

CATÁSTROFES NEUROLÓGICAS

Trombosis aguda de la arteria basilar

J.F. Arenillas Lara

Unidad de Ictus, Servicio de Neurología, Hospital Clínico Universitario, Valladolid, España

PALABRAS CLAVE

Ictus;
Pronóstico;
Trombosis basilar;
Cuidados neurocríticos

Resumen

La trombosis aguda de la arteria basilar (TAB) ha sido considerada una catástrofe neurológica. Únicamente alrededor de un 20% de los pacientes alcanza un buen pronóstico con tratamiento convencional. Es importante establecer una sospecha diagnóstica precoz para evitar un retraso en el inicio del tratamiento. La evaluación diagnóstica incluye confirmación de la oclusión basilar y estimación de la viabilidad del tejido isquémico, y puede realizarse con resonancia magnética multiparamétrica o con angiotomografía computarizada combinada con sus imágenes fuente. La recanalización arterial precoz determina la posibilidad de alcanzar un buen pronóstico; sin embargo, se desconoce cuál es el mejor tratamiento de la TAB. No se ha demostrado que la trombólisis intraarterial sea superior a la intravenosa, de modo que en ausencia de contraindicaciones debe iniciarse cuanto antes la trombólisis intravenosa, que puede ser el tratamiento principal si no se cuenta con acceso al neurointervencionismo. Recientemente se han notificado tasas excelentes de buen pronóstico (50% de independencia funcional) empleando estrategias escalonadas de combinación de varias modalidades terapéuticas (trombólisis intravenosa ultraprecoz seguida de trombectomía mecánica endovascular de rescate). Estos resultados representan una esperanza para pacientes y neurólogos y suponen un reclamo para continuar innovando e investigando en este campo.

© 2010 Sociedad Española de Neurología. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

Stroke;
Outcome;
Basilar thrombosis;
Neurocritical care

Acute basilar artery thrombosis

Abstract

Acute basilar artery thrombosis (ABT) has been largely considered a neurological catastrophe. With conventional treatment, only around 20% of patients achieve functional independence. An early presumptive diagnosis is essential to avoid treatment delay. Either multiparametric magnetic resonance imaging or computed tomography angiography source images may represent valid non-invasive tools to confirm ABT and evaluate ischemic tissue viability.

The main determinant of ABT outcome is early recanalization but the most effective therapeutic option remains to be clarified. The BASICS prospective registry showed no superiority of intra-arterial over intravenous thrombolysis. Therefore, in the absence of contraindications, intravenous thrombolysis should be started as soon as possible and can be used as the main therapy when interventional procedures are not available. However, recent case series have reported high rates of functional independence (50%) after staged escalation therapy (ultra-early intravenous thrombolysis followed by on-demand endovascular mechanical thrombectomy). These results represent a hope for patients and neurologists and reinforce the need for innovation and research in this field.

© 2010 Sociedad Española de Neurología. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

En este artículo revisaremos una de las entidades con peor pronóstico dentro de la patología neurovascular: la trombosis aguda de la arteria basilar (TAB). La TAB tiene una historia natural caracterizada por una evolución catastrófica en la mayoría de los casos, con algunos elementos clave: a) cuadro clínico grave desde el inicio, dramático, cuya aparatosidad infunde desánimo y pesar en los clínicos que lo presencian; b) afectación bien ya de inicio o tras unas horas de evolución del nivel de vigilancia, con necesidad de salvar la vía aérea y, por tanto, de cuidados neurocríticos, y c) muy probable evolución hacia un pronóstico fatal a corto plazo, con un 50% de mortalidad con tratamiento convencional. Debido a esta devastadora historia natural, la visión catastrófica de la TAB ha dominado la literatura científica durante las últimas décadas. Sin embargo, consideramos que los importantes avances producidos en los últimos 15-20 años en el ámbito del diagnóstico y tratamiento de la patología neurovascular aguda y de los cuidados neurocríticos permiten vislumbrar un futuro más esperanzador para los pacientes afectados por TAB. La superación del nihilismo terapéutico frente al ictus también implica transformar nuestra visión sobre esta entidad catastrófica, llevándonos a comprender que el futuro de los pacientes que la padecen no es indiferente a nuestras actuaciones, sino que puede modificarse mediante una intervención terapéutica precoz y eficaz. Siguiendo esta premisa, abordaremos la TAB centrándonos en los avances diagnósticos y terapéuticos que se han ido produciendo en los últimos años.

