

TC DE PERFUSION Y ANGIO-TC: ¿SON DE UTILIDAD PARA EL DIAGNÓSTICO DE LA ISQUEMIA CEREBRAL TARDIA TRAS HEMORRAGIA SUBARACNOIDEA?

Tipo: Presentación Electrónica Educativa

Maria Teresa Fernández Taranilla, Elena Capilla Cabezuelo, Rafael Gonzalez

Autores: Gutierrez, Isabel Herrera Herrera, Juan Manuel Garcia Benassi, Beatriz Gutierrez Martinez

Objetivos Docentes

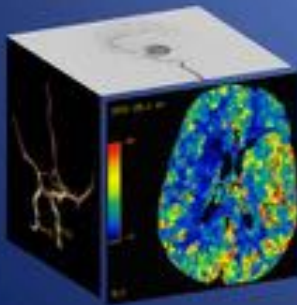
La enfermedad cerebrovascular es la tercera causa de muerte en países industrializados. De todos los tipos de enfermedad cerebrovascular, la hemorragia subaracnoidea (HSA) es responsable de hasta un 30% de la mortalidad. Alrededor de un 20-30% de los pacientes con HSA secundaria a ruptura aneurismática cerebral van a desarrollar vasoespasma arterial que puede conducir a la isquemia cerebral tardía (ICT).

La fisiopatología de la isquemia cerebral tardía post-HSA es compleja (Fig. 2) y requiere una serie de criterios clínicos y de imagen para su correcto diagnóstico. Sin embargo, un diagnóstico precoz y un adecuado manejo terapéutico en las fases iniciales pueden prevenir secuelas y mejorar el pronóstico de estos pacientes. Por ello los objetivos de nuestro estudio fueron:

- Determinar la utilidad de la tomografía computerizada de perfusión (TCP) junto con el angio-TC en el diagnóstico precoz del vasoespasma y de la ICT.
- Correlacionar las alteraciones en los mapas de perfusión del TCP con los territorios vasculares con “vasoespasma angiográfico” en la arteriografía de sustracción digital (ASD) y compararlos con las áreas finales de infarto en la tomografía computerizada sin contraste de control (TCSC).

Imágenes en esta sección:

TC DE PERFUSION Y ANGIO-TC: ¿Son de utilidad para el diagnóstico de la isquemia cerebral tardía tras la hemorragia subaracnoidea?



Maria Teresa Fernández Taranilla

Elena Capilla Cabezuelo
Rafael Gonzalez Gutierrez
Isabel Herrera Herrera
Juan Manuel Garcia Benassi
Beatriz Gutierrez Martinez

Fig. 1: Portada

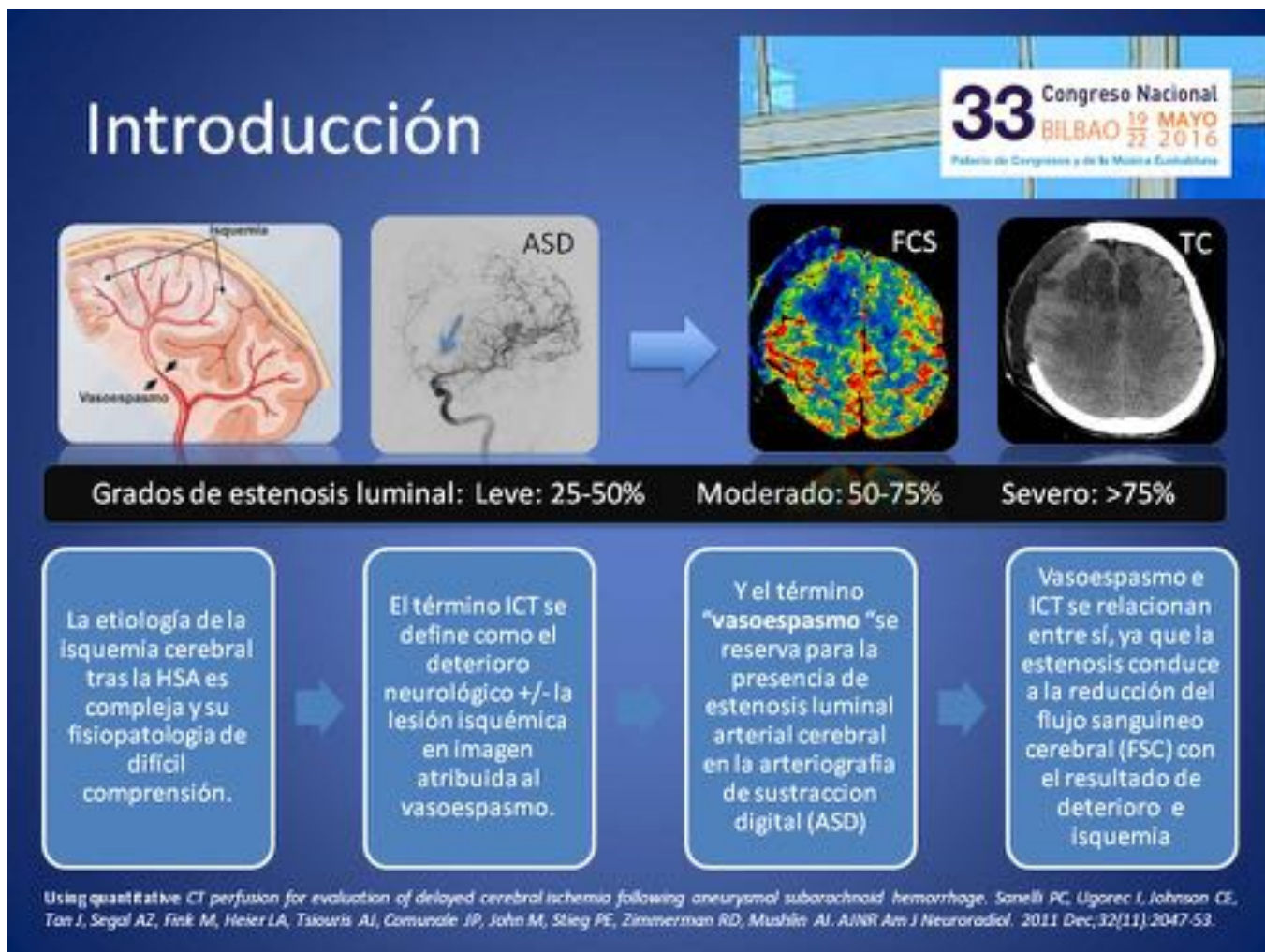


Fig. 2: Introducción

Revisión del tema

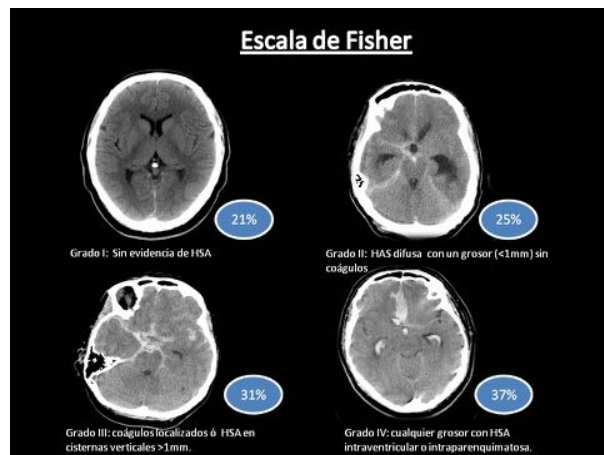
La relación entre vasoespasmio cerebral y HSA en el TC inicial fue descrito por Takemae (6). Claasen, et al mediante un modelo de regresión logística multivariante que incluía datos de TC y variables clínicas encontraron cuatro predictores independientes de la isquemia cerebral tardía: presión arterial media >112mmHg, hemorragia intraventricular en ambos ventrículos laterales, velocidades de flujo medias >140cm/segundo en el Doppler Transcraneal y el espesor de la hemorragia en cualquier cisterna. De todas estas variables, la hemorragia intraventricular fue el predictor más fuerte de isquemia cerebral tardía, multiplicándose x3 el riesgo de ICT en los pacientes con hemorragia intraventricular.

