



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

INSTITUTO NACIONAL DE NEUROLOGÍA Y NEUROCIRUGIA

MANUEL VELASCO SUAREZ

IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOCOLO DE CIRUGÍA HÍBRIDA PARA EL
TRATAMIENTO DE ENFERMEDADES NEUROVASCULARES EN
EL INSTITUTO NACIONAL DE NEUROLOGÍA Y
NEUROCIRUGÍA: EXPERIENCIA DE 3 AÑOS

TESIS

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

PRESENTA

DR. CRISTOPHER GERMÁN VALENCIA RAMOS

TUTOR DE TESIS

DR. JUAN LUIS GÓMEZ AMADOR

DR. MARCO ZENTENO CASTELLANOS



Ciudad de México, Julio 2018



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.

Ciudad de México, Julio 2018



DR. PABLO LEON ORTIZ
DIRECTOR DE ENSEÑANZA

Dr. JUAN LUIS GÓMEZ AMADOR
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE NEUROCIRUGÍA

Dr. JUAN LUIS GÓMEZ AMADOR

TUTOR DE TESIS

Dr. MARCO ZENTENO CASTELLANOS

TUTOR DE TESIS

A Nelcy, mi esposa.

Por ayudarme a seguir adelante en los momentos difíciles.

Por ser una luz en mi camino que saca lo mejor de mí.

A mis padres y mi hermana.

Por su apoyo incondicional y su amor infinito.

Por ser un gran ejemplo de vida y brindarme la oportunidad de crecer a su lado mental y espiritualmente.

Agradecimientos

Al Dr. Juan Luis Gómez Amador a quien admiro y respeto,

Por ser no solo un excelente maestro, sino también a quien considero un amigo,

Que gracias a sus consejos y enseñanzas he alcanzado este logro profesional

Al Dr. Marco Zenteno Castellanos por ser un gran ejemplo a seguir

Quien a pesar de todo, muestra siempre pasión al trabajo y transmite a sus alumnos.

A los maestros de Neurocirugía del Instituto y aquellos que no se encuentran en él, pero que han dejado una huella en mi formación profesional, de los cuales he aprendido todo lo que ha estado a mi alcance para aprovechar su excelente trabajo como neurocirujanos.

Al Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía,

Por ser sin lugar a dudas una de las mejores instituciones a nivel internacional en su área,

Por no solo formarse por profesionales, sino también de historia, de pacientes, de un hogar quien por 5 años

me albergó y ayudó plenamente en mi formación.

A mis amigos neurocirujanos, compañeros en la residencia,

Juan José y Taylor, por sus enseñanzas y la entrega que me enseñaron por la profesión,

Armando y Juan Pablo, por no ser solo compañeros, sino amigos para toda la vida,

A Felipe, por su ejemplo, amor a la neurocirugía y su valiosa amistad.

ÍNDICE

1. Resumen.....	5
2. Introducción y antecedentes.....	6
3. Planteamiento del problema.....	11
4. Hipótesis.....	12
5. Objetivos.....	12
6. Justificación.....	13
7. Metodología.....	14
8. Resultados.....	15
9. Discusión.....	27
10. Limitaciones del estudio.....	32
11. Conclusiones.....	33
12. Consideraciones éticas.....	33
13. Referencias.....	34
14. Apéndices.....	38

1. RESUMEN

A lo largo de las últimas décadas, la terapia endovascular se ha establecido como un tratamiento efectivo en el tratamiento de enfermedades neurovasculares. A pesar de que la mayoría de las enfermedades cerebrovasculares pueden ser tratadas por medios microquirúrgicos o endovasculares, un subgrupo de pacientes puede requerir un abordaje combinado. El inconveniente en el traslado de este tipo de pacientes de la sala de quirófano a la sala de angiografía fue un factor para el desarrollo de la sala híbrida.

El concepto de cirugía híbrida se ha sido utilizado en los últimos años alrededor del mundo con el fin de describir los procedimientos realizados en un quirófano especializado que cuente con la posibilidad de realizar procedimientos neuroquirúrgicos y de terapia endovascular de manera simultánea y sin la necesidad de trasladar al paciente.

El estudio se centra en describir el protocolo terapéutico utilizado en los procedimientos combinados realizados en la sala híbrida para el tratamiento de enfermedades neurovasculares, así como presentar la serie de casos realizado en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía durante el periodo transcurrido desde el año 2015 al 2018, así como realizar un análisis descriptivo de las características epidemiológicas y demográficas de la serie antes comentada, así como comparar el desenlace de éstos pacientes con el descrito en la literatura mundial.

La presente investigación pretende establecer un precedente que pueda llevar a una investigación clínica donde se pueda analizar una población mayor, que compare los procedimientos de manera separada con los combinados, e implemente un análisis que arroje resultados más claros de selección, causalidad y pronóstico de los pacientes tratados bajo este tipo de tratamiento híbrido.

2. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

La microcirugía fue una de las principales herramientas en el manejo de las enfermedades neurovasculares a mediados y finales del siglo pasado(1). Pero a lo largo de los últimos años, la terapia endovascular ha tomado gran importancia sobre el abordaje microquirúrgico, desplazándola casi completamente en el tratamiento de varias enfermedades neurovasculares(2). El principal ejemplo de estas patologías son los aneurismas cerebrales, los cuales después del advenimiento del estudio ISAT en el 2002, la terapia endovascular se colocó como el principal abordaje para este tipo de patologías alrededor del mundo, sobre todo, fuera de norte américa (3–5). A los 6 años de iniciado el estudio BRAT (Barrow Ruptured Aneurysm Trial), cuyos resultados se deben de tomar con cautela, concluye que existe una mínima diferencia en el resultado de los pacientes tratados mediante el clipaje con el que se utilizaron coils para el tratamiento de aneurismas de la circulación cerebral anterior, sin embargo, esto no aplica para los pacientes con ruptura aneurismática de la circulación cerebral posterior, quienes mostraron un beneficio substancial en el uso de coils sobre el clipaje(6).

Quirófano híbrido

El concepto de quirófano híbrido puede tomar de la definición de Murayama y cols, el cual define como “sala quirúrgica híbrida endovascular”, en donde se consigue un ambiente armónico y seguro para realizar de manera simultánea los procedimientos microquirúrgicos y de terapia endovascular, quien lo utilizó de igual manera para el manejo de enfermedades neurovasculares, que incluso las han equipado con sistemas robóticos de angiografía de sustracción digital de última generación, complementando diagnóstico y manejo intraoperatorio de ambas especialidades (2,7). También llamado como “sala quirúrgica híbrida” Damman y cols, quienes lo definen, como aquel quirófano que proporciona angiografía de control intraoperatoria inmediata, en el caso de aneurismas o malformaciones arteriovenosas, que se reserva para casos altamente selectos, sin embargo en su cohorte, ellos no encontraron ninguna diferencia en el tratamiento de aneurismas de manera convencional por medio de microcirugía y posteriormente una angiografía de control contra una angiografía transoperatoria inmediata para valorar el flujo de los vasos parentales y la ausencia de residual (8).

Enfermedades neurovasculares y la terapia combinada en el quirófano híbrido:

Aneurismas cerebrales

Los aneurismas cerebrales rotos son la causa del 80-85% de las hemorragias subaracnoideas no traumáticas, con una prevalencia de 3.2%, en un rango de 0.4-7%. Se pueden diagnosticar de manera no invasiva mediante tomografía computada o por angiorensonancia magnética. Los aneurismas rotos que generan hemorragia subaracnoidea, se asocian a una mortalidad y morbilidad de 30-67% y 15-30%, respectivamente(9,10). El manejo neuroquirúrgico de los aneurismas rotos y no rotos ha evolucionado a lo largo del tiempo, a pesar que el tratamiento microquirúrgico y endovascular iniciaron como antagonicos, la tendencia actual es verlos como tratamientos complementarios, modalidad que se ha tomado en grandes centros alrededor del mundo, que a pesar de no contar con quirófanos híbridos en donde se practiquen los manejos a éste tipo de enfermedades de manera simultánea, se realizan de manera complementaria en momentos diferentes, con el único beneficio de ofrecer el mejor tratamiento posible a éstas patologías(11).

La mayoría de las enfermedades neurovasculares, pueden ser tratadas ya sea por medio de terapia endovascular o abordajes microquirúrgicos, principalmente los aneurismas, sin embargo, existe un subgrupo de pacientes dentro de la gran diversidad de patologías neurovasculares, las cuales se beneficiarían de un abordaje combinado, ya sea de manera simultánea o separada(2,9,12,13). A finales de los 90's comenzaron los trabajos pioneros, que trataron de dar solvencia a la complejidad de éstas patologías, con terapia endovascular y procedimientos microquirúrgicos de manera conjunta (1,14,15). La complejidad de las lesiones cerebrovasculares, como por ejemplo aneurismas fusiformes/gigantes y malformaciones arteriovenosas, son actualmente objetivos comunes de manejos multimodales, especialmente si se tratan de patologías que se encuentran en áreas elocuentes. Sin embargo, algunas preocupaciones relacionadas con el manejo multimodal incluyen el uso de agentes antiplaquetarios peri-operatorios, el inconveniente de entrar a 2 procedimientos invasivos, y la posibilidad de agregar un riesgo cardiovascular al paciente. El desarrollo de la cirugía neurovascular y la neuroradiología intervencionista ha llevado a la instalación de salas de quirófano en donde se puedan realizar procedimientos endovasculares y quirúrgicos,

actualmente llamados, quirófanos híbridos. Sin embargo, la significancia y la indicación de un sistema de quirófano híbrido no se encuentra bien establecida(16).

