

## **1. Ficha de la enfermedad**

La parálisis cerebral (PC) es un trastorno neurológico crónico y no progresivo, causado por una lesión en el cerebro en desarrollo, que afecta el movimiento, la postura y la coordinación. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud [1] y los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades [3], se trata de una de las principales causas de discapacidad física en la infancia, con una prevalencia estimada de 1,5 a 4 casos por cada 1.000 nacidos vivos [1], [3]. Además de la alteración motora primaria, la PC suele acompañarse de comorbilidades como dificultades sensoriales, epilepsia, dolor crónico, trastornos de conducta, problemas musculoesqueléticos y limitaciones en la comunicación, lo que convierte a esta condición en un síndrome heterogéneo de amplio impacto en la vida del paciente y su entorno [1], [2].

Existen distintos tipos clínicos de PC, clasificados según la alteración predominante del tono y el movimiento:

- **Espástica:** Representa alrededor del 80% de los casos. Se caracteriza por rigidez muscular, reflejos exagerados y dificultad para realizar movimientos voluntarios coordinados.
- **Discinética:** Produce movimientos involuntarios, lentos o bruscos, que suelen afectar cara, lengua y extremidades, dificultando el habla y la alimentación.
- **Atáxica:** Menos frecuente, se manifiesta con problemas de equilibrio, temblores y falta de coordinación en movimientos finos.
- **Mixta:** Combinación de las anteriores, habitualmente espástica-discinética.

Las características clínicas varían en severidad, desde formas leves que permiten deambulación independiente, hasta cuadros graves que requieren asistencia para casi todas las actividades de la vida diaria. De acuerdo con el CDC [3], alrededor del 41% de los niños con PC tienen una limitación severa para caminar, y más del 30% presentan dificultades significativas en la comunicación oral. En este sentido, la parálisis cerebral no debe entenderse únicamente como una condición motora, sino como un trastorno complejo que involucra aspectos neurológicos, musculoesqueléticos, sensoriales y comunicativos, lo que exige un abordaje interdisciplinario [7].

## **2. Factores y análisis de la enfermedad**

La etiología de la parálisis cerebral es multifactorial. Los factores de riesgo más reconocidos incluyen la prematuridad, la restricción del crecimiento intrauterino, infecciones congénitas, hemorragia intraventricular y complicaciones durante el parto como hipoxia o asfisia neonatal [4], [9]. Asimismo, estudios recientes señalan que

hasta un 20% de los casos pueden estar relacionados con variantes genéticas, lo que explica la presencia de PC en familias con antecedentes neurológicos similares [10].

El análisis clínico requiere considerar tanto los antecedentes prenatales y perinatales como el desarrollo motor temprano. El retraso en la adquisición de hitos motores — como sostener la cabeza, sentarse o caminar — constituye una de las señales más tempranas de alerta [5]. La historia familiar también es clave, ya que orienta hacia posibles causas genéticas o enfermedades que simulan PC [10].

Las manifestaciones clínicas dependen del tipo de PC: la espástica genera rigidez y movimientos dolorosos; la discinética se asocia a movimientos incontrolables y dificultades oromotoras; la atáxica compromete el equilibrio y la marcha. La mayoría de los pacientes presentan formas mixtas, lo que incrementa la complejidad del manejo [2].

Desde una perspectiva funcional, la PC afecta significativamente la vida diaria. Según la OMS [1], [8], los niños con PC tienen menor independencia en actividades básicas como alimentarse, vestirse y moverse. Esta dependencia se incrementa en casos con limitaciones de comunicación, lo que repercute en la socialización y la integración escolar. Estudios de participación social [6], [7] han demostrado que las dificultades en el habla y el lenguaje son determinantes para la inclusión educativa y el desarrollo emocional, y que la intervención temprana es clave para reducir las barreras comunicativas.

En resumen, la PC no solo compromete el control motor, sino que también limita la autonomía y la interacción social, lo cual incrementa la carga familiar y condiciona el bienestar del paciente a largo plazo [7].

### **3. Diagnóstico y Tratamiento (Rehabilitación)**

El diagnóstico de la parálisis cerebral (PC) es principalmente clínico y se basa en la identificación de un trastorno motor no progresivo en la infancia. La evaluación requiere una anamnesis detallada sobre antecedentes prenatales, perinatales y del desarrollo, así como la identificación de comorbilidades frecuentes [1], [3], [5]. Entre los métodos complementarios, la resonancia magnética cerebral es la técnica de imagen más recomendada, ya que permite detectar con alta sensibilidad lesiones como leucomalacia periventricular, malformaciones corticales y secuelas hipóxico-isquémicas, superando en especificidad a la tomografía computarizada [2], [9]. El cribado del desarrollo motor en lactantes, junto con la identificación de retrasos en hitos como sostener la cabeza o caminar, son herramientas clave para la detección temprana [4], [6].