PACIENTES:

En nuestro estudio hemos revisado retrospectivamente todos los pacientes con HSA aguda desde enero de 2012 hasta diciembre de 2015 que permanecieron ingresados en la unidad de cuidados intensivos al menos siete días. Solo se incluyeron a los pacientes con HSA secundaria a rotura aneurismática. Los criterios de exclusión fueron: embarazadas y los menores de 18 años y los mayores de 85 años. La TC

sin contraste intravenoso (TCSC) realizó a su llegada y se utilizó para valorar el grado de HSA de acuerdo a la escala de Fisher

[Fig. 3](#)



Se han utilizado muchas escalas para cuantificar el grado de HSA con la intención de clasificar a los pacientes de mayor riesgo. La escala más utilizada continua siendo la creada por Fisher, et al. La escala de Fisher se desarrolló en los años 80's y es frecuentemente utilizada para valorar el grado de vasoespasmo después del episodio de HSA basándose en la cuantificación y valoración de la distribución de los productos sanguíneos extravasados en el TC inicial.

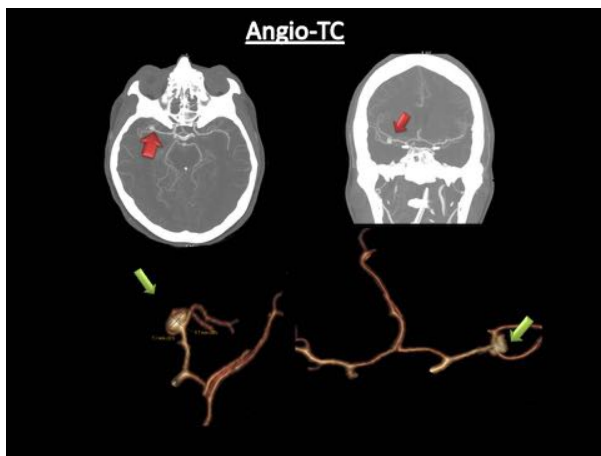
ESCALA DE FISHER:

- Grado I: no evidencia de HSA.
- Grado II: HSA <1mm de espesor en las cisternas hemisféricas, insular o ambiens).
- Grado III: Coágulos localizados o HSA de más de 1mm de espesor en el plano vertical.
- Grado IV: Hemorragia o coágulos intraventriculares o intracerebrales con ó sin HSA difusa en las cisternas de la base.

La mayoría de la evidencia encontrada, parece apoyar la teoría que la presencia de una HSA significativa aumenta el riesgo de vasoespasmo; si bien la hemorragia intraparenquimatosa ha demostrado no ser un factor de riesgo (referencia bibliografica 6).

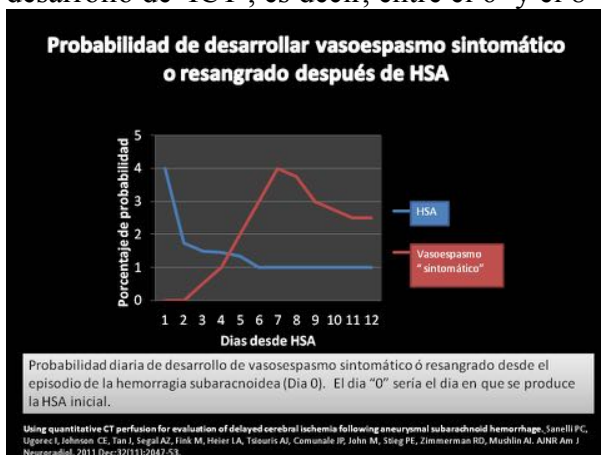
PRUEBAS DE IMAGEN:

AngioTC: El angioTC fue usado en nuestro estudio para descartar aneurisma intracraneal secundario. En nuestra institución se realiza un barrido caudocraneal que incluye a todo el cerebro y hasta 4cm por debajo del foramen magno, lo que permite la inclusión de las arterias posteroinferiores en el análisis de volumen. Posteriormente se realizan postprocesado de la imagen y reformateo en los planos coronal y sagital obteniendo imágenes en proyección de máxima intensidad o (MIP), así como reconstrucciones de volumen en 3D y "volumen rendering". [Fig. 4](#)



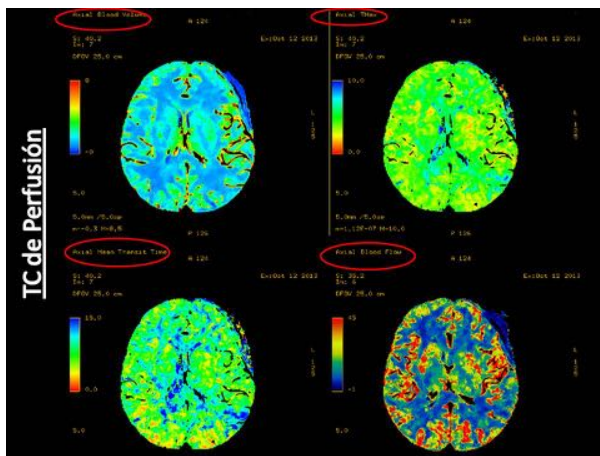
Protocolo de imagen: TC de Perfusión:

El estudio de perfusión TC se realizó , en la mayoría de los casos, durante el periodo típico para el desarrollo de ICT , es decir, entre el 6º y el 8º día desde el inicio de la HSA) [Fig. 5](#)

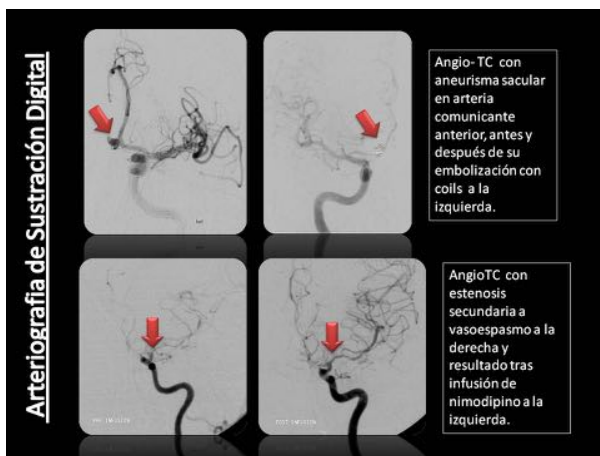


y se realizó por segunda vez, sólo en los casos en que los pacientes mostrarán nueva focalidad neurológica, deterioro clínico o aumento de las velocidades cerebrales mediante la valoración a través del Doppler transcraneal, ésta última técnica fue de especial utilidad ya que muchos de los pacientes estaban sedados por lo que la exploración clínica no era posible.

En nuestra institución hay un protocolo standard para el estudio de TC de perfusión. Mediante el TC LightSpeed de 64 detectores (General Electric Healthcare) se escanea un volumen de 8cm seleccionando previamente el territorio vascular más probablemente afectado, de acuerdo a la clínica del paciente. Los datos se adquieren mediante series de 45 segundos, con 45 rotaciones del grantry en modo "cine" durante la administración del contraste intravenoso iodado. Una embolada de 40ml de iopromida (ultravist 300) se administra a través de un acceso venoso antecubital (del brazo derecho normalmente) mediante un inyector a un caudal de 4ml/segundo. Los parámetros de adquisición se realizaban a 80KVp y 120mAS. [Fig. 6](#)



La angiografía por sustracción digital: se realizó en casos seleccionados para el tratamiento terapéutico mediante la embolización endovascular del aneurisma y para la administración de nimodipino intra-arterial en los casos con vasoespasmo angiográfico refractario a tratamiento médico. Se realizaban series de 3 ó 4 vasos con acceso transfemoral monitorizado y bajo sedación o anestesia general. La adquisición contaba con las proyecciones frontal, lateral y oblicua así como proyecciones magnificadas y centradas en el área de interés terapéutico. [Fig. 7](#)



TC sin contraste intravenoso: se realizó en todos los pacientes a modo de control para evaluar posibles áreas de infarto en los territorios en riesgo de acuerdo a los mapas de perfusión o bien si existía deterioro clínico brusco. El protocolo consistía en la realización de un TC basal sin contraste intravenoso con secciones de 5mm cada 3mm adquiridos con 120KVp y 200mA.

RESULTADOS:

De los 55 pacientes analizados con HSA que llegaron a la unidad de neurocríticos de la UCI, solo 10 cumplían los criterios para su inclusión en el estudio y únicamente 9 recibieron tratamiento endovascular con nimodipino para tratar su vasoespasmo.