Malformaciones arteriovenosas

Su prevalencia es de alrededor del 0.14% de la población, con una preponderancia ligeramente mayor en los hombres. La hemorragia después de una resección quirúrgica incompleta es una de las complicaciones más temidas, sin embargo, los estudios de imágenes postquirúrgico inmediatos permiten evaluar la totalidad del tratamiento, sin embargo el realizar un estudio trans-operatorio inmediato de control permite mejorar el pronóstico del paciente y evitar éste tipo de complicaciones. Se ha encontrado utilidad de la sala híbrida en el caso de las malformaciones arteriovenosas, quienes en series de casos, se ha demostrado que puede existir cierta ventaja de un manejo combinado simultaneo en el quirófano híbrido, con una detección alta de pequeños residuales de manera trans-quirúrgica que requieren de una resección o embolización completa de manera inmediata(17–20).

Otras patologías neurovasculares

También se ha visto las ventajas de realizar ésta clase de procedimientos en el caso de fistulas arteriovenosas durales, en las que en ocasiones el acceso venoso/arterial convencional no es posible mediante punción, y debe realizarse mediante craneotomías de manera directa o guiadas por neuronavegación para que se pueda realizar una embolización completa del target(19,21). En el caso de estenosis carotídeas las cuales se han llevado al quirófano híbrido, se ha demostrado la utilidad del manejo complementario microquirúrgico y endovascular para lograr la mayor seguridad para éste tipo de pacientes (22).

Neoplasias intracraneales

Recientemente también se ha utilizado la sala híbrida para el manejo simultaneo de neoplasias del sistema nervioso central, Almefty y cols realizaron embolización de tumores intracraneales gigantes hipervasculares de manera intraoperatoria con buenos resultados, concluyendo que de ésta manera se evita el infarto tumoral prequirúrgico, el riesgo de sangrado y el edema que éste conlleva al momento de la cirugía si ésta se realiza tiempo después de la embolización(23).

Otras patologías no relacionadas al sistema nervioso

Actualmente se ha incrementado el número de procedimientos realizados simultáneamente por cirujanos cardiotorácicos y cardiólogos hemodinamistas con cirugías cardíacas de mínima invasión y procedimientos intervencionistas, principalmente para enfermedades cardíacas congénitas, con la implementación de válvula aórtica transcatheter, reparación endovascular de aneurisma aórtico, entre otros. Todos estos procedimientos realizados en un quirófano híbrido que no solo proporciona un ambiente para cirujanos e intervencionistas, sino también para la actualización e innovación de procedimientos(24).

La utilidad del quirófano híbrido no se limita al sistema nervioso y cardiovascular, se ha demostrado que el uso de este tipo de técnica, en el trauma severo puede mejorar el manejo de los pacientes, así como impactar en su pronóstico al reducir el tiempo de resucitación, convirtiéndose en una alternativa novedosa en el área de choque de los mejores hospitales del mundo(25).

Resultado funcional en pacientes con enfermedad neurovascular

Se cuenta con varias herramientas para medir los resultados funcionales de los pacientes con enfermedades neurovasculares, específicamente posterior al ictus, sin embargo, varias de estas escalas se utilizan de manera sinérgica para evaluar el pronóstico, posterior al tratamiento de las mismas, ya sea por terapia endovascular o por abordaje microquirúrgico. De las más utilizadas podemos encontrar la escala modificada de Rankin, en cuyos 7 ítems, del 0-6, que va desde asintomático hasta la muerte se engloba el pronóstico general del paciente posterior al ictus y su tratamiento, versatilidad de la escala que puede ser utilizada incluso por encuesta telefónica. Otra prueba también utilizada, acuñada de los pacientes con traumatismo craneo-encefálico severo es la escala pronóstica de Glasgow, en cuyos 5 ítems, del 1-5, que van desde una buena recuperación sin déficit hasta la muerte, cuya funcionalidad también ha sido evaluada y en repetidos estudios se ha tomado como referencia para evaluar el pronóstico posterior a un procedimiento realizado en pacientes con enfermedades neurovasculares, especialmente aquellos con aneurismas o malformaciones cerebrales, que se someten ya sea a tratamientos endovasculares o microquirúrgicos (26,27)

Consenso internacional del quirófano híbrido

Dentro de las ventajas descritas del quirófano híbrido se encuentra la posibilidad de realizar angiografías rotacionales tridimensionales transquirúrgicas, que permiten un mejor entendimiento de la anatomía y la complejidad de la patología, ayudando de manera directa en su manejo e impactando en el pronóstico de la enfermedad, por ejemplo, en el caso de los aneurismas intracraneales, es posible visualizar el cuello de aneurismas complejos para poder vislumbrar el mejor tratamiento microquirúrgico/endovascular de manera trans-operatoria, e inclusive de ser necesario, cambiar el plan establecido previo al inicio del tratamiento (11,28–30).

El advenimiento de las salas híbridas para el manejo de patologías neurovasculares ha traído consigo nuevos retos no solo en el campo neuroquirúrgico, sino también en el de la radiología neurointervencionista, uno de ellos es el de adaptarse a la posición del paciente durante el procedimiento neuroquirúrgico, ya sea en posición prono o en decúbito lateral, en donde no es posible realizar un protocolo común de intervencionismo, la manera de abordar esta clase de pacientes ha evolucionado y revolucionado las neurociencias, estableciendo un nuevo vínculo en lo que antes se pensaba que eran dos áreas antagónicas, actualmente comienzan a estrechar lazos en una novedosa técnica que promete resolver casos complejos y darle solución a cierto tipo de limitantes que cada una de éstas áreas presenta de manera separada(31–34).

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Existe una amplia experiencia en el tratamiento microquirúrgico y terapia endovascular de pacientes con enfermedades neurovasculares en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía "Manuel Velasco Suarez", al tratarse de un centro de referencia nacional, la incidencia de éste tipo de pacientes es muy alta, por lo tanto, existe un subgrupo de pacientes que presentarán enfermedades neurovasculares complejas los cuales se podrían beneficiar con la implementación de un procedimiento híbrido, microquirúrgico y de terapia endovascular.

Las enfermedades neurovascular complejas son un reto terapéutico para los terapistas endovasculares y neurocirujanos que se enfrentan a ellas durante su práctica profesional, el hecho de no existir un consenso internacional relacionado a éste tipo de patologías que se beneficien de un tratamiento complementario combinado simultáneo, lo hace un reto aún mayor. En los últimos años se han escrito un pequeño número de publicaciones relacionadas a la realización de procedimientos combinados en el tratamiento de éstas patologías, sin embargo, aún no contamos con una base sólida que nos guíe en una mejor selección de éstos pacientes, así como tampoco plantear un protocolo terapéutico, ni mucho menos predecir el pronóstico de ésta clase de pacientes. El objetivo de realizar el presente estudio es implementar las bases del protocolo de la cirugía híbrida en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía para el tratamiento de enfermedades neurovasculares complejas, así como describir la serie de casos realizada desde el año 2015, para posteriormente realizar otros estudios donde se pueda usar una cohorte comparativa la cual nos permita evaluar variables específicas y conocer su significancia en los pacientes seleccionados para éste tipo de procedimiento respecto a los pacientes en los cuales se tratan de manera separada.

4. HIPÓTESIS

La técnica combinada simultánea en la sala híbrida, terapia endovascular y microcirugía, para el manejo de enfermedades neurovasculares tiene un desenlace en la escala funcional de Rankin modificado similar a lo reportado en la literatura a nivel mundial con técnicas convencionales.

5. OBJETIVOS

Objetivo general:

- Describir el protocolo de cirugía híbrida realizado en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía "Manuel Velasco Suarez" para el tratamiento de pacientes con enfermedades neurovasculares
- Comparar el desenlace de los pacientes tratados en el quirófano híbrido del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía "Manuel Velasco Suarez" con el reportado en la literatura mundial.

Objetivos específicos:

- Describir la serie de casos de pacientes con enfermedades neurovasculares tratados con cirugía híbrida en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía "Manuel Velasco Suarez" en el periodo comprendido del año 2015 al 2018.
- Describir las características epidemiológicas de los pacientes con enfermedades neurovasculares tratados con cirugía híbrida en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía "Manuel Velasco Suarez" en el periodo comprendido del año 2015 al 2018

6. JUSTIFICACIÓN

El abordaje híbrido que combina el manejo endovascular y microquirúrgico de enfermedades cerebrovasculares complejas se ha vuelto popular en el advenimiento de los últimos años. Algunos centros de referencia a nivel mundial ya han reportado su serie de casos en éste tipo de patologías utilizando el tratamiento combinado pero de manera separada, en tiempos diferentes, para el manejo de patología cerebrovascular compleja, teniendo que trasladar a sus pacientes de la sala de quirófano a la angiosuite o viceversa. La implementación de un quirófano especializado que cuente con las condiciones y equipo adecuado para la realización del procedimiento microquirúrgico como endovascular de manera simultánea, provee al profesional de la salud, tanto neurocirujano como terapeuta endovascular, un ambiente ergonómico de asistencia mutua para el adecuado manejo de ésta patología sin la necesidad de trasladar al paciente.

Después del ISAT, y posteriormente el BRAT, en varios centros alrededor del mundo, la terapia endovascular se ha convertido la primera línea en el tratamiento de pacientes con enfermedades endovasculares, especialmente en el caso de aneurismas intracraneales rotos. Sin embargo, este panorama no ha pasado a países en desarrollo como el nuestro, debido a que no toda la población tiene acceso a éste tipo de manejo, motivo por el cual el manejo microquirúrgico de éste tipo de patologías, sigue siendo un abordaje efectivo para el tratamiento de esta enfermedad.

Ya se han descrito series de casos de centros de referencia a nivel mundial, en donde se acepta por expertos en el área, que un grupo selecto de pacientes con enfermedades cerebrovasculares complejas se podrían beneficiar de un tratamiento combinado de microcirugía y de terapia endovascular, sin embargo, no todos los centros cuentan con un quirófano especializado en donde se puedan realizar este tipo de procedimientos de manera simultánea. En América Latina no existe ninguna serie que describa la realización de procedimientos híbridos en este tipo de quirófano especializado donde se puede dar tratamiento combinado de éstas dos especialidades, neurocirugía vascular y terapia endovascular. Por lo tanto, la serie presentada en éste estudio, sería la primera en describir la

implementación del protocolo de cirugía híbrida en el tratamiento de enfermedades neurovasculares complejas en un centro de tercer nivel en América Latina, así como describir su serie de casos realizada a lo largo de 3 años de experiencia.

