

Monitorización cerebral multimodal durante la circulación extracorpórea: revisión narrativa e integración de un caso clínico.

Multimodal cerebral monitoring during cardiopulmonary bypass: narrative review and integration of a clinical case

RESUMEN / ABSTRACT

Introducción: La hipoperfusión cerebral durante la circulación extracorpórea (CEC) en cirugía cardíaca representa una complicación potencialmente prevenible. La monitorización multimodal permite detectar precozmente alteraciones en la oxigenación y actividad cerebral. El objetivo de este trabajo es revisar la evidencia reciente sobre la monitorización cerebral multimodal no invasiva durante la CEC y mostrar su utilidad clínica a través de un caso ilustrativo.

Método: Se realizó una revisión narrativa de estudios seleccionados mediante búsqueda en PubMed y Scopus con filtros por idioma y relevancia clínica. Se integró un caso real documentado con espectroscopia cercana al infrarrojo (NIRS, Near-Infrared Spectroscopy), índice biespectral (BIS, Bispectral Index), mapas de densidad espectral (DSA, Density Spectral Array) y resonancia magnética nuclear (RMN).

Resultados: La combinación de NIRS y electroencefalograma (EEG) identificó eventos críticos durante la CEC con alta sensibilidad en los estudios revisados. El caso clínico demostró desaturación bilateral persistente (NIRS <50%) y supresión cortical profunda (BIS = 0), correlacionándose con lesiones isquémicas en la RMN postoperatoria.

Conclusión: La monitorización cerebral multimodal durante la CEC mejora la detección de hipoperfusión cerebral intraoperatoria y facilita intervenciones tempranas. Su implementación sistemática en cirugía cardíaca compleja podría reducir complicaciones neurológicas graves.

Palabras clave: Monitorización cerebral; circulación extracorpórea; espectroscopia cercana al infrarrojo; electroencefalograma; hipoperfusión cerebral; cirugía cardíaca

Introduction: Cerebral hypoperfusion during cardiopulmonary bypass (CPB) in cardiac surgery represents a potentially preventable complication. Multimodal monitoring allows for early detection of alterations in cerebral oxygenation and activity. The aim of this study is to review recent evidence on non-invasive multimodal cerebral monitoring during CPB and to illustrate its clinical utility through a representative case.

Methods: A narrative review of studies was conducted, selected through searches in PubMed and Scopus with filters for language and clinical relevance. A real case was integrated, documented with near-infrared spectroscopy (NIRS), bispectral index (BIS), density spectral array (DSA), and magnetic resonance imaging (MRI).

Results: The combination of NIRS and electroencephalogram (EEG) enabled more precise identification of critical events during CPB, with high sensitivity in the studies reviewed. The clinical case demonstrated persistent bilateral desaturation (NIRS <50%) and deep cortical suppression (BIS = 0), correlating with ischemic lesions confirmed by postoperative MRI.

Conclusion: Multimodal cerebral monitoring during CPB improves the detection of intraoperative hypoperfusion and facilitates early intervention. Its systematic implementation in complex cardiac surgery centers could reduce severe neurological complications.

Keywords: Cerebral monitoring; cardiopulmonary bypass; near-infrared spectroscopy; electroencephalogram; cerebral hypoperfusion; cardiac surgery.



Laura Lorenzo Vaquerizo
Enfermera perfusionista
Hospital de la Santa Creu i Sant Pau
ORCID: 0009-0007-2353-1372

Cristina Sobre Lacaye
Enfermera perfusionista
Hospital de la Santa Creu i Sant Pau
ORCID: 0009-0001-2394-1490

Neus Buil Manzanares
Enfermera.
Hospital de la Santa Creu i Sant Pau
ORCID: 0000-0002-4512-4272

Víctor Gómez Simón
Enfermero perfusionista
Hospital de la Santa Creu i Sant Pau

María Teresa Rivilla Lizano
Anestesióloga
Hospital de la Santa Creu i Sant Pau

Laura Lorenzo Vaquerizo
llorenzo@santpau.cat

Recibido: marzo 2025
Aceptado: abril 2025

INTRODUCCIÓN

La hipoperfusión cerebral durante la circulación extracorpórea (CEC) en cirugía cardíaca representa una complicación clínica de gran relevancia, asociada a secuelas neurológicas como delirium, ictus y deterioro cognitivo persistente. Estos eventos, además de afectar la recuperación funcional del paciente, incrementan la morbilidad postoperatoria y los costes sanitarios derivados del procedimiento quirúrgico¹.

