



---

---

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE MEDICINA**

**INSTITUTO NACIONAL DE NEUROLOGÍA Y NEUROCIRUGIA**

**MANUEL VELASCO SUAREZ**

**ANESTESIA PARA CIRUGÍA HÍBRIDA.**  
**EXPERIENCIA EN EL INSTITUTO NACIONAL DE NEUROLOGÍA Y NEUROCIRUGÍA**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL TITULO DE ESPECIALISTA**  
**EN NEUROANESTESIOLOGÍA**

**PRESENTA**

Gloria Priego Verdugo

**TUTOR DE TESIS**

Carmen María Chávez Piña



Ciudad de México, Julio 2019



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



---

**DR. PABLO LEON ORTIZ**  
**DIRECTOR DE ENSEÑANZA**

---

**Luis Guillermo Díaz López**  
**PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE NEUROANESTESIOLOGÍA**

---

**Carmen María Chávez Piña**  
**TUTOR DE TESIS**

## INDICE

ANTECEDENTES	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
HIPOTESIS	8
OBEJETIVOS	8
JUSTIFICACION	9
METODOLOGIA	10
RESULTADOS	11
DISCUSION	19
CONCLUSIONES	20
BIBLIOGRAFIA	21

## 1) ANTECEDENTES

### Cirugía Híbrida

La resección microquirúrgica se ha considerado el tratamiento de elección para muchas lesiones cerebrales durante décadas, incluyendo los aneurismas. La resección quirúrgica ofrece varias ventajas: la confirmación histológica, el alivio del efecto de la masa y la compresión local impuesta en las estructuras neurovasculares adyacentes<sup>1</sup>. Con el paso del tiempo, las técnicas para la cirugía de aneurisma se han refinado<sup>1,2,3</sup>, sin embargo, las fuerzas intrínsecas que impulsan los avances en la cirugía de aneurisma son débiles<sup>1</sup>.

El advenimiento de las técnicas endovasculares, su popularización con resultados de ensayos clínicos<sup>1</sup> –International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT)<sup>4</sup> y el Barrow Ruptured Aneurysm Trial (BRAT)<sup>5</sup>–, y la progresión de la tecnología endovascular han introducido fuerzas extrínsecas que han provocado cambios en la cirugía de aneurisma<sup>1</sup>.

La cirugía de aneurisma abierto ha avanzado para hacerla menos invasiva, más atractiva para los pacientes, y con menor riesgo y eficaz contra los aneurismas complejos. Los aneurismas complejos, con cuellos anchos o con vasos que nacen del aneurisma, representan un reto para la terapia endovascular<sup>6</sup>, contando con tasas menores de éxito<sup>1</sup>.

La terapia endovascular es la técnica de elección en aneurismas de circulación posterior y en aquellos aneurismas de circulación anterior con relación cuello-cúpula favorable<sup>6</sup>. Los riesgos del abordaje endovascular incluyen hemorragia intracraneal, accidente cerebrovascular, infección, el potencial de formación de un pseudoaneurisma en el sitio de acceso vascular<sup>3,5</sup> y muerte.

Las técnicas quirúrgica y endovascular son complementarias en el manejo de los paciente con hemorragia subaracnoidea (HSA) aneurismática<sup>6</sup>, la combinación de ambas es lo que en este tipo de patología se conoce como cirugía híbrida. La decisión de la modalidad de tratamiento es determinada por la edad del paciente,

su condición clínica, la anatomía del aneurisma y la experiencia del cirujano<sup>6,7</sup>. En nuestro hospital, la combinación de cirugía transcraneal para la porción distal del aneurisma y abordaje endovascular para la porción proximal del aneurisma, es la técnica utilizada como cirugía híbrida.

Recientemente, se han desarrollado quirófanos "híbridos" o "combinados" equipados con capacidades angiográficas 3D y de alta resolución. Se han realizado procedimientos quirúrgicos asistidos con técnica endovascular, intervenciones endovasculares asistidas quirúrgicamente o procedimientos quirúrgicos/endovasculares en serie pero distintos, en el mismo entorno<sup>8,9,10</sup>. La bibliografía describe en estos casos la embolización de lesiones muy vascularizadas días previos o inmediatamente antes de la cirugía<sup>8,9</sup>, en nuestro hospital utilizamos ambas técnicas, sin embargo, se ve mayor beneficio en aquellos que la embolización se realiza inmediatamente antes de la resección quirúrgica.

Una consideración importante es la "conciencia de la habitación". Cualquier entorno quirúrgico es complejo y requiere un alto grado de conocimiento por parte del personal que participe para garantizar un funcionamiento seguro y sin problemas<sup>9</sup>. La cirugía híbrida presenta un desafío adicional, el personal debe estar al tanto de la presencia y el movimiento del biplano (brazos C dobles) en relación con la mesa y otros equipos de la habitación<sup>9,11</sup>.

Para la primera generación de quirófanos neuroendovasculares híbridos, la transición entre la posición "quirúrgica" y la "angiográfica" es relativamente incómoda y, por lo general, requiere reemplazar el colgajo óseo, cubrir al paciente, rotar la cama del procedimiento 90° y ajustar la posición de la cama, y brazo en C según sea necesario para el desempeño de la angiografía<sup>10,12-14</sup>.

Los quirófanos neuroendovasculares híbridos pueden ubicarse en el quirófano principal, la sección de radiología intervencionista convencional u otros lugares dentro del hospital. Cada lugar tiene sus propias ventajas y desventajas<sup>8</sup>. Este tipo de quirófano híbrido acomoda las innovaciones de la neurocirugía convencional con las de la neurocirugía endovascular mínimamente invasiva, esta última ampliamente utilizada para el tratamiento de aneurismas cerebrales<sup>8</sup>, minimizando la necesidad de controles angiográficos postoperatorios extraoperatorios, ayudando a evitar el

resangrado inesperado y ahorrar tiempo en el transporte de pacientes entre instalaciones, especialmente en situaciones de emergencia<sup>14</sup>.

