

NEURO REHAB

MANUAL PARA
ESTUDIANTES DEL
**TALLER PRÁCTICO
DE NEUROMODULACIÓN**
APLICADA A
TRASTORNOS ADICTIVOS

2 0 2 6

Mauricio Gonzalez Ramirez



LUGAR: Centro de Ciencias
de la Complejidad, UNAM.

PATROCINADOR

nuevo



NIBBOT



PROGRAMA



En el contexto actual de la salud mental, los trastornos adictivos representan uno de los mayores retos clínicos y científicos. La neuromodulación se ha consolidado como una herramienta innovadora y prometedora para el abordaje de estas condiciones, ofreciendo nuevas alternativas terapéuticas basadas en la evidencia neurocientífica.

El Taller Didáctico de Neuromodulación Aplicada a Trastornos Adictivos tiene como objetivo brindar a los profesionales de la salud una actualización teórico-práctica sobre el uso de distintas técnicas de neuromodulación en el tratamiento de las adicciones. A lo largo del evento, se abordarán aplicaciones clínicas de la estimulación magnética transcraneal en sus dos modalidades, baja y alta intensidad (Li-TMS, Hi-TMS) y estimulación por corriente eléctrica (tDCS), así como su impacto en depresión, abuso de sustancias y otros trastornos adictivos.

El taller contará con la participación de especialistas de reconocido prestigio: Dr. Carlos Olmos, Dr. Luis Díaz y la neurocientífica Abril Torres, quienes compartirán su experiencia clínica y los avances más recientes en este campo. Será un espacio de aprendizaje dinámico, enfocado en la práctica clínica, el intercambio interdisciplinario y la actualización profesional.

OBJETIVOS GENERALES

- Actualizar a los profesionales de la salud en los fundamentos teóricos y la evidencia científica actual sobre el uso de la neuromodulación como estrategia terapéutica en el abordaje de los trastornos adictivos.
- Fortalecer las competencias clínicas de los participantes mediante la revisión y aplicación práctica de técnicas de neuromodulación (Li-TMS, Hi-TMS y tDCS) en el tratamiento de adicciones, depresión y abuso de sustancias.
- Promover el intercambio interdisciplinario y la integración de nuevas alternativas terapéuticas, a partir de la experiencia clínica y los avances recientes compartidos por especialistas en neuromodulación aplicada a trastornos adictivos.

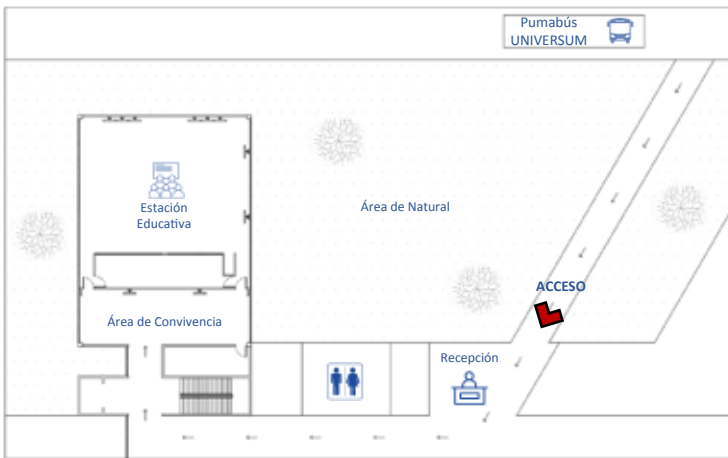
MAPA DEL LUGAR

CENTRO DE CIENCIAS DE LA COMPLEJIDAD, UNAM.

Dirección: Circuito, Mario de La Cueva 20, Insurgentes Cuicuilco, Coyoacán, Ciudad de México, CDMX



Centro de Ciencias de la Complejidad



Centro de Ciencias de la Complejidad

CLASE 1 Introducción a la neurobiología de los trastornos adictivos



Dr. Carlos Olmos

Formación:

- Doctorado en Neuropsicoanálisis Universidad Intercontinental, 2021 – Actualidad
- Maestría en Administración de Organizaciones de Conocimiento Universidad ISEI, 2023 – 2024
- Maestría en Adicciones Universidad Hebrea, 2019 – 2021
- Especialidad en Intervención Psicoterapéutica en Adicciones Universidad Hebrea, 2019 – 2020
- Especialidad en Manejo Médico de las Adicciones Centros de Integración Juvenil, 2016 – 2018
- Licenciatura en Médico Cirujano Universidad La Salle, 2007 – 2013