La detección precoz de la hipoperfusión cerebral intraoperatoria ha sido tradicionalmente limitada por la falta de manifestaciones clínicas evidentes. Sin embargo, en la última década, se ha consolidado el uso de tecnologías de monitorización cerebral no invasiva como herramientas fundamentales para anticipar alteraciones neurológicas y guiar decisiones terapéuticas en tiempo real².

Entre las técnicas más empleadas se encuentran la espectroscopia infrarroja cercana (NIRS), que evalúa la oxigenación regional cerebral; el índice biespectral (BIS) y el electroencefalograma procesado, que reflejan la actividad eléctrica cortical; así como los mapas de densidad espectral (DSA) y el Doppler transcraneal (TCD), útiles para detectar fenómenos isquémicos o embólicos³⁻⁵.

Distintos estudios han demostrado que la integración de estos métodos facilita la identificación de pacientes en riesgo de hipoperfusión, y permite una actuación clínica dirigida, con impacto positivo en los resultados neurológicos postoperatorios^{4,6}.

En esta línea, las Guías Clínicas Europeas EACTS/EAC-TAIC/EBCP 2024 recomiendan expresamente la utilización de oximetría cerebral durante la CEC, especialmente en pacientes de alto riesgo o en intervenciones prolongadas, subrayando la importancia de adoptar una estrategia de monitorización estructurada en la práctica clínica habitual⁷.

Pese a estas recomendaciones, la implementación clínica sigue siendo heterogénea, condicionada por tres factores principales:

1. Disponibilidad tecnológica en los centros.
2. Variabilidad en protocolos institucionales.
3. Formación transversal del equipo quirúrgico, anestésico y de perfusión (su manejo requiere entrenamiento específico en interpretación de parámetros y algoritmos de actuación)⁸.

El objetivo de este estudio es analizar la evidencia científica reciente sobre la monitorización cerebral multimodal durante la CEC en cirugía cardíaca y demostrar su utilidad clínica mediante un caso real que ilustre su aplicabilidad práctica.

MÉTODO

Se llevó a cabo una revisión narrativa estructurada de la literatura científica reciente centrada en la monitorización cerebral multimodal durante la circulación extracorpórea (CEC) en cirugía cardíaca. La revisión se diseñó siguiendo las recomendaciones metodológicas de Ferrari (2015) y Greenhalgh (2014) para revisiones narrativas clínicas.

La búsqueda bibliográfica se realizó en las bases de datos PubMed y Scopus entre abril y mayo de 2025. Se utilizaron combinaciones de términos MeSH y palabras clave libres relacionados con hipoperfusión cerebral, cirugía cardíaca, circulación extracorpórea y técnicas de neuromonitorización. La estrategia empleó los siguientes términos booleanos: ("cerebral hypoperfusion" AND "cardiopulmonary bypass") AND ("near-infrared spectroscopy" OR "NIRS") AND ("bispectral index" OR "BIS") AND ("electroencephalogram" OR "EEG") AND ("transcranial Doppler" OR "TCD") AND ("somatosensory evoked potentials" OR "SSEP") AND ("brain monitoring" OR "neuromonitoring") AND ("cardiac surgery").

Se incluyeron artículos publicados entre 2018 y 2025; escritos en inglés o español; con acceso a texto completo; que abordaran monitorización cerebral no invasiva durante CEC en pacientes adultos sometidos a cirugía cardíaca.

Se excluyeron estudios centrados exclusivamente en población pediátrica, pacientes en ECMO, o en contextos neuroquirúrgicos no relacionados con cirugía cardíaca; cartas al editor, editoriales y resúmenes sin resultados originales.

Se seleccionaron 8 artículos científicos tras aplicar los filtros de elegibilidad. La calidad metodológica se valoró mediante una lectura crítica basada en los criterios de pertinencia clínica, solidez del diseño (revisión narrativa, observacional, retrospectivo, serie de casos), adecuación poblacional y claridad de resultados. Aunque no se aplicó una herramienta formal como CASP o JBI, se excluyeron estudios con bajo nivel de evidencia o insuficiente aplicabilidad clínica.

