

TOHB en parálisis cerebral y rehabilitación neuroológica infantil

Objetivos del módulo • Exponer evidencia científica sobre las aplicaciones neurológicas del TOHB. • Describir los efectos del TOHB en la rehabilitación física y neurológica. • Analizar su potencial terapéutico en parálisis cerebral (PC) desde la fisiopatología hasta la práctica clínica.



Parálisis cerebral: definición y características clínicas

Definición

Trastorno no progresivo del neurodesarrollo, causado por lesión cerebral durante el desarrollo fetal o perinatal.

Formas clínicas

Afecta principalmente el movimiento y tono muscular, con diversas formas clínicas: espástica, discinética y atáxica.

Incidencia

Incidencia creciente por mayor supervivencia neonatal: >3 por cada 1.000 nacidos vivos.

Etiología común

Comúnmente asociada a lesiones hipóxico-isquémicas y a daño en sustancia blanca periventricular.





Síntomas frecuentes



Síntomas motores

Temblor, debilidad, rigidez, dificultad en el control cefálico.



Alteraciones neuroconductuales

Irritabilidad, trastornos del sueño, vómitos.



Trastornos del desarrollo

Trastornos del desarrollo motor, del lenguaje y reflejos persistentes.



Trastornos asociados

Epilepsia, déficit cognitivo, alteraciones visuales, auditivas, digestivas, urinarias, respiratorias, ortopédicas y del sueño.

Efectos del TOHB sobre mecanismos fisiopatológicos de la PC



Mitocondrias

Importancia neuronal

La neurona requiere alta eficiencia mitocondrial.



Efectos del TOHB

- ↑ ATP y NAMPT.
- ↓ apoptosis (caspasa-3 y -9).
- Mejora integridad de la membrana mitocondrial.
- ↑ transferencia mitocondrial de astrocitos a neuronas (modelo experimental).

Sustancia blanca y mielinización



Problema

La hipoxia disminuye la maduración de oligodendrocitos y mielinización.