Experiencia profesional:

- OCEÁNICA Coordinador Médico/Coordinador de Innovación – Mazatlán, Sinaloa | 2022 – Actualidad
- Instituto de Salud del Estado de México Director de Unidad Médica – Estado de México | 2018 – 2022
- Secretaría de Salud CDMX Médico Adscrito a Urgencias – Hospital Toxicológico Venustiano Carranza | 2016 –2018

Objetivo: Analizar la situación actual de las adicciones en México a partir de datos epidemiológicos recientes y comprender sus principales mecanismos neurobiológicos, con el fin de identificar fundamentos científicos que sustenten las intervenciones terapéuticas basadas en evidencia.

Actividades

- Análisis y discusión de las estadísticas nacionales actuales sobre consumo de sustancias en México.
- Exposición teórica sobre los mecanismos neurobiológicos implicados en las adicciones.
- Revisión e integración clínica de los efectos del trauma y la desregulación del eje HHA en la conducta adictiva.
- Análisis comparativo de intervenciones terapéuticas basadas en evidencia y su impacto neurobiológico.
- Desarrollo de un ejercicio integrador mediante el análisis de un caso clínico y propuesta de intervención.

Fundamentos:

Datos actuales sobre las Adicciones en México: Estadísticas Nacionales 2026

Encuesta nacional de drogas, alcohol y tabaco 2025. N: 19200

- Prevalencia de consumo de cualquier droga alguna vez en la vida en la población mexicana de 12 a 65 años. Aumentó de 10.3% en 2016 a 14.4% en 2025.
- Prevalencia de consumo de cannabis alguna vez en la vida en población mexicana de 12 a 65 años de edad. Aumentó de 8.6% en 2016 a 12% en 2025.
- El consumo de cannabis alguna vez en la vida en población de 12 a 65 años de edad aumentó para hombres de 14% en 2016 a 18.4% en 2025 y mujeres de 3.7% en 2016 a 6% en 2025.
- Prevalencia de consumo de drogas médicas (opioides), alguna vez en la vida en población de 12 a 65 años de edad aumentó de 1% en 2016, 1.4% en 2025.
- En 2016, la edad promedio de inicio era de 17.8 años; para 2025, se observa que el inicio se sitúa en los 20 años.
- Dependencia a drogas en población de 12 a 65 años de edad en México total 0.6%, hombres 1%, mujeres 0.3%.
- Prevalencia de consumo de alcohol alguna vez en la vida en población de 12 a 65 años de edad 71% en 2016 a 73.7% en 2025.
- Disminución de patrones de consumo excesivo de alcohol último año, último mes, semanal, diario.
- Prevalencia de uso de tabaco, fumado en el último mes en la población de 12 a 65 años de edad 17.6% en 2016, 15.1% en 2025.
- Prevalencia de cigarro electrónico en población de 12 a 65 años de edad en el último mes 2.6% en 2025 vs 1% en 2016.
- Comportamiento suicida en los últimos 12 meses en población de 12 a 17 años de edad y de acción suicida 3.3% plan suicida 1.9%, intento suicida 1.5%.
- Violencia en los últimos 12 meses en población de 12 a 65 años de edad 12.3%, 1/3 asociada al uso de sustancias
- Tratamiento por problemas de salud mental en los últimos 12 meses en población de 12 a 65 años de edad 6.5%.

Mecanismos Neurobiológicos de las adicciones:

Las adicciones generan múltiples cambios neurobiológicos y alteraciones en distintas áreas incluyendo vías dopaminérgicas, corteza prefrontal, sistema límbico y eje hipotálamo, hipófisis, adrenales.

1. Desregulación dopaminérgica: El uso crónico de sustancias promueve una regulación a la baja de los receptores D2 de dopamina (DRD2) en el área ventral tegmental anterior y en el núcleo accumbens, lo cual debilita el sistema de recompensa y promueve el uso compulsivo y la búsqueda de sustancias. A su vez existe una alteración de los sistemas glutamatérgicos contribuyendo a sintomatología afectiva y pobre toma de decisiones.
2. Desequilibrio, prefrontal y límbico: Dicho desequilibrio produce pérdida de control de impulsos y dificultad para manejo de emociones, estas condiciones aumentan la probabilidad de conductas adictivas. Estudios de imagen muestran disminución de la actividad prefrontal e hiperactividad límbica (pérdida de control ejecutivo y aumento de comportamiento compulsivo).

