

HEMORRAGIA SUBARACNOIDEA ANEURISMÁTICA

<i>Autor</i>	Dr. Justo L. González González
<i>Colaboradores</i>	Dr. Enrique de Jongh Cobo, Dr. Jesús Pérez Nellar, Dr. Daniel Hierro García
<i>Servicio</i>	Neurocirugía
<i>Participan</i>	Neurocirugía, Neurología, Imagenología, Anestesia, Unidades de Cuidados Intensivos Polivalentes

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades cerebrovasculares son la tercera causa de muerte en nuestro país con 71,8 defunciones/100,000 habitantes. La hemorragia subaracnoidea (HSA) con tasas de defunciones hasta de 28,1/1000 habitantes se inscribe dentro de este grupo de enfermedades. El 85 % de ellas son causadas por aneurismas intracraneales, sobre los que es posible actuar y alcanzar su curación en una proporción razonable de pacientes mediante diferentes métodos, si estos son oportunos y adecuadamente planificados.

Se presenta fundamentalmente en las décadas mas activas de la vida adulta y desafortunadamente no existen estadísticas nacionales útiles sobre esta afección, pero según datos de los Estados Unidos, su tasa anual fluctúa entre 10 y 28/100,000 habitantes.

El 10 % de las HSA de causa aneurismática, muere antes de llegar a un centro hospitalario. Entre los pacientes que sobreviven a la hemorragia inicial el resangramiento es la mayor causa de morbilidad y mortalidad (15-20 % en las primeras 2 semanas). La meta de la cirugía precoz es reducir este riesgo. El vasoespasmo provocará la muerte en 7% y causará déficit neurológico severo en otro 7 % de los casos y el presillamiento precoz permitirá utilizar procedimientos terapéuticos agresivos para revertir dicho fenómeno sin el riesgo de resangramiento en un aneurisma fisurado y no presillado.

El manejo quirúrgico de los aneurismas intracraneales fue controversial desde su introducción. A finales de la década de los 70s del pasado siglo se había demostrado que el presillamiento de los aneurismas rotos era inequívocamente superior a cualquier otra forma de tratamiento. El estudio cooperativo internacional sobre el momento quirúrgico en la cirugía de la HSA secundaria a ruptura aneurismática, consiguió evidenciar en los 80s, excelentes resultados cuando se realizó cirugía precoz en pacientes con buen estado neurológico. A principios de la siguiente década, los beneficios del presillamiento precoz se habían extendido incluso a pacientes con grados clínicos pobres.

El Hospital "Hermanos Ameijeiras" por contar con los recursos tecnológicos y humanos, que permiten con una estructura organizativa adecuada basada en el trabajo multidisciplinario, y por poder realizar el tratamiento precoz de la HSA por métodos quirúrgicos o endovasculares, se encuentra en una posición ventajosa dentro del sistema nacional de salud para desarrollar un programa de atención a los pacientes con HSA de causa aneurismática. Estudios que incluyen la amplia casuística de aneurismas operados en todo el territorio de los Estados Unidos de América entre 1995 y 1999, han documentado resultados consistentemente superiores en los centros que atienden un elevado volumen de pacientes anualmente, si se les compara con los que atienden cifras menores.

Según *Doyle y Plant* en Public Health Research Report, servicios con una población entre 1,2 y 2 millones de habitantes generan cerca de 50 operaciones de aneurismas por año, 25 para cada uno de dos especialistas, lo que constituiría el mínimo necesario para una denominada "neurocirugía segura".

OBJETIVOS

Generales

- Establecer en el Hospital Hermanos Ameijeiras un protocolo de manejo dinámico, integral y multidisciplinario que organice los recursos necesarios y se pongan oportunamente en función de la atención a los pacientes con HSA aneurismática, con la participación de: Neurocirugía, Neurología, Imagenología, Medicina Intensiva y Anestesiología y Reanimación.
- Introducir y desarrollar los métodos endo vasculares para el tratamiento de la HSA en el Hosp. Hermanos Ameijeiras. Aunque costosos, sus resultados se traducen en mayor eficacia en el tratamiento y consecuente reducción de la mortalidad y la morbilidad, esta última asociada con alta incidencia de discapacidad, lo que impone una pesada carga económica y social, especialmente debido a que los grupos etáreos más afectados por esta entidad coinciden con edades de máxima actividad y aporte laboral.