7. METODOLOGÍA

Se realizó un estudio descriptivo, retrospectivo, con el objetivo de analizar la implementación del protocolo de cirugía híbridas para el tratamiento de enfermedades neurovasculares complejas en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía. Para la serie de casos se incluyeron pacientes consecutivos tratados en la sala híbrida del instituto durante los periodos comprendidos de Diciembre del 2015 a mayo del 2018. Todos los pacientes debían contar con expediente físico y/o electrónico completo, con al menos una nota de seguimiento al mes en donde se especifique el estado funcional del paciente según la escala de Rankin modificada. Los criterios de inclusión y exclusión se describen en la Tabla 1.

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión	
Criterios de inclusión	<ul style="list-style-type: none"> • Pacientes mayores de 18 años • Diagnóstico de enfermedad neurovascular compleja (aneurismas intracraneales, malformaciones arteriovenosas, neoplasias cerebrales con involucro vascular intracraneal), que haya sido evaluado por el servicio de neurocirugía y terapia endovascular. • Pacientes que hayan sido sometidos a un abordaje combinado en el quirófano híbrido por parte de los servicios de terapia endovascular y neurocirugía en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía “Manuel Velasco Suarez” en el periodo de Abril del 2015 a Abril del 2018
Criterios de exclusión	<ul style="list-style-type: none"> • Contraindicación para cirugía • Mujeres embarazadas • Menores de 18 años
Criterios de eliminación	<ul style="list-style-type: none"> • Expediente clínico físico/electrónico incompleto

Protocolo de Cirugía Híbrida

El protocolo de cirugía híbrida consistió en realizar un abordaje combinando las técnicas microquirúrgicas y de terapia endovascular de manera simultánea para el tratamiento pacientes con enfermedades neurovasculares complejas en la sala de neurología intervencionista la cual se adecuó previo cada procedimiento para poder realizar dicho procedimiento. Para cada uno

de los casos se describen las características generales de la población, así como el estado funcional previo y posterior a la cirugía híbrida. La sala híbrida contó con un equipo multi-axial de imagen intervencionista (Artis Zeego, Siemens) para realizar los procedimientos endovasculares, así como un microscopio (Pentero 900, Carl Zeiss; M525, Leica Microsystems) y/o un equipo completo de neuro-endoscopia (neuroendoscopio, Karl Storz, torre de endoscopia full HD, Aesculap) para realizar los procedimientos microquirúrgicos y de endoneurocirugía, respectivamente.

El protocolo establecido para que los pacientes ingresen al quirófano híbrido se encuentra descrito de manera detallada en el Apéndice 1. Éste protocolo es el que se ha seguido en todos los pacientes desde la implementación de las cirugías híbridas en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía “Manuel Velasco Suarez” en el año 2015.

Análisis Estadístico:

Se realizó un análisis descriptivo con medidas de tendencia central y de dispersión; en términos de porcentajes para variables nominales, mediana y rango para variables ordinales, y media y desviación estándar para variables dimensionales, utilizando el software Stata versión 14.1. Se determinó significancia estadística mediante la prueba de signos de Wilcoxon, se consideró estadísticamente significativa una $p < 0.05$.

8. RESULTADOS

Se incluyeron trece pacientes, los cuales se sometieron a procedimientos combinados en la sala híbrida desde diciembre del 2015 hasta abril del 2018, los procedimientos microquirúrgicos y/o endoscópicos fueron realizados por un mismo neurocirujano (JLGA) y los procedimientos de terapia endovascular por un solo neuro-radiólogo intervencionista (MZC). En la [Tabla 2] se describen las características generales de la población, se trataron a dos hombres (15.38%) y once mujeres (84.62%), con un promedio de edad de 48 (\pm 13) años, en un rango de edad de 30-70 años. Dentro del total de diagnósticos incluidos se dividieron en tres grupos, dos pacientes con neoplasias cerebrales (15.38%), las cuales compartían el diagnóstico de meningioma clinóideo tipo 1 de Almefty, diez pacientes con diagnóstico de aneurisma intracraneal (76.92%), de los cuales seis debutaron como hemorragia subaracnoidea y cuatro

de manera incidental, en el último grupo se encuentra un paciente con diagnóstico de fistula dural y hemangiopericitoma occipital (7.69%). El síntoma de inicio más frecuente fue cefalea en ocho pacientes (61.54%), seguido de alteración de la agudeza o campos visuales (38.46%) y alguna alteración de otro nervio craneal (23.08%). Dentro de los antecedentes de importancia de los pacientes, cinco tenían historia de hemorragia cerebral intraparenquimatosa y/o intraventricular (38.46%), cuatro habían sido sometidos a procedimientos recientes de embolización (30.77%) y dos habían presentado historia de isquemia cerebral (15.38%) desde el inicio de su clínica hasta el momento del procedimiento combinado. No se encontró mortalidad en los procedimientos realizados, la morbilidad post-procedimiento se documentó en seis pacientes (46.15%), la más frecuente fue la isquemia cerebral encontrada en esos seis pacientes (46.15%) principalmente secundaria a vasoespasmos severos, se realizó traqueostomía/gastrostomía en tres pacientes (23.08%), a ese mismo número de pacientes se les realizó craneotomía descompresiva, dos pacientes presentaron disección arterial (15.38%), esa misma cantidad de pacientes presentó parálisis del III nervio craneal, un paciente (7.69%) presentó hematoma del lecho quirúrgico y epidural, por último, un paciente presentó infección de la herida quirúrgica.

Tabla 2. Características generales de los pacientes		
	Descripción	Porcentaje
Género(%)	Masculino	15.38
	Femenino	84.62
	Total	100
Edad promedio en años (rango de edad)		48.3(30-70) DE 13.38
Diagnóstico(%)	Tumor	15.38
	Aneurisma	76.92
	Fístula dural + tumor	7.69
Antecedentes patológicos(%)	Hipertensión	53.85
	Diabetes	38.46
	Sobrepeso/obesidad	15.38
	Tabaquismo	15.38
	Dislipidemia	7.69
	Antecedente de cáncer	7.69
Síntomas iniciales(%)	Cefalea	61.54
	Pérdida del estado de alerta	15.38
	Alteración visual	38.46
	Alteración otro NC	23.08
	Incidental	7.69
Antecedentes previos al procedimiento híbrido(%)	Embolización	30.77
	Hemorragia	38.46
	Isquemia	15.38

Sangrado transoperatorio(%)		
	<250ml	15.38
	250-500ml	30.77
	501-1500ml	30.77
	>1500ml	23.08
Mortalidad		0
Morbilidad(%)		46.15
	Hemorragia epidural/lecho quirúrgico	7.69
	Isquemia	46.15
	Parálisis III NC	15.38
	Disección arterial	15.38
	Infección herida quirúrgica	7.69
	Traqueostomía/gastrostomía	23.08
	Craniectomía descompresiva	23.08
ERm previo(%)	0	7.69
	1	61.54
	2	7.69
	3	15.38
	4	7.69
	5	0
	6	0
Erm 3 meses(%)	0	23.08
	1	30.77
	2	15.38
	3	15.38
	4	15.38
	5	0
	6	0

DE = Desviación estándar, NC = Nervio craneal,
Erm = escala de Rankin modificada.

En la [Tabla 3] se describe la morbilidad de los procedimientos según el diagnóstico de ingreso a la sala híbrida.

Tabla 3. Morbilidad post-procedimiento por diagnóstico			
	Tumor	Aneurisma	Fistula dural/tumor
Morbilidad(%)	2(100)	4(40)	0(0)
Hemorragia epidural/lecho quirúrgico(%)	1(50)	0(0)	-
Isquemia(%)	2(100)	4(40)	-
Parálisis III NC(%)	2(100)	0(0)	-
Disección arterial(%)	0(0)	2(20)	-
Infección herida quirúrgica(%)	0(0)	1(10)	-
Craniectomía descompresiva(%)	1(50)	2(20)	-
Traqueostomía/gastrostomía(%)	1(50)	2(20)	-

NC = Nervio craneal.

Resultado radiológico y funcional

A todos los pacientes ingresados en la sala híbrida se les realizó una angiografía post-procedimiento para comprobar la patencia de la vasculatura cerebral y comprobar en el caso de los aneurismas cerebrales la obliteración completa o la presencia de remanente. En un paciente (7.69%) se encontró amputación del tronco dorsal de M2 posterior al tratamiento de un aneurisma de la bifurcación de la arteria cerebral media, por lo cual fue necesario realizar un bypass entre la arteria temporal superficial con el segmento M3 del tronco ocluido, confirmándose la patencia del mismo posterior a su realización mediante una angiografía tridimensional inmediata. Para evaluar el estado funcional de los pacientes se utilizó la escala de Rankin modificada, en la [Tabla 2] se detalla el porcentaje de cada puntaje en la escala previo al procedimiento y 3 meses después. Se consideró una escala de Rankin modificado desfavorable de 3-6 [Tabla 4], dos pacientes con diagnóstico de neoplasia cerebral (100%) presentaron Rankin desfavorable a los 3 meses del procedimiento, con el antecedente de que uno de ellos (50%) había ingresado con un alto puntaje a la sala híbrida; de los pacientes con aneurisma intracraneal dos pacientes (20%) presentaron un estado funcional desfavorable según la escala de Rankin modificado a los 3 meses del procedimiento, pero fueron esos mismos pacientes los cuales habían ingresado con un mal estado funcional al procedimiento híbrido; el paciente con diagnóstico de fístula dural y hemangiopericitoma presentó un estado funcional favorable 3 meses después del procedimiento. Se realizó un análisis entre el estado funcional desfavorable previo y a los 3 meses por diagnóstico de los pacientes tratados en la sala híbrida sin encontrar significancia en su relación ($p=0.56$).

