

Neurovascular

## Utilidad del micro doppler intraoperatorio en el clipaje de aneurismas cerebrales

*Experiencia en el Hospital Infantil Universitario de San José*

**S. Rodríguez.** Estudiante posgrado de Neurocirugía, Fundación Universitaria Ciencias de la Salud.

**W Cortes.** Neurocirujano; Hospital Infantil Universitario de San José.

Correo: [informacion@fucs salud.edu.co](mailto:informacion@fucs salud.edu.co)

**Resumen:** Presentamos nuestra experiencia con 8 pacientes que fueron llevados a clipaje de aneurismas cerebrales empleando micro doppler vascular, para verificar la adecuada oclusión del mismo. Se midieron las velocidades de flujo de los vasos aferentes y eferentes del aneurisma y de su domo, antes y posterior al clipaje, para tal fin se utilizó Micro Doppler Hadeco DVM 4500 Bidireccional, con capacidad para medir vasos con diámetro desde 0.1 hasta 20mm. 100% de nuestros casos mostraron clipaje completo de los aneurismas con ausencia de flujo al verificarse con el Doppler. Un aneurisma es decir el 12.5 % evidencio durante el control angiográfico la persistencia parcial de flujo, el cual se atribuyó a la complejidad de su morfología y a su localización en la punta de la Arteria Basilar. Ninguno de nuestros pacientes presentó deterioro neurológico o signos clínicos o radiológicos de vasoespasmismo cerebral en el posoperatorio. Proponemos el uso rutinario del Doppler Intraoperatorio al tratarse de un método no invasivo, confiable y seguro.

### INTRODUCCIÓN

Se estima que 1 a 12 millones de personas en estados unidos tiene un aneurisma intracraneal. La prevalencia de Aneurismas cerebrales no rotos, se estima en un 3% de la población general y aproxi-

madamente el 20-30 % de los pacientes se presentan con aneurismas múltiples<sup>2</sup>. La incidencia de Hemorragia Subaracnoidea Aneurismática es de 30.000 casos año<sup>1</sup>. Con una mortalidad a 30 días del 45% y la mitad de los sobrevivientes quedarán con daño cerebral irreversible. La mortalidad y morbilidad es atribuida principalmente al daño cerebral causado por la hemorragia inicial severa, el resangrado temprano y la isquemia cerebral tardía<sup>4, 5</sup>. La detección de aneurismas cerebrales ha aumentado significativamente en las últimas décadas, dado los avances en las Neuroimágenes como: Tomografía, resonancia Magnética o Angiografía cerebral, aunque los Aneurismas Intracerebrales no rotos pueden permanecer años asintomáticos, la presencia de síntomas sutiles como cefalea o mareo facilita su detección temprana, por otro lado pueden volverse muy sintomáticos debido al efecto de masa local, convulsiones o finalmente al progresar hacia la ruptura<sup>3</sup>.

El tratamiento de los Aneurismas cerebrales esta principalmente dividido en dos alternativas, la primera de ellas es un abordaje quirúrgico con clipaje del mismo, y la segunda es el manejo endovascular. A pesar de los avances en la técnica microquirúrgica, existe una morbilidad significativa al procedimiento abierto dado por isquemia cerebral y

el consiguiente infarto secundario a una oclusión accidental del vaso afluente o del vaso adyacente, o complicaciones tardías derivadas de una oclusión incompleta del vaso. La incidencia exacta de la oclusión accidental de los vasos aferentes y eferentes en la cirugía de aneurismas cerebrales es desconocida. Karhunen et al. Reportaron en un estudio angiográfico post mortem, de 63 aneurismas clipados quirúrgicamente una oclusión accidental de los vasos aferentes en el 21% de sus casos<sup>6</sup>. Otro estudio realizado por MacDonald et al. En el que se estudiaron 78 pacientes con aneurismas cerebrales mostró un 11.5% de estenosis inesperada de vasos aferentes debido a una posición inadecuada del clip. En este mismo estudio se evidenció un oclusión no óptima del aneurisma en el 4%<sup>7</sup>. La frecuencia de cuello residual en la cirugía de aneurismas cerebrales varía de 3.8 a 18%, según la literatura. El riesgo de resangrado de los aneurismas clipados con cuello residual pequeño es del 33% y de cuello residual grande es de 54%<sup>9, 10, 11</sup>.