DESARROLLO

Criterios de inclusión

- Pacientes que acudan con una HSA espontáneamente al cuerpo de guardia del hospital independientemente de su área de procedencia (ver protocolo de urgencia selectiva de la HSA), en los que se demuestre la causa aneurismática por estudios de imágenes.
- Pacientes referidos de otros centros de La Habana y Ciudad de la Habana con diagnóstico de HSA en los que se demuestre la causa aneurismática por estudios de imágenes.
- Pacientes con HSA producto de aneurismas, complejos o no, demostrados por estudios de imágenes, referidos desde otras provincias.

- Pacientes menores de 60 años con aneurismas intracraneales no rotos cuya localización y dimensiones no confieran complejidades adicionales al procedimiento elegido para su exclusión de la circulación.

Criterios de exclusión

- HSA de causas no aneurismáticas.
- Enfermedades asociadas de tal gravedad que hagan que el riesgo de los tratamientos encaminado a la exclusión del aneurisma, superen el riesgo del curso natural de la enfermedad.
- Edad biológica favoreciendo un estado clínico general lo suficientemente pobre como para que el riesgo de los tratamientos encaminados a la exclusión del aneurisma superen el riesgo del curso natural de la enfermedad.

Protocolo de trabajo propuesto

En el momento actual

Un elevado índice de sospecha deberá prevalecer en el personal médico a cargo de la atención de urgencia a pacientes con cefalea. A los con sintomatología sugestiva de HSA se les deberá realizar TAC simple de cráneo. Si esta fuese normal, pero la sintomatología es consistentemente sugestiva de HSA, se realizará punción lumbar (PL) con trocar 22. Si se confirma mediante cualquiera de estos dos métodos el diagnóstico de HSA, se procederá a clasificar al paciente por su estado neurológico, de acuerdo a la escala de la World Federation of Neurosurgical Societies (WFNS):

- Los pacientes en grados I, II y III se ingresarán en la unidad de Ictus y los grados IV y V en cuidados intensivos.
- A los grados I y II se les realizará estudio angiográfico de urgencia y si se evidencia la existencia de un aneurisma cerebral, el paciente se intervendrá de forma inmediata, salvo que se trate de aneurismas múltiples, gigantes o en localizaciones que ofrecen una alta dificultad como aquellos en la circulación posterior, paraclinoideos u otros que requieran de técnicas adyuvantes para su eliminación, tales como abordajes de base de cráneo, succión retrógrada, hipotermia o circulación extracorpórea, en cuyo caso se trabajará con vistas a planificar la operación dentro de las próximas 24 horas. Si el proceso diagnóstico concluye a altas horas de la noche también se diferirá la operación hasta las primeras horas de la mañana a fin de poder contar con el equipo de trabajo entrenado, excepto que por causa de esta espera se superen las 72 horas consecutivas al desangramiento.
- Si el paciente se encuentra en los grados IV ó V, se procederá a instaurar medidas agresivas para revertir el estado neurológico tales como ventriculostomía y monitoreo de la presión intracraneal (PIC) y tratamiento medicamentoso indicado.

- Una vez que el paciente se logre llevar a uno de los tres primeros grados, se procederá como en el caso anterior.
- En los casos en que no se logre obtener un grado neurológico adecuado para ser operado antes del 4º día, se planificará la operación a partir del 10º día, una vez que su estado lo permita, salvo que el paciente se encuentre en grado I, con un Fisher I en la TC simple y el Doppler transcraneal donde no se evidencia aumento de las velocidades de flujo en los vasos intracraneales como expresión de vasoespasmo.

Cuando en la TC simple de alta resolución inicial se ponga en evidencia la presencia de un hematoma intracerebral con efecto de masa y exista un rápido deterioro neurológico, se realizará angiografía seguida de intervención quirúrgica de urgencia, para evacuar el hematoma e intentar resolver la causa. Si la presencia del hematoma no parece estar amenazando de forma inminente la vida del paciente, se procederá a otorgarle el grado que le corresponda según su estado neurológico y se procederá en consecuencia. (Ver Algoritmo)

A partir de la introducción de los métodos endovasculares

- Se realizará el estudio angiográfico de urgencia en todos los casos, siempre que el paciente se encuentre en condiciones de estabilidad de sus funciones vitales y no tenga un puntaje de 5 en la Escala de Glasgow para el coma.
- Se intentará excluir por este medio, (inmediatamente después de haberse hecho el diagnóstico y en el propio departamento de rayos X por el especialista en imágenes) la circulación los aneurismas con un cuello igual o inferior a 4 mm con una relación fondo/cuello nunca superior a 2 (Viñuelas y Fernández Zubillaga)