Tabla 4. Resultado funcional desfavorable por diagnóstico		
Diagnóstico	ERm previo (>3)	ERm 3 meses (>3)
Tumor(%)	1/2(50)	2/2(100)
Aneurisma(%)	2/10(20)	2/10(20)
Fístula dural/tumor(%)	0/1(0)	0/1(0)

ERm = Escala Rankin modificada

Aneurismas intracraneales

La [Tabla 5] detalla las características generales de éste grupo de pacientes. Seis pacientes (60%) presentaron hemorragia subaracnoidea aneurismática, los otros cuatro (40%) se diagnosticaron de manera incidental, nueve pacientes (90%) presentaron aneurismas de la circulación cerebral anterior y solo un paciente (10%) de la posterior. El puntaje de Hunt & Hess más común fue de 2 con cuatro pacientes (66.67%) y de Fisher modificado fue de 4 con cinco pacientes (83.33%). Los seis pacientes que se presentaron con hemorragia subaracnoidea se documentó vasoespamo ya sea durante la angiografía transoperatoria o mediante doppler cerebral los días consecutivos al tratamiento. 8 pacientes (80%) presentaron aneurismas múltiples. Dentro de la serie de casos se diagnosticaron de manera angiográfica un total de veintidós aneurismas, diez (47.62%) eran del segmento oftálmico de la carótida interna, cinco (23.81%) del segmento comunicante posterior de la carótida interna, dos (9.52%) de la bifurcación de la arteria cerebral media, solo un aneurisma (4.76%) en la bifurcación de la arteria carótida interna, de la arteria vertebral, hipofisiario y basilar. Veinte aneurismas (95.23%) eran de tipo sacular y uno (4.76%) fusiforme, en la arteria basilar. Por su tamaño, cinco (23.81%) se trataban de *baby* aneurismas <3mm, once (52.38%) tenían un tamaño pequeño de 3-15mm, tres (14.28%) eran grandes de 16-25mm y dos (9.52%) se trataban de aneurismas gigantes de >25mm. Del total de veintidós aneurismas, se trataron en la sala híbrida un total de diez y siete de ellos (80.95%), se dejaron para segundo tiempo el resto de los aneurismas en caso de ser necesario de manera endovascular o microquirúrgica. Se embolizaron tres aneurismas (14.28%) mediante la utilización de coils, se cliparon de manera transcraneal diez (47.61%), se cliparon de manera endoscópica dos aneurismas (9.52%), uno hipofisiario y otro basilar, por último se realizó clipaje y embolización con coils a dos aneurismas oftálmicos gigantes (9.52%).

Tipo(%)	Roto	6(60)
	Incidental	4(40)
Circulación(%)	Anterior	9(90)
	Posterior	1(10)
Hunt & Hess(%)	1	1(16.67)
	2	4(66.67)
	3	1(16.67)
	4	0

Fisher modificado(%)	1	0
	2	1(16.67)
	3	0
	4	5(83.33)
Pacientes en los que se recolocó el clip transquirúrgico(%)		9(90)
Vasoespasmo(%)		6(60)
Pacientes con aneurismas múltiples(%)		8(80)
Pacientes clipados endoscópicamente(%)		2(20)
Total de aneurismas(%)		21(100)
Aneurismas tratados(%)		17(80.95)
	Embolización	3(14.28)
	Clipaje transcraneal	10(47.61)
	Clipaje endoscópico	2(9.52)
	Clipaje transcraneal + embolización	2(9.52)
Localización aneurismas(%)	Comunicante posterior	5(23.81)
	Oftálmico	10(47.62)
	Hipofisario	1(4.76)
	Bifurcación ACM	2(9.52)
	Bifurcación ACI	1(4.76)
	Basilar	1(4.76)
	Vertebral (V4)	1(4.76)
Tamaño aneurismas(%)	<3mm (baby)	5(23.81)
	3-15mm (pequeño)	11(52.38)
	16-25mm (grande)	3(14.28)
	>25mm (gigante)	2(9.52)
Obliteración completa(%)		94.11

ACM = Arteria cerebral media, ACI = Arteria carótida interna

Resultado radiológico de los pacientes con aneurismas intracraneales

Se evaluó mediante una angiografía transoperatoria e inmediata a la finalización del procedimiento en la sala híbrida la obliteración completa o la presencia de residual de los aneurismas tratados. En nueve de los diez pacientes (90%) con éste diagnóstico se tuvo que recolocar el clip debido a la presencia de residual (mayormente Sindou 1 y 2) y/o la presencia de oclusión de la arteria parental evidenciado por la angiografía transoperatoria, específicamente, de los catorce aneurismas (66.66%) en los que se utilizaron clips, once (52.38%) se tuvieron que recolocar, en dos casos (9.52%) la recolocación de los clips no fue suficiente para obtener una oclusión completa del aneurisma, con un residual Sindou 2 en ambos, por lo que fue necesario utilizar material de embolización con coils para obtener una obliteración completa. Del 100% de los aneurismas tratados, se obtuvo una obliteración completa en un 94.11% (16/17), excepto el caso del aneurisma fusiforme de la arteria basilar.

Procedimientos en la sala híbrida

Los procedimientos combinados por parte de terapia endovascular y neurocirugía realizados de manera simultánea a los 13 pacientes en la sala híbrida se dividieron en 4 grupos [Tabla 6]. El primer grupo lo conforma un solo paciente (7.69%) corresponde a la embolización de una fistula dural tentorial y hemangiopericitoma occipital mediante la canalización del seno longitudinal superior mediante la realización de un trepano; el segundo grupo formado por dos pacientes (15.38%) con diagnóstico de meningioma clinoideo tipo 1 de Almefty que consistió en la resección microquirúrgica de una neoplasia cerebral previa colocación de stent en la parte distal de la arteria carótida interna y proximal de la arteria cerebral media, con angiografía transoperatoria guiado con roadmap; el tercer grupo formado por cuatro pacientes (30.76%) consistió en clipaje y embolización de lesión aneurismática con angiografía trans-operatoria guiado por roadmap; y el cuarto grupo consistió en clipaje de lesión aneurismática con angiografía transoperatoria guiado por roadmap en cinco pacientes (38.46%), de los cuales, dos de ellos fueron clipajes endonasales.

Tabla 6. Procedimientos realizados en la sala híbrida			
Grupo	No. Paciente	Diagnóstico	Procedimiento
Embolización a través de canalización del SLS por trepano	1	Fístula dural + hemangiopericitoma occipital	Embolización de fistula dural a través canalización del SLS por trepano
Resección de neoplasia cerebral previa colocación de stent con angiografía transoperatoria guiado por roadmap	2	Meningioma clinioideo tipo 1 de Almefty y glomus carotídeo	Resección transcraneal con previa colocación stent en ACM y ACI
	3	Meningioma clinioideo tipo 1 de Almefty	Resección transcraneal con previa colocación stent en ACM y ACI
Clipaje y embolización de aneurisma con angiografía transoperatoria guiado por roadmap	4	Aneurismas múltiples, oftálmico izquierdo e hipofisiario derecho	Clipaje transcraneal y embolización de aneurisma izquierdo con control proximal con balón
	5	Aneurismas múltiples, segmento comunicante posterior derecho y oftálmico izquierdo	Clipaje transcraneal de aneurisma derecho y embolización del aneurisma izquierdo
	6	Hemorragia subaracnoidea, aneurisma de bifurcación de ACI derecho y segmento comunicante posterior izquierdo	Clipaje transcraneal de aneurisma derecho, bypass bajo flujo ATS-M3 ipsilateral y embolización de aneurisma izquierdo
	7	Hemorragia subaracnoidea, aneurismas oftálmicos en espejo y del segmento comunicante posterior izquierdo	Clipaje transcraneal de aneurismas izquierdos y embolización de aneurisma derecho
Clipaje con angiografía trans-operatoria guiado por roadmap	8	Aneurisma fusiforme basilar + vertebral izquierdo	Clipaje endonasal de aneurisma basilar por abordaje transclival extendido con neuronavegación y control proximal con balón
	9	Hemorragia subaracnoidea, aneurisma del segmento comunicante posterior izquierdo, de la bifurcación de ACM derecho e hipofisiario derecho	Clipaje transcraneal de aneurisma derecho y endonasal de aneurisma hipofisiario con control proximal con balón
	10	Aneurisma incidental de la bifurcación de ACM derecha	Clipaje transcraneal de aneurisma
	11	Hemorragia subaracnoidea, aneurisma residual de segmento comunicante posterior izquierdo y aneurismas oftálmicos en espejo	Clipaje transcraneal de aneurismas izquierdos
	12	Hemorragia subaracnoidea, aneurismas oftálmicos en espejo	Clipaje transcraneal de aneurisma izquierdo
	13	Hemorragia subaracnoidea, aneurisma oftálmico derecho	Clipaje transcraneal de aneurisma

SLS = Seno longitudinal superior, ACM = Arteria cerebral media, ACI = Arteria carótida interna, ATS-M3 = Arteria temporal superficial con segmento opercular de la arteria cerebral media

Casos ilustrativos

Caso 1

Femenino de 49 años de edad, con diagnóstico de hemorragia subaracnoidea aneurismática, Hunt & Hess 2, Fisher modificado 2, se le realiza diagnóstico angiográfico de aneurismas oftálmicos en espejo y uno en segmento comunicante posterior de arteria carótida interna izquierda (Figura 1). El paciente se sometió a un procedimiento simultáneo por parte de terapia endovascular y neurocirugía en la sala híbrida en donde se realizó la embolización del aneurisma oftálmico derecho con 4 coils, y se realizó un abordaje pteriornal para el manejo de los aneurismas oftálmico y segmento comunicante posterior del lado izquierdo mediante la aplicación de 2 clips guiados por roadmap y angiografía transoperatoria, donde se evidencio la presencia de cuello residual Sindou tipo 1 y se recolocaron ambos clips. La angiografía tridimensional inmediata muestra la obliteración completa de los 3 aneurismas (Figura 2). La paciente evolucionó de manera satisfactoria con un estado funcional según la escala de Rankin modificada a los 3 meses de 1.