Martin et al., mediante la angiografía intraoperatoria, demostró que el 8.8% de los aneurismas tratados en su estudio estaban inadecuadamente clipados a pesar de la verificación visual de cada uno de los vasos<sup>8</sup>. Es así como la confirmación de los flujos sanguíneos de los diferentes vasos aferentes y eferentes y del domo del aneurisma en el pre y pos clipaje juega un papel fundamental para evitar eventos isquémicos y mejorar los resultados de los pacientes. El uso de Micro Doppler vascular en cirugía de aneurismas cerebrales está documentado, demostrando su utilidad como guía para un adecuado posicionamiento de clip, esta técnica es no invasiva, barata y rápida, permite al neurocirujano evaluar cualitativamente la velocidad de la sangre en la arteria y la ausencia de flujo en el domo del aneurisma después de su clipaje<sup>12</sup>.

Utilizamos la ultrasonografía Micro Doppler en la cirugía aneurismática intracraneal de 8 pacientes para evaluar el flujo de los vasos aferentes y eferentes, su permeabilidad y la oclusión completa de la cúpula aneurismática. Presentamos los resulta-

dos de nuestro estudio, la utilidad del mismo en la verificación de la colocación correcta del clip e intentamos identificar los factores que podrían predisponer a una colocación sub-óptima del clip o a la oclusión incidental de vasos aferentes o eferentes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Es un estudio clínico retrospectivo revisamos las historias clínicas, las descripciones quirúrgicas y las imágenes paraclínicas de los pacientes sometidos a cirugía de clipaje de aneurismas cerebrales. El estudio abarcó un período de 8 meses (1 de Enero 2017 -31 de Agosto 2017). 8 pacientes (6 hombres y 2 mujeres) con 10 aneurismas fueron incluidos en nuestro estudio. La edad varió entre 22 y 72 años (edad media 62.1 años). 7 pacientes (87.5%) presentaban aneurismas únicos, 1 paciente presentó aneurismas múltiples (ACI izquierda segmento de la bifurcación, ACI izquierda segmento oftálmico, ACI segmento Supraclinoideo). La localización anatomía de los aneurismas clipados se muestra en la Tabla 1. 3 pacientes (37.5%) presentaron Hemorragia Subaracnoidea (HSA), mientras los restantes 5 fueron tratados como casos electivos.

A todos los participantes se les aplicó en la admisión la escala Tomográfica de Fisher y Clínica de Hunt y Hess (HH) estos datos se presentan en la Tabla 2, se presentan los pacientes con aneurismas sin sangrado como incidentales con calificación de HH y Fisher de 0.

A todos los pacientes se les realizó angiografía cerebral pre y pos clipaje. Se obtuvieron medidas con el Micro Doppler vascular intraoperatorio, utilizando un monitor de flujo de sangre Doppler Hadeco DVM 4500 Bidireccional, con capacidad para medir vasos con diámetro desde 0.1 hasta 20mm. Se usaron sondas rígidas y flexibles intercambiables de 1mm de diámetro. Figura 1. Para las mediciones se empleó una frecuencia de ultrasonidos de 8 mHz., se registró el flujo sanguíneo en la región proximal y distal y de la cúpula del Aneurisma antes y después de la colocación del Clip. Un análisis cualita-

