imaging algorithm: an experience and evidence based approach. J Neurointerv Surg 2013; 5(1):7-12.
- Latchaw RE, Alberts MJ, Lev MH et al. Recommendations for imaging acute stroke: a scientific statement from the American Heart Association. Stroke 2009; 40:3646-3678.
- Demchuk AM, Hill MD, Barber PA et al. Importance of Early Ischemic Computed Tomography Changes Using ASPECTS in NINDS rtPA Stroke Study. Stroke 2005; 36:2110-2115.
- Bouchez L, Sztajzel R, Vargas MI et al. CT imaging selection in acute stroke. Eur J Radiology 2017; 96: 153-161. Acceso en [https://www.ejradiology.com/article/S0720-048X\(16\)30331-X/abstract](https://www.ejradiology.com/article/S0720-048X(16)30331-X/abstract)
- Berkhemer OA, Fransen PS, Beumer D et al. A randomized trial of intraarterial treatment for acute ischemic stroke. N Engl J Med 2015; 372:11-20.
- Menon BK, Goyal M. Imaging Paradigms in Acute Ischemic Stroke: A Pragmatic Evidence-based Approach. Radiology 2015; 277(1):7-12.
- Nael K, Kubal W. Magnetic Resonance Imaging of Acute Stroke. Magn Reson Imaging Clin N Am 2016; 24:293-304.
- Gonzalez RG, Schaefer PW, Buonanno FS et al. Diffusion-weighted MR imaging: diagnostic accuracy in patients imaged within 6 hours of stroke symptom onset. Radiology 1999; 210:155-162.
- Grigoryan M, Tung CE, Albers GW. Role of Diffusion and Perfusion MRI in selecting patients for reperfusion therapies. Neuroimag Clin N Am 2011; 21:247-257.
- Lövblad KO, Altrichter S, Mendes Pereira V et al. Imaging of acute stroke: CT and/or MRI. J Neuroradiol 2015; 42:55-64.
- Kaeano H, Bivard A, Lin L et al. Perfusion computed tomography in patients with stroke thrombolysis. Brain 2017; 140(3):684-691.
- Hill MD, Demchuk AM, Tomsick TA et al. Using the baseline CT scan to select acute ischemic stroke patients for IV-tPA therapy. AJNR Am J Neuroradiol 2006; 27:1612-1616.
- Jauch EC, Saber JL, Adams Jr HP et al. Guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. Stroke 2013; 44:870-947.
- von Kumer R. Early CT Score to establish stroke treatment. Lancet Neurol 2016; 15(7):651-653.
- von Kumer R, Dzialowski I, Gerber J. Therapeutic efficacy of brain imaging in acute ischemic stroke patients. J Neuroradiol 2015; 42(1):47-54.
- Schellinger PD, Bryan RN, Caplan LR et al. Evidence-based guideline: the role of diffusion and perfusion MRI for the diagnosis of acute ischemic stroke: report of the Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology. Neurology 2010; 75:177-185.
- Yaghi S, Bianchi N, Amole A et al. ASPECTS is a predictor of favorable CT perfusion in acute ischemic stroke. J Neurad 2014; 41:184-187.
- Gonzalez RG. Current state of acute stroke imaging. Stroke 2013; 44:3260-3264.
- Gonzalez RG, Schwamm LH. Imaging acute ischemic stroke. Handbook of clinical neurology 2016; 135: 293-325.
- Wolf RL, Alsop DC, McGarvey ML, et al. Susceptibility contrast and arterial spin labeled perfusion MRI in cerebrovascular disease. J Neuroimaging 2003; 13:17-27.
- Yoo AJ, Verdusco LA, Schaefer PW et al. MRI-based selection for intra-arterial stroke therapy: value of pre-treatment diffusion-weighted imaging lesion volume in selecting patients with acute stroke who will benefit from early recanalization. Stroke 2009; 40:2046-2054.
- Lansberg MG, Straka M, Kemp S et al. MRI profile and response to endovascular reperfusion after stroke (DEFUSE 2): a prospective cohort study. Lancet Neurol 2012; 11:860-867.
- Lansberg MG, Thijs VN, Bammer R et al. Risk factors of symptomatic intracerebral hemorrhage after tPA therapy for acute stroke. Stroke 2007; 38:2275-2278.
- Tomanek AI, Coutts SB, Demchuk AM et al. MR angiography compared to conventional selective angiography in acute stroke. Can J Neurol Sci 2006; 33:58-62.
- Yoo AJ, Barak ER, Copen WA et al. Combining acute diffusion-weighted imaging and mean transit time lesion volumes with National Institutes of Health Stroke Scale Score improves the prediction of acute stroke outcome. Stroke 2010; 41:1728-1735.
- Gonzalez RG, Lev MH, Goldmacher GV et al. Improved outcome prediction using CT angiography in addition to standard ischemic stroke assessment: results from the STOPStroke study. PLoS One 2012; 7:30352.
- Varadharajan S, Saini J, Acharya UV et al. Computed tomography angiography in acute stroke (revisiting the 4Ps of imaging). Am J Emerg Med 2016; 34(2):282-7.
- Lev MH, Farkas J, Rodriguez VR et al. CT angiography in the rapid triage of patients with hyperacute stroke to intraarterial thrombolysis; accuracy in the detection of large vessel thrombus. J Comput Assist Tomogr 2001; 25:520-528.
- Bash S, Villablanca JP, Jahan R et al. Intracranial vascular stenosis and occlusive disease: evaluation with CT angiography, MR angiography, and digital subtraction angiography. AJNR Am J Neuroradiol 2005; 26:1012-1021.
- Nael K, Kubal W. Magnetic Resonance Imaging of Acute Stroke. Magn Reson Imaging Clin N Am 2016; 24:293-304.
- Campbell BC, Mitchell PJ, Kleinring TJ et al. Endovascular therapy for ischemic stroke with perfusion-imaging selection. N Engl J Med 2015; 372:1009-1018.
- Bivard A, Levi C, Krishnamurthy V et al. Deining acute ischemic stroke tissue pathophysiology with whole brain CT perfusion. J Neuroradiol 2014; 41(5):307-15.
- Ryu WHA, Avery MB, Dharmapal N et al. Utility of perfusion imaging in acute stroke treatment: a systematic review and meta-analysis. J Neurointerv Surg 2017; 9(10):1012-1016.
- Albers GW, Thijs VN, Wechsler L, et al. Magnetic resonance imaging profiles predict clinical response to early reperfusion: the Diffusion and Perfusion Imaging Evaluation for Understanding Stroke Evolution (DEFUSE) study. Ann Neurol 2006; 60:508-17.
- Hacke W, Albers G, Al-Rawi Y et al. The Desmoteplase in Acute Ischemic Stroke Trial (DIAS): a phase II MRI-based 9-hour window acute stroke thrombolysis trial with intravenous desmoteplase. Stroke 2005; 36:66-73.
- Neumann-Haefelin T, Wittack HJ, Wenserski F et al. Diffusion and perfusion-weighted MRI. The DWI/PWI mismatch region in acute stroke. Stroke 1999; 30:1591-1597.
- Vo KD, Yoo AJ, Gupta A et al. Multimodal Diagnostic Imaging for Hyperacute Stroke. AJNR Am J Neuroradiol 2015; 36(12):2206-13.
- Vymazal J, Ruliseh AM, Keller J et al. Comparison of CT and MR imaging ischemic stroke. Insights Imaging 2012; 3:619-627.