2

Intervención TOHB

Aplicación de oxígeno hiperbárico



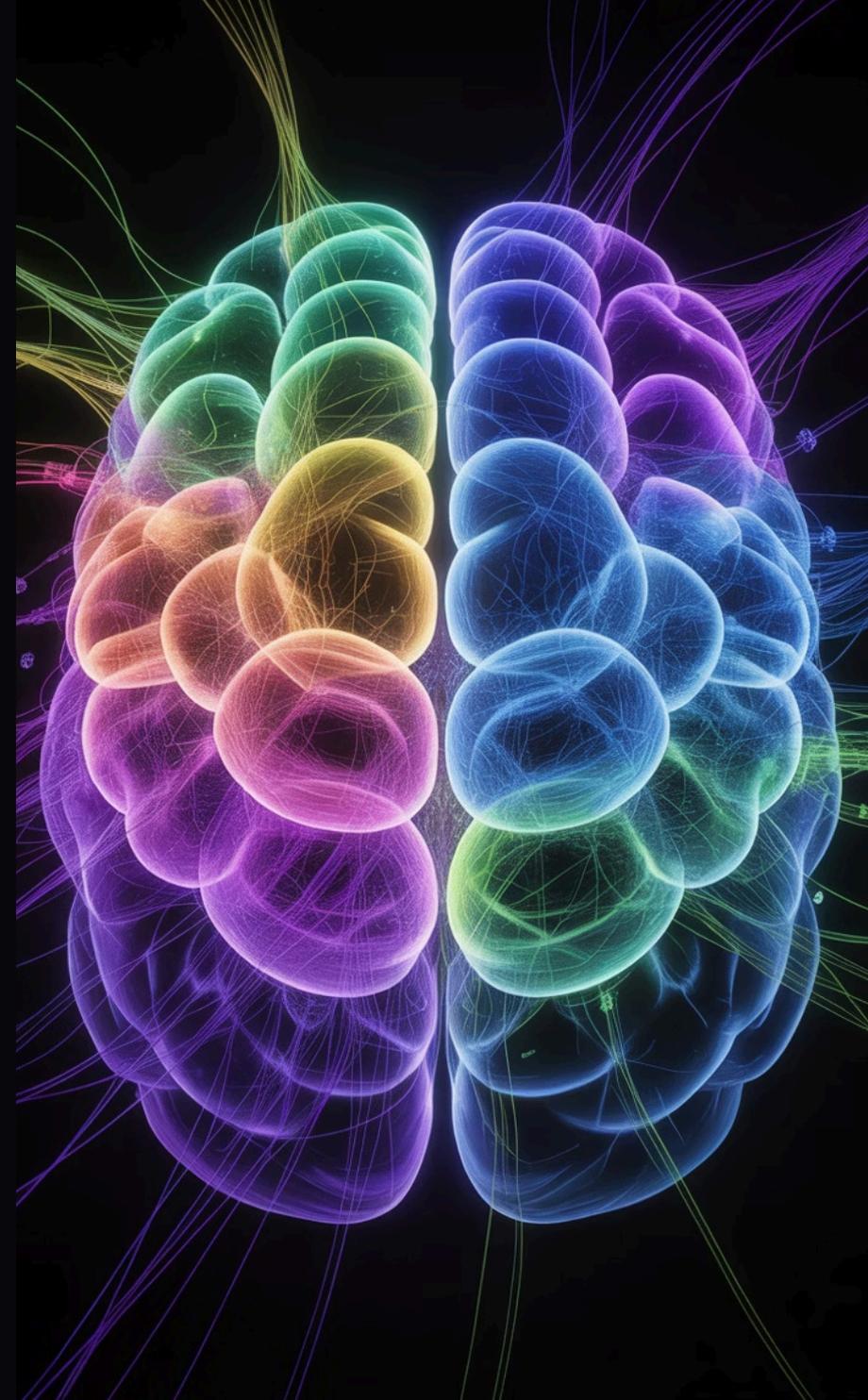
Efectos primarios

↑ proteína básica de mielina (MBP) y proteína proteolípídica (PLP).



Resultados

↑ remielinización en modelos animales. Mejora conectividad axonal y conducción nerviosa.



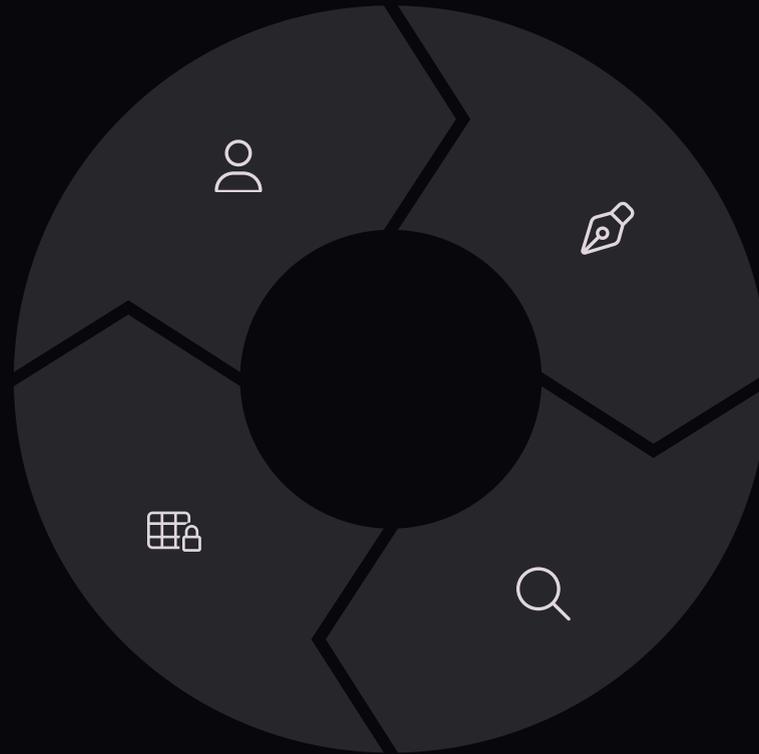
Neuroinflamación

Problema

La hipoxia activa microglía y células inmunes → inflamación crónica.

Protección celular

↓ caspasa-3 y Bax (proapoptóticos).
Promueve reparación y ↓ daño secundario.

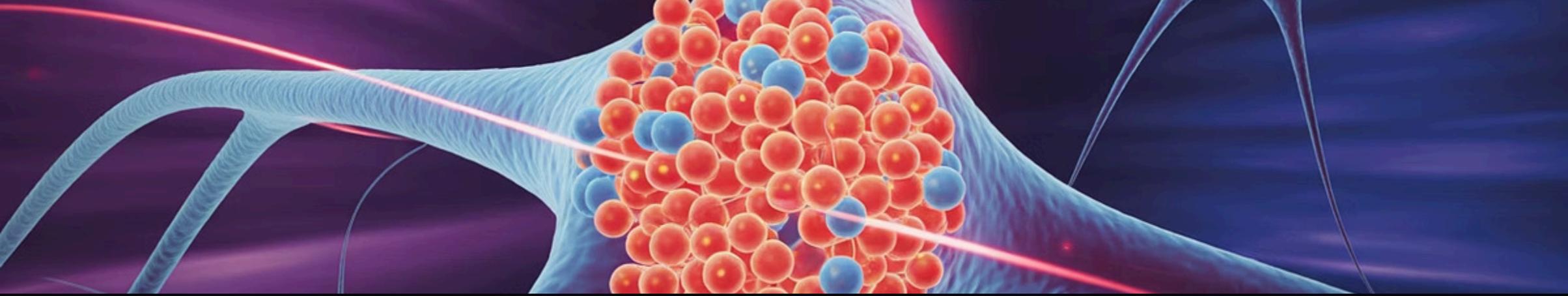


Efecto antiinflamatorio

↑ IL-10 e IL-4 (antiinflamatorias).