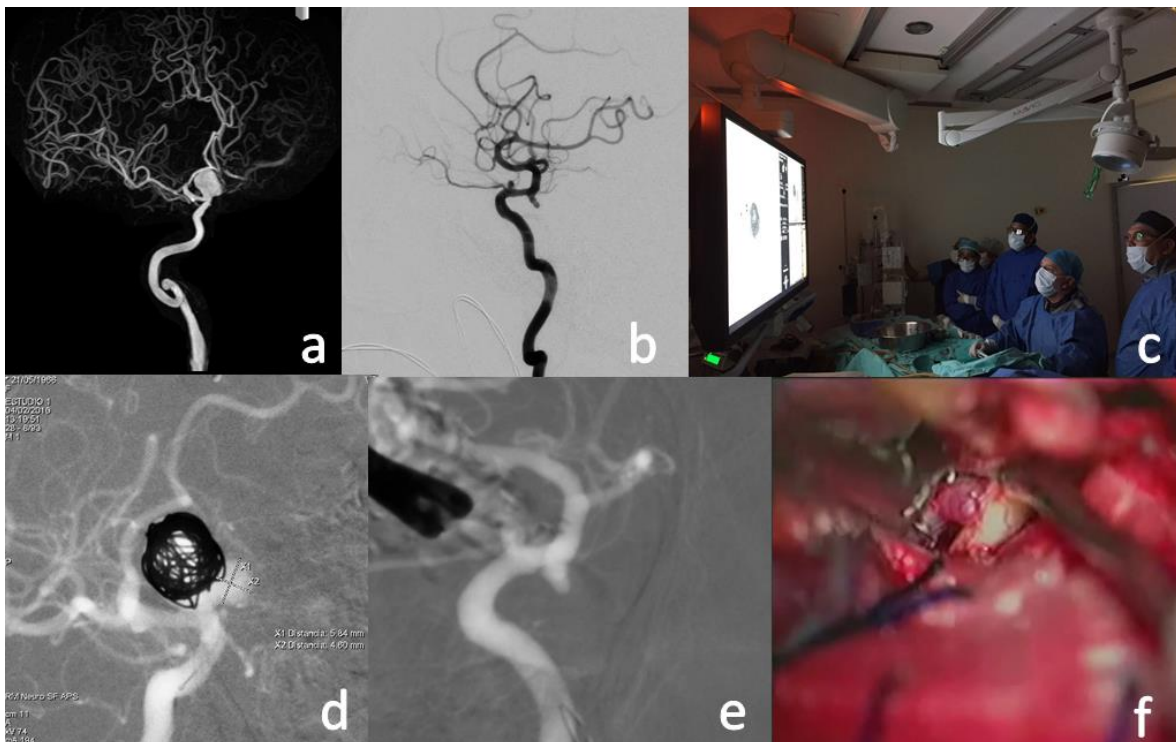


Figura 1. Caso 1, embolización y clipaje de paciente con aneurisma múltiples, a. angiografía tridimensional del eje carotídeo derecho con presencia de aneurisma oftálmico dorsal grande, b. angiografía con sustracción digital del eje carotídeo izquierdo, se observa aneurisma oftálmico dorsal y del segmento comunicante posterior ventral, c y d. momento de la embolización del aneurisma oftálmico derecho, e y f. roadmap e imagen del microscopio simultáneas durante el clipaje del aneurisma oftálmico ventral izquierdo.

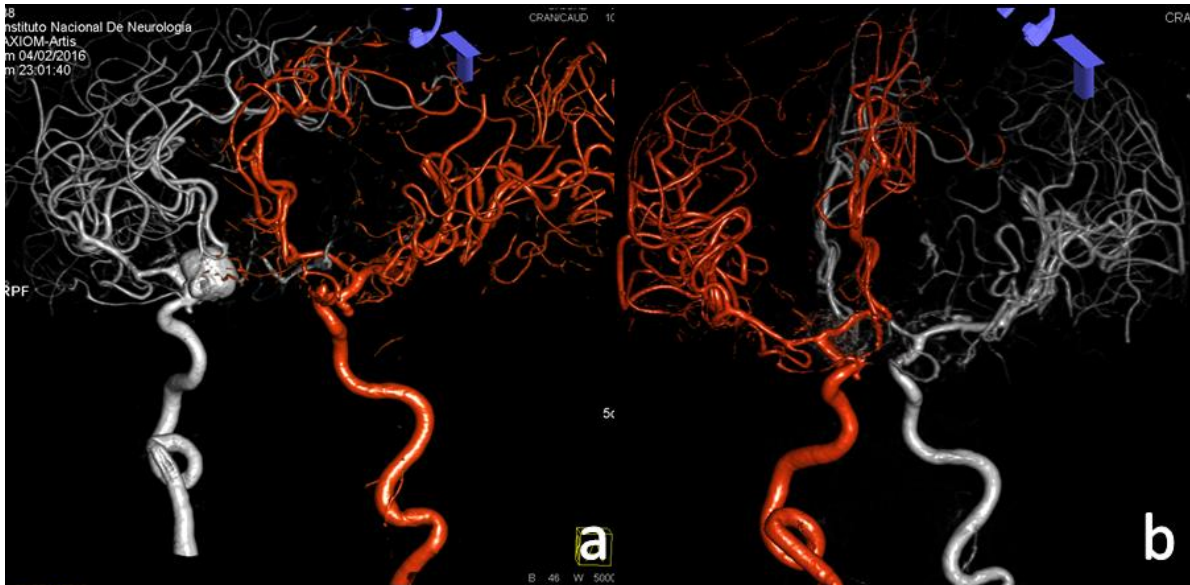


Figura 2. Caso 1, imágenes de angiografía en tercera dimensión, a. angiografía tridimensional previo al procedimiento en la sala híbrida, aneurismas oftálmicos en espejo y del segmento comunicante posterior de la arteria carótida interna izquierda b. angiografía tridimensional posterior al procedimiento combinado, embolización del aneurisma derecho, clipaje de los aneurismas izquierdos, sin evidencia de residual.

Caso 2

Femenino de 44 años, con historia de 6 meses de alteraciones en la agudeza visual del ojo derecho y cefalea progresiva de evolución crónica, se realiza un estudio de resonancia magnética cerebral en donde se evidencia una neoplasia cerebral derecha con involucro de los segmentos distales de la arteria carótida interna, segmento esfenoidal de la arteria cerebral media y nervio óptico ipsilateral (Figura 3). Bajo sesión de expertos se decide programar resección en sala híbrida previa colocación de stent en los segmentos vasculares mencionados. Se realiza una resección transcraneal completa con un abordaje pterional derecho y disección del seno cavernoso/fosa media ipsilateral, sin lesión vascular advertida. Reporte histopatológico meningioma transicional. Desgraciadamente la paciente en su evolución postquirúrgica presenta eventos embólicos en territorio de arteria cerebral media que le condicionan un estado funcional desfavorable.

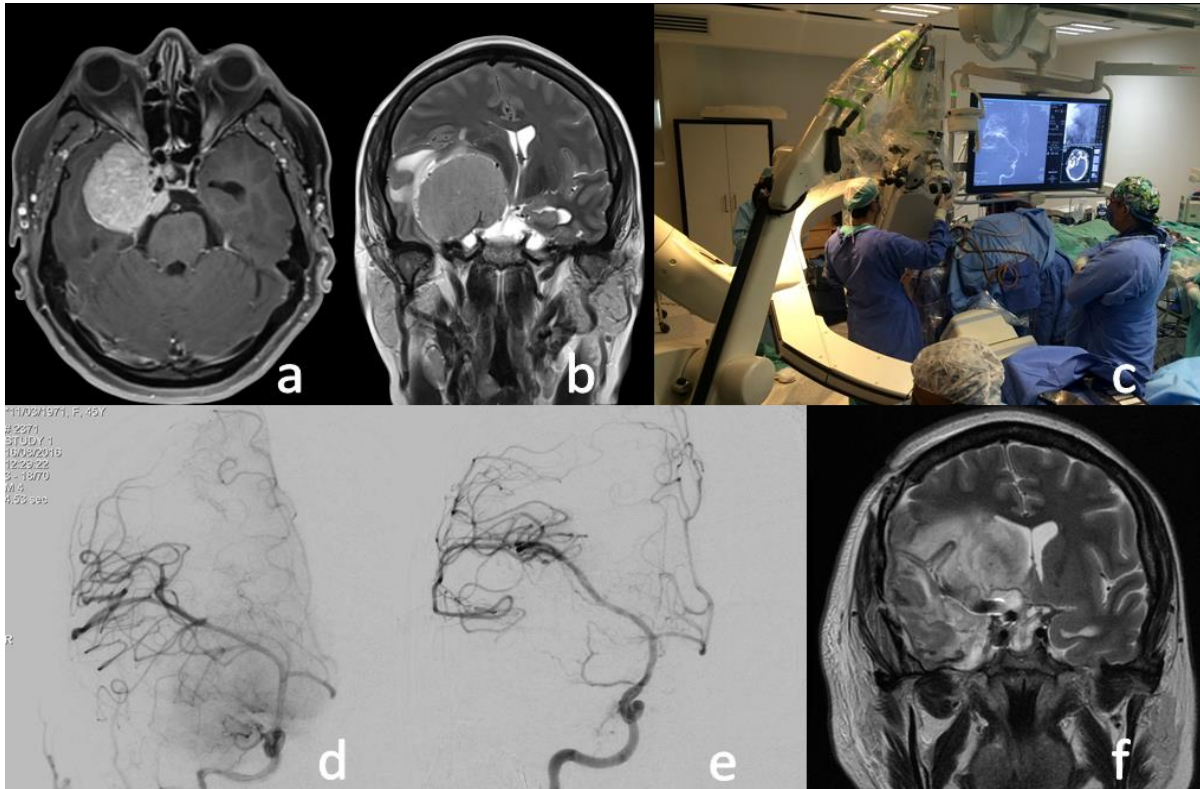


Figura 3. Caso 2, resección de meningioma clinoides tipo 1 de Almefty previa colocación de stent en arteria cerebral media y carótida interna guiado por roadmap, a. IRM cerebral SPGR-Gd corte axial lesión hiperintensa homogénea, que envuelve la arteria carótida interna ipsilateral al meningioma, b. IRM T2 corte coronal, lesión isointensa que envuelve la arteria cerebral media ipsilateral y origina efecto de masa, c. sala híbrida, roadmap durante el momento de la resección con angiografía transoperatoria, d y e. angiografía de sustracción digital del eje carotídeo derecho previo a la resección y posterior al procedimiento, f. IRM T2 corte coronal sin evidencia de la lesión, con presencia de hiperintensidad del lecho quirúrgico, edema cerebral que origina desplazamiento de las estructuras de la línea media de manera contralateral.