3. Neuroplasticidad: La intervención terapéutica promueve la formación de nuevas conexiones neuronales facilitando el proceso de recuperación.
4. Eje H-H-A: Las experiencias traumáticas en la infancia son el pilar de la gesta de la patología adictiva. Dichos eventos traumáticos sugieren el aumento sostenido de cortisol y catecolaminas afectando la función del SNC y aumentando el riesgo de síndrome cardiometabólico.

Eficacia de intervenciones terapéuticas:

1. Terapia cognitivo conductual: CBT Promueve un mejor control sobre los comportamientos impulsivos, reduce las recaídas fortaleciendo los procesos cognitivos que controlan el craving y la conducta compulsiva de consumo. Existe evidencia a través de estudios de imagen de aumento en la actividad dorsolateral prefrontal posterior a CBT.
2. Terapia dialéctica conductual: Favorece una mejor regulación emocional y disminución del estrés. Altamente útil en usuarios consumidores crónicos de sustancias con trastorno límite de la personalidad, Estudios de imagen muestran mejoras en conectividad mesolímbica posterior a DBT.
3. EMDR: Terapia de desensibilización y reprocesamiento muy efectiva en usuarios con antecedente de trauma complejo, disminuye cravings y recaídas.
4. Terapia de aceptación y compromiso: Útil en individuos con desconexión emocional, conflicto entre deseo de perpetuar conducta de consumo y elegir el camino de abstinencia.
5. Terapia psicodélica: Posibilidad de cambios emocionales súbitos ayudando a individuos a procesar experiencias traumáticas y romper conductas adictivas.
6. TMS (Transcranial Magnetic Stimulation): Muy eficaz en disminución de craving y mejora de funciones ejecutivas. Aumenta la actividad de la corteza dorsolateral prefrontal.
7. DBS (Deep Brain Stimulation): Modula circuitos de recompensa disminuye craving y favorece regulación emocional, útil en individuos resistentes a otros tratamientos.

CLASE 2 Mecanismos neurobiológicos de la estimulación por corriente eléctrica.



Neurocientífica Abril Torres

Formación:

- Licenciatura en Neurociencias, con enfoque en Neurofisiología clínica UNAM, Escuela Nacional de Estudios Superiores, Juriquilla [2020-2025]
- Human Subjects Protection (HSP) & Responsible Conduct of Research (RCR), CITI Program (Ohio State University requirements), 2023
- Certificación en neuromodulación por estimulación magnética transcraneal de baja intensidad (LiTMS)
- Certificación en neuromodulación por estimulación magnética transcraneal (TMS)
- Certificación en neuromodulación por estimulación transcraneal con corriente continua (tDCS)
- Good Clinical Practices HHSN27201201000024CHHSN2720120100024C
- Introduction to Digital Skills kE93FUipizEke93FupizE
- Neuroanatomía funcional con práctica de disección cerebral INP17102521OZMINP17102521OZM
- Neuromodulación en trastornos del desarrollo neurológico para psiquiatría infantil

Experiencia profesional:

- Encargada del área de Neuromodulación Centro de Investigaciones del Sistema Nervioso, Ciudad de México [Mar 2024 – Actualidad]
- Investigadora en psicofisiología Instituto de Neurobiología, UNAM, Querétaro [Jun 2022 – Actualidad]
- Investigadora en psicolingüística UNAM, colaboración con Universidad de Ohio [Feb- Jun 2023]
- Aplicadora de pruebas neuropsicológicas Unidad de Investigación en Neurodesarrollo, UNAM, Querétaro | Jun 2022 – Dic 2023]
- Técnico de estudios neurofisiológicos Clínica Juriquilla [Ago – Dic 2023]
- Freelancer de herramientas digitales y ponencias del sistema nervioso Therapy Center Mexico| Ene – May 2024|

Objetivo: Identificar áreas relevantes para la aplicación de tDCS en pacientes con adicciones siguiendo los parámetros clínicos.

Actividades

- Fundamentos de tDCS.
- Montaje del equipo siguiendo el sistema 10-20.
- Simulación de sesión con paciente.
- Revisión de protocolos para adicciones y su implicación con trastornos afectivos.