Historia natural

La arteria basilar se encarga de irrigar casi todo el tronco del encéfalo, gran parte del cerebelo, ambos núcleos talámicos, los lóbulos occipitales y la cara interna de los lóbulos temporales del cerebro. En función de la porción del tronco-encéfalo cuyo flujo se vea comprometido, la oclusión aguda de la arteria basilar puede cursar de entrada con gran variedad de síntomas y signos neurológicos, que oscilarán desde la afectación aislada de pares craneales a la aparición fulminante de coma y tetraplejía. El curso clínico puede ser de instauración progresiva, de inicio fluctuante,

o bien alcanzar la máxima intensidad de forma súbita desde un inicio. La presentación de una u otra variante dependerá de la situación hemodinámica que se establezca tras la oclusión de la arteria basilar, y, en este sentido, es crítica la capacidad de reclutar precozmente circulación colateral. La aparición de episodios previos de ataque isquémico transitorio precediendo al episodio principal sugiere una etiología aterotrombótica. También suele ser típico de la etiología aterotrombótica la predilección por la unión vertebrobasilar y el tercio proximal de la arteria basilar. Por el contrario, la oclusión del tercio distal de la arteria basilar está causada con mayor frecuencia por émbolos de origen cardíaco¹.

La historia natural de los pacientes con TAB tratada de forma convencional, incluyendo fármacos antitrombóticos (antiagregación y/o anticoagulación), es descorazonadora. En la serie más extensa publicada, únicamente un 21% de los pacientes alcanzó un buen pronóstico, definido como una puntuación de 0-3 en la escala modificada de Rankin¹. Entre los factores asociados a un buen pronóstico destacaron una edad inferior o igual a 60 años y una menor gravedad clínica inicial. La mortalidad en la mayoría de las series publicadas de pacientes manejados de forma convencional está en torno al 50%

Los ictus isquémicos de circulación posterior representan un 15-20% de todos los ictus isquémicos. Además, la clínica derivada de la afectación del tronco-encéfalo es más compleja y difícilmente reconocible que la de la circulación anterior. Por estos y otros factores, la sospecha diagnóstica de TAB en muchas ocasiones llega demasiado tarde, hecho que puede contribuir a la evolución catastrófica de los pacientes. Esto es especialmente grave para los pacientes con TAB cuyo cuadro se inicia con coma y tetraplejía, quienes son sedados e intubados en muchas ocasiones prehospitalariamente e ingresados directamente en una UCI sin que ningún profesional sanitario se plantee que, de tratarse de una TAB, la clínica puede ser reversible si se consigue una recanalización precoz de la arteria basilar. Este subgrupo de pacientes es, en nuestra opinión, uno de los grandes damnificados por la aplicación estricta de los criterios de activación de los sistemas de código ictus, que habitualmente excluyen a pacientes en coma. Dado que existen numerosos métodos diagnósticos sencillos y no invasivos que descartan de forma fiable la TAB, es necesario sensibilizar a los profesio-

nales implicados en la cadena asistencial del ictus sobre la existencia de esta entidad, sus formas de presentación y sobre el beneficio potencial de un diagnóstico precoz que permita indicar un tratamiento de reperfusión urgente.

Evaluación diagnóstica urgente

Una vez establecida la sospecha clínica de TAB, la evaluación diagnóstica urgente debe incluir:

Confirmación angiográfica de la oclusión aguda de la arteria basilar

Tanto la angiorresonancia como la angiografía computarizada cerebral permiten establecer el diagnóstico de certeza de TAB². El power-Doppler y eco-Doppler transcra-neales pueden obtener información adicional valiosa sobre la situación hemodinámica en el sistema vertebrobasilar. La detección de flujo reverso en el segmento de la arteria basilar distal a la oclusión, procedente de la circulación anterior a través de comunicantes posteriores y segmentos P1 invertidos, se ha asociado con una mayor probabilidad de buen pronóstico tras el tratamiento trombolítico intravenoso³. Además, se ha notificado cómo la aplicación sostenida de ultrasonidos asociados a la administración intravenosa de microburbujas de ecocontraste podría potenciar el efecto recanalizador del tratamiento trombolítico⁴.