La configuración de un quirófano híbrido debe cumplir con los estándares de un quirófano en términos de parámetros de intercambio de aire, presión de aire positiva, configuración de temperatura/humedad y requisitos de techo/piso, entre otros<sup>14</sup>. Debe ser espacioso y completamente equipado para funcionar como un quirófano, con equipos de anestesia, monitor de paciente, unidades de electrocauterio, líneas de aire presurizadas para taladros, un microscopio de operación, neuronavegación, ultrasonido, abundante iluminación y espacio de almacenamiento de inventario adecuado<sup>8</sup>. El posicionamiento del equipo anestésico no está descrito en ninguna de las bibliografías, sin embargo, siempre se sugiere que tengamos acceso inmediato a la vía aérea para cualquier eventualidad que pueda presentarse.

El quirófano híbrido ideal permite una transición sin problemas entre las posiciones quirúrgicas y angiográficas en segundos, mejorando la eficiencia del flujo de trabajo y disminuyendo el tiempo del procedimiento<sup>8</sup>.

### **Manejo anestésico**

El anestesiólogo debe conocer el número, la ubicación y el tamaño de las lesiones, los signos vitales basales y los déficits neurológicos preoperatorios<sup>15</sup>. La anestesia en neurocirugía tiene unos objetivos específicos relacionados con la **neuroprotección** de los que depende el pronóstico neurológico.

Los objetivos principales son: una inducción suave, que evite aumentos desmesurados de la presión intracraneal, mantener una adecuada perfusión y oxigenación cerebral durante todo el procedimiento, realizar una emersión rápida y suave que permita una valoración neurológica precoz, proporcionar relajación cerebral, establecer las condiciones óptimas para poder aplicar técnicas de monitorización neurofisiológica intraoperatoria, prevenir la aparición de náuseas y vómitos postoperatorios<sup>16,17,18</sup>. Proveer estabilidad hemodinámica es crucial para no “dañar” la autorregulación cerebral<sup>19</sup>.

Como anestesiólogos podemos actuar en el compartimento más sensible, el sistema venoso y arterial, porque depende de la hemodinámica sistémica, la

ventilación alveolar (PaCO<sub>2</sub>)<sup>18</sup> desde 1mmHg puede producir cambios de hasta 3-4% en flujo sanguíneo cerebral<sup>19</sup>, metabolismo basal, temperatura, y viscosidad.

La presión de perfusión cerebral PPC= PAM-PIC<sup>18</sup> debe mantenerse entre los rangos de 60 a 150mmHg<sup>19</sup>, realizando una ligera hiperventilación, disminuimos el metabolismo de las neuronas con nuestros hipnóticos o con hipotermia, y controlamos la viscosidad de la sangre=hematocrito/hemoglobina mejorando el flujo sanguíneo cerebral durante la neurocirugía.

El monitoreo en estas cirugías debe incluir<sup>20</sup>:

- Cardiovascular: ECG de 5 derivaciones, Presión arterial PI o PNI, pulsioximetría.
- Respiratorio: volumen tidal, FiO<sub>2</sub>, frecuencia respiratoria, presión en vía aérea, MAC inhalatorias, EtCO<sub>2</sub>.
- Monitorización función cerebral: BIS/Entropía, PIC, EEG, PES, EMG, Potenciales auditivos.
- Metabólico: Temperatura, glicemias, hematocrito, hemoglobina, electrolitos y osmolaridad.

Técnicas anestésicas como la total intravenosa, o una combinación de bajas concentraciones inhaladas de halogenados con agentes intravenosos pueden optimizar la emergencia rápida. La elección de la técnica anestésica debe realizarse en conjunto con el equipo quirúrgico de acuerdo a las necesidades de la propia intervención y puede ser guiado principalmente por otras enfermedades cardíacas y consideraciones específicas de cada paciente<sup>18</sup>.

La anestesia general minimiza los artefactos de movimiento que Mejora la calidad de la imagen, se puede solicitar apnea intermitente, que reduce aún más el movimiento<sup>18</sup>, sobre todo en el abordaje endovascular para localización y embolización de aneurismas. La mayoría de los centros utilizan anestesia general para procedimientos complejos o de larga duración. No existe un método bien descrito dentro de las consideraciones para neuroanestesia<sup>18</sup>.



## 2) PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La cirugía híbrida es un procedimiento relativamente joven a nivel mundial, existe poca literatura donde se describa el montaje de la sala, los tipos de lesiones intracraneales que se ven beneficiadas de este abordaje, sus beneficios y complicaciones; además, no existe descripción del papel del anestesiólogo en este tipo de cirugía, por lo que interesa contribuir dando a conocer la experiencia del INNNMVS a nivel nacional.

## 3) HIPÓTESIS

Los pacientes sometidos a cirugía híbrida que recibieron anestesia total intravenosa, tienen una puntuación más alta en la escala de coma de Glasgow a la emersión de la anestesia.

## 4) OBJETIVOS

**General:** Comparar la escala de coma de Glasgow a la emersión de la anestesia entre los pacientes que recibieron anestesia total intravenosa y los que recibieron anestesia general balanceada que fueron sometidos a cirugía híbrida.

### **Específicos:**

Describir los fármacos utilizados en la anestesia total intravenosa de los pacientes que fueron sometidos a cirugía híbrida.

Describir los fármacos utilizados en la anestesia general balanceada de los pacientes que fueron sometidos a cirugía híbrida.

Describir las complicaciones anestésicas en la cirugía híbrida.

Describir el tiempo promedio de la cirugía híbrida.

## **5) JUSTIFICACIÓN**

No existe literatura a nivel mundial que describa el papel del anestesiólogo en la cirugía híbrida, ya que es un procedimiento relativamente nuevo en el mundo de la medicina. En nuestro país solo dos hospitales -el nuestro incluido- han reportado este tipo de procedimientos, por eso deseamos reportar nuestra experiencia en el manejo de este tipo de procedimientos, para realizar sugerencias que mejoren los resultados de todos los pacientes sometidos a cirugía híbrida.

Debido a los procesos de certificación de los hospitales, se vuelve una necesidad el contar con protocolos bien establecidos y fundamentados para poder atender con seguridad y calidad estos procedimientos complejos.