Los datos de los 10 pacientes incluidos en el estudio se distribuían de la siguiente manera: 6 (60%) eran mujeres y 4 (40%) eran hombres con una edad media de 43 años (rango de 40 a 68 años). De entre los pacientes más jóvenes del estudio, 3 de ellas (30%) necesitaron varias infusiones de nimodipino intra-arterial y todas ellas eran mujeres y fumadoras activas.

7 de los pacientes, es decir el 70% tuvieron HSA grado IV y 3 (30%) la tuvieron grado III de la escala de Fisher, valorada en el estudio de TC basal a su llegada.

En cuanto a la perfusión, 9 pacientes (90%) tenían alterados los mapas de TTM con +/- afectación de los mapas de flujo. Solo en un caso, los mapas no mostraron alteraciones a pesar del deterioro clínico del paciente. El estudio de perfusión se realizó de media en el 9º día desde el episodio de HSA (con un rango de realización desde el 3º día hasta el quinceavo día).

En nuestro estudio, la perfusión detectó vasoespasmó en todos salvo en un paciente, en el que el vasoespasmó no quedó claramente confirmado. 30% de los casos fue severo y en un 70% moderado. En los pacientes con vasoespasmó moderado sólo se objetivaron prolongación de los mapas de TTM, mientras que en los casos de pacientes con vasoespasmó severo se objetivaron alteraciones en los mapas de flujo y TTM. Estos hechos, sugieren que la prolongación exclusiva de los mapas de TTM podría indicar vasoespasmó moderado mientras que la alteración de los mapas de flujo, TTM y +/- volumen cerebral sanguíneo podría estar indicándonos un caso de vasoespasmó severo (4). En la mayoría de los casos sin vasoespasmó los mapas de perfusión no presentaban alteraciones. Por ello ante la presencia de alteraciones en los mapas de perfusión cerebral en los pacientes con HSA que presenten además focalidad de nueva aparición ó aumento de las velocidades medias intracraneales, sospechar la posibilidad de vasoespasmó cerebral como primera posibilidad diagnóstica, más aún si se trata del periodo comprendido entre las dos semanas posteriores al debut hemorrágico.

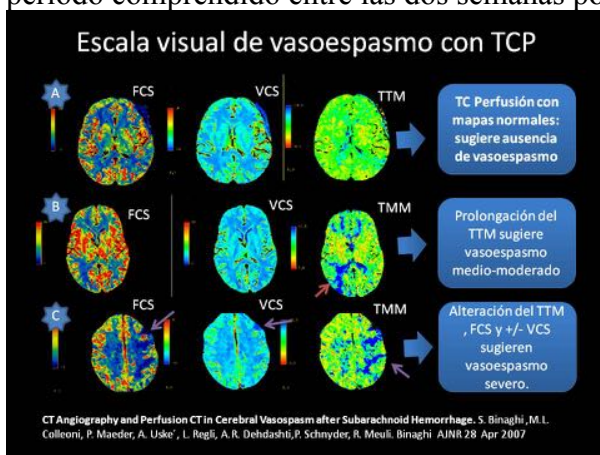


Fig. 8: Según el artículo referido en el pie de foto, podríamos establecer una clasificación de severidad del vasoespasmó en función de la alteración de los mapas de flujo sanguíneo cerebral (FCS), Volumen cerebral sanguíneo (VCS) y tiempo de tránsito medio (TTM). En el ejemplo más superior (A), la simetría de las tonalidades de color en ambos hemisferios representaría unos mapas no alterados lo que sugiere ausencia de vasoespasmó por imagen. En la serie de imágenes B, únicamente se observa una prolongación del TTM señalado con una flecha roja, lo que sugiere que podríamos estar ante un caso de vasoespasmó medio-moderado en un contexto clínico adecuado. Por último, la alteración de los mapas de TTM, FCS y un aumento del VCS sugiere un vasoespasmó severo desde el punto de vista de la imagen.

Valor de la perfusión cerebral en el vasoespasmó cerebral: La perfusión cerebral permite la valoración de la autorregulación cerebral de forma precisa y juega un papel fundamental en la predicción de la isquemia cerebral tardía, tan frecuente en estos pacientes, en los que llega a producirse en un 20-30% de los casos.

La ICT se produce en la mayoría de los casos entre el día 6º y 8º coincidiendo con el periodo pico de vasoespasmó sintomático. En el 90% de los casos ocurre en el hemisferio cerebral con la perfusión más comprometida de acuerdo a los mapas de flujo y en la región con mayor acumulo de productos sanguíneos extravasados, es decir donde se produce un mayor acúmulo de HSA. Este área en riesgo de isquemia se confirmará después en el TC basal de control como una hipodensidad cortical en el territorio en riesgo de isquemia en el 80% de los casos, en relación con infarto establecido.

Afortunadamente, en la mayoría de los casos el volumen afectado con ICT es menor al volumen en riesgo visualizado en los mapas de perfusión lo que indica que las medidas de soporte y el tratamiento terapéutico si son efectivas en la mayoría de los casos.

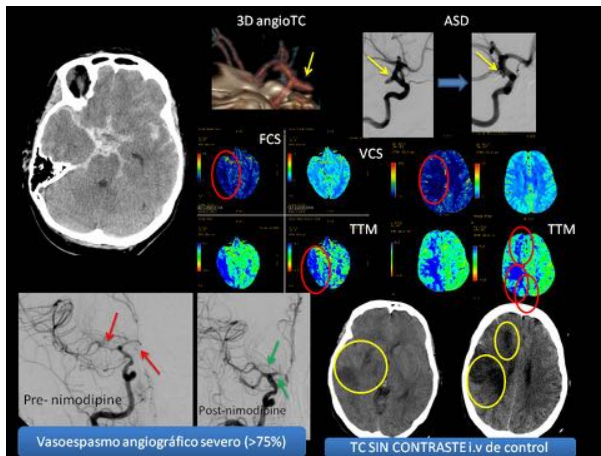


Fig. 9 Mujer de 49 años que debuta con HSA grado III en la escala de Fisher secundaria a ruptura aneurismática. Se identifico un aneurisma sacular en la arteria comunicante posterior como se muestra en las imagenes 3D angioTC, que fue embolizado con buen resultado angiográfico como se muestra en la ASD (flechas amarillas). El 7º día tras la HSA inicial, la paciente debuta con deterioro clínico y en el TCP se observa una llamativa alteración de los mapas con prolongación del TTM y disminución sutil del FCS en el territorio de la arteria cerebral media (ACM) y parte de la anterior (ACA) derechas. No se observaron alteraciones en el VCS. La paciente persistia con clínica pese al tratamiento médico del vasoespasmopor lo que se decide infusión terapeutica intrarterial de nimodipino con buen resultado angiográfico(flechas verdes) a pesar de tener un vasoespasmográfico severo (>75% de estenosis de la luz arterial) en dicho territorio ACA y ACM derechas. Sin embargo, a pesar del tratamiento la paciente presentada hipodensidades parcheadas en ambos territorios arteriales (ACM y ACA derechos) en el TC sin contraste de control, si bien, menores que el area afectada inicialmente en los mapas de TTM del estudio de perfusion.

Muchos trabajos han investigado posibles factores predictores del vasoespasmocerebral ya que la habilidad para predecir estos momentos críticos para los pacientes es de gran utilidad para el intensivista de la unidad de neurocríticos para adelantarse e implantar medidas de soporte en estos pacientes que suelen ser jóvenes con tendencia al vasoespasmorecurrente y prevenir así sus secuelas. Las variables a tener en cuenta, pueden ser modificables o no. Dentro de las investigadas no susceptibles de modificación se encuentran: la edad del paciente, la raza, localización del aneurisma, HTA preexistente, consumidores de drogas tipo cocaína, fumadores, cantidad de sangre extravasada al espacio subaracnoideo. En los casos de grandes aneurismas con factores de riesgo cardiovascular acompañantes, las complicaciones son todavía más frecuentes.