Caso	Sexo	Edad	Localizador aneurisma	
			Arteria	Características
1	M	41	ACI izquierda bifurcación	4.5 x 3 mm cuello corto y ancho, domo superior
2	M	22	AcomA	9 x 5 mm, domo anterior e inferior
3	F	40	ACM derecha bifurcación	7 x 5 mm, cuello ancho 5 mm
4	M	75	AcomA	7 x 7 mm, Hipoplasia A1 derecha
5	M	55	AcomA	Bilobulado de 6 x 3 mm, cuello 2.5 mm
6	M	69	ACM izquierda bifurcación	9 x 8 x 7 mm, Hipoplasia A1 derecha, Hipoplasia AcomP izquierda
7	M	71	ACM derecha bifurcación	7 x 6 mm, cuello 4.5 mm Hipoplasia AcomP
8	F	65	A. basilar tope	6 x 6 mm cuello ancho 4 mm

**Tabla 1.** Localización anatómica de los aneurismas clipados.

Caso	Aneurisma	Fisher	Hunt y Hess
1	Incidental	0	0
2	Incidental	0	0
3	Roto	3	II
4	Incidental	0	0
5	Roto	3	II
6	Incidental	0	0
7	Roto	4	III
8	Incidental	0	0

**Tabla 2.** Puntuación escalas de Fisher y Hunt y Hess.

tivo de la Velocidad del flujo, onda y señal acústica se realizó también en las mismas áreas.

## RESULTADOS

3 (37.5%) de nuestros pacientes se presentaron con sangrado aneurismático al ingreso del estudio, de estos 66% se encontraron con escala de Fisher de 3 y el 33% restante con Fisher de 4. La localización de los aneurismas cerebrales en orden de frecuencia fue: Arteria Comunicante anterior 37,5 %, Arteria

Cerebral Media 37,5%, Arteria Carótida Interna 12.5%, Arteria Basilar 12.5%. El caso que requirió reposicionamiento del clip correspondió al aneurisma localizado en la bifurcación de la Arteria Carótida Interna. Todos nuestros aneurismas presentaron diámetros menores de 10mm.

8 pacientes fueron tratados con clipaje de aneurisma cerebral utilizando la Monitoria Doppler intraoperatoria, no se encontraron diferencias en los flujos sanguíneos de los vasos aferentes y efe-

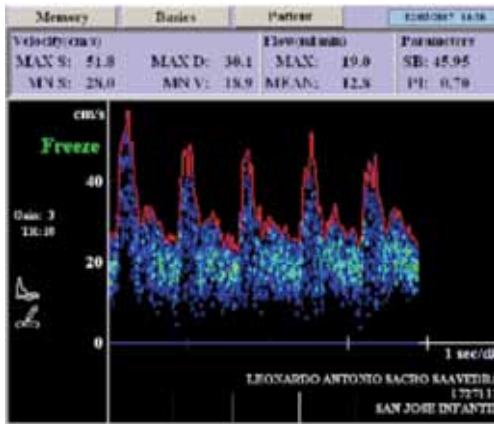
rentes, en el grupo de los pacientes con aneurismas incidentales, vs los pacientes con aneurismas rotos. 100% de los pacientes mostraron ausencia de flujo en el domo del aneurisma posterior a la aplicación del clip, un paciente (12.5%) requirió acomodación del clip dado persistencia de flujo aunque este era menor al inicial. Las angiografías posoperatorios mostraron una correcta oclusión de los aneurismas en el 87.5% de los casos. 1. Paciente (12.5%) mostró clipaje incompleto del cuello del aneurisma, durante la Angiografía posoperatoria, la localización anatómica del mismo correspondía al Tope de la Arteria Basilar, se atribuyó este desenlace al posible posicionamiento inadecuado de la punta de la sonda en el domo del aneurisma durante la verificación del flujo. Este paciente será llevado a una nueva intervención para reposicionamiento o aplicación de un nuevo clip. 0% de nuestros pacientes mostraron signos

clínicos o angiográficos de vasoespasmos cerebrales posterior al clipaje de los aneurismas.