## 6) METODOLOGÍA

- a) Diseño: Observacional, descriptivo, transversal, retrospectivo.
- b) Población y muestra: Todos los pacientes sometidos a cirugía híbrida, en el instituto nacional de neurología y neurocirugía, Dr. Manuel Velasco Suarez, en el periodo de enero de 2015 a Junio de 2019.
- c) Criterios de selección del estudio: Expedientes clínicos de pacientes sometidos a cirugía híbrida, los últimos cinco años.
- d) Análisis Estadístico.
- e) Variables :

DENOMINACION	UNIDAD DE MEDIDA	DEFINICION CONCEPTUAL
Género	Masculino/ femenino	Condición orgánica, masculina o femenina, de los animales y las plantas.
Edad	Años cumplidos	Tiempo que ha vivido una persona desde su nacimiento.
Escala de coma de Glasgow	Score de nivel de conciencia 15 Normal < 9 Gravedad 3 Coma profundo	Valoración del nivel de conciencia consistente en la evaluación de tres criterios de observación clínica: la respuesta ocular, la respuesta verbal y la respuesta motora.
Tipo de anestesia	Anestesia total intravenosa	Técnica de anestesia general que usa una combinación de fármacos administrados exclusivamente por vía intravenosa sin usar fármacos por vía inhalatoria.
	Anestesia general balanceada	Técnica anestésica que consiste en la utilización de una combinación de agentes intravenosos e inhalatorios para la inducción y el mantenimiento de la anestesia general.
Tiempo de cirugía	Horas y minutos	Cantidad de minutos transcurridos desde el inicio hasta el final del acto quirúrgico.

## 7) RESULTADOS

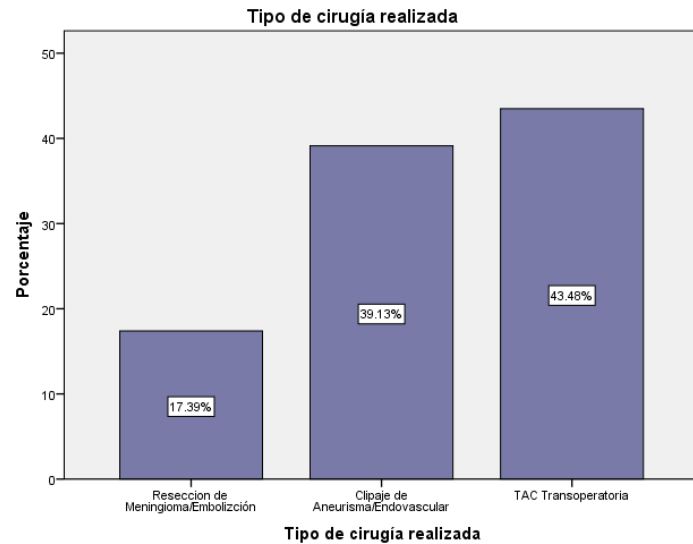
Se incluyeron un total de 23 pacientes, durante el estudio no se excluyó a ningún paciente. La edad promedio fue de 48 años y los rangos de edad fueron de 29 A 69 años (Tabla 1). Del total de pacientes, 15 eran de sexo femenino (65.2%) y 8 de sexo masculino (34.8%)(Tabla 2).

Tabla 1. Edad	
<b>Media</b>	48
<b>Mínima</b>	29
<b>Máxima</b>	69

<b>Hombre</b>	8 (34.8%)
<b>Mujer</b>	15(65.2%)

Las cirugías híbridas se dividieron en tres tipos de acuerdo a la bibliografía revisada, en Clipaje de aneurisma / Endovascular con un total de 9 pacientes (39.1%), resección de meningioma / embolización con 4 pacientes (17.4%) y TAC transoperatoria con un total de 10 pacientes (43.5%) (Tabla 3).

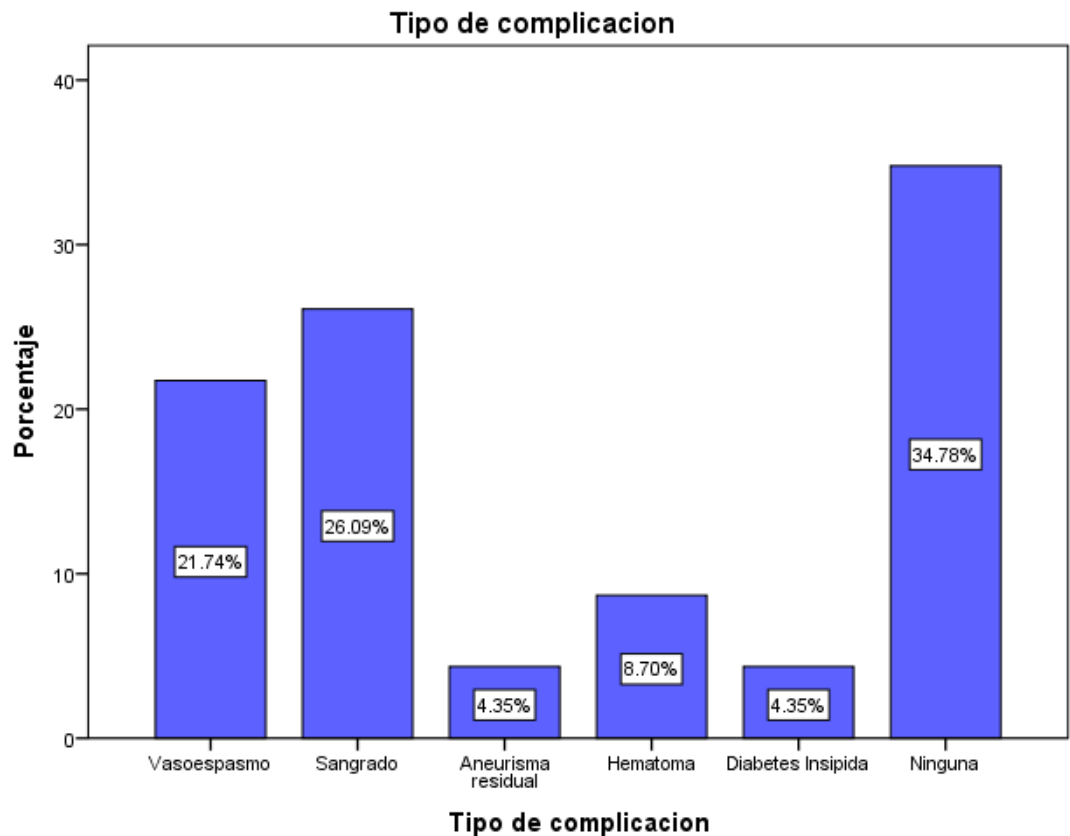
<b>Resección de Meningioma/Embolización</b>	4 (17.4%)
<b>Clipaje de Aneurisma/Endovascular</b>	9 (39.1%)
<b>TAC Transoperatoria</b>	10 (43.5%)