Los resultados se analizaron mediante síntesis temática narrativa, agrupando los hallazgos en función de las tecnologías empleadas: espectroscopia infrarroja cercana (NIRS), electroencefalografía convencional y procesada (EEG y BIS), Doppler transcraneal (TCD) y potenciales evocados somatosensoriales (SSEP). Esta agrupación permitió integrar la información de forma estructurada y facilitar la identificación de patrones comunes en la práctica clínica.

Como complemento ilustrativo, se integró un caso clínico real documentado en el Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, con monitorización cerebral intraoperatoria mediante NIRS, BIS y DSA. El caso se seleccionó por su relevancia clínica y su valor didáctico en relación con la detección y manejo de la hipoperfusión cerebral durante la CEC. Todos los datos fueron anonimizados conforme a la legislación vigente sobre

protección de datos, y no se recabaron datos personales sensibles ni se realizó intervención directa, por lo que no fue necesaria la evaluación por parte de un comité ético. Se respetaron los principios de la Declaración de Helsinki.

RESULTADOS

El hallazgo principal de esta revisión narrativa es que la monitorización cerebral multimodal durante la circulación extracorpórea (CEC) permite identificar precozmente situaciones de hipoperfusión cerebral, lo que facilita intervenciones intraoperatorias dirigidas a prevenir complicaciones neurológicas mayores.

Los ocho estudios incluidos coinciden en que la combinación de tecnologías —como NIRS, BIS, EEG, TCD o SSEP— mejora la sensibilidad diagnóstica, reduce la incidencia de ictus y delirium postoperatorio, y permite ajustar estrategias clínicas en tiempo real.

Las técnicas evaluadas fueron:

- Oximetría cerebral por NIRS: Detecta desaturaciones regionales en tiempo real. En varios estudios, una caída >20% respecto al valor basal se asoció a mayor riesgo de ictus o disfunción cognitiva^{2,4}.
- EEG convencional y BIS: El índice BIS <40, especialmente si es sostenido, indica sedación profunda o posible hipoperfusión cortical. Se ha asociado con mayor mortalidad y complicaciones neurológicas^{1,3}.
- Doppler transcraneal (TCD): Permite valorar el flujo cerebral y detectar microémbolos o zonas de bajo flujo, especialmente útil en cirugía de aorta o situaciones de riesgo embólico^{6,8}.
- Potenciales evocados somatosensoriales (SSEP): Proveen información funcional de la vía sensitiva y pueden complementar el resto de las técnicas⁶.

Varios estudios plantean algoritmos de actuación combinada basados en estos parámetros, y algunos ya han demostrado reducción del ictus perioperatorio⁵. Las guías clínicas europeas EACTS/EACTAIC/EBCP⁷ recomiendan explícitamente el uso de NIRS y estrategias multimodales de neuromonitorización en pacientes de alto riesgo o intervenciones prolongadas. En la Tabla 1 se resumen las características principales de los estudios incluidos, incluyendo diseño, dispositivos utilizados y hallazgos clave.

Los estudios coinciden en establecer umbrales específicos para la intervención clínica: NIRS con caída <50% o >20% respecto al basal^{1,2} IS <40 o supresión total^{3,4} CD con valores de MCA <50 cm/seg⁹, y SSEP con cambios >50% en amplitud o >10% en latencia⁶.

CASO CLÍNICO

Se presenta el caso de una paciente de 77 años, normoventilada, con hematocrito dentro de la normalidad y estabilidad hemodinámica al inicio del procedimiento. Fue sometida a una intervención de sustitución valvular aórtica bajo circulación extracorpórea (CEC). Durante la canulación venosa, un deslizamiento accidental provocó un sangrado masivo, lo que requirió la aplicación de medidas de neuroprotección mediante hipotermia leve (34°C). Tras el pinzamiento aórtico, se registraron los siguientes hallazgos:

- Supresión eléctrica completa con índice BIS de 0 y supresión del 100% mantenida (Figura 1).
- Desaturación cerebral persistente derecha (NIRS <50%) (Figura 2).
- Actividad delta y patrón de bajo flujo en el hemisferio derecho mediante DSA transcraneal (Figura 3).
- No se identificaron obstrucciones anatómicas. El perfusionista, siguiendo los protocolos de actuación basados en la monitorización multimodal^{4-5,7} realizó los siguientes ajustes:
- Aumento progresivo del flujo de CEC (de 2,4 a 2,8 L/min/m²) para mejorar el aporte de oxígeno cerebral⁷.
- Elevación de la presión arterial media mediante administración de noradrenalina, con objetivo de mantenerla por encima de 70 mmHg⁸.
- Mantenimiento de la hipotermia leve (34°C) durante 20 minutos y recalentamiento gradual posterior⁷.