Caso 3

Paciente masculino de 70 años, con una historia de 8 meses con alteraciones de la marcha y de la coordinación, así como 3 meses con alteraciones en la voz y la deglución, llega a nuestro servicio con datos de desnutrición severa y afección de nervios craneales bulbares, se le realizan estudios de gabinete y una angiografía cerebral en donde se encuentra un aneurisma fusiforme del tercio medio e inferior de la arteria basilar, así como un aneurisma del segmento V4 derecho trombosado (Figura 4). Se le programa la colocación de traqueostomía y gastrostomía por su bajo estado funcional, así como se le colocan 3 stent sobre la arteria basilar y el segmento V4 derecho, con presencia de residual durante la embolización del aneurisma, por lo tanto se lleva a sesión de expertos quienes consideran un abordaje endoscópico, el paciente se programa para remodelación y trombectomía del aneurisma

fusiforme basilar residual por un abordaje endonasal transclival extendido en la sala híbrida con control proximal con balón, angiografía transoperatoria y roadmap. Sin embargo, existe una hemorragia severa durante la remodelación y trombectomía del aneurisma, que lleva a suspender procedimiento, el paciente termina con un estado funcional igual al de su ingreso.

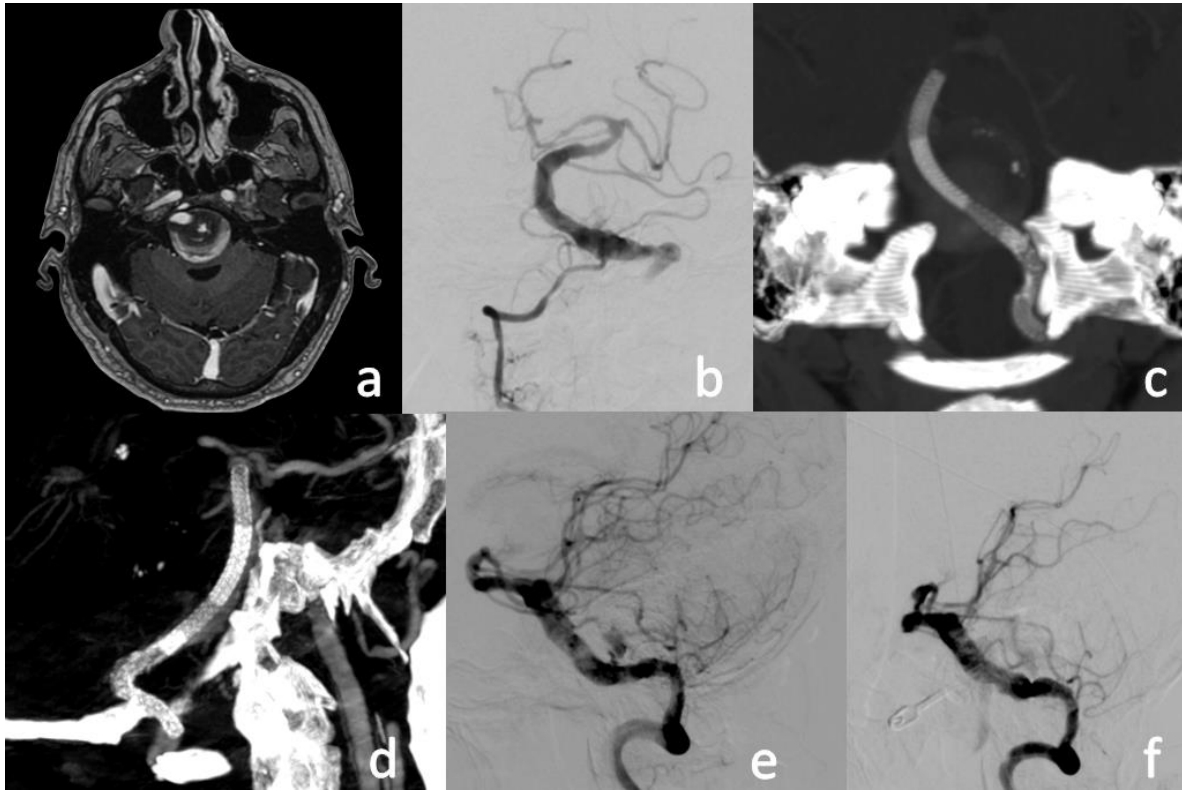


Figura 4. Caso 3, paciente con aneurisma fusiforme de la arteria basilar, a. IRM SPGR-Gd corte axial, presencia de lesión aneurismática con datos de trombosis y efecto de masa en cisterna pontina, b. angiografía de sustracción digital proyección AP evidencia de hipoplasia vertebral derecha, aneurisma fusiforme basilar y dolicoectasia vertebrobasilar derecha, c y d. proyecciones de máxima intensidad de tomografía computarizada coronal y sagital post colocación stent sobre arteria basilar, e y f. angiografía de sustracción digital transquirúrgica previa a la trombectomía/remodelación con clips y posterior a la misma.

9. DISCUSIÓN

A lo largo de los años la neurocirugía y la terapia endovascular se han visto como áreas antagónicas, sin embargo, con el advenimiento de los quirófanos híbridos éste concepto ha ido en desuso, ya que la finalidad de los procedimientos en la sala híbrida es la de tratar enfermedades complejas de manera conjunta con un mejor tiempo quirúrgico en una sola sesión esperando un mayor beneficio para el paciente, en éstas salas se utiliza tecnología endoscópica, microquirúrgica y de terapia endovascular de manera combinada en el caso de las enfermedades neurovasculares (2,8,12,35). Los centros de tercer nivel de atención en la salud alrededor del mundo son hospitales de referencia de enfermedades complejas y poco comunes, el caso de nuestra institución no es la excepción, por lo tanto se debe contar con las herramientas adecuadas para dar solución a los casos que se nos presentan, desde hace 3 años que se implementó el protocolo de la sala híbrida para el manejo de enfermedades neurovasculares se ha brindado un manejo conjunto por parte de los servicios de neurocirugía y terapia endovascular neurológica a 13 pacientes con éste tipo de patologías. Se ha tenido que acondicionar la sala de angiografía en donde diariamente se realizan procedimientos neurológicos intervencionistas a una sala híbrida que cuente con los estándares necesarios para realizar procedimientos microquirúrgicos y/o endoscópicos con el apoyo del equipo de terapia endovascular (Figura 5).



Figura 5. Sala híbrida del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía “Manuel Velasco Suarez”, equipo formada por los especialistas en terapia endovascular neurológica y neurocirugía, residentes de ambas especialidades, enfermeras intervencionistas y quirúrgicas, así como técnicos a cargos de ambos equipos, microscopio (M525, Leica Microsystems) y angiografo multiaxial (Artis Zeego, Siemens)

El objetivo del presente estudio es reportar la experiencia de un centro de tercer nivel de atención en neurociencias en la aplicación del protocolo de sala híbrida para el tratamiento de enfermedades neurovasculares complejas y valorar sus resultados, comparándolos con lo descrito en la literatura internacional. Debido al tamaño de la serie, no se demostró una relación entre el tratamiento y su diagnóstico con el desenlace clínico de los pacientes, es decir, en su estado funcional según su puntaje en la escala de Rankin modificado a los tres meses, ni de manera conjunta ni según su diagnóstico, con un resultado p no significativo. La mayoría de los estudios en la literatura relacionados con el uso de la sala híbrida para el manejo de enfermedades neurovasculares se tratan de series o reportes de casos, sin embargo existen algunas excepciones, Dammann y colaboradores pudieron realizar una cohorte con 20 pacientes con aneurismas cerebrales tratados en la sala híbrida y 40 pacientes solo por método microquirúrgico, en donde no encontraron diferencias significativas en el estado funcional ni en la presencia de aneurisma residual en ambos grupos(8). Murayama y colaboradores en su serie de 29 pacientes con enfermedades neurovasculares tratados en una sala híbrida concluyeron que ésta clase de tratamiento combinado en una sola sesión provee una nueva estrategia para el tratamiento de patologías complejas, ya que ambas

especialidades se complementan la una a la otra al momento de encontrarse en un entorno híbrido(2). Lawton y colaboradores consideran en su análisis de pacientes con aneurismas complejos tratados de manera conjunta, que ésta clase de procedimientos, elegantes y novedosos, se considerarían como una de las mejores opciones en las cuales el empleo de un solo tipo de manejo puede llegar a fallar, es decir, que solo se utilice técnicas microquirúrgicas o intervencionistas, ya que existen patologías tan complejas que requieren de un análisis multidisciplinario conjunto para resolverse, sin embargo también mencionan, que la revascularización sigue siendo la única terapia dentro de todos los manejos microquirúrgicos, en los cuales la terapia endovascular no ha podido tener una contribución(1).

