

# NEUROMODULACIÓN



## OBJETIVOS

---

1. Establecer la **metodología de trabajo** y difundir los objetivos dentro de la SENFC
2. Definir **coordinadores de los subgrupos** de trabajo, establecer reuniones semestrales entre los mismos
3. Elaboración de **protocolos** en Estimulación cerebral no invasiva (TDCs y rTMS, entre otras)
4. Elaboración de un **manual** sobre Neuromodulación cerebral no invasiva
5. Ejecución de un **curso** sobre Neuromodulación cerebral no invasiva
5. **Formación** continuada
6. Creación **líneas de investigación**
7. **Publicación** de artículos relacionados

## OBJETIVOS

---

1. Establecer la **metodología de trabajo** y difundir los objetivos dentro de la SENFC
2. Definir **coordinadores de los subgrupos de trabajo**, establecer reuniones semestrales entre los mismos (**reunión Diciembre 2025 pendiente de fecha**)
3. Elaboración de **protocolos** en Estimulación cerebral no invasiva (TDCs y rTMS, entre otras)
4. Elaboración de un **manual** sobre Neuromodulación cerebral no invasiva
5. **Ejecución de un curso sobre Neuromodulación cerebral no invasiva**
5. **Formación** continuada
6. Creación **líneas de investigación**
7. **Publicación** de artículos relacionados



## SUBGRUPOS y COORDINACIÓN

---

1. NEUROMODULACIÓN **INVASIVA**  
Coordinador: Dra Estela Lladó-Carbó / Dr Balay D'Agosto
2. NEUROMODULACIÓN **NO INVASIVA TDCs**  
Coordinador: Dra Idiazábal ( propuestas)
3. NEUROMODULACIÓN **NO INVASIVA TMS**  
Coordinador: Dr Banea / Dra Idiazábal /Dr Blanes
4. NEUROMODULACIÓN y **SUEÑO**  
Coordinadora: Dra Raidili Mateo Montero / Dr Oliviero
5. NEUROMODULACIÓN **INTEGRATIVA 360° ( Proyecto Syncro State)**  
Coordinación: Dra Estela Lladó-Carbó



## EQUIPO HUMANO

---

### COORDINACIÓN

#### **Estela Lladó-Carbó**

*Especialista en Neurofisiología Clínica. Directora médica Neurotoc, Coordinadora Unidad Neurofisiología Clínica grupo HM hospitals Catalunya*

### *Asesoría científica*

#### **Antonio Oliviero**

*Jefe Neurología Hospital Nacional Paraplégicos (Toledo)  
Group leader FENNSI group*

#### **Julio Prieto Montalvo**

*Especialista en Neurofisiología Clínica  
Hospital General Universitario Gregorio Marañón (Madrid)*



## EQUIPO HUMANO

---

### MIEMBROS GRUPO DE TRABAJO

1. Julio Prieto Montalvo

*Especialista en Neurofisiología Clínica*

*Hospital General Universitario Gregorio Marañón (Madrid)*

- rTMS para tratamiento de la depresión, TOC, dolor, fibromialgia, afasia, rehabilitación de secuelas motoras del ictus
- TDCs orientada al dolor farmacoresistente

2. Raidili Cristina Mateo Montero.

*Especialista Neurofisiología Clínica. Adjunta en Neurofisiología Clínica adultos y pediátrica, responsable Unidad de Sueño HM Hospitals Catalunya; Monitorización Neurofisiológica Intraoperatoria en Neurotoc.*

- Depresión, sueño y TDCs
- Neuromodulación con TDCs para pacientes con insomnio



## EQUIPO

---

### 3. Victoria E. Fernández Sánchez

*Especialista Neurofisiología Clínica. Jefa de Servicio Neurofisiología Hospital Quirónsalud Málaga y Marbella*

- EMTr en depresión, ansiedad, TOC y dolor neuropático
- TDCs para tratamiento del dolor

### 4. M<sup>a</sup> Angeles Idiazábal

*Especialista en Neurofisiología Clínica. Instituto Neurocognitivo INCIA (Barcelona)*

- EMTr y TDCs en el tratamiento de la depresión y funciones cognitivas
- EMTr y TDCs en el tratamiento del dolor neuropático y del ictus

### 5. María Dolores Coves Piqueres.

*Especialista Neurofisiología Clínica. Hospital Universitario Virgen de la Arrixaca, Murcia.*