Evaluación de la viabilidad del parénquima dependiente de la arteria basilar ocluida

La probabilidad de obtener un buen pronóstico tras conseguir la recanalización de la arteria basilar dependerá del grado del daño isquémico irreversible causado durante el tiempo de oclusión arterial. La difusión (DWI) por RM craneal es claramente superior a la TC sin contraste en la evaluación de los signos precoces de isquemia en la fosa posterior⁵. El número y volumen de las lesiones detectadas en DWI en el territorio dependiente de la arteria basilar en pacientes con TAB se comporta como un predictor independiente del pronóstico funcional a largo plazo⁶. En nuestra opinión, la RM-DWI sería la prueba de elección para estimar la presencia de tejido isquémico rescatable de cara a establecer la indicación de las terapias de reperfusión en pacientes con TAB. Sin embargo, debido a la limitada disponibilidad espaciotemporal de la RM para la fase ultraprecoz del ictus, que contrasta con la mayor accesibilidad de la TC y la angio-TC cerebral, nos parece de gran utilidad destacar algunas novedades que han aparecido en los últimos años en relación con la capacidad de la angio-TC de aportar información valiosa sobre la viabilidad del tejido en riesgo en fosa posterior.

Antes de entrar en materia con la angio-TC, merece la pena comentar el signo de la arteria basilar hiperdensa que es visible en la TC simple. En los pacientes con sospecha de ictus isquémico vertebrobasilar, la presencia del signo de la basilar hiperdensa se asocia a la existencia de una oclusión aguda de la arteria basilar confirmada mediante angio-TC con una especificidad (98%) y sensibilidad (71%) elevadas⁷.

Respecto a la angio-TC, nos gustaría resaltar la gran utilidad de sus imágenes fuente, las *CTA-source images* (CTAS) en la literatura médica anglosajona). Ya se había descrito para la circulación anterior que la presencia de hipoatenuación en las CTAS permitía delimitar áreas de tejido cerebral con daño isquémico, incluso con una buena correlación con la RM-DWI⁸. Más recientemente, se ha publicado que la extensión de la hipoatenuación en fosa posterior en CTAS obtenidas de pacientes con TAB, permite predecir el volumen de infarto definitivo, el pronóstico funcional a corto y largo plazo, y, por ende, la respuesta a los tratamientos de recanalización de la arteria basilar⁹⁻¹¹. El grupo del Calgary Stroke Center, que ya diseñó una escala radiológica para puntuar la extensión de los signos precoces de isquemia en circulación anterior (escala ASPECTS), propuso una escala ASPECTS de circulación posterior (PC-ASPECTS) y comprobó su aplicabilidad clínica. La PC-ASPECTS tiene un rango de 10 a 0, en el sentido de normal a patológico (fig. 1). Los puntos se van restando en función de la presencia de hipodensidad en los siguientes territorios: mesencéfalo (2 puntos), protuberancia (2 puntos), tálamo (1 punto por cada núcleo talámico afectado), hemisferios cerebelosos (1 punto por cada uno afectado) y lóbulos occipitales (1 punto por cada uno afectado). En primer lugar, los autores comprobaron que únicamente la PC-ASPECTS obtenida en imágenes CTAS, frente a la determinada en la TC simple, tiene valor pronóstico en pacientes con ictus de territorio posterior^{9,10}. Además, en un grupo de pacientes con TAB, la PC-ASPECTS se mostró capaz de identificar pacientes con escasa probabilidad de buen pronóstico a pesar de conseguir una recanalización arterial exitosa. Sólo un 4% de los pacientes con TAB y una PC-ASPECTS inferior a 8 obtuvo buen pronóstico independientemente de la evolución de la oclusión arterial. Por contra, los pacientes con puntuaciones iguales o superiores a 8 tuvieron una probabilidad del 52% de alcanzar un buen pronóstico a largo plazo. Resultados similares fueron descritos por otro grupo que estudió a pacientes con TAB tratados mediante trombólisis intraarterial. En ellos, la puntuación del grado de hipodensidad en CTAS en protuberancia y mesencéfalo se comportó como un predictor independiente de mal pronóstico al tercer mes. Y respecto a la mortalidad, el grado de hipodensidad en la protuberancia en la CTAS basal (previa al tratamiento) fue el único predictor independiente de supervivencia¹¹.