Debido al sesgo de selección de éstos pacientes, no existe una equivalencia de los datos generales de la serie de casos con los reportes internacionales para las patologías neurovasculares presentadas, tumores cerebrales, aneurismas intracraneanos y fístulas durales, como la distribución de género en ninguno de los casos, la cual fue mayor para el sexo femenino, la localización de los aneurismas cerebrales fue predominante del segmento oftálmico de la arteria carótida interna a diferencia de los más comunes en el resto de la literatura. Los pacientes que sean candidatos por un consenso de expertos para tratamiento conjunto en la sala híbrida se seguirán sumando a ésta serie de casos para poder tener un análisis estadístico más preciso de sus conductas terapéuticas y su desenlace funcional.

Tumores cerebrales en sala híbrida

Dentro de la serie de casos, tres de los pacientes presentaron neoplasias cerebrales primarias, dos con diagnóstico de meningioma y uno con hemangiopericitoma, en el caso de éste último paciente, la finalidad del tratamiento híbrido fue de embolizar una fístula dural a través de la canalización del seno longitudinal superior realizando un trepano sobre el mismo en la sala híbrida, en ese mismo evento se pudo realizar embolización parcial del tumor para considerar en un segundo procedimiento su resección quirúrgica en el quirófano, en 2017 Almefty y colaboradores publicaron una serie de casos de tumores cerebrales gigantes en los cuales se realizó en la misma sesión su embolización y su resección en un quirófano híbrido con excelentes resultados, en nuestro caso particular, el estado funcional del paciente pre y postquirúrgico fue adecuado, sin ningún déficit a los 12 meses de su seguimiento. En el caso

de los dos pacientes con meningioma clinóideo que envolvían la carótida interna y la porción M1 de la arteria cerebral media ipsilateral a la lesión, se consideró por ambos servicios, neurocirugía y terapia endovascular, en un consenso de expertos en el área, realizar una colocación de stent sobre la porción distal de la carótida interna y proximal de la arteria cerebral media donde se encontraba la lesión con la finalidad de proteger y tener un mejor control vascular durante la resección durante el procedimiento en la cirugía híbrida. Desgraciadamente el estado funcional de ambas pacientes fue bajo durante su seguimiento a los 3 meses, pero esto se puede deber a dos causas, la primera paciente presentó un evento embólico un par de días después de la colocación del stent y le condicionó un evento vascular isquémico que la hizo ingresar al procedimiento con un puntaje bajo de la escala de Rankin modificada, la segunda paciente presentó después de la cirugía un hematoma del lecho quirúrgico que le originó entrar a una segunda cirugía de exploración del lecho, drenaje de hematoma y craniectomía descompresiva, lo cual disminuyó su estado funcional. A pesar de lo antes mencionado, ambas pacientes durante el procedimiento híbrido se les realizó resección completa del meningioma, sin ninguna lesión vascular advertida y con angiografías transoperatorias e inmediatamente después del procedimiento sin ninguna alteración, es decir, de no ser por los eventos externos al procedimiento híbrido que están descritas como complicaciones de los procedimientos realizados tanto por neurocirugía y terapia endovascular en la literatura mundial, el estado funcional de las pacientes probablemente no se hubiera visto afectado.

Aneurismas cerebrales

En general, el objetivo principal de cualquier tratamiento de aneurismas cerebrales es la de excluirlos del resto de la circulación cerebral preservando la patencia de los vasos, por lo tanto, el hecho de dejar cualquier remanente del aneurisma puede llevar a un nuevo crecimiento del mismo y a un evento de resangrado. El objetivo de analizar el resultado de los 10 pacientes tratados con aneurismas cerebrales en una sala híbrida, es comparar sus resultados con los descritos en la literatura mundial. Debido al tamaño pequeño de la serie el análisis del estado funcional por grupos según la localización de los aneurismas y su tipo de tratamiento no fue estadísticamente significativo, sin embargo hay que tener en cuenta que otras cuestiones específicas pueden intervenir en el resultado, como la configuración de las ramas de los vasos,

la configuración misma del aneurisma, si existe o no calcificaciones, entre otras. A pesar de todo esto, la impresión de los resultados no es desalentadora, al contrario, se logró una oclusión completa en el 94.11% de los aneurismas tratados, y en nueve de los diez pacientes la realización de una angiografía transoperatoria llevó a la recolocación del clip y a su exclusión total de la vasculatura cerebral. En lo que respecta al estado funcional a los tres meses, los dos pacientes que ingresaron al quirófano híbrido con un puntaje bajo de Rankin modificado igual o mayor a tres no tuvieron cambios a los 3 meses en su seguimiento, pero se pudieron tratar los aneurismas de manera satisfactoria evitando el riesgo de resangrado. Los otros ocho pacientes que ingresaron en su mayoría con puntaje de 2 en la escala de Rankin modificada, presentaron mejoría en su puntuación en su seguimiento. Dammann en su serie de casos justifica la realización de procedimientos híbridos sobre la implementación de angiografía transoperatoria por fluorescencia con verde de indocianina a que éste último presenta un mayor porcentaje de remanentes aneurismáticos(8). Desafortunadamente nuestro centro no cuenta con métodos de fluorescencia para el tratamiento microquirúrgico de aneurismas cerebrales de forma regular, siendo más accesible la angiografía transoperatoria en el quirófano híbrido para el tratamiento de aneurismas complejos.

Inconvenientes de la sala híbrida en nuestro centro

Desgraciadamente no se cuenta con una sala híbrida de tiempo completa en nuestra institución, la implementación de éste protocolo depende de la disponibilidad de la sala y de los casos, que exista un consenso de expertos neurocirujanos y terapistas endovasculares que se encarguen de planear y dirigir el procedimiento, así como la de movilizar todo el equipo microquirúrgico necesario a la sala de neurología intervencionista que también se requiere de disponibilidad del mismo y de autorización de su traslado.

La experiencia en el manejo de enfermedades neurovasculares en nuestro centro a pesar de ser reciente, desde hace 3 años, tiene una serie considerable pero que aún no se encuentra dentro de las grandes series reportadas a nivel internacional, a pesar de no haber muchas de ellas. Es la primera serie reportada con implementación formal de un protocolo de sala híbrida con el manejo conjunto y simultaneo de tratamientos neuroquirúrgicos de microcirugía y/o endoscopia y de terapia endovascular en América Latina. Ésta serie ha sido el resultado de un

arduo trabajo por resolver las necesidades de una patología compleja, que sin lugar a dudas, pone a prueba cualquier modalidad de tratamiento que se utilice y demuestra algunas de las estrategias que han evolucionado a través del tiempo para el manejo de esas lesiones, incluso se podría considerar que la integración de una terapia endovascular y microquirúrgica lleva a un abordaje mejor tolerado y seguro para los pacientes, sin embargo, es necesario realizar ensayos clínicos aleatorizados multicéntricos con adecuada metodología en donde se pueda demostrar con significancia estadística si esto en realidad es cierto. Por el momento, a nivel internacional, son contados los centros de atención que cuentan con un entorno adecuado para realizar este tipo de procedimientos, incluso en países en vías de desarrollo como el nuestro son escasos los centros hospitalarios en donde se realizan estos procedimientos. Por el momento es difícil definir basados en los estudios de la literatura actual si en verdad ésta clase de procedimientos conjuntos en una sala híbrida son más eficaces que cada uno por separado, lo que sí se puede considerar una realidad es que ésta clase de tratamientos combinados ofrecen una respuesta más amplia en un solo evento por un grupo mayor de especialistas enfocados en el tratamiento de enfermedades neurovasculares complejas.

10. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

El estudio realizado se trata de un estudio descriptivo, serie de casos, cuenta con varias limitaciones. Primero el número de pacientes es pequeño, trece pacientes en total, no se contó con una serie control para comparar los resultados obtenidos en la serie, según el tipo de diagnóstico y el procedimiento son aún menos pacientes, por lo tanto el análisis estadístico no cuenta con la potencia suficiente para emitir conclusiones estadísticamente significativas. Otra de las limitantes del estudio es que solo la mitad de los pacientes tiene un seguimiento mayor a 3 meses después del procedimiento. A pesar de las limitaciones comentadas, se cumplió el objetivo del estudio, ya que describe detalladamente los resultados obtenidos en la primera serie de casos de manejo conjunto por terapia endovascular y neurocirugía implementando el protocolo de sala híbrida en nuestra institución y en América Latina. Son necesarios mayor cantidad de casos, así como comenzar una cohorte más grande, inclusive realizar un ensayo

clínico en donde se puedan aleatorizar los casos complejos para su tratamiento, ya sea de manera separada por cualquiera de las dos especialidades, o conjunta en un entorno híbrido, todo esto para que nos permita validar los resultados obtenidos de manera preliminar en ésta serie de casos.

11. CONCLUSIONES

La implementación de abordajes combinados en una sala híbrida otorgan una estrategia para el tratamiento de enfermedades neurovasculares, si bien no se ha demostrado su superioridad sobre los procedimientos estándar por separado, existe un subgrupo de pacientes en los que el entorno híbrido puede ser de mayor beneficio. La posibilidad de realizar estos procedimientos en una sola sesión, disminuye el tiempo de traslado de los pacientes y del procedimiento por sí mismo, al realizarse de manera simultánea en la sala híbrida.

12. CONSIDERACIONES ÉTICAS

El estudio garantiza los aspectos bioéticos inherentes a los estudios de investigación clínica como son confidencialidad de la información obtenida, principio de autonomía de los sujetos participantes, principio de beneficencia, sin tener conflicto de intereses y permitiendo el acceso a documentos fuente en caso de ser solicitado por autoridades normativas.

El estudio se considera de investigación con riesgo mínimo de acuerdo al artículo del reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud. Así mismo se apega a las pautas establecidas en la Declaración de Helsinki. El presente estudio fue aprobado por el comité de ética y por el comité de investigación del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía MVS, con el número de registro 56/18.

