



Manejo Perioperatorio en Neurocirugía Híbrida

Perioperative Management in Hybrid Neurosurgery

Hernández-Martínez Helga Marivilia¹, Pérez-López Itzel Daniela¹, Bautista-Ordoñez Samantha¹, Arias-Magaña Raúl¹, Alcacio-Mendoza Fernanda Raquel²

¹Médico residente de segundo año de la subespecialidad de Neuroanestesiología del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suárez (INNNMVS), CDMX. ²Neuroanestesióloga adscrita al INNNMVS y al Hospital General Dr. Manuel Gea González, CDMX.

Anestesia en México 2026; 38(1): 72-76. <https://doi.org/10.64221/aem-38-1-2026-010>

Fecha de recepción septiembre 2025, fecha de revisión noviembre 2025, fecha de publicación enero 2026.
mariviliahernandez@hotmail.com

Resumen

Los quirófanos híbridos se integran por una sala de angiografía de alta resolución donde se realiza microcirugía convencional, permitiendo así neurointervenciones endovasculares y abiertas combinadas en un solo entorno. El uso de quirófanos híbridos es cada vez más común en todo el mundo, y el caso de los procedimientos neuroquirúrgicos no es la excepción y, en este contexto, la combinación de procedimientos quirúrgicos y endovasculares tiene un gran impacto y eficiencia. El anestesiólogo debe estar familiarizado con los matices del manejo perioperatorio de pacientes neuroquirúrgicos complejos en quirófanos híbridos. Presentamos el caso del manejo neuroanestésico exitoso de un paciente con un aneurisma cerebrovascular, que se sometió a una intervención quirúrgica asistida con guía endovascular. El protocolo anestésico incluyó infusiones controladas de propofol y fentanilo, así como monitorización invasiva de

la presión arterial. El paciente despertó sin nuevos déficits neurológicos, no presentó complicaciones perioperatorias y fue dado de alta al tercer día postoperatorio. Este caso destaca la necesidad de una toma de decisiones intraoperatoria flexible, cómo una buena comunicación y organización del equipo multidisciplinario, lo que mejora el pronóstico de los pacientes y reduce la morbilidad.

Palabras clave: Neurocirugía híbrida, manejo perioperatorio, neuroanestesia.

Abstract

Hybrid operating-room (hybrid-OR) integrate high-resolution angiography with conventional microsurgery to enable combined endovascular and open neurointerventions in a single setting. The use of hybrid-ORs is becoming more common worldwide. The use of these settings for neurosurgical procedures is not the exception and in this context the combination of surgical and endovascular procedures is of



great impact and efficiency. The anesthesiologist must be familiar with the nuances of perioperative management of complex neurosurgical patient in hybrid-ORs. We present the case of a successful neuroanesthetic management of a patient with a cerebrovascular aneurysm with surgical and endovascular intervention. Anesthetic management included target-controlled infusions of propofol and fentanyl and invasive blood pressure monitoring. The patient awoke without new neurological deficits, experienced no perioperative complications, and was discharged home on postoperative day 3. This case highlights the necessity of flexible intraoperative decision-making and how a good communication and organization of the multidisciplinary team improve the prognosis of the patient and reduces morbidity and mortality.

keywords: Hybrid neurosurgery, Perioperative management, Neuroanesthesia.

Introducción

Una sala quirúrgica híbrida (SQH) es un quirófano convencional equipado con sistemas avanzados de imagenología (1). Con la llegada de tecnologías más sofisticadas, el uso de salas quirúrgicas híbridas para procedimientos neuroquirúrgicos está en aumento. A pesar de este crecimiento, persiste una notable escasez de publicaciones centradas específicamente en los retos anestésicos únicos de estas intervenciones. La mayoría de los textos se enfocan en aspectos técnicos o quirúrgicos, mientras que las estrategias neuroanestésicas perioperatorias y la toma de decisiones intraoperatorias detalladas son poco descritas. Las imágenes obtenidas pueden utilizarse con distintos fines, según la fase quirúrgica y el tipo de intervención. En el preoperatorio se usan para navegación quirúrgica; en el intraoperatorio para visualizar imágenes en tiempo real, guía intervencional y neuronavegación; y al final, para evaluar el resultado quirúrgico y determinar ajustes (2). El manejo perioperatorio en la SQH debe ser multidisciplinario, con planeación y comunicación preoperatoria entre todos los equipos involucrados (Figura 1). Los procedimientos realizados en estas salas pueden presentar un mayor riesgo si el equipo carece de experiencia en el manejo de este tipo de pacientes. Es fundamental que el neuroanestesiólogo esté familiarizado con los tipos de intervenciones híbridas, la ergonomía del quirófano y las consideraciones anestésicas específicas. Presentamos un caso de manejo anestésico exitoso en un paciente intervenido en una SQH, con el objetivo de contribuir a cerrar dicha brecha.