- Rehabilitación visual en pacientes con ceguera adquirida. Neuroingeniería Biomédica de la Universidad Miguel Hernández (UMH)

## EQUIPO

---

### 6. Ovidiu Constantin Banea.

*Médico especialista MEFIDE y Neurofisiología Clínica. Centro de Neurociencias CINAC HM Nou Delfos (Barcelona) y Hospital San Rafael (Barcelona)*

- Proyecto Neurobliss Barcelona. Estudio comparativo de protocolos de rTMS para la depresión resistente: efectividad evaluada a través de escalas psicométricas, potenciales cognitivos y EEG

### 7. Romà Solà Jürschik

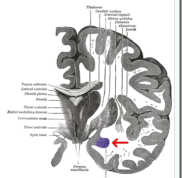
*Especialista en Neurofisiología Clínica. Director médico pruebas neurofisiológicas Neurotoc. Centro de Neurociencias CINAC HM Nou Delfos (Barcelona)*

- Proyecto Neurobliss Barcelona

#### **Proyecto NEUROBLISS: TMS en Depresión**

HOSPITAL NOU DELFOS - Barcelona

- Inclusion criteria by Psychiatry and Psychology
- HDRS, BECK BDI II, PHQ 9
- EEG
- P300
- BDNF
- Hypnograma, video PSG





## EQUIPO

---

### 8. Francisco Martínez Pérez

*Especialista en Neurofisiología Clínica. Hospital Universitario Puerta de Hierro, Majadahonda (Madrid)*

- rTMS en trastornos del estado de ánimo (depresión y ansiedad), y dolor

### 9. Alejandra Climent Perin

*Especialista en Neurofisiología Clínica. Coordinadora unidad Monitorización Intraoperatoria, Hospital Sant Joan de Déu (Barcelona)*

- Proyecto TDCs (Fundación Bosch Aymerich). Seguridad y eficacia de la estimulación transcraneal directa de corriente continua (tDCS) en pacientes pediátricos con enfermedades neuropsiquiátricas"
- Estudio multicéntrico europeo Neuroelectrics para el tratamiento de la epilepsia (TDCs)

## EQUIPO

---

10. Andrea Victoria Arciniegas Villanueva

*Especialista Neurofisiología Clínica. Hospital de Manises, Hospital La Salud de Valencia*  
*Proyectos de investigación:*

- EMTr en el dolor neuropático
- EMTr en la enfermedad de Parkinson
- EMTr en Post Covid
- EMTr en la recuperación motora del ictus

11. Elena Araus Galdós

Especialista Neurofisiología Clínica. Responsable de la Unidad de Monitorización Intraoperatoria, Hospital de la Sta Creu y St Pau (Barcelona)

12. Sara Yagüe Jimeno

Responsable Neurofisiología Clínica. Hospital Universitari Dexeus-Quiron (Barcelona)