Tras el despinzamiento se observó mejoría parcial en los valores de NIRS (hasta 65%) y recuperación de actividad EEG theta. Sin embargo, en el postoperatorio la paciente presentó un despertar enlentecido y hemiparesia izquierda. La resonancia magnética nuclear (RMN) reveló una lesión isquémica fronto-subcortical derecha compatible con los hallazgos intraoperatorios (Figura 4).

Además, la RMN mostró una hiperseñal cortical en corte coronal compatible con infarto isquémico reciente (Figura 5) y signos de edema con pérdida de diferenciación cortico-subcortical en la secuencia T2 axial (Figura 6)

DISCUSIÓN

Los resultados de esta revisión narrativa muestran que la monitorización cerebral multimodal durante la CEC aporta un valor clínico significativo en la detección precoz de hipoperfusión cerebral y en la prevención de complicaciones neurológicas mayores. Las tecnologías como la oximetría por NIRS, el BIS/EEG procesado, el Doppler transcraneal (TCD) y los potenciales evocados (SSEP) han demostrado, tanto de forma aislada como combinada, capacidad para identificar situaciones de riesgo neurológico

que pueden pasar desapercibidas con la monitorización convencional^{1,3}.

El caso clínico presentado refuerza esta evidencia: la combinación de NIRS, BIS y DSA permitió detectar una situación de hipoperfusión cerebral unilateral durante la CEC, aunque la intervención terapéutica no logró evitar el daño estructural confirmado en la imagen posoperatoria. Este desenlace ilustra dos aspectos clave: por un lado, la utilidad diagnóstica de la monitorización multimodal^{2,4} y por otro, la necesidad de protocolos de respuesta clínica claros ante hallazgos patológico^{5,6}.

Entre los hallazgos más relevantes de los estudios revisados destaca que una desaturación cerebral sostenida mayor del 20%, un índice BIS <40, o la aparición de microémbolos o flujos anómalos en el TCD se asocian de forma independiente con un mayor riesgo de disfunción neurológica postoperatoria^{2,4,8}. Algunos autores proponen algoritmos de actuación que integran estos parámetros para guiar la toma de decisiones intraoperatoria, como la optimización del flujo de CEC, la presión arterial media, la ventilación o la profundidad anestésica⁵.

Sin embargo, persisten algunas limitaciones importantes. En primer lugar, la variabilidad interindividual y la falta de umbrales universalmente aceptados dificultan la estandarización de la interpretación de los datos. En segundo lugar, la evidencia sobre la mejora de los resultados neurocognitivos a largo plazo sigue siendo limitada, aunque varios estudios observacionales han mostrado beneficios en términos de reducción de ictus y delirium^{3,4}.

Las guías clínicas europeas de 2024⁷ avalan el uso de oximetría cerebral en procedimientos con CEC, especialmente en pacientes de alto riesgo o en cirugías prolongadas, recomendando la integración de estrategias multimodales cuando sea posible. En este contexto, el papel del equipo de perfusión y anestesia es clave para la implementación práctica de la monitorización, así como para la interpretación contextualizada de los hallazgos en tiempo real^{2,4}.

Aunque la monitorización multimodal ha demostrado su utilidad diagnóstica y terapéutica, persisten retos para su implementación óptima. Un análisis comparativo más detallado de las diferentes técnicas (NIRS, BIS/EEG, TCD, SSEP) permitiría identificar mejor las ventajas y limitaciones de cada modalidad en distintos perfiles de pacientes y procedimientos^{1-2,4}. La integración de algoritmos de actuación claros, basados en umbrales de alarma y recomendaciones prácticas, facilitaría la respuesta clínica ante hallazgos patológicos y reduciría la variabilidad en la práctica clínica^{5,7}.