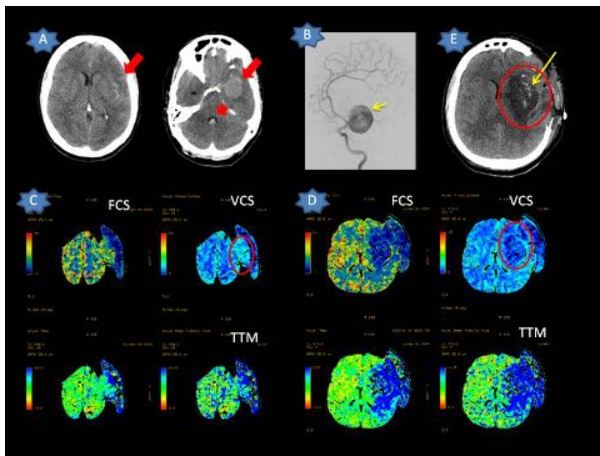


Fig. 10: Mujer de 33 años que llega al servicio de urgencias con HSA grado IV (flecha roja corta) visualizada en el TC sin contraste realizado a su llegada (A). Al principio parecía un gran hematoma, que resulto ser un aneurisma sacular gigante dependiente de la ACM distal demostrado mediante ASD (B). Se realizó clipaje del aneurisma, tras lo cual la paciente comienza con deterioro clínico por lo que tras medidas de soporte se realiza TCP donde se observan cambios postquirúrgicos y cierto grado de hiperhemia (circulo rojo en imagen C), sin evidenciarse datos sugestivos de vasoespaso por imagen (C). Pocos días después la paciente comienza con afasia y crisis convulsivas observandose en el siguiente TCP mayor componente de herniación del parenquima cerebral extracraneal observandose tejido cerebral con infarto establecido en los mapas de VCS (circulo rojo en D) que se confirmó en el TC sin contraste realizado a los pocos días donde además se objetivó pequeña transformación hemorrágica petequiral asociada (flecha amarilla de fig E).

Finalmente el ultimo caso con buena correlación entre la localización del aneurisma (m1 derecha distal), signos de vasoespaso en el TC de perfusión (hemisferio derecho) y areas finales de infarto de predominio en el hemisferio derecho en una paciente de 39 años.

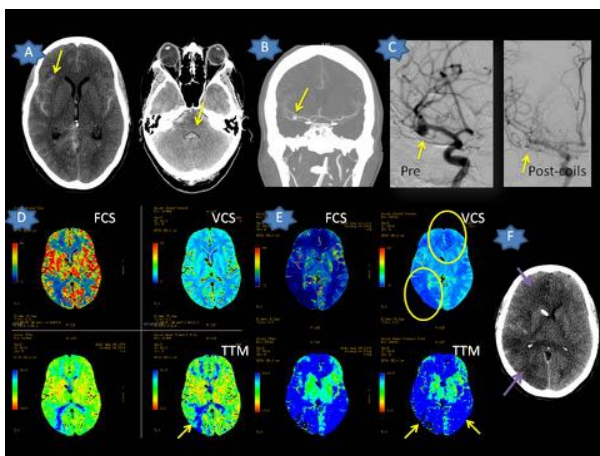


Fig. 11 Finalmente, el último caso se trataba de una paciente de 39 años que empieza con cefalea y mareos. Se realiza TC sin contraste i.v observándose HSA grado IV(A). En el angioTC se demuestra aneurisma sacular derecho (Figura B) que es embolizado mediante coils (figura C) con buen resultado angiográfico. Al 5º día de la HSA la paciente comienza a tener velocidades elevadas en el Doppler transcraneal, por lo que se realiza TCP dónde se observa una prolongación sutil del TTM en el lado derecho (flecha amarilla en fig D). La paciente es tratada mediante tratamiento médico de soporte (nimodipino oral) con buen resuelto inicial. Desafortunadamente, en el 8º día de la HSA comienza con focalidad neurológica marcada, observándose en el TCP (fig E) un extensa area que afectaba a ambas

ACM, ACA y parte del territorio de la arteria cerebral posterior en riesgo de isquemia secundaria a un vasoespasmio severo. Ya se observaban en el estudio inicial algunas áreas parcheadas de infarto establecido en los mapas de VCS (círculos amarillos en E). En el control con TCSC (fig F) se visualizó un extensa area de hipodensidad cortical en el hemisferio derecho en probable relación con edema y con áreas más hipodensas parcheadas en realización con pequeño infartos corticales (flechas moradas).

Imágenes en esta sección:

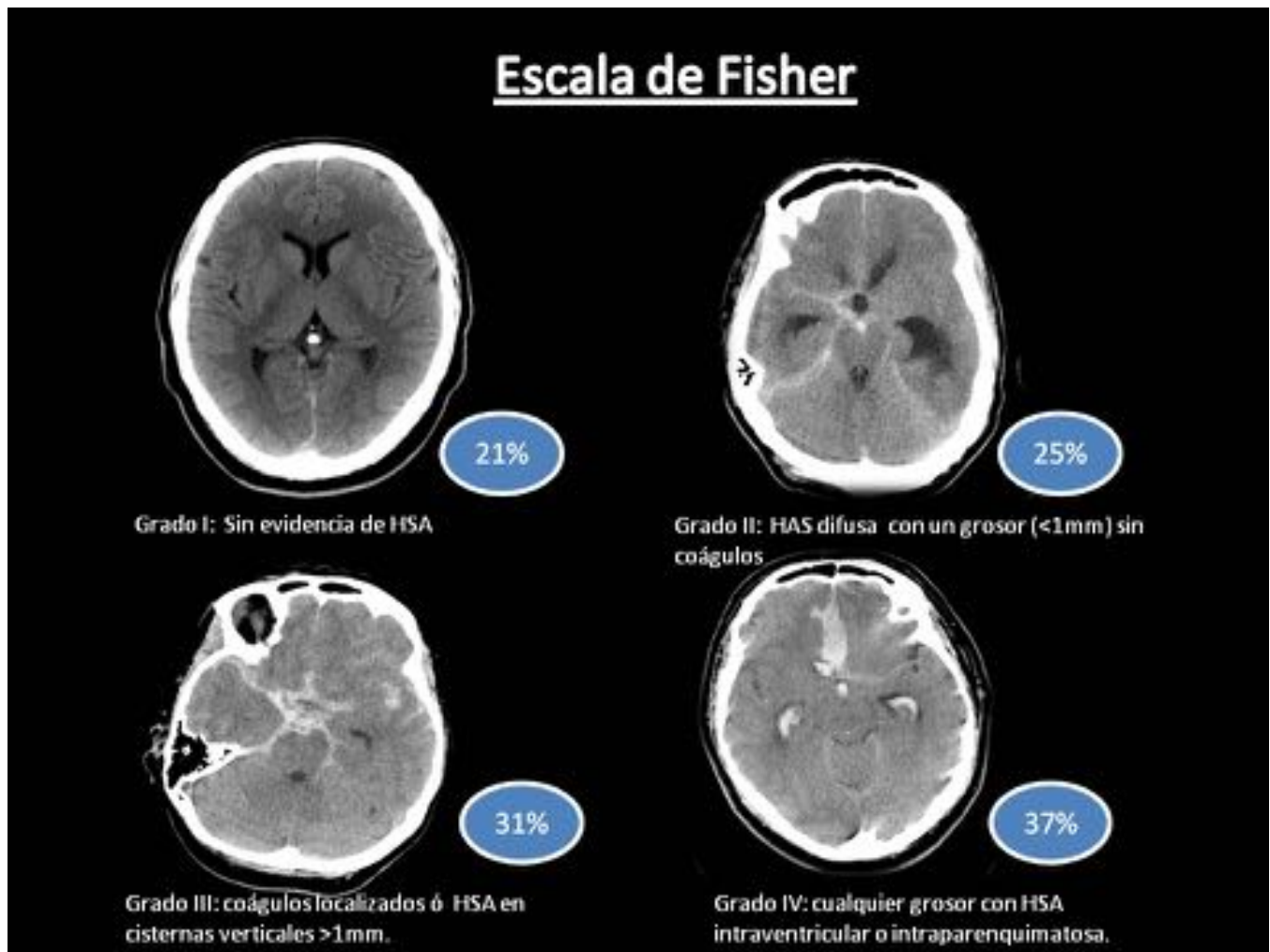


Fig. 3: La escala de Fisher es una de las clasificaciones más usadas para valorar de forma semicuantitativa la HSA y su distribución por las cisternas. Los porcentajes de los círculos azules reflejan el riesgo de vasoespasmio asociado a la HSA. Los grados III y IV son los que más riesgo de desarrollo de vasoespasmio sintomático conllevan. Relation of cerebral vasospasm to subarachnoid hemorrhage visualized by computerized tomographic scanning. Fisher CM, Kistler JP, Davis JM