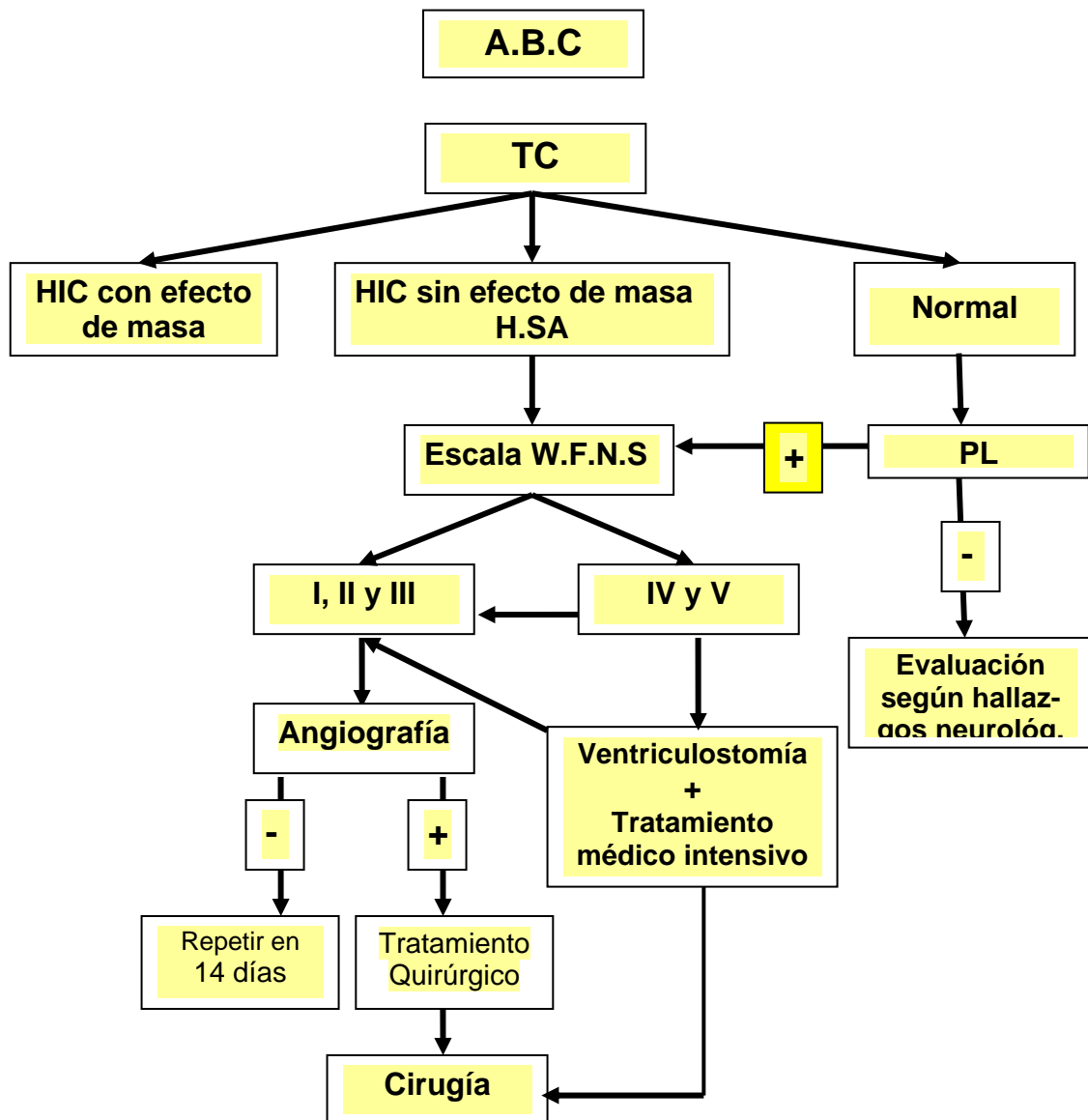
Se exceptúan aquellos pacientes que por presentar un hematoma con indicación quirúrgica de urgencia, deberán ser llevados de todas formas al quirófano donde se abordará en un mismo tiempo la lesión aneurismática.