Tratamiento

Importancia de la recanalización arterial precoz

El tratamiento trombolítico con activador tisular del plasminógeno intravenoso ha demostrado su eficacia y seguridad durante las primeras 4,5 h de evolución del ictus isquémico^{12,13}. Sin embargo, los pacientes con TAB representan aproximadamente el 5% de los pacientes incluidos en las series de trombólisis y, por lo visto hasta ahora, parece poco razonable extrapolar los resultados de los ensayos clínicos con trombolíticos a los pacientes con TAB. En consecuencia, puede decirse que no existe evidencia científica sobre cuál es el mejor tratamiento para los pacientes con TAB. Dentro de este panorama de oscuridad, hay que destacar la impor-

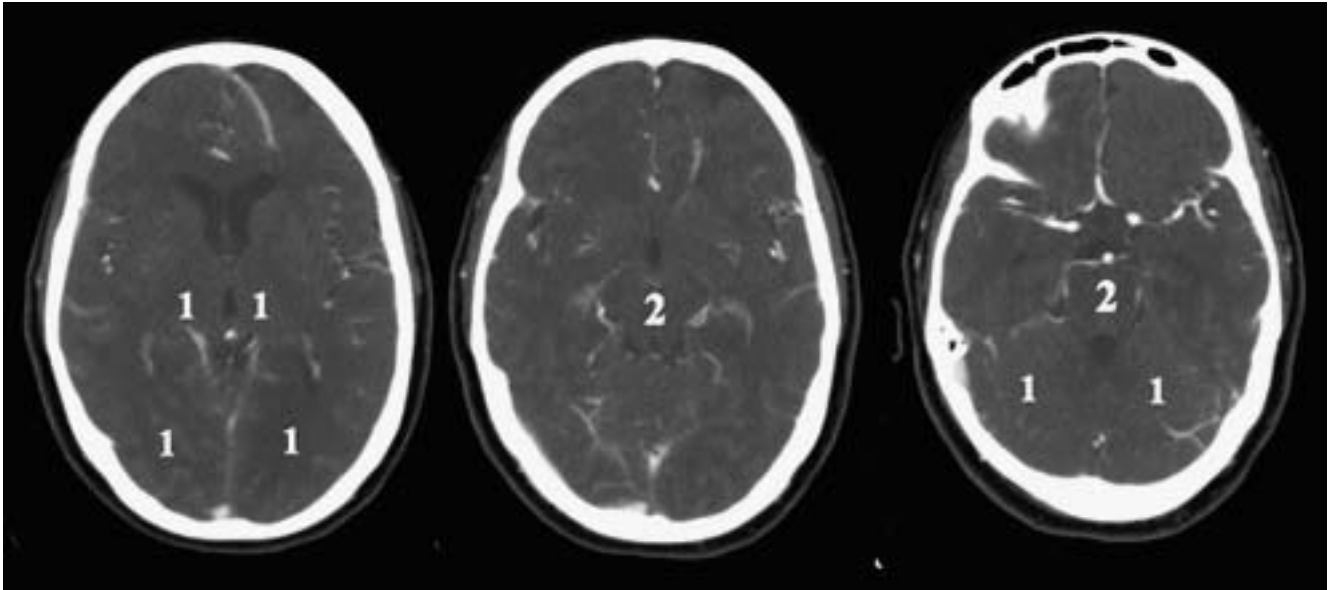


Figura 1 Escala ASPECTS de la circulación posterior en CTAS. Esquema que ilustra el sistema de puntuación PC-ASPECTS sobre imágenes fuente de angio-TC (CTAS), de gran utilidad para estimar la extensión de la lesión isquémica en fosa posterior. Una puntuación de 10 equivale a estudio normal y se restan puntos cuando aparece hipodensidad. En pacientes con trombosis basilar aguda, una puntuación inferior a 8 se asocia a una muy baja probabilidad de buen pronóstico, independientemente de la evolución de la oclusión arterial.