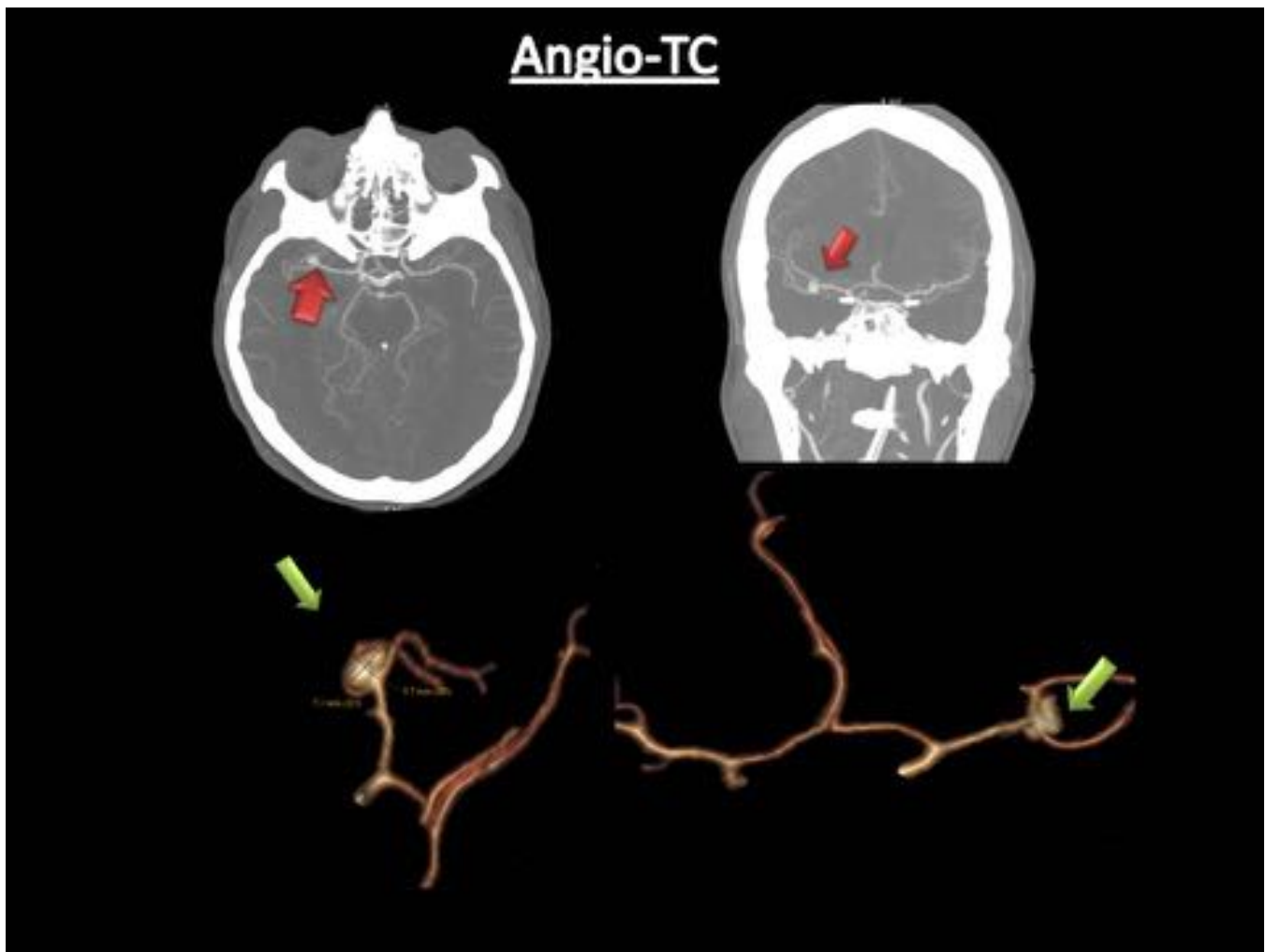
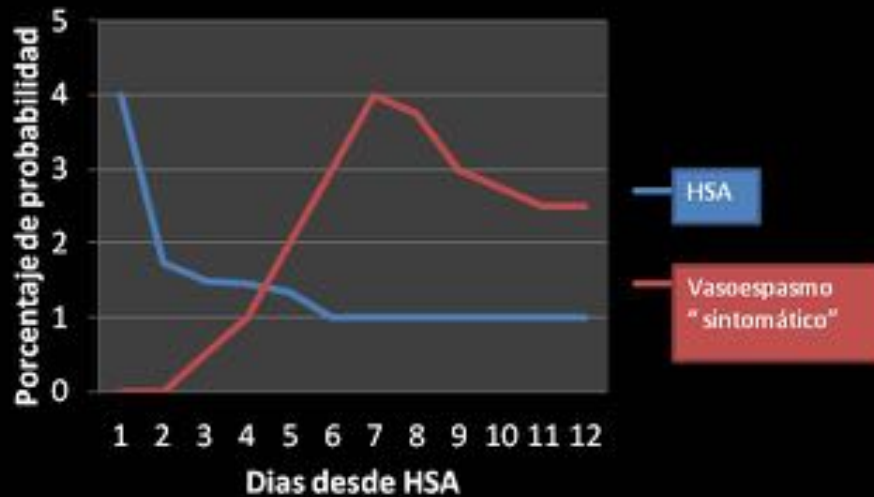


Fig. 4: Se analizaron los estudios de angio-TC realizándose en todos los casos reconstrucciones multiplanares coronales y sagitales y reconstrucciones 3D (con el software volumen rendering) como se visualiza en la imagen. Este era el caso de una paciente que llegó a urgencias con HSA grado IV de Fisher. Las flechas verdes señalan el gran aneurisma sacular en el estudio 3D, que se localizaba en la bifurcación de la ACM (M1 a M2 derecha).

Probabilidad de desarrollar vasoespasma sintomático o resangrado después de HSA



Probabilidad diaria de desarrollo de vasoespasma sintomático ó resangrado desde el episodio de la hemorragia subaracnoidea (Dia 0). El día "0" sería el día en que se produce la HSA inicial.

Using quantitative CT perfusion for evaluation of delayed cerebral ischemia following aneurysmal subarachnoid hemorrhage. Sanelli PC, Ugoecci I, Johnson CE, Tan J, Segal AZ, Flink M, Heier LA, Tsiouris AJ, Comunale JP, John M, Stieg PE, Zimmerman RD, Mushlin AI. AJNR Am J Neuroradiol. 2011 Dec;32(11):2047-53.

Fig. 5: Obsérvese, que el riesgo de vasoespasma sintomático y por tanto de desarrollar ICT tiene su periodo pico entre el 6º y 8º día desde el episodio de hemorragia subaracnoidea inicial.