Para promover la estandarización y la práctica basada en la evidencia, se recomienda la implementación de protocolos institucionales que incluyan algoritmos de actuación multimodal (Tabla 2. Algoritmo de actuación en mo-

onitorización cerebral multimodal durante CEC^{5,7}).

Futuras investigaciones deberían priorizar la evaluación del impacto a largo plazo de la monitorización multimodal, así como la integración de nuevas tecnologías y el desarrollo de sensores avanzados para monitorización metabólica cerebral^{4,6}.

CONCLUSIÓN

La monitorización cerebral multimodal durante la circulación extracorpórea en cirugía cardíaca representa una herramienta prometedora para detectar precozmente situaciones de hipoperfusión cerebral y prevenir complicaciones neurológicas mayores. La combinación de tecnologías como NIRS, BIS/EEG procesado, TCD y SSEP permite una valoración más completa del estado neurológico del paciente, superando las limitaciones de la monitorización hemodinámica convencional^{1,2-4}.

Aunque la evidencia actual respalda su utilidad diagnóstica y su potencial impacto en la toma de decisiones intraoperatorias, aún se requieren estudios prospectivos robustos que confirmen su eficacia en la mejora de los resultados clínicos a largo plazo^{3,8}. El caso clínico presentado en este trabajo refleja la aplicabilidad real de esta estrategia en un entorno de alta complejidad y refuerza la necesidad de protocolos institucionales de respuesta clínica estructurados ante hallazgos neuromonitorizados anómalos^{5,7}.

En este contexto, el rol de los equipos de perfusión, anestesia y cirugía en la implementación y seguimiento activo de la monitorización cerebral multimodal es esencial para garantizar una atención segura, personalizada y basada en la mejor evidencia disponible^{1,4}.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses en relación con el contenido de este manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA

1. Milne B, Gilbey T, Gautel L, Kunst G. Neuromonitoring and neurocognitive outcomes in cardiac surgery: a narrative review. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2022;36(7):2098–2113. doi: 10.1053/j.jvca.2021.07.029.
2. Lewis C, Parulkar SD, Bebawy J, Sherwani S, Hogue CW. Cerebral neuromonitoring during cardiac surgery: a critical appraisal with an emphasis on near-infrared spectroscopy. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2018;32(5):2313–2322. doi: 10.1053/j.jvca.2018.03.032.
3. Chung CKE, Poon CCM, Irwin MG. Peri-operative

- neurological monitoring with electroencephalography and cerebral oximetry: a narrative review. *Anaesthesia*. 2022;77(Suppl 1):113–122. doi:10.1111/anae.15616.
4. Mailhot T, Jarry S, Bouaouina Z, Rondeau G, Couture EJ, Denault AY. Multimodal brain monitoring in cardiac surgery and postoperative patient outcomes. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2025;39(6):1422–1431. doi: 10.1053/j.jvca.2025.02.046.
 5. Couture EJ, Deschamps A, Denault AY. Patient management algorithm combining processed electroencephalographic monitoring with cerebral and somatic near-infrared spectroscopy: a case series. *Can J Anaesth*. 2019;66(5):532–539. doi:10.1007/s12630-019-01305-y.
 6. Thirumala PD, Ahmad AI, Roy PP, Balzer JR, Jones JW. Predictive value of multimodality intraoperative neurophysiological monitoring during cardiac surgery. *J Clin Neurophysiol*. 2023;40(2):180–186. doi:10.1097/WNP.0000000000000875.
 7. EACTS/EACTAIC/EBCP Guidelines. 2024 Clinical Practice Guidelines on Cardiopulmonary Bypass and Neuromonitoring. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2024;65(Suppl 1):i1–i85. doi:10.1093/ejcts/ezaeo30.
 8. Gaudino M, Benesch C, Bakaeen F, Bolling S, Caldarone CA, Desai N, et al. Considerations for reduction of risk of perioperative stroke in adult patients undergoing cardiac and thoracic aortic operations: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2020;142(14): e193–e209. doi:10.1161/CIR.0000000000000885.
 9. Transcranial Doppler ultrasound measurements of cerebral blood flow velocities in healthy adults living at high altitude. *Radiologia (Engl Ed)*. 2019;61(3):237–244. doi: 10.1016/j.rx.2019.04.001. PMID: 31164236.