Reporte de caso

Paciente masculino de 64 años con diagnóstico de aneurisma sacular paraclinoideo izquierdo (clasificación de Barami III) programado para craneotomía y clipaje de aneurisma asistido por mapeo endovascular en el quirófano híbrido.

Los antecedentes patológicos incluían en: diabetes tipo 2, sin daño a órgano blanco, tratada con insulina glargina y metformina; macroadenoma hipofisario resecado hace ocho años y melanoma corioideo tratado con enucleación ocular derecha. En una imagen de seguimiento se identificó incidentalmente el aneurisma. Una angiografía diagnóstica previa confirmó un aneurisma sacular paraclinoideo izquierdo en el segmento oftálmico de la arteria carótida interna izquierda, con las siguientes medidas: domo-cuello 4.5 mm, cuello 3.61 mm y ecuador 4.05 mm. Adyacente al aneurisma se observó una lesión quística residual de hipófisis de 1.1 x 1.7 x 1.5 cm.

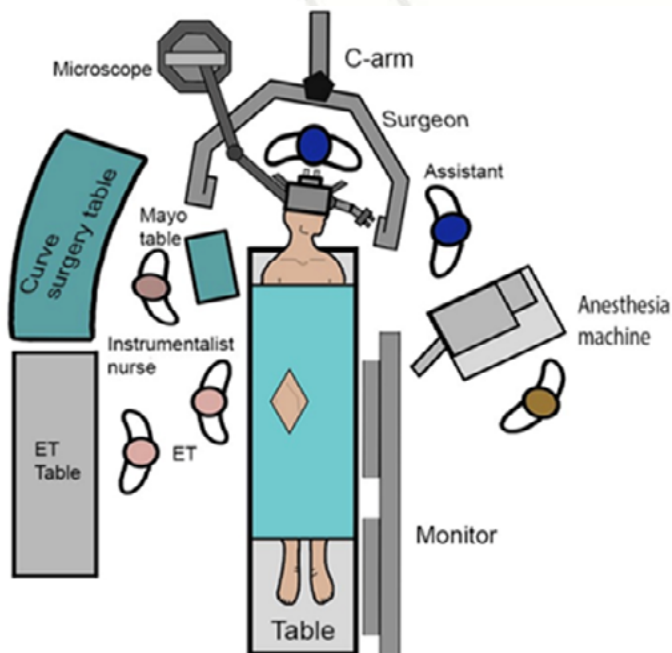
La exploración física reveló signos vitales normales, peso 118 kg, estatura 174 cm, IMC 39 kg/m², sin datos de vía aérea difícil y ser portador de prótesis ocular derecha. Los estudios paraclínicos del paciente pueden visualizarse en la (Tabla 1). El electrocardiograma se encontraba en ritmo sinusal a 77 lpm, eje QRS a 30° y sin cambios isquémicos. Una evaluación por el equipo de neuroendocrinología reveló ausencia de alteraciones hormonales. Se firmó el consentimiento informado para la intervención anestésica y el procedimiento quirúrgico.