El tipo de anestesia recibido por cada paciente fue TIVA, 22 pacientes (95.7%) y 1 paciente recibió AGB (4.3%) (Tabla 4). No se describió ninguna complicación relacionada con la técnica anestésica; las complicaciones quirúrgicas se dividieron en vasoespasmo, sangrado, aneurisma residual, hematoma y diabetes insípida, y su frecuencia se muestra en la Tabla 5.

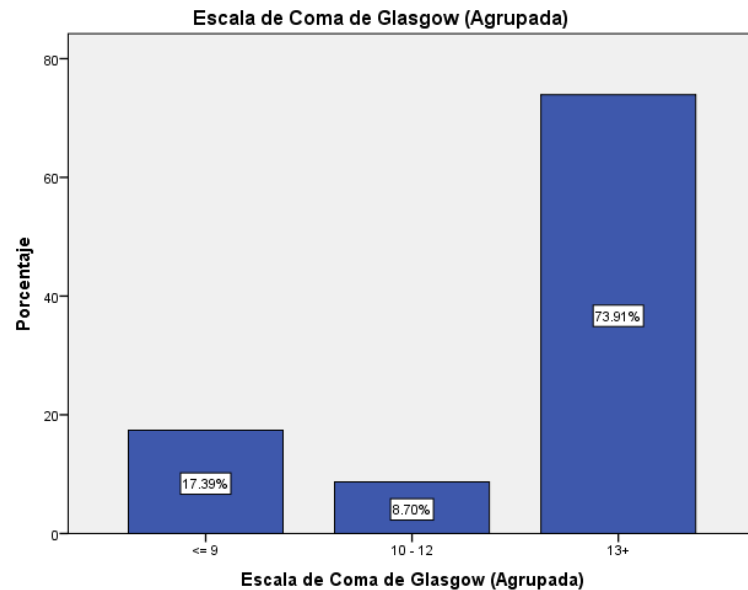
Tipo de Anestesia	Frecuencia (Porcentaje)
TIVA	22 (95.7%)
AGB	1 (4.3%)

Vasoespasmo	5 (21.7%)
Sangrado	6 (26.1%)
Aneurisma residual	1 (4.3%)
Hematoma	2 (8.7%)
Diabetes Insípida	1 (4.3%)
Ninguna	8 (34.8%)



Se evaluó la Escala de Coma de Glasgow (ECG) al finalizar el procedimiento en todos los pacientes, obteniéndose lo siguiente: 17 pacientes (73.9%) obtuvieron un puntaje de ECG mayor o igual a 13, 2 pacientes (8.7%) tuvieron un puntaje entre 10-12 y 4 pacientes (17.4%) con un puntaje menor o igual a 9 puntos. (Tabla 6).

<b>≤ 9</b>	4 (17.3%)
<b>10-12</b>	2 (8.7%)
<b>≥13</b>	17 (73.9%)



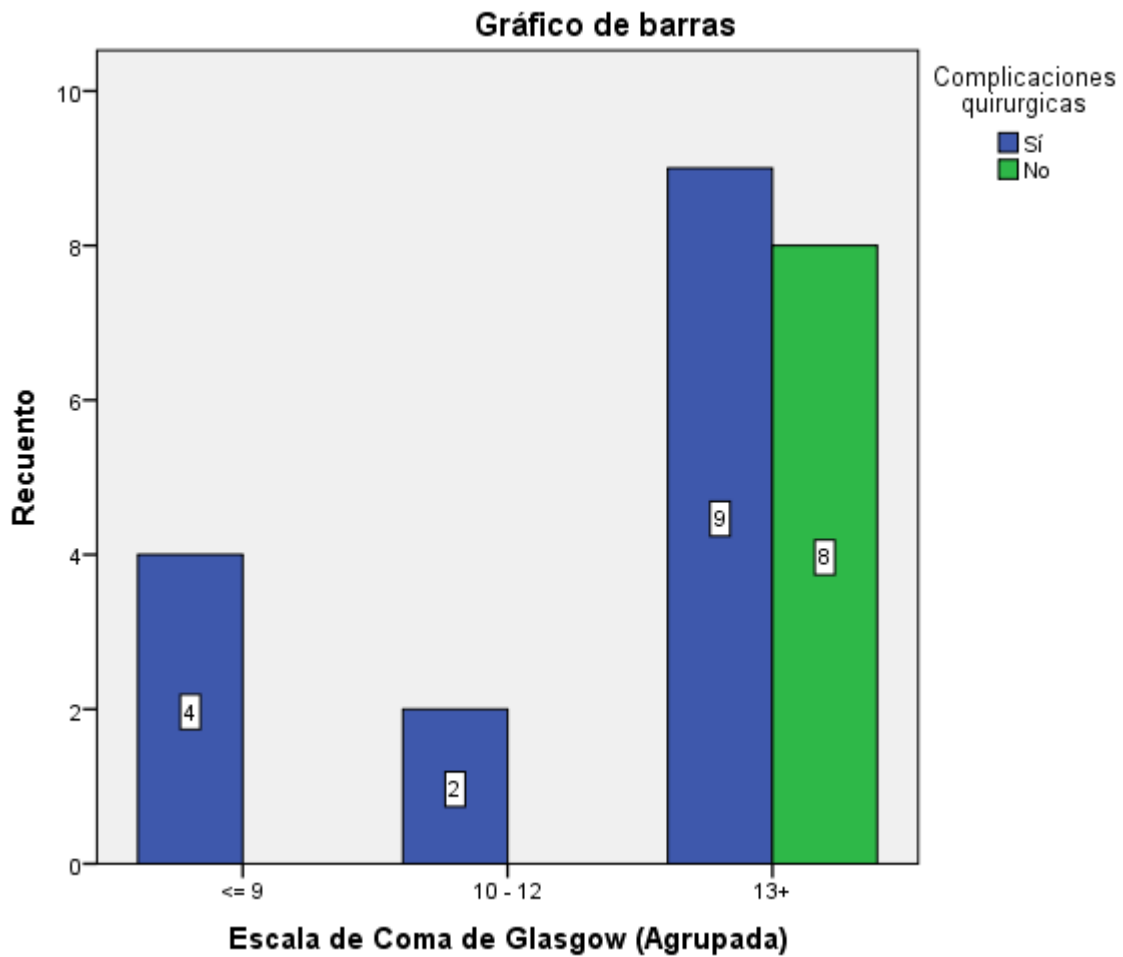
Se cuantificó el sangrado y se hizo una agrupación: ≤500 ml con 7 pacientes (30.4%), 501-1500 ml con 4 pacientes (17.4%) y ≥ 1501 ml con 12 pacientes correspondiendo al 52.2% (Tabla 7). Así como el uso de vasopresor durante el procedimiento con el 30.4% de los procedimientos reportaron el uso de norepinefrina y 16 procedimientos (69.6%) no lo requirieron (Tabla 8).