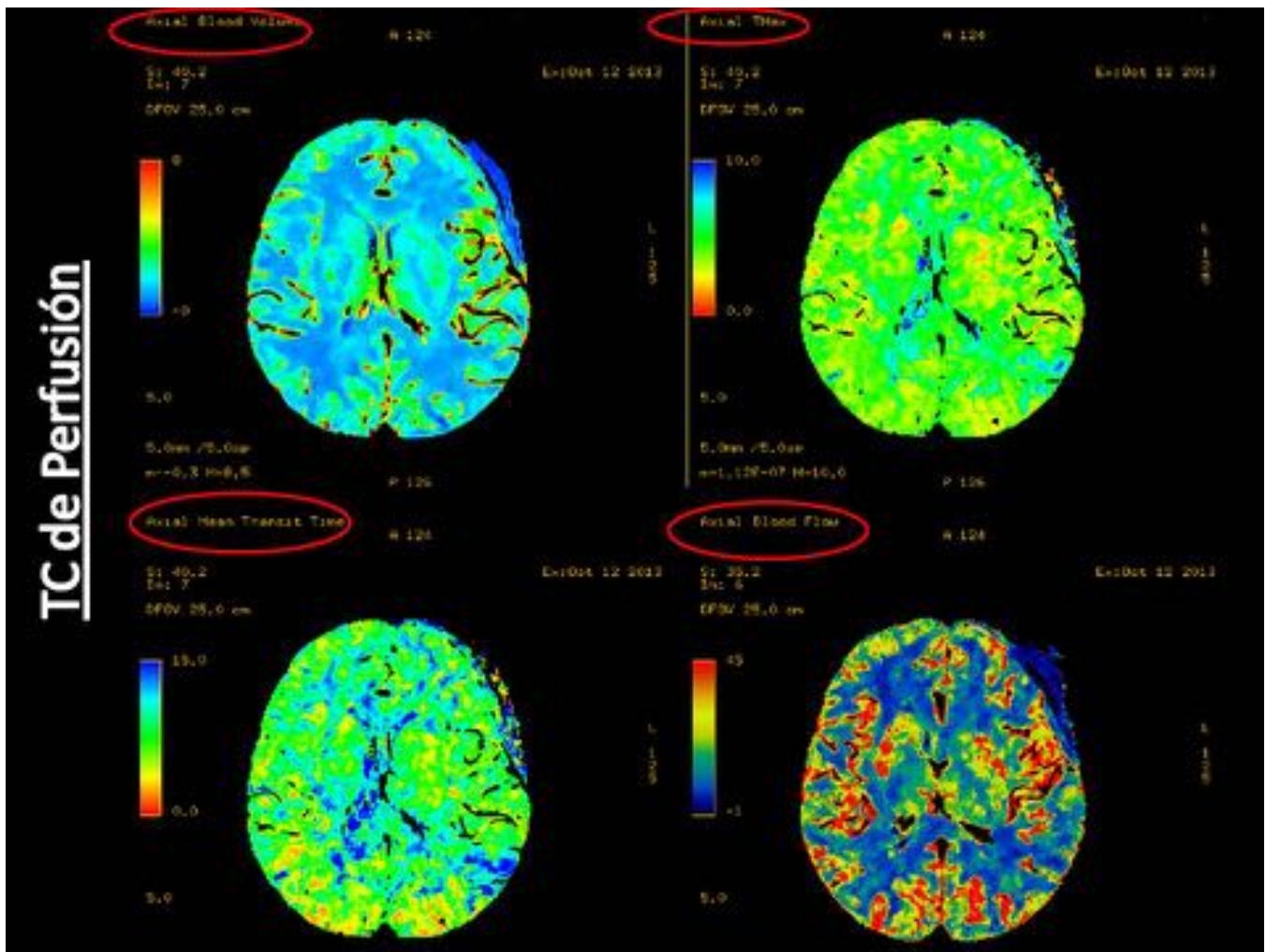


Fig. 6: Ejemplo del estudio de TC de Perfusion con los mapas que se obtienen en nuestra institucion. Observe que el paciente habia sufrido una craneotomia frontoparietal izquierda. En los circulos rojos inferiores se sealan los mapas más frecuentemente valorados en el estudio del vasoespasm cerebral ;tiempo de transit medio (TTM) ó mean transit time y flujo cerebral sanguineo (FCS) ó blood cerebral flow.

Arteriografía de Sustracción Digital

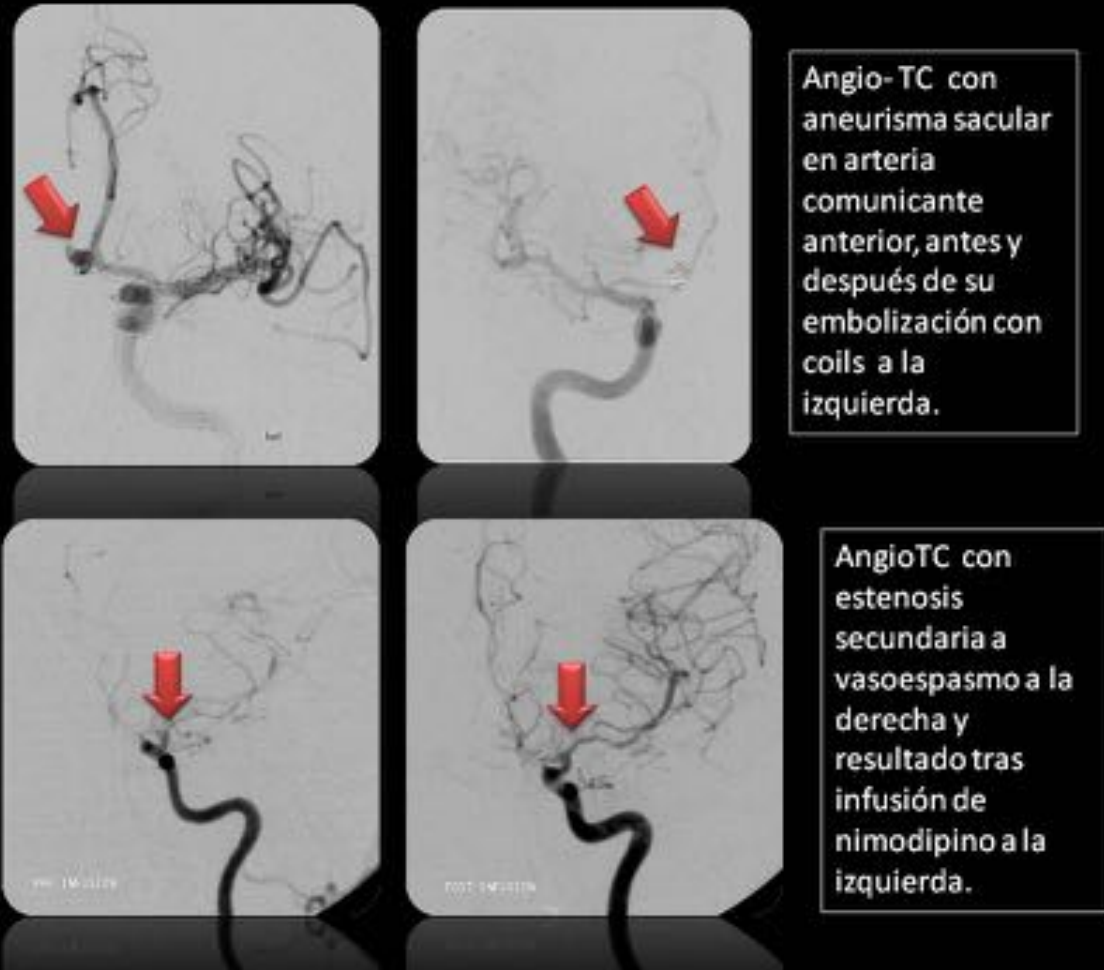
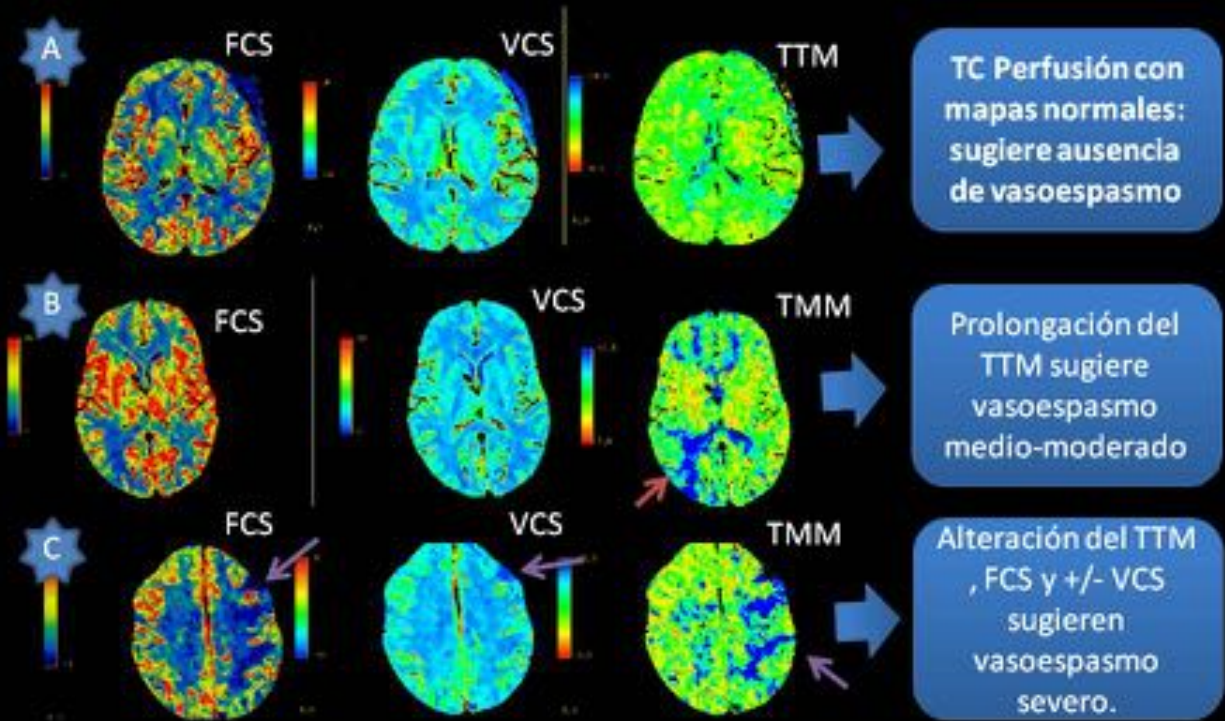


Fig. 7: La arteriografía de sustracción digital se realizó para el diagnóstico y tratamiento de los aneurismas así como para el tratamiento del vasoespasmo arterial con la administración de nimodipino intraarterial como se muestra en las dos imágenes inferiores.