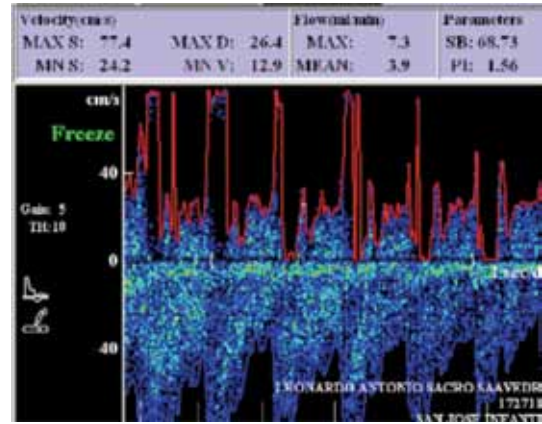
Ninguno de los 3 pacientes que tenían alteración neurológica documentada al ingreso, presentó empeoramiento neurológico posterior al clipaje del aneurisma. De los 3 pacientes que presentaron escalas de Hunt y Hess de II y III al ingreso, 2 (66%) mostraron mejoría neurológica en el posoperatorio durante su estancia. 1 paciente (12.5%) presentó un deterioro neurológico en el pop inmediato (primeras 24 horas) evidenciando en la tomografía de cráneo de control, sangrado en la cabeza del núcleo caudado, éste se atribuyó a la elevación de la tensión arterial media documentada en 140mmHg, sin embargo en el seguimiento 1 mes posterior al clipaje, la hemiparesia había mejorado en la escala de fuerza de Daniels de 2 a 4+.



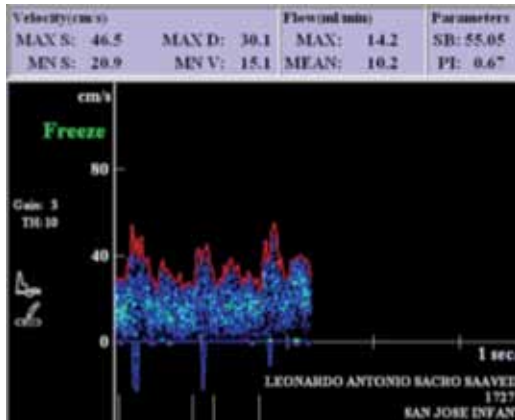
**Figura 1.** Monitor y Sondas de Micro Doppler Vascular (Micro Doppler Hadeco DVM 4500 Bidireccional) Utilizados en nuestro estudio para ultrasonografía intraoperatoria.



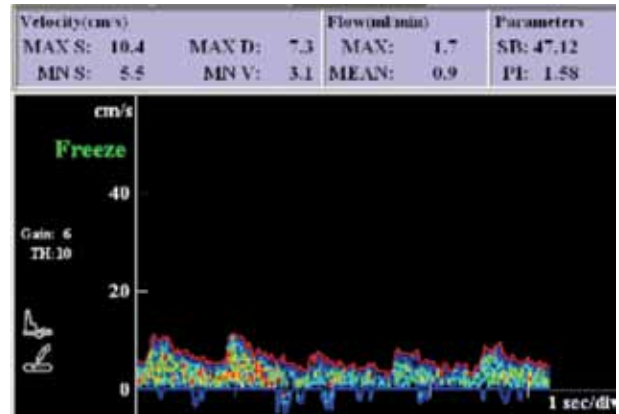
Medición vaso aferente ACI izquierda (M1) izquierda.



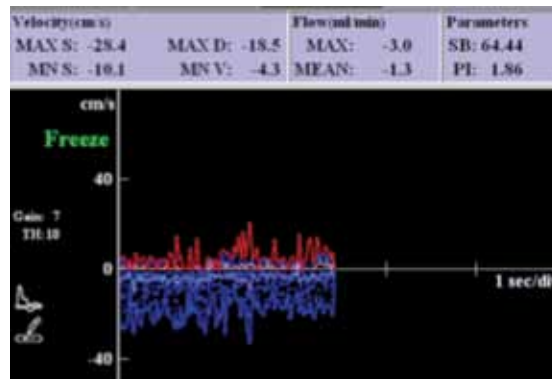
Medición arteria eferente ACM.