- Si el intento de resolver el caso por métodos de radiología intervencionista fuera fallido, se procederá de acuerdo al grado neurológico otorgado.

Tratamiento médico (en unidad de cuidados especiales preferiblemente)

- **Signos vitales** y neurológicos cada 1 hora. Mantener los valores de la presión sistólica entre 120 y 150 mm Hg
- **Reposo absoluto** en cama con elevación de la cabeza a 15° y con un bajo nivel de estimulación externa (no ruidos, poca luz, restricción de visitas).
- **Cuidados de enfermería:** observación estricta, baño en cama, compresión neumática o con vendas elásticas de las piernas; en pacientes letárgicos, incontinentes o incapaces de orinar en la cama colocar sonda vesical o colector externo siempre que sea posible.

ALGORITMO DE TRABAJO DE LA HSA ANEURISMÁTICA



- **Dieta:** no vía oral si se prepara para cirugía precoz; si no se considera para cirugía precoz, dieta líquida si paciente alerta y no vía oral y colocación de sonda nasogástrica para aspiración gástrica si paciente letárgico
- **Hidratación parenteral:** administración agresiva y precoz de líquidos para evitar pérdida cerebral de sales
 - ⊕ Solución salina + 20 mL de cloruro de potasio por Litro, a 2 mL/kg/h.
 - ⊕ Albúmina 5 %, 500 mL sobre 4 horas comenzando inmediatamente después del ingreso.
 - ⊕ En pacientes con grado 3 de Fisher en TAC incrementar la administración de líquidos para obtener un balance positivo cada 8 h.

- **Medicación** (evitar medicamentos IM para reducir dolor).
 - ⊞ Anticonvulsivantes profilácticos.
 - ⊞ Sedación ligera y profilaxis de las crisis convulsivas
 - **Fenobarbital:** 30-60 mg oral o vía EV cada 6 horas.
 - ⊞ Analgesia ligera
 - **Codeína:** 30-60 mg vía oral c/2-3 h, o
 - **Morfina** 2-3 mg EV c/2-3 h si necesita analgesia más intensa
 - ⊞ **Dexametasona:** puede aliviar la cefalea y la rigidez nuchal.
 - ⊞ Reblandecedores de las heces (aceite mineral) o laxantes ligeros.
 - ⊞ Antieméticos
 - ⊞ Bloqueadores de los canales del calcio
 - **Nimodipina:** 60 mg cada 4 horas (comenzar el tratamiento en las primeras 96 h y mantener por 21 días)
 - ⊞ Protección para úlceras de estrés (ranitidina).
- **Contraindicados**
 - ⊞ Aspirina
 - ⊞ Dextrán
 - ⊞ Heparina
 - ⊞ Administración repetida de coloides

Estudios de laboratorio

- Gasometría, ionograma, conteo celular, tiempo de protrombina y tiempo parcial de trombina al ingreso.
- Gasometría, monograma/sangre, conteo celular diario (si paciente inestable gasometría c/6 h e ionograma si hiponatremia).
- Osmolaridad sérica y urinaria si oliguria o poliuria.
- Hematocrito y fibrinógeno sérico.
- Rx de tórax diariamente hasta que el paciente esté estable.

Monitorización y vías

- **Línea arterial:** pacientes que están hemodinámicamente inestables, estupo-rosos o comatosos, con dificultad para el control de la TA, o que requieren frecuentes exámenes de laboratorio; por ejemplo, pacientes ventilados.
- **Intubación:** pacientes comatosos o inestables para proteger vías aéreas; por ejemplo, estridor laríngeo.

- **Abordaje venoso profundo:** indicado en:
 - ⊕ Estado neurológico Grado III en adelante.
 - ⊕ Paciente con posible pérdida de sales o síndrome de secreción inadecuada de hormona antidiurética.
 - ⊕ Hemodinámicamente inestables.
- Monitor cardíaco.
- Catéter intraventricular indicado en:
 - ⊕ Hidrocefalia o gran cantidad de sangre intraventricular.
 - ⊕ Grados IV y V de la WFNS.