La SQH contó con un sistema de fluoroscopia *angiográfica Artis Zeego* (Siemens, Alemania) (Figura 1). Se colocó paciente en posición supina y los signos vitales iniciales estuvieron normales. Se preoxigenó con una FiO₂ del 100 % y se realizó la inducción anestésica mediante infusión controlada por objetivo (TCI) de fentanilo (2.5 ng/ml) modelo farmacocinética *Shafer*, propofol TCI (2.8 µg/mL) con modelo *Cortínez-Sepúlveda*, lidocaína 100 mg y rocuronio 70 mg. La intubación fue exitosa mediante videolaringoscopia C-MAC con hoja 4, logrando un porcentaje de apertura glótica (POGO) del 100 %, con tubo de 8.5 mm. Su colocación adecuada fue confirmada por capnografía y auscultación simétrica bilateral. Se inició ventilación mecánica en modo controlado por volumen (volumen corriente: 500 mL), con una FiO₂ del 50 %, flujo de 1 L/min, FR 12, relación I: E 1:2, PEEP 7 cm H₂O. Se colocó catéter central trilumen en vena yugular interna derecha guiado por ultrasonido y línea arterial radial izquierda, ambas sin complicaciones. También se instaló un catéter venoso periférico de 14 G y sonda urinaria previo al inicio del procedimiento.

El paciente se posicionó con la cabeza rotada 30° hacia

la derecha. La primera fase del procedimiento consistió en angiografía diagnóstica a través de un acceso de arteria femoral derecha, se realizó exitosamente sin complicaciones. La intervención quirúrgica convencional se realizó en los siguientes pasos: 1) incisión Pterional en piel, 2) craneotomía frontotemporal, 3) fresado del ala esfenoidal, 4) clinoidectomía, 5) durotomía y 6) abordaje subfrontal con identificación del nervio óptico ipsilateral, arteria carótida paraclinoidea y arteria oftálmica. El equipo endovascular realizó un mapeo angiográfico, que reveló que el aneurisma se localizaba dentro del seno cavernoso. (Figura 2). Se decidió cancelar el clipaje por presentar un cuello aneurismático multilobulado y proximidad con estructuras críticas (infundíbulo hipofisario, quiasma óptico, pares craneales III, IV, VI y ramas del V). El mantenimiento anestésico fue estable con perfusión intravenosa continua de lidocaína, fentanilo y propofol guiada por monitorización de la profundidad anestésica con entropía, no se usaron vasopresores. Finalizado el procedimiento, se realizó emersión y extubación exitosa del paciente, con signos vitales estables. El paciente fue trasladado a terapia intensiva para vigilancia posoperatoria. Tiempo total de anestesia: 5 horas 25 minutos; tiempo quirúrgico: 3 horas 55 minutos.

Figura 1: Distribución del equipo multidisciplinario quirúrgico.



Acta Neurochirurgical 2023; 165:2352

Figura 2: Aneurisma en reconstrucción 3D intraoperatoria

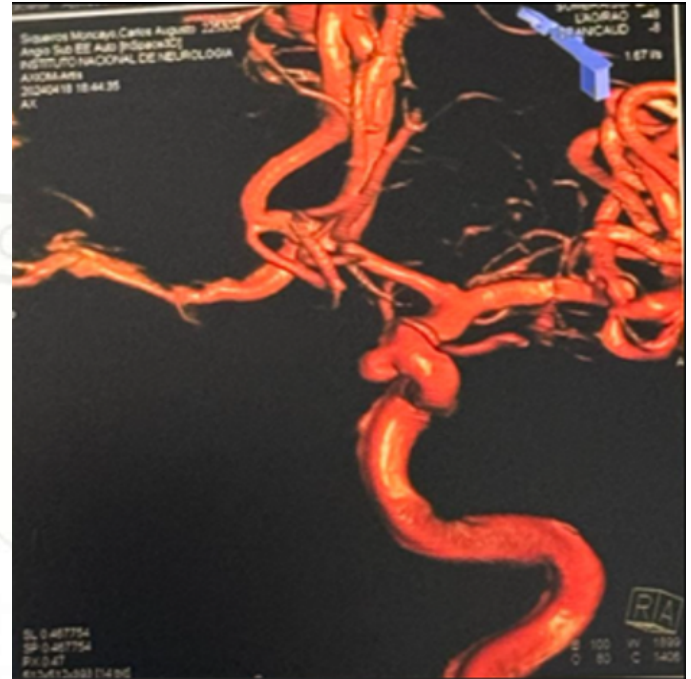


Figura 3: intervención neuroquirúrgica y endovascular simultánea.