Tabla I. Resumen de estudios sobre monitorización cerebral multimodal en cirugía cardíaca con CEC.

Autor y año	Título del artículo	Diseño	Población	Técnica	Hallazgos clave
Milne et al. (2022)	Neuromonitoring and neurocognitive outcomes in cardiac surgery: a narrative review	Revisión narrativa	Adultos en cirugía cardíaca	NIRS, EEG, SSEP, TCD	La monitorización multimodal mejora la detección de daño neurológico
Lewis et al. (2018)	Cerebral neuromonitoring during cardiac surgery: a critical appraisal with an emphasis on NIRS	Revisión narrativa crítica	Pacientes adultos con CEC	NIRS	La caída de NIRS >20% se asocia a mayor riesgo de ictus
Mailhot et al. (2025)	Multimodal brain monitoring in cardiac surgery and postoperative patient outcome	Estudio observacional multicéntrico	Adultos sometidos a CEC	NIRS, BIS, EEG	Reducción de complicaciones neurológicas con algoritmos combinados
Gaudino et al. (2020)	Considerations for reduction of risk of perioperative stroke in adult cardiac and thoracic aortic operations	Guía científica	Pacientes adultos en cirugía cardíaca y aórtica	Recomendaciones generales	Se recomienda el uso de NIRS en pacientes de alto riesgo
Thirumala et al. (2023)	Predictive value of multimodality intraoperative neurophysiological monitoring during cardiac surgery	Estudio retrospectivo	Cirugía cardíaca con CEC	EEG, SSEP, TCD	El EEG y SSEP predicen eventos neurológicos durante CEC
Couture et al. (2019)	Patient management algorithm combining processed EEG with cerebral and somatic NIRS: a case series	Serie de casos	Pacientes en cirugía cardíaca complejas	NIRS, EEG procesado	Algoritmo basado en EEG y NIRS guía decisiones en tiempo real
Chung et al. (2022)	Peri-operative neurological monitoring with EEG and cerebral oximetry: a narrative review	Revisión narrativa	Adultos en cirugía cardíaca	EEG, NIRS	Complementariedad entre EEG y NIRS en la prevención de delirium
EACTS/EACTAIC/EBCP (2024)	2024 Clinical Practice Guidelines on Cardiopulmonary Bypass and Neuromonitoring	Guía clínica	Cirugía cardíaca en adultos	NIRS, EEG, multimodal	Recomendación explícita del uso de oximetría cerebral durante la CEC

Tabla II. Algoritmo de actuación en monitorización cerebral multimodal durante CEC ^{5,7}			
Parámetro anormal	Acción primaria	Monitorización secundaria	Umbral crítico
NIRS <50% o caída >20% basal	Aumentar flujo CEC, MAP >70 mmHg	EEG (descartar actividad epiléptica)	Sostenido >10 minutos
BIS <40 o supresión >50%	Revisar profundidad anestésica	TCD (evaluar flujo cerebral)	Supresión cortical mantenida
TCD: flujo <50 cm/seg	Optimizar hematocrito (>24%)	SSEP (integridad vías sensitivas)	Microémbolos >10/hora
SSEP: amplitud <50% basal	Revisar posición de cánulas de CEC	NIRS contralateral	Latencia >10%