Materiales:

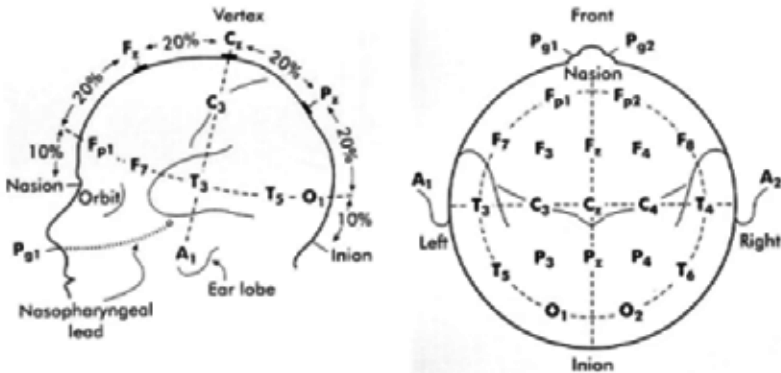
- Dispositivo tDCS
- Electrodo de esponja
- Electro gel o solución salina

Fundamentos:

La tDCS es una técnica no invasiva que modula la excitabilidad cortical mediante una corriente directa de baja intensidad (1-2 mA) entre dos electrodos colocados sobre el cuero cabelludo.

- **Ánodo (+):** aumenta la excitabilidad cortical (efecto excitatorio)
- **Cátodo (-):** disminuye la excitabilidad cortical (efecto inhibitorio)

Sistema 10-20:



El sistema 10-20 es un estándar internacional para localizar posiciones precisas de electrodos en el cuero cabelludo, usado originalmente en electroencefalografía (EEG) y adaptado para montajes en tDCS. Se basa en medidas porcentuales (10% y 20%) de distancias cefálicas clave: nasion-inion (vertical, frente a occipital) y circunferencia (10% sobre nasion).

Adicciones y tDCS:

Los pacientes que presentan adicciones generalmente presentan otras comorbilidades (75%), algunas reportadas en población mexicana son: depresión (17.9%), ansiedad (30.3%), TDAH (20.2%) y TOD (31.7%).

La tDCS reduce el craving al modular la excitabilidad cortical en la corteza prefrontal dorsolateral (DLPFC), restaurando el control ejecutivo sobre circuitos mesolímbicos hipersensibilizados.

A nivel de circuitos la tDCS anódica ha demostrado fortalecer proyecciones glutamatérgicas desde la DLPFC hacia el Núcleo Accumbens), lo que atenúa la atracción ante estímulos asociados a drogas y disminuye significativamente el craving.

Por otro lado, a nivel molecular se ha observado que la tDCS induce neuroplasticidad (potenciación a largo plazo) por medio de la hiperpolarización neuronal y modulación del equilibrio GABA, normalizando la hipofunción de receptores D2 en estriado y disminuyendo la inflamación sináptica por citocinas proinflamatorias, demostrando que varias sesiones generan efectos acumulativos y disminuyendo el craving entre un 20-40% en trastornos adictivos.

Preparación del material

- Dispositivo de tDCS con control de intensidad y temporizador
- Electrodo
- Esponjas humedecidas con solución salina o con electrogel
- Gorro EEG para fijación

Identificación anatómica

Usar el sistema 10–20 para ubicar puntos clave según el objetivo clínico:

Nº	Aplicación clínica	ÁNODO (REGIÓN)	CÁTODO (REGIÓN)	Tiempo (minutos)	INTENSIDAD (mA)
1	Depresión resistente	F3 (PFC dorsolateral izq.)	Fp2 (supraorbital der.)	20-30 sesiones	2.0 mA
2	Ansiedad generalizada	Fp1 (prefrontal izq.)	Fp2 (prefrontal der.)	20 sesiones	1.5-2.0 mA
3	Cannabis craving	F3 (PFC dorsolateral izq.)	F4 (PFC dorsolateral der.)	20 sesiones	2.0 mA
4	Alcoholismo craving	F3 (PFC dorsolateral izq.)	F4 (PFC dorsolateral der.)	20 sesiones	2.0 mA
5	TDAH (atención)	F3 (PFC izq.)	Fp2 (prefrontal der.)	20 sesiones	1.5 mA
6	TOC (trastorno obsesivo)	Fpz (medio frontal)	Oz (occipital)	20 sesiones	2.0 mA
7	Memoria de trabajo	F3 (PFC izq.)	Fp2 (prefrontal der.)	20 sesiones	1.5-2.0 mA

Montaje de electrodos

1. **Humedecer las esponjas** con solución salina (no empaparlas).
2. **Insertar los electrodos** en las esponjas y colocarlos sobre los puntos anatómicos definidos.
3. **Fijar con banda elástica o gorro EEG**, asegurando buen contacto sin presión excesiva.
4. **Verificar polaridad:** cable rojo al ánodo, cable negro al cátodo.
5. **Encender el dispositivo** y ajustar intensidad (1-2 mA) y tiempo (20-30 min según protocolo).