Tabla 2. Ventas y desventajas de la neurocirugía híbrida

Ventajas	Desventajas
Evaluación inmediata de resultados	Posicionamiento limitado del paciente
Capacidad para realizar tratamiento combinado endovascular y abierto	Exposición a la radiación



Disminución de tasas de reintervención	Tiempo quirúrgico prolongado
Mayor precisión del procedimiento	Problemas de esterilidad
Reducción de necesidad de traslado de paciente	Necesidad de preparación y formación adecuadas
Mejoría de seguridad del paciente	Altos costos
Reducción de necesidad de imágenes postoperatorias	Requerimiento de espacio quirúrgico más grande
Mejores resultados quirúrgicos	
Detección rápida de complicaciones	

Tabla 1: Exámenes de laboratorio

Prueba	Resultado	Prueba	Resultado
Hemoglobina	15.84 g/dl	Glucosa	176 mg/dl
Hematocrito	46.98 %	BUN	20 mg/dl
Plaquetas	180 10 ³ /μL	Urea	42.9 mg/dl
TP	14 seg	Creatinina	1.04 mg/dl
INR	0.92	TSH	2.06 μUI/mL
TTPa	27.8 seg	T4L	16.2 pmol/L
Fibrinógeno	362 mg/dl	Cortisol	22.9 μg/dL
Na	141 mmol/L	Prolactina	5.1 ng/ml
K	4.0 mmol/L		
Cl	107 mmol/L		
Ca	9.0 mg/dL	Testosterona	12.1 nmol/L
Mg	2.0 mg/dL		

Discusión

El uso de SQH se está expandiendo globalmente, utilizándose en múltiples especialidades médicas. Estos espacios están equipados con sistemas avanzados de imagenología de alta resolución, como tomografía computarizada, resonancia magnética y arcos en C. La mesa quirúrgica debe ser radiolúcida y, en neurocirugía, debe contar con un sistema de fijación craneal. Para intervenciones neuroquirúrgicas también debe haber microscopio quirúrgico, equipo de neuronavegación,

angiografía intraoperatoria y ultrasonido cerebral. La evidencia para intervenciones híbridas va en aumento y las intervenciones neuroquirúrgicas no son la excepción. Algunas de las patologías tratadas incluyen aneurismas cerebrovasculares, malformaciones arteriovenosas cerebrales, estenosis carotídea, fístulas durales, tumores cerebrales y cirugías espinales. Los equipos más utilizados para estas intervenciones incluyen angiografía intraoperatoria con sustracción digital, permitiendo confirmar en tiempo real los resultados quirúrgicos sin trasladar al paciente. Las ventajas y desventajas se listan en la (Tabla 2) (3). Uno de los desafíos del quirófano híbrido, en comparación con uno convencional, radica en el manejo de pacientes complejos en un entorno con configuración física y logística distinta, que puede limitar el acceso inmediato a recursos habituales del quirófano tradicional.

Se han descrito múltiples retos para brindar una anestesia segura en entornos fuera del quirófano tradicional, tales como: diferencias en el entorno físico y la ergonomía, posicionamiento del paciente, procesos de trabajo y la colaboración con equipos de salud menos familiares en ubicaciones alejadas de los recursos de un quirófano convencional.

Un estudio de casos pareados realizado *por Schroeck et al.* reveló que trabajar en un quirófano híbrido, en comparación con un quirófano convencional, se asoció con una menor percepción de seguridad (7.3 [2.0] vs 8.8 [0.9]; $P < 0.001$), puntajes más altos en las subescalas de carga laboral de esfuerzo y frustración (41.6 [24.1] vs 31.3 [21.6]; $P = 0.006$ y 32.4 [22.9] vs 20.7 [17.2]; $P = 0.002$, respectivamente), y mayor ansiedad (33.6 [10.1] vs 28.4 [9.2]; $P = 0.003$) al final del caso. El estrés fue mayor en el quirófano híbrido después de la inducción anestésica (26.5 [15.5] vs 20.9 [13.4]; $P = 0.006$) (4).