Escala visual de vasoespasmos con TCP



CT Angiography and Perfusion CT in Cerebral Vasospasm after Subarachnoid Hemorrhage. S. Binaghi, M.L. Colleoni, P. Maeder, A. Uske, L. Regli, A.R. Dehdashti, P. Schnyder, R. Meuli, Binaghi AJNR 28 Apr 2007

Fig. 8: Según el artículo referido en el pie de foto, podríamos establecer una clasificación de severidad del vasoespasmos en función de la alteración de los mapas de flujo sanguíneo cerebral (FCS), Volumen cerebral sanguíneo (VCS) y tiempo de tránsito medio (TMM).

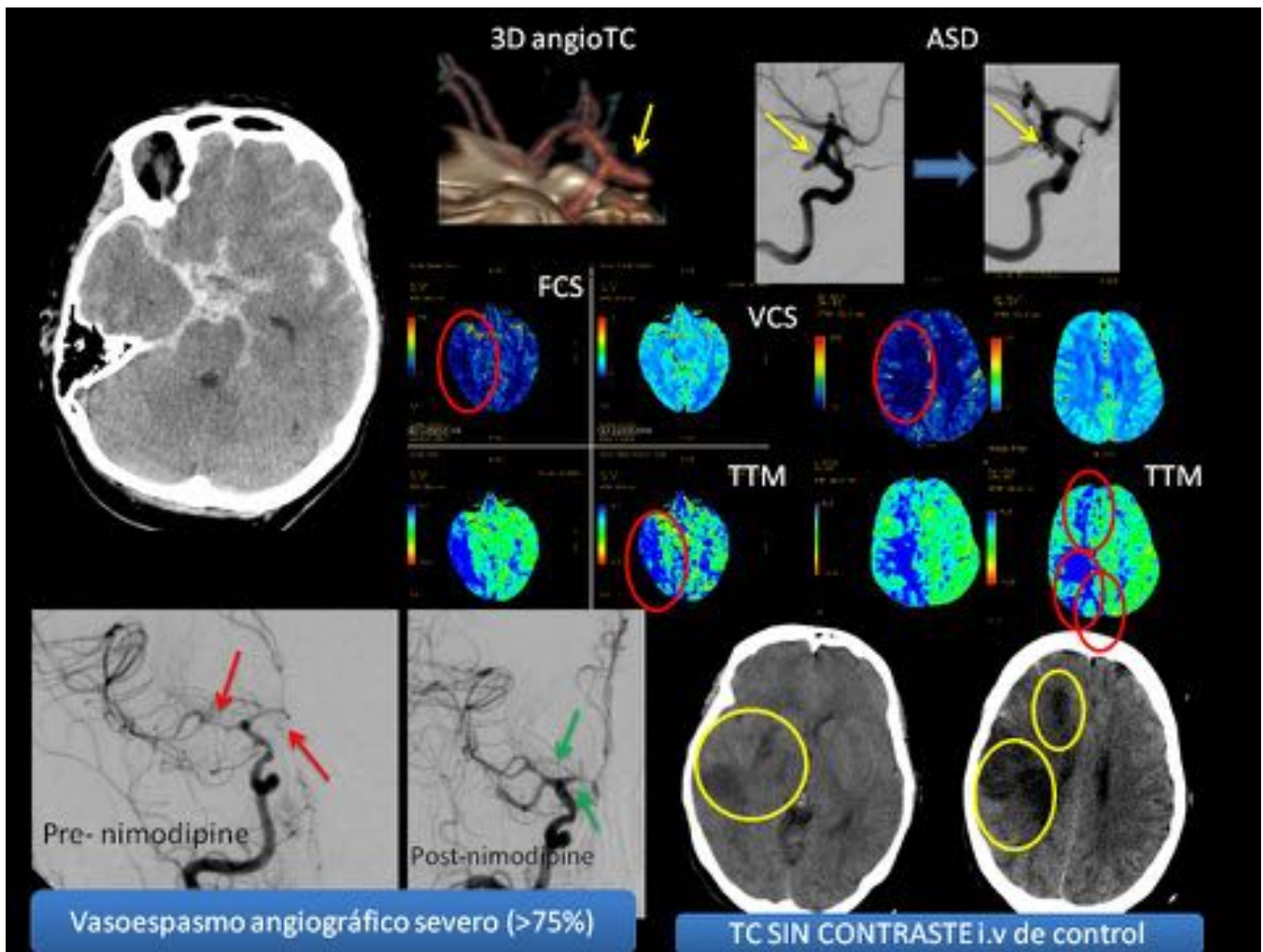


Fig. 9: Mujer de 49 años que debuta con HSA grado III en la escala de Fisher secundaria a ruptura aneurismática.

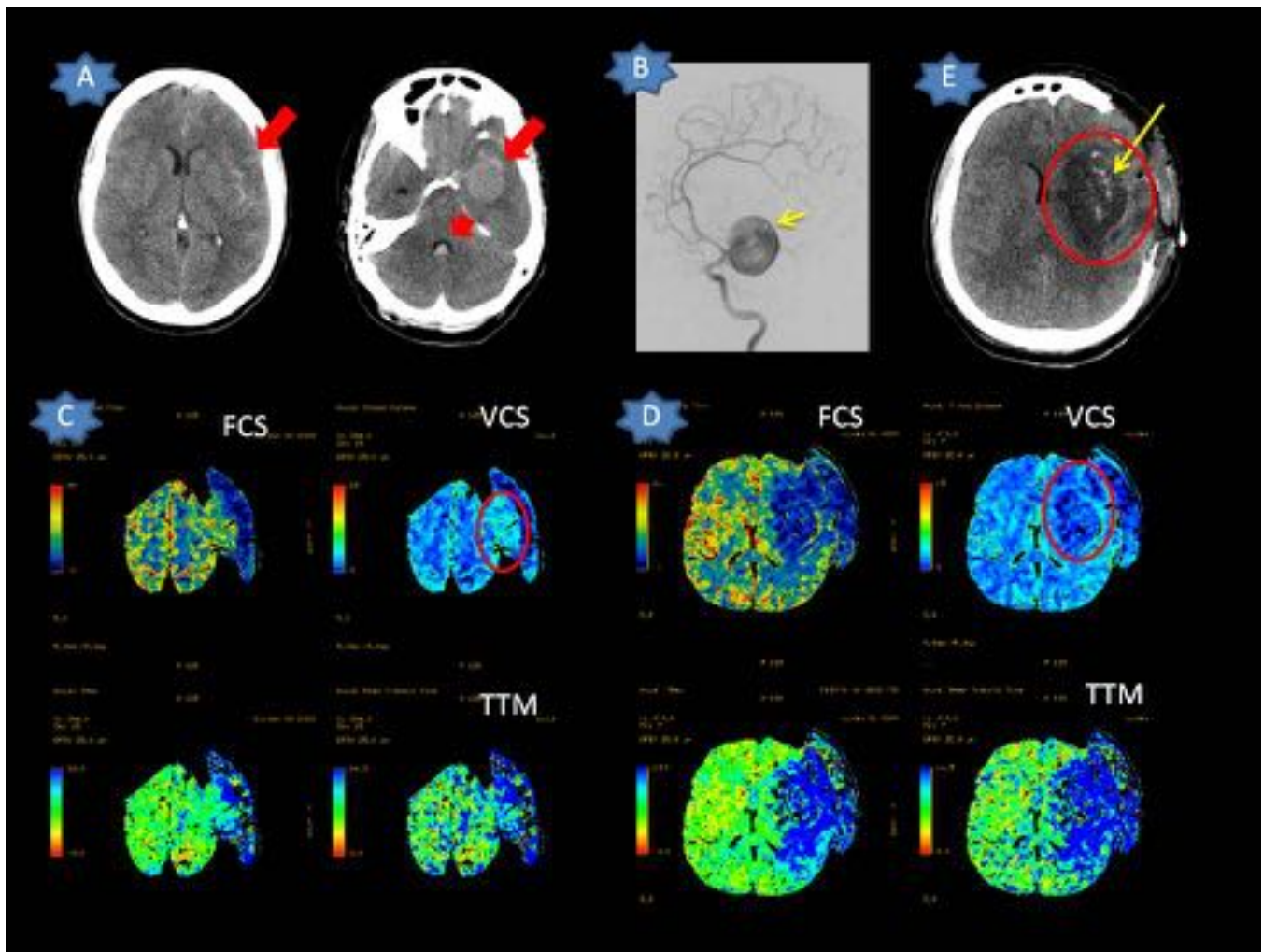


Fig. 10: Mujer de 33 años que llega al servicio de urgencias con HSA grado IV (flecha roja corta) visualizada en el TC sin contraste realizado a su llegada (A).