tancia que tiene la recanalización arterial precoz en estos pacientes. En todas las series publicadas, la recanalización se comporta como el predictor más potente de buen pronóstico y, más aún, la probabilidad de buen pronóstico es prácticamente inexistente en ausencia de recanalización arterial¹⁴. Por tanto, si podemos afirmar que existe evidencia sobre la necesidad de conseguir recanalizar a tiempo la arteria basilar ocluida para poder optar a una evolución clínica favorable. En este contexto, mientras unos autores propugnan que, en ausencia de evidencia, siempre debe realizarse un ensayo clínico controlado con placebo para cualquier situación, y que es necesario poner en marcha un ensayo clínico comparando las principales modalidades terapéuticas en pacientes con TAB¹⁵, otros autores defienden que, considerando el valor pronóstico de la recanalización arterial y la devastadora historia natural en su ausencia, lo realmente necesario para los pacientes con TAB es desarrollar terapias que consigan recanalizar cuanto antes mejor la arteria ocluida en un escenario de innovación técnica continua que hará muy difícil la práctica de un ensayo clínico controlado y adaptado a la práctica diaria¹⁶. Shellinger llega a proponer una analogía con los paracaídas: no existe evidencia científica para usarlos, nadie ha hecho un ensayo clínico comparado con placebo para demostrar que previenen lesiones en una caída desde 3.000 m de altura.

Trombólisis intravenosa frente a trombólisis intraarterial

Las principales estrategias terapéuticas empleadas en la TAB han sido y son: *a*) tratamiento antitrombótico (antiagregación y/ o anticoagulación); *b*) tratamiento trombolítico intravenoso; *c*) tratamiento trombolítico intraarterial

farmacológico, y *d*) trombectomía endovascular mecánica. En la actualidad no existe evidencia que avale la superioridad del abordaje intraarterial, sea farmacológico o mecánico, sobre la trombólisis intravenosa. En un análisis sistemático de las principales series publicadas, que comparó la evolución de pacientes con TAB tratados con trombólisis intravenosa frente a intraarterial, se comprobó que si bien la trombólisis intraarterial conseguía una mayor tasa de recanalización arterial, el porcentaje de muerte o dependencia era muy similar entre ambos grupos (78% intravenoso, 76% intraarterial)¹⁷. Sin embargo, algunos grupos con amplia experiencia en el tratamiento intraarterial de la TAB han publicado porcentajes de independencia funcional al tercer mes (57%) muy superiores a los notificados con trombólisis intravenosa¹⁸. Para intentar arrojar más luz sobre este dilema, entre 2002 y 2007 se realizó el registro prospectivo BASICS, coordinado desde la Universidad de Utrecht. Se incluyó a 592 pacientes con TAB confirmada angiográficamente, de los cuales 183 recibieron tratamiento antitrombótico, 121 trombólisis intravenosa y 288 trombólisis intraarterial. Como crítica al diseño del estudio, el grupo de trombólisis intravenosa incluyó a 40 pacientes en los que se realizaron procedimientos intraarteriales de rescate, y desconocemos si los resultados principales del registro habrían cambiado de haber ubicado a esos pacientes en el grupo de tratamiento intraarterial. El estudio no fue capaz de demostrar la superioridad de ninguna estrategia terapéutica. En pacientes con una gravedad clínica ligera-moderada, ni siquiera se observó beneficio alguno entre el tratamiento antitrombótico y el trombolítico. En los pacientes con déficit clínico grave, el tratamiento trombolítico fue claramente superior al antitrombótico, pero no se observaron diferencias significativas entre tratamiento intravenoso e

intraarterial¹⁵. Los autores del BASICS están organizando un ensayo clínico aleatorizado para comparar trombólisis intravenosa e intraarterial cuyo comienzo se espera para 2011.