13. REFERENCIAS

1. Lawton MT, Quinones- A, Al ET. C OMBINED M ICROSURGICAL AND E NDOVASCULAR. 2003;52(2):263–75.
2. 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. 2012;
3. 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 [Internet]. 2014;6736(14):1–7. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)60975-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60975-2)
4. Molyneux AJ, Kerr RSC, Yu L, Clarke M, Sneade M, Yarnold JA, et al. International subarachnoid aneurysm trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms : a randomised comparison of effects on survival , dependency , seizures , rebleeding , subgroup. :809–17.
5. Subarachnoid I, Trial A, Collaborative I. International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms : a randomised trial. 2002;360:1267–74.
6. Spetzler RF, Mcdougall CG, Zabramski JM, Albuquerque FC, Hills NK, Russin JJ, et al. The Barrow Ruptured Aneurysm Trial: 6-year results. 2015;1–9.
7. Murayama Y, Irie K, Saguchi T, Ishibashi T, Ebara M, Nagashima H, et al. Robotic Digital Subtraction Angiography Systems Within the Hybrid Operating Room. 2011;68(5):1427–33.
8. Dammann P, Jägersberg M, Kulcsar Z, Radovanovic I. Clipping of ruptured intracranial aneurysms in a hybrid room environment — a case-control study. 2017;
9. Song J, Kim B, Shin YS. Treatment outcomes of unruptured intracranial aneurysm ; experience of 1231 consecutive aneurysms. 2015;1303–11.
10. 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). 1998;140(11):1153–9.

11. Choudhri O, Mukerji N, Steinberg GK. Combined endovascular and microsurgical management of complex cerebral aneurysms. 2013;4(August):1–11.
12. Mori R, Yuki I, Kajiwara I, Nonaka Y, Ishibashi T, Murayama Y. Hybrid Operating Room for Combined Neuro-Endovascular and Endoscopic Treatment of Ruptured Cerebral Aneurysms with Intra-ventricular Hemorrhage. *World Neurosurg* [Internet]. 2016; Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wneu.2016.01.010>
13. Alexander BL, Riina HA. The combined approach to intracranial aneurysm treatment. *Surg Neurol* [Internet]. 2009;72(6):596–606. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.surneu.2009.06.027>
14. Haccin-bey L, Connolly ES, Mayer SA, Young WL, Pile-spellman J, Solomon RA. Complex Intracranial Aneurysms : Combined Operative and Endovascular Approaches. 1998;4(6):20–2.
15. Service N, Service IN, Hospital MG. Combined surgical and endovascular techniques of flow alteration to treat fusiform and complex wide-necked intracranial aneurysms that are unsuitable for clipping or coil embolization. 2001;95:24–35.
16. Iihara K, Satow T, Matsushige T, Kataoka H, Nakajima N, Fukuda K, et al. Hybrid Operating Room for the Treatment of Complex Neurovascular and Brachiocephalic Lesions. *J Stroke Cerebrovasc Dis* [Internet]. 2013;22(8):e277–85. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2012.07.014>
17. 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. 2013;2071–8.
18. Bekelis K, Gottlieb D, Labropoulos N, Su Y, Tjournakaris S, Jabbour P, et al. The impact of hybrid neurosurgeons on the outcomes of endovascular coiling for unruptured cerebral aneurysms. 2016;
19. Masayuki G, Toshitaka S, Kazutoshi H, Toshiya O, Kiyohiro H. Arteriovenous Malformation and Perimedullary Arteriovenous Fistula within the Hybrid Operating Room after Five Years of Performing Focus Fractionated Radiotherapy : Case Report. 2014;936–40.
20. Kentaro H, Nobutaka H, Yoichi M, Shuji F, Susumu Y, Tsuyoshi I. Unit in the Treatment

- of Vascular Malformation. 2015;505–9.
21. Lin N, Brouillard AM, Mokin M, Natarajan SK, Snyder K V, Levy EI, et al. Direct access to the middle meningeal artery for embolization of complex dural arteriovenous fistula : a hybrid treatment approach. 2014;
 22. Kawamura Y, Maruyama D, Akagi Y, Iihara K. Effective intraluminal shunt in carotid endarterectomy for carotid artery near occlusion: A technical report. *World Neurosurg* [Internet]. 2017; Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wneu.2017.07.078>
 23. Al-mefty O, Aziz-sultan MA. Hybrid Surgery Management of Giant. *World Neurosurg* [Internet]. 2017;27. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wneu.2017.02.092>
 24. Oeynhaus B, Oeynhaus B, Oeynhaus B. Hybridoperationssaal aus Sicht der Herzchirurgie. 2013;1022–9.
 25. Kataoka Y, Minehara H, Kashimi F, Hanajima T. Hybrid treatment combining emergency surgery and intraoperative interventional radiology for severe trauma. *Injury* [Internet]. 2016;47(1):59–63. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.injury.2015.09.022>
 26. Quinn TJ, Dawson J, Walters MR, Lees KR. Reliability of the Modified Rankin Scale A Systematic Review. 2009;
 27. Weir J, Steyerberg EW, Butcher I, Lu J, Lingsma HF, Mchugh GS, et al. Does the Extended Glasgow Outcome Scale Add Value to the Conventional Glasgow Outcome Scale ? 2012;58:53–8.
 28. Angiography R, Huang C, Hsu S, Su I. Case Report Accurate Localization of Aneurysm Neck Margins in Clipping of a Carotid Cave. *World Neurosurg* [Internet]. 2017;3:1–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wneu.2017.03.080>
 29. Kawamura Y, Sayama T, Maehara N, Nishimura A, Iihara K. Key words SC. *World Neurosurg* [Internet]. 2017; Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wneu.2017.03.133>
 30. Trinidad-hernández M, Introcaso JH, White J V, Ridge P. Combined open and endovascular treatment of a saccular aneurysm and redundant loop of the internal carotid artery. 2006;642–6.
 31. Buciu R, Anderer EG, Insigna S. Intraoperative Angiography for Arteriovenous Malformation Resection in the Prone and Lateral Positions , Using Upper Extremity Arterial Access. 2017;13(3):352–60.
 32. *Bildgebung Z. Der Hybridoperationssaal*. 2012;107–20.

33. Bild A. Hybridoperationssaal aus Sicht der Neurochirurgie. 2013;(November):1041–7.
34. Vries J De, Boogaarts HD. Treatment of patients with ruptured aneurysm by neurosurgeons that perform both open surgical and endovascular techniques is safe and effective : results of a single centre in Europe. 2014;1259–66.
35. Xin C, Zhang J, Li Z, Xiong Z, Yang B, Wu X, et al. Treatment of giant cavernous aneurysm in an elderly patient via extracranial-intracranial saphenous vein bypass graft in a hybrid operating room. Med (United States). 2018;97(14):1–5.

14. APÉDICE

1: CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Debido a la naturaleza del estudio, retrospectiva y transversal, los consentimientos informados fueron delegados. Se realizarán llamadas telefónicas a los pacientes para autorizar el uso anónimo de la información del expediente clínico.

2: OTROS CRITERIOS

- Protocolo establecido para el ingreso del paciente al quirófano híbrido.

Secuencia de Etapas	Actividad	Responsable
1.0 Elección del paciente para realizar procedimiento en sala de quirófano central	1.1 Pacientes que sean presentados en sesión colegiada de neurocirugía, por la complejidad del caso y que se decide manejo quirúrgico, se programara y verificara estudios preoperatorios.	Departamento de Neurocirugía. <ul style="list-style-type: none">• Médicos Adscritos• Residentes
2.0 Ingreso a hospitalización del paciente.	2.1 Ingreso del paciente un día previo al procedimiento quirúrgico a las 19:00 horas. 2.2 Una vez cubierta el punto anterior, se informará a jefatura de enfermería de quirófano, especificando el instrumental quirúrgico necesario para realizar el procedimiento. 2.3 La jefatura de enfermería asignará el personal de enfermería que asistirá al evento.	Medico adscrito responsable del paciente solicita sala hibrida con el jefe de servicio de Terapia endovascular.

<p>3.0 Revisión de la Unidad Quirúrgica</p>	<p>3.1 Verificar que la unidad quirúrgica se encuentre funcionando completamente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aspirador • Máquina de anestesia • Instrumental completo y estéril 	<p>Ing. Biomédico Enfermeras circulantes Enfermeras instrumentistas</p>
<p>4.0 2.0 Recepción del enfermo. Revisión de expediente clínico completo</p>	<p>4.1 Recibe al paciente en quirófano con papelería correspondiente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Expediente clínico • Brazalete <ul style="list-style-type: none"> • Hoja de cirugía segura • Nota preoperatoria • Autorización de cirugía • Autorización de procedimiento anestésico • Hoja de disponibilidad de hemoderivados • Revisión de resultados de laboratorio • Vigencia de hasta 15 días • Indicaciones médicas 	<p>Enfermera Circulante</p> <p>Médico residente de tercer año Familiar del Enfermo o enfermo</p> <p>Enfermera circulante</p>
<p>5.0 Revisión del enfermo</p>	<p>5.1 Preparación física Tricotomía</p> <p>Vendaje de miembros inferiores</p> <p>Pañal desechable puesto</p> <p>Vía venosa permeable con solución indicada</p>	<p>Enfermera circulante</p>
<p>6.0 Pasa a sala de cirugía</p>	<p>6.1 Instalación del enfermo en mesa de cirugía</p>	<p>Camillero Enfermera circulante Médico anesthesiologo Médico cirujano</p>

<p>7.0 Procedimiento quirúrgico</p>	<p>7.1 Invasión y monitorización del paciente 7.2 Monitorización 7.3 Inicio de anestesia</p> <p>7.4 Instalación de línea central</p> <p>7.5 Posición del enfermo para la cirugía</p> <p>7.6 Inicio de cirugía y abordaje endovascular.</p> <p>7.7 Termina de cirugía y procedimiento anestésico</p>	<p>Médico anesthesiologist</p> <p>Equipo multidisciplinario Neurocirujano, terapeuta Endovascular y neuroanesthesiology</p>
<p>8.0 Traslado a servicio de recuperación y/o terapia intensiva</p>	<p>8.1 Instalación del enfermo en la unidad de recuperación y/o terapia intensiva</p> <p>8.2 Se elaborarán indicaciones médicas.</p>	<p>Enfermera circulante, médico tratante y neuroanesthesiologist. Médico tratante</p>