- TDCs en ictus



## EQUIPO: NUEVAS INCORPORACIONES 2025

---

### 13. Urbano Blanes Moreno

*Especialista Neurofisiología Clínica. Hospital Vall d'Hebrón. Neurotoc.*

- EMT
- TDCs

### 14. Sebastián Balay D'Agosto

*Especialista Neurofisiología Clínica. Neurotoc.*

- EMT
- TDCs

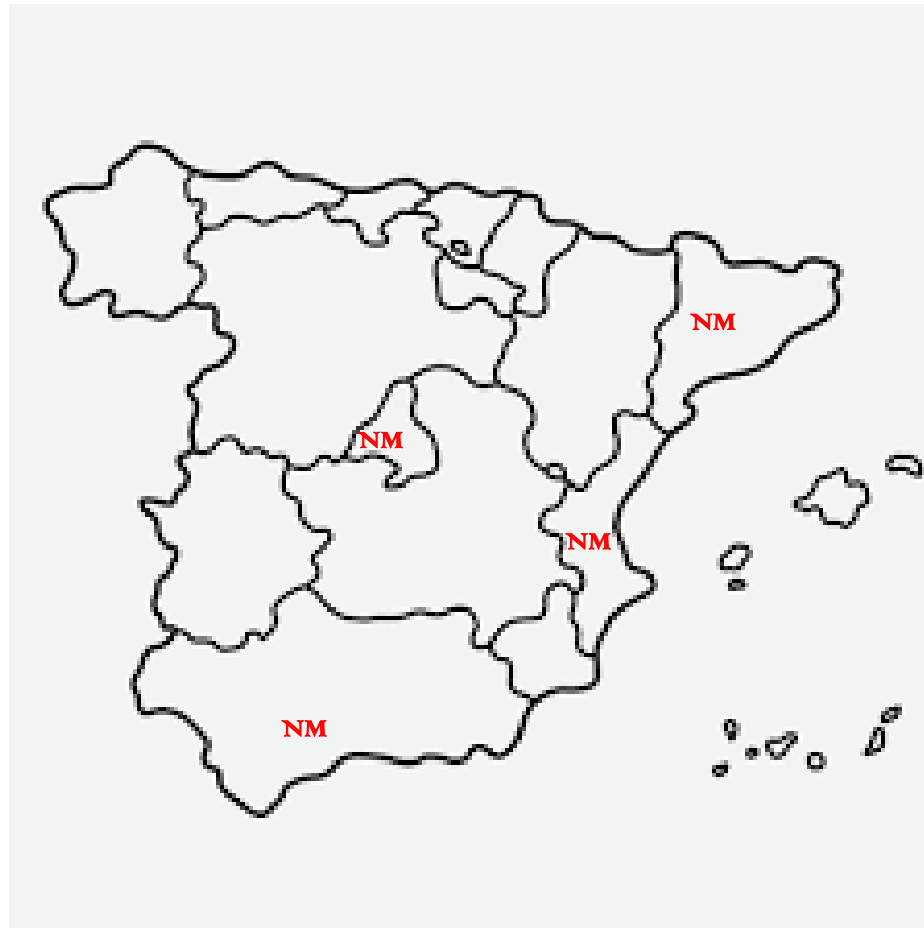
### 15. Belén Tillard

*Especialista en Neurofisiología Clínica. Instituto Neurocognitivo INCIA (Barcelona)*

- EMTr y TDCs en el tratamiento de la depresión y funciones cognitivas
- EMTr y TDCs en el tratamiento del dolor neuropático y del ictus

## EQUIPO

---



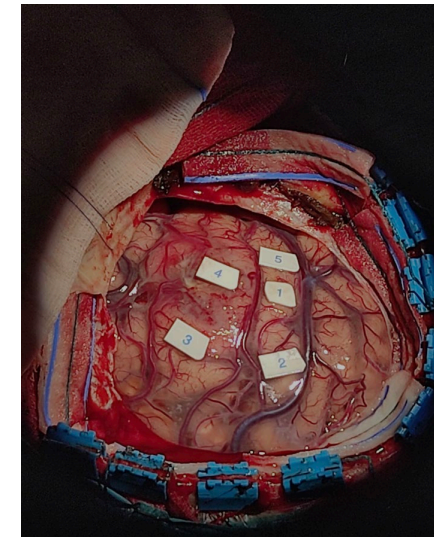
## PROYECTOS EN CURSO

---

### 1. Estela Lladó-Carbó: **Proyecto Prehabilita Barcelona**

Programa Joan Ribas Araquistain de Investigación e Innovación Terapéutica en Prehabilitación, Rehabilitación y Abordaje Integral de las Secuelas de Tumores cerebrales.

Prehabilita es un proyecto de investigación dirigido a reducir las secuelas físicas y cognitivas de la cirugía de tumores cerebrales mediante un programa de prehabilitación intensivo y personalizado previo a la intervención. El proyecto cuenta con el liderazgo científico del Institut Guttmann y la financiación de la Fundación Joan Ribas Araquistain.



## CONTEXTO

---

La cirugía de tumores cerebrales tiene dos objetivos principales:

- por un lado, asegurar la mayor resección posible del tejido tumoral, para minimizar al máximo su reaparición;
- y por otra, evitar la resección de tejido cerebral sano para minimizar la aparición de secuelas derivadas de la intervención.

Hasta ahora, las estrategias de prehabilitación –previas a la cirugía– se han llevado a cabo mediante técnicas invasivas como la implantación de electrodos intracraneales. Sin embargo, estas técnicas requieren de dos cirugías en lugar de una, lo que causa o incrementa el riesgo de infecciones y otras complicaciones post-operatorias.

## METODOLOGÍA

---

Gracias a la plasticidad cerebral, existe la posibilidad de influir en el patrón de conexiones cerebrales para establecer otras nuevas, trasladando la actividad funcional de una zona del cerebro a otra.