<b>≤ 500</b>	7 (30.4%)
<b>501 - 1500</b>	4 (17.4%)
<b>≥1501</b>	12 (52.2%)

<b>Sí</b>	7 (30.4%)
<b>No</b>	16 (69.6%)

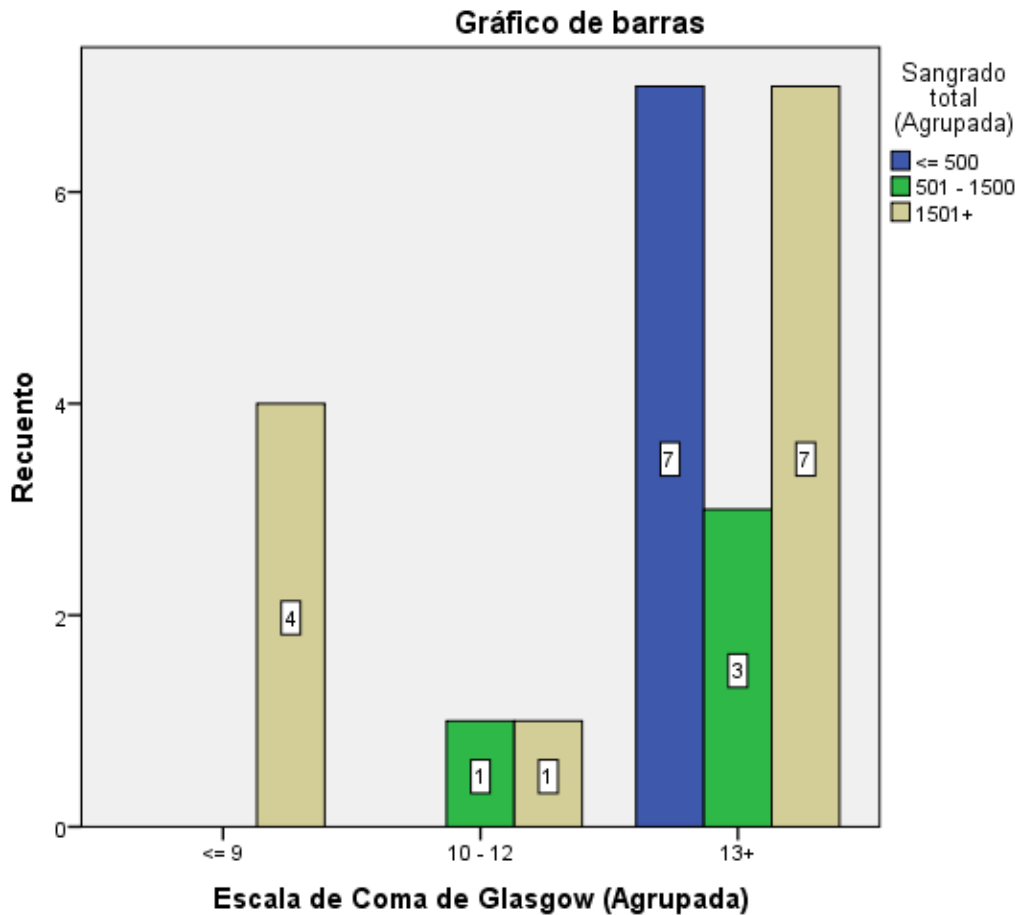
Se realizó un análisis entre la presencia de complicaciones y la ECG con  $\chi^2$ , el resultado se muestra en la tabla 9, sin encontrar significancia estadística.

ECG	Sí	No	P 0.115
<b>&lt;= 9</b>	4	0	
<b>10-12</b>	2	0	
<b>13+</b>	9	8	



Se realizó un análisis entre la cantidad de sangrado y el puntaje obtenido en la ECG con  $\chi^2$ , el resultado se muestra en la tabla 10, sin encontrar significancia estadística.