Si déficit neurológico tardío considerar

- **Resangramiento:** más frecuente en las primeras 24 horas, con un máximo de riesgo en las primera 6 horas (4 % del primer día, seguido de 1,5 % diariamente por 13 días); 15-20 % resangra dentro de los 14 días y 50 % en los primeros 6 meses. Se aplica igual esquema de manejo general.
- **Vasoespasma:** es la mayor causa de morbilidad tardía o muerte y ocurre en 30 % de los pacientes, generalmente entre los días 4 y 14 con un pico a los 7 días. Es importante para su diagnóstico haber hecho una estimación precisa del déficit neurológico inicial. Adquiere traducción clínica cuando el diámetro arterial en los estudios angiográficos es de menos de 2 mm en la ACI, menos de 1 mm en los segmentos A₁ y M₁ y menos de 0,5 mm para A₂, M₂ y ACP.

El incremento progresivo de la velocidad de flujo arterial detectada por doppler transcraneal debe hacer pensar precozmente en su instalación. Las opciones de tratamiento para su solución son: angioplastia transluminal (no disponible en nuestro centro), inyección intra arterial de papaverina por cateterismo y terapia hiperdinámica en la unidad de cuidados intensivos (hiper volemia, hipertensión y hemodilución), cuya aplicación se verá favorecida por el presillamiento precoz del aneurisma.

- **Hidrocefalia**
 - ⊕ **Aguda:** (primeras 24 horas): comienzo abrupto de estupor o persistencia del inicial. Realizar ventriculostomía uni o bilateral según cantidad de sangre en III ventrículo y oclusión uni o bilateral de los agujeros de Monro. Si líquido cefalorraquídeo (LCR) aún sanguinolento a la semana, cambiar sistema derivativo, o colocar sistema ventriculoperitoneal de acuerdo al grado de contaminación sanguínea del mismo.
 - ⊕ **Sub-aguda** (durante la primera semana): aunque el coma se puede instalar de forma abrupta, generalmente lo hace de forma gradual con somnolencia progresiva y dificultad para la mirada hacia arriba. El

incremento del diámetro ventricular de solo 1 mm puede justificar su diagnóstico, de ahí la importancia de una buena estimación inicial del mismo. Afortunadamente en muchos casos resuelve espontáneamente. Si esto no ocurre es mandatorio colocar el sistema de drenaje ventricular al exterior drenando a gradiente 5 cm por encima de la frente del paciente.

- ⊕ **Tardía** (después de los 10 días): generalmente cuando el paciente ya se recupera de la operación y al salir de la cama confronta dificultades para la marcha, lo que lo induce a permanecer la mayor parte del tiempo acostado. La TAC documenta el incremento en el diámetro ventricular. La derivación ventriculoperitoneal es casi siempre necesaria y garantiza la mejoría clínica en un porcentaje elevado de los casos.

Tratamiento quirúrgico

- La técnica estándar en el caso de los *aneurismas de la porción anterior* de polígono de Willis será la pterional propuesta por Yasargil, consistente en una craneotomía romboidal o acorazonada centrada en el pterion, a través de la cual mediante un abordaje transilviano y apertura amplia de las cisternas basales anteriores, se realizará la disección del vaso madre y finalmente del aneurisma comenzando por su cuello, para colocar en este una presilla metálica.
- Cuando el aneurisma esté ubicado en tercio distal del tronco basilar también podrá ser utilizado dicho abordaje, ampliando posteriormente la apertura cisternal, así como el subtemporal y la variante "half and half" propuestos por *Charles Drake* o la orbitozigomática en casos de bifurcación basilar alta.
- Para otras localizaciones menos frecuentes en la circulación posterior emplearemos recomendaciones de *Sampson y Batjer* presente en su libro sobre técnicas en cirugía de aneurismas intracraneales.

Tanto en uno como en otro territorio podrán ser eventualmente utilizados otros abordajes de base de cráneo y técnicas adyuvantes (hipotermia, circulación extracorpórea, paro cardíaco y arresto circulatorio total).

INFORMACIÓN ADICIONAL SOBRE LA ENFERMEDAD

Etiología

- Los traumatismos son la causa más frecuente de HSA.

Las causas más frecuentes de HSA de origen no traumático son

- Aneurismas intracraneales en 80 % de los casos.
- Malformaciones vasculares arteriovenosas (MAV) 4-5 %.
- Algunas vasculitis que afectan el sistema nervioso central.
- Raramente debida a tumores.
- Disección de arterias cerebrales (puede ser también de origen traumático).