El objetivo final es permitir a los cirujanos una resección más drástica del tumor y disminuir el riesgo de recidiva sin aumentar el riesgo de secuelas funcionales, ya que la actividad neuronal ha sido "trasladada" a otra área del cerebro.

Esta estrategia se conoce como **prehabilitación**.

## METODOLOGÍA

---

Los participantes del estudio PREHABILITA son pacientes que deben someterse a una cirugía de resección de un tumor cerebral y que inician un protocolo basado en una doble intervención:

1) **Prehabilitación:** inducir cambios estructurales en el cerebro que permitan la aparición de una nueva capacidad funcional antes de la cirugía. De esta forma, se “traslada” la función neurológica comprometida, de forma parcial o total, a áreas cerebrales que no se verían afectadas por la resección tumoral. Esto se hace mediante:

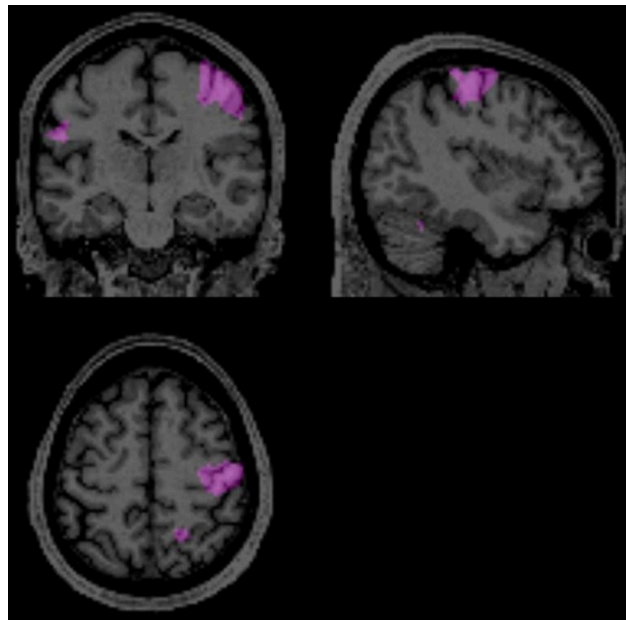
- Sesiones de neuromodulación (TMS o tDCS) que permiten optimizar la capacidad plástica del sistema nervioso, guiando el establecimiento de nuevas conexiones hacia su máxima capacidad funcional
- Tareas de entrenamiento motor, cognitivo o del lenguaje, personalizadas y dirigidas específicamente a tratar la funcionalidad que puede quedar comprometida por la cirugía



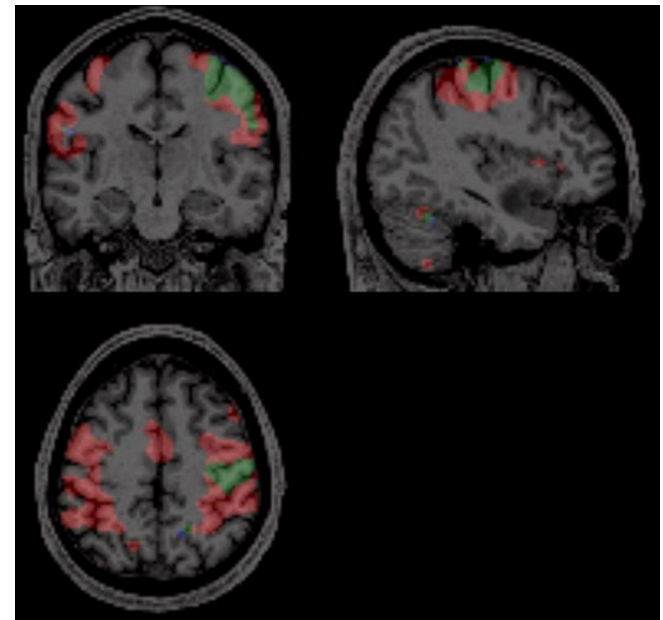
- 2) **Neurorehabilitación:** permite minimizar las secuelas neurológicas sensoriales, motoras y cognitivas que pueden aparecer después de la cirugía, así como el impacto cognitivo derivado del propio tumor. Tanto las intervenciones de prehabilitación como las de neurorrehabilitación requieren de una intensidad y extensión temporal suficientes para producir y consolidar los cambios plásticos estructurales que den lugar a la aparición de una nueva capacidad funcional.