ECG	≤ 500	501-1500	≥1501	P 0.162
≤ 9	0	0	0	
10-12	0	1	0	
13+	7	3	7	

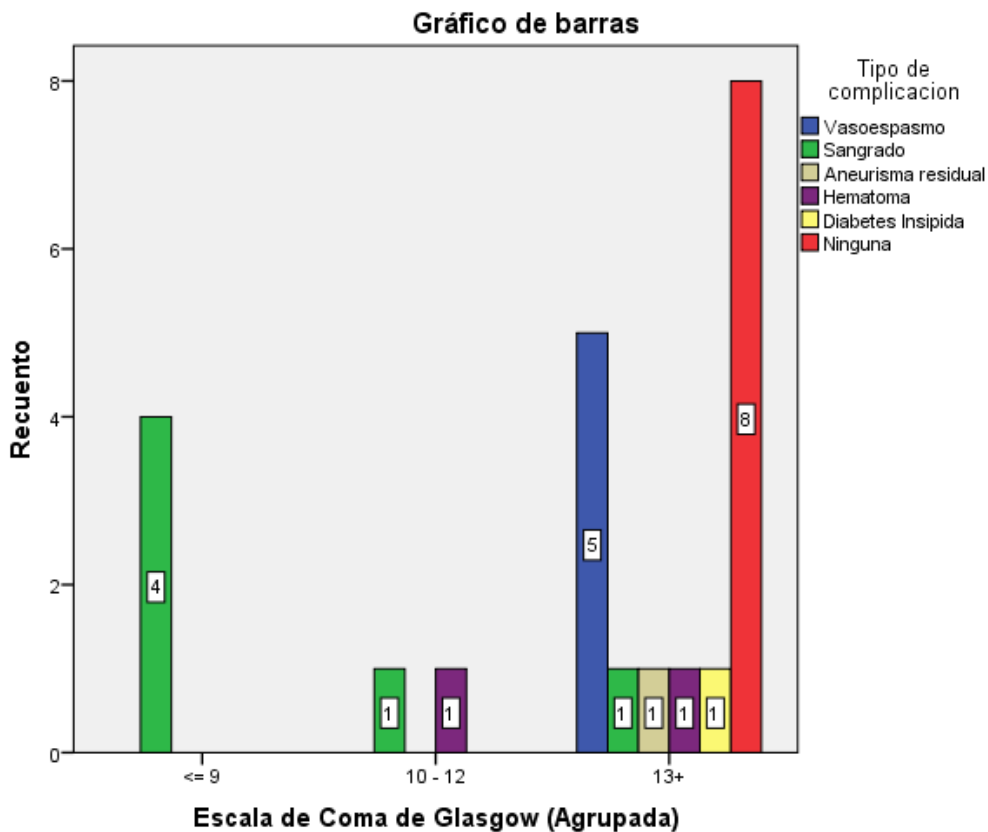




El análisis entre la relación del puntaje de ECG y las complicaciones quirúrgicas se muestra en la tabla 11, con significancia estadística (p 0.020), demostrando que la totalidad de los pacientes con una ECG  $\leq 9$  ( 4 pacientes, 17.3%) presentaron alguna complicación, sin embargo, 9 pacientes que egresaron con una ECG  $\geq 13$  puntos, presentaron complicaciones, sin repercusión en dicho puntaje. (Tabla 11).

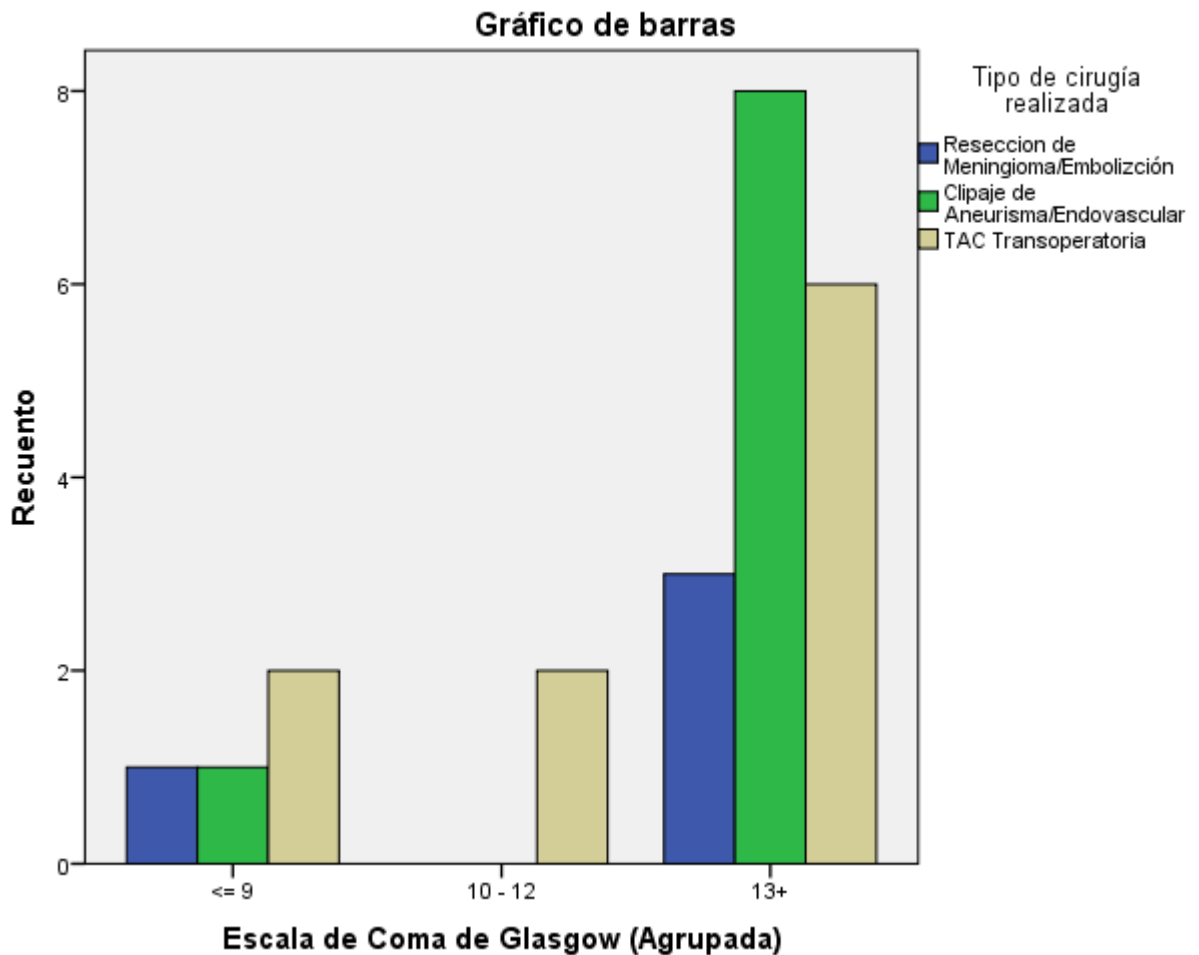
**Tabla 12**  
**Sangrado / Complicaciones**