Domo aneurisma bifurcación de la ACI izquierda temporal.



ACI izquierda clipaje.



Domo aneurisma posclipaje.

**Imágenes caso 1.** Hombre blanco de 41 años, con aneurisma incidental de la Bifurcación de la Arteria Carótida Interna Izquierda, de 4.5 X 3mm, cuello corto y ancho, domo en disposición superior.

Parámetros.

## DISCUSIÓN

Algunas de las complicaciones del clipaje de aneurismas cerebrales son la oclusión accidental de los vasos adyacentes al aneurisma con la isquemia cerebral y el consiguiente infarto secundario, déficit neurológico, accidente cerebrovascular y en algunas ocasiones la muerte. Otra corresponde a la oclusión incompleta del cuello del aneurisma, la cual incrementa el riesgo de sangrado o re sangrado en el caso de aneurismas rotos. Existen varios estudios que muestran estas complicaciones<sup>13, 14, 15</sup>. MacDonald et al., En un estudio de pacientes sometidos a clipaje de aneurisma evidencio por Angiografía de Sustracción posoperatoria que; el 11.5% de sus pacientes presentaban alteración del flujo sanguíneo cerebral debido a estenosis vascular accidental y que el 10.3% de los pacientes eventualmente sufrió un accidente cerebrovascular grave o la muerte<sup>7</sup>. Nuestros resultados no mostraron estenosis vascular accidental posclipaje, Sin embargo en un caso (12.5%) se presentó Hemorragia intrparenquimatoso posoperatoria la cual se atribuyó a control inadecuado de las cifras tensionales en el posoperatorio inmediato.

En nuestro estudio, durante la monitoría intraoperatoria se demostró en un caso (12.5%) la alteración del flujo sanguíneo del vaso eferente posterior al clipaje del aneurisma, por lo cual se decidió el retiro del clip y reposicionamiento inmediato del mismo, el tiempo de oclusión del vaso no superó los 30 segundos, se verificó nuevamente el flujo sanguíneo del vaso comprometido, evidenciando que este era adecuado, el paciente no presentó déficit neurológico en el posoperatorio. Stendel et al., identificó en su estudio la estenosis vascular después del clip en el 18,9% de sus casos<sup>17</sup>. Marchese et al., Encontró oclusión vascular al emplear monitoría Doppler intraoperatoria en el 18,3% de sus casos<sup>19</sup>. Bailes et al., en un estudio prospectivo, detectó con Micro Doppler una tasa de oclusión accidental de los vasos adyacentes del 31% los cuales se sometieron a reajuste del clip<sup>20</sup>. Los estudios más recientes de Neuloh y Schramm, empleando monitoreo con Micro Doppler intraoperatorio en-

contraron compromiso vascular en sólo 6,2% de sus casos<sup>21</sup>. E.Z. Kapsalaki describieron con la misma técnica una alteración vascular del 15.6%<sup>18</sup>.