- ⊕ Arteria carótida
- ⊕ Arteria vertebral (puede causar hemorragia intraventricular, especialmente en IV y III ventrículos).
- Ruptura de una pequeña arteria superficial.
- Trastornos de la coagulación: iatrogénicos o por discrasias sanguíneas.
- Trombosis de senos duros.
- MAV espinales (generalmente segmento cervical o torácico superior).
- HSA perimesencefálica: ruptura de pequeña vena/arteria peri mesencefálica
- Aunque poco frecuente se ha reportado HSA espontánea junto con la ingestión de algunas drogas (cocaína, anfetaminas).
- Sicklemia.
- Apoplejía hipofisaria.
- En 14 y 22 % de los casos no se logra identificar la etiología.

Diagnóstico

Cuadro clínico

- **Síntomas:** cefalea de comienzo súbito frecuentemente acompañada de vómitos, síncope (apoplejía), dolor en el cuello (meningismo) y fotofobia. Cuando existe pérdida de la conciencia el paciente puede progresivamente recuperarla. Puede ocurrir disfunción de pares craneales (especialmente el III ocasionando diplopia y/o ptosis).

Ocasionalmente la cefalea cede espontáneamente y el paciente no solicita atención médica (30-60 % de los casos). Esto puede ocurrir por sangramiento menor en el espacio subaracnoideo, pero también puede deberse a expansión del aneurisma o a sangramiento dentro de su pared. Esta cefalea centinela es de comienzo súbito, severa y desaparece dentro de las primeras 24 horas.

- **Signos:** rigidez nuchal especialmente para la flexión, que se instala entre 6 y 24 horas. Los signos de Kernig y Brudzinski pueden ser positivos.

Pueden ocurrir tres tipos de hemorragias oculares aisladas o en alguna combinación entre 20 y 40 % de los pacientes con HSA (subhialoidea, intra retiniana o vítrea, esta última conocida como síndrome de Terson).

Secuencia de evaluación por medios complementarios

Test para el diagnóstico de la HSA

- **Tomografía computarizada (TAC) simple de cráneo.** Si es negativa realizar punción lumbar (PL) si el índice de sospecha es elevado en correspondencia con el cuadro clínico.

- **Angio-TC:** Si está disponible utilizarla como primer estudio vascular y solo si no es concluyente realizar Panangiografía. Cuando por algún motivo se haya realizado primero la angiografía y esta no fuese concluyente, utilizarla cuando sea posible, pues puede identificar un aneurisma que la angiografía falló en mostrar, o poner en evidencia otras causas, como una malformación vascular angiográficamente oculta, o un tumor.
- **Angiografía cerebral:** casos confirmados o alto grado sospecha clínica.
 - ⊕ Si es negativa repetirla después de 14 días (angiografía (técnica adecuada de los 4 vasos) si hay fuerte evidencia de HSA, o si la inicial fue incompleta o los hallazgos son sospechosos.
 - ⊕ Si existiera coágulo sanguíneo localizado en un área particular poner especial atención en dicha área al repetir la angiografía.
 - ⊕ No repetir angiografía por HSA perimesencefálica clásica o si no hay sangre en el espacio subaracnoideo en TC de cráneo realizada dentro de los primeros 4 días.
- **Resonancia magnética nuclear.** Utilizar técnicas de Angio RMN en paciente alérgico al Yodo. La RMN puede identificar también tumores o malformaciones angiográficamente ocultas que la angiografía falló en mostrar.

Test para el diagnóstico de una MAV espinal

- RMN cervical, torácica y lumbar; angiografía espinal en casos con alta sospecha de MAV espinal.

EVALUACIÓN Y CONTROL

Indicadores de Estructura		Plan %	Bueno	Regular	Malo
Recursos humanos	Personal que compone el grupo de trabajo asistencial	95	95	--	< 80
Recursos materiales	Aseguramiento instrumental y equipos médicos según PA	95	95	--	< 80
	Disponer de los medicamentos expuestos en el PA	95	95	--	< 80
	Disponer de los recursos para la aplicación de investigaciones	95	95	--	< 80
Organizativos	Planilla recogida datos del PA	100	100	-	< 100
	Base de datos electrónica	100	100	-	< 100
Indicadores de procesos		Plan %	Bueno	Regular	Malo
% pacientes a quienes fue posible realizarle de urgencia el/los estudio/s imagenológico		100	≥ 95	90-94	< 90
% pacientes con procedimientos Rx intervencionista vascular en primeras 24 h de la llegada*		100	≥ 95	90-94	< 90
% pacientes con criterios llevados al salón en las primeras 24 horas de su llegada		100	≥ 95	90-94	< 90