Como recomendación que puede extraerse del BASICS y del estudio de Lindsberg, no debe dejarse de realizar una trombólisis intravenosa en pacientes con TAB si no puede ofrecerse tratamiento intraarterial. Ante un paciente con TAB sin contraindicaciones clinicorradiológicas para el tratamiento trombolítico, debe iniciarse la trombólisis intravenosa lo antes posible a la dosis habitual (rtPA 0,9 mg/kg). Si no existe acceso al neurointervencionismo primario o de rescate, en los protocolos de nuestra unidad de ictus se recomienda que, una vez finalizada la perfusión intravenosa de rtPA, se inicie anticoagulación con heparina sódica intravenosa, asociada a antiagregación si se sospecha un origen aterotrombótico de la TAB.

Contraindicaciones del tratamiento trombolítico en pacientes con TAB

A la hora de indicar el tratamiento trombolítico en pacientes con TAB, además de considerar las contraindicaciones generales para el empleo de trombolíticos por vía sistémica o intraarterial, deben tenerse en cuenta algunos aspectos particulares de la TAB:

- Ventana terapéutica: no está bien establecida la ventana terapéutica en la TAB en función de criterios fisiopatológicos. Las recomendaciones de las guías internacionales asumen que la ventana de la isquemia vertebrobasilar es más prolongada que la de la circulación anterior. En cualquier caso, se desaconseja tratar a pacientes con coma y abolición de reflejos de tronco de más de 6 h de evolución. La ventana puede ser tan amplia como 12 h en caso de inicio súbito e incluso hasta de 48 h si el inicio es progresivo¹⁹.
- Extensión de lesión isquémica irreversible en RM-DWI o CTAS. La presencia de lesiones extensas contraindicaría el tratamiento. La probabilidad de alcanzar buen pronóstico aun después de recanalizar en presencia de PC-ASPECTS inferior a 8 y/o daño extenso en protuberancia y mesencéfalo, es muy baja.

Estrategias combinadas

Considerando que el objetivo terapéutico es la consecución de la recanalización arterial completa (TIMI 3), en los "stroke centers" más avanzados de Europa y América se cuenta con protocolos basados en la combinación escalonada de varias de las estrategias mencionadas en los apartados anteriores. En la bibliografía reciente existen varias series de pocos pacientes que describen la experiencia inicial de algunos de los mejores centros terciarios de ictus del mundo con estas estrategias de manejo moderno de la TAB²⁰⁻²³. Lo que destaca en todas ellas es el elevadísimo porcentaje de recanalización arterial conseguido. El empleo de trombectomía mecánica aislada como primera intención consiguió un 50% de recanalización, siendo necesario combinarla con trombólisis intraarterial farmacológica para alcanzar la recanalización en todos los casos restantes menos en uno²⁰.

Si embargo, probablemente debido a unos tiempos demasiado prolongados hasta lograr la recanalización, el abordaje basado en terapia mecánica ± intraarterial farmacológica logró únicamente un 25% de buen pronóstico. Mejores resultados clínicos parecen obtenerse, a primera vista, con la combinación de tratamiento trombolítico intravenoso iniciado precozmente con rtPA o abciximab, seguido de tratamiento endovascular farmacológico o mecánico en caso de no conseguirse la recanalización con la terapia sistémica²¹⁻²³. El grupo de Munich ha comunicado un porcentaje de independencia funcional (Rankin 0-2) al tercer mes cercano al 50% empleando una estrategia escalonada²³. Ante la sospecha de TAB en cualquiera de los hospitales de su área de referencia, tras la confirmación con angio-TC se inicia de manera inmediata la trombólisis intravenosa con rtPA y se deriva al paciente sin más demora al centro terciario. A su llegada, al paciente se le lleva directamente a la sala de neurointervencionismo para practicar una arteriografía diagnóstica. En caso de demostrarse una recanalización arterial completa tras el tratamiento intravenoso, se detiene el procedimiento y el paciente ingresa en la UVI de pacientes neurocríticos. Si la arteria basilar permanece ocluida, se realiza acto seguido un procedimiento de trombectomía endovascular fundamentalmente mecánica.