En nuestra serie no se evidenció intraoperatoriamente con monitoría Micro Doppler, la persistencia de flujo en el domo de los aneurismas posterior al clipaje. Sin embargo el paciente con clipaje de Aneurisma del Tope de la Basilar mostró en la angiografía posoperatoria oclusión incompleta del mismo, persistencia de flujo, con un residuo aproximado del 30% del cuello. Marchese et al. reportaron una oclusión parcial del aneurisma del 3,7% (5/136 aneurismas)<sup>19</sup>. Neuloh y Schramm en el 3,1% (4/129) de sus casos<sup>21</sup>. Firsching et al., en su estudio evidenciaron la persistencia del flujo en el domo aneurismático en el 12% (6/50) de sus pacientes<sup>22</sup>. Varios factores pueden contribuir a la colocación inadecuada del clip en el cuello del Aneurisma entre ellos; la presencia de sangrado por ruptura aneurismática. Stendel et al., en su serie evidenció que la tasa de clip mal colocada en pacientes con SAH fue dos veces la tasa de pacientes tratados electivamente. (24% Vs 12,5%)<sup>17</sup>. El edema cerebral, la anatomía de los vasos, la localización, morfología y tamaño del aneurisma. E.Z. Kapsalaki mostró que los aneurismas rotos de la punta de la arteria Basilar, de la trifurcación de la ACM y de la arteria comunicante anterior, fueron los más frecuentemente asociados con la colocación inadecuada de los clips y oclusión de vasos adyacentes comparada con otros aneurismas de diferente localización ( $p = 0,0003$ )<sup>18</sup>. Durante la revisión retrospectiva de las posibles causas del clipaje inadecuada del aneurisma del tope de la Arteria Basilar en nuestro estudio, creemos se debió a la morfología del aneurisma y al posible posicionamiento inadecuado del sensor del Micro Doppler en el domo del aneurisma por la restricción de visión del pequeño corredor operatorio.

El tamaño de los aneurismas de nuestro estudio no supero los 10mm. No encontramos asociación del tamaño con un clipaje inadecuado. E.Z. Kapsalaki et al. describió en su estudio que los aneurismas gi-

gantes (>1,5 cm), eran más frecuentemente clipados incorrectamente en comparación con las de menor tamaño (<1,5 cm). ( $p = 0,05$ )<sup>18</sup>. La tasa de falsos positivos de la monitoría Doppler intraoperatoria para oclusión completa del aneurisma cerebral en nuestro estudio fue de 12% (1/8), las posibles causas se explicaron anteriormente. Varias limitaciones técnicas de la Monitoría Doppler Intraoperatoria han sido informadas previamente. El sensor puede detectar el flujo persistente en el domo del aneurisma después de una oclusión parcial, sin embargo no puede detectar un cuello residual, si hay trombosis del aneurisma. Un vasoespasma transitorio del vaso aferente al aneurisma disminuye el flujo hacia el mismo. Una mal técnica en la postura del sensor también podría explicar este hallazgo<sup>17</sup>.

## CONCLUSIONES

La monitoría vascular por ecografía Doppler durante el clipaje de aneurismas se ha utilizado para verificar: la adecuada colocación de clip, el mantenimiento de flujo sanguíneo de los vasos aferentes y eferentes, su utilidad se ha reportado en varios estudios. En comparación con otras técnicas de monitoreo del flujo sanguíneo cerebral proporciona información en tiempo real, es rápida y efectiva, no requiere entrenamiento especial, o tiempo quirúrgico adicional, permite un rápido reposicionamiento del clip del aneurisma, disminuyendo así la probabilidad de complicaciones aneurismas residuales, estenosis y oclusión arterial.

La oclusión inadecuada de aneurismas cerebrales parece estar relacionada con la localización del mismo y su morfología.

