

NEUROMODULACION CEREBRAL EN TRASTORNOS DEL NEURODESARROLLO

María Angeles Idiazabal Alecha, Montserrat Palau Baduell

Instituto Neurocognitivo INCIA. Barcelona.

e-mail: instituto.incia@gmail.com

Los trastornos del neurodesarrollo (TND) son un conjunto heterogéneo de condiciones con alteraciones tempranas en procesos cognitivos, conductuales, emocionales y sociales, que persisten a lo largo de la vida. El mayor conocimiento sobre la neurobiología del TDAH y el TEA, junto con la evidencia de alteraciones en el control inhibitorio, la motivación y el procesamiento socioemocional, ha impulsado el interés por la estimulación cerebral no invasiva (ECNI) como tratamiento complementario a intervenciones farmacológicas, cognitivas y psicológicas. Entre las técnicas más utilizadas destacan la estimulación magnética transcraneal repetitiva (EMTr) y la estimulación transcraneal por corriente continua (tDCS), capaces de modular la excitabilidad cortical y la plasticidad sináptica, con potencial para mejorar funciones ejecutivas y reducir síntomas clínicos.

La EMTr funciona mediante una bobina que genera un campo magnético que induce un campo eléctrico en la corteza cerebral, modulando la actividad neuronal. Sus efectos dependen de parámetros como la región estimulada, la intensidad y la frecuencia: la alta frecuencia (>5 Hz) suele aumentar excitabilidad y la baja frecuencia (≤ 1 Hz) suele disminuirla, mediante mecanismos relacionados con LTP y LTD. Un protocolo relevante es la estimulación en ráfagas theta (TBS), que puede ser continua (cTBS, inhibitoria) o intermitente (iTBS, excitadora), permitiendo aplicar más pulsos en menos tiempo. Por su parte, la tDCS aplica corriente continua de baja intensidad (1–2 mA) mediante electrodos: la estimulación anódica incrementa excitabilidad y la catódica la reduce. Además, la tDCS modula neurotransmisión (AMPA/NMDA) y conectividad funcional, con efectos que pueden persistir tras la estimulación.

En el TDAH, trastorno frecuente en la infancia (5–10%), predominan síntomas de inatención, hiperactividad e impulsividad, asociados a déficits de control inhibitorio y disfunciones ejecutivas. A nivel neurobiológico se relaciona con alteraciones en redes prefrontales y frontoestriatales, destacando la corteza prefrontal dorsolateral (CPFDL) como diana principal por su papel en atención sostenida, memoria de trabajo y control inhibitorio. Aunque el tratamiento habitual es multimodal (fármacos + intervención cognitivo-conductual + psicoeducación), existen limitaciones por efectos adversos o eficacia parcial, lo que justifica explorar ECNI como complemento.

La evidencia indica que la EMTr excitatoria, especialmente sobre la CPFDL derecha, puede mejorar síntomas nucleares como la inatención, mientras que la estimulación de

CPFDL izquierda o regiones prefrontales ventrolaterales se asocia a mejoras en hiperactividad e impulsividad. La EMTr se considera segura en población pediátrica, con efectos adversos leves como cefalea o molestias locales. En cuanto a la tDCS, se ha descrito como una técnica segura que puede mejorar atención, concentración, control inhibitorio y memoria de trabajo, siendo la CPFDL una diana central. Se destacan montajes como la estimulación anódica en CPFDL izquierda (con retorno contralateral), que favorece la modulación del circuito prefrontal–estriatal–talámico. Además, combinar tDCS con entrenamiento cognitivo parece generar un efecto sinérgico y más duradero.

En el TEA, caracterizado por dificultades en comunicación e interacción social y patrones restrictivos y repetitivos, se describen también alteraciones sensoriales, déficits ejecutivos y alta prevalencia de trastornos del sueño. Neurobiológicamente se plantea un desequilibrio excitación–inhibición, vinculado a alteraciones gabaérgicas e hiperexcitabilidad cortical, lo que apoya el uso de ECNI para modular la inhibición y restaurar el equilibrio funcional. La CPFDL se considera una diana clave por su relación con control conductual y conexiones con otras regiones implicadas en síntomas del TEA; también se ha explorado el cerebelo por su papel en regulación emocional, atención e integración sensorial.

En TEA, la EMTr se aplica mayoritariamente como baja frecuencia sobre CPFDL, asociándose con mejoras en rendimiento cognitivo, dificultades sociales, atención selectiva y reducción de conductas repetitivas e irritabilidad, con mejores resultados en tratamientos prolongados. También se ha relacionado con cambios en arquitectura del sueño, posiblemente por modulación del equilibrio excitación–inhibición. En tDCS, predomina la estimulación anódica de CPFDL izquierda, con mejoras en interacción social, disminución de estereotipias y mejor rendimiento ejecutivo; la estimulación catódica se ha orientado a irritabilidad e hiperactividad. Asimismo, la combinación de tDCS con tareas cognitivas o socioemocionales potencia los efectos, y la tDCS cerebelosa se describe como segura y potencialmente eficaz en población infantil.

La ECNI representa una técnica terapéutica prometedora para los TND. En futuros estudios clínicos es necesario llevar a cabo ensayos aleatorizados, doble ciego, multicéntricos y a gran escala, con el fin de establecer parámetros de estimulación seguros y eficaces, seleccionar muestras homogéneas y definir protocolos específicos según los síntomas, proporcionando así una evidencia clínica más sólida para las personas con TND.