Estos resultados publicados (50% de casos con independencia funcional) suponen un gran motivo de esperanza para los pacientes con TAB y para los profesionales sanitarios que durante muchos años sólo han podido ser testigos inermes de su desgracia. Lógicamente, para desarrollar este tipo de estrategias hay que apostar por la neurología vascular del siglo XXI e implementar centros terciarios de ictus capaces de realizar neurointervencionismo las 24 h del día, 7 días a la semana y 365 al año, que proporcionen cobertura a amplias áreas de población mediante la coordinación y funcionamiento en red con los hospitales de menor nivel. Esperemos que lo que en países como Alemania es ya una realidad, deje de ser pronto un sueño en España.

Conclusiones

- La TAB es una entidad con una historia natural devastadora. La mortalidad con tratamiento convencional llega al 50%.
- Las posibilidades de alcanzar un buen pronóstico se fundamentan en la sospecha diagnóstica precoz.
- El abordaje diagnóstico ideal de los pacientes con sospecha de TAB es la RM cerebral con angio-RM para confirmar la oclusión y DWI para evaluar la viabilidad del tejido isquémico.
- Una alternativa excelente a la RM multimodal es la angio-TC para confirmar la oclusión seguida de la interpretación de las imágenes fuente de la angio-TC para estimar la extensión de la lesión isquémica.
- El power-Doppler y el Dúplex transcraneal ofrecen valiosa información hemodinámica que complementa a los estudios anteriores y permiten monitorizar la respuesta al tratamiento trombolítico.
- No se ha demostrado la superioridad de la trombólisis intraarterial sobre la intravenosa. En consecuencia, en ausencia de contraindicación clinicorradiológica, en todo

caso de TAB debe empezarse la trombólisis intravenosa cuanto antes. Nunca debe dejarse de ofrecer trombólisis intravenosa como único tratamiento si no existe accesibilidad al neurointervencionismo.

—Algunos grupos experimentados de centros terciarios de ictus europeos y americanos han informado de porcentajes de independencia funcional cercanos o superiores al 50% con estrategias combinadas y escalonadas de tratamiento. Los resultados más prometedores se obtienen con el inicio ultraprecoz del tratamiento trombolítico intravenoso seguido de neurointervencionismo de rescate endovascular si persiste la oclusión arterial.