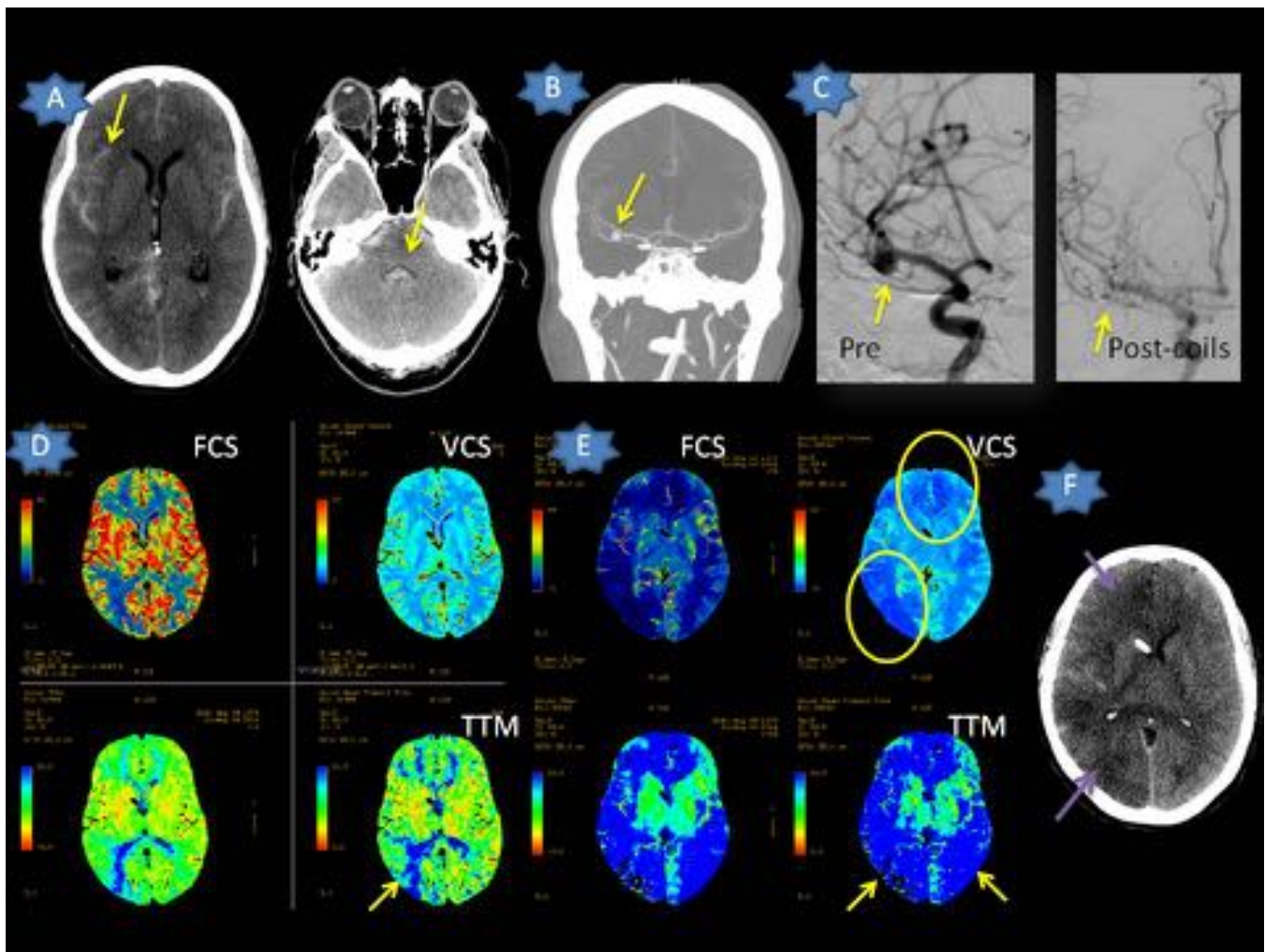


Fig. 11: Finalmente, el último caso se trataba de una paciente de 39 años que empieza con cefalea y mareos.

Conclusiones

Las conclusiones de nuestro estudio fueron las siguientes:

- La combinación de TCSC, ATC y TCP representa una herramienta fundamental para el diagnóstico de la HSA, localización del aneurisma y predicción de las áreas con mayor riesgo de ICT en pacientes con HSA grado III-IV de Fisher.
- La realización del TCP en estos pacientes podría realizarse entre el 6º al 8º día tras la HSA inicial, puesto que es el periodo con mayor riesgo de vasoespasmo sintomático.
- Debemos prestar especial atención a los pacientes jóvenes (<50 años), mujeres y fumadoras ya que éstas tienden a hacer vasoespasmo cerebral recurrente con mayor frecuencia.

- Existe una correlación significativa entre la áreas afectadas en el TCP, el vasoespasmismo en las arterias que irrigan dichas areas en el ASD y los territorios con ICT en el TC control.
-
- El TCP aporta importantes datos fisiológicos al estudio de estos pacientes, asi pues, nuevos pasos deberán ser dados en el camino de dicha investigación con la realización de un estudio proyectivo con una mayor cohorte de casos que pueda extrapolar las conclusiones a la población general.

Bibliografía / Referencias

1. Delayed cerebral ischemia in aneurysmal subarachnoid hemorrhage: proposal of an evidence based combined clinical and imaging reference standard. Sanelli, S. Kishore, A. Gupta, H. Mangat, A. Rosengart, H. Kamel, and A. Segal. AJNR Am J Neuroradiol 35:2209 –14 Dec 2014.
2. Using quantitative CT perfusion for evaluation of delayed cerebral ischemia following aneurysmal subarachnoid hemorrhage. Sanelli PC, Ugorec I, Johnson CE, Tan J, Segal AZ, Fink M, Heier LA, Tsiouris AJ, Comunale JP, John M, Stieg PE, Zimmerman RD, Mushlin AI. AJNR AmJ Neuroradiol. 2011 Dec;32(11):2047-53.
3. Vasospasm after Subarachnoid Hemorrhage: Utility of Perfusion CT and CT Angiography on Diagnosis and Management. M. Wintermark, N.U. Ko, W.S. Smith, S. Liu, R.T. Higashida, W.P. Dillon. Wintermark AJNR 27 Jan 2006 .
4. CT Angiography and Perfusion CT in Cerebral Vasospasm after Subarachnoid Hemorrhage. S. Binaghi ,M.L. Colleoni, P. Maeder, AUske', L. Regli, A.R. Dehdashti, P. Schnyder, R.Meuli. Binaghi AJNR 28 Apr 2007.
5. Evaluating CT Perfusion Using Outcome Measures of Delayed Cerebral Ischemia in Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage. P.C Sanelli, N.Anumula, C.E Johnson, J.p. comunale, A.jTsiouris, H.Riina, A.Z Segal, P.E Stieg, R.D Zimmerman and A.I Mushlin. AJNR Am J Neuroradiol 34:292-98 Feb 2013.
6. Computed Tomography Grading Schemes Used to Predict Cerebral Vasospasm After Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage: A Historical Review. Paul klimo Jr. M.D, Richard H. Schmidt, M.D, PhD. Neurosurg Focus. 2006;21(3) © 2006 American Association of Neurological Surgeons.