Por este motivo, el objetivo de PREHABILITA es valorar la factibilidad y eficacia de este protocolo de prehabilitación no invasiva.

## METODOLOGÍA



fMRI left hand, prehabilitation



fMRI left hand, posthabilitation

## RESULTADOS

- Clínicamente se observó estabilidad y mejoría en las funciones motoras y ejecutivas antes y después del tratamiento, que se mantuvieron en el seguimiento.
- Se observaron cambios relevantes en la plasticidad neuronal (incremento de la distancia entre el tumor y las áreas elocuentes).

Journal of Neuro-Oncology  
<https://doi.org/10.1007/s11060-024-04774-4>

## CASE STUDY



## Non-invasive prehabilitation to foster widespread fMRI cortical reorganization before brain tumor surgery: lessons from a case series

Leonardo Bocconi<sup>1,2</sup> · Alba Roca-Ventura<sup>1,3,4</sup> · Edgar Buloz-Ororio<sup>1,2,3</sup> · David Leno-Colorado<sup>1,2,3</sup> · Selma Delgado-Gallén<sup>1,2,3</sup> · María Cabello-Toscano<sup>4,5</sup> · Ruben Perellón-Alfonso<sup>1,2,3,4,5</sup> · Gloria Villalba-Martínez<sup>6,7,8</sup> · Francisco Martínez-Ricarte<sup>9</sup> · Jesús Martín-Fernández<sup>10,11,12</sup> · Mónica Buxeda-Rodríguez<sup>13</sup> · Gerardo Conesa-Bertrán<sup>14</sup> · Mireia Illueca-Moreno<sup>15</sup> · Estela Lladó-Carbó<sup>15</sup> · Cristóbal Perla y Perla<sup>15</sup> · César Garrido<sup>5,16,17</sup> · José Carlos Pariente<sup>5,16</sup> · Carlos Laredo<sup>5,16</sup> · Emma Muñoz-Moreno<sup>5,16</sup> · Núria Bargalló<sup>4,5,16,17,18</sup> · Carlo Trompetto<sup>19,20</sup> · Lucio Marinelli<sup>19,20</sup> · David Bartrés-Faz<sup>1,4,5</sup> · Kilian Abellaneda-Pérez<sup>1,2,3</sup> · Alvaro Pascual-Leone<sup>21,22</sup> · Josep María Tormos-Muñoz<sup>1,2,3</sup>

Received: 19 March 2024 / Accepted: 8 July 2024  
© The Author(s) 2024

### Abstract

**Purpose** The objective of this prospective, single-centre case series was to investigate feasibility, clinical outcomes, and neural correlates of non-invasive Neuromodulation-Induced Cortical Prehabilitation (NICP) before brain tumor surgery. Previous studies have shown that gross total resection is paramount to increase life expectancy but is counterbalanced by the need of preserving critical functional areas. NICP aims at expanding functional margins for extensive tumor resection without functional sequelae. Invasive NICP (intracranial neuromodulation) was effective but characterized by elevated costs and high rate of adverse events. Non-invasive NICP (transcranial neuromodulation) may represent a more feasible alternative. Nonetheless, up to this point, non-invasive NICP has been examined in only two case reports, yielding inconclusive findings.

**Methods** Treatment sessions consisted of non-invasive neuromodulation, to transiently deactivate critical areas adjacent to the lesion, coupled with intensive functional training, to activate alternative nodes within the same functional network. Patients were evaluated pre-NICP, post-NICP, and at follow-up post-surgery.

**Results** Ten patients performed the intervention. Feasibility criteria were met (retention, adherence, safety, and patient's satisfaction). Clinical outcomes showed overall stability and improvements in motor and executive function from pre- to post-NICP, and at follow-up. Relevant plasticity changes (increase in the distance between tumor and critical area) were observed when the neuromodulation target was guided by functional neuroimaging data.

**Conclusion** This is the first case series demonstrating feasibility of non-invasive NICP. Neural correlates indicate that neuroimaging-guided target selection may represent a valid strategy to leverage neuroplastic changes before neurosurgery. Further investigations are needed to confirm such preliminary findings.

**Keywords** Brain tumor · Prehabilitation · Neurorehabilitation · Neuromodulation · Neurosurgery · Case series.