ECG	Tipo de complicaciones						P
	Vasoespasm o	Sangrad o	Aneurism a residual	Hematom a	Diabete s Insípida	Ningun a	
<b><math>\leq 9</math></b>	0	4	0	0	0	0	<b>0.020</b>
<b>10-12</b>	0	1	0	1	0	0	
<b>13+</b>	5	1	1	1	1	8	



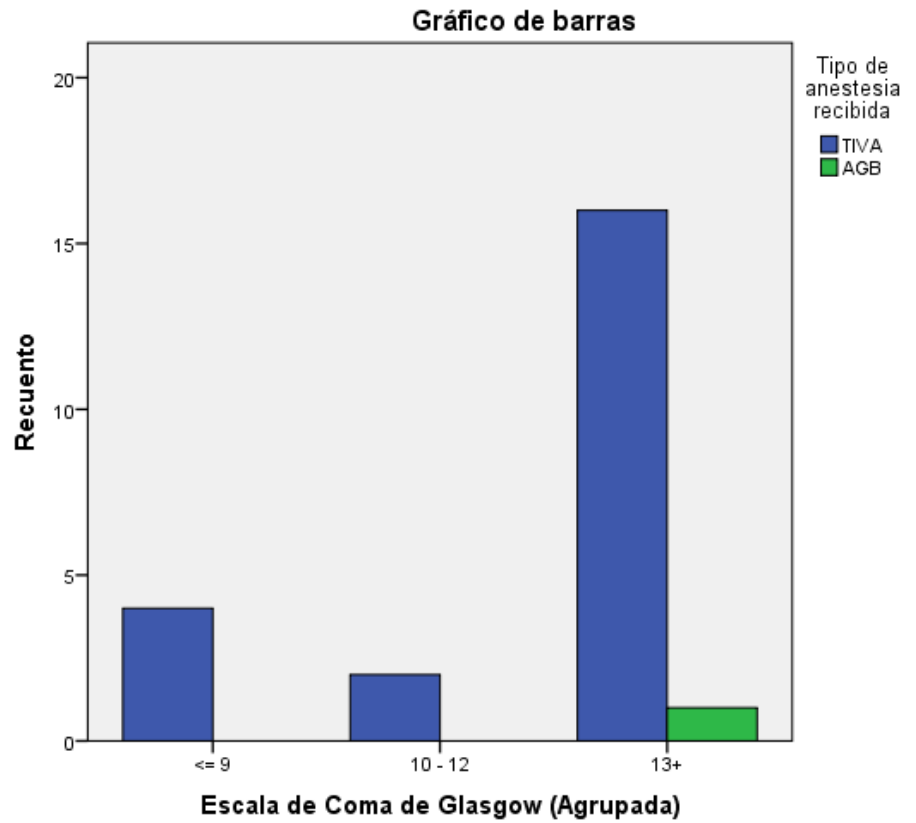
El análisis entre la relación del puntaje de ECG y el tipo de cirugía se muestra en la tabla 12, sin significancia estadística.

Tabla 12 ECG / Cirugía				
ECG	Tipo de Cirugía			P
	Resección de Meningioma/Embolización	Clipaje de Aneurisma/Endovascular	TAC Transoperatoria	
<= 9	1	1	2	0.476
10-12	0	0	2	
13+	3	8	6	



El análisis entre la relación del puntaje de ECG y el tipo de anestesia se muestra en la tabla 13, sin significancia estadística.

Tabla 13 ECG / Anestesia			
ECG	Tipo de Anestesia		P 0.832
	TIVA	AGB	
<b>&lt;= 9</b>	4	0	
<b>10-12</b>	2	0	
<b>13+</b>	16	1	



## 8) DISCUSIÓN

El abordaje quirúrgico y endovascular combinado para el tratamiento de enfermedades cerebrovasculares complejas es una herramienta capaz de disminuir las complicaciones de ambos abordajes realizados por separado. Sin embargo, es esencial que todo el equipo quirúrgico este habituado a trabajar en estas nuevas salas, para mejorar tiempos y resultados en nuestros pacientes. La combinación de estas técnicas permite la detección oportuna y el tratamiento de complicaciones sin la necesidad de realizar el traslado del paciente de un área a otra del hospital, disminuyendo el tiempo entre intervenciones.

La incidencia de ruptura aneurismática durante la colocación de coils va de 1-5%, aunque poco frecuente, el retraso en el tratamiento puede provocar resultados desfavorables en la evolución de los pacientes. Nussbaum et al. realizaron un reporte sobre la importancia de la rápida resolución de esta complicación, con resultados favorables en la evolución de sus pacientes.

El estado del arte en relación con la técnica anestésica ideal para este tipo de procedimientos aun es incompleto, por lo que decidimos describir nuestra experiencia en el manejo anestésico de cirugía híbrida. La bibliografía disponible solo nos habla del manejo estándar de cualquier paciente neuroquirúrgico, enfocándose en la experiencia y disponibilidad de cada hospital. De manera general se sugiere que la anestesia general minimiza los artefactos de movimiento, generando una mejor calidad de imagen; además se puede solicitar apnea intermitentemente para mejorar los artefactos durante la obtención de imágenes.

La neuro protección es la piedra angular del manejo anestésico en neurocirugía. La elección específica de la anestesia debe ser guiada por otras consideraciones, comorbilidades cardíacas y cerebrovasculares. El uso de anestesia total intravenosa o la combinación de dosis bajas de halogenados con agentes intravenosos, pueden ayudar a una rápida emersión y una evaluación neurológica temprana.

Un buen plan quirúrgico, una comunicación rápida y efectiva entre los equipos quirúrgicos, endovascular, anestésico y enfermería, es fundamental para obtener los mejores resultados posibles. La responsabilidad principal del equipo de anestesia es preservar las variables hemodinámicas para proveer un adecuado campo quirúrgico, detectar y tratar de manera temprana cualquier complicación relacionada con la patología o el acto quirúrgico e informar al resto del equipo; brindar una emersión rápida y suave para la evaluación completa del paciente; así como proporcionar una adecuada analgesia y confort a los pacientes.