## REFERENCIAS

- Schievink WI. Intracranial aneurysms. *N Engl J Med* 1997;336:28–40.
- Weir B. Unruptured intracranial aneurysms: A review. *J Neurosurg*. 2002; 96:3–42. [PubMed: 11794601].
- Wiebers DO, Whisnant JP, Huston J 3rd, Meissner I, Brown RD Jr, Piepgras DG, et al. Unruptured intracranial aneurysms: Natural history, clinical outcome, and risks of surgical and endovascular treatment. *Lancet*. 2003; 362:103–110. [PubMed: 12867109].
- Bederson JB, Awad IA, Wiebers DO, Piepgras D, Haley EC, Brott T, et al. Recommendations for the management of patients with unruptured intracranial aneurysms. A statement for healthcare professionals from the stroke council of the American Heart Association. *Circulation* 2000;102:2300-8.
- Juvela S, Porras M, Poussa K. Natural history of unruptured intracranial aneurysms: probability of and risk factors for aneurysm rupture. *J Neurosurg* 2000;93:379-87.
- Karhunen PJ. Neurosurgical vascular complications associated with aneurysm clips evaluated by post-mortem angiography. *Forensic Sci Int* 1991;51:13–22
- MacDonald RL, Wallace MC, Kestle JRW. Role of angiography following aneurysm surgery. *J Neurosurg* 1993;79:826–32.
- Martin NA, Bentson J, Vinuela F, et al. Intraoperative digital subtraction angiography and the surgical treatment of intracranial aneurysms and vascular malformations. *J Neurosurg* 1990;73:526–33.
- Friedman JA, Kumar R: Intraoperative angiography should be standard in cerebral aneurysm surgery. *BMC Surg* 9:7, 2009.
- Kivisaari RP, Porras M, Ohman J, Siironen J, Ishii K, Hernesniemi J: Routine cerebral angiography after surgery for saccular aneurysms: is it worth it? *Neurosurgery* 55:1015-1024, 2004.
- Sindou M, Acevedo JC, Turjman F: Aneurysmal remnants after microsurgical clipping: classification and results from a prospective angiographic study (in a consecutive series of 305 operated intracranial aneurysms). *Acta Neurochir (Wien)* 140:1153-1159, 1998.
- Siasios I, Kapsalaki EZ, Fountas KN: The role of intraoperative micro-Doppler ultrasound in verifying proper clip placement in intracranial aneurysm surgery. *Neuroradiology* 54:1109-1118, 2012.
- Katz JM, Gologorsky Y, Tsiouris AJ, Wells-Roth D, Mascitelli J, Gobin YP, Stieg PE, Riina HA: Is routine intraoperative angiography in the surgical treatment of cerebral aneurysms justified? A consecutive series of 147 aneurysms. *Neurosurgery* 58:719-727; discussion 719-727, 2006.
- Klopfenstein JD, Spetzler RF, Kim LJ, Feiz-Erfan I, Han PP, Zabramski JM, Porter RW, Albuquerque FC, McDougall CG, Fiorella DJ: Comparison of routine and selective use of intraoperative angiography during aneurysm surgery: a prospective assessment. *J Neurosurg* 100:230-235, 2004.
- Sasaki T, Kodama N, Matsumoto M, Suzuki K, Konno Y, Sakuma J, Endo Y, Oinuma M: Blood flow disturbance in perforating arteries attributable to aneurysm surgery. *J Neurosurg* 107:60-67, 2007.



16. Neuloh G, Schramm J. Monitoring of motor evoked potentials and microvascular Doppler ultrasonography in cerebral aneurysm surgery. *J Neurosurg* 2004;100:389–99.
17. Stendel R, Pietila T, Al Hassan AA, et al. Intraoperative microvascular Doppler ultrasonography in cerebral aneurysm surgery. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2000;68:29–35.
18. E.Z. Kapsalaki a, G.P. Lee b, J.S. Robinson III c, A.A. Grigorian d, K.N. Fountas d, The role of intraoperative micro-Doppler ultrasound in verifying proper clip placement in intracranial aneurysm surgery. *Journal of Clinical Neuroscience* 15 (2008) 153–157
19. Marchese E, Albanese A, Denaro L, et al. Intraoperative microvascular Doppler in intracranial aneurysm surgery. *Surg Neurol* 2005;63:336–42
20. Bailes J, Tantuwaya LS, Fukushima T, et al. Intraoperative microvascular Doppler sonography in aneurysm surgery. *Neurosurgery* 1997;40:965–72.
21. Neuloh G, Schramm J. Monitoring of motor evoked potentials and microvascular Doppler ultrasonography in cerebral aneurysm surgery. *J Neurosurg* 2004;100:389–99.
22. Firsching R, Synowitz HJ, Hanebeck J. Practicability of intraoperative microvascular Doppler sonography in aneurysm surgery. *Minim Invas Neurosurg* 2000;43:144–8.



Encuentro de delegados  
del Consejo de Acreditación 2017