Recomendaciones clínicas

- Evitar piel lesionada o irritada
- No aplicar en pacientes con implantes metálicos en cráneo
- Documentar efectos adversos leves (cefalea, somnolencia, irritación cutánea)

Escalas recomendadas según el perfil del paciente:

- Marihuana Craving Questionnaire – MCQ-12
- Calidad de vida EQ5D
- Escala de Ansiedad Hamilton
- Escala de Depresión Hamilton
- Escala de Valoración de la Gravedad Selectiva para Cocaína
- HCL-32 BIPOLAR
- MoCA



CLASE 3

Actualización de protocolos de estimulación magnética transcraneal de alta intensidad (Hi-TMS) en abuso de sustancias.



Dr. Luis Díaz

- Médico Cirujano por la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), especialista en Psiquiatría.
- Certificado en Patología Dual por la Universidad La Salle, en Tratamiento de Adicciones por el Centro de Integración Juvenil.
- Posgrado en Terapia Familiar Sistémica avalado por el Hospital Psiquiátrico Fray Bernardino Álvarez.
- Maestría en ciencias médicas con especialidad en investigación clínica.
- Coordinador de la sección de Neuromodulación de la asociación mexicana de psiquiatría.
- Miembro activo de la World Association on Dual Disorders.
- Actualmente también se desempeña como Director Clínico del área de psiquiatría en el Centro de Diagnóstico Neurológico en la colonia Del Valle.
- PRESIDENTE DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE NEUROMODULACIÓN

Protocolos de TMS para los trastornos por consumo de sustancias

Los trastornos por consumo de sustancias comparten tres alteraciones neurobiológicas clave:

1. Hiperreactividad del sistema de recompensa

- Principalmente en estriado ventral y corteza orbitofrontal.
- Aumenta la saliencia de estímulos relacionados con la sustancia.
- Favorece craving, impulsividad y búsqueda compulsiva.

2. Déficit en control inhibitorio

- Disminución de actividad en corteza prefrontal dorsolateral (DLPFC) y corteza prefrontal medial (MPFC).
- Dificultad para regular impulsos, modular craving y tomar decisiones adaptativas.

3. Alteraciones en redes de estrés y regulación emocional

- Hiperactividad de la amígdala y del eje HPA.
- Aumenta vulnerabilidad a recaídas ante estrés.

La EMT busca modular estas redes, restaurando el equilibrio entre circuitos de recompensa, control ejecutivo y regulación emocional.

4. Objetivos terapéuticos de la EMT en adicciones

- Reducir craving: Disminuyendo la hiperreactividad del sistema de recompensa.
- Mejorar control inhibitorio: Aumentando la actividad de redes prefrontales.
- Disminuir reactividad a señales asociadas a la sustancia: Reducción de saliencia y respuesta condicionada.
- Favorecer abstinencia y prevenir recaídas: Modulación sostenida de redes ejecutivas y emocionales.

5. Guía práctica por protocolo

PROTOCOLO 1

Trastorno por consumo de alcohol – cTBS MPFC

6 trenes de 600 pulsos Región: Corteza prefrontal medial (MPFC)

Racional neurobiológico

- La MPFC está implicada en procesamiento de recompensa, autorreferencialidad y regulación emocional.
- En alcoholismo, suele estar hiperconectada con el estriado ventral, favoreciendo craving y sesgo hacia estímulos alcohólicos.
- El cTBS (theta burst continuo) induce inhibición cortical.

Objetivo del protocolo

Reducir la hiperactividad de la MPFC para disminuir craving y reactividad a señales asociadas al alcohol.

Guía práctica

- Localización: MPFC (aprox. Fpz o ligeramente superior, según neuronavegación).
- Intensidad: 80% UMR (según estándar TBS).
- 6 trenes de 600 pulsos cada uno, con intervalos breves entre trenes.
- Duración total aproximada: 10–12 minutos.