## 9) CONCLUSIONES

Los datos obtenidos en este trabajo no pueden demostrar que exista una relación entre el tipo de anestesia y el puntaje obtenido en la escala de coma de Glasgow a la emersión de los pacientes. Esta escala es subjetiva ya que se ve influenciada por diferentes factores como el tipo de cirugía, el sitio de abordaje quirúrgico y posibles complicaciones relacionadas con el evento quirúrgico.

Se demostró que existe una relación entre la presencia de complicaciones y un puntaje bajo de ECG, sin embargo, debemos separar los tipos de cirugía híbrida, ya que las cirugías donde se utilizó Tac transoperatoria ayudaron a la detección y tratamiento oportuno de complicaciones como hematoma o vasoespasma cuando se combinó con medio de contraste.

Proponemos la realización de un estudio prospectivo con un tamaño de muestra mayor donde se evalué el beneficio de la anestesia total intravenosa para cirugías híbridas específicas. Ya que en el paciente neuroquirúrgico están suficientemente descritas las ventajas que ofrece este tipo de anestesia.

Concluimos que ofreciendo un campo quirúrgico adecuado y un manejo integral de las variables fisiológicas y los cambios esperados en relación al procedimiento quirúrgico ofrecen un mejor resultado al estado general del paciente. Continuar apostando por un tipo de anestesia que permita una valoración neurológica temprana permite la detección y tratamiento oportuno de las complicaciones y si combinamos estas características con técnicas quirúrgicas que disminuyan la incidencia de complicaciones y que a su vez permitan la detección y tratamiento inmediato de dichas situaciones, brindando mayor seguridad y mejores resultados a nuestros pacientes.

## 10) REFERENCIAS

1. Cohen-inbar O, Ph D, Svir GE, Sc M. Adaptive Hybrid Surgery : Paradigm Shift for Patient-centered Neurosurgery. 9(3):1–10.
2. Davies JM, Lawton MT. Advances in open microsurgery for cerebral aneurysms. Neurosurgery. 2014;74(2 SUPPL.):7–16.
3. Smeltzer HG, Scott JR, Frey SA, Stambaugh BM, Tancraitor BJ, Jafari N, et al. Collaboration between Interventional Neurosurgery and Vascular Surgery in the Hybrid Operating Room. J Radiol Nurs 2014;33(3):127–31.
4. Molyneux AJ, Birks J, Clarke A, Sneade M, Kerr RSC. The durability of endovascular coiling versus neurosurgical clipping of ruptured cerebral aneurysms: 18 year follow-up of the UK cohort of the International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT). Lancet. 2015;385(9969):691–7.
5. Spetzler RF, McDougall CG, Zabramski JM, Albuquerque FC, Hills NK, Russin JJ, et al. The Barrow Ruptured Aneurysm Trial: 6-year results. J Neurosurg.2015;123(3):609–17.
6. Arteaga JA, Morales MB, Marín LQ. Tratamiento endovascular de aneurismas cerebrales complejos Endovascular treatment of complex cerebral aneurysms. 2015;(October):162–6.
7. Kelly M, Rasmussen P, Masaryk T. Intracranial aneurysms and subarachnoid hemorrhage. En: Masaryk T, Rasmussen P, Woo H. Endovascular Techniques in the Management of Cerebrovascular Disease. United Kingdom: Informa Healthcare; 2008. p. 111-132.
8. Ashour R, See AP, Dasenbrock HH, Khandelwal P, Patel NJ, Belcher B, et al. Refinement of the Hybrid Neuroendovascular Operating Suite: Current and Future Applications. World Neurosurg. 2016;91:6–11.
9. Kotowski M, Sarrafzadeh A, Schatlo B, Boex C, Narata AP, Pereira VM, et al. Intraoperative angiography reloaded: A new hybrid operating theater for combined endovascular and surgical treatment of cerebral arteriovenous malformations: A pilot study on 25 patients. Acta Neurochir (Wien). 2013;155(11):2071–8.
10. Murayama Y, Arakawa H, Ishibashi T, Kawamura D, Ebara M, Irie K, et al. Combined surgical and endovascular treatment of complex cerebrovascular diseases in the hybrid operating room. J Neurointerv Surg. 2013;5(5):489–93.
11. Ashour R, See AP, Dasenbrock HH, Khandelwal P, Patel NJ, Belcher B, et al. Refinement of the Hybrid Neuroendovascular Operating Suite: Current and Future Applications. World Neurosurg. 2016;91:6–11.

12. Dehdashti AR, Thines L, Da Costa LB, terBrugge KG, Willinsky RA, Wallace MC, et al. Intraoperative biplanar rotational angiography during neurovascular surgery. Technical note. *J Neurosurg.* 2009;111:188-192.
13. Ellis MJ, Kulkarni AV, Drake JM, Rutka JT, Armstrong D, Dirks PB. Intraoperative angiography during microsurgical removal of arteriovenous malformations in children. *J Neurosurg Pediatr.* 2010;6:435-443.
14. Murayama Y, Saguchi T, Ishibashi T, Ebara M, Takao H, Irie K, et al. Endovascular operating suite: future directions for treating neurovascular disease. *J Neurosurg.* 2006;104:925-930.
15. Lecours M, Gelb AW. Anestesia para el tratamiento quirúrgico de aneurismas cerebrales. *Rev Colomb Anestesiol.* 2015;43(S 1):45–51.
16. Llorente-Mariñez G. Por qué TIVA en neurocirugía. ¿ Es buena opción? *Rev Mex Anest.* Vol. 37. Supl. 1 Abril-Junio 2014 pp S369-S373.
17. Martin Lehecka, Aki Laakso, Jouke Van Popta, y Juha Hernesniemi. *Microneurocirugía de Helsinki Principios y trucos.* 2013.
18. Sriganesh K, Vinay B. Anesthesia for Neuroradiology. *Essentials of Neuroanesthesia.* 2017;43(2):505–18.
19. Zuleta-alarcón A, Castellón-larios K, Ni MC, Bergese SD. *Revista Colombiana de Anestesiología Anestesia total intravenosa versus anestésicos inhalados en neurocirugía.* 2014;3(S 1):9–14.
20. Gelb AW. Actualización en neuroanestesia. *Rev Colomb Anestesiol.* 2015;43(S 1):1–2.