Conflicto de intereses

El autor declara no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Schonewille WJ, Algra A, Serena J, Molina CA, Kappelle LJ. Outcome in patients with basilar artery occlusion treated conventionally. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2005;76:1238-41.
- Brandt T, Knauth M, Wildermuth S, Winter R, Von Kummer R, Sartor K, et al. CT angiography and doppler sonography for emergency assessment in acute basilar artery ischemia. *Stroke*. 1999;30:606-12.
- Ribó M, Garami Z, Uchino K, Song J, Molina CA, Alexandrov AV. Detection of reversed basilar flow with power-motion Doppler after acute occlusion predicts favorable outcome. *Stroke*. 2004;35:79-82.
- Pagola J, Ribó M, Álvarez-Sabín J, Lange M, Rubiera M, Molina CA. Timing of recanalization after microbubble-enhanced intravenous thrombolysis in basilar artery occlusion. *Stroke*. 2007;38:2931-4.
- Ostrem JL, Saver JL, Alger JR, Starkman S, Leary MC, Duckwiler G, et al. Acute basilar artery occlusion: Diffusion-perfusion MRI characterization of tissue salvage in patients receiving intra-arterial stroke therapies. *Stroke*. 2004;35:e30-4.
- Renard D, Landragin N, Robinson A, Brunel H, Bonafe A, Herroum C, et al. MRI-based score for acute basilar artery thrombosis. *Cerebrovasc Dis*. 2008;25:511-6.
- Goldmakher GV, Camargo EC, Furie KL, Singhal AB, Roccatagliata L, Halpern EF, et al. Hyperdense basilar artery sign on unenhanced CT predicts thrombus and outcome in acute posterior circulation stroke. *Stroke*. 2009;40:134-9.
- Schramm P, Schellinger PD, Klotz E, Kallenberg K, Fiebich JB, Kulkens S, et al. Comparison of perfusion computed tomography and computed tomography angiography source images with perfusion-weighted imaging and diffusion-weighted imaging in patients with acute stroke of less than 6 hours' duration. *Stroke*. 2004;35:1652-8.
- Puetz V, Sylaja PN, Coutts SB, Hill MD, Dzialowski I, Mueller P, et al. Extent of hypoattenuation on CT angiography source images predicts functional outcome in patients with basilar artery occlusion. *Stroke*. 2008;39:2485-90.
- Puetz V, Sylaja PN, Hill MD, Coutts SB, Dzialowski I, Becker U, et al. CT angiography source images predict final infarct extent in patients with basilar artery occlusion. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2009;30:1877-83.
- Schaefer PW, Yoo AJ, Bell D, Barak ER, Romero JM, Nogueira RG, et al. CT angiography-source image hypoattenuation predicts clinical outcome in posterior circulation strokes treated with intra-arterial therapy. *Stroke*. 2008;39:3107-9.
- Tissue plasminogen activator for acute ischemic stroke: the National Institute of Neurological Disorders and Stroke rt-PA Stroke Study Group. *N Engl J Med*. 1995;333:1581-7.
- Hacke W, Kaste M, Bluhmki E, Brozman M, Dávalos A, Guidetti D, et al, for the ECASS Investigators. Thrombolysis with alteplase 3 to 4.5 hours after acute ischemic stroke. *N Engl J Med*. 2008;359:1317-29.
- Arnold M, Nedeltchev K, Schroth G, Baumgartner FW, Femonda L, Loher TJ, et al. Clinical and radiological predictors of recanalisation and outcome of 40 patients with acute basilar artery occlusion treated with intra-arterial thrombolysis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2004;75:857-62.
- Schonewille WJ, Wijman CA, Michel P, Rueckert CM, Weimar C, Mattle HP, et al; BASICS study group. Treatment and outcomes of acute basilar artery occlusion in the Basilar Artery International Cooperation Study (BASICS): a prospective registry study. *Lancet Neurol*. 2009;8:724-30.
- Donan GA, Davis SM, Schellinger PD, Hacke W. Intraarterial thrombolysis is the treatment of choice for basilar thrombosis. *Pro. Stroke*. 2006;37:2436-7.
- Lindsberg PJ, Mattle HP. Therapy of basilar artery occlusion: a systematic analysis comparing intra-arterial and intravenous thrombolysis. *Stroke*. 2006;37:922-8.
- Martínez-Fernández E, González A, Gil-Peralta A, González-Marcos JR, Mayol Deyá A. Outcome of intraarterial procedures in acute ischemic stroke. *Neurología*. 2008;23:21-8.
- Dávalos A. Protocolos de neurointervencionismo y de tratamiento trombolítico en situaciones especiales en el ictus isquémico agudo. Ed 2009.
- Bergui M, Sura G, Daniele D, Cerrato P, Bernardino M, Bradac GB. Mechanical thrombolysis in ischemic stroke attributable to basilar artery occlusion as first-line treatment. *Stroke*. 2006;37: 145-50.
- Nagel S, Schellinger PD, Hartmann M, Juettler E, Huttner HB, Ringeb P, et al. Therapy of acute basilar artery occlusion: intraarterial thrombolysis alone vs bridging therapy. *Stroke*. 2009;40:140-6.
- Eckert B, Koch C, Thomalla G, Kucinski T, Grzyska U, Bøther J, et al. Aggressive therapy with intravenous abciximab and intra-arterial rtPA and additional PTA/ stenting improves clinical outcome in acute vertebrobasilar occlusion: combined local fibrinolysis and intravenous abciximab in acute vertebrobasilar stroke treatment (FAST): results of a multicenter study. *Stroke*. 2005;36:1160-5.
- Pfefferkorn T, Mayer TE, Opherck C, Peters N, Straube A, Pfister HW, et al. Staged escalation therapy in acute basilar artery occlusion: intravenous thrombolysis and on-demand consecutive endovascular mechanical thrombectomy: preliminary experience in 16 patients. *Stroke*. 2008;39:1496-500.