PROTOCOLO 2

Trastorno por consumo de alcohol – iTBS L-DLPFC 600 pulsos

Región: DLPFC izquierdo

Racional neurobiológico

- El DLPFC izquierdo está asociado a control ejecutivo, toma de decisiones y regulación del impulso.
- En alcoholismo, su actividad suele estar disminuida, lo que favorece recaídas.
- El iTBS (theta burst intermitente) induce facilitación cortical.

Objetivo del protocolo

- Potenciar el control inhibitorio y la capacidad de regular craving.
- Mejorar funciones ejecutivas relacionadas con abstinencia.

Guía práctica

- Localización: F3 (10–20) o neuronavegación al DLPFC.
- Intensidad: 100% UMR.
- 600 pulsos en formato iTBS estándar (2 s ON / 8 s OFF).
- Duración: 3 minutos aprox.

DISTANCIA ENTRE LOS ELECTRODOS



PASOS PARA COLOCACIÓN DE ELECTRODOS

1. Tomar una cinta de medición. Medir a lo largo de la cabeza desde el nasión al inion y ubicar la mitad
2. Si mide 36 cm, la mitad sería 18cm y colocar el electrodo correspondiente (Cz)
3. Medir y marcar el 10% arriba del nasión y 10% arriba del inion; esta es tu marca preliminar para Fpz y Oz. Si fuera 36 cm el 10% sería 3.6
4. Marca el 20% en cualquiera de los dos de las primeras marcas; esas serán sus marcas preliminares para Fz y Pz. Si midiera 36 cm el 20% sería 7.2 cm
5. Mida un punto preauricular al otro. Deslice despacio su dedo hacia arriba y después hacia debajo hasta ubicar la muesca del zigomático, la cual es fácil de identificar, indicándole al paciente que abra despacio la boca. Pensemos que mida 38 cm
6. Mida y marque el 50% del total de los puntos preauriculares y debe de interceptar con el punto Cz
7. Mida y marque el 10% de los puntos preauriculares, ese será el punto T3 y T4. Si media 38 cm de total el 10% será 3.8 cm
8. Mida de T3 a Cz. Supongamos mida 15 cm
9. Tomar el 50% de dicha medida y ese será el punto C3 Y C4. Si midió 15 cm, el 50% será 7.5 cm
10. Localice su punto Fpz
11. Mida de Fpz a Oz formando una circunferencia. Pensemos que mida 56 cm
12. Mida el 5% de lado derecho e izquierda del punto Oz. Esas serán tus marcas de O1 y O2. Si mide 56 cm el 5% será 2.8 cm
13. Mida y marca el 5% de lado derecho e izquierda del punto Fpz y esos serán sus puntos Fp1 y Fp2. Si midió 56 cm el 5% será 2.8 cm
14. Mida y marque el 10% hacia abajo del punto Fp1 y Fp2 y esos serán sus puntos F7 y F8. Si el total de la circunferencia midió 56 cm el 10% será 5.6 cm
15. Mida de F7 a F8 y anote la distancia. Pensemos que mida 32 cm
16. Mida y marque la mitad de la distancia entre F7 y F8 y se interceptara Fz
17. La medida que debe de haber entre F7 y Fz debe ser la mitad del total de F7 y F8. Si midió 32 cm la mitad sería 16 cm

18. Mida la distancia entre F7 y Fz así como Fz y F8 y la mitad de cada una será el punto F3 y F4. Si mide 16 cm la mitad será 8 cm
19. La medida que hay entre Fp1 a F3 y Fp2 a F4 debe de ser de 7 cm
20. Mida de Fp1 a O1 y Fp2 a O2 y se debe de interceptar con el punto C3 y C4 y medir 28 cm
21. Medir de Fp1 a C3 y Fp2 a C4 y se debe de interceptar con el punto F3 y F4

ANEXO II:

Cálculo del Umbral Motor (RMT, resting motor threshold)

INTRODUCCIÓN

Determinación de la ubicación de la posición óptima o Hot Spot (punto caliente).