El tratamiento de la PC es multidisciplinario y busca optimizar la funcionalidad y la calidad de vida. La fisioterapia y terapia ocupacional son la base de la rehabilitación motora, orientadas a mejorar fuerza, coordinación y movilidad [1], [3]. La terapia del habla aborda tanto la comunicación como la deglución, mientras que las intervenciones farmacológicas (por ejemplo, toxina botulínica para la espasticidad) y quirúrgicas (como rizotomía dorsal selectiva) se aplican en casos severos [2], [7].

En los últimos años, han surgido enfoques innovadores basados en la neuromodulación. La estimulación transcraneal de corriente directa (tDCS) y la estimulación magnética transcraneal (TMS) han demostrado mejorar el control motor y el lenguaje en ensayos clínicos, al modular la excitabilidad cortical y potenciar los efectos de la terapia física y del habla [10]. Estudios recientes reportan mejoras en la marcha y en la producción del habla tras la combinación de estas técnicas con programas de entrenamiento conductual, lo que subraya su potencial como complemento a la rehabilitación convencional [2], [10].

En conjunto, el abordaje diagnóstico y terapéutico de la PC requiere integrar tanto herramientas clínicas y de imagen como terapias tradicionales y emergentes. Este enfoque integral permite atender no solo las alteraciones motoras, sino también las limitaciones en comunicación, autonomía e inclusión social [3], [7], [9].

#### **4. Reflexión Ingenieril**

Se evidencia limitadas investigaciones de las PC enfocadas a dificultades en la comunicación, debido a que se enfocan principalmente a las manifestaciones clínicas motoras. Se conoce las limitaciones en entornos sociales y educativos que se presentan a los usuarios y se evidencia la necesidad de herramientas de comunicación alternativa mejoradas debido a las limitaciones en los sistemas aumentativos y alternativos para una comunicación de lenguaje complejo, para mejorar la calidad de vida de las personas con parálisis cerebral [4], [6].

#### **Referencias (IEEE)**

- [1] National Center for Biotechnology Information, "Cerebral Palsy," *StatPearls*, 2023. [Online]. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538147/>
- [2] M. Ashwal et al., "Practice guideline: Diagnostic assessment of the child with cerebral palsy," *Neurology*, vol. 95, no. 20, pp. 917–929, 2021. [Online]. Available: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32053326>
- [3] Centers for Disease Control and Prevention (CDC), "Cerebral Palsy," 2024. [Online]. Available: <https://www.cdc.gov/cerebral-palsy/about/index.html>

- [4] C. De la Iglesia, "Factores de riesgo perinatales en la parálisis cerebral infantil," *Revista de Investigación en Educación*, no. 0, pp. 117–133, 2015. [Online]. Available: <https://revistas.udc.es/index.php/reipe/article/view/reipe.2015.0.09.642>
- [5] National Center for Biotechnology Information, "Cerebral Palsy – Overview," *StatPearls*, 2023. [Online]. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538147/>
- [6] J. Pousada et al., "Lenguaje y comunicación en niños con parálisis cerebral," *CORE*, 2020. [Online]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/539311570.pdf>
- [7] A. Bolaños-Roldán et al., "Calidad de vida relacionada con características sociodemográficas y clínicas en niños con parálisis cerebral," *Duazary*, vol. 17, no. 2, pp. 23–34, 2020. [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/journal/5121/512170346003/512170346003.pdf>
- [8] World Health Organization, "Rehabilitation," WHO, 2023. [Online]. Available: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/rehabilitation>
- [9] American Academy of Family Physicians (AAFP), "Cerebral Palsy: An Overview," *American Family Physician*, vol. 101, no. 4, pp. 213–222, 2020. [Online]. Available: <https://www.aafp.org/pubs/afp/issues/2020/0215/p213.html#afp20200215p213-b3>
- [10] J. C. Lima et al., "Transcranial direct current stimulation associated with motor and speech training in cerebral palsy: Case studies and perspectives," *Neurorehabilitation and Neural Repair*, vol. 36, no. 4, pp. 245–256, 2022. [Online]. Available: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35248256>