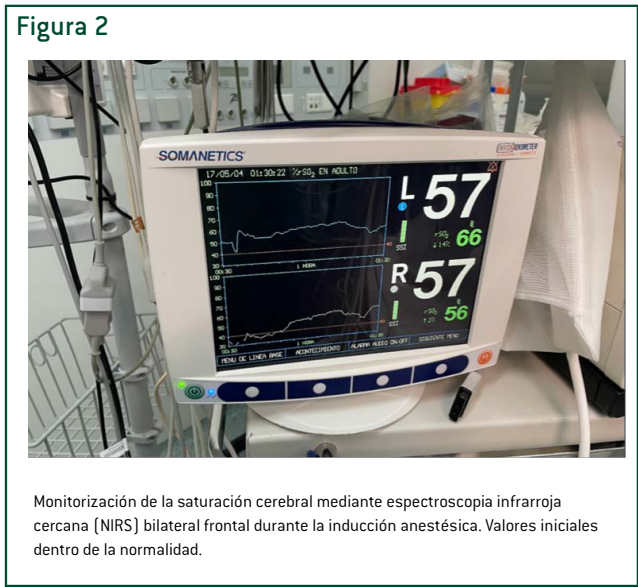
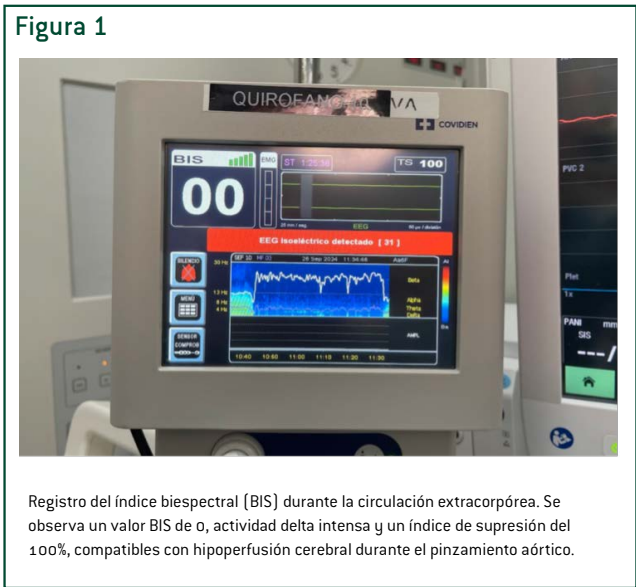
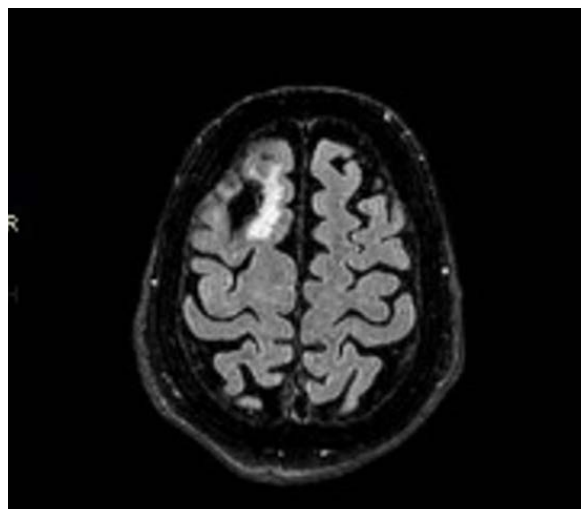


Figura 3



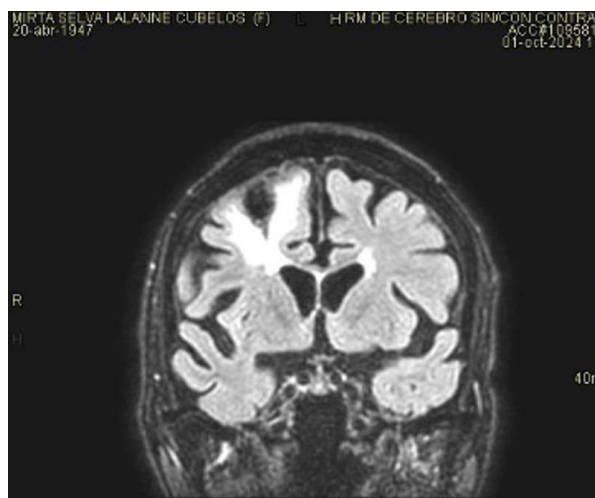
Registro intraoperatorio de NIRS mostrando recuperación de la oxigenación cerebral tras las medidas correctoras intraoperatorias.

Figura 4



Resonancia magnética cerebral (secuencia FLAIR, corte axial). Lesión isquémica fronto-subcortical derecha visible en región parietal.

Figura 5



Resonancia magnética cerebral (secuencia FLAIR, corte coronal). Hiperseñal cortical compatible con infarto isquémico reciente.

Figura 6



Resonancia magnética cerebral (secuencia T2 axial). Edema cortical y pérdida de diferenciación sustancia gris-blanca en hemisferio derecho.