Indicadores de resultados	Plan %	Bueno	Regular	Malo
% mortalidad general para todos los casos	<25	<25	25-30	> 30
% mortalidad en los casos Grado 1 y 2	<12	<12	12-15	>15
% mortalidad quirúrgica para todos los casos	<10	<10	10-13	>13
% mortalidad en los casos Grado 1 y 2	<7	<7	7-10	>10

*Si se dispone de la tecnología

Información al paciente y sus familiares

Los pacientes recibieron información suficiente sobre los procedimientos diagnósticos y terapéuticos, sus riesgos y complicaciones, así como sus ventajas, se les comunicó que formaron parte de una investigación y sólo se procedió a su inclusión cuando dieron su consentimiento. La información personal se conserva confidencialmente y el paciente que deseara apartarse del protocolo de investigación podía hacerlo sin que eso afectara la dedicación del personal médico a su atención.

Bibliografía

1. Cowan JA Jr, Dimick JB, Wainess RM, Upchurch GR Jr, Thompson BG. Outcomes after cerebral aneurysm clip occlusion in the United States: the need for evidence-based hospital referral. *J Neurosurg.* 2003 Dec; 99(6):947-52.
2. Intracranial Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) Collaborative Group. Intracranial Subarachnoid Aneurysm Trial of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysm: a randomized trial. *Lancet* 2002;360: 1267-74
3. Lopez AD, Mathers CD, Ezzati M, et al. Global and regional burden of disease and risk factors, 2001: systematic analysis of population health data. *Lancet* 2006; 367:1747-1757.
4. K Strong, C Mathers and R Bonita, Preventing stroke: saving lives around the world, *Lancet Neurology* 2007; 6: 182-187
5. Lavados PM, Hennis AJM, Fernandes JG, Medina MT, Legetic B, Hoppe A, Sacks C, Jadue L, Salinas R. Stroke epidemiology, prevention, and management strategies at a regional level: Latin America and the Caribbean. *Lancet Neurol* 2007; 6: 362-72.
6. Park S, Schwamm LH. Organizing regional stroke systems of care. *Curr Opin Neurol* 2008; 21:43-5.
7. Suarez JJ, Tarr RW, Selman WR: Aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *N Engl J Med* 354:387-396, 2006.
8. Cowan JA Jr, Dimick JB, Wainess RM, Upchurch GR Jr, Thompson BG. Outcomes after cerebral aneurysm clip occlusion in the United States: the need for evidence-based hospital referral. *J Neurosurg.* 2003 Dec;99(6):947-52.

9. Rosen DS, Macdonald RL. Grading of subarachnoid hemorrhage: modification of the World Federation of Neurosurgical Societies scale on the basis of data for a large series of patients. *Neurosurgery* 2004; 54: 566-575.
10. Kowalski RG, Claassen J, Kreiter KT, Bates JE, Ostapkovich ND, Connolly ES, Mayer SA. Initial misdiagnosis and outcome after subarachnoid hemorrhage. *JAMA*. 2004; 291:866–869.
11. Edlow JA Diagnosis of subarachnoid hemorrhage in the emergency department. *Emergency Medicine Clinics of North America* 2003, 21, 73–87.
12. Cross DT, Tirschwell DL, Clark MA, Tuden D, Derdeyn CP, Moran CJ, Dacey RG Jr. Mortality rates after subarachnoid hemorrhage: variations according to hospital case volume in 18 states. *J Neurosurg*. 2003;99: 810–817.
13. Berman MF, Solomon RA, Mayer SA, Johnston SC, Yung PP. Impact of hospital-related factors on outcome after treatment of cerebral aneurysms. *Stroke*. 2003; 34:2200 –2207.
14. Laidlaw JD, Siu KH. Poor-grade aneurysmal subarachnoid hemorrhage: outcome after treatment with urgent surgery. *Neurosurgery*. 2003;53: 1275–1282.
15. Barker FG II, Amin-Hanjani S, Butler WE, Ogilvy CS, Carter BS. In-hospital mortality and morbidity after surgical treatment of unruptured intracranial aneurysms in the United States, 1996-2000: the effect of hospital and surgeon volume. *Neurosurgery* 2003;52:995-1007.