Reducción de citocinas

↓ TNF- α y citocinas proinflamatorias.



Estrés oxidativo



Efectos duales

TOHB puede \uparrow EROS (ROS), pero también activa enzimas antioxidantes (SOD, catalasa).



Importancia del protocolo

El protocolo adecuado evita hiperoxia dañina.



Beneficios controlados

El estrés oxidativo moderado estabiliza HIF-1 α \rightarrow \uparrow VEGF y angiogénesis.

Angiogénesis y flujo sanguíneo cerebral (FSC)



Problema en PC

↓ FSC en zonas críticas del lenguaje, visión y control motor.



Estimulación vascular

↑ VEGF y angiogénesis.



Mejora de perfusión

↑ FSC (demostrado por SPECT y PET).



Resultado neurológico

↑ neuroplasticidad asociada a mejora clínica.

Estudios clínicos en parálisis cerebral

Estudio	Participantes	Intervención	Resultados
Córdoba-Cabeza (1998) – Cuba	14 niños con PC	TOHB	50% remisión total, 43% mejoría parcial. Mejores resultados antes del primer año post-lesión.
Collet et al. (2001) – Canadá	111 niños	TOHB (1,75 ATA O ₂) vs aire a 1,3 ATA	Ambos grupos mejoraron. El aire a 1,3 ATA no fue placebo neutro.
Neubauer	250 niños	TOHB a $\leq 1,5$ ATA	90% mejora en SPECT y parámetros clínicos funcionales.
Mukherjee et al. (2014)	150 niños	Rehabilitación intensiva \pm TOHB (1,3-1,75 ATA)	Todos los grupos con TOHB mostraron mejora significativa en GMFM.
Long et al. (2017)	71 niños con PC y trastornos del sueño	10-20 sesiones de TOHB	Mejoría significativa ($p < 0,01$). TOHB segura y efectiva.



Reflexiones clínicas y recomendaciones

Utilidad terapéutica

El TOHB puede ser terapia coadyuvante útil y segura en PC.

Presiones moderadas (1,3–1,75 ATA) muestran beneficios.

Factores clave

Se

Estudios clínicos en parálisis cerebral

Estudio	Participantes	Intervención	Resultados
Córdoba-Cabeza (1998) – Cuba	14 niños con PC	TOHB	50% remisión total, 43% mejoría parcial. Mejores resultados antes del primer año post-lesión.
Collet et al. (2001) – Canadá	111 niños	TOHB (1,75 ATA O ₂) vs aire a 1,3 ATA	Ambos grupos mejoraron. El aire a 1,3 ATA no fue placebo neutro.
Neubauer	250 niños	TOHB a $\leq 1,5$ ATA	90% mejora en SPECT y parámetros clínicos funcionales.
Mukherjee et al. (2014)	150 niños	Rehabilitación intensiva \pm TOHB (1,3-1,75 ATA)	Todos los grupos con TOHB mostraron mejora significativa en GMFM.
Long et al. (2017)	71 niños con PC y trastornos del sueño	10-20 sesiones de TOHB	Mejoría significativa ($p < 0,01$). TOHB segura y efectiva.



Reflexiones clínicas y recomendaciones

Utilidad terapéutica

El TOHB puede ser terapia coadyuvante útil y segura en PC.

Presiones moderadas (1,3–1,75 ATA) muestran beneficios.

Factores clave

Se destaca la importancia de:

- Iniciar tratamiento a edad temprana.
- Combinar TOHB con rehabilitación intensiva.
- Ajustar protocolos según comorbilidades y grado de afectación.

Evaluación

Se requiere evaluación neurofuncional individualizada y uso de escalas como:

- GMFM (Gross Motor Function Measure).
- SPECT/PET cerebral para valorar FSC y respuesta terapéutica.

Conclusiones



- La PC es una condición no progresiva pero altamente discapacitante.
- El TOHB:
 - Repara daño mitocondrial.
 - Estimula mielinización.
 - Modula la inflamación y el estrés oxidativo.
 - Mejora el flujo cerebral y la neuroplasticidad.
- La combinación de TOHB + fisioterapia/logopedia optimiza resultados.
- Se requiere más investigación mecanística y clínica, especialmente en:
 - Dosis-respuesta.
 - Edad óptima de inicio.
 - Comparación entre presiones y concentraciones de oxígeno.