El manejo anestésico perioperatorio difiere en algunos aspectos del de una intervención neuroquirúrgica convencional o de un procedimiento endovascular. La fase preoperatoria consiste en una discusión y planificación multidisciplinaria, mientras que el paciente debe contar con una historia clínica completa, exploración física, estudios de laboratorio preoperatorios estandarizados e imagenología necesaria para la intervención.

La fase intraoperatoria comienza con el conocimiento detallado del flujo de trabajo del procedimiento para anticipar contingencias. La vía aérea debe asegurarse de forma eficiente y con el menor reflejo simpático posible (especialmente en enfermedades cerebrovasculares). Las



recomendaciones de mejores prácticas incluyen el uso de videolaringoscopia, dosis suplementarias de opioides y/o el uso de betabloqueadores de acción inmediata durante la intubación (*esmolol 0.5–1 mg/kg en bolo o labetalol 2.5–20 mg*) (5). Todo procedimiento neuroquirúrgico en la SQH debe contar con monitoreo invasivo de presión arterial mediante línea arterial permeable para el manejo estricto de la presión de perfusión cerebral. En nuestro centro, el mantenimiento anestésico en procedimientos intracraneales se realiza usualmente con anestesia intravenosa total. Dado que estos procedimientos suelen ser más prolongados que los realizados en quirófanos convencionales y que existe riesgo de pérdida sanguínea con desplazamientos importantes de líquidos intercompartamentales, se recomienda la colocación de un catéter venoso central (especialmente para vasopresores) y un acceso venoso periférico de gran calibre (para transfusión de hemoderivados) en todos los pacientes. Las consideraciones específicas para procedimientos intracraneales incluyen medidas generales de neuroprotección, posicionamiento quirúrgico con adecuada colocación cefálica, necesidad de transfusión sanguínea y prevención de embolismo aéreo venoso. En el procedimiento endovascular se debe considerar el uso de heparina intravenosa y fármacos antiplaquetarios, así como la vigilancia y tratamiento de emergencias endovasculares (trombosis o hemorragia intraprocedimiento). El manejo postoperatorio inmediato incluye una emersión y extubación suaves, con control hemodinámico de acuerdo con el procedimiento y a las recomendaciones de los equipos quirúrgico y endovascular.

Conclusión

En conclusión, las SQH constituyen una plataforma versátil para neurointervenciones complejas; sin embargo, solo un enfoque anestésico multidisciplinario y adaptable garantiza la seguridad neurológica del paciente, incluso cuando se requieran modificaciones intraoperatorias de la estrategia quirúrgica inicial.

Financiamiento

Esta investigación no recibió financiamiento de agencias públicas, comerciales ni sin fines de lucro.

Referencias

1. Jin H, Junwei L. Application of the Hybrid Operating Room in Surgery: A Systematic Review. *J Invest Surg.* 2022; 35(2):

378-389. DOI: 10.1080/08941939.2020.1838004

2. Ren Z, Wang S, Xu K, Mokin M, Zhao Y, Cao Y, et al. The working road map in a neurosurgical hybrid angio-surgical suite—development and practice of a neurosurgical hybrid angio-surgical suite. *Chin Neurosurg J.* 2018;4:7. <https://doi.org/10.1186/s41016-017-0108-1>
3. Gharios M, Gabriel-El Hajj V, Frisk H, Ohlsson M, Edström E, Elmi-Terander A. The use of hybrid operating rooms in neurosurgery, advantages, disadvantages, and future perspectives: a systematic review. *Acta Neurochir (Wien).* 2023;165:2343-2358.
4. Schroeck H, Whitty MA, Martinez-Cambor P, Voicu S, Burian BK, Taenzer AH. Anaesthesia clinician's perception of safety, workload, anxiety, and stress in a remote hybrid suite compared with the operating room. *Br J Anaesth.* 2023;131(3):598-606. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2023.04.028>
5. Gómez-Amador JL, Valencia-Ramos CG. Roadmapping technique in the operating room for the microsurgical treatment of complex intracranial aneurysms. *Cerebrovasc Endovasc Neurosurg.* 2023;25(1):25. <https://doi.org/10.7461/jcen.2023.e2022.08.004>