El primer paso en los estudios de excitabilidad de M1 es determinar la ubicación óptima para obtener **Potenciales Evocados Motores (PEM)**, también conocidos como **punto caliente motor**. La Electromiografía de Superficie (EMG) se registra en los músculos objetivo de interés. El equipo de Estimulación Magnética Transcraneal (EMT) debe configurarse inicialmente a una intensidad supraumbral. Para una bobina en forma de ocho, esta debe moverse inicialmente en incrementos de 1 a 2 cm en las direcciones medio-lateral y anteroposterior (AP) para estimar la posición que produce la mayor amplitud de PEM. Cuando se localiza aproximadamente la posición óptima, la bobina se mueve en incrementos de aproximadamente 0,5 cm para localizarla. Dado que existe una variabilidad considerable entre pulsos en las amplitudes de PEM, **se deben observar varios pulsos (generalmente de 3 a 5) para estimar la amplitud de PEM en una ubicación**. Puede ser preferible determinar la posición óptima para una dirección (p. ej., medial-lateral) y luego la posición óptima para la dirección perpendicular (p. ej., AP). Una vez determinada la posición óptima, se debe marcar en el cuero cabelludo (p. ej., con un rotulador) de manera que los marcadores sean visibles con la bobina colocada. En algunos experimentos, puede ser preferible **usar un gorro**, como uno de natación.

Dado que el surco central se encuentra a 30-45 grados de la línea sagital media, la bobina se suele mantener a 30-45 grados de la línea sagital media con el mango apuntando hacia atrás para inducir una corriente PA a través del surco central, lo que produce el umbral motor más bajo.

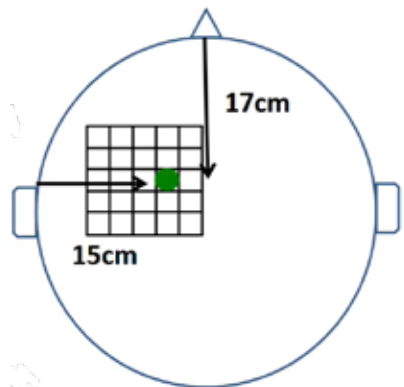
Para una bobina circular, la posición óptima es menos crítica que para una bobina en forma de ocho. Inicialmente, la bobina puede centrarse sobre el vértice y luego moverse en pasos de aproximadamente 1 cm para localizar la posición óptima para el músculo objetivo. Cabe destacar que, con las máquinas de EMT monofásicas, el lado de la bobina circular que induce una corriente en sentido antihorario en el cerebro (visto desde arriba), con corriente PA en el hemisferio derecho y dirección AP en el hemisferio izquierdo, resulta en un umbral motor (MT) más bajo para el hemisferio derecho. Al girar la bobina se producirá un flujo de corriente en la dirección opuesta, con una MT más baja para el hemisferio izquierdo.

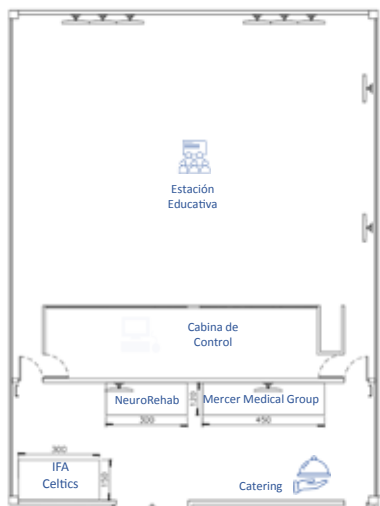
Umbral Motor

El Umbral Motor (MT) es una medida útil de la excitabilidad corticoespinal de la corteza motora (M1) y generalmente se define como **la intensidad más baja que produce una respuesta registrable en un músculo diana**. A menudo se expresa como un porcentaje de la salida del estimulador y, por lo tanto, los valores varían entre diferentes máquinas y bobinas, donde un MT más bajo indica una mayor excitabilidad. El MT puede determinarse con el músculo diana en reposo o durante la activación muscular. Para el MT en reposo (RMT), al realizar experimentos electrofisiológicos, y especialmente cuando el RMT es una variable medida, es recomendable monitorizar la actividad muscular visualmente en una pantalla de ordenador y mediante altavoces de alta ganancia para asegurar la relajación muscular. Para el MT activo (AMT), el músculo diana se activa a un nivel constante, típicamente entre el 10 % y el 20 % de la contracción voluntaria máxima para evitar la fatiga muscular. Es preferible monitorizar el nivel de contracción muscular de fondo. Existen dos métodos principales para determinar el MT:

1. El método de frecuencia relativa es el más utilizado. Para la RMT, el criterio suele ser la intensidad de estímulo más baja que evoca MEP de $50 \mu\text{V}$ o más, **en al menos 5 de cada 10 ensayos para los músculos de la mano**. Para la AMT, el criterio de amplitud suele ser de $100 \mu\text{V}$ o $200 \mu\text{V}$. Con la bobina en la posición óptima, la intensidad del estímulo se incrementa en incrementos del 5% de la salida máxima del estimulador (MSO) desde una intensidad baja (por ejemplo, 30% MSO) hasta que se obtienen los MEP de forma consistente. Posteriormente, se disminuye en incrementos del 2% MSO hasta que las amplitudes de los MEP caen por debajo de $50 \mu\text{V}$, y luego se aumenta o disminuye en incrementos del 1% hasta que se obtiene el MT.
2. El método adaptativo se basa en la técnica de seguimiento de umbrales. Se puede utilizar un programa informático de libre acceso para ejecutar el algoritmo de seguimiento de umbrales de máxima verosimilitud. Primero se define un límite superior e inferior para el MT. El algoritmo selecciona la intensidad de la TMS y la ajusta en función de si se evoca o no un MEP. Se requiere un menor número de pulsos de TMS para determinar el MT con este método, en comparación con el método de frecuencia relativa.

El MT aumenta con la edad. Los fármacos que bloquean los canales de sodio dependientes de voltaje, como la fenitoína, la carbamazepina y la lamotrigina, aumentan el umbral motor, mientras que la modulación de los principales neurotransmisores, como el ácido gamma aminobutírico (GABA), la dopamina y la acetilcolina, tuvo efectos inconsistentes o nulos sobre el MT. Estos hallazgos sugieren que el MT refleja la excitabilidad axonal. En la práctica, es necesario tener en cuenta que los medicamentos que toman los participantes pueden influir en el MT.





Centro de Ciencias de la Complejidad

ITINERARIO

HORARIOS DE CLASE

HORARIO	TEMA	ESPECIALISTA
15:00 - 15:30	REGISTRO	
15:30 - 16:00	Introducción a la neurobiología de los trastornos adictivos	Dr. Carlos Olmos
16:00 - 16:30		
16:30 - 17:00	Mecanismos neurobiológicos de la estimulación por corriente eléctrica.	Neurocientífica Abril Torres
17:00 - 17:30		
17:30 - 18:00	COFFEE BREAK	
18:00 - 18:30	Actualización de protocolos de estimulación magnética transcranial de alta intensidad (Hi-TMS) en abuso de sustancias.	Dr. Luis Díaz
18:30 - 19:00		
19:00 - 19:30	CIERRE EVENTO	

PROTOCOLO 3

Trastorno por consumo de anfetaminas – cTBS Medial + iTBS L-DLPFC

Región: Corteza prefrontal medial (MPFC) y DLPFC izquierdo

Racional neurobiológico

- El consumo de anfetaminas produce una hipersensibilización del sistema dopaminérgico, con mayor impulsividad y craving intenso.
- El DLPFC izquierdo presenta déficit funcional, afectando control inhibitorio.
- La combinación cTBS + iTBS busca primero desinhibir redes desadaptativas y luego potenciar control ejecutivo.

Objetivo del protocolo

- Reducir craving mediante modulación inicial inhibitoria.
- Potenciar control prefrontal con estimulación facilitadora posterior.
- Reequilibrar redes dopaminérgicas y ejecutivas.

Guía práctica

cTBS en Corteza prefrontal medial (MPFC)

- 600 pulsos.
- Inhibición inicial para reducir hiperreactividad.

iTBS en DLPFC izquierdo

- 600 pulsos.
- Potenciación del control inhibitorio.

ANEXO I

INTRODUCCION

El sistema internacional de 10/20 es un método reconocido al describir la localización de cada uno de los electrodos.

Los números 10/20 hacen referencia al porcentaje (10 y 20) de distancia en la que deben estar colocados los electrodos en la parte frontal, occipital, de lado derecho a izquierdo del cráneo.

Cada sitio tiene una letra para identificar el lóbulo y un número para identificar la ubicación del hemisferio.

ELECTRODO	LÓBULO
F	FRONTAL
T	TEMPORAL
C	CENTRAL
P	PARIETAL
O	OCCIPITAL

Cuatro puntos esenciales para la colocación de electrodos:

- EL PRIMERO: A nivel del nasión que es el punto entre la frente y la nariz.
- EL SEGUNDO: A nivel de inion que es el punto más bajo del cráneo. Es la parte posterior de la cabeza y normalmente es identificado por un tope prominente.
- Y LOS DOS ÚLTIMOS: Los puntos preauriculares que se colocan anterior al oído.